



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES

Desarrollo de una plataforma para la evaluación de la calidad de servicio (QoS) que brinda el ISP MEGared aplicando la metodología RAD.

Trabajo de Titulación para optar al título de ingeniero en electrónica y telecomunicaciones

Autor:

Daniel Fernando Cabrera Toro

Tutor:

MgS. José Luis Jinez Tapia

Riobamba, Ecuador. 2025

DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, **Daniel Fernando Cabrera Toro**, con cédula de ciudadanía **0705745206**, autor del trabajo de investigación titulado, **“DESARROLLO DE UNA PLATAFORMA PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE SERVICIO (QoS) QUE BRINDA EL ISP MEGared APLICANDO LA METODOLOGIA RAD.”**, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mi exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 22 de enero del 2025



Daniel Fernando Cabrera Toro
C.I: 0705745206

DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL;

Quienes suscribimos, catedráticos designados Tutor y Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación **“DESARROLLO DE UNA PLATAFORMA PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE SERVICIO (QoS) QUE BRINDA EL ISP MEGared APLICANDO LA METODOLOGIA RAD.”** por **Daniel Fernando Cabrera Toro**, con cédula de identidad número **0705745206**, certificamos que recomendamos la **APROBACIÓN** de este con fines de titulación. Previamente se ha asesorado durante el desarrollo, revisado y evaluado el trabajo de investigación escrito y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 22 de enero del 2025

Ing. Edgar Giovanni Cuzco Silva
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Daniel Antonio Santillán Haro, PhD.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

Marlon Danilo Basantes Valverde, PhD.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO




Jose Luis Jinez Tapia. MgS.
TUTOR



CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación **“DESARROLLO DE UNA PLATAFORMA PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE SERVICIO (QoS) QUE BRINDA EL ISP MEGared APLICANDO LA METODOLOGIA RAD.”**, presentado por **Daniel Fernando Cabrera Toro**, con cédula de identidad número **0705745206**, bajo la tutoría de **José Luis Jinez Tapia, MgS.**; certificamos que recomendamos la **APROBACIÓN** de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 22 de enero del 2025

Presidente del Tribunal de Grado
Ing. Edgar Giovanni Cuzco Silva



Daniel Antonio Santillán Haro
, PhD.



Marlon Danilo Basantes Valverde
, PhD.





Dirección
Académica
VICERRECTORADO ACADÉMICO



UNACH-RGF-01-04-02.20
VERSIÓN 02: 06-09-2021

CERTIFICACIÓN

Que, **CABRERA TORO DANIEL FERNANDO** con CC: **0705745206**, estudiante de la Carrera **ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES, NO VIGENTE**, Facultad de **INGENIERÍA**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado " **DESARROLLO DE UNA PLATAFORMA PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE SERVICIO (QoS) QUE BRINDA EL ISP MEGared APLICANDO LA METODOLOGIA RAD**", cumple con el 2 %, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **COMPILATION**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 16 de enero de 2025



JOSE LUIS JINEZ
TAPIA

Mgs. José Luis Jínez Tapia
TUTOR TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a Dios quien es mi fuente inagotable de sabiduría y fortaleza para alcanzar este importante logro. Su guía divina, sus bendiciones diarias y su consuelo en los momentos más desafiantes han sido fundamentales para culminar este trabajo con éxito.

A mis queridos padres María y Marcelo por su amor incondicional, por inculcarme valores fundamentales y por ser mi inspiración constante. Su esfuerzo, sacrificio y ejemplo me han dado la determinación para alcanzar mis metas. Este logro también es suyo.

A mi amada hija Luana Daniela, mi mayor motivación, quien con su sonrisa y amor inagotable me recuerda la importancia de seguir adelante. Cada paso que doy es por ti y para ti, con la esperanza de brindarte un futuro lleno de oportunidades.

A mis hermanos Marcela y José, por su apoyo, cariño y compañía a lo largo de este camino. Gracias por estar siempre presentes, por creer en mí y por ser una parte esencial de mi vida. Este trabajo es una muestra del amor y unión que compartimos.

Con gratitud eterna, dedico este esfuerzo a cada uno de ustedes.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, mi gratitud infinita a Dios, quien ha sido mi guía y fortaleza a lo largo de este proceso.

A mis padres, María y Marcelo, por ser el soporte incondicional en mi vida. Su esfuerzo, sacrificio y amor me han dado la base sólida sobre la cual construir mis metas.

A mi hija Luana Daniela, cuya presencia ilumina mis días y me llena de inspiración. Gracias por ser mi mayor motivación para esforzarme y seguir adelante, con la esperanza de brindarte siempre lo mejor.

A mi enamorada Evelyn, por su constante apoyo, paciencia y comprensión durante este camino. Tu compañía y ánimo han sido un pilar fundamental para superar cada reto que se presentó. Gracias por seguir creyendo en mí, cuando yo hace mucho tiempo había dejado de hacerlo.

A mis hermanos, por su cercanía y respaldo en todo momento. Su compañía me ha fortalecido y me recuerda el valor de la unión familiar.

A mis amigos, de manera especial a Elvis, Víctor Hugo, Jandyr y Nixon quienes, con su apoyo, palabras de aliento y compañía han sido una fuente importante de motivación en este recorrido. Gracias por estar presentes en cada etapa.

A cada uno de los docentes de manera especial a mi tutor Mgs. José Jinez y a la Ing. Pamela Buñay, gracias por compartir su conocimiento, por su dedicación y por haberme guiado con sabiduría. Sus enseñanzas han sido clave para superar los desafíos y cumplir este objetivo.

Por todo y mucho más, GRACIAS

ÍNDICE GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA

DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL;

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO ANTIPLAGIO

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

RESUMEN

ABSTRACT

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN 14

1.2 Planteamiento del Problema 15

1.3 Objetivos 16

1.3.1 General 16

1.3.2 Específicos 16

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO 17

2.1 Fundamentación teórica 17

2.1.1 ISP (Proveedor de Servicios de Internet) 17

2.1.2 Tipos de ISP 17

2.1.3 Calidad de Servicio (QoS) 19

2.1.3.1 Parámetros QoS 19

2.1.4 Normativas y Estándares de QoS. 21

2.1.4.1 Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT/ITU-T) 21

2.1.4.2 IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) 21

2.1.4.3 ARCOTEL (Agencia de Regulación Y Control de las Telecomunicaciones) 21

2.1.5 Metodología RAD 22

2.1.5.1 Fases de la creación de un modelo RAD 22

2.1.6 Matlab 23

2.1.7 ThingSpeak 23

2.1.8 DOM Cloud 23

2.1.9 phpMyAdmin 23

2.2 Estado del arte 24

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA 25

| | | |
|----------|--|-----------|
| 3.1 | Tipo de Investigación..... | 25 |
| 3.2 | Métodos de investigación | 25 |
| 3.2.1 | Método Experimental | 25 |
| 3.2.2 | Método de campo | 25 |
| 3.3 | Fuentes de recolección de datos..... | 25 |
| 3.4 | Instrumentos de recolección de datos. | 26 |
| 3.5 | Población y muestra..... | 26 |
| 3.5.1 | Población | 26 |
| 3.5.2 | Muestra | 26 |
| 3.6 | Operacionalización de las variables..... | 27 |
| 3.7 | Procesamiento y análisis | 28 |
| 3.7.1 | Descripción del procesamiento y análisis por fases | 28 |
| 3.8 | Métodos de Análisis..... | 29 |
| 3.8.1 | Métricas establecidas por el ISP MEGared | 29 |
| 3.9 | Desarrollo aplicativo..... | 30 |
| 3.9.1 | Diseño de la Aplicación..... | 30 |
| 3.9.2 | Almacenamientos de datos y generación de reportes en Excel | 31 |
| 3.9.3 | Conexión y envío de información a ThingSpeak | 33 |
| 3.9.4 | Conexión y envío de información a Base de Datos..... | 34 |
| 3.9.5 | Creación del Sitio Web..... | 37 |
| | CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 43 |
| 4.1 | Resultados de la Evaluación de QoS en el plan de 300 Mbps. | 43 |
| 4.2 | Resultados de la Evaluación de QoS en el plan de 500Mbps. | 47 |
| 4.3 | Resultados de la Evaluación de QoS en el plan de 700Mbps. | 50 |
| | CAPÍTULO V. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES | 55 |
| 5.1 | Conclusiones | 55 |
| 5.2 | Recomendaciones | 56 |
| 6 | BIBLIOGRAFÍA..... | 57 |
| 7 | ANEXOS..... | 60 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Fases de la creación de un modelo RAD. | 22 |
| Tabla 2. Operacionalización de las variables..... | 27 |
| Tabla 3. Parámetros acerca de QoS establecidos por MEGared | 29 |
| Tabla 4. Análisis descriptivo de la variable Velocidad (300Mps) | 43 |
| Tabla 5. Análisis descriptivo de la variable Jitter (300Mps)..... | 44 |
| Tabla 6. Análisis descriptivo de la variable Latencia (300Mps)..... | 44 |
| Tabla 7. Análisis descriptivo de la variable Velocidad (500Mps) | 47 |
| Tabla 8. Análisis descriptivo de la variable Jitter (500Mps)..... | 48 |
| Tabla 9. Análisis descriptivo de la variable Latencia (500Mps)..... | 48 |
| Tabla 10. Análisis descriptivo de la variable Velocidad (700Mps) | 51 |
| Tabla 11. Análisis descriptivo de la variable Jitter (700Mps)..... | 51 |
| Tabla 12. Análisis descriptivo de la variable Latencia (700Mps)..... | 52 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. ISP de acceso telefónico. | 17 |
| Figura 2. ISP de línea de abonado digital. | 18 |
| Figura 3. ISP de Banda Ancha por cable. | 18 |
| Figura 4. ISP por fibra óptica. | 19 |
| Figura 5. Diagrama de procesamiento y análisis de resultados. | 28 |
| Figura 6. Aplicación para evaluar el QoS de la empresa MEGared. | 31 |
| Figura 7. Fragmento de código en MATLAB para la creación y actualización de una tabla de datos. | 32 |
| Figura 8. Envío de datos a la plataforma ThingSpeak utilizando MATLAB. | 33 |
| Figura 9. Visualización de datos en la plataforma web ThingSpeak. | 34 |
| Figura 10. Envío de datos a phpMyAdmin mediante MATLAB. | 36 |
| Figura 11. Datos recibidos en phpMyAdmin. | 36 |
| Figura 12. Llamada al archivo.env donde se encuentra las credenciales de la base de datos. | 37 |
| Figura 13. Conexión con base de datos. | 38 |
| Figura 14. Verificación de Usuario. | 39 |
| Figura 15. Recepción de datos. | 39 |
| Figura 16. Proceso de instalación de la plataforma. | 40 |
| Figura 17. Socialización de página Web. | 41 |
| Figura 18. Indica si el usuario está registrado. | 41 |
| Figura 19. Detalle del Servicio recibido. | 42 |
| Figura 20. Criterios de Evaluación de QoS (Anexo 2) | 42 |
| Figura 21. Histograma de Velocidad (300 Mbps). | 45 |
| Figura 22. Histograma de Jitter (300 Mbps). | 46 |
| Figura 23. Histograma de Latencia (300 Mbps). | 46 |
| Figura 24. Histograma de Velocidad (500 Mbps). | 49 |
| Figura 25. Histograma de Jitter (500 Mbps). | 49 |
| Figura 26. Histograma de Latencia (500 Mbps). | 50 |
| Figura 27. Histograma de Velocidad (700 Mbps). | 52 |
| Figura 28. Histograma de Jitter (700 Mbps). | 53 |
| Figura 29. Histograma de Latencia (700 Mbps). | 53 |

RESUMEN

En la actualidad, la calidad de servicio (QoS) se ha convertido en un factor clave para los proveedores de servicios de internet (ISP) debido al incremento en la demanda de conexiones estables y de alto rendimiento. La percepción de los usuarios respecto a la calidad del servicio ofrecido depende en gran medida de parámetros como la velocidad de conexión, jitter, latencia y disponibilidad, los cuales impactan directamente en la experiencia de uso. Sin embargo, los ISP enfrentan desafíos significativos para evaluar y optimizar estos parámetros de manera eficiente, lo que frecuentemente deriva en deficiencias en el servicio y una disminución en la satisfacción del cliente. En este contexto, y ante la carencia de una plataforma adecuada en el ISP MEGared, este trabajo de investigación tuvo como objetivo desarrollar una plataforma tecnológica para evaluar y mejorar la calidad de servicio (QoS) proporcionada por dicha empresa, aplicando la metodología RAD (Rapid Application Development). La plataforma fue diseñada utilizando MATLAB, con integración a bases de datos MySQL y herramientas complementarias como ThingSpeak, lo que facilitó el análisis continuo de los parámetros clave del servicio, fundamentales para garantizar la satisfacción del usuario final. La implementación de la plataforma permitió no solo evaluar el desempeño del servicio de manera precisa, sino también generar reportes detallados que facilitaron la toma de decisiones estratégicas y operativas. Además, su integración con herramientas en la nube aseguró un almacenamiento eficiente de datos, optimizando así la gestión del servicio.

Palabras claves: Calidad de Servicio (QoS), ISP (Proveedor de Servicios de Internet), Metodología RAD, Velocidad de conexión, Jitter, Latencia.

Abstract

Quality of Service (QoS) has become a key factor for Internet Service Providers (ISPs) due to the increasing demand for stable, high-performance connections. Users' perception of the quality of service provided largely depends on parameters such as connection speed, jitter, latency, and availability, which directly impact the user experience. However, ISPs face significant challenges in efficiently evaluating and optimizing these parameters, often leading to service deficiencies and decreased customer satisfaction. In this context, and given the lack of an adequate platform at ISP MEGared, this research aimed to develop a technological platform to assess and improve the Quality of Service (QoS) provided by the company, applying the Rapid Application Development (RAD) methodology. The platform was designed using MATLAB, integrated with MySQL databases, and complementary tools such as Thing Speak, facilitating continuous analysis of key service parameters essential to ensuring end-user satisfaction. The platform's implementation allowed for precise performance evaluation and generated detailed reports that supported strategic and operational decision-making. Additionally, its integration with cloud tools ensured efficient data storage, thereby optimizing service management.

Keywords: Quality of Service (QoS), Internet Service Provider (ISP), RAD Methodology, Connection Speed, Jitter, Latency.



Reviewed by:
Mgs. Vanessa Palacios
ENGLISH PROFESSOR
C.C. 0603247487

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

El acceso a internet de alta velocidad se ha convertido en un servicio esencial para la sociedad moderna, influyendo de manera directa la productividad, la comunicación y el acceso a la información de millones de personas. La calidad del servicio (QoS) que brindan los proveedores de servicios de internet (ISP) es un factor determinante en la satisfacción de los usuarios y en la competitividad en el mercado. En este contexto, los ISP enfrentan el reto constante de garantizar que sus redes de telecomunicaciones operen con niveles adecuados de rendimiento y fiabilidad [1] [2].

MEGAred es un proveedor de servicio de internet que extiende su red en gran parte de la Provincia de El Oro, teniendo oficinas en las ciudades de Piñas, Portovelo, Zaruma, Paccha y la parroquia Torata del cantón Santa Rosa. Su infraestructura está compuesta por siete nodos primarios distribuidos estratégicamente para ofrecer una alta disponibilidad.

MEGAred ha identificado la necesidad de contar con una plataforma que permita evaluar de manera efectiva la calidad de su servicio. Las redes de internet por fibra óptica, que constituyen la base de su infraestructura, requieren una evaluación constante para asegurar la entrega de servicios de alta calidad, especialmente en términos de velocidad de transmisión de datos, latencia, estabilidad y capacidad de respuesta ante problemas de la red [3] [4] [5].

El presente trabajo de tesis tiene como objetivo desarrollar una plataforma que permita evaluar los parámetros clave de la calidad de servicio en la red de MEGAred, tales como la velocidad de conexión, la latencia y el jitter. A través de la identificación de estos parámetros y la aplicación de la metodología RAD, se busca implementar una solución que no solo permita evaluar el desempeño de la red, sino que también ofrezca reportes y análisis detallados que faciliten la toma de decisiones operativas.

El análisis de los resultados mediante el uso de esta plataforma permitirá evaluar su efectividad y generar conclusiones que podrían guiar futuras mejoras en la red de MEGAred [2] [6].

Este documento se organiza en cinco capítulos: el primero aborda la introducción, el planteamiento del problema y los objetivos; el segundo desarrolla el marco teórico; el tercero detalla la metodología de la investigación; el cuarto presenta los resultados junto con su análisis y discusión; y, finalmente, el quinto capítulo expone las conclusiones del estudio.

1.2 Planteamiento del Problema

El incremento en la demanda de servicios de internet de alta velocidad ha generado una mayor responsabilidad para los proveedores de servicios de internet (ISP) en cuanto a garantizar una calidad de servicio (QoS) adecuada. Los usuarios exigen conexiones estables, rápidas y sin interrupciones, lo que convierte la gestión apropiada de la red en una prioridad fundamental para los ISP. Sin embargo, muchos proveedores enfrentan dificultades para implementar sistemas efectivos que evalúen la calidad de su red y que permitan la identificación de problemas [7] [8].

MEGAred ha enfrentado desafíos para realizar una evaluación de manera efectiva de la calidad del servicio que ofrece a sus usuarios. A pesar de contar con una infraestructura basada en fibra óptica distribuida estratégicamente, la falta de herramientas que midan y analicen indicadores clave como la velocidad de conexión, la latencia y el jitter limita su capacidad para identificar con precisión las áreas que requieren mejoras [9] [10].

La carencia de herramientas adecuadas para la evaluación y análisis del desempeño de la red no solo influye en la satisfacción del cliente, sino que también pone en riesgo la posición competitiva de MEGAred en el mercado. En consecuencia, se plantea la necesidad de desarrollar una plataforma utilizando el software matemático Matlab que permita evaluar de manera efectiva los parámetros clave de la calidad de servicio. Esta plataforma generará reportes detallados que incluirán datos del cliente, planes contratados y los parámetros de red antes mencionados. Los reportes serán almacenados en hojas de cálculo, facilitando así la toma de decisiones y asegurando un rendimiento óptimo de la red [11] [12].

1.3 Objetivos

1.3.1 General

- Desarrollar una plataforma para la evaluación de la calidad de servicio que brinda el ISP MEGared aplicando la metodología RAD.

1.3.2 Específicos

- Recabar información sobre la metodología RAD y su aplicabilidad en proveedores de servicio de internet (ISP) mediante artículos científicos, libros, repositorios universitarios, etc., para fundamentar el diseño de la plataforma.
- Diseñar una plataforma mediante el Software MATLAB para la evaluación de la calidad de servicio (QoS) basada en los parámetros a medir jitter, velocidad de conexión y latencia.
- Recolectar los parámetros determinantes como jitter, velocidad de conexión y latencia mediante las tecnologías de medición SpeedTest y ping, para evaluar la calidad del servicio (QoS) del ISP MEGared.
- Evaluar la calidad de servicio (QoS) a través de los datos obtenidos de los usuarios del proveedor de internet MEGared mediante la plataforma desarrollada en el Software MATLAB.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Fundamentación teórica

En esta sección se abordarán los conceptos fundamentales y la terminología común empleada en la evaluación de la calidad de servicio (QoS) proporcionada por un ISP, con el objetivo de ofrecer al lector el contexto necesario para comprender este trabajo de investigación.

2.1.1 ISP (Proveedor de Servicios de Internet)

Un Proveedor de Servicios de Internet (ISP) es una organización que ofrece a los usuarios acceso a Internet, además de una variedad de servicios adicionales, como alojamiento web, correo electrónico, registro de dominios, tránsito por internet y servidores proxy. Su rol es fundamental para facilitar la conectividad a nivel personal y profesional. Actúan como intermediarios entre los usuarios y la infraestructura global de Internet, proporcionando la conexión final, conocida como la "última milla", tanto a hogares como a empresas [13].

2.1.2 Tipos de ISP

- **ISP de Acceso Telefónico:** Utilizan líneas telefónicas tradicionales para proporcionar acceso a Internet a los clientes, quienes se conectan a Internet marcando un número de teléfono mediante un módem, tal y como se muestra en la Figura 1 [14].

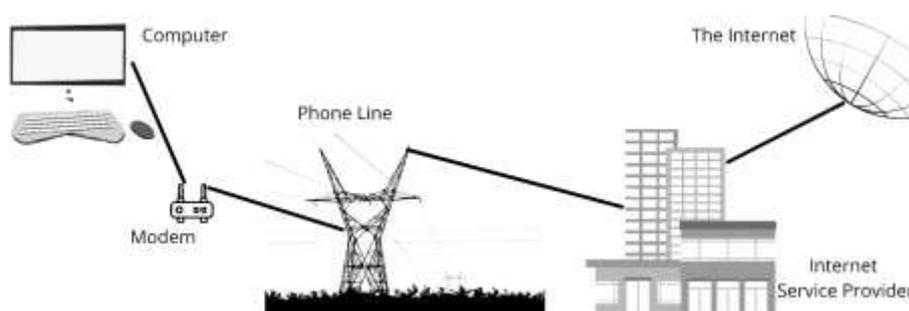


Figura 1. ISP de acceso telefónico.

Fuente: [14]

- **ISP de DSL:** Utilizan conexiones de Línea de Abonado Digital (DSL) para proporcionar acceso a Internet de alta velocidad. Este servicio está ampliamente disponible porque las casas ya están cableadas para las conexiones telefónicas. Lo

proporcionan las compañías telefónicas tradicionales, según se observa en la Figura 2 [15].

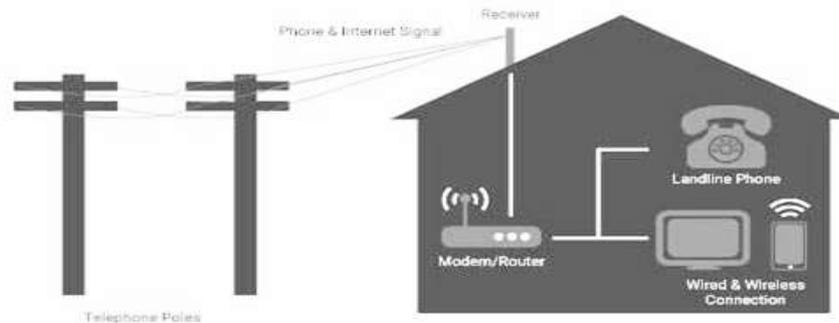


Figura 2. ISP de línea de abonado digital.

Fuente: [15]

- **Proveedores de Banda Ancha por Cable:** Ofrecen acceso a Internet a través de redes de televisión por cable coaxial, aprovechando la infraestructura existente para transmitir datos, como se evidencia en la Figura 3 [16].

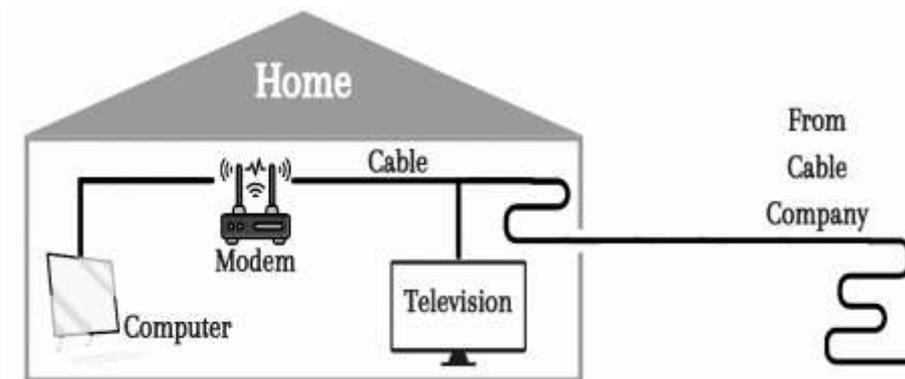


Figura 3. ISP de Banda Ancha por cable.

Fuente: [16]

- **ISP de Fibra Óptica:** Brindan servicios de Internet a través de cables de fibra óptica, ofreciendo velocidades de conexión mucho más rápidas, menor latencia en comparación con las tecnologías tradicionales. Unas de las ventajas de trabajar con fibra óptica es que es inmune a interferencias electromagnéticas, gran ancho de banda, fiabilidad, tal y como se visualiza en la Figura 4 [17].

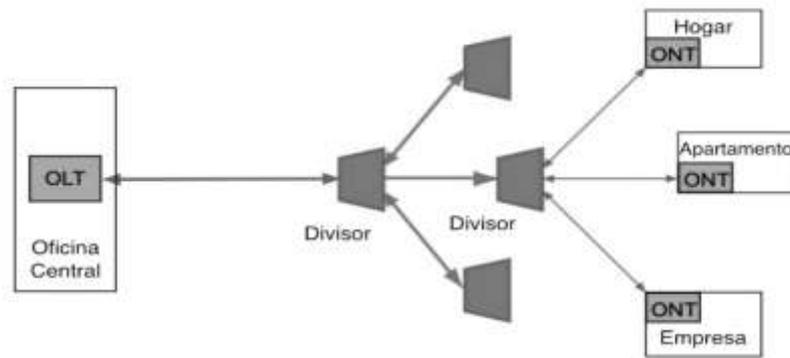


Figura 4. ISP por fibra óptica.

Fuente: [17]

2.1.3 Calidad de Servicio (QoS)

La Calidad de Servicio (QoS) se refiere a la gestión del tráfico de red para que dispositivos como enrutadores o conmutadores reenvíen los datos de manera ideal, adaptándose a los requisitos específicos de las aplicaciones que generan ese tráfico. En otras palabras, la QoS permite a un dispositivo en la red identificar distintos tipos de tráfico y aplicarles tratamientos específicos para asegurar un rendimiento adecuado según las necesidades de cada aplicación [18].

2.1.3.1 Parámetros QoS

Según [18] [19] [20], la calidad de servicio se puede medir cuantitativamente mediante el uso de varios parámetros, incluidos los siguientes:

- **Velocidad de subida y bajada:** La fibra óptica es una tecnología de conexión a internet de alta velocidad que permite enviar y recibir datos al mismo tiempo, es decir, bidireccional. Esta transmisión bidireccional se divide en dos flujos: el de descarga, que trae información desde Internet a nuestro dispositivo, y el de subida, que envía información desde nuestro equipo hacia Internet. Las velocidades de subida y de bajada pueden coincidir o ser distintas. Si ambas velocidades son iguales, se denomina fibra simétrica, mientras que, si varían, se trata de fibra asimétrica.
- **Latencia:** Es el tiempo que tarda un dato en estar disponible desde que se realiza su petición. Un método para medir la Latencia es ver cuánto tiempo se demora un dispositivo en procesar un paquete. Se mide en nanosegundos (ns) o en milisegundos (ms). Mientras menor es la latencia mejor es el funcionamiento de la red.

- **Jitter:** El jitter es una variación en el tiempo de llegada de los paquetes de datos mientras se desplazan a través de una red. Esta irregularidad se produce debido a factores como la congestión en las colas de los enrutadores, la competencia por el ancho de banda entre múltiples usuarios y el proceso de serialización de los datos en distintos puntos de la red. El jitter influye en la consistencia en la transmisión de información y especialmente en aplicaciones que requieren sincronización en tiempo real, tales como videollamadas y juegos en línea. En estas aplicaciones, las diferencias en el tiempo de entrega de los paquetes pueden generar problemas de calidad, como retrasos o cortes en el audio y video. Minimizar el jitter es fundamental para lograr una transmisión continua y confiable, especialmente en redes con alta demanda.
- **Disponibilidad:** Indica el porcentaje de tiempo en el que un servicio, como el acceso a internet, está funcional y accesible para los usuarios. Se expresa generalmente como un porcentaje y se calcula sobre un período de tiempo determinado (por ejemplo, un día, mes o año).

Como se puede apreciar en la Ec. 1 la métrica Porcentaje de disponibilidad diaria del servicio (PDDS) es una métrica indirecta por lo cual se requiere de la aplicación de dos métricas directas para su cálculo, a saber: Instante inicial del corte del servicio (IICS) e Instante de reanudación del servicio (IRS) [2].

$$PDDS = 100 - \left(\frac{\sum_{j=1}^n IRS_j - IICS_j}{CSxD} * 100 \right) \quad (1)$$

Donde:

PDDS = Porcentaje de disponibilidad diaria del servicio

IRS = Instante de reanudación del servicio

IICS = Instante inicial del corte de servicio

CSxD = 86400 y representa la cantidad de segundos en el día.

La empresa MEGared, en el apartado siete de sus cláusulas, establece la disponibilidad del servicio de internet, conforme a los estándares de calidad emitidos y verificados por los organismos reguladores y de control de las telecomunicaciones en Ecuador. Según lo detallado, el servicio contará con una disponibilidad del 96.7% mensual, calculada sobre un total de 720 horas al mes.

Para el cálculo del tiempo de no disponibilidad, no se considerarán las interrupciones ocasionadas por circunstancias de caso fortuito, fuerza mayor o eventos completamente ajenos al control del proveedor.

2.1.4 Normativas y Estándares de QoS.

Establecen directrices para medir, evaluar y garantizar la calidad de los servicios de telecomunicaciones e internet. Estas normativas son fundamentales para mantener la consistencia y satisfacción del usuario en los servicios ofrecidos por los proveedores de servicios de internet (ISP).

Los principales estándares y normativas en los que se fundamenta este trabajo son los siguientes:

2.1.4.1 Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT/ITU-T)

La UIT, a través del sector de estandarización de telecomunicaciones (ITU-T), es una de las principales organizaciones internacionales que define los estándares relacionados con la QoS. Algunos de los estándares clave son:

- **ITU-T E.800:** Proporciona una definición y principios generales de calidad de servicio. Incluye métricas para evaluar el desempeño del servicio desde la perspectiva del usuario.
- **ITU-T G.1010:** Define parámetros relacionados con la calidad de experiencia (QoE) para diversos servicios como voz, video y datos.
- **ITU-T Y.1541:** Especifica parámetros de rendimiento en redes IP, como latencia, jitter, pérdida de paquetes y disponibilidad.
- **ITU-T P.10:** Relacionado con la evaluación subjetiva de la calidad de servicios multimedia [21], [22].

2.1.4.2 IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)

La IEEE define estándares para tecnologías de redes y telecomunicaciones, incluyendo aspectos de QoS:

- **IEEE 802.11e:** Introduce mecanismos para garantizar QoS en redes Wi-Fi, mejorando el soporte para aplicaciones sensibles al tiempo, como voz y video.
- **IEEE 802.1p:** Protocolo para priorización de tráfico en redes LAN, utilizando etiquetas de clase de servicio [22].

2.1.4.3 ARCOTEL (Agencia de Regulación Y Control de las Telecomunicaciones)

El Plan Técnico Fundamental de Transmisión (PTFT) establece las directrices sobre cómo debe desarrollarse la sección dedicada a la Calidad de Servicio (QoS). Este apartado define los parámetros esenciales que deben medirse, los métodos de evaluación a emplear y los

estándares mínimos que deben cumplirse para garantizar un mejor rendimiento en la red de transmisión en el territorio ecuatoriano [23].

2.1.5 Metodología RAD

El Desarrollo Rápido de Aplicaciones (RAD) es un enfoque ágil para crear software que prioriza la entrega rápida y continua de prototipos, permitiendo mayor flexibilidad y adaptación durante todo el proceso de desarrollo. A diferencia de las metodologías tradicionales, que suelen seguir un proceso lineal y requieren extensa documentación y planificación previa, el RAD se basa en un proceso iterativo e incremental. Esto permite hacer ajustes frecuentes en función de la retroalimentación, acelerando así el desarrollo y mejorando la capacidad de respuesta a cambios [24].

2.1.5.1 Fases de la creación de un modelo RAD

En la **Tabla 1** se presentan las fases involucradas en la creación de un modelo RAD.

Tabla 1. Fases de la creación de un modelo RAD.

| Fases de la creación de un modelo RAD | |
|---------------------------------------|---|
| Fase | Proceso |
| Modelado empresarial | Recopilar información relevante de varias fuentes. La información se utiliza para crear una descripción precisa de cómo se pueden aplicar esos datos. |
| Modelado de datos | Analizar los datos y dividirlos en grupos de datos específicos. Las relaciones entre cada uno de estos grupos deben estar claramente definidas. |
| Modelado del proceso | los objetos de datos definidos durante la fase de modelado de datos se convierten para su uso en el proceso de desarrollo. El modelado del proceso permite realizar cambios y optimizaciones en los objetos de datos. |
| Desarrollo de aplicaciones | Codificar la información relevante y construir el sistema. Los modelos de datos se utilizan para crear prototipos que se probarán durante la fase final. |
| Pruebas y plazos | Se prueba el modelo creado para identificar cualquier problema y permitir la adaptación rápida de componentes específicos con el fin de mejorar el producto final. |

Fuente: [24]

2.1.6 Matlab

Es una plataforma de cálculo numérico y visualización que se utiliza para el procesamiento y análisis de datos de red. Permite la manipulación y visualización de grandes conjuntos de datos, la realización de análisis estadísticos y la generación de gráficos y mapas de cobertura [25], [26]

2.1.7 ThingSpeak

Es un servicio de plataforma de análisis de IoT (Internet Of Things) que le permite agregar, visualizar y analizar flujos de datos en vivo en la nube. Puede enviar datos a ThingSpeak desde sus dispositivos, crear visualizaciones instantáneas de datos en vivo y enviar alertas. Fue desarrollada inicialmente por MathWorks y se integra fácilmente con MATLAB para análisis avanzado de datos y procesamiento [27].

2.1.8 DOM Cloud

Se refiere a la integración y gestión de servicios en la nube diseñados específicamente para facilitar la distribución de recursos en aplicaciones y entornos basados en la web. DOM, acrónimo de Document Object Model, es una interfaz estándar que representa la estructura de documentos HTML y XML, permitiendo que los desarrolladores interactúen dinámicamente con estos a través de lenguajes como JavaScript. Cuando se combina con tecnologías en la nube, DOM Cloud permite una mayor flexibilidad, escalabilidad y rendimiento en el desarrollo y ejecución de aplicaciones web.

DOM Cloud integra el procesamiento en tiempo real y el almacenamiento distribuido en la nube, lo que facilita la gestión de grandes volúmenes de datos dinámicos provenientes de múltiples usuarios y dispositivos. Este enfoque resulta ideal para aplicaciones modernas que dependen de una alta interacción entre cliente y servidor, como plataformas de comercio electrónico, servicios de streaming y sistemas de análisis en tiempo real [27], [28].

2.1.9 phpMyAdmin

La herramienta phpMyAdmin permite gestionar bases de datos MySQL y MariaDB de manera eficiente y sencilla. Es ampliamente utilizada por desarrolladores y administradores de sistemas debido a su interfaz intuitiva y a las funcionalidades avanzadas que ofrece para la gestión de datos, phpMyAdmin está diseñado para operar en entornos de servidor web, permitiendo a los usuarios interactuar con bases de datos a través de navegadores web sin necesidad de utilizar comandos en línea [29].

2.2 Estado del arte

Existen mecanismos avanzados para garantizar la calidad de servicio (QoS) en redes de sensores inalámbricos de próxima generación, enfrentando desafíos asociados al 5G y tecnologías emergentes. Un modelo dinámico de ingeniería de tráfico prioriza las tareas según el tipo de datos y la congestión en las colas, reduciendo retrasos, pérdidas de paquetes y el uso ineficiente de recursos. Al incorporar computación en el borde (MEC) y optimización de buffers adaptativos, se mejora la confiabilidad, la escalabilidad y la estabilidad en entornos densos [30].

Las redes definidas por software (SDN) han emergido como una solución para abordar las crecientes demandas de calidad de servicio (QoS) en infraestructuras modernas. Según diversos estudios, las SDN permiten gestionar dinámicamente recursos críticos como el ancho de banda, la latencia y la pérdida de paquetes mediante controladores centralizados y políticas configurables. Sin embargo, persisten desafíos relacionados con la escalabilidad, la interoperabilidad y la seguridad en su implementación. Las investigaciones recientes destacan la capacidad de las SDN para mejorar el desempeño de redes heterogéneas y entornos sensibles al tiempo, estableciendo un marco innovador para optimizar la QoS en redes complejas [31].

Para garantizar la calidad de servicio (QoS) en redes de ISP, se implementan enfoques como la gestión de tráfico para priorizar el flujo de datos críticos, enrutamiento eficiente para optimizar el uso de la infraestructura, y control de congestión para evitar la sobrecarga. Además, se emplean mecanismos de monitoreo y medición para ajustar dinámicamente los recursos según la demanda y políticas de priorización para asegurar la entrega de servicios con alta latencia o requisitos de ancho de banda, como VoIP o transmisión en tiempo real. Estos enfoques combinados permiten un servicio más confiable y eficiente, contribuyendo también a la mejora de la experiencia del usuario mediante la gestión predictiva de la red. La implementación de estos métodos ayuda a reducir los retrasos y pérdidas de paquetes, fundamentales para mantener la estabilidad en aplicaciones críticas [32].

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.

3.1 Tipo de Investigación

Este proyecto de tesis se llevó a cabo utilizando el enfoque de investigación aplicada, ya que busca desarrollar una solución tecnológica para un problema práctico: la evaluación de la calidad de servicio (QoS) en la red del ISP MEGared. En este caso, el factor a estudiar es el desempeño de la red de fibra óptica de MEGared en la ciudad de Piñas de la Provincia de El Oro, evaluando parámetros clave como la velocidad de conexión, la latencia y el jitter.

3.2 Métodos de investigación

3.2.1 Método Experimental

El presente proyecto de tesis se fundamentó en la recolección y análisis de datos provenientes de parámetros técnicos esenciales, tales como la velocidad de conexión, el jitter y la latencia, en el punto específico donde cada cliente recibe el servicio. Estos datos permiten realizar una evaluación detallada del QoS proporcionado por el ISP MEGared.

3.2.2 Método de campo

La investigación de campo desempeña un papel fundamental en el desarrollo del presente proyecto de tesis. A través de este método, es posible identificar factores que podrían influir en el desempeño de la red. Además, este enfoque posibilita la realización de ajustes oportunos y precisos en caso de ser necesario, garantizando así la efectividad y adaptabilidad de la plataforma propuesta.

3.3 Fuentes de recolección de datos

En el proceso de recolección de información, se llevó a cabo una revisión de literatura relevante al tema de estudio. Para ello, se consultaron diversas bases de datos científicas reconocidas, entre las que se incluyen IEEE Xplore, Scopus, ScienceDirect, Google Scholar y SciELO, entre otras. Estas fuentes garantizaron el acceso a publicaciones actualizadas y de alta calidad, permitiendo fundamentar teórica y metodológicamente el desarrollo del proyecto.

3.4 Instrumentos de recolección de datos.

Los instrumentos empleados para la recolección de datos en esta tesis fueron las tecnologías de medición SpeedTest y Ping, mismas que son reconocidas internacionalmente por su precisión, fiabilidad y amplio uso en evaluaciones de redes de telecomunicaciones.

SpeedTest fue utilizado para analizar parámetros como la velocidad de carga y descarga de información, así como la latencia de la conexión. Esta herramienta facilitó una caracterización de la capacidad de transferencia de datos, permitiendo identificar el rendimiento de la red.

Por su parte, Ping se empleó con el objetivo de medir la latencia, evaluando el tiempo de ida y vuelta de los paquetes de datos enviados y recibidos. El uso conjunto y complementario de estas herramientas posibilitó la recolección de datos, asegurando la recolección de los parámetros fundamentales para la evaluación de QoS, como la velocidad, latencia y estabilidad de la conexión.

3.5 Población y muestra

3.5.1 Población

La población de estudio se estableció a partir de los datos de: velocidad de conexión, jitter y latencia. Estas variables son determinantes para evaluar el nivel de QoS proporcionado por el ISP MEGared. Los datos necesarios fueron obtenidos a través de visitas técnicas realizadas directamente a los suscriptores y procesados mediante el uso de la plataforma desarrollada en esta tesis.

3.5.2 Muestra

Se estableció una muestra determinística compuesta por un total de 540 datos generados durante las visitas técnicas a los suscriptores de los diferentes planes contratados 300, 500 y 700 Mbps. Estos datos corresponden a 180 registros de velocidad de conexión, de jitter y de latencia en cada tipo de plan. La muestra poblacional se limitó debido a la extensión total de la infraestructura de red, sitios geográficamente distantes o de difícil acceso, en donde se requirió una debida planificación y la asignación de recursos (económicos y movilidad).

3.6 Operacionalización de las variables

En este trabajo se realizará un análisis estadístico uno a uno con el objetivo de identificar y evaluar la relación entre tres variables independientes y una variable dependiente específica, tal y como se muestra en la **Tabla 2**.

Tabla 2. Operacionalización de las variables.

| Variables | | Concepto | Indicadores | Instrumentos |
|--|---|--|--------------------------------------|--|
| Independiente | Velocidad de conexión Jitter Latencia | Son variables cuantificables que permiten evaluar el rendimiento o comportamiento del sistema. | Mbps Ms | Fundamentación teórica, Herramientas de simulación MatLab, Tecnologías de medición Speedtest, Ping, |
| | Calidad de Servicio | Conjunto de indicadores que miden el desempeño y eficiencia de una red. | Excelente Aceptable Deficiente | Plan contratado. |
| Mbps: Megabit por segundo ms: Milisegundo | | | | |

Fuente. Autor.

3.7 Procesamiento y análisis

En la **Figura 5** se presenta un diagrama de procesos que ilustra las diferentes etapas desarrolladas durante este proyecto.

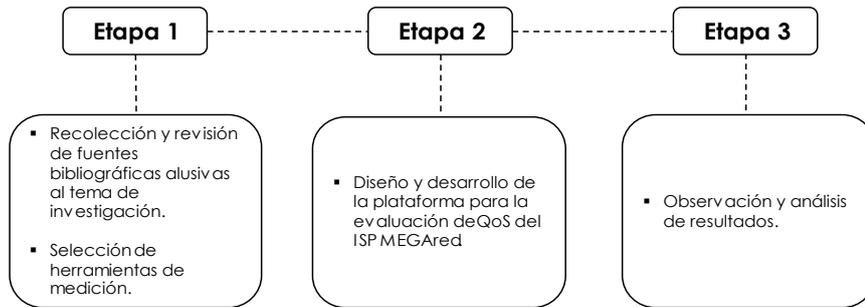


Figura 5. Diagrama de procesamiento y análisis de resultados.

Fuente: Autor.

3.7.1 Descripción del procesamiento y análisis por fases

Para garantizar el desarrollo adecuado de este proyecto de tesis y el cumplimiento de los objetivos propuestos, el procesamiento y análisis del tema de investigación se estructuraron en tres etapas, las cuales se describen a continuación:

- **Etapa 1:** Dentro de esta fase, primero se realizó una revisión sistemática en repositorios universitarios, fuentes bibliográficas, en base a la metodología RAD y su aplicabilidad en proveedores de servicio de internet (ISP), segundo, se procedió con la selección de tecnologías de medición adecuadas para la recolección de datos, garantizando así la precisión y confiabilidad en el análisis de los parámetros de calidad de servicio (QoS).
- **Etapa 2:** En esta etapa se llevó a cabo el diseño y programación de la aplicación mediante el uso del Software MATLAB con licencia pagada de uso estudiantil. Esta aplicación desarrollada permite el ingreso de los datos recolectados mediante las tecnologías de medición SpeedTest y Ping.
- **Etapa 3:** En esta etapa final, se evaluó la calidad de servicio (QoS) a través del análisis de los datos recolectados, realizando un análisis estadístico uno a uno de los usuarios del proveedor de internet MEGared mediante la plataforma desarrollada en el software MATLAB. Este enfoque permitirá examinar detalladamente cada parámetro de QoS y proporcionará información precisa para la mejora continua del servicio.

3.8 Métodos de Análisis

3.8.1 Métricas establecidas por el ISP MEGared

Mediante las métricas internas de la empresa MEGared, fundamentadas en normas nacionales e internacionales del ámbito de las telecomunicaciones, se establecen diversos parámetros para la evaluación de la calidad del servicio. Estos parámetros tienen como principal objetivo garantizar que la red proporcione un nivel óptimo de rendimiento y satisfacción a los usuarios.

La evaluación de la calidad del servicio permite clasificar el desempeño de la red en tres categorías principales: Excelente, Aceptable y Deficiente, brindando una visión precisa del estado del servicio ofrecido, tal y como se presenta en la **Tabla 3**. Esta clasificación es clave para identificar áreas de mejora y asegurar que los estándares de calidad cumplan con las expectativas de los clientes y las regulaciones vigentes.

Tabla 3. Parámetros acerca de QoS establecidos por MEGared

| Métrica | Unidad | Excelente | Aceptable | Deficiente |
|------------------------------|---------------|-----------------------|--------------------------|---------------------|
| Velocidad de Descarga | Mbps | >95% de lo contratado | 80%-95% de lo contratado | <80% del contratado |
| Velocidad de Carga | Mbps | >95% de lo contratado | 80%-95% de lo contratado | <80% del contratado |
| Jitter | ms | <30 ms | 30-100 ms | >100 ms |
| Latencia | ms | <10 ms | 10-30 ms | >30 ms |
| Perdida de paquetes | % | 0% | <1% | >1% |
| Disponibilidad | % | >96.7% | 90-96.7% | <90% |
| Throughput | Mbps | >95% de lo contratado | 80%-95% de lo contratado | <80% del contratado |

Fuente: MEGared
Documento completo en Anexo 2

3.9 Desarrollo aplicativo

3.9.1 Diseño de la Aplicación

El diseño y la programación de la aplicación se realizaron utilizando el software de desarrollo matemático MATLAB. La elección de esta herramienta permitió desarrollar funcionalidades específicas y optimizar los procesos requeridos para el cumplimiento de los objetivos del proyecto, garantizando un desarrollo eficiente.

La aplicación desarrollada se estructura en apartados que permiten recopilar y organizar información clave para la evaluación del servicio de internet. En primer lugar, se registra el nombre y apellido del cliente, información que corresponde a los datos básicos que identifican al usuario del servicio. A continuación, se incluye el plan contratado, donde se detalla el tipo de servicio adquirido y sus características específicas.

Otro apartado relevante es la disponibilidad del servicio, un indicador esencial que refleja tanto la continuidad como la accesibilidad del servicio ofrecido por el proveedor de internet. Finalmente, se integran los parámetros técnicos medidos, los cuales abarcan métricas fundamentales para el análisis del desempeño de la red. Estos parámetros incluyen:

- La velocidad de conexión, que comprende la velocidad de conexión elemento que determina el rendimiento y la capacidad de transferencia de la red.
- El jitter, que representa la variación en el tiempo de entrega de los paquetes de datos y que resulta crítico para garantizar la estabilidad en aplicaciones de tiempo real, como videoconferencias o transmisión de voz.
- La latencia, definida como el retardo experimentado por los paquetes de datos en su recorrido de ida y vuelta (Round Trip Time - RTT), un parámetro determinante en la percepción de calidad del servicio por parte del usuario final.

Estos elementos son importantes para evaluar de manera integral la calidad del servicio ofrecido por el ISP. La implementación de estos apartados no solo facilita la recolección sistemática de información, sino que también permite analizar, con rigor técnico, el desempeño del servicio a partir de indicadores objetivos y medibles, la versión final de la plataforma desarrollada puede ser visualizada en la Figura 6.

The screenshot shows a web application window titled 'TesisISP'. The header features the 'MEGared' logo with the tagline '¡Vive la Velocidad, navega en internet!' and a green banner with the text 'Calidad De Servicio'. The main interface is divided into several sections:

- Identificación del usuario:** A form with a label 'Nombre completo' and an empty text input field.
- Plan contratado:** Three radio button options: '300 Megas (\$25)', '500 Megas (\$30)', and '700 Megas (\$35)' (which is selected).
- Parámetros medidos:** Three input fields for 'Velocidad de Bajada' (labeled [Mbps]), 'Jitter' (labeled [ms]), and 'Latencia' (labeled [ms]).
- Disponibilidad:** Two rows of time selection fields. The first row is for 'Inicio de evento' and the second for 'Fin de evento'. Each row has fields for 'Hora', 'Min', and 'Seg'.
- Acciones:** Two green buttons labeled 'Limpiar' and 'Ejecutar'.
- Calidad de Servicio Identificado:** A summary section with a central icon of a person and three metrics: 'Velocidad de Bajada', 'Jitter', 'Latencia', and 'Disponibilidad', each with an associated input field.

Figura 6. Aplicación para evaluar el QoS de la empresa MEGared.

3.9.2 Almacenamientos de datos y generación de reportes en Excel

La aplicación incorpora la funcionalidad de almacenar todos los datos ingresados en una base de datos, la cual se genera en formato Excel. Este enfoque no solo facilita la organización y gestión de la información, sino que también permite un acceso rápido y eficiente a los registros almacenados, garantizando una manipulación ágil de los datos recopilados.

La Figura 7 presenta un bloque de código desarrollado en MATLAB, cuyo objetivo principal es gestionar y actualizar una tabla de datos almacenada en un archivo Excel denominado "datosplan25.xlsx" (es importante señalar que se genera una base de datos distinta, dependiendo el plan contratado por el cliente, en total se generaron tres bases de datos).

En primer lugar, se define una nueva tabla con las columnas correspondientes a datos específicos, tales como Nombre_del_cliente, Velocidad_contratada, Velocidad_Medida, Jitter, Latencia y Disponibilidad. Estos valores se asignan mediante variables que almacenan la información recopilada de manera continua, permitiendo así la actualización periódica de los registros sin pérdida de datos previos.

Una vez creada la tabla, el código procede a verificar la existencia del archivo utilizando la función `isfile()`. Este paso es crucial, ya que permite determinar si el archivo `datosplan25.xlsx` ya se encuentra presente en el directorio de trabajo. Si el archivo ya existe, se utiliza la función `readtable()` para cargar los datos previamente almacenados. Posteriormente, se concatena la nueva información a los datos existentes utilizando la función `[datos_existentes; nueva_tabla]`, lo que garantiza que se mantenga la continuidad de los registros.

Si el archivo no existe, el código simplemente asigna la nueva tabla como la tabla actualizada, lo que garantiza la creación de un archivo limpio para su posterior uso. El proceso finaliza con el guardado de los datos en el archivo Excel mediante la función `writetable()`. Para proporcionar retroalimentación al usuario, se incluye un mensaje de confirmación utilizando `disp()`, que asegura que los datos se han guardado correctamente.

Además, el código implementa un manejo de errores mediante una estructura `try-catch`, diseñada para capturar posibles fallos durante el proceso de guardado. Si el archivo está abierto en otra aplicación, el código detecta el error y muestra un mensaje informativo, solicitando al usuario que cierre el archivo antes de intentar guardar los datos nuevamente.

Esto previene posibles conflictos de acceso y asegura la integridad del proceso. En conjunto, este procedimiento permite una gestión eficiente de los datos recolectados, asegurando tanto la integridad de la información como la continuidad en la actualización del archivo, minimizando el riesgo de pérdidas de datos durante el proceso.

```
datos_plan_25 = fullfile(pwd, 'datosplan25.xlsx');
% Crear una tabla con los nuevos datos
nueva_tabla = table({data_cliente}, {y}, numvbajada, numvjitter, numvlatencia, PDDS, ...
    'VariableNames', {'Nombre_del_cliente', 'Velocidad_contratada', 'Velocidad_Medida', ...
    'Jitter', 'Latencia', 'Disponibilidad'});

% Verificar si el archivo existe
if isfile(datos_plan_25)
    % Leer datos existentes
    datos_existentes = readtable(datos_plan_25);
    % Concatenar los datos nuevos
    tabla_actualizada = [datos_existentes; nueva_tabla];
else
    % Si no existe, usar la nueva tabla
    tabla_actualizada = nueva_tabla;
end
% Asegurar que el archivo no esté abierto y guardar
try
    writetable(tabla_actualizada, datos_plan_25);
    disp('Los datos se han guardado correctamente.');
```

```
catch ME
    if strcmp(ME.identifier, 'MATLAB:table:write:FileOpen')
        disp('Error: El archivo está abierto en otra aplicación. Por favor, ciérrelo e intente nuevamente.');
```

```
else
    disp(['Error al guardar el archivo: ', ME.message]);
```

Figura 7. Fragmento de código en MATLAB para la creación y actualización de una tabla de datos.

3.9.3 Conexión y envío de información a ThingSpeak

La aplicación está integrada con la plataforma ThingSpeak, lo que permite la visualización en tiempo real de los parámetros medidos a través de gráficos dinámicos. Esta funcionalidad no solo facilita el monitoreo continuo de los datos, sino que también proporciona una representación visual clara y comprensible de los resultados obtenidos, tal y como se muestra en la Figura 9.

Por su parte la Figura 8 muestra un fragmento de código en MATLAB que ilustra la construcción y envío de datos hacia la plataforma en la nube, ThingSpeak. Este código busca enviar la información generada en la plataforma desarrollada a través de una URL específica, el fragmento inicia con la configuración de los parámetros de conexión, donde se especifica el channelID, que identifica el canal donde se almacenarán los datos, y la writeAPIKey, que es la clave de escritura necesaria para autenticar y autorizar el envío de información al servidor.

A continuación, se definen las variables de datos a transmitir, como Velocidad, Jitter, Latencia y Disponibilidad. Estas variables representan parámetros críticos en la evaluación de redes. El envío de los datos al servidor se realiza mediante la función webread(url), la cual efectúa una solicitud HTTP GET con la URL construida. El servidor procesa la solicitud y devuelve una respuesta, la cual se captura en la variable response. Finalmente, el resultado de la operación es mostrado en la consola a través de la función disp, lo que permite al usuario verificar si el envío de los datos fue exitoso.

```
% Configuración del canal y clave
channelID = 2775055; % Reemplaza con el ID de tu canal
writeAPIKey = 'VEMYD7E61ZUFYZ63'; % Reemplaza con tu API Key de escritura

% Dato(s) a enviar
Velocidad= numvbajada ;
Jitter= numvjitter ;
Latencia=numvlatencia ;
Disponibilidad=PPDS;

% Construcción de la URL
url = sprintf('https://api.thingSpeak.com/update?api_key=%s&field1=%f&field2=%f&field3=%f&field4=%f...
, writeAPIKey, Velocidad, Jitter, Latencia, Disponibilidad);

% Envío de los datos al servidor
response = webread(url);

disp(['Respuesta de ThingSpeak: ', response]);
```

Figura 8. Envío de datos a la plataforma ThingSpeak utilizando MATLAB.



Figura 9. Visualización de datos en la plataforma web ThingSpeak.

3.9.4 Conexión y envío de información a Base de Datos

La conexión entre MATLAB y la base de datos MySQL gestionada por phpMyAdmin se realiza mediante el uso del conector JDBC (Java Database Connectivity), este conector permite establecer una comunicación eficiente y segura. En el fragmento de código presentado en la Figura 10, se detalla cada etapa del proceso de conexión.

- **Definición de los Parámetros de Conexión.**

En la primera sección del código, se configuran los parámetros principales necesarios para conectar MATLAB con la base de datos. Estos incluyen:

dbHost: Dirección del servidor donde se encuentra alojada la base de datos.

dbPort: Puerto del servidor (por defecto, 3306 para MySQL).

dbName: Nombre de la base de datos a la que se desea acceder.

dbUser y dbPassword: Credenciales de acceso (usuario y contraseña).

- **Construcción de la URL JDBC.**

La variable url genera la dirección de conexión, que combina los parámetros de host, puerto y nombre de la base de datos. Además, incluye opciones adicionales como la desactivación del uso de SSL y la configuración de la zona horaria del servidor (*serverTimezone=UTC*).

- **Configuración del Driver JDBC.**

En esta etapa, el código configura la ruta del archivo JAR del conector JDBC (*mysql-connector-j-9.1.0.jar*). Este archivo es esencial para que MATLAB pueda comunicarse con la base de datos MySQL. Dependiendo del entorno (desplegado o de desarrollo), se utiliza una ruta específica.

- **Establecimiento de la Conexión.**

Mediante un bloque try-catch, se intenta establecer la conexión con la base de datos utilizando la función *java.sql.DriverManager.getConnection*. Si la conexión es exitosa, se muestra un mensaje de confirmación (*msg_box*) que indica que se ha conectado correctamente a la base de datos. El mensaje se cierra automáticamente después de tres segundos utilizando un temporizador (*timer*).

- **Gestión de Errores.**

Si la conexión falla, el bloque catch captura el error y lo muestra al usuario mediante un mensaje específico. Además, el error se registra utilizando la función *logError* para un análisis posterior.

Este enfoque asegura una conexión robusta y manejable entre MATLAB y la base de datos MySQL. La estructura del código permite identificar rápidamente errores en la conexión y facilita la integración de la base de datos con las capacidades de procesamiento de MATLAB.

```

% Parámetros de conexión
dbHost = 'wdc.domcloud.co'; % Dirección del servidor de la base de datos
dbPort = '3306'; % Puerto del servidor
dbName = 'mega_isp_db'; % Nombre de la base de datos
dbUser = usuario; % Usuario de la base de datos
dbPassword = '*****'; % Contraseña del usuario (oculta por seguridad)

% URL de conexión JDBC
url = ['jdbc:mysql://', dbHost, ':', dbPort, '/', dbName, '?useSSL=false&serverTimezone=UTC'];

% Configuración del driver JDBC
if isdeployed
    javaaddpath(fullfile(ctfroot, 'mysql-connector-j-9.1.0.jar')); % Ruta del conector en entorno compilado
else
    projectRoot = fileparts(mfilename('fullpath')); % Ruta del script actual
    javaaddpath(fullfile(projectRoot, 'mysql-connector-j-9.1.0.jar')); % Ruta relativa al conector
end

% Establecer conexión
try
    conn = java.sql.DriverManager.getConnection(url, dbUser, dbPassword);
    msg_box = msgbox('Conexión exitosa a la Base de Datos.', '¡Hecho!: Conexión BD', 'help'); % Éxito
    t = timer('StartDelay', 3, 'TimerFcn', @(t, ~)delete(msg_box)); % Cerrar mensaje después de 3 segundos
    start(t);
catch ME
    msgbox(['Error al conectar a la Base de Datos: ', ME.message], 'Error: Conexión BD', 'error'); % Error de conexión
    logError(ME.message); % Registrar el error
    return;
end
end

```

Figura 10. Envío de datos a phpMyAdmin mediante MATLAB.

La Figura 11, muestra una captura de pantalla realizada a la base de datos empleada en esta tesis, misma que puede ser gestionada a través de phpMyadmin y es posible visualizar varios de los datos recopilados durante las visitas técnicas efectuadas a los clientes del ISP MEGARed.

| id | fecha | nombre | paquete | velocidad_paquete | velocidad_medida | jitter | latencia | disponibilidad |
|----|---------------------|-------------------------------------|---------|-------------------|------------------|--------|----------|----------------|
| 29 | 2025-01-07 08:42:41 | ROMERO PALACIO OSWALDO RAUL | 25 | 300 | 299 | 0 | 14 | 100 |
| 30 | 2025-01-07 08:43:18 | ROMERO PALACIO OSWALDO RAUL | 25 | 300 | 298 | 7 | 13 | 100 |
| 31 | 2025-01-07 08:43:48 | ROMERO PALACIO OSWALDO RAUL | 25 | 300 | 303 | 10 | 13 | 100 |
| 32 | 2025-01-07 08:44:58 | SANCHEZ CABRERA PATRICIA DEL CARMEN | 25 | 300 | 300 | 12 | 17 | 100 |
| 33 | 2025-01-07 08:45:22 | SANCHEZ CABRERA PATRICIA DEL CARMEN | 25 | 300 | 288 | 24 | 19 | 100 |
| 34 | 2025-01-07 08:45:47 | SANCHEZ CABRERA PATRICIA DEL CARMEN | 25 | 300 | 299 | 11 | 16 | 100 |
| 35 | 2025-01-07 08:46:39 | ZAPATA SANCHEZ NIXON EDESMAN | 25 | 300 | 300 | 12 | 17 | 100 |
| 36 | 2025-01-07 08:47:00 | ZAPATA SANCHEZ NIXON EDESMAN | 25 | 300 | 300 | 11 | 16 | 100 |
| 37 | 2025-01-07 08:47:25 | ZAPATA SANCHEZ NIXON EDESMAN | 25 | 300 | 299 | 11 | 15 | 100 |
| 38 | 2025-01-07 08:48:09 | RUIZ LOAYZA DIDIO CRISTOBAL | 25 | 300 | 298 | 13 | 13 | 100 |
| 39 | 2025-01-07 08:48:26 | RUIZ LOAYZA DIDIO CRISTOBAL | 25 | 300 | 298 | 13 | 13 | 100 |
| 40 | 2025-01-07 08:48:47 | RUIZ LOAYZA DIDIO CRISTOBAL | 25 | 300 | 297 | 11 | 14 | 100 |
| 41 | 2025-01-07 08:49:37 | TORO ESPINOZA MAYRA YADIRA | 25 | 300 | 296 | 10 | 13 | 100 |
| 42 | 2025-01-07 08:50:02 | TORO ESPINOZA MAYRA YADIRA | 25 | 300 | 298 | 17 | 10 | 100 |
| 43 | 2025-01-07 08:50:27 | TORO ESPINOZA MAYRA YADIRA | 25 | 300 | 294 | 19 | 14 | 100 |
| 44 | 2025-01-07 08:51:13 | IZQUIERDO SANCHEZ BRYAN DANILO | 25 | 300 | 297 | 22 | 14 | 100 |

Figura 11. Datos recibidos en phpMyAdmin.

3.9.5 Desarrollo del sitio Web.

- **Conexión de sitio Web con Base de datos.**

El fragmento de script presentado en la Figura 12 ilustra el procedimiento para establecer la conexión con la base de datos MySQL, empleando credenciales almacenadas en variables de entorno, lo que garantiza un nivel superior de seguridad al evitar que estas credenciales sean expuestas directamente en el código. La configuración del entorno es gestionada mediante la librería *Dotenv*, que facilita la carga de las variables necesarias para la conexión.

La función *conectarDB* se encarga de establecer una conexión activa con la base de datos. En caso de que la conexión no pueda realizarse, la función finaliza la ejecución del script de manera controlada, proporcionando un manejo eficiente de posibles errores.

```
// Cargar variables de entorno desde el archivo .env
require __DIR__ . '/../../vendor/autoload.php';
$dotenv = Dotenv\Dotenv::createImmutable(__DIR__ . '/../');
$dotenv->safeLoad();
```

Figura 12. Llamada al archivo.env donde se encuentra las credenciales de la base de datos.

Por su parte la Figura 13, esquematiza la programación empleada para la obtención de credenciales para la conexión a la base de datos y validación de las mismas.

En caso de que las credenciales no sean válidas o se produzca un error durante el intento de conexión, el programa implementa un mecanismo de manejo de errores. Este mecanismo no solo alerta al usuario sobre el fallo, sino que también permite registrar el incidente para facilitar su análisis y resolución. Este enfoque asegura que el sistema sea robusto, seguro y confiable, minimizando posibles vulnerabilidades.

```

function conectarDB() : mysqli {
    // Obtener credenciales desde las variables de entorno
    $nombre_servidor = $_ENV['DB_HOST'];
    $usuario = $_ENV['DB_USER'];
    $contrasena = $_ENV['DB_PASS'];
    $nombre_bd = $_ENV['DB_NAME'];

    // Establecer conexión con la base de datos
    $db = mysqli_connect($nombre_servidor, $usuario, $contrasena,
    $nombre_bd);

    // Configurar conjunto de caracteres a utf8mb4
    if (!$db->set_charset("utf8mb4")) {
        // Opcional: Manejar error de configuración de caracteres
    }

    // Verificar si la conexión fue exitosa
    if (!$db) {
        // Finalizar el script si no se puede conectar
        exit;
    }

    return $db; // Devolver la conexión activa
}

```

Figura 13. Conexión con base de datos.

- **Consultas en el Sitio Web**

Las secciones de código mostradas en las Figuras 14 y 15 fueron implementados en el backend de la página web, específicamente en el módulo que permite al usuario consultar sus datos y verificar la información registrada por el técnico del ISP durante la visita técnica. Este script cumple una función clave al establecer una conexión segura con la base de datos para recuperar los datos relacionados con el usuario.

Además, el código está diseñado para validar las credenciales del usuario antes de realizar la consulta, asegurando que solo las personas autorizadas puedan acceder a dicha información. Una vez autenticado el usuario, el sistema ejecuta una consulta SQL que extrae los datos correspondientes desde la base de datos y los presenta de forma clara y organizada en la interfaz web. Esto no solo permite al usuario corroborar la información ingresada, sino también asegura la transparencia y precisión en la gestión de los datos por parte del ISP.

```

<?php
// Importación de la configuración de la base de datos
require 'includes/config/db_conectar.php';
session_start(); // Iniciar la sesión

$errores = [];
try {
    $db = conectarDB(); // Conectar a la base de datos

    if ($SERVER['REQUEST_METHOD'] === 'POST') {
        // Sanitización del input del usuario
        $usuario = mysqli_real_escape_string($db, $_POST['usuario']);

        // Validación del campo usuario
        if (!$usuario) {
            $errores[] = "El nombre de usuario es obligatorio";
        }
    }
}

```

Figura 14. Verificación de Usuario.

```

    if (empty($errores)) {
        // Consulta para obtener datos del usuario
        $query = "SELECT nombre, paquete, velocidad paquete,
velocidad medida, jitter, latencia, disponibilidad
FROM usuarios
WHERE nombre = '$usuario' ";
        $resultado = mysqli_query($db, $query);

        if ($resultado->num_rows) {
            // Almacenar datos del usuario en la sesión
            $usuario = mysqli_fetch_assoc($resultado);
            $_SESSION['usuario'] = [
                'nombre' => $usuario['nombre'],
                'paquete' => $usuario['paquete'],
                'velocidad paquete' => $usuario['velocidad paquete'],
                'velocidad medida' => $usuario['velocidad medida'],
                'jitter' => $usuario['jitter'],
                'latencia' => $usuario['latencia'],
                'disponibilidad' => $usuario['disponibilidad']
            ];

            // Redirección al obtener un usuario válido
            header('Location: informacion.php');
            exit;
        } else {
            $errores[] = "El Usuario no existe"; // Error si no se
encuentra el usuario
        }
    } else {
        $errores[] = "Error en la Base de Datos"; // Error en
validación
    }
} catch (Exception $e) {
    $db = null; // Liberar conexión en caso de error
    $errores[] = "Error al conectar con la base de datos.";
}

```

Figura 15. Recepción de datos.

- **Instalación y socialización de la plataforma y pagina web.**

La imagen presentada en la Figura 16 ilustra el proceso de instalación de la plataforma desarrollada en las instalaciones del ISP. Se llevó a cabo una explicación detallada de las funcionalidades y características de la plataforma.

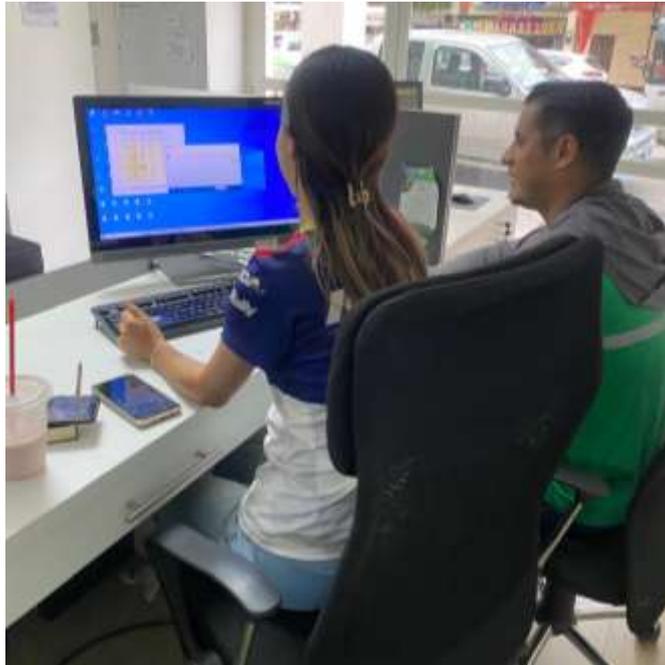


Figura 16. Proceso de instalación de la plataforma.

En la figura 17 muestra el proceso de socialización de la página Web, para garantizar una correcta integración del sistema con la infraestructura existente y para asegurar que el personal tenga un conocimiento completo de las herramientas, permitiéndoles gestionar eficazmente los datos y consultas de los usuarios en tiempo real.

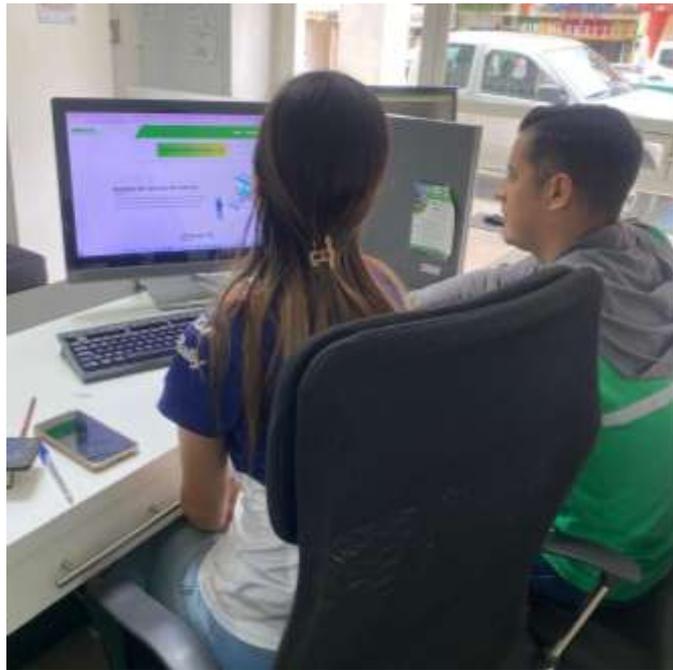


Figura 17. Socialización de página Web.

La imagen visualizada en la figura 18. muestra el diseño del apartado de Consultas de la página web de MEGared, que permite la interacción directa del usuario, permitiéndole verificar el estado de su conexión ingresando únicamente sus apellidos y nombres completos. Este diseño busca garantizar la transparencia del servicio, al brindar acceso rápido y confiable a los datos del cliente, promoviendo una experiencia de usuario amigable.



Figura 18. Indica si el usuario está registrado.

La figura 19 presenta una interfaz personalizada muestra información específica sobre el rendimiento del servicio, incluyendo la velocidad de conexión, jitter, latencia y disponibilidad, permitiendo al usuario verificar la calidad del servicio recibido.



Figura 19. Detalle del Servicio recibido.

La figura 20 muestra los criterios de evaluación utilizados para parametrizar las principales variables que determinan la calidad del servicio de internet: Jitter, Velocidad, Latencia y Disponibilidad. Cada parámetro está clasificado en tres rangos: Excelente, Aceptable y Deficiente, basados en estándares técnicos comunes que garantizan una evaluación objetiva del desempeño de la conexión.



Figura 20. Criterios de Evaluación de QoS (Anexo 2)

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el presente proyecto de investigación corresponden a los datos recolectados en las visitas técnicas realizadas a los suscriptores de la empresa MEGared y que fueron analizados a través del uso de la plataforma desarrollada para la evaluación del QoS del ISP.

Para la obtención de resultados en esta tesis, se estableció una cantidad de 20 suscriptores por plan contratado, a quienes se les realizaron tres visitas técnicas al día. Obteniendo, así la muestra poblacional antes definida. (Anexo 2).

4.1 Resultados de la Evaluación de QoS en el plan de 300 Mbps.

En este caso de análisis al contar con tres variables o factores que podrían ser determinantes en la evaluación del QoS brindado en este plan se realizó un análisis estadístico descriptivo para cada una de ellas.

Las Tablas 4 ,5, 6 muestran los resultados que se obtuvieron al realizar el análisis estadístico de los datos recopilados en las visitas técnicas a los suscriptores que corresponden a este plan.

Los resultados referidos a la variable “Velocidad de conexión”, tal como se observa en la Tabla 4, sugieren que la media de velocidad se encuentra dentro de los rangos establecidos para calificar un QoS de velocidad de conexión excelente, de acuerdo con la normativa interna de MEGared (Anexo 2).

Tabla 4. Análisis descriptivo de la variable Velocidad (300Mbps)

| Descriptivos | | | |
|--------------|----------------------|-------------|----------------|
| Variable | Medidas estadísticas | Estadístico | Error estándar |
| Velocidad | Media | 293,3333 | 2,72918 |
| | Mediana | 2999,0000 | |
| | Mínimo | 202,00 | |
| | Máximo | 303,00 | |

Fuente: Autor.

Por su parte la Tabla 5 indica el análisis efectuado sobre la variable Jitter, estos resultados denotan que la fluctuación del retardo durante la transferencia de información dentro de la red de MEGared se comporta de manera aceptable conforme a la normativa interna del ISP (Anexo 2)

Tabla 5. Análisis descriptivo de la variable Jitter (300 Mbps)

| Descriptivos | | | |
|---------------------|-----------------------------|--------------------|-----------------------|
| Variable | Medidas estadísticas | Estadístico | Error estándar |
| Jitter | Media | 11,9000 | 0,94770 |
| | Mediana | 11,0000 | |
| | Mínimo | 1,00 | |
| | Máximo | 27 | |

Fuente: Autor.

Asimismo, en la Tabla 6 se presentan los resultados del análisis realizado en relación con la latencia presente en la red. La mencionada tabla expone el tiempo medio de retardo existente en el tráfico de información. Así como en el caso correspondiente a Velocidad de conexión, los resultados fueron favorables demostrando que la latencia de la red se encuentra dentro del umbral para calificar un QoS como excelente.

Tabla 6. Análisis descriptivo de la variable Latencia (300Mbps)

| Descriptivos | | | |
|---------------------|-----------------------------|--------------------|-----------------------|
| Variable | Medidas estadísticas | Estadístico | Error estándar |
| Latencia | Media | 15,6167 | 0,69708 |
| | Mediana | 13,5000 | |
| | Mínimo | 9,00 | |
| | Máximo | 32,00 | |

Fuente: Autor.

Por su parte las Figuras 8, 9, y 10 corroboran los resultados señalados en la Tablas descritas previamente, las figuras ofrecen una representación gráfica del comportamiento de los datos recopilados relacionados con la velocidad de conexión, Jitter y latencia presente en la red.

El histograma presentado en la Figura 21 ilustra que la mayoría de los usuarios alcanzan velocidades cercanas a los 300 Mbps. Esto se evidencia por la elevada frecuencia registrada en el último intervalo del histograma, donde se supera el 95% del plan contratado. Este desempeño demuestra una calidad del servicio "Excelente" en términos de velocidad de conexión.

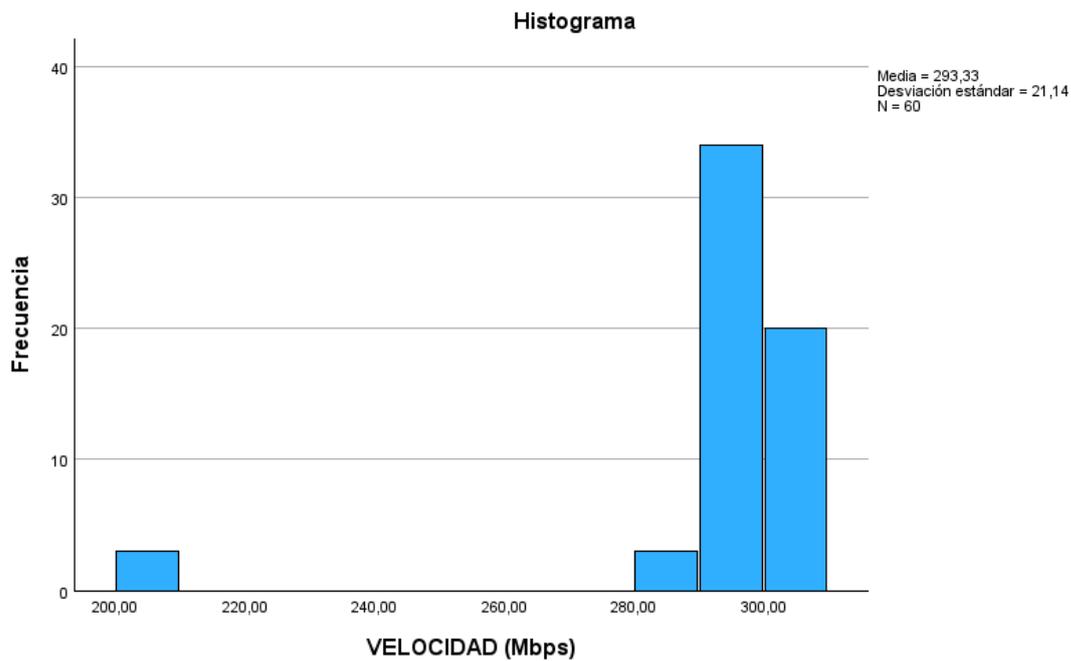


Figura 21. Histograma de Velocidad (300 Mbps).

Los histogramas que se muestran las Figuras 22 y 23 ilustran el comportamiento de la red referente a los parámetros de Jitter y latencia. En el caso de la Figura 22 se visualiza que las fluctuaciones del retardo presentan variaciones significativas, lo cual permite clasificar estos resultados como "aceptable" según lo estipulado en el Anexo 2.

Por otra parte, la Figura 23 permite la interpretación de los resultados que se obtuvieron en el análisis de la información recabada acerca de la latencia, el histograma presenta como se distribuyeron los datos recolectados, que, en la mayoría de los casos, la latencia supera el umbral establecido para calificar el QoS en la categoría de "excelente".

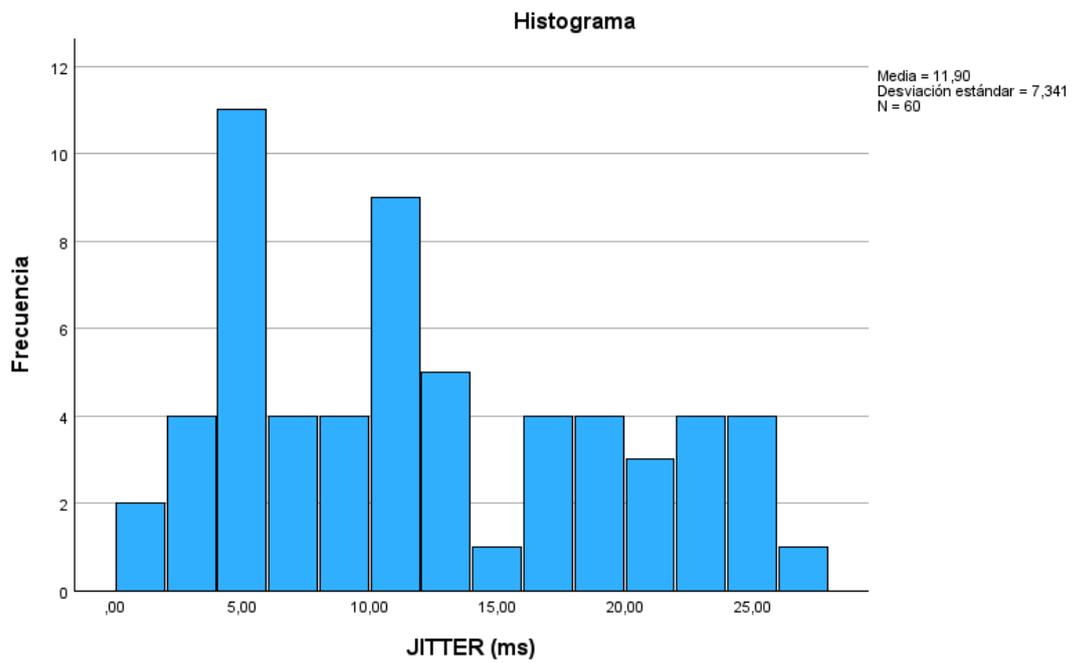


Figura 22. Histograma de Jitter (300 Mbps).

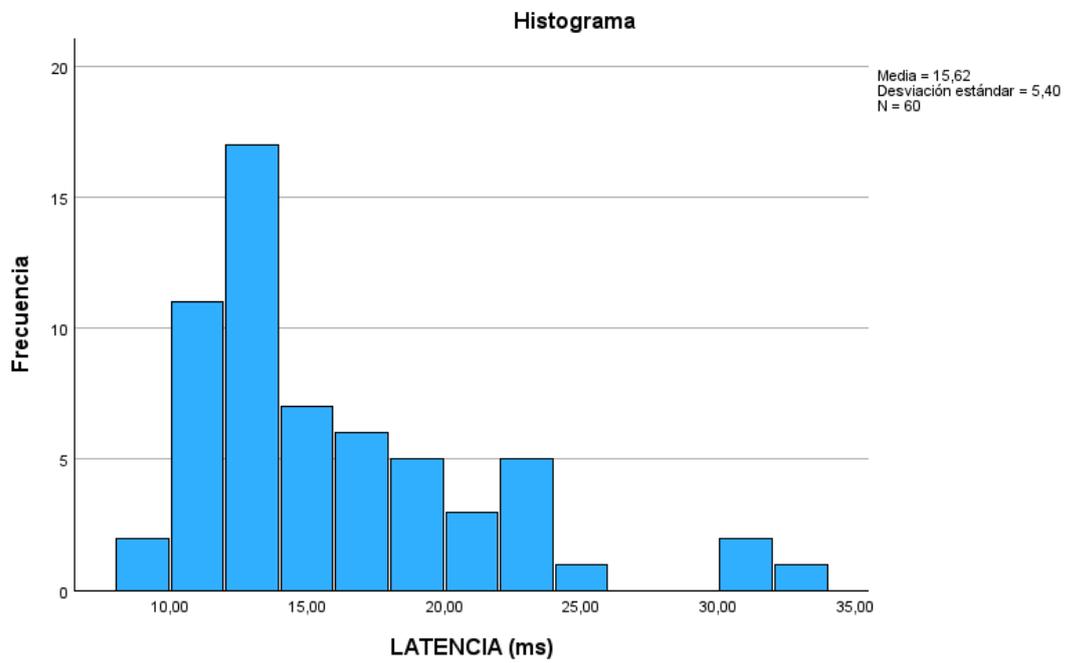


Figura 23. Histograma de Latencia (300 Mbps).

Interpretación de resultados

Los resultados del plan de 300 Mbps muestran un desempeño sobresaliente en términos de velocidad y jitter, ambos clasificados como "Excelente". Aunque la latencia se encuentra dentro de la categoría "Aceptable", es un área que podría ser mejorada para optimizar aún más la experiencia de los usuarios. Los resultados sugieren que el plan cumple con los estándares de calidad establecidos por las normativas nacionales como internacionales.

4.2 Resultados de la Evaluación de QoS en el plan de 500Mbps.

Las Tablas 7, 8 y 9 muestran los resultados que se obtuvieron al realizar el análisis estadístico de los datos recopilados en las visitas técnicas a los suscriptores que corresponden a este plan.

Con respecto a la variable "Velocidad de conexión", los datos presentados en la Tabla 3 revelan que el promedio alcanzado se encuentra dentro de los valores establecidos por la normativa interna de MEGared para clasificar un QoS de velocidad de conexión como "Aceptable". (Anexo 2) Esto sugiere que el servicio proporcionado cumple con los estándares de calidad requeridos, garantizando una experiencia óptima para los usuarios.

Tabla 7. Análisis descriptivo de la variable Velocidad (500Mps)

| Descriptivos | | | |
|--------------|----------------------|-------------|----------------|
| Variable | Medidas estadísticas | Estadístico | Error estándar |
| Velocidad | Media | 460,2833 | 7,87760 |
| | Mediana | 491,0000 | |
| | Mínimo | 289,00 | |
| | Máximo | 503,00 | |

Fuente: Autor.

Por su parte, la Tabla 8 detalla el análisis realizado sobre la variable "Jitter". Los resultados obtenidos reflejan que las fluctuaciones en el retardo durante la transferencia de información dentro de la red de MEGared se mantienen en niveles considerados "Excelente". Este comportamiento está alineado con los estándares establecidos en la normativa interna del ISP, tal como se describe en el Anexo 2.

El análisis demuestra que, aunque existen variaciones en el Jitter, estas no afectan significativamente la calidad del servicio, asegurando que la experiencia del usuario se mantenga dentro de parámetros adecuados. Este indicador es crucial para evaluar la consistencia de la red, particularmente en aplicaciones que requieren un intercambio de datos continuo y estable.

Tabla 8. Análisis descriptivo de la variable Jitter (500Mps)

| Descriptivos | | | |
|---------------------|-----------------------------|--------------------|-----------------------|
| Variable | Medidas estadísticas | Estadístico | Error estándar |
| Jitter | Media | 6,2833 | 0,68523 |
| | Mediana | 5,0000 | |
| | Mínimo | 0 | |
| | Máximo | 24 | |

Fuente: Autor.

De manera similar, la Tabla 9 recoge los resultados del análisis correspondiente a la variable Latencia. Los resultados reflejan un desempeño positivo, evidenciando que la latencia registrada se encuentra dentro del umbral definido para clasificar el QoS como “Aceptable”, en consonancia con los parámetros establecidos.

La baja latencia es especialmente relevante para garantizar una experiencia de usuario óptima, en particular para aplicaciones sensibles al tiempo, como videoconferencias, juegos en línea y servicios de streaming.

Tabla 9. Análisis descriptivo de la variable Latencia (500Mps)

| Descriptivos | | | |
|---------------------|-----------------------------|--------------------|-----------------------|
| Variable | Medidas estadísticas | Estadístico | Error estándar |
| Latencia | Media | 30,600 | 2,32236 |
| | Mediana | 25,5000 | |
| | Mínimo | 9,00 | |
| | Máximo | 88,00 | |

Fuente: Autor.

Por su parte las Figuras 11, 12 y 13 corroboran los resultados señalados en la Tablas descritas previamente, las figuras ofrecen una representación gráfica del comportamiento de los datos recopilados relacionados con la velocidad de conexión, Jitter y latencia presente en la red.

El histograma presentado en la Figura 24 muestra que al menos el 50% de la muestra poblacional evaluada alcanza velocidades cercanas a los 500 Mbps. No obstante, el porcentaje restante registra velocidades inferiores, lo cual influye en el cálculo de la media obtenida durante el análisis estadístico.

Este comportamiento sugiere que la calidad del servicio puede clasificarse como "Aceptable", ya que los valores registrados no superan el 95% de la velocidad de conexión contratada.

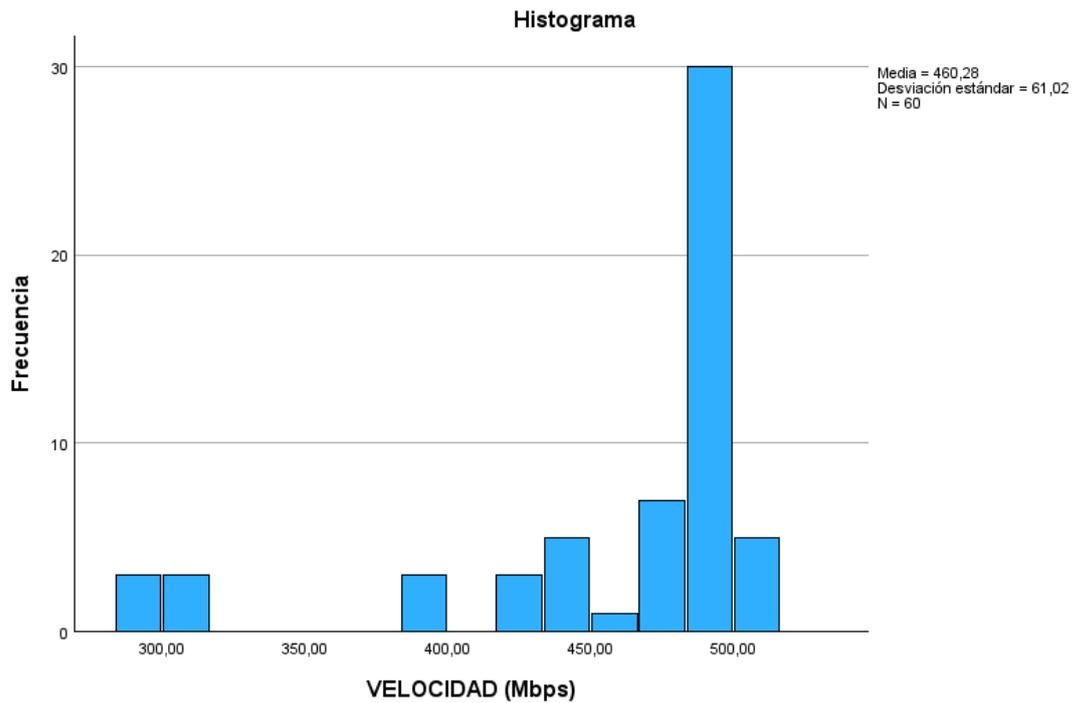


Figura 24. Histograma de Velocidad (500 Mbps).

Los histogramas presentados en las Figuras 25 y 26 ofrecen una representación gráfica del comportamiento de la red en relación con los parámetros de Jitter y latencia. En el caso de la Figura 25, se observa que las fluctuaciones en el retardo no presentan variaciones significativas. Por el contrario, los valores de Jitter se concentran en el primer y segundo intervalo del histograma. Este comportamiento permite clasificar los resultados como "Excelente", de acuerdo con los criterios establecidos en el Anexo 2.

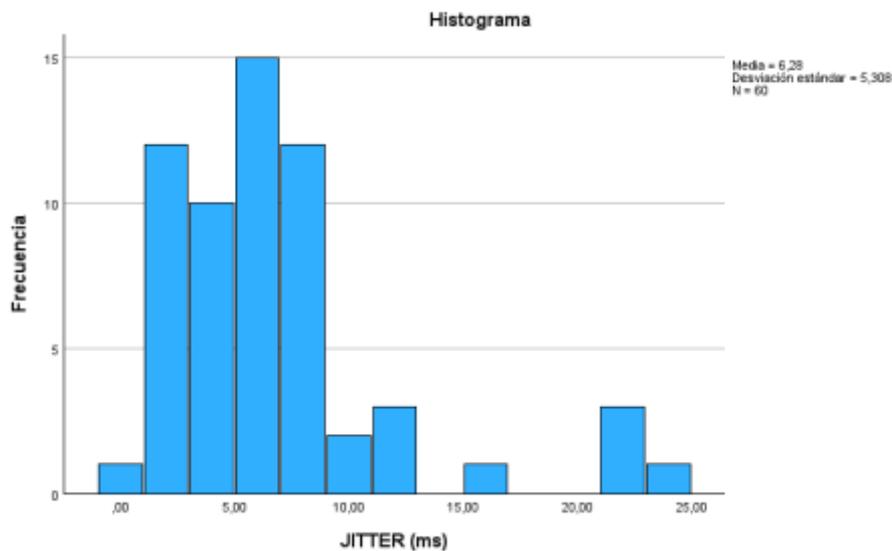


Figura 25. Histograma de Jitter (500 Mbps).

Por otro lado, la Figura 26 facilita la interpretación de los resultados obtenidos del análisis relacionado con la latencia. El histograma detalla la distribución de los datos recopilados. La mayoría de los valores se concentran entre 20 ms y 40 ms, con un pico destacado alrededor de 20 ms, donde se registra la mayor frecuencia, aproximadamente 15 observaciones. Sin embargo, se identifican algunos valores más altos, cercanos a 60 ms, así como un valor atípico que alcanza los 80 ms, evidenciando la presencia de una distribución con ciertas irregularidades en los datos.

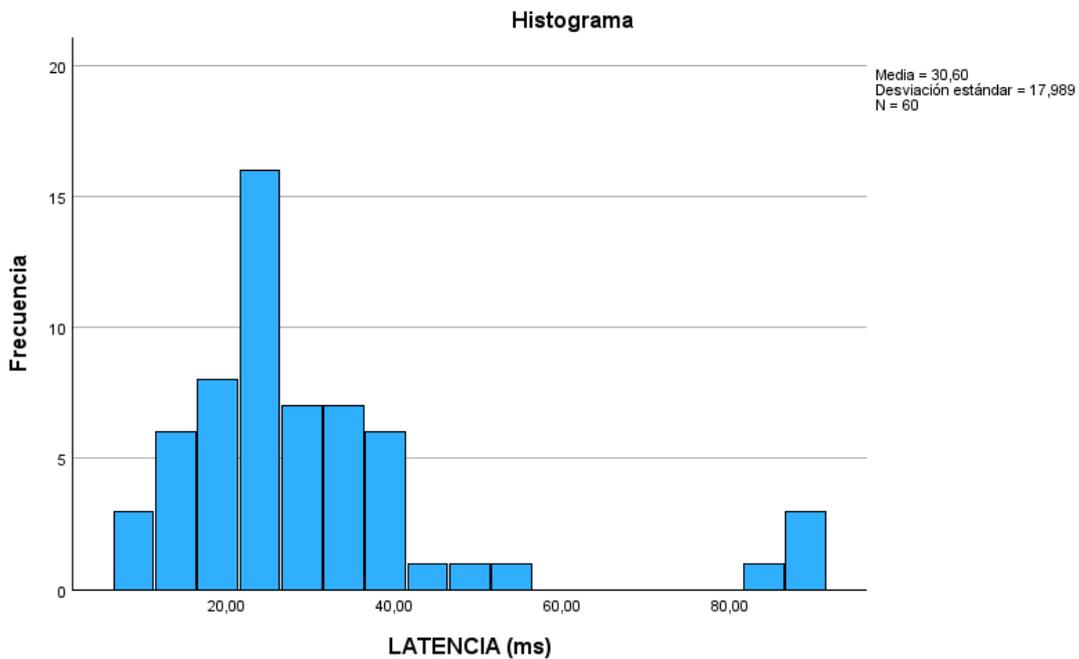


Figura 26. Histograma de Latencia (500 Mbps).

Interpretación de resultados

El plan de 500 Mbps cumple con las expectativas en cuanto a estabilidad (jitter) y velocidad media, aunque hay espacio para mejorar en latencia y variabilidad de la velocidad de conexión. Estos resultados destacan la necesidad de mejorar la red para garantizar una calidad de servicio más consistente.

4.3 Resultados de la Evaluación de QoS en el plan de 700Mbps.

Los resultados obtenidos en la Tabla 10 muestran que la media de velocidad de conexión para el plan de 700 Mbps es de 524,17 Mbps, clasificada como "Aceptable" según las métricas de MEGared. Sin embargo, la dispersión entre el mínimo (404 Mbps) y el máximo

(705 Mbps) evidencia variaciones significativas en la calidad del servicio, posiblemente relacionadas con la distancia al nodo, la saturación de la red o los equipos de los usuarios.

Tabla 10. Análisis descriptivo de la variable Velocidad (700Mbps)

| Descriptivos | | | |
|---------------------|-----------------------------|--------------------|-----------------------|
| Variable | Medidas estadísticas | Estadístico | Error estándar |
| Velocidad | Media | 524,1667 | 10,89846 |
| | Mediana | 501,5000 | |
| | Mínimo | 404,00 | |
| | Máximo | 705,00 | |

Fuente: Autor.

La Tabla 11 presenta los resultados del análisis del parámetro jitter, donde la media registrada fue de 7,88 ms, con un error estándar de 0,92. Este valor se clasifica dentro del rango "Excelente" según la normativa interna del ISP, indicando una estabilidad adecuada en la transmisión de datos. Es importante destacar que el valor máximo registrado de 29 ms, aunque más elevado que el promedio, sigue estando dentro de los límites aceptables para garantizar una experiencia de usuario satisfactoria en aplicaciones sensibles al tiempo, como videollamadas o servicios de streaming.

Tabla 11. Análisis descriptivo de la variable Jitter (700Mbps)

| Descriptivos | | | |
|---------------------|-----------------------------|--------------------|-----------------------|
| Variable | Medidas estadísticas | Estadístico | Error estándar |
| Jitter | Media | 7,8833 | 0,92122 |
| | Mediana | 6,00 | |
| | Mínimo | 1,00 | |
| | Máximo | 29,00 | |

Fuente: Autor.

En cuanto a la latencia, la Tabla 12 muestra que la media registrada fue de 51,6 ms, con un error estándar de 3,95. Este resultado clasifica la latencia dentro de la categoría "Deficiente", lo cual es preocupante para aplicaciones que requieren baja latencia, como juegos en línea y videoconferencias. Además, se observan valores máximos de hasta 122 ms, que representan un desafío significativo para mantener la calidad del servicio en este plan.

Tabla 12. Análisis descriptivo de la variable Latencia (700Mbps)

| Descriptivos | | | |
|--------------|----------------------|-------------|----------------|
| Variable | Medidas estadísticas | Estadístico | Error estándar |
| Latencia | Media | 51,6 | 3,94540 |
| | Mediana | 36,00 | |
| | Mínimo | 11,00 | |
| | Máximo | 122,00 | |

Fuente: Autor.

El histograma de la Figura 27 muestra que la mayoría de los usuarios del plan de 700 Mbps alcanzan velocidades alrededor de 500 Mbps, con una media de 524,17 Mbps. Sin embargo, existe una notable dispersión, con valores que varían entre 400 Mbps y 700 Mbps. Esto indica inconsistencias en la calidad del servicio, posiblemente influenciadas por factores como la ubicación, saturación de la red o el equipo de los usuarios, lo que limita la frecuencia de velocidades cercanas al máximo contratado.

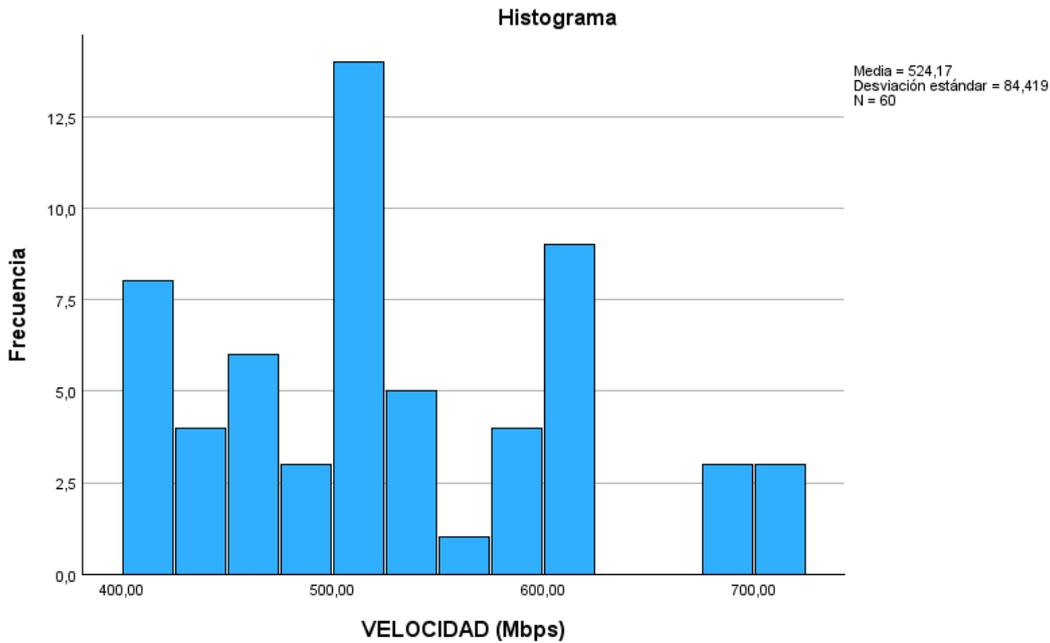


Figura 27. Histograma de Velocidad (700 Mbps).

El histograma de la Figura 28 jitter muestra que la mayoría de los valores se concentran entre 0 y 10 ms, con una media de 7,88 ms. Esto indica un desempeño estable en la mayoría de los casos, clasificado como "Excelente" según las métricas internas. Sin embargo, existen algunos valores más altos que alcanzan hasta 30 ms, lo que sugiere que ciertos usuarios experimentan fluctuaciones notables en el retardo de la red, aunque en menor frecuencia.

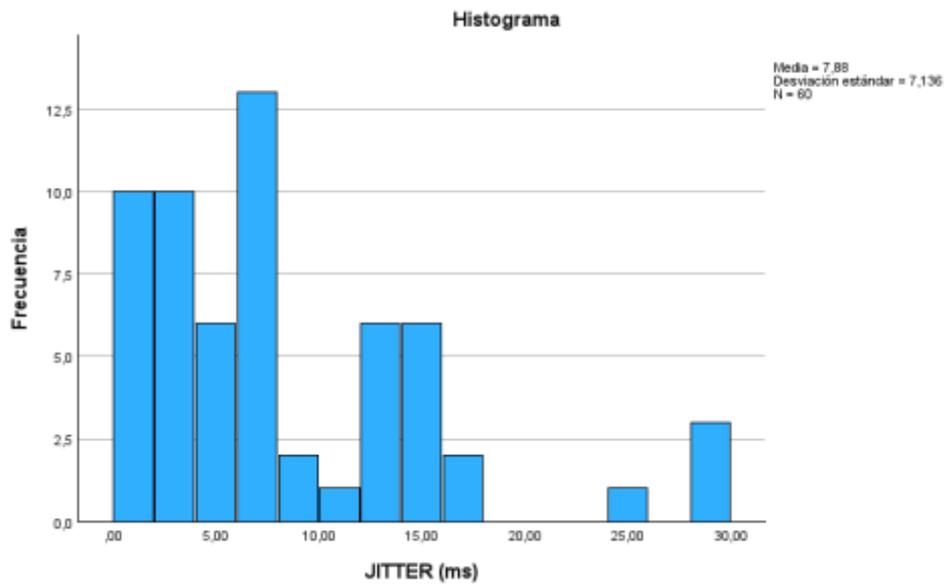


Figura 28. Histograma de Jitter (700 Mbps).

El histograma de la Figura 29 de latencia muestra una media de 51,60 ms lo que refleja una amplia variabilidad en los tiempos de retardo. Aunque la mayor concentración de datos se encuentra alrededor de los 50 ms, existen valores más altos, incluso por encima de los 100 ms, lo que clasifica el servicio como "Deficiente" según los estándares internos. Este desempeño indica inconsistencias en la red que pueden afectar significativamente la experiencia del usuario, especialmente en aplicaciones sensibles al tiempo, como videollamadas o juegos en línea.

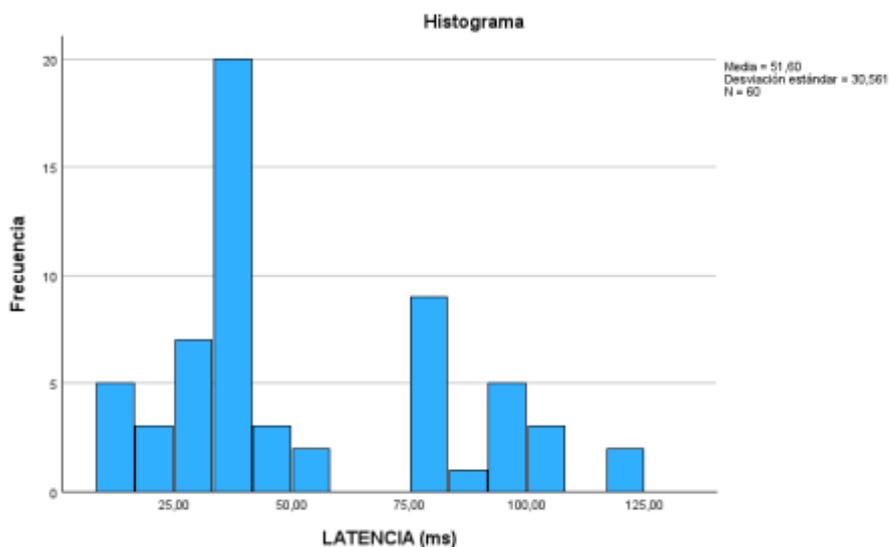


Figura 29. Histograma de Latencia (700 Mbps).

Interpretación de resultados

Los resultados del plan de 700 Mbps evidencian un desempeño calificado como "Aceptable" en términos de velocidad, lo que indica que, aunque la mayoría de los usuarios experimentan velocidades razonablemente cercanas a lo contratado, existen variaciones significativas que afectan la uniformidad del servicio. En cuanto a la estabilidad (jitter), los resultados son "Excelentes", destacando la consistencia en la transmisión de datos y asegurando un buen desempeño para aplicaciones. Sin embargo, la latencia presenta serias deficiencias, constituyendo una limitación crítica que puede impactar negativamente la experiencia del usuario.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- La metodología RAD demostró ser una estrategia efectiva en la creación de la plataforma gracias a su flexibilidad y rapidez de implementación, esta metodología permitió acelerar el proceso de diseño y programación, además de permitir realizar ajustes y correcciones en cada etapa de desarrollo de acuerdo con los requerimientos del ISP MEGared.
- El diseño y desarrollo de la plataforma utilizando el software de desarrollo matemático MATLAB, en conjunto con la generación de reportes en formato Excel y la integración de la herramienta ThingSpeak, resultaron en una solución para la evaluación del QoS del ISP MEGared. La combinación de estas tres herramientas permitió fortalecer los procesos de diagnóstico y toma de decisiones, con el fin de ofrecer una red más confiable.
- Los resultados que se obtuvieron a partir del análisis de los datos del plan de 300 Mbps revelaron que tanto la velocidad de conexión y la latencia cumplen con los estándares de calidad definidos por el ISP MEGared, clasificándose como "Excelente" (>95% de lo contratado y <10 ms respectivamente), esto demuestra la capacidad de la red para mantener una transmisión de datos estable; sin embargo, el jitter se mantiene en un nivel "Aceptable" (30-100 ms) representando una oportunidad para mejorar la consistencia del servicio.
- El análisis de los resultados concernientes al plan de 500 Mbps indica que la calidad de servicio (QoS) ofrecida por el ISP, en términos de velocidad de conexión y latencia es calificable como "Aceptable" (80%-95% de lo contratado y 10-30 ms respectivamente), esto propicia a que MEGared tome acciones para mejorar el rendimiento del servicio.
- Finalmente, la evaluación del QoS en el plan de 700 Mbps evidenció que la empresa MEGared presenta un déficit en su desempeño. Los parámetros como latencia y velocidad de conexión se clasifican como "Deficiente" y "Aceptable" respectivamente. Por otro lado, el jitter en este plan obtuvo una calificación de "Excelente", destacándose como un punto favorable en el análisis.

5.2 Recomendaciones

- Capacitar al personal técnico de MEGared en el uso de la plataforma para asegurar su aplicación efectiva en la mejora del servicio.
- Es importante realizar pruebas adicionales con una muestra más extensa para obtener un análisis más representativo del rendimiento de la red.
- Referente a la infraestructura de MEGared es recomendable realizar mantenimientos periódicos en la red y actualizar equipos que puedan estar limitando el rendimiento, como routers y switches obsoletos.
- Es recomendable complementar el uso de la plataforma desarrollada en este estudio con sistemas de monitoreo para supervisar el desempeño de la red en tiempo real. Esto permitirá identificar de manera proactiva posibles anomalías y facilitar la toma de decisiones basada en datos actualizados.

4 BIBLIOGRAFÍA

- [1] Shen X., Lin X., and Zhang K., *Encyclopedia of Wireless Networks*. Springer International Publishing, 2020. doi: 10.1007/978-3-319-78262-1.
- [2] N. Waiman, M. F. Papa, R. Furch, and L. Olsina, “Estrategia de Monitoreo y Control de la Calidad de Servicio brindado por un ISP: Un Caso Aplicado,” *Simposio Argentino de Ingeniería de Software*, 2020, [Online]. Available: www.zabbix.com
- [3] P. R. Utami, “Analisis perbandingan Quality Of Service jaringan internet berbasis wireless pada layanan internet service provider (isp) indihome dan first media.,” *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Rekayasa*, vol. 25, no. 2, pp. 125–137, 2020, doi: 10.35760/tr.2020.v25i2.2723.
- [4] W. M. H. Azamuddin, R. Hassan, A. H. Mohd Aman, M. K. Hasan, and A. S. Al-Khaleefa, “Quality of service (Qos) management for local area network (LAN) using traffic policy technique to secure congestion,” *Computers*, vol. 9, no. 2, Jun. 2020, doi: 10.3390/computers9020039.
- [5] D. M. Cordero, J. C. Erazo, and K. V. Bermeo, “Quality Of Service in internet service provider Organizations from the perspective of students from different educational levels.,” *Revista pedagógica de la Universidad de Cienfuegos*, 2022.
- [6] H. R. Garces, E. J. Jalón-Arias, and L. O. Albarracin, “Análisis de la metodología de desarrollo rápido de aplicaciones en el control de nóminas agrícolas,” *Revista Arbitrada Interdisciplinaria KOINONIA*, pp. 1–17, Jun. 2021.
- [7] L. F. Rosales, “Gestión de la Calidad de Servicio ‘QoS’ para controlar el tráfico de datos para un ISP local de la Provincia de Santa Elena,” Tesis de Pregrado, Universidad Estatal Peninsula de Santa Elena, La Libertad, 2022.
- [8] L. Bellido *et al.*, “Metodología para la Evaluación de Servicios de Telecomunicación desde la Perspectiva del Usuario,” Barcelona, Oct. 2004.
- [9] D. E. Andrango, “Propuesta de factibilidad técnica para la implementación de un ISP con red FTTH en el Valle de los Chillos,” Tesis de Masterado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, 2023.
- [10] J. Cuadrado, “Diseño de una red FTTH con Tecnología GPON para mejorar la calidad de los servicios de internet domiciliario proporcionada por el ISP Corporación GIGA SAC en el distrito de El Mantaro Jauja,” Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Centro del Peru, Peru, 2023.
- [11] J. Kodua Wiredu, N. Seidu Abuba, B. Atiyire, and R. Wiredu Acheampong, “Design and Implementation of Online Crime Report System Using Rapid Application Development (RAD) Methodology,” *Asian Journal of Research in Computer Science*, vol. 17, no. 8, pp. 1–16, 2024, doi: 10.9734/ajr.
- [12] A. Mishra and Y. I. Alzoubi, “Structured software development versus agile software development: a comparative analysis,” *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, vol. 14, no. 4, pp. 1504–1522, Aug. 2023, doi: 10.1007/s13198-023-01958-5.

- [13] E. Y. Moreno Cardenas, “Calidad del servicio de internet y satisfacción del cliente,” *Industrial Data*, vol. 22, no. 2, pp. 105–116, Jan. 2020, doi: 10.15381/idata.v22i2.17392.
- [14] A. N. Burgos Andrade and J. L. Zambrano Montesdeoca, “Percepción de la calidad de los servicios de empresas proveedoras de internet en ecuador,” *EVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINARIA ARBITRADA YACHASUN*, vol. 8, no. 14, pp. 45–61, 2024.
- [15] P. Akbar, M. Agus Sunandar, and U. Muhammad Husni Tamyiz, “Analisis Quality Of Service Jaringan Wireless Pada Penyedia Jasa Layanan Internet Service Povider (ISP),” *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 7, no. 3, pp. 1742–1746, Nov. 2023, doi: 10.36040/jati.v7i3.7036.
- [16] Y. A. Ahumada Torres and A. S. Moreno Martínez, “Banda ancha móvil privada y su interacción con redes de voz de la Policía Nacional,” *Revista Logos, Ciencia & Tecnología*, vol. 14, no. 1, pp. 87–100, Dec. 2021, doi: 10.22335/rlct.v14i1.1436.
- [17] G. L. Figueroa Morán, L. J. Pin García, J. P. Paladines Morán, and M. A. Castillo Merino, “Fibra óptica y su impacto en las telecomunicaciones,” *Serie Científica De La Universidad De Las Ciencias Informáticas*, vol. 16, no. 2, pp. 196–207, Feb. 2023.
- [18] O. J. Murcia and J. E. Alfonso, “Medición y comparación de parámetros de calidad de servicio (QoS) para controladores de redes definidas por software,” Universidad Distrital Francisco Jose De Caldas, Bogota, 2021.
- [19] M. Del Rosario, C. Felipe, R. Martínez Gómez, and Y. Crespo García, “Análisis de la QoS en redes inalámbricas Analysis QoS in wireless networks,” *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, vol. 7, no. 1, 2013, [Online]. Available: <http://rcci.uci.cu>
- [20] J. Verde Acosta and I. P. Mallea, “Integral Method for the Measurement and Analysis of Service Quality Parameters in a Local Area Network,” *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, vol. 13, no. 5, pp. 134–145, May 2020, [Online]. Available: <http://publicaciones.uci.cu>
- [21] ITU, “Serie G: Sistemas Y Medios De Transmisión, Sistemas y Redes Digitales,” Ginebra, Nov. 2002.
- [22] J. C. Cuellar, A. Navarro, and F. G. Guerrero, “Medición de la Calidad de Servicio en Redes de Próxima Generación,” *CINTEL*, pp. 1–101, Dec. 2010.
- [23] CONATEL, “Plan Técnico Fundamental De Transmisión PTFT,” *LEXIS*, Apr. 2013.
- [24] C. L. Vidal-Silva, A. Sánchez-Ortiz, J. Serrano, and J. M. Rubio, “Experiencia académica en desarrollo rápido de sistemas de información web con Python y Django,” *Formación universitaria*, vol. 14, no. 5, pp. 85–94, Oct. 2021, doi: 10.4067/S0718-50062021000500085.
- [25] L. D. Ramírez and J. L. Sampietro, “Simulación de la operación de redes de energía inteligentes mediante modelos de demanda de potencia usando Matlab,” *Brazilian Applied Science Review*, vol. 6, no. 5, pp. 14029–14065, Sep. 2022, doi: 10.34115/basrv6n5-004.
- [26] MathWorks, “Acerca de MathWorks,” MathWorks. Accessed: Oct. 31, 2024. [Online]. Available: https://la.mathworks.com/company.html?s_tid=nav_company_about_us

- [27] W. Zhu, C. Zhu, and Y. Zhang, "Research on Deep Learning Individual Tree Segmentation Method Coupling RetinaNet and Point Cloud Clustering," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 126635–126645, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3111654.
- [28] X. Liu, W. Zhu, X. Lian, and X. Xu, "Monitoring Mining Surface Subsidence with Multi-Temporal Three-Dimensional Unmanned Aerial Vehicle Point Cloud," *Remote Sens (Basel)*, vol. 15, no. 2, p. 374, Jan. 2023, doi: 10.3390/rs15020374.
- [29] M. C. Wibowo and T. Wijanarko Adi Putra, "Utilizing phpMyAdmin for System Design in Enterprise Administration," *Journal of Technology Informatics and Engineering*, vol. 3, no. 2, pp. 229–246, Aug. 2024, doi: 10.51903/jtie.v3i2.193.
- [30] T. Mazhar *et al.*, "Quality of Service (QoS) Performance Analysis in a Traffic Engineering Model for Next-Generation Wireless Sensor Networks," *Symmetry (Basel)*, vol. 15, no. 2, p. 513, Feb. 2023, doi: 10.3390/sym15020513.
- [31] S. K. Keshari, V. Kansal, and S. Kumar, "A Systematic Review of Quality of Services (QoS) in Software Defined Networking (SDN)," *Wirel Pers Commun*, vol. 116, no. 3, pp. 2593–2614, Feb. 2021, doi: 10.1007/s11277-020-07812-2.
- [32] W. M. H. Azamuddin, R. Hassan, A. H. M. Aman, M. K. Hasan, and A. S. Al-Khaleefa, "Quality of Service (QoS) Management for Local Area Network (LAN) Using Traffic Policy Technique to Secure Congestion," *Computers*, vol. 9, no. 2, p. 39, May 2020, doi: 10.3390/computers9020039.

5 ANEXOS

Anexo 1: Carta de Apoyo por MEGared.

https://drive.google.com/file/d/1b63urVR5PUabwx9-z-uJ-BTW-9x5Th1/view?usp=drive_link



MEGared internet

Av. La Independencia a pocos metros del SRI.
0997226079 - 072975922
facturación@megared.ec
Piñas, 17 de octubre del 2024

A quien corresponda,

Por medio de la presente, certificamos que la empresa **MEGared** brindará su apoyo al Sr. **Daniel Fernando Cabrera Toro** en el desarrollo de su trabajo de tesis titulado **DESARROLLO DE UNA PLATAFORMA PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE SERVICIO (QoS) QUE BRINDA EL ISP MEGared APLICANDO LA METODOLOGÍA RAD**. Estamos comprometidos a colaborar en la recolección de los datos necesarios para la realización de este trabajo.

Nuestro interés en esta investigación radica en la importancia de mejorar continuamente los servicios que brindamos a nuestros clientes y en la implementación de innovaciones que mejoren nuestra infraestructura. Por ello, apoyamos y fomentamos el uso de metodologías y plataformas que contribuyan al análisis de la calidad de nuestro servicio, y estamos dispuestos a proporcionar los recursos y la información necesarios para que esta investigación sea exitosa.

Estamos convencidos de que los resultados de este estudio serán de gran valor para nuestra empresa y contribuirán al desarrollo del sector de telecomunicaciones en la región.

Sin otro particular, reiteramos nuestro compromiso con el Sr. Daniel Fernando Cabrera Toro y quedamos atentos para cualquier consulta adicional.

Atentamente,



Gordillo Armijos Alcides Rolando
Gerente General

PIÑAS: Av. La Independencia a pocos metros del SRI.
☎ 0997226079 ☎ 072 975 922

PACCHA: Av. 10 de Agosto e Intersección de Av. Ján Maza.
☎ 0981647814

PORTOVELO: Av. San Antonio Padua, diagonal Puente Rigo.
☎ 0981268210 ☎ 072 948 650

TORATA: Frente al parque central, vía Panamericana.
☎ 0981044232

ZARUMA: Av. Inocente Márquez, junto al Col. 26 de Mayo.
☎ 0981243900
✉ facturasyretenciones@megared.ec
✉ facturacion@megared.ec 🌐 www.megared.ec

Anexo 2: Criterios de Evaluación de la Calidad de Servicio

https://drive.google.com/file/d/1wMGIAmyHxM6NyiT1eNfj7KUez3ExjIay/view?usp=drive_link



Criterios de Evaluación de la Calidad del Servicio - MEGared

La empresa MEGared, en cumplimiento de las normativas nacionales e internacionales vigentes en el ámbito de las telecomunicaciones, y con el objetivo de garantizar un servicio de calidad a todos sus suscriptores, establece la siguiente tabla de parámetros para la evaluación de la calidad del servicio.

| Metrica | Unidad | Excelente | Aceptable | Deficiente |
|-----------------------|--------|-----------------------|--------------------------|---------------------|
| Velocidad de Descarga | Mbps | >95% de lo contratado | 80%-95% de lo contratado | <80% del contratado |
| Velocidad de Carga | Mbps | >95% de lo contratado | 80%-95% de lo contratado | <80% del contratado |
| Jitter | ms | <10 ms | 10-30 ms | >30 ms |
| Latencia | ms | <30 ms | 30-100 ms | >100 ms |
| Perdida de paquetes | % | 0% | <1% | >1% |
| Disponibilidad | % | >96.7% | 90-96.7% | <90% |
| Throughput | Mbps | >95% de lo contratado | 80%-95% de lo contratado | <80% del contratado |



ALCIDES ROLANDO
GORDILLO ARMIJOS

Alcides Gordillo Armijos

Gerente General

Anexo 3A: Toma de datos en el domicilio del usuario de la empresa MEGared.



Anexo 3B: Toma de datos en el domicilio del usuario de la empresa MEGared.



Anexo 4: Carta de Conformidad por parte de MEGared

https://drive.google.com/file/d/1t_V_eRnSr8SIINZUkHhD6aZG7d8HBSVb/view?usp=drive_link



MEGared internet
Av. La Independencia a pocos metros del SRI.
0997226079 - 072975922
facturación@megared.ec
Piñas, 17 de octubre del 2024

A quien corresponda,

Por la presente, hago constar que, luego de la revisión correspondiente, doy mi total conformidad respecto al trabajo de tesis titulado **DESARROLLO DE UNA PLATAFORMA PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE SERVICIO (QoS) QUE BRINDA EL ISP MEGared APLICANDO LA METODOLOGÍA RAD**, presentado por el Sr. **Daniel Fernando Cabrera Toro**, en cumplimiento de la implementación de la plataforma en nuestra empresa.

El mencionado trabajo de tesis cumple con los objetivos y criterios establecidos previamente, demostrando calidad, profesionalismo y apego a los lineamientos definidos. Asimismo, los resultados obtenidos son satisfactorios y reflejan el esfuerzo y compromiso del responsable.

Por lo tanto, autorizo el uso de este proyecto para los fines establecidos y dejo constancia de su aceptación formal.

Sin otro particular por el momento, me despido con un cordial saludo.

Atentamente,



ALCIDES ROLANDO GORDILLO ARMÍJOS

Alcides Gordillo Armijos
Gerente General

| | | |
|--|--|---|
| PIÑAS: Av. La Independencia a pocos metros del SRI. ☎ 0997226079 ☎ 072 975 922 | PORTOVELO: Av. San Antonio Padua, diagonal Puente Rojo. ☎ 0981258210 ☎ 072 949 650 | ZARUMA: Av. Honorato Márquez, junto al Col. 25 de Nov. ☎ 0981243900 |
| BACCHA: Av. D. de Aguirre e Intersección de Av. Jahn-Mazo. ☎ 0981647814 | TORATA: Frente al parque central, vía Panamericana. ☎ 0981044232 | ✉ facturasyretencciones@megared.ec ✉ facturacion@megared.ec 🌐 www.megared.ec |