

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA HERRAMIENTA WEB QUE PERMITA
MONITORIZAR LOS PARÁMETROS DE QOS PARA EL SERVICIO DE
TELEFONÍA CORPORATIVA BAJO ESQUEMAS DE VOZ SOBRE IP (VOIP) –
CALL IP MONITOR

ROGER BERNAL SAMACÁ
MIGUEL CENTENO PLATA

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA,
INGENIERIA DE SISTEMAS – INGENIERIA DE TELECOMINICACIONES
Bogotá D.C.
2021

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA HERRAMIENTA WEB QUE PERMITA
MONITORIZAR LOS PARÁMETROS DE QOS PARA EL SERVICIO DE
TELEFONÍA CORPORATIVA BAJO ESQUEMAS DE VOZ SOBRE IP (VOIP) –
CALL IP MONITOR

ROGER BERNAL SAMACÁ
MIGUEL CENTENO PLATA

Director:
LUIS FELIPE HERRERA QUINTERO Ph.D.

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA DE SISTEMAS – INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES
Bogotá D.C.
2020

Nota de aceptación:

Firma del presidente del Jurado

Firma de Jurado

Firma del Jurado

Bogotá, 24-04-2021

CONTENIDO

1	TITULO.....	10
	INTRODUCCIÓN	10
2	ESTADO DEL ARTE	10
3	PREGUNTA	14
4	OBJETIVOS	14
4.1	OBJETIVO GENERAL.....	14
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
5	JUSTIFICACIÓN	15
6	ALCANCE	17
7	MARCO REFERENCIAL.....	17
7.1	MARCO CONCEPTUAL.....	17
7.2	MARCO TECNOLÓGICO.....	19
8	DISEÑO METODOLÓGICO.....	23
8.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN:	23
8.1.1	Enfoque:.....	23
8.1.2	Alcance:	23
8.2	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:.....	24
8.2.1	Estructura Metodológica:.....	24
9	NOMBRE DE LAS PERSONAS QUE PARTICIPAN EN EL PROCESO.....	25
10	RECURSOS DISPONIBLES	25
11	CAPÍTULO 1: VOIP EN LA ACTUALIDAD TECNOLOGÍA, ANÁLISIS DE LAS INTERACCIONES ENTRE INFRAESTRUCTURA, PROTOCOLOS DE LA TELEFONÍA IP.....	27
11.1	VOIP EN LA ACTUALIDAD, TENDENCIAS Y TECNOLOGÍA:	27
11.2	PROTOCOLOS DE LA TELEFONÍA IP.....	28
11.3	INFRAESTRUCTURA Y TECNOLOGÍAS VOIP.....	29
12	CAPÍTULO 2: PROBLEMAS EN UNA RED DE VOIP, MEDICIÓN Y PARÁMETROS ACEPTABLES DE CALIDAD DE SERVICIO QOS EN REDES DE VOZ SOBRE IP.....	36
12.1	PROBLEMAS QUE AFECTAN LAS LLAMADAS DE VOIP	36

12.2	FACTORES PARA TENER EN CUENTA EN LA MEDICIÓN Y PREVENCIÓN EN LA DEGRADACIÓN DEL AUDIO EN UNA LLAMADA DE VOIP	40
12.2.1	TOS (Type of Services)	40
12.2.2	DSCP	41
12.2.3	MOS (Mean Opinion Score)	42
12.3	PARÁMETROS ACEPTABLES	44
13	CAPÍTULO 3: DISEÑO DE LOS COMPONENTES Y SUBSISTEMAS DE LA HERRAMIENTA WEB PARA MONITORIZACIÓN, ANÁLISIS DE FALLAS Y ALERTAS RESPECTIVAS EN EL SERVICIO DE TELEFONÍA IP.	47
13.1	DESCRIPCIÓN Y DISEÑO GENERAL DEL SISTEMA	48
13.2	DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA	49
13.2.1	Subsistema de captura	51
13.2.2	Subsistema de monitorización de parámetros de calidad	51
13.2.3	Subsistema de Base de Datos	52
13.2.4	Subsistema de alertas y notificaciones	53
13.3	USUARIOS	54
13.4	DEFINICIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS FUNCIONALES Y NO FUNCIONALES	55
13.4.1	Requerimientos Funcionales	55
13.4.2	Requerimientos No Funcionales	57
13.5	DISEÑO Y CASOS DE USO	57
13.5.1	Casos de uso nodo captura	59
13.5.2	Casos de Uso del Sistema	60
13.5	FRONTEND	66
13.6	BACKEND	66
14	CAPÍTULO 4: ARQUITECTURA SOLUCIÓN DE LA HERRAMIENTA WEB	68
14.1	COMPONENTES PRINCIPALES	69
15	CAPÍTULO 5: IMPLEMENTACIÓN DE LA HERRAMIENTA WEB	70
15.1	HERRAMIENTAS DE USO ADICIONAL	76
16	CAPÍTULO 6: PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	78
17	COMPARATIVA	85
18	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	86
18.1	CONCLUSIÓN Y TRABAJOS FUTUROS CAPÍTULO 1	86

18.2	CONCLUSIÓN Y TRABAJOS FUTUROS CAPÍTULO 2	86
18.3	CONCLUSIÓN Y TRABAJOS FUTUROS CAPÍTULO 3	87
18.4	CONCLUSIÓN Y TRABAJOS FUTUROS CAPÍTULO 4	87
18.5	CONCLUSIÓN Y TRABAJOS FUTUROS CAPÍTULO 5	87
18.6	CONCLUSIÓN Y TRABAJOS FUTUROS CAPÍTULO 6	87
	BIBLIOGRAFÍA.....	89

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Arquitectura de una red H.323 Ibid, p16	18
Ilustración 2 - Red hibrida SIP – H.323 - Autores	20
Ilustración 3 Infraestructura H.323Ibid., p.28	31
Ilustración 4 Arquitectura SIP - Session Initiation Protocol	32
Ilustración 5 Infraestructura VoIP - Autores	33
Ilustración 6 Puntos de vista de QoS Ibid., p.33	34
Ilustración 7 Perdida de Paquetes	37
Ilustración 8 Latencia	38
Ilustración 9 Jitter	38
Ilustración 10 TOS en Datagrama IP	40
Ilustración 11 DSCP	42
Ilustración 12- DSCP Etiquetado EF	45
Ilustración 13 DSCP No Etiquetado CS0	46
Ilustración 14 Diseño previo del sistema -Autores	48
Ilustración 15 Diseño del Sistema	49
Ilustración 16 Diagrama de Componentes - Autores	50
Ilustración 17 Subsistema de captura - Autores.....	51
Ilustración 18 Subsistema de monitorización de parámetros de calidad - Autores	52
Ilustración 19 Subsistema de base de datos - Autores	53
Ilustración 20 Subsistema de alertas y notificaciones - Autores	54
Ilustración 21 Casos de uso nodo captura - Autores	59
Ilustración 22 Casos de uso del sistema - Autores	60
Ilustración 23 Diagrama de flujo de datos nivel 0 - Autores	61
Ilustración 24 Diagrama de flujo de datos nivel 1 - Autores	62
Ilustración 25 Diagrama de actividades - Autores.....	63
Ilustración 26 Diagrama secuencial de datos - Autores	64
Ilustración 27 Estructura de datos json - Autores.....	65
Ilustración 28 Tabla Calls base de datos	66
Ilustración 29 Arquitectura solución de la Herramienta web - Autores.....	68
Ilustración 30 Interfaz phpMyAdmin.....	71
Ilustración 31 - Crear Tabla Calls - Autores	72
Ilustración 32 PHP Versión utilizada	73
Ilustración 33 IDE – Proyecto - Autores	74
Ilustración 34 Código Fuente MVC - Autores.....	74
Ilustración 35 Código fuente Interfaz web - Autores	75
Ilustración 36 Código fuente alertas del sistema - Autores	76
Ilustración 37 Bucle del módulo capturador - Autores.....	77
Ilustración 38 Modulo conversor de PCAP a JSON	78
Ilustración 39 Diagrama de pruebas Autores	79
Ilustración 40 Resultados: Interfaz web - Autores.....	80
Ilustración 41 Resultados: Pop-up de alerta - Autores.....	81

Ilustración 42 Resultados: DSCP etiquetado - Autores.....	81
Ilustración 43 Resultados: DSCP no etiquetado - Autores.....	82
Ilustración 44 Resultados: Jitter aceptable - Autores	83
Ilustración 45 Resultados: Jitter no aceptable - Autores	83
Ilustración 46 Resultados: Packet Loss	84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Personas que participan en el proceso	25
Tabla 2 Recursos	26
Tabla 3 Breve comparación entre SIP - H.323	29
Tabla 4 Factor R	43
Tabla 5 Escala de calidad de escucha.....	43
Tabla 6 Escala de esfuerzo de escucha	44
Tabla 7 VoIP - Parámetros de red aceptables	44
Tabla 8 Descripción actores del sistema - Autores	58
Tabla 9 Lista casos de uso	59
Tabla 10 Comparación de programas de monitoreo.....	85

1 TITULO

Diseño e implementación de una herramienta WEB que permita monitorizar los parámetros de QoS para el servicio de telefonía corporativa bajo esquemas de voz sobre IP (VOIP) – Call IP Monitor.

INTRODUCCIÓN

La telefonía IP es un servicio de telecomunicaciones que se basa en el protocolo VoIP (Voice Over Internet Protocol) a través de conmutación de paquetes; desde su origen la telefonía en general se ha mantenido en constante evolución, presentando mejoras y generando nuevas tecnologías (telefonía Fija en hogares y empresarial, telefonía móvil celular de 4G o LTE). Tecnologías que en su más reciente versión para comunicaciones móviles o fijas implementan VoIP como protocolo para el servicio de telefonía IP y comunicaciones unificadas. En conjunto con la telefonía, se desarrollan de manera paralela herramientas que permitan una mejor experiencia al usuario y calidad en el servicio.

Por otra parte, el monitoreo en las redes de datos siempre ha sido una necesidad, ya que se busca prevenir posibles fallas en el medio de transmisión. Para ello se hace necesario desarrollar una herramienta que permita capturar, monitorear y analizar en línea vía web algunos protocolos de telefonía IP que son clave para mejorar la percepción del usuario, de tal manera que alerte o notifique problemas presentados que puedan afectar la calidad de las llamadas en la Telefonía IP.

2 ESTADO DEL ARTE

Aplicaciones de tiempo real existen en diferentes formatos (voz, video, texto, datos), las aplicaciones de tiempo real para voz y video emplean el protocolo de tiempo real (RTP), como formato de paquete estandarizado para entrega de audio y video en redes de datos. Dado que las aplicaciones que emplean el protocolo de tiempo real requieren ser precisas en la información que presentan a los usuarios, estas también deben tener un método de control eficaz para garantizar un funcionamiento óptimo y aceptable.

Tamal Chakraborty e Iti Saha en informan¹ que las aplicaciones en tiempo real, como VoIP, requieren estrictas garantías de QoS (Calidad de Servicio) incluso en presencia de escenarios de red congestionados. La calidad en el audio de las llamadas ha sido objeto de investigación y desarrollo de métodos que permitan mejorar la experiencia y satisfacción del usuario, para ello la ITU (International Telecommunication Union) desde el origen de VoIP con el protocolo H.323 en 1996, presentó la recomendación P.800² “Métodos de determinación subjetiva de la calidad de transmisión”; En los cuales como su nombre lo indica, están orientados a la calidad de transmisión telefónica.

Por otro lado, los grandes fabricantes de tecnología dedicada a los servicios de telefonía IP corporativa, comunicaciones unificadas y los operadores de telefonía móvil celular quienes emplean VoIP como protocolo de voz en LTE, requieren aplicaciones que permitan un monitoreo constante de sus servicios, en especial a los que conforman el núcleo del negocio (la voz); cada fabricante desarrolla su propia herramienta, sesgando su uso a la marca.

Investigaciones realizadas por la ITU en conjunto con fabricantes de telefonía IP como Cisco Systems, Inc. Y en concordancia con Mayra Fernanda and Blanco Almeida³ han definido valores recomendados para garantizar la calidad en el servicio. En la investigación realizada por Eko Ramadhan, Ahmad Firdausi, y Setiyo Budiyanto⁴ acerca de Cisco IOS® Quality of Service (QoS) se demostró que este puede servir para la gestión del rendimiento de la red con respecto al ancho de banda, el retardo, la fluctuación y la pérdida de paquetes, es decir que valores recomendados son esenciales para optimizar el rendimiento de la aplicación.

Además, en otra investigación realizada por Behdadfar M, Faghihi E y Sadeghi ME⁵; indica que durante los últimos años se han desarrollado algoritmos y métodos para

¹ Tamal Chakraborty and Iti Saha, *VoIP Technology : Applications and Challenges*.

² ITU, ‘Recommendation ITU-T P.800 Methods for Subjective Determination of Transmission Quality’, *International Telecommunication Union*, 800 (1996), 22.

³ Mayra Fernanda and Blanco Almeida, ‘Evaluación de Los Parámetros Que Afectan La Calidad de Servicio En Telefonía IP * Evaluation of Parameters Affecting the Quality of Service (QoS) in IP Telephony’, 17, 2015, 61–71.

⁴ Eko Ramadhan, Ahmad Firdausi, and Setiyo Budiyanto, ‘Design and Analysis QoS VoIP Using Routing Border Gateway Protocol (BGP)’, *2017 International Conference on Broadband Communication, Wireless Sensors and Powering, BCWSP 2017*, 2018-Janua (2018), 1–4 <<https://doi.org/10.1109/BCWSP.2017.8272556>>.

⁵ Mohammad Behdadfar, Ehsan Faghihi, and Mohammad Ebrahim Sadeghi, ‘QoS Parameters Analysis in VoIP Network Using Adaptive Quality Improvement’, *2015 Signal Processing and Intelligent Systems Conference, SPIS 2015*, 2016, 73–77 <<https://doi.org/10.1109/SPIS.2015.7422315>>.

sistemas de VoIP con el propósito de reducir los problemas de transmisión de paquetes y mejorar la calidad en el servicio de telefonía IP.

No obstante, la convergencia de redes entre datos y voz puede llegar a presentar inconvenientes en la calidad del servicio Ibid,p.9 Por ello es importante seguir las recomendaciones según acerca de QoS con el fin de implementar de manera correcta sus recomendaciones de Gabriel Diaz Orueta and others⁶ para mitigar algunos de los problemas que pueden presentarse. Por tal motivo, la implementación de buenas prácticas en el servicio de telefonía IP y aplicación de QoS en las redes de datos es de gran importancia debido a la exigencia de los usuarios en la prestación del servicio. La telefonía IP presenta diferentes tipos de problemas que se generan básicamente por la naturalidad del medio en el que es transmitida; la QoS (calidad de servicio) en telefonía IP es extremadamente susceptible al códec de audio empleado para la comunicación de acuerdo con lo informado por Uhl Tadeus⁷.

Investigaciones en Uruguay por José Joskowicz, Rafael Sotelo⁸ sobre la medición en la calidad de voz demuestran que el “QoS” o la calidad de servicio está más arraigado a la medida del rendimiento de la red desde el punto técnico, y a la manera de gestionar la red para cumplir con las necesidades básicas para las aplicaciones.

Por esta razón, con el propósito de reducir los problemas en la mala gestión de la red se han desarrollado métodos que miden la calidad de la tecnología de VoIP que permitan la optimización en el servicio de telefonía. Uno de estos métodos presenta información desde un punto de vista o percepción del usuario, el cual se basa en conocer directamente la opinión de los usuarios, MOS (Mean Opinión Score) el cual se encuentra definido en la recomendación P.800 de la ITU y permite identificar los problemas más comunes en una comunicación telefónica.

En el año 2015 según publicación de la Universidad Nacional de Colombia (U.N.)⁹ se informó que en Colombia había cerca de 56 millones de usuarios o suscriptores,

⁶ Gabriel Diaz Orueta and others, *Quality of Service, Industrial Communication Systems*, 2016 <<https://doi.org/10.1201/b16521-13>>.

⁷ Tadeus Uhl, ‘QoS by VoIP under Use Different Audio Codecs’, *Proceedings of 2018 Joint Conference - Acoustics, Acoustics 2018, 2018, 311–14* <<https://doi.org/10.1109/ACOUSTICS.2018.8502317>>.

⁸ José Joskowicz and Rafael Sotelo, ‘Medida de La Calidad de Voz En Redes IP’, *Memoria de Trabajos de Difusión Científica y Técnica*, 5, 2007, 12–23.

⁹ ‘Saturación de Canales de Transmisión Afecta Telefonía IP - UNIMEDIOS: Universidad Nacional de Colombia’ <<https://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/saturacion-de-canales-de-transmision-afecta-telefonía-ip.html>> [accessed 18 May 2020].

los organismos reguladores clasificaron el servicio como primera necesidad, sin embargo, se presentaron 40 millones de reclamos por mal servicio.

De acuerdo con las investigaciones, la demanda por el servicio de telefonía IP ha aumentado durante los últimos años, así mismo, el crecimiento en la implementación de los servicios de telefonía IP ha incrementado las reclamaciones por parte de los usuarios. Por ende, con el fin de mitigar reclamos y demandas a proveedores de telefonía IP pública o privada es importante generar la implementación de buenas prácticas aplicando QoS en VoIP según las recomendaciones de fabricantes y entidades de regulación internacional como la ITU.

En el mercado actual de VoIP, el desarrollo de aplicaciones, algoritmos, métodos o herramientas que permiten mejorar la experiencia del usuario final del servicio de telefonía IP, son de gran importancia para la aceptación de la tecnología que se implementa para la prestación del servicio. Actualmente existen diferentes herramientas orientadas al monitoreo del tráfico en las redes de datos, herramientas muy robustas y especializadas para los diferentes servicios y aplicaciones que circulan en una red de datos.

Las herramientas desarrolladas para el monitoreo del tráfico de red monitorean bajo el protocolo simple de administración de red SNMP (Simple Network Management Protocol), este protocolo facilita el intercambio de información de administración entre los dispositivos de red. El servicio de telefonía IP tiene la especialidad que opera con múltiples protocolos y no basta únicamente con el SNMP para garantizar un monitoreo eficaz de su buen funcionamiento, se requiere un nivel de análisis más detallado en los paquetes de datos para determinar los valores aceptables de jitter, delay y pérdida de paquetes en las llamadas.

Algunas de las herramientas en el mercado desarrolladas para el monitoreo del tráfico de voz sobre IP como VoIP Monitor, SIP NMS, SolarWinds VoIP, PRTG, ThousandEyes, no operan de manera gratuita en su totalidad.

Programas de uso libre como Wireshark o T-Shark, permiten idear una herramienta especializada para el monitoreo en línea y análisis del protocolo de tiempo real (RTP) utilizado en el servicio de telefonía IP. Determinada cantidad de herramientas de monitoreo de telefonía IP emplean en su funcionamiento un analizador de protocolos con el fin de hacer diagnósticos y análisis de problemas.

3 PREGUNTA

¿Qué tan Importante es el monitoreo en la calidad de llamadas en redes de VoIP?
¿Qué herramientas de monitoreo basadas en parámetros de calidad de servicio en redes de VoIP existen en el mercado de uso libre?

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar una herramienta WEB que permita monitorizar los parámetros de QoS para el servicio de telefonía corporativa bajo esquemas de voz sobre IP (VoIP).

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 4.2.1 Analizar el estado actual de las tecnologías, protocolos, infraestructuras requeridas para desplegar el servicio de Voz sobre IP.
- 4.2.2 Identificar los parámetros aceptables de calidad de servicio (rangos min - max) con que cuentan las redes de voz sobre IP, con el fin de definir los indicadores de niveles de servicio para la construcción de la herramienta WEB.
- 4.2.3 Diseñar los componentes y subsistemas que dispondrá la herramienta Web para atender la monitorización, el análisis de fallas y las alertas respectivas frente al servicio de voz sobre IP.
- 4.2.4 Plantear la arquitectura solución para la herramienta de monitorización de Voz sobre IP.
- 4.2.5 Implementar un prototipo funcional de la herramienta web para la monitorización, análisis de fallas y alertas tempranas en el contexto de Voz sobre IP.

- 4.2.6 Validar el funcionamiento de la herramienta web que permita el diagnóstico y análisis de tráfico con respecto a QoS de protocolos de telefonía IP.

5 JUSTIFICACIÓN

La telefonía es de los inventos tecnológicos que ha evolucionado desde su origen, adaptándose a los diferentes cambios y mejoras presentadas en los servicios y redes de telecomunicaciones. A medida que evoluciona presenta nuevos retos para los ingenieros electrónicos, ingenieros de telecomunicaciones, ingenieros de sistemas entre otras áreas de la ingeniería; como todo servicio tecnológico presenta inconvenientes y mejoras continuas en su tecnología y en el servicio sin importar el sector (público o privado). Por tal razón, el desarrollo del proyecto Call IP Monitor busca aportar mejoras en el servicio de la telefonía IP, que en su evolución ha pasado a formar parte de la telefonía móvil en las redes 4G como lo indica Christopher Cox¹⁰, ampliando el mercado y la demanda para uso de servicios y aplicaciones más allá de una comunicación simple entre dos personas a través de un canal de comunicación. Esto es la puerta a la investigación para el desarrollo de una aplicación que permita el monitoreo en línea de telefonía IP, en diferentes tipos de plataformas y/o fabricantes (Cisco, Siemens, Alcatel, Asterisk, Avaya, entre otros más); de tal manera, se estudia e investiga herramientas para el análisis del protocolo VoIP entre otras herramientas de captura de tráfico con analizador de protocolos.

Una herramienta de monitoreo en línea para el servicio de telefonía IP y comunicaciones unificadas es de gran utilidad para identificar, prevenir, corregir y diagnosticar problemas que afectan la calidad de experiencia (QoE) de los usuarios de este servicio (jitter, packet loss, delay)¹¹. Y para el personal de ingeniería y soporte técnico de telefonía quienes se enfrentan en el día a día con este tipo de fallas pueden tener una mejor orientación y respuesta oportuna a la corrección de estas, pues no deben esperar a que el evento se vuelva presentar o intentar reproducir la falla en un ambiente controlado.

¹⁰ Christopher Cox, *An Introduction to LTE: LTE, LTE-Advanced, SAE and 4G Mobile Communications*, An Introduction to LTE: LTE, LTE-Advanced, SAE and 4G Mobile Communications, 2012 <<https://doi.org/10.1002/9781119942825>>.

¹¹ Olivier Hersent, Jean Pierre Petit, and David Gurle, *Beyond VoIP Protocols: Understanding Voice Technology and Networking Techniques for IP Telephony*, *Beyond VoIP Protocols: Understanding Voice Technology and Networking Techniques for IP Telephony*, 2005 <<https://doi.org/10.1002/0470023643>>.

El monitoreo y análisis en línea del comportamiento de una red de telefonía IP permite comprender que significa cada interacción, además ayuda a cumplir los objetivos (SLA) en compañías cuyo centro de negocio es la telefonía y permite mejorar la experiencia de los usuarios en el servicio. Aparte de las ventajas técnicas el retorno a la inversión es uno de los factores que aportan a la implementación o migración de los sistemas de telefonía analógicos a telefonía IP.

Dentro de los requerimientos funcionales para el desarrollo de Call IP Monitor, se debe tener en cuenta los parámetros de calidad QoS que se aplica sobre los protocolos de VoIP, ya que en la actualidad la mayoría de los sistemas telefónicos IP carecen de la implementación de QoS en dispositivos de red de capa 2 por malas prácticas o falta de conocimiento.

El éxito del proyecto depende del dominio y conocimiento que se tenga en la arquitectura VoIP, telefonía y desarrollo de software, debido a que la telefonía IP es un servicio que demanda fuertes conocimientos en estas áreas. Al emplear un analizador de protocolos como herramienta de apoyo es importante tener en cuenta que en la telefonía IP intervienen múltiples protocolos para un funcionamiento óptimo.

Tamal Chakraborty e Iti Saha Ibid, p.9 informan que se está aumentando la importancia de seleccionar el protocolo de señalización de llamada apropiado antes de implementar VoIP en redes prácticas. Esto se debe a que la eficiencia del protocolo juega un factor crítico para garantizar una alta calidad de comunicación en voz sobre (VoIP). Tanto SIP como H.323 tienen sus propias ventajas y desventajas y los proveedores los utilizan según sus requisitos específicos. Los avances tecnológicos también han permitido integrar estos dos protocolos utilizando puertas de enlace y varios protocolos de control de puerta de enlace (como Megaco).

En consecuencia, se deben definir y establecer métricas que juzguen la eficiencia del desempeño de estos protocolos y también permitan el monitoreo de sus actividades. A medida que las aplicaciones innovadoras continúan utilizando los servicios de VoIP, los protocolos de señalización de llamadas experimentan mejoras continuas en términos de su estructura de protocolo y especificaciones funcionales.

6 ALCANCE

Desarrollo e implementación de un prototipo de la aplicación propuesta en esta tesis en una infraestructura VoIP controlada. Esta herramienta puede desplegarse en un ambiente de producción o ambiente de pruebas, ya que el modo de operación no tendrá impacto en el servicio de telefonía IP del cliente.

7 MARCO REFERENCIAL

7.1 MARCO CONCEPTUAL

Dentro del desarrollo de este proyecto e investigación, es de gran importancia abarcar los componentes de hardware, software y protocolos que intervienen en la telefonía IP; en la presente sección se describe la tecnología que emplea el protocolo VoIP.

7.1.1 Protocolos de la telefonía IP

A continuación, se describen los principales protocolos para el funcionamiento del servicio de telefonía IP.

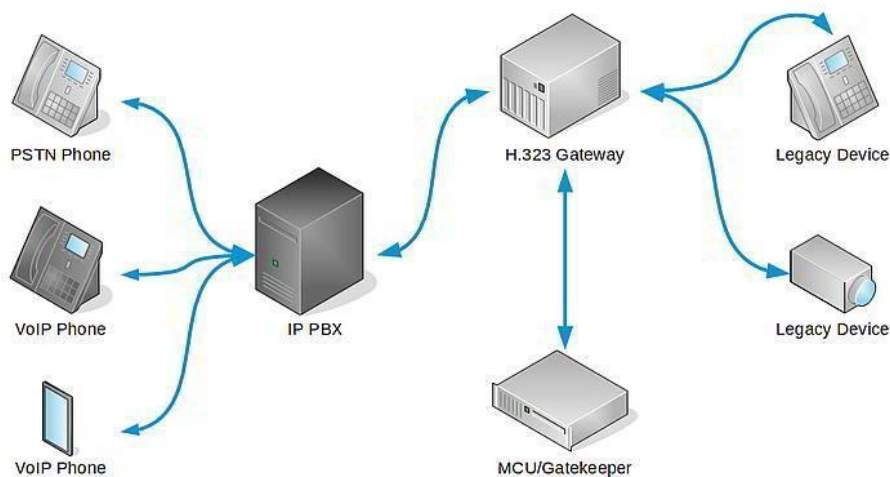
7.1.1.1 VoIP: Voice over IP o Voz sobre protocolo de internet, es el conjunto de recursos (hardware y software) que permiten que la señal de voz sea transmitida en paquetes de datos por redes que operan en protocolo IP.

7.1.1.2 SIP: Session Initiation Protocol es un protocolo de control y señalización usado mayoritariamente en los sistemas de Telefonía IP, que fue desarrollado por el IETF RFC 3261¹². Dicho protocolo permite crear, modificar y finalizar sesiones multimedia con uno o más participantes y sus mayores ventajas recaen en su simplicidad y consistencia.

¹² Robert T Sataloff, Michael M Johns, and Karen M Kost, 'IETF RFC 3261', 1–269.

7.1.1.3 H.323: Este protocolo es muy parecido a SIP, un protocolo diseñado para la configuración, administración y terminación de una sesión de comunicación (media). Es un conjunto de estándares de ITU-T¹³, los cuales definen un conjunto de protocolos para proveer comunicación visual y de audio sobre una red de computadores. En la Ilustración 1 se presenta un modelo de arquitectura para el protocolo de VoIP H.323 en conjunto con los dispositivos que básicos para el servicio de telefonía IP en H.323.

Ilustración 1 Arquitectura de una red H.323 Ibid, p16



7.1.1.4 RTP: Real-Time Protocol o Protocolo de tiempo real, es un protocolo de transporte para aplicaciones en tiempo real definido en la RFC1889¹⁴.

¹³ 'Definición Del Protocolo H.323' <<https://www.3cx.es/voip-sip/h323/>> [accessed 2 December 2020].

¹⁴ Maiti and Bidinger, 'RFC 1889 RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications Status', *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53.9 (1981), 1689–99.

7.2 MARCO TECNOLÓGICO

7.2.1 Componentes de una red basada VoIP:

Teniendo en cuenta los protocolos SIP y H.323 que se describieron en la sección 7.1.1, de acuerdo con Christian Aldaz¹⁵, a continuación, se describen algunos de los protocolos, dispositivos, hardware y software que conforman una red básica para el servicio de Telefonía IP, su funcionamiento y su operación para facilitar la comunicación de llamadas entre dispositivos VoIP.

7.2.1.1 **Softphone:** También conocido como VoIP Phone, es un programa de computador que actúa como un teléfono, logrando tener un computador conectado a la red VoIP de manera que cumpla con las mismas funciones de un teléfono convencional (hardphone). Por medio de este software se puede comunicar con los demás terminales, teléfonos convencionales y teléfonos IP.

7.2.1.2 **Gateway H.323:** En H.323 un gateway refleja las características de un terminal de red de circuito conmutado (SCN) y un terminal H.323. Se traduce en formatos de transmisión de audio, video y datos, así como en sistemas y protocolos de comunicación. Esto incluye la configuración de llamadas y el desmontaje tanto en la red IP como en SCN. También realiza compresión y empaquetamiento de voz.

7.2.1.3 **Gatekeeper** Es el controlador de acceso, proporciona servicios de control previo a la llamada y de nivel de llamada a los terminales H.323, los controladores de acceso están separados lógicamente de los otros elementos de red en entornos H.323. Realiza traducción de direcciones, control de admisiones, control de ancho de banda y gestión de zonas.

¹⁵ Electrónica Y Telecomunicaciones, *Escuela Politécnica Nacional Facultad De Ingeniería Eléctrica Y Electrónica Estudio De La Tecnología Sdr (Software Defined Radio) Y Posibles Aplicaciones En Comunicaciones Inalámbricas Proyecto Previo a La Obtención Del Título De Ingeniero En*, 2009 <<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1339/1/CD-2092.pdf>> [accessed 9 April 2020].

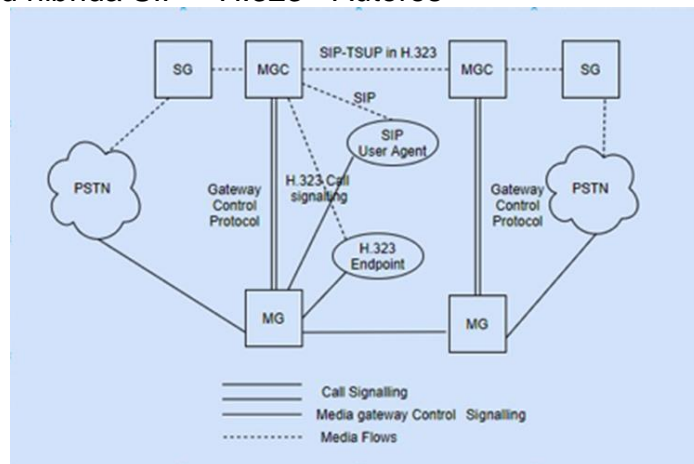
7.2.1.4 **Terminal:** Los terminales deben tener una unidad de control del sistema, transmisión de medios, códec de audio, y una interfaz de red basada en paquetes. Los requisitos opcionales incluyen códec de video y aplicaciones de datos de usuario. Proporciona H.225 y H.245 control de llamadas, intercambio de capacidades, mensajería y señalización de comandos para el correcto funcionamiento del terminal. También formatea el audio, video, datos, transmisiones de control y mensajes transmitidos a la interfaz de red y recibe estos mensajes desde la interfaz de red.

7.2.1.5 **Terminales IP:** Un teléfono adaptado con un hardware y software que permite la comunicación de llamadas telefónicas en una red VoIP. El teléfono IP puede conectarse directamente a la red VoIP y comunicarse con todos los dispositivos telefónicos de la red VoIP ya que puede convertir la voz análoga a paquetes IP.

7.2.1.6 **Unidad Central Multipunto (MCU):** Las MCU consisten en un controlador multipunto y un procesador multipunto. Están involucrados en cuestiones relacionadas con las conferencias.

A continuación, en la Ilustración 2 se presenta una arquitectura híbrida de los dispositivos empleados para SIP y H.323 con los respectivos componentes y flujo de interacción entre cada elemento hardware o software; una red de telefonía IP puede funcionar con los dos protocolos investigados de manera simultánea.

Ilustración 2 Red híbrida SIP – H.323 - Autores



7.2.2 Herramientas Tecnológicas

En esta sección, se presenta la definición para el software y lenguajes de programación inicialmente planteados para el desarrollo de la aplicación web para el servicio de monitoreo de VoIP.

7.2.2.1 **PHP:** Es un lenguaje de programación de código abierto, orientado a objetos que maneja una sintaxis sencilla diseñado específicamente para la web y cuenta con una vasta biblioteca de herramienta que son ideales para trabajar con grandes volúmenes de datos porque favorece su extracción y procesamiento.

7.2.2.2 **Wireshark:** Es un analizador de protocolos (sniffer) utilizado para realizar análisis y solucionar problemas en redes de comunicaciones para desarrollo de software y protocolos. Cuenta con todas las características estándar de un analizador de protocolos. Permite capturar y mostrar en tiempo real los paquetes transmitidos y recibidos en la red a la cual el computador está conectado, Este también permite ver todo el tráfico que pasa a través de una red. Al examinar datos de una red o de un archivo de captura este tiene la opción de guardar la captura en disco. Adicionalmente se puede analizar la información capturada, a través de los detalles de cada paquete o mediante recursos estadísticos.

7.2.2.3 **HTML:** es un lenguaje de programación sencillo que permite mostrar la estructura de sitio por medio de etiquetas. Este código escrito en este lenguaje es totalmente textual y liviano.

7.2.2.4 **Visual Studio Code:** Es un editor que proporciona muchas características que le facilitan la escritura y la administración del código y del texto. En su entorno ayuda a la navegación de los diferentes proyectos diferenciando los bloques de código.

7.2.2.5 **JavaScript:** Es un lenguaje de programación rápido para la ejecución de funciones, y variedad en sus efectos visuales, con una ejecución multiplataforma puedes ser ejecutados en muchos sistemas operativos. Estas características lo hacen un lenguaje sencillo de utilizar.

7.2.2.6 **CentOS:** Es uno de los Sistemas Operativos más elegidos de Linux, ya que es una gran distribución que brindan servicios de hosting y servidores. Debido a su la estabilidad y seguridad, posee varias características importantes, como un fácil mantenimiento, para el uso a largo plazo en entorno de producción, desarrollo continuo de aplicaciones y módulos, estabilidad en el tiempo y una gran comunidad, quienes permiten compartir soluciones y apoyo para el mantenimiento de la infraestructura y una gran seguridad a nivel de Sistema Operativo como tal.

7.2.2.7 **MySQL:** Es un gestor de bases de datos relacional y orientado a objetos de código abierto más popular del mundo, siendo usado por una comunidad de desarrolladores, colaboradores y organizaciones comerciales de forma libre y desinteresadamente. Es un sistema de administración de base de datos (DBMS) para bases de daos relacionables. Este motor de base de datos fue escrito en C y C++ y se desataca por a gran aceptación a muchos entornos de desarrollo como PHP, java y la integración con diferentes sistemas operativos.

7.2.2.8 **FreePBX:** FreePBX se instala en un sistema operativo CentOS y se define como una interfaz web de usuario de código abierto que facilita la interoperabilidad del usuario con el sistema VoIP Asterisk. Este software abstrae en ciertas ocasiones de tareas de cierta complejidad y por tanto resulta muy útil para usuarios o administradores que no estén muy familiarizados con Asterisk. FreePBX se ejecuta bajo licencia GPL.

En esta sección como adjunto tecnológico al sistema de telefonía IP, se han definido los lenguajes de programación y componentes a emplear para el desarrollo de la herramienta que permita el monitoreo en línea; la aplicación a desarrollar será instalada en un sistema operativo CentOS 8 en donde se tendrá un analizador de protocolos (wireshark - tshark) el cual está capturando la información que pasa entre la interfaz de red, la central PBX y los media gateway asociados al PBX para el procesamiento de los RTP. Una vez la información es capturada la herramienta propuesta extrae la información a presentar en la interfaz web al usuario final.

Los programas descritos en la sección de herramientas tecnológicas fueron seleccionados bajo el criterio de ser software libre. Debido a la administración amigable y de libre distribución de FreePBX se ha optado por este como servidor de telefonía IP para registro de extensiones en el escenario de pruebas.

8 DISEÑO METODOLÓGICO

8.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN:

El proyecto por desarrollar tiene una investigación de tipo cuantitativa, debido a que se van a definir para el desarrollo los requerimientos técnicos y funcionales para el análisis y monitoreo de la calidad de servicio QoS de VoIP en una red de datos corporativa.

8.1.1 Enfoque:

El proyecto propuesto tendrá un enfoque técnico-analítico, debido a que es necesario conocer la arquitectura de una red de VoIP y capturar el tráfico de voz filtrándolo de los diferentes tipos de tráfico y protocolos que se encuentran en una red de datos. Luego con base en los resultados obtenidos se procederá a diseñar e implementar el esquema funcional para el desarrollo de la aplicación donde se evidencie el funcionamiento en el equipo de monitoreo.

8.1.2 Alcance:

Implementación de un prototipo de la aplicación desarrollada en una infraestructura VoIP controlada, puede desplegarse en un ambiente de producción o ambiente de pruebas, ya que el modo de operación no tendrá impacto en el servicio de telefonía IP del cliente. La herramienta propuesta está dirigida para el uso exclusivo de monitoreo y no tendrá interacciones activas con configuraciones de los diferentes dispositivos de red o dispositivos de la red de VoIP.

8.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:

La realización del diseño es experimental transversal y prospectivo, se utilizarán las características y requerimientos mínimos que debe cumplir el hardware para la instalación del sistema operativo CentOS, el analizador de protocolos (wireshark), motor de base de datos y servidor web.

8.2.1 Estructura Metodológica:

Para el tercer objetivo se empleará la metodología de desarrollo rápido de aplicaciones (RAD)¹⁶, el cual nos permite construir un diseño funcional, aceptable y reducir tiempo en el desarrollo de la aplicación web.

8.2.1.1 Fases de desarrollo contempladas

Para este proyecto se han contemplado las fases de desarrollo de acuerdo con Celio Gil Aron en el artículo¹⁷ Avances, investigación en Ingeniería, con el propósito de dar cumplimiento con el objeto de este trabajo de grado.

- **Modelado de gestión:** Se realizará la planificación y el análisis inicial. Durante esta fase, se planea obtener capturas completas del tráfico de VoIP en los centros de datos.
- **Modelado de datos:** La información adquirida durante la fase de modelado de gestión se revisará y analizará para definir la arquitectura de desarrollo del sistema RAD y sus funcionalidades claves.
- **Modelado de proceso:** Se llevará a cabo todo el proceso de planeación y diagramación necesarios para sentar las bases sólidas de la fase de desarrollo (construcción de SRS usando diagramas UML).

¹⁶ Mariano Reingart, 'Desarrollo Rápido de Software Libre de Alta Calidad', *II Simposio Argentino Sobre Tecnología y Sociedad (STS) - JAIIO 44*, 2015, 1-19 <<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/59826>>.

¹⁷ Metodología EN Los Sistemas and Celio Gil Aros, *RuP: METODOLOGÍA EN LOS SISTEMAS Y APLICACIONES BASADAS EN LA WEB*.

- **Generación de aplicaciones:** Se desarrollará la aplicación bajo el modelo MVC (Modelo, Vista, Controlador)
- **Pruebas de entrega:** Se usarán herramientas automatizadas para las pruebas de calidad del software, entregando un prototipo funcional.

9 NOMBRE DE LAS PERSONAS QUE PARTICIPAN EN EL PROCESO

En la Tabla 1 se relacionan los nombres y apellidos de las personas que realizan el desarrollo de este proyecto de grado, así como el código estudiantil, el programa académico y la dirección de correo electrónico.

Tabla 1 Personas que participan en el proceso

Nombres y Apellidos	Código	Programa académico	e-mail
Miguel Alejandro Centeno Plata	820050	Ingeniería de Sistemas	mcenteno05@upc.edu.co
Roger M. Bernal Samacá	1520218	Ingeniería de Telecomunicaciones	roger-bernal@upc.edu.co

10 RECURSOS DISPONIBLES

A continuación, en la Tabla 2 se presentan los recursos necesarios para el desarrollo de este trabajo de grado, se presenta una clasificación por tipo de recurso, categoría, descripción y costo del ítem presentado.

Tabla 2 Recursos

Recursos				
Tipo	Ítem	Categoría	Descripción	Costo
Académico	Bases de datos académicas	Literatura	Investigación	Sin costo
Académicos	Libros de Consulta	Literatura	Investigación	Sin costo
Tecnológico	Computadores	Hardware	Equipos Portátiles	N/A
Tecnológico	Motor de bases de datos (MySQL SQL)	Software	PostgreSQL	Sin costo
Tecnológico	Analizador de Protocolos (Wireshark)	Software	Software	Sin costo
Tecnológico	O.S. (CentOS 8 o RedHat)	Software	Sistema Operativo	Sin costo
Tecnológico	Infraestructura VoIP Cliente	Recursos (Conexión)	Infraestructura	N/A
Humano	Ingenieros de Telefonía Cooperativos	Humano	Personal de telefonía corporativo	N/A
Humano	Proponentes del proyecto	Humano	Estudiantes	N/A

Nota: Los computadores fueron adquiridos para uso personal y académico por lo tanto este recurso no genera costo al proyecto.

Nota: N/A: No Aplica.

11 CAPÍTULO 1: VOIP EN LA ACTUALIDAD TECNOLOGÍA, ANÁLISIS DE LAS INTERACCIONES ENTRE INFRAESTRUCTURA, PROTOCOLOS DE LA TELEFONÍA IP

El presente capítulo describe un análisis del estado actual de la tecnología para el servicio de telefonía IP corporativa, su posición en el mercado, la tendencia de la tecnología, la infraestructura que se requiere para desplegar el servicio de telefonía IP corporativa y los protocolos que actualmente operan en la telefonía IP.

Este capítulo se encuentra estructurado de la siguiente forma: En la sección 11.1 (VoIP en la actualidad, tendencias y tecnología), se presenta una descripción general del mercado actual de VoIP, sus tendencias y tecnología VoIP. En la sección 11.2 (INFRAESTRUCTURA VOIP): se describe la arquitectura y equipos requeridos para el servicio de telefonía IP corporativa, así como los puntos de vista de calidad de servicio. Finalmente, en la sección 11.3 (Protocolos de la telefonía IP) se mencionan y describen los diferentes protocolos desarrollados para el funcionamiento del servicio de telefonía IP.

11.1 VOIP EN LA ACTUALIDAD, TENDENCIAS Y TECNOLOGÍA:

En el año 2018 según el informe de global market insights¹⁸ el mercado de VoIP incremento su tamaño superando los 20 billones de dólares y se estima que crecerá a una tasa compuesta del 12% entre los años 2019 y 2025; Dado que la tecnología admite comunicaciones de voz y video a través de Internet, las empresas están utilizando ampliamente estas soluciones para permitir un alto rendimiento comercial a través de servicios de llamadas más confiables, enrutables y mantenimiento reducido. Otro factor que conduce a la demanda del mercado de VoIP es la tendencia creciente de movilidad de la fuerza laboral. Al implementar soluciones de VoIP, las empresas pueden mejorar la comunicación y la colaboración entre los empleados y los usuarios remotos para aumentar la productividad empresarial. Además, las empresas se están dando cuenta de los beneficios de los servicios convergentes de voz y datos para mejorar su rendimiento. Se espera que la convergencia de servicios de comunicaciones unificadas y VoIP empresarial para permitir el chat en vivo, las videoconferencias y otras capacidades de llamadas impulsen el valor de mercado de VoIP.

¹⁸ 'VoIP Market Size Forecast 2019-2025 | Industry Share Analysis Report' <<https://www.gminsights.com/industry-analysis/voice-over-internet-protocol-voip-market>> [accessed 28 October 2020].

Para conocer el funcionamiento de la telefonía IP es importante conocer los dispositivos que en esta intervienen, así como la infraestructura en concordancia con el problema de investigación que se está abordando en esta tesis.

11.2 PROTOCOLOS DE LA TELEFONÍA IP

En la presente sección se muestran algunos de los protocolos existentes en la telefonía IP, una breve descripción y una tabla comparativa entre SIP y H.323.

De acuerdo con B. Goode, "Voice over Internet protocol (VoIP)"¹⁹ algunos de los protocolos de empleados para la señalización de telefonía IP H.323, SIP, MGCP, Megaco/H.248 y para el audio o medios se emplea RTP, SRTP.

En concordancia con Sataloff, Johns, and Kost Ibid,p.15 H.323 es un conjunto de protocolos que intenta cubrir todos los aspectos de las comunicaciones IP esto hace que H.323 sea un poco más complejo que SIP. Otra diferencia importante es que mientras SIP coloca la inteligencia en los puntos finales de una comunicación, H.323 difunde la inteligencia en muchas partes de la red. Aunque H.323 fue el primero en aparecer, SIP se ha hecho cada vez más popular y puede considerarse el estándar dominante para el servicio de telefonía IP. Esto se debe a su naturaleza más simple, pero también a que varias organizaciones de estandarización como IETF, ETSI, 3GPP adoptan SIP como el protocolo de elección para las redes de próxima generación NGN (cableadas e inalámbricas). De acuerdo con Edwin E Mier and Martin Milner en ²⁰, la mayoría de los principales proveedores de VoIP empresarial eligen integrar SIP en sus productos. Debido a que la tendencia del mercado según, Ibid., p para el servicio de telefonía IP está orientada en el protocolo SIP (Session Initiation Protocol) como protocolo de comunicación en VoIP. Por tanto, este proyecto de grado está centrado en SIP como protocolo objeto de monitoreo por la herramienta propuesta.

A continuación, en Tabla 3 Breve comparación entre SIP - H.323 se presenta una breve comparativa entre los protocolos SIP y H.323 realizada por Konstantinos Fysarakis Ibid, p.26.

¹⁹ Gary S. Miliefsky, 'Securing Voice Over Internet Protocol (VoIP)', *Hakin9 Practical Protection*, 90.9 (2010), 51 <<http://hakin9.org/>>.

²⁰ Edwin E Mier and Martin Milner, 'SIP : Gaining Momentum', June, 2006.

Tabla 3 Breve comparación entre SIP - H.323

Característica	SIP	H.323
Arquitectura	Cubre solo los servicios básicos, como la señalización de llamadas básicas, la ubicación del usuario y el registro.	Cubre muchos servicios como intercambio de capacidad, control de conferencias, señalización básica y registro.
Formato de mensaje	Basado en texto, resulta en más ancho de banda, sobrecarga y es fácil de extender y depurar.	Binario en formato ANSI.1, da problemas con los firewalls.
Direccionamiento	Identificador similar al correo electrónico para cada usuario.	Una dirección para cada entidad física.
Complejidad	Baja complejidad.	Complejidad alta, debido a la gran cantidad de protocolos en la pila de protocolos h.323.
Escalabilidad	Bueno: diseñado para redes de área amplia (WAN).	Deficiente, ya que se diseñó inicialmente para LAN.
Seguridad	Se autentica a través de mecanismos HTTP y puede utilizar cualquier característica de seguridad HTTP en la capa de transporte.	Utiliza los perfiles de seguridad definidos en H.235.
Transporte de Medios	RTP/RTCP, SRTP	RTP/RTCP, SRTP

11.3 INFRAESTRUCTURA Y TECNOLOGÍAS VOIP

La infraestructura de VoIP se compone de puntos finales (teléfonos), nodos de control, nodos de puerta de enlace y la red basada en IP. La red IP puede utilizar varios medios, incluidos Ethernet, fibra e inalámbricos. El sistema VoIP interactúa con teléfonos VoIP locales y remotos utilizando la intranet e Internet, así como con los teléfonos conectados a la red telefónica pública conmutada (PSTN) a través de pasarelas. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se representa una configuración simple de una arquitectura VoIP. En la telefonía IP actualmente hay dos protocolos fundamentales que componen una infraestructura en H.323 y SIP como se pudo mencionar en la sección 11.2 Protocolos de la telefonía IP.

Durante el desarrollo de esta sección se describirá el diseño de la arquitectura básica de una red de telefonía IP y con la descripción de los equipos que conforman la red de telefonía.

Esta tecnología de comunicación diseñada para operar sobre el protocolo IP. Un sistema VoIP está compuesta por protocolos y dispositivos que intervienen en los enlaces de la comunicación, así como el software, que actúa como una central PBX IP, y dispositivos como routers, switches, y media gateways.

La telefonía IP no usa circuitos físicos para las conversaciones, sino que envía múltiples conversaciones a través del mismo canal (enlaces) codificadas en paquetes y en flujos independientes. La voz sobre IP convierte la voz en paquetes de datos comprimidos que son enviados a través de las redes de comunicación de líneas telefónicas. Estas señales de voz se encapsulan en paquetes IP que pueden transportarse.

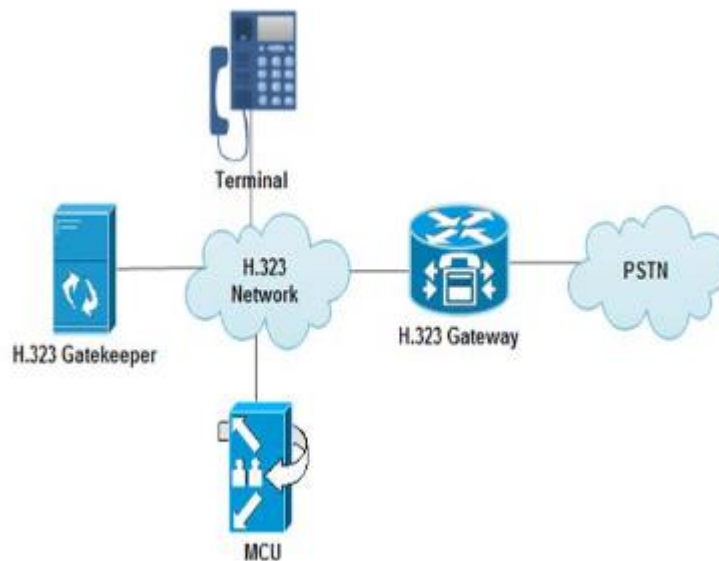
La red de VoIP funciona digitalizando la voz en paquetes de datos, enviándola a través de la red y reconvirtiéndola a voz en el destino. El proceso comienza con la señal análoga del teléfono que es digitalizada en señales PCM (pulse code modulation) por medio del codificador/decodificador de voz (códec). Los PCM son pasados al algoritmo de compresión, el cual comprime la voz y la fracciona en paquetes que pueden ser transmitidos a través de la red. En el otro extremo de la llamada se realizan los mismos pasos, pero en un orden inverso.

Infraestructura H.323

De acuerdo con A. Khiat, M. El Khaili, J. Bakkoury and A. Bahnasse²¹, una arquitectura H.323 es un conjunto de terminales, pasarelas y puentes de conferencia (unidad de control multipunto, MCU) gestionados por el mismo controlador de acceso (Gatekeeper), así como se muestra en la Ilustración 3.

²¹ Azeddine Khiat and others, 'Study and Evaluation of Voice over IP Signaling Protocols Performances on MIPv6 Protocol in Mobile 802.11 Network: SIP and H.323', *2017 International Symposium on Networks, Computers and Communications, ISNCC 2017*, 2017 <<https://doi.org/10.1109/ISNCC.2017.8072037>>.

Ilustración 3 Infraestructura H.323 Ibid., p.28



Terminal: es un equipo de usuario, puede ser un PC o un teléfono IP, que admite un códec de audio y un códec de video.

Gateway H.323 o Puerta de enlace H.323: es un equipo de red que proporciona comunicaciones entre equipos H.323 y otros terminales de la Red de Telefonía Pública Conmutada "PSTN".

Gatekeeper H.323: este equipo permite la interpretación o traducción de un número de teléfono en una dirección IP, la gestión de permisos al permitir o no una llamada y limitar el ancho de banda para ciertos usuarios si es necesario.

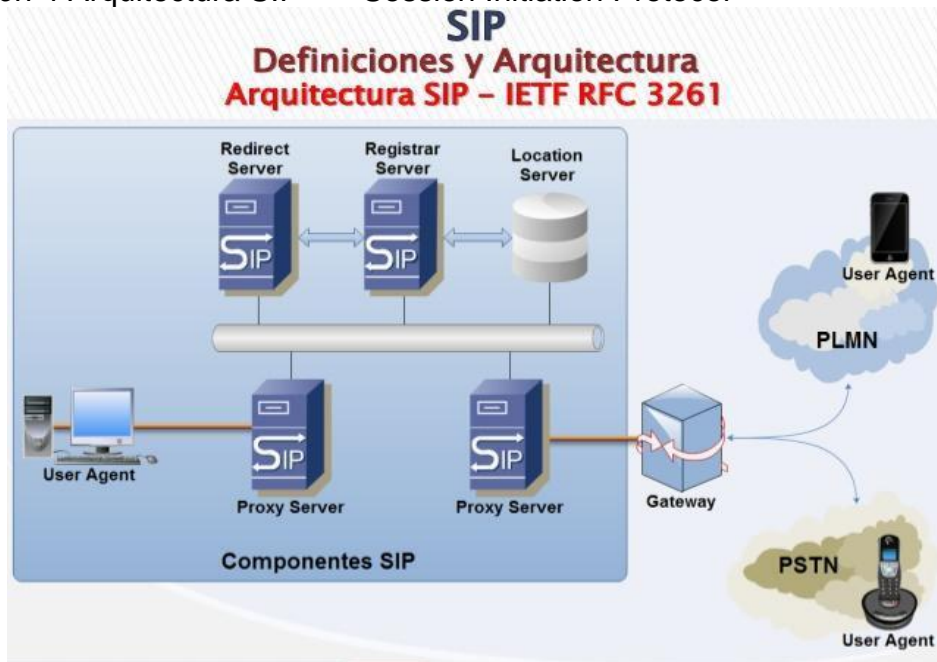
MCU: (Unidad Central Multipunto) es un terminal que admite conferencias entre tres o más participantes.

Infraestructura SIP:

Al igual que en H.323, SIP requiere de diferentes componentes tecnológicos para su funcionamiento, dispositivos cliente y servidor, además de los gateways de medios que procesan los recursos de voz DSP y cumplen el mismo funcionamiento que en H.323.

En la Ilustración 4 se presenta un diagrama general de la infraestructura e interacciones de los componentes requeridos para VoIP con protocolo SIP.

Ilustración 4 Arquitectura SIP²² - Session Initiation Protocol



User Agent Client (UAC): Es una entidad lógica que crea una nueva solicitud y luego utiliza la maquinaria de estado de transacción del cliente para enviarla. El rol de UAC dura solo mientras dure esa transacción.

User Agent Server (UAS): Es una entidad lógica que genera una respuesta a una solicitud SIP. La respuesta acepta, rechaza o redirige la solicitud durante toda la transacción.

²² Mendioroz Fernando, 'Telefonía IP (SIP, Diameter, RTP/RTCP)', 2015 <<https://es.slideshare.net/fernandomendioroz/telefona-ip-sip-diameter-rtp-rtcp>> [accessed 7 April 2021].

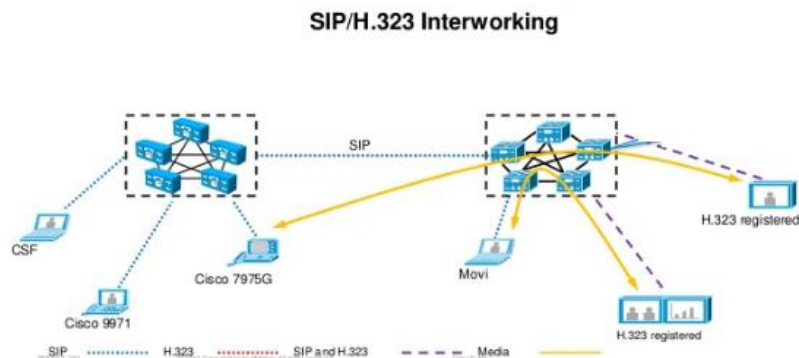
Proxy Server: Es una entidad intermediaria que actúa como servidor y como cliente con el fin de realizar solicitudes en nombre de otros clientes. Un servidor proxy desempeña principalmente la función de enrutamiento. Su trabajo es garantizar que una solicitud se transmita a otra entidad "más cercana" al usuario objetivo y también es útil para hacer cumplir varias políticas. Los servidores proxy pueden tener estado o sin estado. Los proxies con estado mantienen cualquier estado relativo a la llamada y todas las transacciones involucradas en la llamada. El proxy sin estado no guarda tal información. Simplemente elige el destino del siguiente salto para un mensaje SIP entrante utilizando la información del encabezado.

Redirect Server: Es un servidor que genera respuestas 3xx a las solicitudes que recibe, lo que indica al cliente que se comunique con un URI alternativo.

Registrar Server: Es un servidor que acepta solicitudes de registro y coloca la información que recibe en esas solicitudes en el servicio de ubicación del dominio que maneja.

En la Ilustración 5 se muestra un diagrama general de los componentes de una infraestructura para el servicio de telefonía IP en SIP y H.323 junto con sus respectivas interacciones entre sí en conjunto con redes de telefonía pública conmutada (PSTN), en esta ilustración se puede apreciar como interactúan la señalización, el flujo de medios (RTP) y control de señalización en los equipos gateway.

Ilustración 5 Infraestructura VoIP - Autores

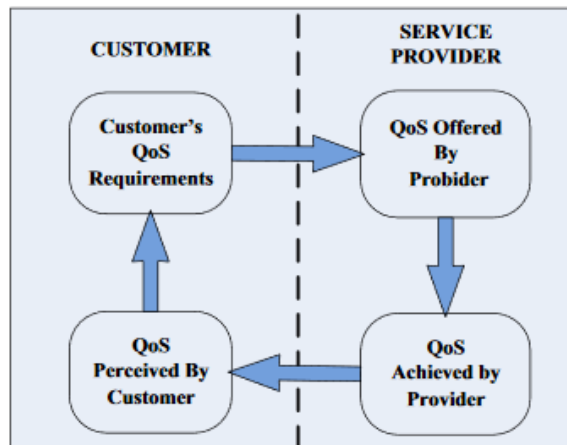


Conociendo las interacciones entre los dispositivos y los protocolos mencionados en la sección 11.2 (Protocolos de la telefonía IP) de VoIP (SIP – H.323) para el servicio de telefonía IP, se puede tener un mejor panorama del objetivo principal del proyecto a desarrollar, esto facilita la comprensión de como entrará la herramienta a interactuar con los diferentes dispositivos y protocolos, pues como se muestra en la ilustración 2 (Arquitectura de VoIP SIP - H.323) los protocolos y elementos pueden operar entre sí en la misma red, ya sea LAN u otra red de datos, teniendo un punto de convergencia entre los protocolos.

En este capítulo se analizaron las tendencias con respecto a diversos artículos científicos, teniendo como resultados que existen diferencias en la infraestructura tecnológica que se requiere para el despliegue del servicio de telefonía IP.

Existen aspectos de calidad de servicio que deben ser considerados tanto por parte de los clientes como por parte de los proveedores de servicio. Para conocer los aspectos de la calidad de servicio QoS en el servicio de telefonía IP y en concordancia con el artículo de los autores Weiwei Zhang, Yongyu Chang, Yitong Liu, Yuan Tian²³, existen cuatro puntos de vista de calidad de servicio QoS, divididos en puntos de vista del cliente y puntos de vista del proveedor de servicio de acuerdo con la Ilustración 6 Ilustración 6.

Ilustración 6 Puntos de vista de QoS Ibid., p.33



²³ Weiwei Zhang and others, 'Perceived QoS Assessment for Voip Networks', *International Conference on Communication Technology Proceedings, ICCT, 2013, 707-11* <<https://doi.org/10.1109/ICCT.2013.6820466>>.

A continuación, se definen cada uno de puntos de vista de la calidad de servicio de acuerdo con la Ilustración 6.

Calidad de servicio del cliente: establece el nivel de calidad requerido de un servicio. Puede estar expresado en lenguaje no técnico. Al cliente le preocupa la calidad del servicio resultante, no le preocupa ningún aspecto del diseño interno de la red de cómo se proporciona un servicio en particular.

Calidad de servicio ofrecida por el proveedor de servicios: es una declaración del nivel de calidad que se espera que el proveedor de servicios ofrezca al cliente. El nivel de calidad se expresa mediante valores asignados a los parámetros de QoS. El uso principal de este formulario es para la planificación y los acuerdos de nivel de servicio.

Calidad de servicio lograda por el proveedor de servicios: es una declaración del nivel de calidad realmente alcanzado y entregado al cliente.

Calidad de servicio percibida por los usuarios o clientes: es una declaración que expresa el nivel de calidad experimentado que "creen" que han experimentado. La QoS percibida se expresa, generalmente en términos de grados de satisfacción y no en términos técnicos. La calidad de servicio percibida se evalúa mediante encuestas a los clientes y a partir de los propios comentarios de los clientes sobre los niveles de servicio. El proveedor de servicios puede utilizar la QoS percibida para determinar la satisfacción del cliente con respecto a la calidad del servicio.

12 CAPÍTULO 2: PROBLEMAS EN UNA RED DE VOIP, MEDICIÓN Y PARÁMETROS ACEPTABLES DE CALIDAD DE SERVICIO QOS EN REDES DE VOZ SOBRE IP

En el presente capítulo se describen los problemas que afectan la calidad del audio en el servicio de telefonía IP, los parámetros de medición y los valores aceptables para cada uno de estos. El presente capítulo se encuentra estructurado de acuerdo con lo descrito en el capítulo anterior "VoIP en la actualidad, análisis de las interacciones entre infraestructura y protocolos del servicio de telefonía IP." Con el fin de llevar a cabo el objetivo de diseño e implementación de una herramienta WEB que permita monitorizar los parámetros de QoS para el servicio de telefonía corporativa bajo esquemas de voz sobre IP (VoIP).

Se considera positivo afirmar que las redes de Voz sobre IP ofrecen un nivel de servicio basado en parámetros y estándares internacionales los cuales deben ser configurados desde un inicio para garantizar la calidad de comunicación. Existen diversos estándares en la comunicación de voz sobre IP, Algunos de estos "abiertos" y otros estándares son de uso exclusivo. Podemos decir que los más usados en la actualidad son h.323 y SIP que en este caso pertenecen a los estándares abiertos. Entendiendo el funcionamiento de VoIP en el hecho de usar una red de conmutación de paquetes, nos indica que el modo de viajar la voz es codificada y fragmentada para generar un flujo de paquetes que van en rutas distintas desde su origen y destino. Esto conlleva a que la información llegue fragmentada o desordenada a su destino, algunos de esto no llegan al destino por la pérdida de paquetes. Debido a esto se establecieron ciertos criterios o requisitos para el tráfico generado en VoIP.

En las diferentes redes de telecomunicaciones dispuestas para el servicio de telefonía que emplea VoIP, existen múltiples factores que afectan la calidad de servicio como el medio de transmisión, hardware, software, protocolos de enrutamiento, ajustes de configuración entre otros.

12.1 PROBLEMAS QUE AFECTAN LAS LLAMADAS DE VOIP

En la implementación de una red para el servicio de telefonía en VoIP, es importante tener en cuenta los factores que afectan la calidad de las llamadas y establecer los parámetros de QoS de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes y la enmienda (ITU-T E470²⁴) para garantizar una excelente calidad en la red de VoIP.

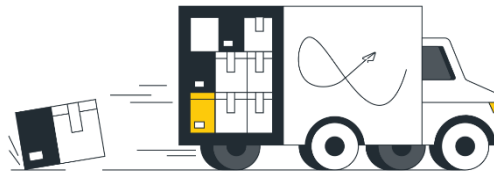
²⁴ UIT-T, 'Recomendación UIT-T E.470', 2005.

Los parámetros para la medición de calidad de servicio QoS son: packet loss, latencia y jitter.

Packet Loss: O pérdida de paquetes es un efecto a menudo vinculado a la congestión en la red o la mala calidad del enlace. Por otra parte, las comunicaciones en tiempo real están basadas en el protocolo RTP-UDP, debido a que este protocolo no está orientado a conexión y si se produce una pérdida de paquetes estos no se reenvían.

La pérdida de paquetes máxima admitida para que no se degrade la comunicación debe ser inferior al 1 %. Sin embargo, es bastante dependiente del códec que se utiliza. Cuanto mayor sea la compresión del códec, mayor es el efecto de la pérdida de paquetes. En la Ilustración 7 se representa de manera gráfica como es pérdida de paquetes en una red de datos.

Ilustración 7 Pérdida de Paquetes²⁵

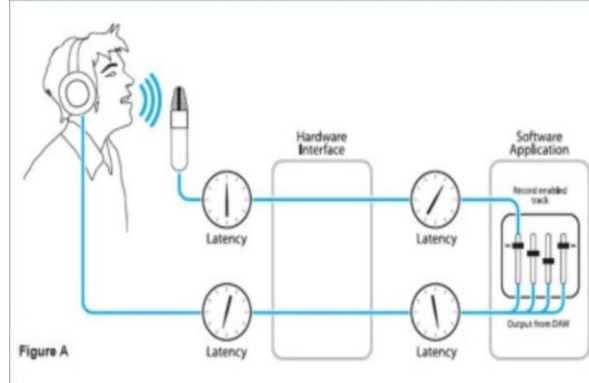


Latencia: Según la UIT G.114²⁶, se define como efecto del retardo de extremo a extremo en un sentido. Es decir el tiempo que necesita la voz para viajar desde el micrófono de un teléfono al auricular del teléfono remoto y es la suma del retardo que introduce el códec usado, el jitter y el trayecto utilizado para transportar los paquetes a través de la red. Los efectos causados por el retardo incluyen el eco. En la Ilustración 8 se evidencia de manera gráfica un ejemplo del tiempo que tarda la voz en viajar de su origen al destino.

²⁵ 'With the Issues Packet Loss Can Create on the WAN, Mitigation Is a Priority | Cato Networks' <<https://www.catonetworks.com/blog/with-the-issues-packet-loss-can-create-on-the-wan-mitigation-is-a-priority/>> [accessed 7 April 2021].

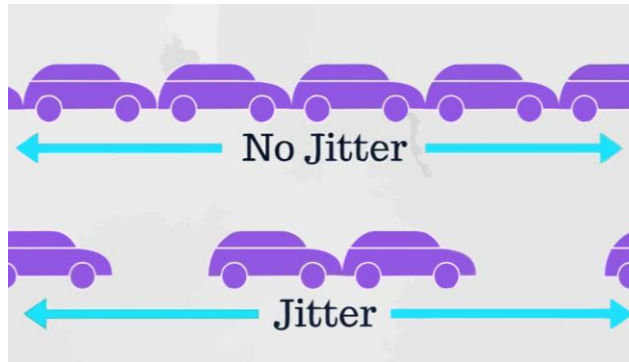
²⁶ ITU, 'Tiempo de Transmisión En Un Sentido, Recomendación UIT-T G.114', *Uit-T*, 2003.

Ilustración 8 Latencia²⁷



Jitter: Es una variación en el tránsito de paquetes causada por los efectos de encolamiento de datos, en la ruta a través de la red. Es probable que ocurran niveles más altos de jitters en enlaces lentos o saturados. Se espera que el uso cada vez mayor de mecanismos de control de "QoS", como las colas basadas en clases, la reserva de ancho de banda y los enlaces de mayor velocidad reducirá la incidencia de los problemas relacionados con el jitter, sin embargo, el jitter seguirá siendo un problema mientras existan estas causales. En la Ilustración 9 se observa un ejemplo gráfico de las características del Jitter.

Ilustración 9 Jitter²⁸



A continuación, se relacionan algunos tipos de Jitter:

- Tipo A - jitter constante. Este es un nivel constante de variación de retardo de paquete a paquete.

²⁷ 'La Latencia de Android y El Problema de Los 10 Milisegundos' <<https://elandroidelibre.lespanol.com/2015/04/sobre-la-latencia-de-android-y-el-problema-de-los-10-milisegundos.html>> [accessed 7 April 2021].

²⁸ 'Quality of Service - QoS' <<https://nextadmin.net/quality-of-service-qos/>> [accessed 7 April 2021].

- Tipo B - jitter transitorio. Se caracteriza por un retraso incremental en el que puede incurrir un solo paquete.
- Tipo C - Retardo a corto plazo. Este se caracteriza por un aumento en la demora para cierto número de paquetes, está acompañado de un aumento en la variación entre paquete a paquete. Este jitter de tipo C se asocia comúnmente con la saturación y los cambios de ruta en la red.

Los requisitos y recomendaciones de QoS para voz según manuales de fabricantes y recomendación de la ITU Ibid., p.36:

- La latencia unidireccional no debe superar los 150 ms.
- La pérdida de paquetes no debe superar el 1%.
- Se requiere un ancho de banda mínimo de 20 a 320 Kbps por llamada.
- El valor de Jitter aceptable de acuerdo con las Recomendaciones de voz (según Oktaviani.J en la RFC 4594²⁹ y Luis Enrique García Reyes en la RFC 3246³⁰), dentro de los cuales se resalta que el tráfico de voz debe ser marcado como (EF) en el DSCP.

Por lo tanto, se puede afirmar que las redes de voz sobre IP ofrecen un nivel de servicio basado en parámetros y estándares internacionales los cuales deben ser configurados desde un inicio para garantizar la calidad de comunicación. Existen diversos estándares en la comunicación de voz sobre IP, Algunos de estos “abiertos” y otros estándares son de uso exclusivo. Podemos decir que los más usados en la actualidad son H.323 y SIP que en este caso pertenecen a los estándares abiertos. Entendiendo el funcionamiento de VoIP en el hecho de usar una red de conmutación de paquetes, nos indica que el modo de viajar la voz es codificada y fragmentada para generar un flujo de paquetes que van en rutas distintas desde su origen hasta su destino. Esto conlleva a que la información llegue fragmentada o desordenada a su destino, algunos de estos no llegan al destino por la pérdida de paquetes. Debido a esto se establecieron criterios o requisitos para el tráfico generado en VoIP.

²⁹ Wolfgang A. Gumzej, Roman. Halang, *Real-Time Systems' Quality of Service, Sereal Untuk*, 2018, LI.

³⁰ Luis Enrique García Reyes, 'RFC 3246 An Expedited Forwarding PHB (Per-Hop Behavior) Status', *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53.9 (2013), 1689–99.

12.2 FACTORES PARA TENER EN CUENTA EN LA MEDICIÓN Y PREVENCIÓN EN LA DEGRADACIÓN DEL AUDIO EN UNA LLAMADA DE VOIP

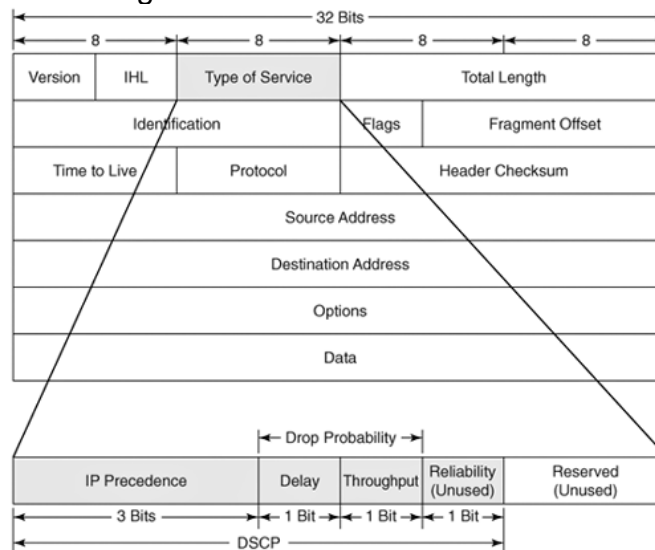
12.2.1 TOS (Type of Services)

El tipo de servicio (ToS) es un conjunto abstracto o generalizado de parámetros que caracterizan las opciones de servicio que se brindan en las redes que componen internet. El tipo de servicio es usado para indicar la calidad del servicio deseado Ibid.

De acuerdo con la RFC 791 Ibid., Internet en sí no tiene conocimiento directo de cómo optimizar la ruta para una aplicación o usuario en particular, el protocolo IP proporciona una facilidad (bastante limitada) para que los protocolos de capa superior transmitan pistas a la capa de Internet sobre cómo deberían hacerse para el paquete en particular.

En Ilustración 10 se muestra la estructura de un datagrama IP; en donde el ToS se encuentra en el encabezado y tiene un tamaño de 8 bits:

Ilustración 10 TOS en Datagrama IP³¹



³¹ 'DSCP/ToS or Differentiated Services' <<https://thefreecountry.wordpress.com/2018/09/27/how-to-detect-ssh-or-scp-is-using/>> [accessed 7 April 2021].

El campo TOS ahora es utilizado por servicios diferenciados y se llama Punto de Código de Servicios Diferenciados (DSCP)

12.2.2 DSCP

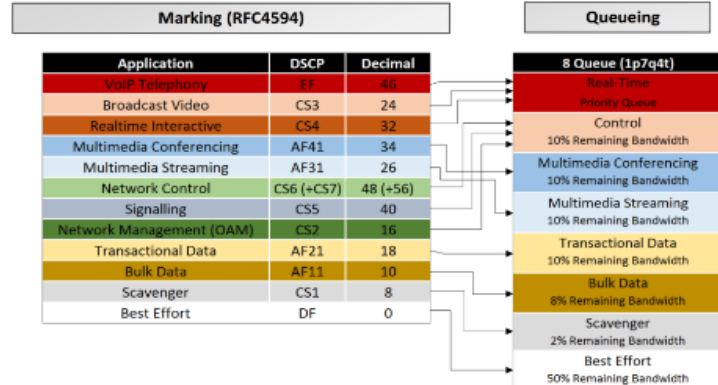
Básicamente DSCP o Diffserv se basa en marcar paquetes IP mediante un código llamado DSCP utilizando el campo ToS de la cabecera IP. Los router y switches de la red pueden leer el campo DSCP y priorizan el tráfico indicado mediante técnicas de encolado del tráfico.

Los servicios diferenciados (DiffServ) es un modelo en el que el tráfico es tratado por sistemas intermedios con prioridades relativas basadas en el campo de tipo de servicios (ToS). Definido en la norma RFC 2474 el estándar reemplaza la especificación original para definir la prioridad de paquetes descrita en la norma RFC 791. el DSCP o DiffServ aumenta el número de niveles de prioridad definibles reasignando bits de un paquete IP para el marcado de prioridad.

La arquitectura DSCP define el campo DiffServ (DS), que reemplaza al campo ToS sobre la clasificación de paquetes y las funciones de acondicionamiento del tráfico, como medición, marcado, modelado y vigilancia. Es responsabilidad del vendedor la configuración de este, por ejemplo, Cisco Systems, Inc. implementa técnicas en la precedencia IP o el valor DSCP en el encabezado IP de un paquete. Según la precedencia de DSCP o IP, el tráfico se puede colocar en una clase de servicio en particular. Los paquetes dentro de una clase de servicio se tratan de la misma manera³² En la Ilustración 11 se evidencia como debe ir marcado el campo DSCP en los paquetes de VoIP.

³² Components Used, 'Implementing Quality of Service Policies with DSCP [QoS Packet Marking] - Cisco Systems', 2010
<http://www.cisco.com/en/US/tech/tk543/tk757/technologies_tech_note09186a00800949f2.shtml>.

Ilustración 11 DSCP³³



12.2.3 MOS (Mean Opinion Score)

El MOS (Mean Opinion Score) o nota media de Opinión:

De acuerdo con el artículo publicado en www.voztovoice.org³⁴ El MOS se define como una prueba empleada para la medición de la calidad en redes telefónicas. Es una prueba que consiste en determinadas condiciones del ambiente donde se “encuesta” al usuario acerca de la experiencia en la calidad del audio percibido en el curso de la llamada. En las redes telefónicas de VoIP se emplea mucho el MOS. En las actuales redes de telefonía IP, también se utiliza mucho el MOS para conocer la calidad del audio de las llamadas.

Según la ITU [Recommendation P.800]ibid, p.9 Pueden usarse diversas escalas de evaluación de 5 notas para distintos propósitos. La disposición y el enunciado de las escalas de opinión consideradas por los participantes en los experimentos son muy importantes y deben seguir las normas a las que se ha llegado tras muchos años de experiencia.

Factor R

Un número de usuarios califican la calidad de sonido con respecto a un códec. El MOS es un valor estadístico donde 5 es excelente y 1 es pobre.

R Factor o R Scores es al igual a MOS un valor subjetivo de medición de calidad de las llamadas VoIP.

³³ ‘How to Set the DSCP Flag in Windows and Linux | ITGala.Xyz’ <<https://itgala.xyz/how-to-set-the-dscp-flag-in-windows-and-linux/>> [accessed 7 April 2021].

³⁴ ‘Mean Opinion Score - MOS y Las Llamadas VoIP | VozToVoice’ <<https://www.voztovoice.org/?q=node/806>> [accessed 20 November 2020].

En la Tabla 4 se presenta la escala de deseabilidad con respecto al factor R y la nota media de opinión (MOS)

Tabla 4 Factor R

Escala de "deseabilidad"	R - Factor	MOS
Deseable	94 – 80	4,4 – 4,0
Aceptable	80 – 70	4,0 – 3,6
Mala calidad	70 – 50	3,6 – 2,6
No Recomendable	50 – 0	2,6 – 0

Escala de calidad de escucha:

La magnitud evaluada a partir de las notas (nota media de opinión sobre la calidad de escucha) se representa por el símbolo MOS definido en la recomendación P.800 Ibid., p.9.

A continuación, se presenta la Tabla 5 de medición recomendada por la ITU. Ibid., p39. para la medición de la calidad de la señal vocal.

Tabla 5 Escala de calidad de escucha

Calidad de la señal vocal	Nota
Excelente	5
Buena	4
Regular	3
Mediocre	2
Mala	1

Escala de esfuerzo de escucha:

La denominación de las escalas de opinión de esfuerzo en la escucha es muy importante. Sin ellas el resto de las descripciones pueden provocar graves equívocos.

En la Tabla 6 presentada por la ITU en su recomendación P.800 Ibid., p9 se definen las características a evaluar para el esfuerzo que se requiere para comprender las palabras en la comunicación.

Tabla 6 Escala de esfuerzo de escucha

Esfuerzo necesario para comprender el significado de las frases	Nota
Audición perfecta; ningún esfuerzo	5
Cierta atención es necesaria; ningún esfuerzo apreciable	4
Esfuerzo moderado	3
Esfuerzo considerable	2
Significado incomprensible, aun con el mayor esfuerzo	1

La magnitud evaluada a partir de las notas (nota media de opinión de esfuerzo en la escucha) se representa por el símbolo MOSLE, pero cuando no se dispone de notación con sufijos, se utiliza el símbolo MOSLE Ibid., p.42.

En la medición de la calidad con respecto a la nota media de opinión MOS se pueden medir por medio de encuestas a los usuarios del servicio, sin embargo, para lograr el desarrollo de la herramienta propuesta en este proyecto de grado es importante conocer los parámetros de medición aceptables en el servicio de telefonía IP, los cuales se abordan en el siguiente apartado de este documento.

12.3 PARÁMETROS ACEPTABLES

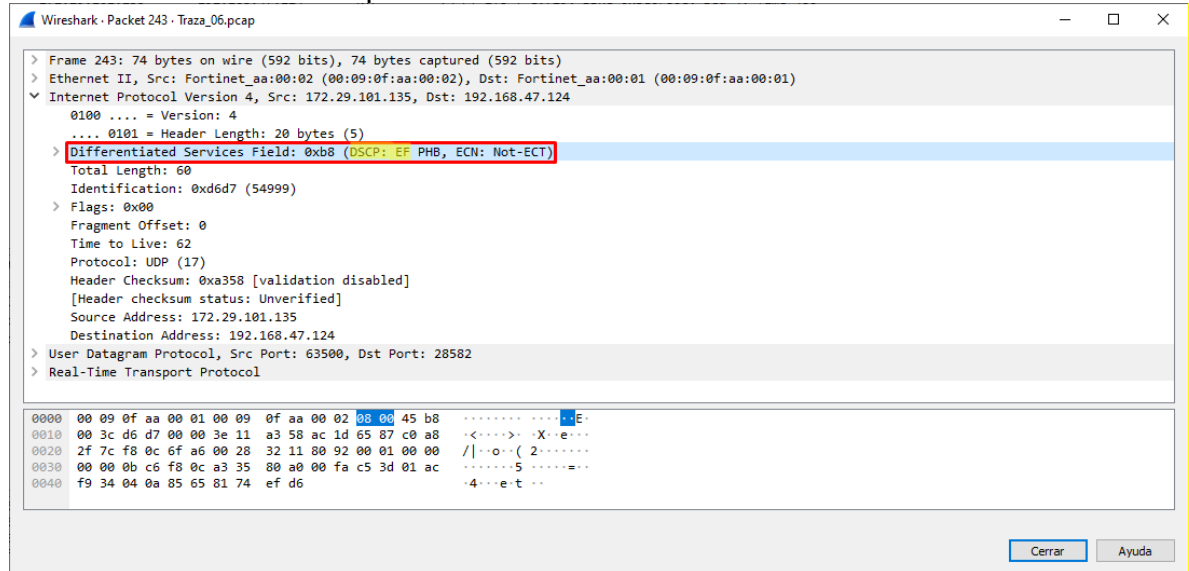
Como resultado de la investigación los parámetros de medición y valores aceptables en el servicio de telefonía se pueden medir o cuantificar el Jitter y los paquetes perdidos (packet loss) en una captura de un analizador de protocolos. En la Tabla 7 se muestran los valores aceptables para una llamada de VoIP, teniendo en cuenta las recomendaciones de la ITU para la implementación del servicio de telefonía IP.

Tabla 7 VoIP - Parámetros de red aceptables

Parámetro de Red	Pobre	Aceptable	Bueno
Jitter	>50ms	20ms - 50ms	0ms - 20ms
Packet Loss	>1.5%	0.5% – 1.5%	0% - 0.5%

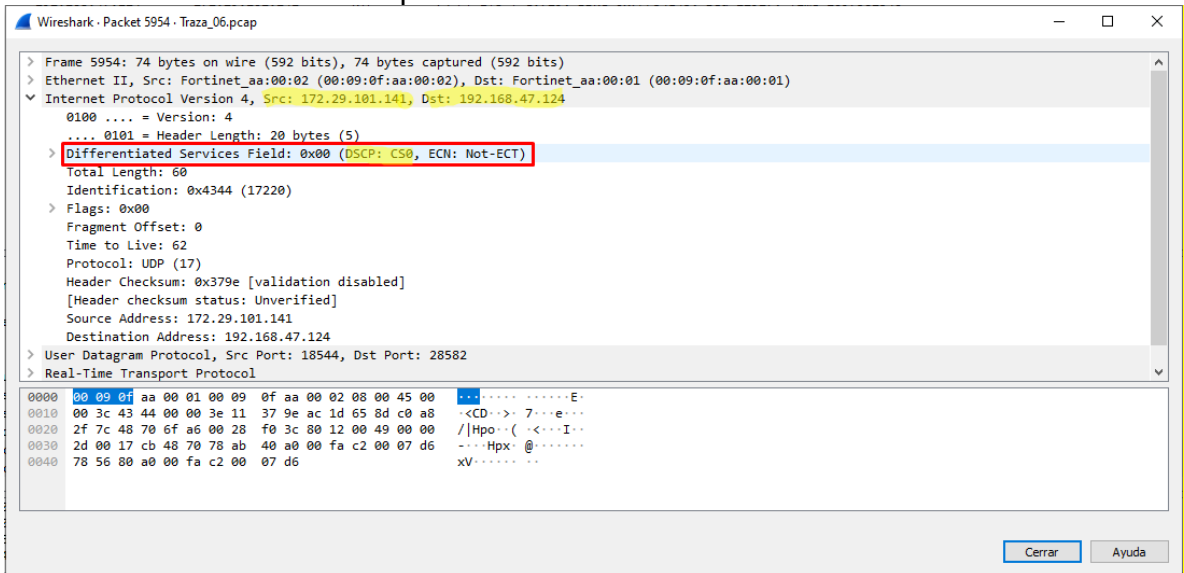
La configuración del DSCP como parte fundamental para que mitigar los problemas de que afectan el servicio de telefonía IP es otro de los parámetros que se pueden analizar en los paquetes de voz (RTP), En la Ilustración 12 del analizador de protocolos wireshark se puede observar un paquete RTP con el correcto DSCP etiquetado con el valor EF.

Ilustración 12- DSCP Etiquetado EF



En la Ilustración 13 se resalta la IP de origen, la IP de destino y el valor del DSCP, de acuerdo con la imagen se aprecia como el valor del campo DSCP del RTP no se envía etiquetado o con una etiqueta diferente de EF como lo indica la ITU en su recomendación P.800 Ibid., p. 39. “Métodos de determinación subjetiva de la calidad de transmisión”.

Ilustración 13 DSCP No Etiquetado CS0



Posterior al análisis en los RTP enviados desde diferentes IP de origen se puede observar que no en todos los gateway de medios u origen de paquetes RTP se etiqueta de manera correcta según la recomendación P.800 de la ITU. Ibid., p. 39., lo que conlleva a ser un parámetro importante en el monitoreo en línea.

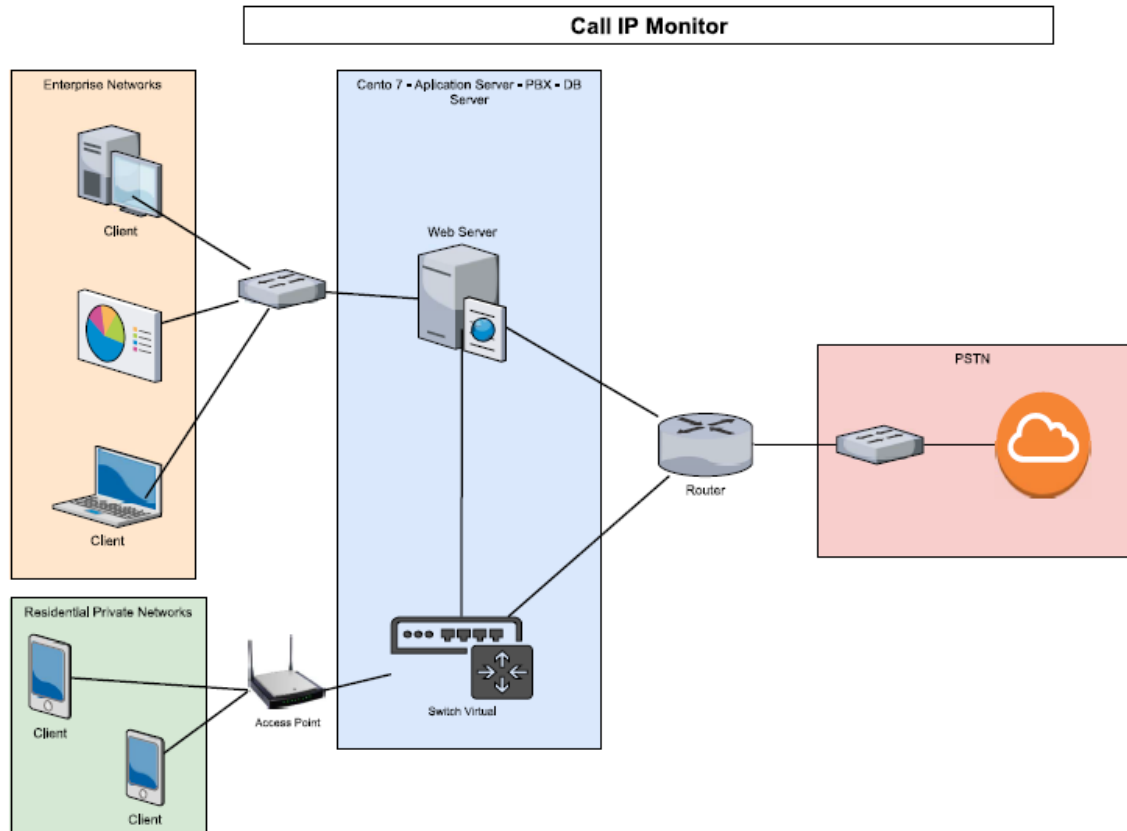
Existen diferentes parámetros que se deben tener en cuenta para la medición de la calidad de servicio. Una vez se logran tener los parámetros de medición en una red de telefonía IP, los dispositivos y arquitectura de VoIP, se pueden establecer valores aceptables en la herramienta a desarrollar, así como los componentes del sistema propuesto para el desarrollo de la herramienta propuesta en este proyecto de grado.

13 CAPÍTULO 3: DISEÑO DE LOS COMPONENTES Y SUBSISTEMAS DE LA HERRAMIENTA WEB PARA MONITORIZACIÓN, ANÁLISIS DE FALLAS Y ALERTAS RESPECTIVAS EN EL SERVICIO DE TELEFONÍA IP.

Este capítulo detalla los diseños previos y arquitectura seguidos para el desarrollo de la herramienta web, implementación y despliegue del sistema propuesto previamente.

Estos diseños previos se hicieron directamente por prototipos creados por los autores de este trabajo de grado, donde el primer paso fue un diseño del prototipo creado en la herramienta Excel y un escenario de pruebas como se muestra en la Ilustración 14, para el diseño del sistema desde este se creó el planteamiento del diseño por subsistemas tal y como muestra la descripción de este capítulo: En la sección 13.1 (Descripción y diseño general del sistema), se presenta una descripción general de los subsistemas creados para el prototipo funcional. En la sección 13.2 (Descripción de los componentes del sistema): se describe cada componente desarrollado para los subsistemas requeridos. En la sección 13.3 (Usuarios) se describe los tipos de usuarios que van a interactuar con el prototipo de la herramienta diseñada. En la sección 13.4 (Requerimientos Funcionales y no funcionales), se presenta los requerimientos necesarios para el funcionamiento del prototipo diseñado. En la sección 13.5 (Diseño de casos de uso) se muestra de manera lógica el funcionamiento y tratamiento de datos del prototipo de la herramienta web diseñada. En la sección 13.6 (Frontend) describe brevemente esta funcionalidad y Finalmente, en la sección 13.7 (Backend) se describen los diferentes métodos usados para el desarrollado del código implementado en el prototipo funcional.

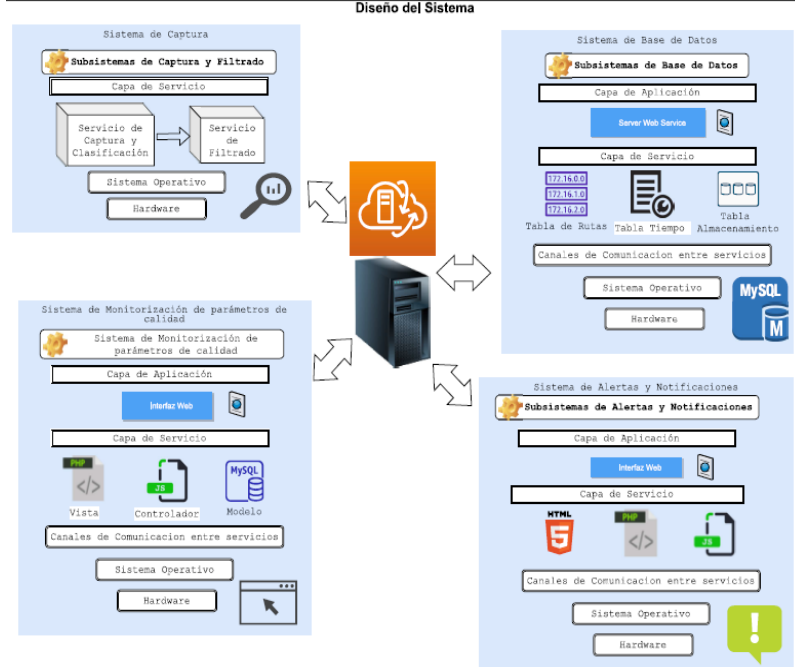
Ilustración 14 Diseño previo del sistema -Autores



13.1 DESCRIPCIÓN Y DISEÑO GENERAL DEL SISTEMA

Para el desarrollo de la herramienta propuesta se ha realizado un diseño por componentes el cual es representado en la Ilustración 15 así como la lógica propuesta en este trabajo de investigación. En este sistema se observa un componente de captura encargado de recolectar el tráfico de una red, utilizando un analizador de protocolos. Después del proceso de captura, el componente de monitorización o lectura de parámetros de calidad y la base de datos la cual son encargados de filtrar los datos que se encuentran en el tráfico de red, lo cual permite modelar la búsqueda de parámetros frente a los protocolos VoIP. Una vez los datos hayan sido filtrados y guardados en la base de datos, estos son llamados desde el mismo componente de monitorización de parámetros el cual implementa la interfaz web permitiendo al usuario monitorear la calidad de llamadas en respecto a los parámetros mínimos del QoS. Finalmente, el componente de alertas y notificaciones el cual es el encargado de mostrar al usuario cuando las llamadas monitoreadas en la red no cumplen con los parámetros mínimos de QoS.

Ilustración 15 Diseño del Sistema



13.2 DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA

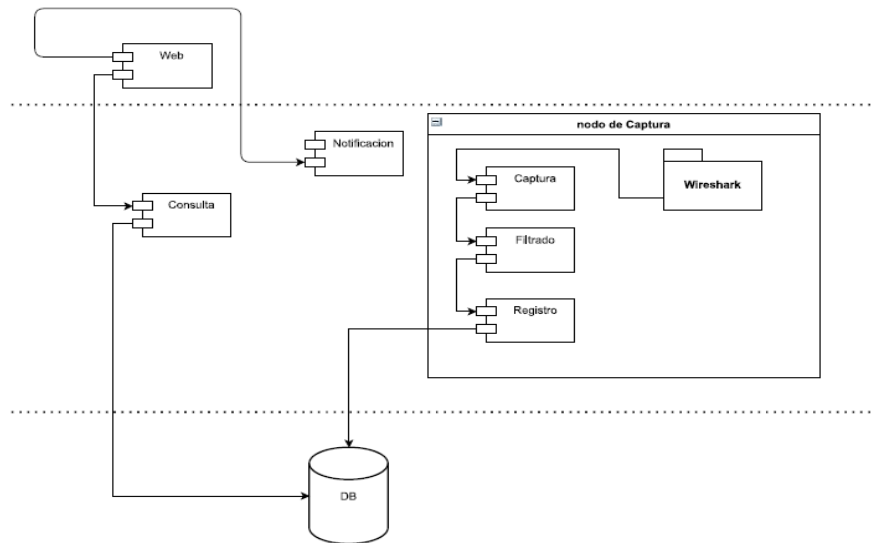
Las conexiones entre estos componentes del sistema se dan gracias al protocolo de internet http, protocolo de red y para salida y entrada de información a la base de datos. Adicional a estos protocolos las conexiones de hardware se dan gracias al sistema operativo dentro de la red emulada.

En la Ilustración 16 se muestra el diagrama de los componentes, a continuación, se describen las características y funciones del servicio web diseñado.

- **Componente web:** Es el encargado de brindar un entorno de control y acceso a la información del sistema para los usuarios mediante una interfaz de red, intranet.
- **Componente notificación:** Se encarga de mostrar una alerta al usuario sobre la información del sistema en los parámetros requeridos para monitorear.

- **Componentes de consulta:** Las estructuras de consulta permitidas por el sistema permiten una eficiencia en los reportes de la herramienta y mejor manejo en las estadísticas del sistema la información para el cliente.
- **Subsistema nodo de captura:** Este subsistema se define con el fin de agrupar como conjunto único de archivos encargados de convertir y guardar la información, para ser leída y registrada en la base de datos.
- **Componentes de filtrado:** Es el componente que permite implementar la lectura de la información capturada y segmentarla para ser enviada a la base de datos.
- **Componentes de registro:** Es necesario la implementación de este componente ya que es la construcción de la base de datos. La cual permite guardar la información de los parámetros escogidos para monitorizar y mostrar en la herramienta web.
- **Subsistema de base de datos:** Siguiendo la arquitectura deseada es la interacción con el sistema y estos componentes serán los más usados para un buen rendimiento y uso de la herramienta.

Ilustración 16 Diagrama de Componentes - Autores

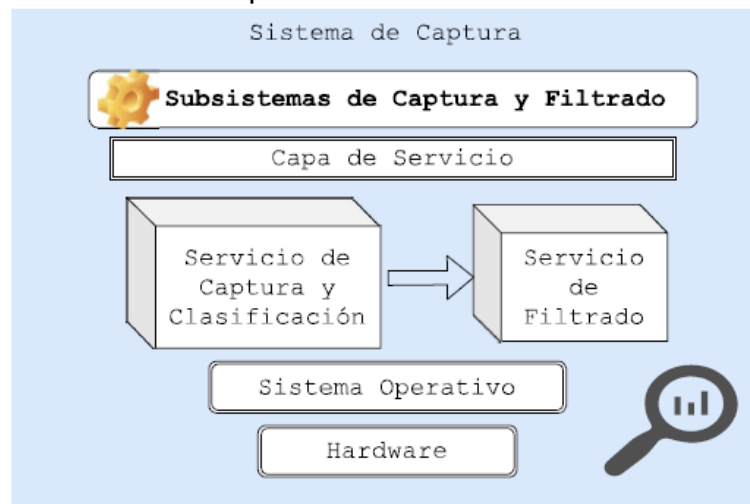


13.2.1 Subsistema de captura

Este subsistema enseñado en la Ilustración 17 comprende la implementación lógica de un software de captura de protocolos, el cual codifica la información necesaria, para la obtención de datos sobre los canales de comunicación del protocolo VoIP en un entorno empresarial. Este subsistema contiene en el servidor instalado, un programa que, por medio de la conexión de red, escucha el todo el tráfico de datos, capturando específicamente los protocolos de funcionamiento de VoIP, de acuerdo con la configuración inicial parametrizada.

El mismo servidor de captura genera un filtrado de los datos, haciendo que la información sea más puntual, y enviado al motor de base de datos, esto para obtener gran eficiencia en la lectura de los datos de este modo ser procesada por el servidor web para su presentación final.

Ilustración 17 Subsistema de captura - Autores



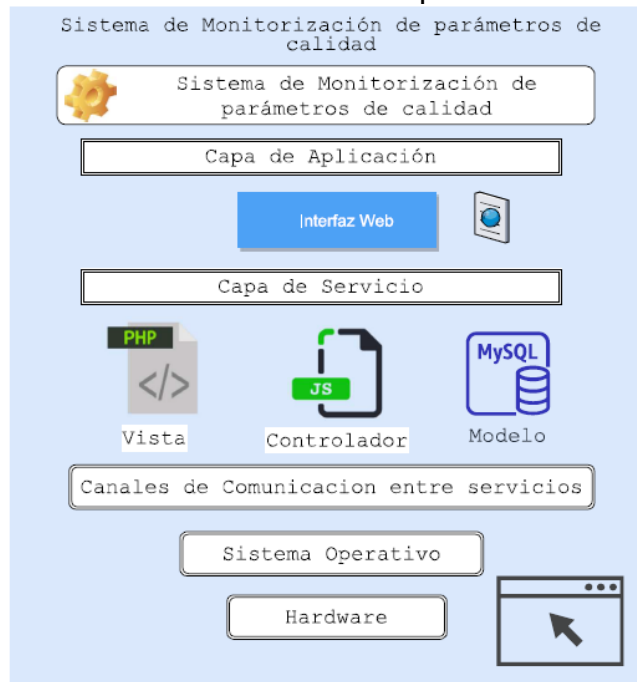
13.2.2 Subsistema de monitorización de parámetros de calidad

En este subsistema como se muestra en la

Ilustración 18 está la implementación lógica del código de programación basado en el modelo MVC el cual permite una mejora distribución en la arquitectura del sistema. Para mostrar la interfaz gráfica sobre los parámetros de calidad en el

servicio de VoIP. Este subsistema contiene en el servidor instalado, unos atributos librerías de PHP, el uso de javascript para la lectura/administración y comunicación de datos y el uso de base de datos para el registro y lectura de los parámetros seleccionados.

Ilustración 18 Subsistema de monitorización de parámetros de calidad - Autores



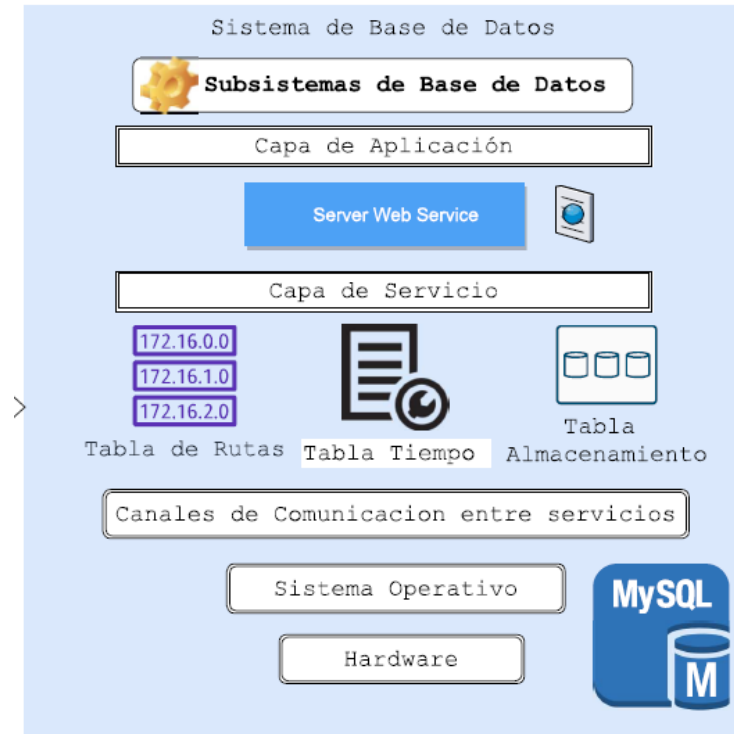
13.2.3 Subsistema de Base de Datos

Este subsistema como se observa en la Ilustración 19 consta de la implementación de una base de datos la cual esta parametrizada para guardar tipos de datos específicos de la captura de información en la red sobre protocolos VoIP.

Este subsistema está ubicado en el servidor instalado, almacena la información en tablas, y estas a su vez adquieren una información segmentada en los parámetros de calidad de VoIP.

Esta misma base de datos, muestra la información para sea más puntual, para la lectura del servicio web, y así ser procesada para su presentación final.

Ilustración 19 Subsistema de base de datos - Autores



13.2.4 Subsistema de alertas y notificaciones

En este subsistema indicado en la Ilustración 20 está la implementación la lógica del código de programación basado en las condicionales que permite mostrar las alertas del sistema. Estas están basadas en las investigaciones realizadas anteriormente y especificadas en los parámetros de DSCP, Jitter y Packet Loss. Para mostrar estas alertas en la interfaz gráfica, este subsistema contiene los requerimientos de uso para mostrar cuando no se cumplen los parámetros mínimos de calidad en VoIP. También el uso de javascript para mantener la constante actualización de los datos leídos sobre la base de datos.

Ilustración 20 Subsistema de alertas y notificaciones - Autores



13.3 USUARIOS.

Los usuarios del sistema se dividen en dos tipos de grupos; humano y hardware.

Grupo Humano.
Administrador de análisis.

Dentro de esta categoría de usuario se especifica que esta herramienta está dirigida a el personal del área IT de una empresa. Con conocimientos mínimos en servicios de telefonía VoIP. En la categoría de los humanos, los usuarios se refieren a las personas que interactúan en la interfaz de monitoreo de la herramienta web. adicional a esto el administrador realizar esta misma tarea y labores de mantenimiento y control del sistema.

Grupos de Hardware
PC de monitoreo
Servidor
Teléfonos IP

El grupo de tipo hardware hacen referencia a el sistema físico configurado, que interactúan sobre los sistemas para capturar, procesar y consultar información.

Nota específica: Para cumplir el escenario diseñado y mencionado en este trabajo de grado se requiere un despliegue por parte del administrador de red en términos de recursos informáticos donde se deben cumplir los requisitos mínimos para la instalación.

13.4 DEFINICIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS FUNCIONALES Y NO FUNCIONALES

En concordancia con la definición de los requerimientos funcionales y no funcionales de José L. Arciniegas, Verónica Fernández, Amparo Hormiga, Aleyda Tulandé, Fernando A. Urbano, y César A. Collazos³⁵. en la presente sección se definen los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema diseñado en este proyecto de grado, los cuales fueron obtenidos y diseñados de acuerdo con la descripción de los subsistemas diseñados en la sección anterior, estos requerimientos funcionales permiten definir el proceso principal de actividades que hace el prototipo de la herramienta web diseñada. así mismo los requerimientos no funcionales describen las necesidades de usabilidad, funcionalidad e interacciones del sistema diseñado como prototipo de herramienta de monitoreo.

13.4.1 Requerimientos Funcionales

Los requerimientos funcionales hacen referencia al comportamiento de la aplicación, con las funcionalidades que la integran. Estos requerimientos funcionales están representados en los diagramas de uso para el usuario presente en el proyecto. Además, se presentan los diagramas de secuencia de cada uno de estos requisitos funcionales.

³⁵ C Ing, Jovani Alberto, and Jiménez Builes, 'Requirement and Analysis Process to Architecture Definition Focusing on Usability for Development of Web Applications', 6.2 (2009).

A continuación, se presentan los requerimientos funcionales para el desarrollo de la herramienta propuesta en este trabajo de grado.

- **Requerimiento_1: Crear módulo de captura:** Este requerimiento describe el funcionamiento del módulo de captura de tráfico de manera constante en el segmento de red de datos de Telefonía.
- **Requerimiento_2. Verificar módulo de captura:** En este requerimiento se verifica el estado y funcionamiento del software de captura Tshark.
- **Requerimiento_3. Verificar datos graficados:** En este Requerimiento se verifica que la página web este cargando los datos de captura del tráfico de la red corporativa.
- **Requerimiento_4. Captura de datos:** En este requerimiento se verifica que la información capturada en la red corporativa se guarde en los archivos con extensión PCAP de tráfico monitoreado.
- **Requerimiento_5. Convierte datos:** Este requerimiento se encarga de convertir los archivos guardados PCAP en la carpeta de captura a un formato legible para la aplicación web y guarda los nuevos archivos JSON en la carpeta de la aplicación web.
- **Requerimiento_6. Filtrar datos específicos:** Este requerimiento se encarga de la lectura de los archivos JSON y filtra la información requerida para el análisis de los paquetes de VoIP allí contenidos.
- **Requerimiento_7. Registra datos BD:** Este Requerimiento se encarga de registrar/guardar la información encontrada en los archivos JSON sobre la captura de datos en la red corporativa.
- **Requerimiento_8. Graficar datos:** Este requerimiento se encarga de verificar la información registrada en la base de datos para graficarla en la aplicación web.
- **Requerimiento_9. Mostrar notificación:** Este requerimiento se encarga de comparar los datos guardados en la base de datos y mostrar una alerta si los datos de captura no cumplen con los parámetros de QoS.

13.4.2 Requerimientos No Funcionales

Los requerimientos no funcionales describen las características especiales que definen un sistema de acuerdo con la necesidad, se definen factores muy importantes para la implementación que se diseña como monitoreo de parámetros de VoIP, para la captura de datos y tecnología de comunicación.

- **Usabilidad:** para el uso de la herramienta e información es necesario mostrar una interfaz amigable para los usuarios, ya que sin esta característica principal es posible volver a las herramientas de pago para validar los parámetros de VoIP.
- **Confiabilidad:** La información capturada de la red de datos debe ser confiable y coherente para la construcción de información clara y precisa en la base de datos, teniendo en cuenta un margen de error por la dimensión del despliegue.
- **Disponibilidad:** El sistema debe tener una disponibilidad en operación basada en el funcionamiento del tráfico de red ya que en este es donde se realiza la obtención de datos esperada.
- **Eficiencia:** Una solución óptima para la captura de información en la red, tiene procesos que deben ser claros en su lógica, es decir que el sistema debe ser configurado con los parámetros mínimos, sobre un hardware y software especial que cumplan con las tareas específicas.

13.5 DISEÑO Y CASOS DE USO

El Prototipo que se presenta en este documento es la implementación de un portal WEB para monitoreo de parámetros de QoS Basados en el Protocolo VoIP.

El Portal Web se obtendrá como resultado de este proyecto tiene como objeto facilitar la lectura de los datos que pasan a través del tráfico de red y que están enfocados al protocolo VoIP, dentro de este tráfico viajan los parámetros que permiten identificar el QoS en un entorno empresarial, estos previamente escogidos

en el capítulo dos de esta investigación (Jitter, Packet Loss, DSCP) Este portal web estará en funcionamiento únicamente para los administradores o personal de tecnología de la empresa.

Este Prototipo no necesitará de un usuario administrador de contenido, ya que este se actualiza automáticamente, por medio del tráfico obtenido desde el subsistema de captura, y a su vez la información es guardada en base de datos configurada por medio del subsistema de Base de datos.

Por otro lado, el portal ayudara a identificar cuando las llamadas no estén cumpliendo con los parámetros de QoS escogidos dentro de esta investigación. Esta información estará dividida en dos partes: por un lado, una tabla que describe los principales datos de una llamada (IP de origen y destino, ID's de llamada, Códecs utilizados, Extensiones de conexión y por último y más importante Packet Loss, Jitter y DSCP), y por otro lado la información dinámica, referente número de llamadas actuales, comparado con número de llamadas con alertas de QoS.

A continuación, en la Tabla 8 se describe los actores que hacen uso del sistema de captura de información en la red por medio de los casos de uso.

Tabla 8 Descripción actores del sistema - Autores

Componente	Actor	Perfil
Sistema General	Administrador de Análisis	Responsable de la lectura de datos y parámetros mostrados por la herramienta. Verifica el estado del Software de captura
	Administrador del Sistema	Responsable de la administración de la plataforma, ejecuta los procesos funcionales de la herramienta.

En la Tabla 9 se referencian los casos de uso del sistema, con su respectivo actor. Estos casos de uso se presentan con mayor detalle en el anexo A de este trabajo de grado.

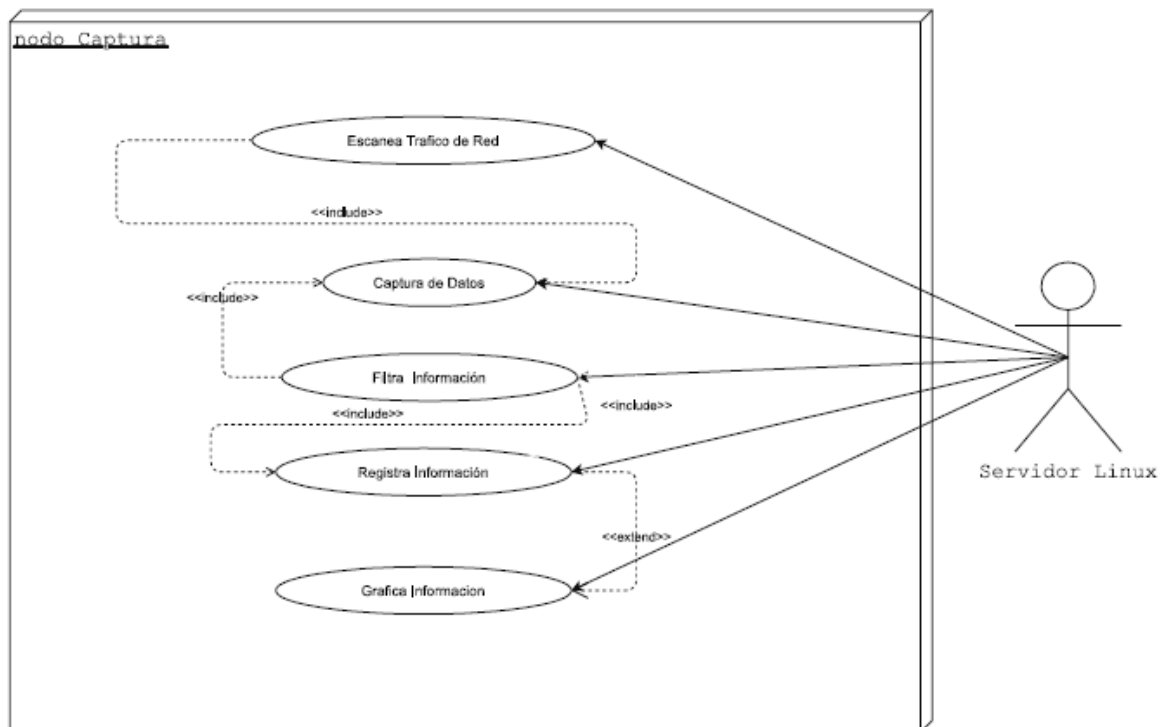
Tabla 9 Lista casos de uso

ID	Descripción	Actor
CU-001	Crear módulo de captura	Administrador de Análisis
CU-002	Verificar módulo de captura	Administrador de Análisis
CU-003	Verificar datos graficados	Administrador de Análisis
CU-004	Captura de datos	Administrador del Sistema
CU-005	Convierte datos	Administrador del Sistema
CU-006	Filtrar datos específicos	Administrador del Sistema
CU-007	Registra datos BD	Administrador del Sistema
CU-008	Graficar datos	Administrador del Sistema
CU-009	Mostrar notificación	Administrador del Sistema

13.5.1 Casos de uso nodo captura

En la Ilustración 21 se representa el caso de uso del nodo de captura los procesos que tiene el prototipo de la herramienta desarrollada y que están configurados el subsistema de captura de información, los cuales permiten procesar la información para ser mostrada al usuario final.

Ilustración 21 Casos de uso nodo captura - Autores

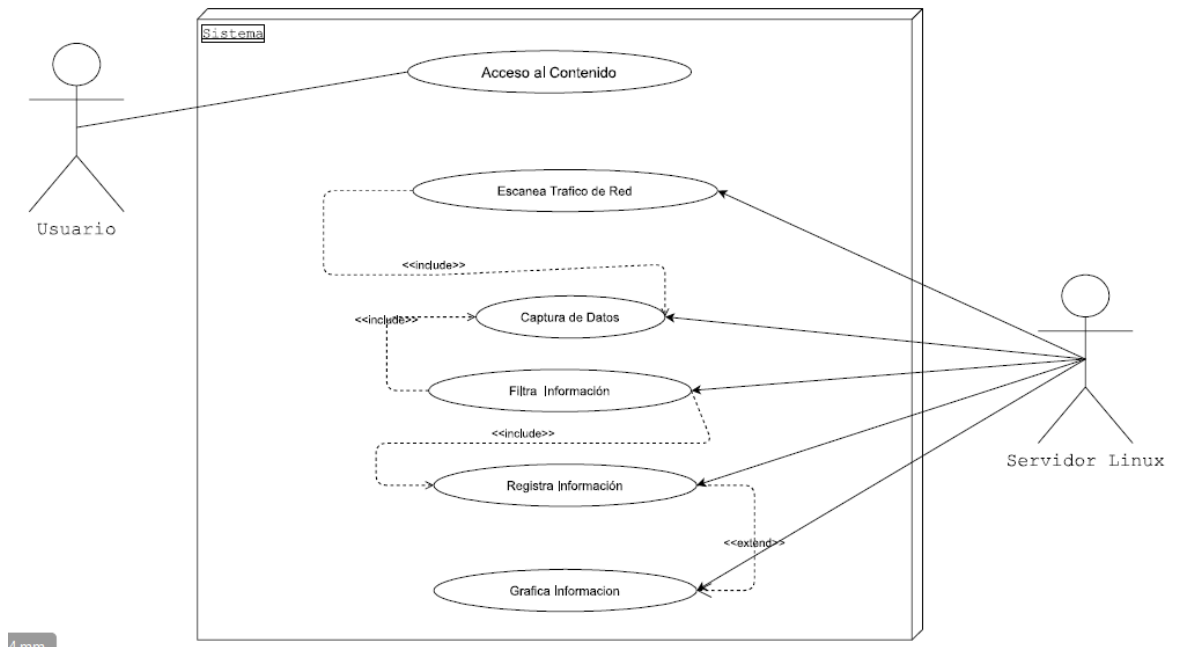


13.5.2 Casos de Uso del Sistema

Estos usuarios son los que inician la captura de información y generan información por medio de procesos del sistema. Estos procesos dependen del flujo de datos del sistema para después entregarlos en información gráfica, estos flujos se observan de forma general en la imagen.

En la Ilustración 22, se observa de forma general, el sistema inicia el momento de la captura de la información y finaliza, respondiendo a las peticiones de consulta hechas por el mismo usuario.

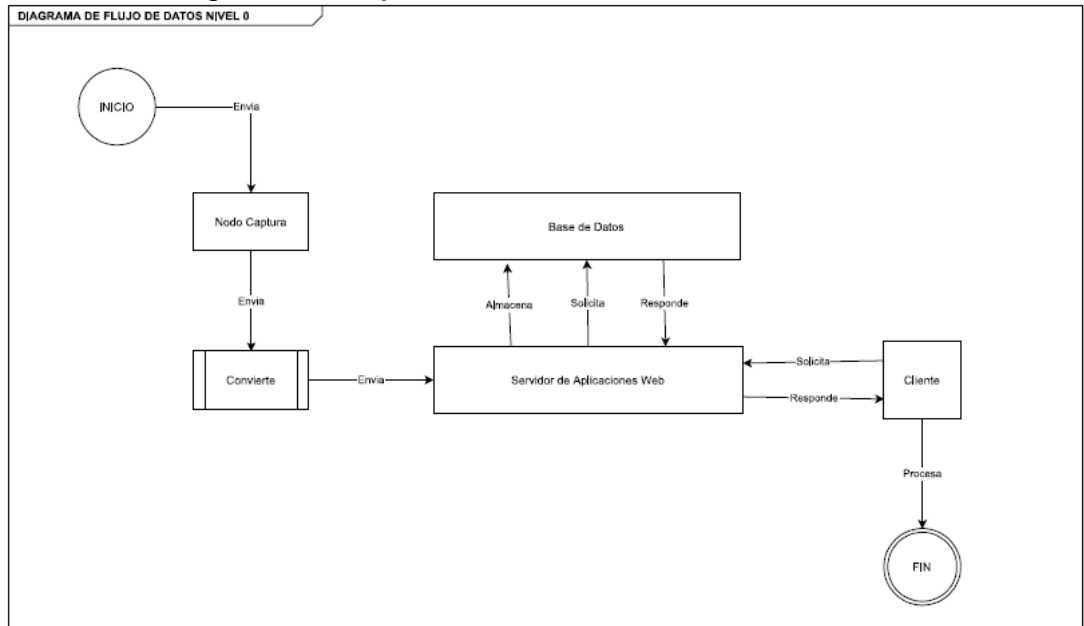
Ilustración 22 Casos de uso del sistema - Autores



- **DIAGRAMA DE FLUJO DE DATOS NIVEL 0**

En la Ilustración 23 se aprecia en detalle la actividad del flujo de datos desde el nodo captura, para ser leídos y procesados en el módulo convertir en información entendible por el usuario a manera general en la interfaz web.

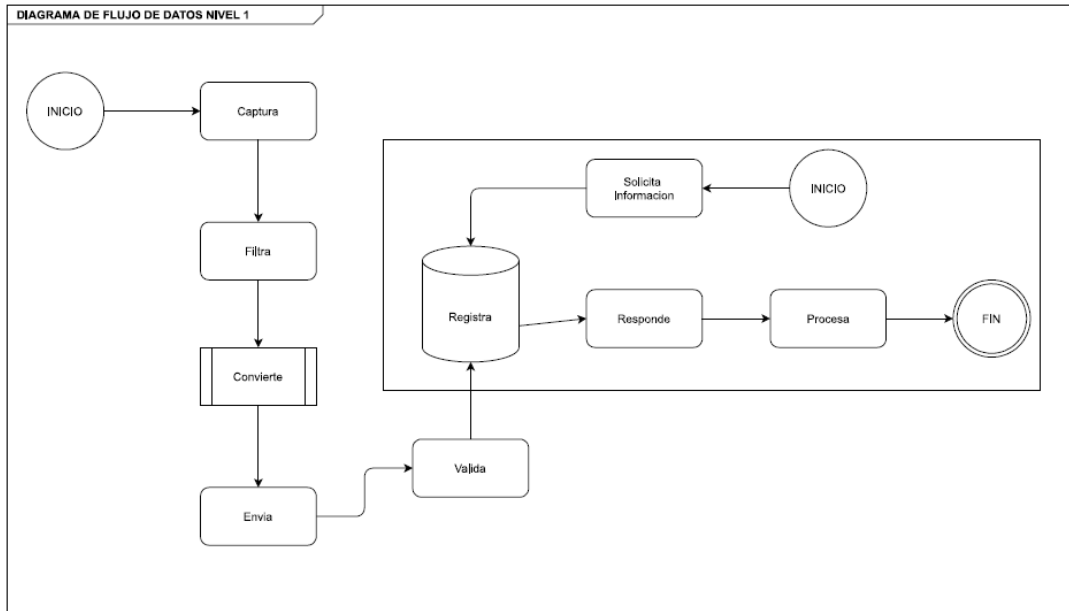
Ilustración 23 Diagrama de flujo de datos nivel 0 - Autores



- **DIAGRAMA DE FLUJO DE DATOS NIVEL 1**

A manera de descripción general de cómo se transfieren los datos por el sistema en la Ilustración 24, se muestra el diagrama de flujo de datos desde el inicio de la captura, pasando por la conversión de archivos y después de valida la información encontrada en los archivos de formato JSON, esta es registrada en la base de datos configurada, como subsistema de base de datos a la cual llegan las peticiones de consulta de la aplicación web y como respuesta a estas solicitudes desde el navegador web.

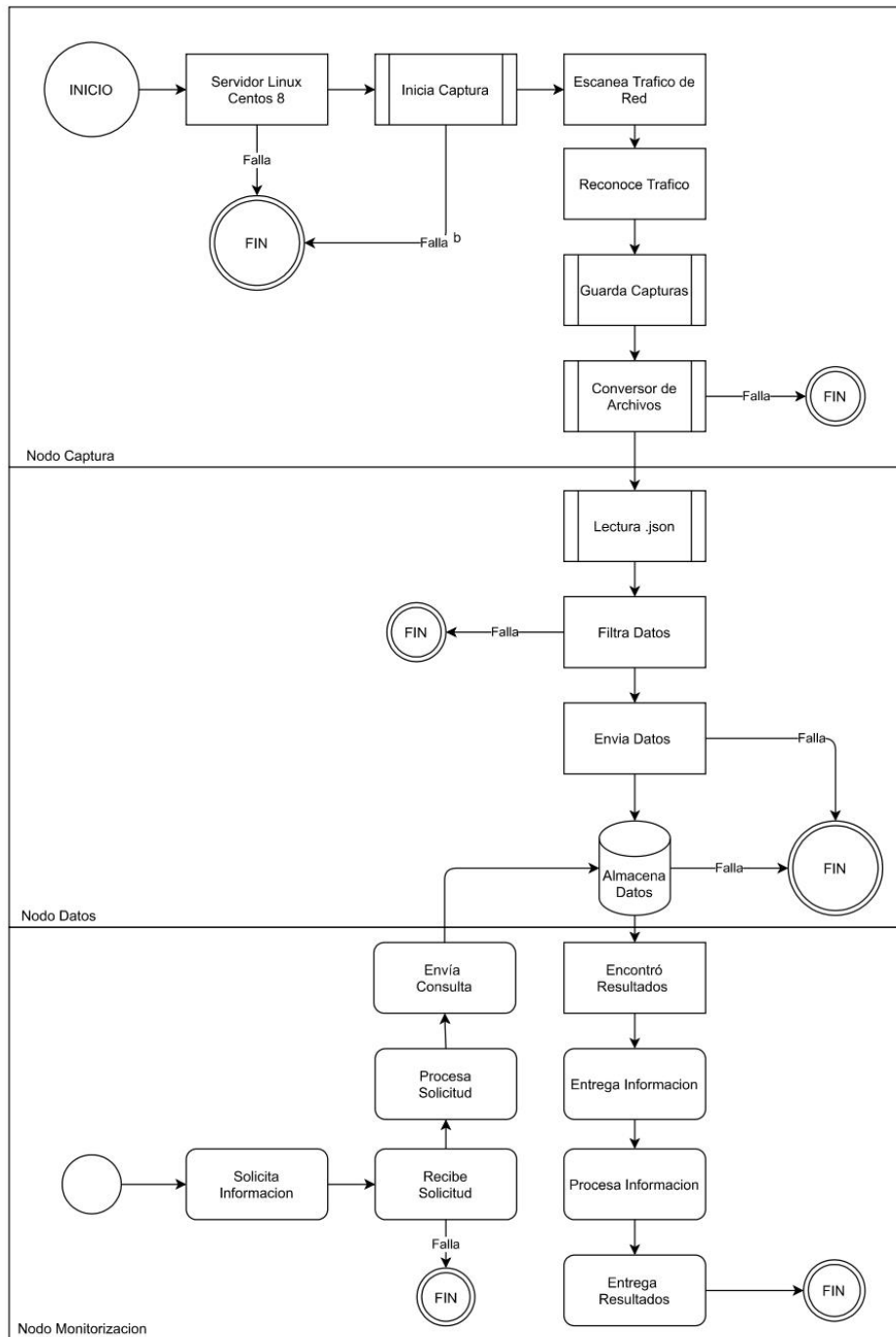
Ilustración 24 Diagrama de flujo de datos nivel 1 - Autores



- **DIAGRAMA DE ACTIVIDADES**

Las actividades previstas por el sistema como se muestra en la Ilustración 25 tiene un orden secuencial en cada subsistema configurado. Esta descripción de actividades inicia desde el método de capturas de tráfico interno de la red corporativa, hasta llegar al resultado final que es la entrega de resultado en la aplicación web. Las actividades se muestran divididas en sus respectivas capas de subsistemas (captura, datos, monitorización) en los cuales se evidencia cada iteración del flujo de datos de las llamadas encontradas, y de acuerdo con la información encontrada esta es presentada por medio de protocolos de Internet.

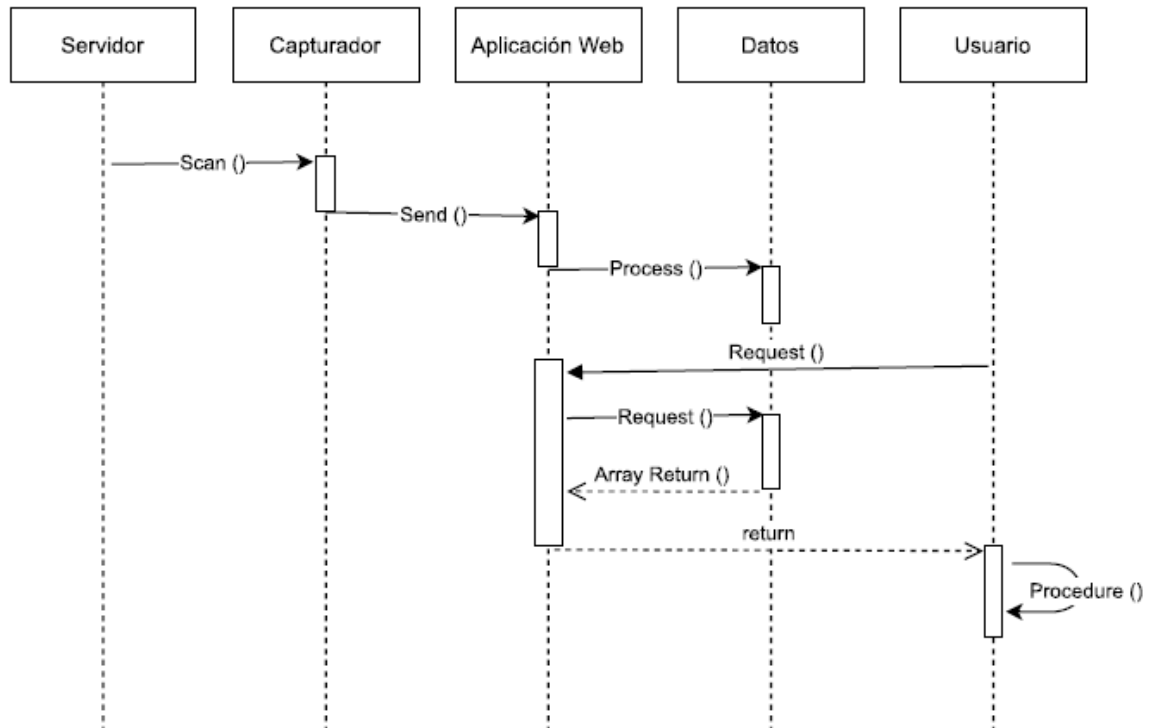
Ilustración 25 Diagrama de actividades - Autores



- **DIAGRAMA DE SECUENCIA DE DATOS**

Los detalles del flujo de datos del funcionamiento del sistema se describen en la siguiente Ilustración 26 donde se evidencia la forma de secuencia de los datos procesados por el sistema.

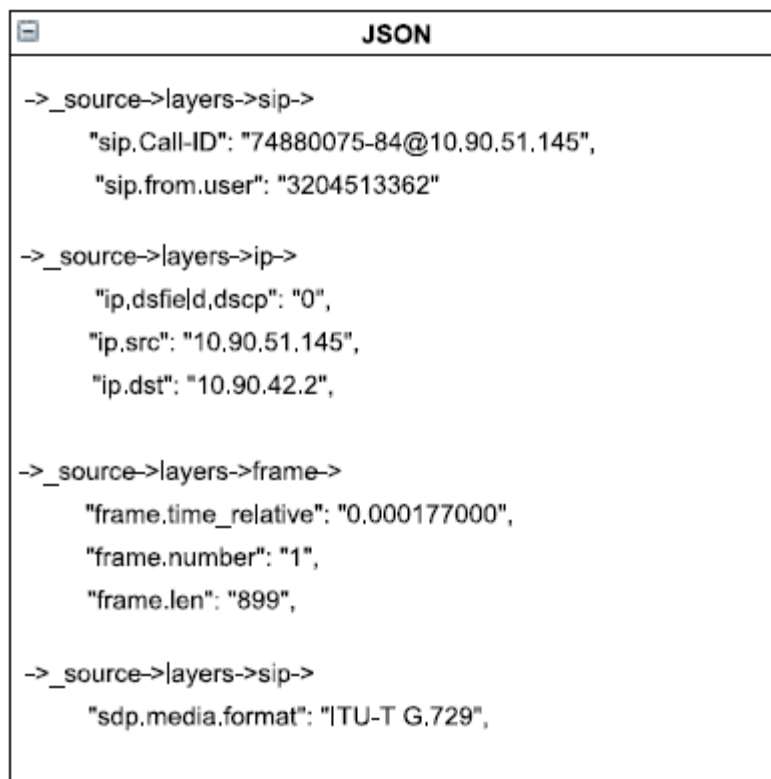
Ilustración 26 Diagrama secuencial de datos - Autores



- **ESTRUCTURA DE DATOS JSON**

Debido a que en la captura efectuara en el analizador de protocolos trae el tráfico que pasa por la interfaz de red en su totalidad para efectos de optimización en los recursos de procesamiento y almacenamiento se han aplicado filtros al archivo con formato json con el fin de tener la información necesaria del servicio de telefonía. La Ilustración 27 de estructura de datos, muestra la información para almacenar del tráfico capturado.

Ilustración 27 Estructura de datos json - Autores



```
JSON
->_source->layers->sip->
  "sip.Call-ID": "74880075-84@10.90.51.145",
  "sip.from.user": "3204513362"

->_source->layers->ip->
  "ip.dsfield.dscp": "0",
  "ip.src": "10.90.51.145",
  "ip.dst": "10.90.42.2",

->_source->layers->frame->
  "frame.time_relative": "0.000177000",
  "frame.number": "1",
  "frame.len": "899",

->_source->layers->sip->
  "sdp.media.format": "ITU-T G.729",
```

- **Tipo de base de datos**

El modelo de la base de datos propuesto se muestra en la Ilustración 28. para almacenar la información del tráfico capturado, como se observa este modelo obedece a enfoque relacional de una tabla básica de almacenamiento de datos los cuales fueron previamente estudiados y escogidos para ser mostrados en el modelo Vista del prototipo web diseñado.

Ilustración 28 Tabla Calls base de datos

Calls	
Id	bigint(20) NOT NULL
ExtID	varchar(255) NOT NULL
DSCP	varchar(255) NOT NULL
IPOrg	varchar(255) NOT NULL
RTPPtoOrg	varchar(255) NOT NULL
IPDst	varchar(255) NOT NULL
RTPPtoDst	varchar(255) NOT NULL
Jitter	varchar(255) NOT NULL
PckLoss	varchar(255) NOT NULL
Codec	varchar(255) NOT NULL
CallId	varchar(255) NOT NULL
FechaCreacion	datetime

13.5 FRONTEND

Frontend hace referencia a la parte de software que interactúa con los usuarios y la única con acceso desde el lado de los usuarios. La cual está encargada en este proyecto de mostrar un monitoreo de los parámetros específicos relacionados con la calidad del servicio VoIP. Adicional a esto mostrar las alertas que se salen de los parámetros estudiados en la calidad de servicio en protocolos VoIP.

En esta parte del Frontend se utilizarán herramientas de programación web, como son las etiquetas de programación HTML con el fin de otorgar una estructura a la página principal. Adicionalmente se emplean algunas librerías de diseño para mostrar las gráficas que evidencian el seguimiento a los parámetros de calidad en VoIP.

13.6 BACKEND

Desde la parte de Backend de la programación se permite la gestión de los contenidos tales como el proceso de lectura de paquetes que tienen la información de la red de datos, el proceso de almacenando de la información filtrada en una base de datos estructurada y sencilla, el proceso de comunicación el cual está guiado para mostrar del controlador a la vista y las alertas en el monitoreo de parámetros de QoS, y hacer el proceso de alerta cuando los parámetros de calidad

no cumplen de acuerdo con los investigaciones realizadas en el proyecto. De acuerdo con esto el desarrollo está separado por partes (MVC) las cuales ayudan a un mejor entendimiento y estructura de desarrollo.

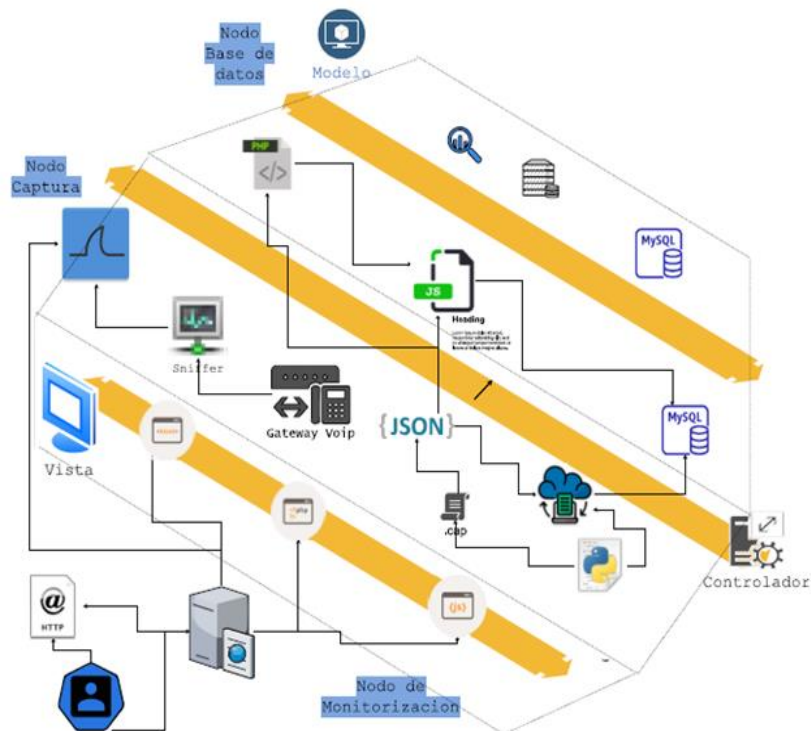
14 CAPÍTULO 4: ARQUITECTURA SOLUCIÓN DE LA HERRAMIENTA WEB

Para definir la arquitectura requerida por el sistema en este diseño presentado se articula en las capas dispuestas en la Ilustración 29 para así cumplir con los parámetros del diseño del sistema de este trabajo de grado, adicional cumpliendo con el uso de las herramientas tecnológicas mencionadas en la metodología del marco referencial.

Esta arquitectura de software representa la interacción entre los tres niveles o capas, separadas cada una de la otra; aplicación lógica y datos. mostrando el flujo de eventos mediante los cuales se observa el desarrollo interno y externo de la herramienta.

Esta herramienta está desarrollada bajo el patrón MVC y desarrollada en lenguaje de programación PHP, se realiza el diseño de la interfaz gráfica con atributos CSS y HTML. Por lo cual se describe la arquitectura de software en tres capas, conformadas por estos componentes.

Ilustración 29 Arquitectura solución de la Herramienta web - Autores



- **Capa de Presentación:** Esta capa interactúa directamente con el usuario, en este caso con la vista de componentes de HTML. La capa de presentación contiene la interfaz gráfica que muestra las estadísticas de uso del protocolo VoIP en graficas de parámetros entre (Jitter, DSCP y packet loss), que a su vez se comunica con la capa de lógica la cual comparte la información, por medio de la interfaz web del usuario.
- **Capa de lógica (Servidor):** La capa de captura contiene todos los componentes de la lógica de la herramienta web. Mediante controladores la capa de captura realiza todas las transacciones de captura de tráfico de la red, filtrado y envío de información a la base de datos. También se encarga de la comunicación entre la capa de captura y de la capa de datos.
- **Capa de Datos:** Para esta capa la conexión de la aplicación de PHP y la base de datos, se hace uso de los servicios de APACHE-LAMP. Esta capa de datos es la encargada de presentar la información con la cual trabaja la herramienta web.

14.1 COMPONENTES PRINCIPALES

La herramienta web está conformada por tres principales capas: Cliente, Servidor, y datos. El cliente es representado por el navegador web, el Servidor representa al sistema donde está configurado la herramienta y los datos representan la base de datos.

Cliente: La Interfaz web del usuario la cual por medio de esta los usuarios tienen la descripción general de la herramienta de monitoreo, por medio de un navegador web. Esto constituye la forma de acceso a la Información.

Servidor: El servidor Web que almacena los componentes de la aplicación web además de otorga el servicio necesario para el funcionamiento de la aplicación. Actualmente de usa un software de emulación virtual de equipos (VMWare) el cual guarda el sistema operativo del servidor Linux CentOS 8 y dentro de este un servidor Web (Apache- LAMP) el cual incluye el interpretador de lenguaje PHP.

Datos: Esta capa es la encargada de almacenar la información. El Motor de la base de datos es MySQL y sobre este una base de datos sencilla que contiene una tabla de almacenamiento de datos sobre los parámetros de calidad del protocolo VoIP los cuales son necesario para el monitoreo.

15 CAPÍTULO 5: IMPLEMENTACIÓN DE LA HERRAMIENTA WEB

En esta sección, se describen los pasos que se tuvieron en cuenta para el desarrollo de la aplicación web, los paquetes y librerías que se utilizaron para el mismo.

El proceso para realizar es instalar el Sistema operativo Linux CentOS 8 con unas características técnicas mínimas requeridas para su funcionamiento.

Características del Servidor:

Memoria RAM: 2GB

Disco Duro: 30GB

La seguridad del servidor es manejada directamente por el usuario de administración del equipo.

El estado de actualización se ejecuta al inicio de la configuración del servidor por medio de la conexión en la red.

```
sudo yum update -y
```

Para el entorno de montaje del servidor Web se instala Apache en su versión más reciente y se configura los premisos en el Firewall.

```
sudo dnf install httpd
sudo systemctl httpd
sudo systemctl start httpd
sudo firewall-cmd --permanent --add-service=http
sudo firewall-cmd --permanent --list-all
sudo firewall-cmd --reload
sudo dnf install httpd httpd-toolsyum
systemctl enable httpd
systemctl start httpd
systemctl status httpd
sudo firewall-cmd --permanent --zone=public --add-service=http
systemctl stop httpd
sudo firewall-cmd --permanent --zone=public --add-service=http
systemctl start httpd
systemctl status httpd
```

```
sudo firewall-cmd --permanent --zone=public --add-service=https
sudo firewall-cmd --reload
```

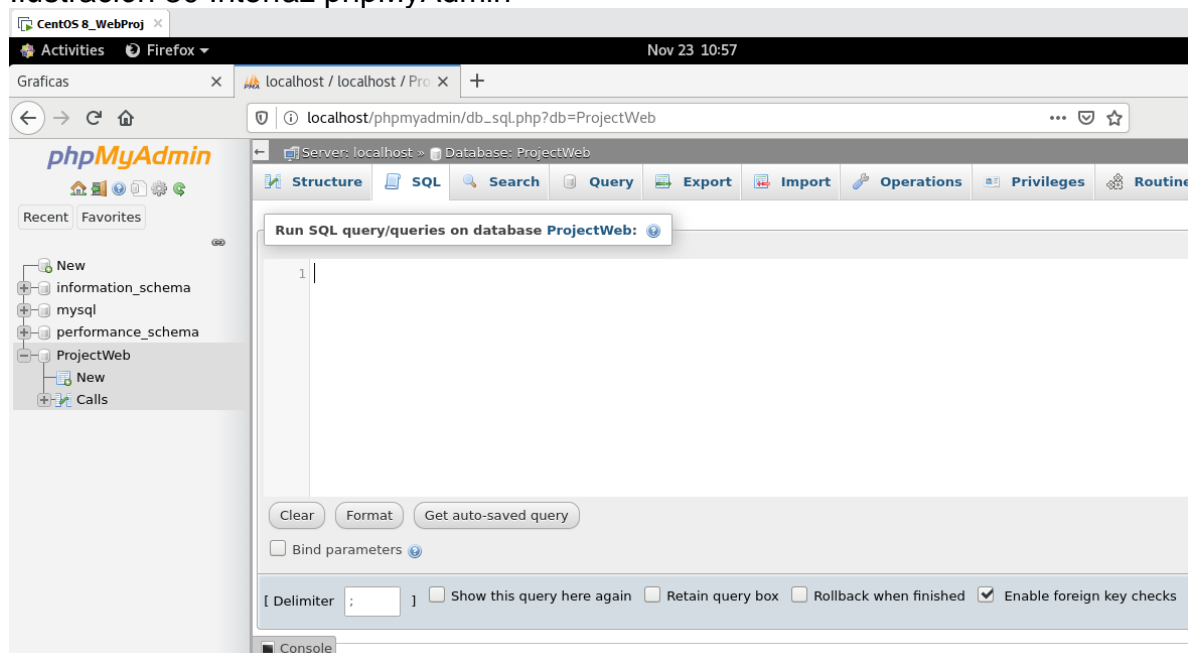
En el editor de código se ha utilizado Visual Studio Code que permite el desarrollo de la interfaz de cada uno de los módulos por medio de las capas en el código PHP y utilizando tecnología AJAX para la usabilidad y estabilidad de la página.

```
sudo yum install code
```

Para el subsistema de base de datos se empleó el motor de base de datos MySQL la cual se configura en el mismo servidor web como se evidencia en la Ilustración 30.

```
systemctl status httpd
dnf install mysql-server -y
systemctl start mysqld.service
systemctl status mysqld
```

Ilustración 30 Interfaz phpMyAdmin



En la Ilustración 31 se crea la tabla calls en la base de datos con los parámetros de monitoreo Jitter, Packet loss y DSCP, definidos en el capítulo 2 para el servicio de telefonía IP, los campos a visualizar son IP de origen, IP de destino, puertos RTP origen y destino, códec, ID de llamadas.

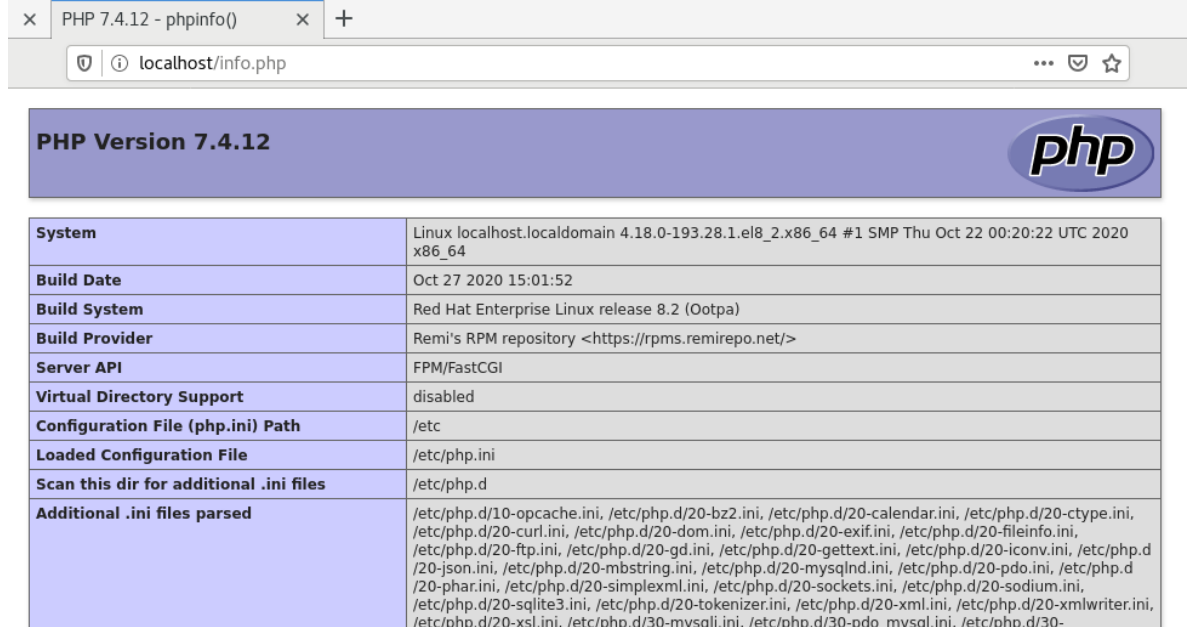
Ilustración 31 - Crear Tabla Calls - Autores


```
CREATE TABLE `Calls` (  
  `Id` BigInt( 20 ) AUTO_INCREMENT NOT NULL,  
  `ExtID` VarChar( 255 ) CHARACTER SET utf8mb4 COLLATE utf8mb4_general_ci NOT NULL,  
  `DSCP` VarChar( 255 ) CHARACTER SET utf8mb4 COLLATE utf8mb4_general_ci NOT NULL,  
  `IPOrg` VarChar( 255 ) CHARACTER SET utf8mb4 COLLATE utf8mb4_general_ci NOT NULL,  
  `RTPtoOrg` VarChar( 255 ) CHARACTER SET utf8mb4 COLLATE utf8mb4_general_ci NOT NULL,  
  `IPDst` VarChar( 255 ) CHARACTER SET utf8mb4 COLLATE utf8mb4_general_ci NOT NULL,  
  `RTPtoDst` VarChar( 255 ) CHARACTER SET utf8mb4 COLLATE utf8mb4_general_ci NOT NULL,  
  `Jitter` VarChar( 255 ) CHARACTER SET utf8mb4 COLLATE utf8mb4_general_ci NOT NULL,  
  `PckLoss` VarChar( 255 ) CHARACTER SET utf8mb4 COLLATE utf8mb4_general_ci NOT NULL,  
  `Codec` VarChar( 255 ) CHARACTER SET utf8mb4 COLLATE utf8mb4_general_ci NOT NULL,  
  `CallId` VarChar( 255 ) CHARACTER SET utf8mb4 COLLATE utf8mb4_general_ci NOT NULL,  
  `FechaCreacion` DateTime NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP,  
  PRIMARY KEY ( `Id` ) )  
CHARACTER SET = utf8mb4  
COLLATE = utf8mb4_general_ci  
ENGINE = MyISAM
```

Adicional a esto los paquetes de PHP instalados en el servidor se muestran en la Ilustración 32 los cuales ayudan y permiten que el servidor pueda leer y ejecutar los diferentes procesos del servidor web.

```
sudo dnf module list php  
sudo dnf module reset php  
sudo dnf module enable php:remi-7.4  
sudo dnf install php php-opcache php-gd php-curl php-mysqlnd  
php -v  
sudo systemctl start php-fpm  
sudo systemctl enable php-fpm  
sudo systemctl status php-fpm  
setsebool -P httpd_execmem 1  
sudo systemctl restart httpd  
sudo nano /var/www/html/info.php
```

Ilustración 32 PHP Versión utilizada



PHP Version 7.4.12 	
System	Linux localhost.localdomain 4.18.0-193.28.1.el8_2.x86_64 #1 SMP Thu Oct 22 00:20:22 UTC 2020 x86_64
Build Date	Oct 27 2020 15:01:52
Build System	Red Hat Enterprise Linux release 8.2 (Ootpa)
Build Provider	Remi's RPM repository <https://rpms.remirepo.net/>
Server API	FPM/FastCGI
Virtual Directory Support	disabled
Configuration File (php.ini) Path	/etc
Loaded Configuration File	/etc/php.ini
Scan this dir for additional .ini files	/etc/php.d
Additional .ini files parsed	/etc/php.d/10-opcache.ini, /etc/php.d/20-bz2.ini, /etc/php.d/20-calendar.ini, /etc/php.d/20-ctype.ini, /etc/php.d/20-curl.ini, /etc/php.d/20-dom.ini, /etc/php.d/20-exif.ini, /etc/php.d/20-fileinfo.ini, /etc/php.d/20-ftp.ini, /etc/php.d/20-gd.ini, /etc/php.d/20-gettext.ini, /etc/php.d/20-iconv.ini, /etc/php.d/20-json.ini, /etc/php.d/20-mbstring.ini, /etc/php.d/20-mysqlnd.ini, /etc/php.d/20-pdo.ini, /etc/php.d/20-phar.ini, /etc/php.d/20-simplexml.ini, /etc/php.d/20-sockets.ini, /etc/php.d/20-sodium.ini, /etc/php.d/20-sqlite3.ini, /etc/php.d/20-tokenizer.ini, /etc/php.d/20-xml.ini, /etc/php.d/20-xmlwriter.ini, /etc/php.d/20-xsl.ini, /etc/php.d/30-mvsnali.ini, /etc/php.d/30-odo_mvsnali.ini, /etc/php.d/30-

Luego de contar con todos estos elementos instalados, se presenta la forma general de la estructura organizacional de las carpetas de la aplicación y su contenido. Como se observa en la Ilustración 33, el proyecto cuenta con cinco carpetas que tienen los siguientes Archivos.

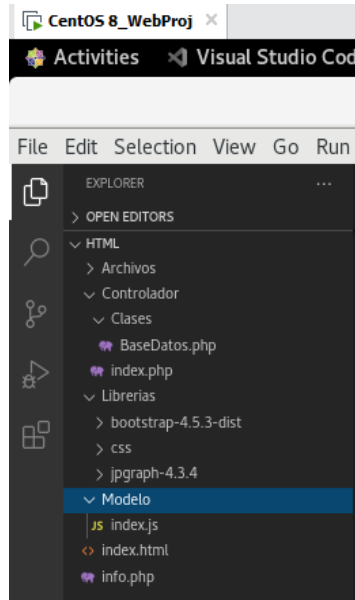
Archivos: Esta carpeta aloja los archivos en formato json que deben ser leídos por el sistema.

Controlador: Esta carpeta contiene los Scripts de la capa de acceso a datos, como la conexión a la base de datos basada en una clase, las funciones (Graficar y tabular tabla, buscar y traer los datos específicos de los archivos en formato json y por último la línea de código Python la cual realiza la conversión de formato pcap a formato json) en resumen realiza todo el proceso de la herramienta.

Librerías: esta contiene las librerías usadas por la herramienta (jgraph: Tipo de Grafica de la interfaz, Bootstrap: entorno grafico de la interfaz y CSS)

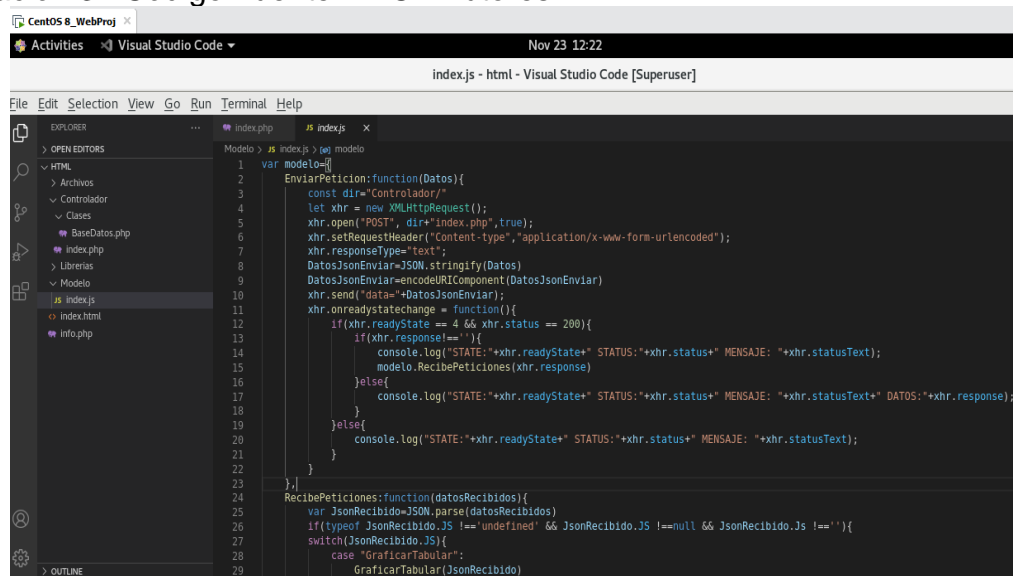
Modelo: Esta carpeta contiene el módulo de JavaScript el cual realiza el procesamiento interno de la herramienta cada una de las funciones declaradas.

Ilustración 33 IDE – Proyecto - Autores



Para la realización e implementación de este proyecto se usó una variable que nos permite la comunicación de cada archivo de formato json y a su vez buscar y segmentar los datos de los parámetros de QoS en cada llamada monitoreada. Como se muestra en la Ilustración 34.

Ilustración 34 Código Fuente MVC - Autores



Se implementa una interfaz gráfica en HTML como se evidencia en la Ilustración 35 La cual hace referencia a los estilos configurados para la Interfaz gráfica y ayuda a la presentación de la tabla de datos, las gráficas de barras o Pie de información de las llamadas monitoreadas en el tráfico de la red corporativa.

Interfaz web HTML

Ilustración 35 Código fuente Interfaz web - Autores

```
<!doctype html>
<html lang="en">
<head>
<meta charset="utf-8">
<meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1, shrink-to-fit=no">
<meta name="description" content="">
<meta name="author" content="">
<title>Gráficas</title>
<!-- Hojas de estilo -->
<link href="Librerias/bootstrap-4.5.3-dist/css/bootstrap.min.css" rel="stylesheet">
<link rel="stylesheet" href="https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/Chart.js/2.9.4/Chart.min.css" integrity="sha512-/zs32ZEJh+
</head>
<body class="text-center">
<div class="container">
<div class="row mt-5">
<div class="col-12 h-50">
<div class="card">
<div class="card-header">
Gráfica
</div>
<div class="card-body">
<canvas id="bar-chart" width="800" height="250"></canvas>
</div>
<div class="card-footer">
<div class="col-12">
<small class="text-form">Última Actualización: <b id="bUltAct"></b></small><br>
<small class="text-form">Archivo: <b id="bUltArc"></b></small>
</div>
</div>
</div>
</div>
</div>
```

Alertas del sistema

En el archivo PHP del desarrollo de la aplicación web se declaran las variables (jitter, packet loss y DSCP) para crear las alertas del sistema, estas se evidencian en la Ilustración 36 las cuales tiene como variable los colores, rojo cuando no cumple con los parámetros aceptables y el color verde cuando los datos monitoreados se encuentran en los rangos aceptables.

Ilustración 36 Código fuente alertas del sistema - Autores

```
Controlador > index.php
32 //DSCP
33 case "1":
34     if($DatosGrafica->Tabla[$i][$j]==46){
35         $Clase="text-white bg-success";
36     }else if($DatosGrafica->Tabla[$i][$j]!=46){
37         $Clase="text-white bg-danger";
38         $DatosGrafica->Alerta=true;
39         $DatosGrafica->Mensaje="<p>Contacte a el administrador: Verificar DSCP</p>";
40     }
41     break;
42 //Jitter
43 case "6":
44     if($DatosGrafica->Tabla[$i][$j]>=0 AND $DatosGrafica->Tabla[$i][$j]<20){
45         $Clase="text-white bg-success";
46     }else if($DatosGrafica->Tabla[$i][$j]>=20 AND $DatosGrafica->Tabla[$i][$j]<50){
47         $Clase="text-white bg-warning";
48         $DatosGrafica->Alerta=true;
49         $DatosGrafica->Mensaje="<p>Contacte a el administrador: Niveles de Jitter</p>";
50     }else if($DatosGrafica->Tabla[$i][$j]>=51){
51         $Clase="text-white bg-danger";
52         $DatosGrafica->Alerta=true;
53         $DatosGrafica->Mensaje="<p>Contacte a el administrador: Niveles de Jitter</p>";
54     }else{
55         $Clase="";
56     }
57     break;
58 //Packet loss
59 case "7":
60     if($DatosGrafica->Tabla[$i][$j]>=0 AND $DatosGrafica->Tabla[$i][$j]<=1){
```

15.1 HERRAMIENTAS DE USO ADICIONAL

A continuación, se describen las herramientas instaladas para la toma de captura del tráfico de red, esta es herramienta es la que permite visualizar las capturas realizadas en un entorno de configuración para definir parámetros de captura en el sistema.

Módulo de Captura. Este módulo permite realiza un escaneo de en tiempo real de la red de datos. Esta interfaz permite iniciar el monitoreo de la red, determinar su duración, su tipo de extensión en la cual va a guardar la información y la frecuencia con la que guarda la información. En la Ilustración 37 se prestan la porción de código del módulo capturador, para el cual se ha definido un bucle de 9 archivos que realiza una captura de cinco mil paquetes por archivo. El módulo emplea la función tshark para uso en el sistema operativo Linux.

Ilustración 37 Bucle del módulo capturador - Autores

```
1  #!/bin/bash
2  hour=0
3  min=0
4  sec=3
5
6      while [ $hour -ge 0 ]; do
7          while [ $min -ge 0 ]; do
8              while [ $sec -ge 0 ]; do
9                  echo -ne "$hour:$min:$sec\033[0K\r"
10                 let "sec=sec-1"
11                 sleep 1
12             done
13             sec=59
14             let "min=min-1"
15         done
16         min=59
17         let "hour=hour-1"
18     done
19
20 ##
21 for ((i= 1; i<=9; i++)); do
22     (tshark -i ens33 -c 5000 -w Test_Traza_00$i.pcap)
23     echo "Traza_00$i: Capturada Satisfactoriamente";
24
25     hour=0
26     min=0
27     sec=0
28
29     while [ $hour -ge 0 ]; do
30         while [ $min -ge 0 ]; do
31             while [ $sec -ge 0 ]; do
32                 echo -ne "$hour:$min:$sec\033[0K\r"
33                 let "sec=sec-1"
34                 sleep 1
35             done
36             sec=59
37             let "min=min-1"
38         done
39         min=59
40         let "hour=hour-1"
41     done
42 done
```

Esto implica que cada archivo generado debe ser convertido a formato con extensión JSON, y después ser leído y filtrado para guardar su información en la base de datos. A continuación, en la Ilustración 38 se presenta el código para el módulo que realiza la conversión de archivos en formato PCAP a formato JSON, el módulo creado tiene un anillo de 9 archivos los cuales se sobre escriben posterior al procesamiento y nuevas capturas; se sobre escriben con el propósito de optimizar los recursos de almacenamiento en disco.

Ilustración 38 Modulo conversor de PCAP a JSON

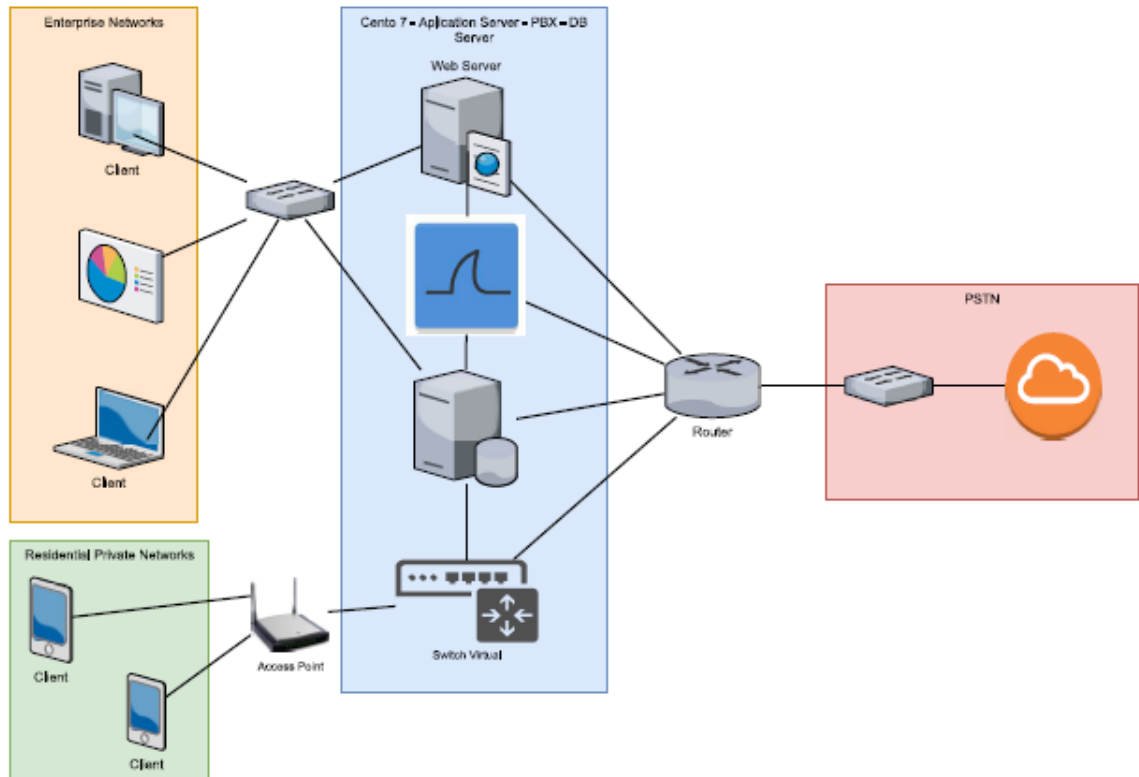
```
1 #!/bin/bash
2 hour=0
3 min=0
4 sec=30
5
6 while [ $hour -ge 0 ]; do
7     while [ $min -ge 0 ]; do
8         while [ $sec -ge 0 ]; do
9             echo -ne "$hour:$min:$sec\033[0K\r"
10            let "sec=sec-1"
11            sleep 1
12        done
13        sec=59
14        let "min=min-1"
15    done
16    min=59
17    let "hour=hour-1"
18 done
19 j=1; for ((i= 1; i<=9; i++)); do
20     (tshark -r /home/rbernal/Capturas/PCAP/Traza_00$i.pcap -T json > /home/rbernal/Capturas/JSON/Traza_00$j.json)
21     echo "Traza_00$i: Convertida Satisfactoriamente"; let j=j+1
22
23 hour=0
24 min=0
25 sec=30
26
27 while [ $hour -ge 0 ]; do
28     while [ $min -ge 0 ]; do
29         while [ $sec -ge 0 ]; do
30             echo -ne "$hour:$min:$sec\033[0K\r"
31             let "sec=sec-1"
32             sleep 1
33         done
34         sec=59
35         let "min=min-1"
36     done
37     min=59
38     let "hour=hour-1"
39 done
40 done
```

16 CAPÍTULO 6: PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

En el presente capítulo se muestran los resultados obtenidos de la herramienta web para visualizar los parámetros de medición de calidad de servicio propuestos en el proyecto. Estas pruebas de funcionamiento se realizaron con los equipos configurados como servidor CentOS 8 donde se encuentra instalado el servidor web, conmutador telefónico IP FreePBX, celulares con aplicación Zoiper y una red local simulada como se muestra en la Ilustración 39.

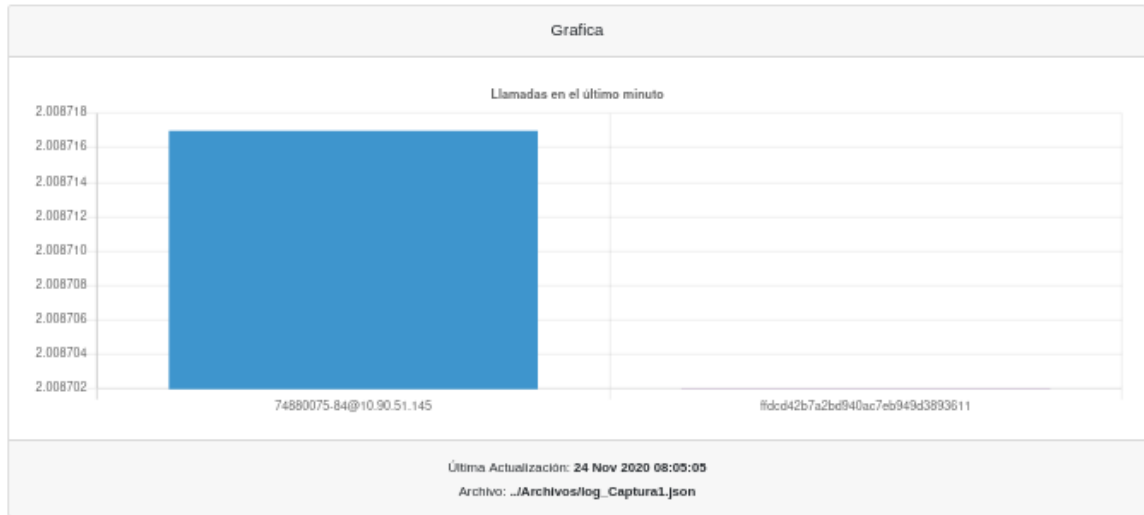
Ilustración 39 Diagrama de pruebas Autores

Call IP Monitor



De acuerdo con las pruebas realizadas a la herramienta web desarrollada, se evidencia como en su interfaz gráfica muestra los principales parámetros de calidad de servicio en VoIP, en la Ilustración 40 en la parte inferior de la página se observa una tabla la cual muestra el número de llamadas que se están monitoreando al momento de realizar las capturas por medio del analizador de protocolos (wireshark). En la tabla se muestran los valores de Ext. ID el cual pertenece al número de origen de la llamada, IP de origen, IP de destino en la comunicación, puertos RTP de origen y RTP destino, Códec usado en las llamadas monitoreadas y en la última columna de la tabla se observa el Call ID el cual es el numero único para cada llamada en el sistema. Parámetros principales en la medición de calidad de servicio están el DSCP que en este ejemplo no está siendo etiquetado en los paquetes de voz RTP, también se puede observar la cantidad de paquetes perdidos de la llamada etiquetados en la columna packet loss y por último está el valor del Jitter el cual lo muestra en escala de tiempo (milisegundos)

Ilustración 40 Resultados: Interfaz web - Autores

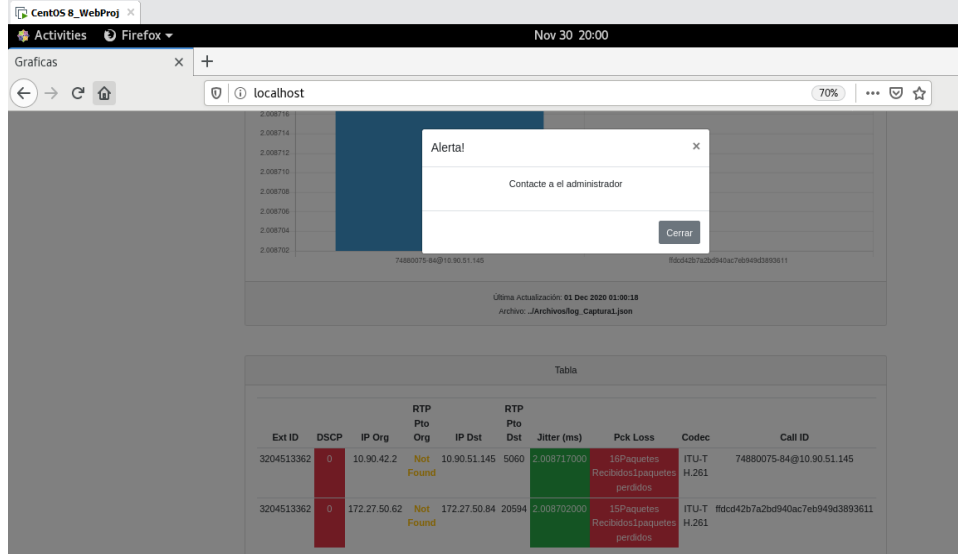


Tabla

Ext ID	DSCP	IP Org	RTP Pto Org	IP Dst	RTP Pto Dst	Jitter (ms)	Pck Loss	Codec	Call ID
3204513362	0	10.90.42.2	Not Found	10.90.51.145	5060	2.008717000	1	ITU-T H.261	74880075-84@10.90.51.145
3204513362	0	172.27.50.62	Not Found	172.27.50.84	20594	2.008702000	1	ITU-T H.261	ffccd42b7a2bd940ac7eb949d3893611

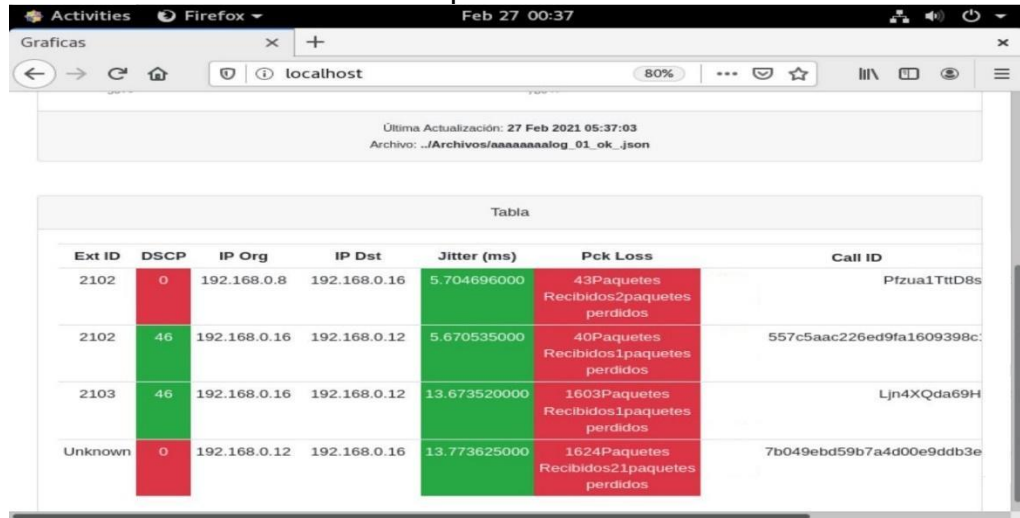
En la Ilustración 41 se observa un ejemplo de alerta presentada en la Interfaz Web, el cual informa que se debe contactar al administrador de la red y/o pbx para verificación de la configuración de los parámetros de QoS en paquetes de voz (RTP). Esta alerta es mostrada cada vez que cualquier llamada monitoreada no cumple en cualquiera de los 3 parámetros (DSCP, Jitter, Packet Loss) de la investigación como medición de calidad en protocolos VoIP.

Ilustración 41 Resultados: Pop-up de alerta - Autores



En Ilustración 42 se muestra un ejemplo de alerta presentada en la Interfaz web, el cual informa que en algunos paquetes cumple con etiqueta correcta de DSCP en color verde, y otros en el color rojo indica que se debe verificar este parámetro de QoS en protocolos VoIP.

Ilustración 42 Resultados: DSCP etiquetado - Autores



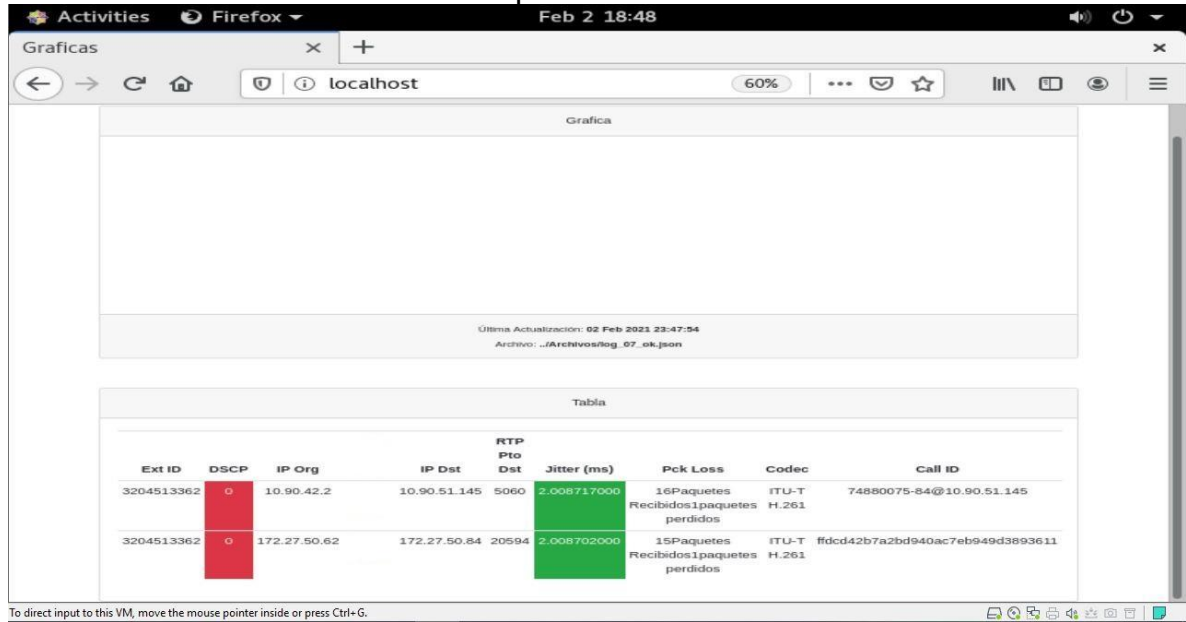
En la Ilustración 43 se indica un ejemplo de alerta presentada en la Interfaz Web, el cual informa que no se cumple con etiqueta correcta de DSCP, el color Rojo indica que se debe verificar este parámetro de QoS en protocolos VoIP. Esta alerta es mostrada cada vez que en cualquier llamada monitoreada no cumpla con este parámetro escogido en la investigación como medición de calidad en protocolos VoIP.

Ilustración 43 Resultados: DSCP no etiquetado - Autores

Ext ID	DSCP	IP Org	IP Dst	RTP Pto Dst	Jitter (ms)	Pck Loss	Call ID
3204513362	0	10.90.42.2	10.90.50.145	5060	67.205484000	20Paquetes Recibidos:1paquetes perdidos	555714450-179@10.90.50.145
3204513362	0	172.27.50.62	172.27.50.84	20594	67.205476000	19Paquetes Recibidos:1paquetes perdidos	f1ecde745513cc1b71e4286fc7a57146

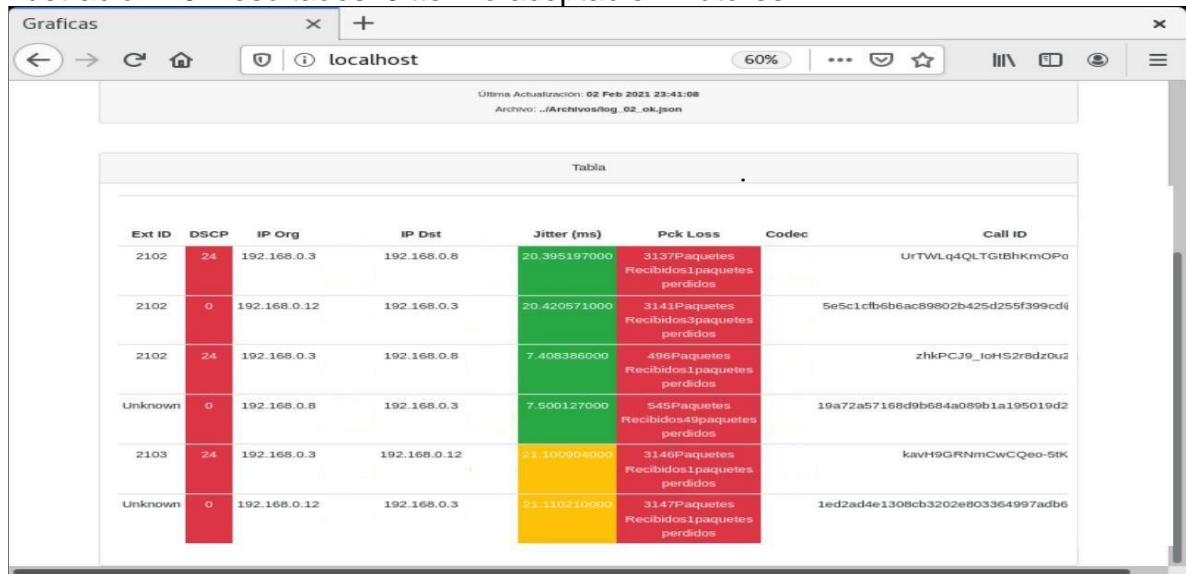
En la Ilustración 44 se presenta un ejemplo de alerta/información presentada en la Interfaz Web, el cual informa que los niveles de Jitter se encuentran en niveles normales o aceptables, en color verde se indica que el valor allí presentado se encuentra dentro de los parámetros de QoS en protocolos VoIP.

Ilustración 44 Resultados: Jitter aceptable - Autores



En la Ilustración 45 se muestra un ejemplo de alerta, el cual informa que los niveles de jitter han cambiado y estos se encuentran en niveles fuera de lo aceptable y requieren atención por parte de los administradores de voz o datos, el color amarillo indica que se debe empezar a revisar los parámetros de QoS en protocolos VoIP.

Ilustración 45 Resultados: Jitter no aceptable - Autores



En la Ilustración 46 se presenta un ejemplo de alerta, el cual informa que hay una anomalía en el parámetro de pérdida de paquetes en color amarillo. Esta alerta es mostrada cada vez que en cualquier llamada monitoreada no cumple con el parámetro de porcentaje en la pérdida de paquetes de acuerdo con en la investigación como medición de calidad en protocolos VoIP.

Ilustración 46 Resultados: Packet Loss

Ext ID	DSCP	IP Org	IP Dst	Jitter (ms)	Pck Loss	Call ID
3009120093	0	172.27.50.79	172.27.50.62	0.000085000	9Paquetes Recibidos1paquetes perdidos	018f7ac4575eb1fc295
3009120093	0	172.17.179.150	172.24.251.218	0.000074000	8Paquetes Recibidos1paquetes perdidos	46a98760dae8c1293f5i
3009120093	0	172.27.50.62	172.27.50.98	0.000029000	3Paquetes Recibidos1paquetes perdidos	e2b25d7656a9395dbcc3e
3009120093	0	10.176.24.2	172.16.235.5	0.000037000	4Paquetes Recibidos1paquetes perdidos	2bfe5b30433be22d3721
110	0	200.122.252.166	5.189.157.209	0.000066000	7Paquetes Recibidos1paquetes perdidos	138732347;
	0	172.27.50.22	172.27.50.62	0.000093000	10Paquetes Recibidos1paquetes perdidos	19272736789252443@
	0	172.27.50.22	172.27.50.62	0.000101000	11Paquetes Recibidos1paquetes perdidos	3409010931989648@1

17 COMPARATIVA

De acuerdo con lo investigado en este proyecto de grado, ninguno de los softwares actuales está definido para la medición del parámetro DSCP del protocolo de tiempo real (RTP), lo cual representa una ventaja con respecto al demás software de acuerdo con las recomendaciones para la voz indicadas en la Tabla 7 Tabla 10.

A continuación, en Tabla 10 se realiza comparativa entre los diferentes programas comerciales con sus características principales y licenciamiento con el propósito de tener una perspectiva de la herramienta desarrollada y su usabilidad con respecto a las herramientas en el mercado, teniendo como gran diferencial el monitoreo del DSCP y el uso gratuito.

Tabla 10 Comparación de programas de monitoreo

Software	Licencia	Características		
Call IP Monitor	Gratis	Fácil implementación	Monitorea DSCP, Jitter, Packet Loss	Código abierto modificable según la necesidad del usuario
SolarWinds	30 días	Instala Alertas	Uso Amigable	Diseño de interfaz
PRTG Network Monitor	30 días	Precio basado en Numero de sensores	Reportes	Sensores sobre QoS
ExtraHop	Demo	visión Global VoIP	Tiempo Real	Analiza tráfico de Video
ThousandEyes	15 días	Corporativo - Agentes en la nube	Adapta el rendimiento de la red	Aumento en conocimiento de topología de red
VoIPspear	edición Limitada	Monitoreo 24/7	Testeo de red Avanzado	
VoIP Monitor	30 días	Alertas automáticas	Monitorea MOS	Interfaz WEB

18 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este trabajo concluye con un prototipo de herramienta web el cual permite conocer y monitorear los parámetros de medición para calidad de servicio investigados en el capítulo 2 de este proyecto de grado, esto con el fin de obtener la información de alertas tempranas para el mejoramiento de la calidad de servicio en protocolo de VoIP.

18.1 CONCLUSIÓN Y TRABAJOS FUTUROS CAPÍTULO 1

Se observa como el crecimiento de las tecnologías a puesto en el mercado una gran competencia en la calidad de servicio que es entregada al usuario final y más aún cuando se trata de uno medio de comunicación más efectivos del momento. Por esta razón es importante que los proveedores de servicio de comunicación tengan una herramienta de monitoreo la cual ayuda a reconocer los parámetros que puedan mejorar la percepción de calidad de sus servicios. Como trabajo futuro a esta investigación se debe considerar el despliegue de VoIP en redes inalámbricas, internet de las cosas y sistemas inteligentes de transporte como e-Call descrito en la ISO 14813-1³⁶.

18.2 CONCLUSIÓN Y TRABAJOS FUTUROS CAPÍTULO 2

Al momento de emplear QoS en implementaciones de telefonía IP y seguir las recomendaciones de la ITU P.800 Ibid.,p9 y fabricantes de aplicaciones de telefonía IP se evidencia que los parámetros de medición para la calidad de servicio es aceptable y superior, por lo tanto no requiere que los mensajes sean repetidos y reducen la cantidad de llamadas que se deben procesar, por consiguiente la cantidad de recursos se optimiza en la mejor manera posible permitiendo el ahorro de energía y el uso de equipos adicionales.

Posterior a la investigación y pruebas en el software desarrollado se observa que en un paquete RTP el parámetro del DSCP en el datagrama es poco tenido en cuenta en las redes dedicadas al servicio de telefonía IP.

³⁶ 'ISO 14813-1__2015.Pdf'.

18.3 CONCLUSIÓN Y TRABAJOS FUTUROS CAPÍTULO 3

De acuerdo con las investigaciones realizadas en este trabajo de grado, se observa que el tráfico de red de una red empresarial puede ser monitoreado por medio de un analizador de protocolos, que en resultado de esta labor entrega unas capturas, las cuales se les puede aplicar un proceso de filtrado e identificación, y esta información se puede presentar en un una web. De manera que enseñe los parámetros de calidad actuales en basados en QoS de protocolos de telefonía IP.

18.4 CONCLUSIÓN Y TRABAJOS FUTUROS CAPÍTULO 4

De acuerdo con las investigaciones realizadas en este trabajo de grado en artículos científicos en los últimos años y de acuerdo con la tecnología de uso libre actual se pueden crear prototipos de herramientas y aplicaciones que faciliten la mejora continua en los servicios de telefonía IP sin necesidad de grandes inversiones de dinero para el mejoramiento del servicio y la percepción por parte de usuario. Según Eko Ramadhan, Ahmad Firdausi, y Setiyo Budiyo Ibid., p9, estas tecnologías actuales permiten simular entornos que proponen mejorar y probar características como la estabilidad o calidad de un sistema.

18.5 CONCLUSIÓN Y TRABAJOS FUTUROS CAPÍTULO 5

Al conocer los parámetros que afectan la calidad de llamadas en un entorno empresarial se puede mejorar u optimizar la infraestructura del servicio de telefonía IP, esto implica ahorro y reducción de costos en hardware, consumo de energía eléctrica y servicios especializados para la detección de fallas. Como propuesta a mejorar o trabajos futuros del capítulo será ideal un sistema de virtualización de los componentes de la infraestructura donde se pueden trabajar con imágenes de sistemas operativos personalizadas con los programas y configuraciones predeterminadas para el despliegue de la herramienta de monitoreo, otra alternativa a los sistemas operativos personalizados puede ser crear archivos con extensión. OVA u OVF de la herramienta desarrollada.

18.6 CONCLUSIÓN Y TRABAJOS FUTUROS CAPÍTULO 6

Durante la etapa de pruebas se pudo evidenciar que se pueden mostrar más datos con el fin de identificar si existen una hora determinada en la que los problemas en la calidad de las llamadas es más afectada que en otras horas. Como se observa

en las ilustraciones del capítulo las llamadas registradas, estas no indican la hora en la cual se registró la llamada o el evento que presento problemas de calidad de servicio.

Para implementaciones nuevas de servicios de telefonía IP se recomienda se contemple el uso de la herramienta, con el fin de tener conocimiento de los dispositivos capa 2 y capa 3 o dispositivos de medios (media gateways) donde se debe configurar la calidad de servicio de acuerdo con las recomendaciones de fabricantes e ITU P.800 *ibid.*, p9.

Como recomendación en el despliegue de la aplicación es importante en tener en cuenta la configuración interna de los scripts del capítulo 5 Ilustración 37 y la Ilustración 38 en cuanto a la cantidad de paquetes capturados por archivo del bucle en formato .pcap; para efectos funcionales de la aplicación se definió una captura de 5000 paquetes por archivo, ya que el tiempo de conversión de formato .pcap a formato .json es proporcional al tamaño del archivo.

BIBLIOGRAFÍA.

Behdadfar, Mohammad, Ehsan Faghihi, and Mohammad Ebrahim Sadeghi, 'QoS Parameters Analysis in VoIP Network Using Adaptive Quality Improvement', 2015 Signal Processing and Intelligent Systems Conference, SPIS 2015, 2016, 73–77 <<https://doi.org/10.1109/SPIS.2015.7422315>>

Chakraborty, Tamal, and Iti Saha, VoIP Technology : Applications and Challenges

Cox, Christopher, An Introduction to LTE: LTE, LTE-Advanced, SAE and 4G Mobile Communications, An Introduction to LTE: LTE, LTE-Advanced, SAE and 4G Mobile Communications, 2012 <<https://doi.org/10.1002/9781119942825>>

'Definición Del Protocolo H.323' <<https://www.3cx.es/voip-sip/h323/>> [accessed 2 December 2020]

'DSCP/ToS or Differentiated Services' <<https://thefreecountry.wordpress.com/2018/09/27/how-to-detect-ssh-or-scp-is-using/>> [accessed 7 April 2021]

Fernanda, Mayra, and Blanco Almeida, 'Evaluación de Los Parámetros Que Afectan La Calidad de Servicio En Telefonía IP * Evaluation of Parameters Affecting the Quality of Service (QoS) in IP Telephony', 17, 2015, 61–71

Fernando, Mendioroz, 'Telefonía IP (SIP, Diameter, RTP/RTPC)', 2015 <<https://es.slideshare.net/fernandomendioroz/telefona-ip-sip-diameter-rtprtpc>> [accessed 7 April 2021]

García Reyes, Luis Enrique, 'RFC 3246 An Expedited Forwarding PHB (Per-Hop Behavior) Status', Journal of Chemical Information and Modeling, 53.9 (2013), 1689–99

Gumzej, Roman. Halang, Wolfgang A., Real-Time Systems' Quality of Service, Sereal Untuk, 2018, LI

Hersent, Olivier, Jean Pierre Petit, and David Gurle, Beyond VoIP Protocols:

Understanding Voice Technology and Networking Techniques for IP Telephony, Beyond VoIP Protocols: Understanding Voice Technology and Networking Techniques for IP Telephony, 2005 <<https://doi.org/10.1002/0470023643>>

'How to Set the DSCP Flag in Windows and Linux | ITGala.Xyz' <<https://itgala.xyz/how-to-set-the-dscp-flag-in-windows-and-linux/>> [accessed 7 April 2021]

Ing, C, Jovani Alberto, and Jiménez Builes, 'Requirement and Analysis Process to Architecture Definition Focusing on Usability for Development of Web Applications', 6.2 (2009)

'ISO 14813-1__2015.Pdf'

ITU, 'Recommendation ITU-T P.800 Methods for Subjective Determination of Transmission Quality', International Telecommunication Union, 800 (1996), 22

———, 'Tiempo de Transmisión En Un Sentido, Recomendación UIT-T G.114', Uit-T, 2003

Joskowicz, José, and Rafael Sotelo, 'Medida de La Calidad de Voz En Redes IP', Memoria de Trabajos de Difusión Científica y Técnica, 5, 2007, 12–23

Khiat, Azeddine, Mohamed El Khaili, Jamila Bakkoury, and Ayoub Bahnasse, 'Study and Evaluation of Voice over IP Signaling Protocols Performances on MIPv6 Protocol in Mobile 802.11 Network: SIP and H.323', 2017 International Symposium on Networks, Computers and Communications, ISNCC 2017, 2017 <<https://doi.org/10.1109/ISNCC.2017.8072037>>

'La Latencia de Android y El Problema de Los 10 Milisegundos' <<https://elandroidelibre.lespanol.com/2015/04/sobre-la-latencia-de-android-y-el-problema-de-los-10-milisegundos.html>> [accessed 7 April 2021]

Los Sistemas, Metodología EN, and Celio Gil Aros, RuP: METODOLOGÍA EN LOS SISTEMAS Y APLICACIONES BASADAS EN LA WEB

Maiti, and Bidinger, 'RFC 1889 RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications Status', Journal of Chemical Information and Modeling, 53.9 (1981), 1689–99

'Mean Opinion Score - MOS y Las Llamadas VoIP | VozToVoice' <<https://www.voztovoice.org/?q=node/806>> [accessed 20 November 2020]

Mier, Edwin E, and Martin Milner, 'SIP : Gaining Momentum', June, 2006

Miliefsky, Gary S., 'Securing Voice Over Internet Protocol (VoIP)', Hakin9 Practical Protection, 90.9 (2010), 51 <<http://hakin9.org/>>

Orueta, Gabriel Diaz, Elio San Cristobal Ruiz, Nuria Oliva Alonso, and Manuel Castro Gil, Quality of Service, Industrial Communication Systems, 2016 <<https://doi.org/10.1201/b16521-13>>

'Quality of Service - QoS' <<https://nextadmin.net/quality-of-service-qos/>> [accessed 7 April 2021]

Ramadhan, Eko, Ahmad Firdausi, and Setiyo Budiyanto, 'Design and Analysis QoS VoIP Using Routing Border Gateway Protocol (BGP)', 2017 International Conference on Broadband Communication, Wireless Sensors and Powering, BCWSP 2017, 2018-Janua (2018), 1–4 <<https://doi.org/10.1109/BCWSP.2017.8272556>>

Reingart, Mariano, 'Desarrollo Rápido de Software Libre de Alta Calidad', II Simposio Argentino Sobre Tecnología y Sociedad (STS) - JAIIO 44, 2015, 1–19 <<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/59826>>

Sataloff, Robert T, Michael M Johns, and Karen M Kost, 'IETF RFC 3261', 1–269

'Saturación de Canales de Transmisión Afecta Telefonía IP - UNIMEDIOS: Universidad Nacional de Colombia' <<https://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/saturacion-de-canales-de-transmision-afecta-telefonía-ip.html>> [accessed 18 May 2020]

Telecomunicaciones, Electrónica Y, Escuela Politecnica Nacional Facultad De Ingeniería Eléctrica Y Electrónica Estudio De La Tecnología Sdr (Software Defined Radio) Y Posibles Aplicaciones En Comunicaciones Inalámbricas

Proyecto Previo a La Obtención Del Título De Ingeniero En, 2009
<<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1339/1/CD-2092.pdf>> [accessed 9 April 2020]

Uhl, Tadeus, 'QoS by VoIP under Use Different Audio Codecs', Proceedings of 2018 Joint Conference - Acoustics, Acoustics 2018, 2018, 311–14
<<https://doi.org/10.1109/ACOUSTICS.2018.8502317>>

UIT-T, 'Recomendación UIT-T E.470', 2005

Used, Components, 'Implementing Quality of Service Policies with DSCP [QoS Packet Marking] - Cisco Systems', 2010
<http://www.cisco.com/en/US/tech/tk543/tk757/technologies_tech_note09186a00800949f2.shtml>

'VoIP Market Size Forecast 2019-2025 | Industry Share Analysis Report'
<<https://www.gminsights.com/industry-analysis/voice-over-internet-protocol-voip-market>> [accessed 28 October 2020]

'With the Issues Packet Loss Can Create on the WAN, Mitigation Is a Priority | Cato Networks' <<https://www.catonetworks.com/blog/with-the-issues-packet-loss-can-create-on-the-wan-mitigation-is-a-priority/>> [accessed 7 April 2021]

Zhang, Weiwei, Yongyu Chang, Yitong Liu, and Yuan Tian, 'Perceived QoS Assessment for Voip Networks', International Conference on Communication Technology Proceedings, ICCT, 2013, 707–11
<<https://doi.org/10.1109/ICCT.2013.6820466>>

Anexo A

Componente	Actor	Perfil
Subsistema de Captura	Administrador del Sistema	Responsable de la administración de la plataforma, ejecuta los procesos funcionales de la herramienta.

Componente	Actor	Perfil
Subsistema de Monitorización	Administrador del Sistema	Responsable de la administración de la plataforma, ejecuta los procesos funcionales de la herramienta.

Componente	Actor	Perfil
Subsistema de Base de Datos	Administrador del Sistema	Responsable de la administración de la plataforma, ejecuta los procesos funcionales de la herramienta.

Componente	Actor	Perfil
Sistema Alertas y Notificación	Administrador de Análisis	Responsable de la lectura de datos y parámetros mostrados por la herramienta.
	Administrador del Sistema	Responsable de la administración de la plataforma, ejecuta los procesos funcionales de la herramienta.

Anexo B

ID	CU-001
NOMBRE	Crear módulo de captura
DOMINIO DE SERVICIO A USUARIO	
DESCRIPCIÓN	El Usuario verifica que el software de Captura este instalado correctamente.
ACTORES	Iniciar Captura
PRECONDICIONES	1. Software de Captura Instalado
ESTADO DE ÉXITO	El Software de Captura se ejecuta correctamente.
ESTADO DE FALLA	1. El Software de captura no esa instalado 2. El software de captura no se ejecuta correctamente
NECESIDAD	Ejecución del Software de captura
FLUJO NORMAL	1. Buscar en el Sistema el software de captura 2. Ejecutar el Software de captura

FLUJOS ALTERNATIVOS	Si no se encuentra el software de captura, se debe instalar para su correcta ejecución
COMPLEJIDAD	Alta
RELACIÓN CON OTROS CASOS DE USO	No Aplica
FRECUENCIA DE EJECUCIÓN	Se debe ejecutar mientras la herramienta de monitoreo es en uso

ID	CU-002
NOMBRE	Verificar módulo de captura
DOMINIO DE SERVICIO A USUARIO	
DESCRIPCIÓN	El Usuario ejecuta comando de inicio de Captura, y verifica estado de red
ACTORES	Administrador de Análisis
PRECONDICIONES	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estar Instalado el Software de Captura 2. Estar conectado a la red empresarial 3.
ESTADO DE ÉXITO	El comando de Captura se ejecuta correctamente, se empieza a monitorear el tráfico empresarial.
ESTADO DE FALLA	<ol style="list-style-type: none"> 1. El Comando de captura no se ejecuta correctamente. 2. No se está conectado correctamente a la red
NECESIDAD	Monitorear el Trafico de la red empresarial
FLUJO NORMAL	<ol style="list-style-type: none"> 1. Inicia Ventana de ejecución de línea de comando 2. Ejecutar comando de captura de trafico 3. Verificar estado de captura de tráfico.
FLUJOS ALTERNATIVOS	Si no se ejecuta el comando de Captura, se puede ejecutar la captura desde el software de captura.
COMPLEJIDAD	Alta
RELACIÓN CON OTROS CASOS DE USO	CU-001
FRECUENCIA DE EJECUCIÓN	Se debe ejecutar desde el Inicio hasta el Final de la captura de datos

ID	CU-003
NOMBRE	Verificar datos graficados
DOMINIO DE SERVICIO A USUARIO	
DESCRIPCIÓN	El usuario analiza y verifica los datos mostrados por la herramienta frente a los datos capturados del protocolo VoIP.
ACTORES	Administrador de Análisis
PRECONDICIONES	Que los datos de captura de tráfico hayan sido cargados en la base de datos. Conocer la Ruta de Consulta de la aplicación web.
ESTADO DE ÉXITO	La herramienta Web muestra los datos y parámetros de las llamadas actuales
ESTADO DE FALLA	No hay conexión con la herramienta web La herramienta web No muestra datos de captura de tráfico.
NECESIDAD	Permitir consultar un informe con los parámetros y datos de las llamadas capturados en el tráfico de red.
FLUJO NORMAL	Abrir Ventana del navegador web Consultar la herramienta web Verificar Datos y parámetros de llamadas Monitoreadas
FLUJOS ALTERNATIVOS	Si no se ejecuta la página web con la información de Captura, se deben verificar las capturas, y el registro de la Información.
COMPLEJIDAD	Media
RELACIÓN CON OTROS CASOS DE USO	CU-001, caso de uso de Registro de Información.
FRECUENCIA DE EJECUCIÓN	Se debe ejecutar la página web cuando se quiera verificar los parámetros de QoS sobre el tráfico de red empresarial.

ID	CU-004
NOMBRE	Captura de datos
DOMINIO DE SERVICIO A USUARIO	
DESCRIPCIÓN	El administrador del Sistema inicia la captura de datos, generando un archive automático con la información del tráfico monitoreado.
ACTORES	Administrador del Sistema
PRECONDICIONES	<ol style="list-style-type: none"> 4. Estar Instalado el Software de Captura 5. Estar conectado a la red empresarial 6. Verificar carpeta de guardado de archivos .pcap automáticos
ESTADO DE ÉXITO	El comando de Captura se ejecuta correctamente, se empieza a monitorear el tráfico empresarial, generando automáticamente un archive con la información capturada.
ESTADO DE FALLA	<ol style="list-style-type: none"> 3. La captura de datos no se ejecuta correctamente 4. No guarda archivos con la información del tráfico monitoreado 5. No guarda archivos con la extensión correcta .pcap
NECESIDAD	Dar inicio de captura de datos para alimentar los datos en la herramienta web
FLUJO NORMAL	<ol style="list-style-type: none"> 4. Ejecutar comando de Inicio de Captura de trafico 5. Verificación de tráfico capturado 6. Verificar estado de archivos generados por la captura de tráfico.
FLUJOS ALTERNATIVOS	Si no se inicia la de Captura de datos, se puede ejecutar la captura desde el software de captura.
COMPLEJIDAD	Alta
RELACIÓN CON OTROS CASOS DE USO	CU-001
FRECUENCIA DE EJECUCIÓN	Se debe ejecutar desde el Inicio hasta el Final de la captura de datos

ID	CU-005
NOMBRE	Convierte datos
DOMINIO DE SERVICIO A USUARIO	
DESCRIPCIÓN	El administrador del Sistema verifica los datos generados y guardados por el software de captura, hacienda a conversión a el formato de lectura de la aplicación web.
ACTORES	Administrador del Sistema
PRECONDICIONES	<ul style="list-style-type: none"> 7. Verifica Ultimo archive guardado en la carpeta de capturas 8. Verifica extensión de archivos generados .pcap
ESTADO DE ÉXITO	Convierte ultimo archive guardado en la carpeta de capturas con extensión .pcap y guarda la conversión del nuevo archive en ruta especifica con formato .json
ESTADO DE FALLA	<ul style="list-style-type: none"> 6. No se encuentra archivos con formato .pcap 7. No encuentra la ruta de guardado para la salida de nuevo archivos generado .json
NECESIDAD FLUJO NORMAL	<p>La aplicación web no permite la lectura de archivos .pcap</p> <ul style="list-style-type: none"> 7. Verifica Ultimo archive guardado en la carpeta de capturas con extensión .pcap 8. Realiza la conversión del ultimo archive encontrado 9. Guarda nuevo archive convertido a formato .json en ruta de lectura de la aplicación.
FLUJOS ALTERNATIVOS	Si no se realiza la conversión del archivo .pcap, automáticamente, este se debe abrir desde la aplicación de captura y guardar manualmente en la carpeta de lectura de la aplicación con formato .json
COMPLEJIDAD	Alta
RELACIÓN CON OTROS CASOS DE USO	CU-001, CU-004, CU-002
FRECUENCIA DE EJECUCIÓN	Se debe ejecutar la conversión mientras la captura de datos este active. Esta conversión automática ya que verifica el ultimo archive guardado en la carpeta de captura.

ID	CU-006
NOMBRE	Filtrar datos específicos
DOMINIO DE SERVICIO A USUARIO	
DESCRIPCIÓN	El administrador del Sistema verifica los datos generados y guardados por el convertido de formato .pcap a .json, hacienda lectura de la información en los archivos .json.
ACTORES	Administrador del Sistema
PRECONDICIONES	9. Verifica Ultimo archive guardado en la carpeta de lectura de la herramienta web 10. Conocer estructura del .json
ESTADO DE ÉXITO	Lee el archive .json y filtra la información parametrizada en la aplicación web.
ESTADO DE FALLA	8. No se encuentra archivos con formato .json 9. No encuentra la ruta de lectura en el análisis del paquete del archive .json
NECESIDAD	La aplicación web lee archivos .json para enviar esta información encontrada a la base de datos.
FLUJO NORMAL	10. Verifica Ultimo archive guardado en la carpeta de capturas con extensión .json 11. Realiza lectura del ultimo archive encontrado con formato .json 12. Filtra la información adecuada para ser enviada a la base de datos.
FLUJOS ALTERNATIVOS	Si no se realiza el análisis del paquete de la información, la aplicación web no puede mostrar la información.
COMPLEJIDAD	Alta
RELACIÓN CON OTROS CASOS DE USO	CU-005,
FRECUENCIA DE EJECUCIÓN	Se debe ejecutar todo el tiempo necesario la lectura de los archivos .json para extraer la información de la captura de tráfico corporativo.

ID	CU-007
NOMBRE	Registra datos BD
DOMINIO DE SERVICIO A USUARIO	
DESCRIPCIÓN	Se registran/guardan los datos de los parámetros de las llamadas monitoreadas, leídas desde el archive .json
ACTORES	Administrador del Sistema
PRECONDICIONES	<ul style="list-style-type: none"> 11. Conexión a la base de datos 12. Rutas de lectura de archivos especificadas desde la herramienta web 13. Definición de parámetros en la table de la Base de Datos. 14. Recibir información de guardado.
ESTADO DE ÉXITO	Guarda los datos específicos leídos por la aplicación web en la table de la base de datos.
ESTADO DE FALLA	<ul style="list-style-type: none"> 10. No se encuentra datos en la lectura de información capturada 11. No tiene conexión a la base de datos 12. No tiene permisos sobre la base de datos
NECESIDAD	La Información guarda en la base de datos es la información para graficar en la aplicación web.
FLUJO NORMAL	<ul style="list-style-type: none"> 13. Verifica información leída y filtrada en los archivos .json 14. Envía la información encontrada en los archivos .json a la base de datos 15. Crea un registro de la información leída en la tabla de la base de datos 16. guarda la información en la table de la base de datos.
FLUJOS ALTERNATIVOS	Si no se guarda la información en la base de datos la aplicación web no puede mostrar la información.
COMPLEJIDAD	Alta
RELACIÓN CON OTROS CASOS DE USO	CU-006,
FRECUENCIA DE EJECUCIÓN	Se debe guardar toda información filtrada y enviada a la base de para ser graficada en la aplicación web.

ID	CU-008
NOMBRE	Graficar datos
DOMINIO DE SERVICIO A USUARIO	
DESCRIPCIÓN	La aplicación web muestra los datos de las llamadas monitoreadas en la table, grafica de barras o Pie.
ACTORES	Administrador del Sistema
PRECONDICIONES	15. exista información en la table de la base de datos 16. comunicación entre la base de datos y la aplicación web
ESTADO DE ÉXITO	Muestra la información de los parámetros de QoS escogidos para ser graficados en la aplicación web.
ESTADO DE FALLA	13. No hay conexión a la base de datos. 14. No hay información en la table de la base de datos 15. No hay comunicación con la vista de la aplicación.
NECESIDAD	Mostrar la información de las llamadas monitoreadas en el tráfico de red corporativo de acuerdo con los parámetros de QoS.
FLUJO NORMAL	17. Lectura de información desde la base de datos. 18. Envío de información desde la base de datos a la vista de la aplicación 19. Muestra la información de la base de datos en el navegador web
FLUJOS ALTERNATIVOS	Si no hay conexión con la base de datos la información no puede ser leída y mostrada por la aplicación web.
COMPLEJIDAD	Alta
RELACIÓN CON OTROS CASOS DE USO	CU-007,
FRECUENCIA DE EJECUCIÓN	La aplicación web está en constante actualización y comunicación con la base de datos para graficar los datos guardados.

ID	CU-009
NOMBRE	Mostrar notificación
DOMINIO DE SERVICIO A USUARIO	
DESCRIPCIÓN	La aplicación web muestra las alertas de no cumplimiento de QoS con colores Rojo: No cumple. Verde: Cumple.
ACTORES	Administrador del Sistema
PRECONDICIONES	17.Lectura de información de parámetros desde la base de datos
ESTADO DE ÉXITO	Muestra la información de los parámetros de QoS que cumplen/no Cumplen para el mínimo de calidad de servicio.
ESTADO DE FALLA	16.No muestra alertas de incumplimiento de calidad de servicio 17.No muestra Pachon datos leídos desde la base de datos.
NECESIDAD	Mostrar la información de las llamadas monitoreadas en el tráfico de red corporativo que cumplen con calidad de servicio.
FLUJO NORMAL	20.Lectura de información desde la base de datos. 21.Envió de información desde la base de datos a la vista de la aplicación 22.Muestra la información de la base de datos en el navegador web 23.Cambia de color si los parámetros de QoS nos cumple con los estándares de la investigación.
FLUJOS ALTERNATIVOS	Conocer externamente los parámetros de QoS para llamadas bajos el protocolo VoIP
COMPLEJIDAD	media
RELACIÓN CON OTROS CASOS DE USO	CU-008,
FRECUENCIA DE EJECUCIÓN	La aplicación web está en constante actualización y comunicación con la base de datos para graficar los datos que cumplan con los parámetros de QoS