



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR**  
**ESCUELA INGENIERÍA EN INFORMÁTICA E INTELIGENCIA ARTIFICIAL**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL**  
**TÍTULO DE INGENIERO EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**

**SISTEMA DE GESTIÓN DE INFRAESTRUCTURA DE RED BASADO EN**  
**SOFTWARE LIBRE, PARA LA EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL NORTE**  
**EMELNORTE S.A**

**VICTORIA JAZMÍN FRAY BUESTÁN**

**TUTOR: DARWIN MARCELO PILLO GUANOLUISA**

**IBARRA – ECUADOR**

**FEBRERO, 2025**

Ibarra, 11 de febrero del 2025

## CERTIFICACIÓN DE TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación, titulado: **SISTEMA DE GESTIÓN DE INFRAESTRUCTURA DE RED BASADO EN SOFTWARE LIBRE, PARA LA EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL NORTE EMELNORTE S.A.**, presentado por la estudiante **Victoria Jazmín Fray Buestán** con cédula de ciudadanía N° 1723432470, para obtener el Título de **TÍTULO DE INGENIERA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**.

Certifico que el trabajo cumple con todos los parámetros establecidos, mediante el cual el estudiante demuestra el desarrollo de competencias en el campo de conocimiento de su profesión con un nivel de argumentación coherente, para ser sometido a la evaluación por parte de los lectores.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de originalidad de TURNITIN.

Turnitin Informe de Originalidad	
Procesado el: 13-dic.-2024 10:01 -05	
Identificador: 2551310127	
Número de palabras: 16699	
Entregado: 1	
TESIS_VICTORIA JAZMIN FRAY BUESTAN Por VICTORIA JAZMIN FRAY BUESTAN	
Índice de similitud	Similitud según fuente
5%	Internet Sources: 5% Publicaciones: 2% Trabajos del estudiante: 1%

(f): 

Mgs. Darwin Pillo

TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

C.C.: 1003319660


## PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El tribunal examinador, aprueba el presente trabajo en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Ibarra:

(f): 

Mgs. Darwin Pillo

C.C.: 1003319660

(f): 

Mgs. Cesar Grijalva

C.C.: 1001962131

(f): 

Mgs. David Narvaéz

C.C.: 1002868378

## ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Victoria Jazmín Fray Buestán, declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 165 del Código Orgánico de Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, que manifiesta textualmente: “Se reconoce facultad de los autores y demás titulares de derechos de disponer de sus derechos o autorizar las utilidades de sus obras o prestaciones a título gratuito y oneroso, según las condiciones que determinen. Esta facultad podrá ejercerse mediante licencias libres, abiertas y otros modelos alternativos de licenciamiento o la renuncia”.

Ibarra, 11 de febrero del 2025

(f): 

Victoria Jazmín Fray Buestán

C.C.: 1723432470

## AUTORIA

Yo, Victoria Jazmín Fray Buestán, portadora de la cédula de ciudadanía N° 1723432470, declaro que el presente trabajo de investigación es de total responsabilidad de la autora, y eximo expresamente a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Ibarra de posibles reclamos o acciones legales.

(f): 

Victoria Jazmín Fray Buestán

C.C.:1723432470

## DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

Dedico esta tesis a las personas que me han acompañado en este camino largo y lleno de retos por cumplir, primero quiero dar las gracias a Dios por brindarme la fuerza para seguir adelante y no decaer aun cuando los momentos se han puesto complicados y cuando no he tenido la fuerza de seguir me ha mostrado el camino para continuar y conseguir la meta que me he propuesto.

A mis dos madres, quienes me han enseñado que, aunque la vida se ponga difícil, nunca debemos dejar de continuar. A mi abuelita, gracias por tu amor y dedicación, y por enseñarme a ser valiente y decidida. A mi madre, gracias por tus enseñanzas, por forjar mi carácter, y por apoyarme en cada paso, incluso cuando he tropezado. Este logro también es para ti.

A mis amigos Cristian, Ericsson desde el cielo me han visto cumplir un sueño me vieron comenzar junto a mí y desde el cielo me miran culminarlo; a mi abuelita Luz, creo que también me miras con dulzura y orgullo de haber terminado esta meta.

A Cristian tú que no solo has sido mi amigo sino esa persona que me ha levantado de mis peores momentos, el que siempre me ha brindado una palabra de aliento y el que siempre creyó en mí, tú eres esa familia que la vida me brindo; ahora ya somos colegas. Gracias por tu amistad de años y por seguir a mi lado sabes que siempre te brindare mi mano como lo hiciste siempre tú.

A todos mis ingenieros y licenciados que en este camino me brindaron sus enseñanzas no solo en un salón de clases sino en mi vida personal, me brindaron su amistad y también sus buenos consejos para continuar; A mi tutor Mgs. Darwin Pillo por brindarme siempre su tiempo en esté camino y cada enseñanza que me ayudó a culminar esté paso muy importante a mi vida, a mis lectores Mgs. David Narvaéz y Cesar Grijalva por su tiempo y dar las pautas para poder culminar este documento sin ningún problema. A mi coordinadora de titulación PhD. Laurita Guerra gracias no solo por las enseñanzas impartidas en las aulas clases sino por el cariño que

he me ha brindado y el cual yo he logrado tenerle en todos estos años, gracias por siempre decirme palabras de aliento, de superación y sus consejos en todo este tiempo; de mis ingenieros me llevó una frase que me dijeron en el comienzo de mi vida universitaria.

“La vida no es una carrera no importa si llegas antes o después lo que importa es haber adquirido los conocimientos para la misma y sobre todo ser el mejor en lo que hacemos”.

Y sobre todo a los dos amores de mi vida a mi hermano Sebastián al cual lo amo con todo mi corazón y que lucho cada día para que no sea como yo sino mejor y que alcance muchas metas en su vida y sobre todo sea feliz cumpliendo cada una de ellas; y a mi preciosa hija Rafaela por brindarme la luz que me hacía falta, por siempre levantarme cuando siento que no puedo más, por brindarme amor y cariño lo cual me dio las fuerzas para seguir y sobre todo para que mire que en la vida podrás conseguirlo todo lo que te propongas que te daré mi mano para no desistir sino seguir siempre. Te Amo.

A cada uno de ustedes gracias.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

## CONTENIDO

CERTIFICACIÓN DE TUTOR.....	ii
PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL .....	iii
ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS .....	iv
AUTORIA.....	v
DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS .....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	viii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiii
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT .....	xvii
INTRODUCCIÓN .....	xviii
CAPITULO I ESTADO DEL ARTE.....	21
1.1. Antecedentes.....	21
1.2. Marco teórico.....	23
1.2.1. Importancia de los sistemas de gestión de red .....	24
1.2.2. Sistema de Gestión de Redes (SGR) .....	25
1.2.3. La Importancia de la Gestión de Redes.....	26
1.2.4. Los Sistemas de Gestión de Redes .....	27
1.2.5. El Software Libre en la Gestión de Redes.....	27
1.2.6. Ventajas de Implementar un Sistema de Gestión de Redes .....	28
1.2.7. Directrices Esenciales para la Administración de Redes .....	29
1.2.8. Administración de red .....	30
1.2.9. Protocolos de administración de red .....	30
1.2.10. Norma ISO 7498-4 .....	33
1.3. Máquinas virtuales.....	34
1.3.1. Componentes clave .....	35
1.3.2. Virtual Box .....	35
1.4. Herramientas de monitoreo de red.....	36
1.4.1. Nagios.....	36
1.4.2. Pandora FMS.....	37
1.4.3. PRTG Network Monitor.....	37

1.4.4.	Es una herramienta de monitoreo de redes desarrollada por Paessler AG, que emplea sensores para supervisar el rendimiento de dispositivos y servicios en la red (Nunsys, 2023) maneja lo siguiente:.....	37
1.4.5.	OpenNMS.....	38
1.4.6.	HP OpenView (actualmente HP Operations Manager).....	39
1.4.7.	Zabbix.....	40
1.4.8.	Zenoss.....	41
1.4.9.	Retroalimentación .....	42
CAPÍTULO II MATERIALES Y MÉTODOS .....		44
2.1.	Aspectos generales de la investigación .....	44
2.1.1.	Tipo de investigación .....	44
2.1.2.	Análisis de la entrevista realizada .....	46
2.1.3.	Comprensión de requerimientos.....	46
2.1.4.	Host para monitoreo .....	50
2.2.	Arquitectura de red de Emelnorte S.A.....	51
2.2.1.	Requerimientos Funcionales .....	53
2.2.2.	Requerimientos No Funcionales .....	53
2.3.	Análisis de la Infraestructura Empresarial de EMELNORTE S.A. ....	54
2.3.1.	Infraestructura Eléctrica .....	54
2.3.2.	Infraestructura Tecnológica.....	54
2.3.3.	Infraestructura Organizacional .....	55
2.4.	Rocky Linux .....	55
	• Origen: .....	55
	• Compatibilidad: .....	55
	• Estabilidad: .....	55
	• Soporte:.....	56
	• Migración sencilla: .....	56
2.5.	Desarrollo .....	56
2.5.1.	Diseño de la estrategia de monitoreo de la red de computadoras .....	56
2.5.2.	Implementación de las herramientas de monitoreo en la infraestructura de red	56
2.6.	Análisis detallado del entorno Zabbix .....	57
	El siguiente apartado expone los módulos esenciales que integran la plataforma Zabbix, detallando entradas y salidas necesarias para cada módulo principal como la forma en que la información es presentada a los usuarios finales. ....	57
2.6.1.	Módulo de monitoreo.....	57
2.6.2.	Módulo de inventario.....	59

2.6.3.	Módulo de reportes.....	60
2.6.4.	Módulo de configuración. ....	61
2.6.5.	Módulo de Administración.....	63
2.6.6.	Servidor Zabbix.....	63
2.6.7.	Funcionamiento Zabbix.....	63
2.7.	Gestión de la infraestructura de red aplicando herramienta de Zabbix .....	64
2.7.1.	Matriz RACI del sistema de gestión de red.....	67
	Tarea / Actividad .....	67
	Directora de TIC.....	67
	Encargado de Redes 1.....	67
	Encargado de Redes 2.....	67
	Soporte.....	67
	Notificar de una alerta .....	67
	Verificar qué sucedió.....	67
	Dar solución al problema.....	67
	Verificar que esté solucionado .....	67
	<b>CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>69</b>
3.	Ingreso página de ZABBIX.....	69
3.1.	Creación de hosts.....	69
3.2.	Pruebas de espacio de disco en Zabbix .....	71
3.3.	Pruebas de salto de la CPU .....	73
3.4.	Pruebas de Carga del sistema .....	73
3.5.	Prueba de tráfico de red .....	74
3.6.	Prueba uso de memoria RAM .....	75
3.7.	Prueba de control de procesos .....	76
3.8.	Prueba de partición /sda.....	77
3.9.	Notificaciones.....	78
3.9.1.	Gmail.....	78
3.9.2.	Zimbra .....	79
3.9.3.	Telegram.....	80
3.9.4.	Notificaciones por Zabbix.....	80
3.10.	Monitoreo de cambios en el switch .....	81
3.11.	Monitoreo de acceso .....	82
3.12.	Proceso de resolución de problemas de red .....	82
3.13.	Discusión por comparación.....	83

CONCLUSIONES .....	85
RECOMENDACIONES .....	86
BIBLIOGRAFÍA.....	87
ANEXO 1 .....	89
ANEXOS 2.....	101
ANEXO 3.....	109
ANEXO 4.....	122

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cuadro comparativo de Herramientas de monitoreo .....	42
Tabla 2: Estructura entrevista modelo FCAPS .....	47
Tabla 3: Lista de Host para monitorear .....	50
<i>Tabla 4: Mapeo de FCAPS y Zabbix</i> .....	64

## ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1: Funcionamiento de ICMP .....	31
Ilustración 2: Arquitectura de SNMP .....	33
Ilustración 3: Herramienta de monitoreo Nagios .....	36
Ilustración 4: Herramienta de monitoreo Pandora FMS .....	37
Ilustración 5: Herramienta de monitoreo PRTG Network Monitor .....	38
Ilustración 6: Herramienta de monitoreo Open NMS .....	39
Ilustración 7: Herramienta de monitoreo HP Operation Manager .....	40
Ilustración 8: Herramienta de monitoreo Zabbix .....	41
Ilustración 9: Herramienta de monitoreo Zenoss .....	42
Ilustración 10: Gestión de Fallos respuestas .....	48
Ilustración 11: Gestión de Configuración respuestas .....	48
Ilustración 12: Gestión de Contabilidad respuestas .....	48
Ilustración 13: Gestión de Rendimiento respuestas .....	49
Ilustración 14: Gestión de Seguridad respuestas .....	49
Ilustración 15 Correo del coordinador de redes de la empresa EMELNORTE S.A en el área de TICs .....	51
Ilustración 16: Red LAN EMELNORTE S.A.....	52
Ilustración 17: Dashboard página principal de Zabbix .....	58
Ilustración 18: Detalle de problemas.....	58
Ilustración 19: Utilización de memoria ATCLI-01 .....	59
Ilustración 20: Inventario de Host .....	59
Ilustración 21 Menú de Zabbix .....	60
Ilustración 22: Informe de disponibilidad de Zabbix .....	60
Ilustración 23: Hosts groups de Zabbix.....	61
Ilustración 24: Templates de Zabbix .....	62
Ilustración 25: Hosts de Zabbix .....	62
Ilustración 26: Dashboard principal de Zabbix .....	69
Ilustración 27: Página para la creación de hosts .....	70
Ilustración 28: Hosts creados .....	71
Ilustración 29: Gráfico de la utilización del espacio del disco.....	72
Ilustración 30: Cuadro de utilización de espacio del disco .....	72
Ilustración 31:Resultados de los datos de CPU.....	73
Ilustración 32:Monitoreo de la carga del sistema en Zabbix .....	74
Ilustración 33:Monitoreo del tráfico de red SW-CORE.....	75
Ilustración 34: Uso de memoria RAM SW-MTRIZ-PISO-02 .....	76
Ilustración 35: Control de Procesos del servidor Zabbix .....	77
Ilustración 36: Resultado del promedio de espera del disco .....	77
Ilustración 37: Resultado de lectura y escritura de disco .....	78
Ilustración 38: Resultados de utilización y consulta de disco .....	78
Ilustración 39: Notificación de fallo en SW-DIS3800 por Gmail.....	79
Ilustración 40: Notificación Zimbra del SW-MATRIZ-PISO-01 cuando tuvo una desconexión .....	79
Ilustración 41: Notificación Zimbra del SW-MATRIZ-PISO-01 cuando tuvo conexión nuevamente.....	80
Ilustración 42 Notificaciones en Telegram .....	80

Ilustración 43 Actualización de un problema mediante notificación.....	81
Ilustración 44 Comprobación de la notificación enviada al dar update o actualizar.....	81
Ilustración 45 Monitoreo del cambio del SW-PISO 01 .....	82
Ilustración 46 Monitoreo de la resolución problema SW-PISO 01 .....	82
Ilustración 47 Acceso denegado de usuario .....	82
Ilustración 48 Diagrama de flujo perdida de conexión .....	83
Ilustración 49: Creación de la máquina virtual .....	89
Ilustración 50: Ventana de instalación Rocky Linux 9.3 .....	90
Ilustración 51: Ventana de idiomas .....	90
Ilustración 52: Configuración de Ethernet .....	91
Ilustración 53: Pantalla principal de root .....	92
Ilustración 54: Configuración de contraseña.....	92
Ilustración 55: Actualización de paquetes.....	93
Ilustración 56: Actualización y creación de metadatos .....	93
Ilustración 57: Habilitar el servicio de MySql .....	93
Ilustración 58: Inicio automático del sistema.....	94
Ilustración 59: Comando de seguridad MySql .....	94
Ilustración 60: Especificaciones para la contraseña .....	94
Ilustración 61: Creación de la contraseña .....	94
Ilustración 62: Ingreso al servidor de MySql .....	95
Ilustración 63: Creación y configuración de base de datos y usuario .....	95
Ilustración 64: Importación de la base de datos .....	95
Ilustración 65: Ingreso al directorio de MySql.....	96
Ilustración 66: Instalación de php y http .....	96
Ilustración 67: Comprobación de la dirección Ip .....	96
Ilustración 68: Test de HTTP Server.....	97
Ilustración 69: Página de inicio de zabbix .....	97
Ilustración 70: Página de prerequisites .....	98
Ilustración 71: Configuración para la conexión de la Base de Datos.....	98
Ilustración 72: Ajustes de nombre y zona horaria.....	99
Ilustración 73: Página de preinstalación.....	99
Ilustración 74: Página de instalación completa y satisfactoria.....	100
Ilustración 75: Página de ingreso a Zabbix .....	100
Ilustración 76: Menú de la configuración del servidor .....	109
Ilustración 77 Panel para exportar el servicio que vamos a virtualizar.....	110
Ilustración 78 Ubicación para guardar nuestro servicio virtualizado.....	110
Ilustración 79 Pantalla de configuración de formato .....	111
Ilustración 80 Porcentaje de la descarga del ova.....	111
Ilustración 81 Menú de usuarios .....	112
Ilustración 82 Creación de un nuevo usuario .....	113
Ilustración 83 Configuración de correo electrónico.....	113
Ilustración 84 Confirmación del correo del nuevo usuario .....	114
Ilustración 85 Selección del rol que queremos que tenga nuestro usuario.....	114
Ilustración 86 Permisos brindados al usuario.....	115
Ilustración 87 Verificación de nuestro nuevo usuario.....	115
Ilustración 88 Verificación en los roles de usuario .....	116
Ilustración 89 Menú de Alertas .....	116

Ilustración 90 Configuración del correo.....	117
Ilustración 91 Configuración del servidor de correo.....	117
Ilustración 92 Tipos de mensajes a enviar .....	118
Ilustración 93 Hacemos un test para ver si la configuración esta correcta si esta todo bien saldrá exitosa.....	118
Ilustración 94 Test del Email .....	118
Ilustración 95 Menú de alertas .....	119
Ilustración 96 Acciones de las notificaciones .....	119
Ilustración 97 Detalles de operaciones de notificaciones.....	120
Ilustración 98 Menú de las operaciones de las notificaciones .....	121
Ilustración 99 Notificación recibida por correo electrónico.....	121

## RESUMEN

El proyecto propuesto tiene como objetivo implementar un Sistema de Gestión de Infraestructura de Red basado en software de código abierto en la Empresa Eléctrica Regional Norte S.A., con el objetivo de alinear el sistema con las mejores prácticas de la industria, como el modelo FCAPS, para garantizar una solución robusta y estandarizada.

Por esta razón, el enfoque de este proyecto no solo fue mejorar la eficiencia operativa de la empresa, sino también sentar las bases para una gestión de red más ágil, segura y escalable en el futuro, apuntando así a una mejora integral y sostenible.

Esperando que este proyecto no solo mejore la eficiencia operativa de la empresa, sino que también sienta las bases para una gestión de red más ágil, segura y escalable en el futuro. De esta manera, se busca una mejora integral y sostenible. La implementación de este sistema representa una inversión en tecnología y un compromiso con la excelencia operativa, la seguridad de la información y la satisfacción del cliente. Este esfuerzo es clave para el futuro sostenible de la empresa y la calidad del servicio que se ofrece a sus usuarios. La tecnología se convierte en un pilar estratégico.

Finalmente, es recomendable considerar este proyecto como una inversión estratégica en tecnología, que sentará las bases para una gestión de red más ágil, segura y adaptable a las necesidades cambiantes de la organización.

**Palabras clave:** Procesamiento, Utilización de Memoria, Procesador de Disparadores, Alta Utilización de Memoria.

## ABSTRACT

The proposed project aims to implement a Network Infrastructure Management System based on open-source software at Empresa Eléctrica Regional Norte S.A., with the objective of aligning the system with industry best practices, such as the FCAPS model, to ensure a robust and standardised solution.

For this reason, the focus of this project was not only to improve the operational efficiency of the company, but also to lay the foundation for a more agile, secure and scalable network management in the future, thus aiming for a comprehensive and sustainable improvement.

This project is expected not only to improve the operational efficiency of the company, but also to lay the foundations for a more agile, secure and scalable network management in the future. In this way, a comprehensive and sustainable improvement is aimed for. The implementation of this system represents an investment in technology and a commitment to operational excellence, information security and customer satisfaction. This effort is key to the sustainable future of the company and the quality of service offered to its users. Technology becomes a strategic pillar.

Finally, it is recommended to consider this project as a strategic investment in technology, which will lay the foundations for a more agile, secure and adaptable network management to the changing needs of the organisation.

**Keywords:** Processing, Memory Utilisation, Trigger Processor, High Memory Utilisation

## INTRODUCCIÓN

En la era digital actual, la gestión eficiente de redes informáticas es crucial para el éxito operativo y estratégico de las organizaciones. Un Sistema de Gestión de Redes (SGR) adecuado no solo asegura una operación fluida de la infraestructura de TI, sino que también mejora la seguridad, confiabilidad y eficiencia de los servicios ofrecidos. Así, la optimización de la gestión de redes se convierte en una prioridad estratégica para cualquier empresa moderna.

En este contexto, Eléctrica Regional Norte EMELNORTE S.A., líder en el sector energético, enfrenta el desafío de optimizar la gestión de su infraestructura de red. La falta de un SGR ha generado dificultades significativas en la detección temprana de fallos, la configuración y administración de dispositivos, el análisis de rendimiento y la implementación de medidas de seguridad proactivas. Estas carencias afectan la eficiencia operativa y la seguridad de la empresa.

EMELNORTE S.A. inició sus operaciones el 25 de noviembre de 1975, con el Instituto Ecuatoriano de Electrificación (INECEL) como principal accionista, incluyendo las empresas eléctricas de Ibarra, Montúfar y Tulcán. Desde entonces, ha crecido y se ha consolidado en el mercado, pero enfrenta la necesidad de modernizar su infraestructura de red para mantener su competitividad y eficiencia. Esta modernización es esencial para su sostenibilidad a largo plazo.

El objetivo de este proyecto es diseñar, desarrollar e implementar un Sistema de Gestión de Infraestructura de Red basado en Software Libre para EMELNORTE S.A., buscando satisfacer las necesidades específicas de la empresa y alineando el sistema con las mejores prácticas del sector y normativas internacionales como el modelo FCAPS y la norma ISO 7498-4. Al alinear el sistema con estos estándares, se garantiza una solución robusta y estándar.

La investigación se centra en un análisis profundo de las necesidades y los requerimientos de gestión de red de EMELNORTE S.A., así como en la evaluación y configuración de herramientas de software libre. Este proyecto tiene como objetivo no solo optimizar la eficiencia operativa de la empresa, sino también establecer las bases para una gestión de red más ágil, segura y escalable en el futuro. De este modo, se busca una mejora integral y sostenible a largo plazo.

La implementación de un Sistema de Gestión de Infraestructura de Redes en EMELNORTE S.A. representa una inversión estratégica clave para asegurar el futuro sostenible de la empresa y mejorar significativamente la calidad del servicio brindado a sus usuarios. Esta iniciativa no solo refuerza la excelencia operativa y la seguridad de la información, sino que también posiciona a la tecnología como un pilar fundamental en la estrategia corporativa.

La presente tesis tiene como objetivo general el desarrollo de un sistema de gestión de infraestructura de red basado en software libre para EMELNORTE S.A. Para alcanzar este objetivo, se plantean los siguientes objetivos específicos: analizar la literatura relacionada mediante una revisión bibliográfica, diagnosticar el estado actual de la infraestructura de red, identificar el software libre más adecuado y validar el sistema propuesto. Estos objetivos guían la investigación.

El trabajo está organizado en tres capítulos principales. El primer capítulo explora exhaustivamente el estado actual del conocimiento, proporcionando una base sólida teórica y práctica para el desarrollo del proyecto. Este análisis es crucial para entender las mejores prácticas y las tecnologías disponibles. Así se construye el marco teórico necesario.

El segundo capítulo detalla la metodología empleada en la investigación y desarrollo del sistema. Se describen las técnicas, herramientas, instrumentos y procesos necesarios para implementar un sistema de infraestructura de red basado en software libre en EMELNORTE S.A. Este enfoque metodológico asegura una implementación efectiva y eficiente, ajustada a las necesidades de la empresa.

Finalmente, en el tercer capítulo, se presentan los resultados obtenidos y se evalúa el sistema de infraestructura de red desarrollado. Se analizan los objetivos planteados inicialmente y se discuten las implicaciones prácticas y teóricas del trabajo realizado. Este capítulo culmina con una valoración de los logros alcanzados y las futuras líneas de investigación, consolidando así el aporte del proyecto.

## **CAPITULO I**

### **ESTADO DEL ARTE**

En el mundo actual, las redes informáticas se han convertido en un elemento fundamental para el funcionamiento de las organizaciones. La gestión eficiente de estas redes es crucial para garantizar su correcto funcionamiento, seguridad y disponibilidad. Un Sistema de Gestión de Redes (SGR) adecuado permite a las empresas monitorear, controlar y optimizar su infraestructura de red, lo que se traduce en una mayor eficiencia operativa, menores costos y una mejor calidad de servicio para los usuarios.

En este capítulo, se presenta un análisis exhaustivo del estado del arte en relación con los Sistemas de Gestión de Redes, abarcando su importancia, beneficios, normativas relevantes y la relevancia del software libre en este contexto. Se exploran investigaciones previas, tendencias actuales, tecnologías relevantes y mejores prácticas en el ámbito de la gestión de redes informáticas.

Además, se examina la importancia de la implementación de un Sistema de gestión de redes en empresas como EMELNORTE S.A., destacando los beneficios que aporta a la visión y control de la red, la optimización del uso de recursos y la eficiencia en la prestación de servicios.

#### **1.1. Antecedentes**

Los avances en tecnologías de la información y comunicación han revolucionado la forma en que interactuamos con nuestro entorno. Estos desarrollos no solo permiten una rápida transmisión de datos, sino que también influyen significativamente en la planificación, elaboración y ejecución de diversas actividades dentro de las instituciones.

A medida que el sector evoluciona, han surgido diferentes conjuntos de mejores prácticas diseñadas para asistir a las organizaciones en la gestión de procesos clave. Estas prácticas se centran en optimizar los procedimientos relacionados con el soporte y la provisión de servicios de tecnología de la información, con un énfasis particular en la gestión de incidencias.

La Empresa Eléctrica Regional Norte es una de las 19 compañías en el país encargadas de la distribución y comercialización de energía eléctrica, atendiendo a una diversidad de consumidores industriales, comerciales y residenciales ubicados en las zonas urbanas y rurales de las provincias de Carchi e Imbabura.

La empresa está compuesta por varias áreas que gestionan diferentes actividades, como contabilidad, atención al cliente, recursos humanos, entre otras. El área de TI es responsable de la gestión de datos y enlaces de comunicación en la sede principal de la empresa, así como en las distintas centrales y subestaciones a las que está conectada.

Es por esto que (Torres, 2023) Se desarrolló un modelo de gestión de red basado en el marco FCAPS con el objetivo de mejorar la disponibilidad y el rendimiento de una empresa dedicada a ofrecer soluciones tecnológicas de información y comunicación en la provincia de Quito. Este modelo de gestión permitió planificar, mantener y administrar de manera eficiente tanto la red como los servicios de telecomunicaciones de la empresa JASSA TELECOM.

También (Benítez y Ron Larco, 2015) propusieron un modelo de infraestructura de red basados en las mejores prácticas de gestión de TI en EP PETROECUADOR usando el modelo

FCAPS ya que se utilizó para el análisis del problema que se tenía, y se combinó con el modelo OSI además de la utilización de modelos de gestión de red, lo que logró que eran dos objetivos principales uno de ellos documentar la información y el otro formalizar los procesos y procedimientos que se tenían.

Por otra parte (Pérez, 2019) implemento una herramienta para el monitoreo de la red universitaria modificando la actual función de monitoreo que estaba a cargo de la Dirección de Información y Sistemas específicamente el Área de Monitoreo y Operación de la red de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, utilizando una plataforma para monitoreo de red llamada Zabbix, que ofrece una mejora con lo que es la administración del rendimiento, la administración de la seguridad y la administración de configuración.

Se hizo un cambio de la plataforma actualmente utilizada llamada Orion porque no ofrece algunas de las características que la otra plataforma brinda, además que arrojaba resultados de administración del rendimiento que no tiene información precisa lo que hace que la no se pueda tener una buena toma de decisiones y con eso la resolución de problemas se ve atenuada.

## **1.2. Marco teórico**

La gestión de redes constituye un pilar fundamental en el ámbito de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC). En su núcleo, implica un conjunto de prácticas, herramientas y técnicas orientadas a la administración, monitoreo y optimización de las redes de computadoras, tanto a nivel local como global. Desde una perspectiva empresarial, la gestión de redes es crucial para asegurar un funcionamiento eficiente de las operaciones comerciales,

garantizar la seguridad de los datos, optimizar el rendimiento de los sistemas y satisfacer las necesidades de los usuarios.

La relevancia de la gestión de redes radica en su capacidad para asegurar que las redes de computadoras operen de manera confiable y eficiente. En un mundo cada vez más interconectado, donde la infraestructura digital se erige como el núcleo de muchas organizaciones, la gestión de redes se convierte en un elemento crítico para asegurar la continuidad del negocio y proteger los activos digitales. (Jiménez, 2021).

Los elementos esenciales que conforman la gestión de redes incluyen la supervisión del rendimiento de la red, la detección y resolución de problemas, la configuración de dispositivos de red, la gestión de la seguridad, la implementación de políticas de acceso y el mantenimiento de la infraestructura de red. Además, con la proliferación de dispositivos conectados a Internet de las cosas (IoT) y la creciente complejidad de las redes empresariales, la gestión de redes se ha vuelto aún más crítica y desafiante.

### **1.2.1. Importancia de los sistemas de gestión de red**

La importancia de los sistemas de gestión de redes en la era digital es fundamental para cualquier organización que dependa de una infraestructura tecnológica robusta y eficiente. Un sistema de gestión de redes garantiza el funcionamiento continuo de la infraestructura, permitiendo a las organizaciones mantener sus servicios sin interrupciones y minimizar el tiempo de inactividad, aspectos esenciales para la operatividad y la satisfacción del cliente.

Estos sistemas mejoran significativamente la seguridad de la red al facilitar la implementación de medidas proactivas contra amenazas cibernéticas, como intrusiones y malware. Además, contribuyen a la confiabilidad del servicio mediante la configuración y

administración centralizada de todos los dispositivos de red, asegurando su correcto funcionamiento y actualización constante. La automatización de procesos, cuando es posible, reduce las tareas manuales de gestión. A través de diversas herramientas de gestión, se preparan las redes, se supervisa su rendimiento, se gestionan fallas de manera inmediata y se controla la seguridad de la red (Hat, 2019).

Además, un sistema de gestión de redes incrementa la eficiencia operativa al automatizar tareas rutinarias, permitiendo al personal de tecnologías de la información enfocarse en actividades estratégicas, lo que reduce costos operativos y mejora la capacidad de respuesta ante incidencias. La automatización y centralización de la gestión optimizan los recursos y aumentan la productividad de la organización.

Por último, alinear la gestión de redes con las mejores prácticas y normativas internacionales, como el modelo FCAPS y la norma ISO 7498-4, asegura una gestión de alta calidad y facilita el cumplimiento con los estándares de la industria. Esto es esencial para mantener la competitividad y credibilidad en el mercado global.

### **1.2.2. Sistema de Gestión de Redes (SGR)**

Es una herramienta indispensable para la gestión de redes informáticas. Los SGR proporcionan una visión integral de la red, permitiendo a los administradores monitorear el estado de los dispositivos, identificar y resolver problemas, optimizar el rendimiento y garantizar la seguridad de la red. El Surgimiento de las Redes Informáticas en la Era Digital

Las redes informáticas han evolucionado desde sus inicios como simples conexiones entre computadoras personales hasta convertirse en complejas infraestructuras globales que soportan el intercambio de información y la comunicación a escala mundial. El desarrollo de

Internet a partir de la década de 1980 ha impulsado la adopción generalizada de redes informáticas en empresas, instituciones educativas, gobiernos y hogares. Este crecimiento exponencial ha traído consigo la necesidad de contar con herramientas y metodologías eficientes para gestionar estas redes de manera efectiva.

### 1.2.3. La Importancia de la Gestión de Redes

A medida que las redes informáticas se han vuelto más complejas y críticas para el funcionamiento de las organizaciones, la gestión de redes ha cobrado mayor importancia. La gestión de redes se refiere al conjunto de actividades y procesos necesarios para planificar, diseñar, implementar, operar, monitorear y mantener una infraestructura de red de manera eficiente y segura. Una gestión adecuada de la red permite:

- **Garantizar la disponibilidad y el correcto funcionamiento de la red:** Una gestión proactiva de redes permite anticipar y prevenir problemas antes de que impacten a los usuarios, garantizando así la continuidad del servicio.
- **Optimizar el rendimiento de la red:** La monitorización y el análisis del tráfico de red permiten identificar cuellos de botella y optimizar el uso de los recursos de la red, mejorando la experiencia de los usuarios y la eficiencia general.
- **Mejorar la seguridad de la red:** La implementación de políticas de seguridad y el control de acceso a la red ayudan a proteger la información confidencial y los sistemas críticos de ciberataques y otras amenazas.
- **Reducir costos:** La gestión eficiente de la red puede ayudar a reducir los costos de operación y mantenimiento, optimizando el uso de recursos y previniendo problemas que podrían generar gastos adicionales.
- **Facilitar la toma de decisiones:** La información recopilada a través de la gestión de redes proporciona datos valiosos para la planificación del crecimiento de la red,

la inversión en nuevas tecnologías y la adaptación a las necesidades cambiantes de la organización.

#### 1.2.4. Los Sistemas de Gestión de Redes

Los Sistemas de Gestión de Redes (SGR) son herramientas informáticas que permiten a los administradores de redes gestionar de manera centralizada la infraestructura de red. Los SGRs proporcionan una amplia gama de funcionalidades, incluyendo:

- **Monitoreo de dispositivos y tráfico de red:** Los SGR permiten monitorear el estado de los dispositivos de red, el tráfico de red y los niveles de rendimiento en tiempo real.
- **Detección y resolución de problemas:** Los SGR pueden detectar problemas de red de manera automática y alertar a los administradores para su resolución oportuna.
- **Configuración de dispositivos:** Los SGR permiten configurar los dispositivos de red de manera remota, simplificando la administración de la red.
- **Gestión de la seguridad:** Los SGR facilitan la implementación de políticas de seguridad, el control de acceso a la red y la detección de intrusiones.
- **Planificación y crecimiento de la red:** Los SGR proporcionan información valiosa para la planificación del crecimiento de la red, la identificación de necesidades futuras y la toma de decisiones estratégicas.

#### 1.2.5. El Software Libre en la Gestión de Redes

El software libre ha ganado popularidad en el ámbito de la gestión de redes debido a sus diversas ventajas, como:

- **Costo:** El software libre es gratuito, lo que significa que las organizaciones no tienen que incurrir en costos de licenciamiento, lo que representa un ahorro significativo a largo plazo.

- **Flexibilidad:** El software libre es de código abierto, lo que permite a las organizaciones personalizarlo y adaptarlo a sus necesidades específicas, integrando funcionalidades y características únicas.
- **Seguridad:** El software libre es desarrollado por una comunidad global de desarrolladores, lo que lo hace menos susceptible a vulnerabilidades y ataques, ya que el código está sujeto a un constante análisis y revisión.
- **Confiabilidad:** El software libre tiene una larga trayectoria de estabilidad y confiabilidad, ya que está probado y utilizado por millones de usuarios en todo el mundo.
- **Soporte comunitario:** El software libre cuenta con una amplia comunidad de usuarios y desarrolladores que brindan soporte técnico y comparten conocimiento de forma gratuita, lo que facilita la resolución de problemas y la obtención de asistencia.

### 1.2.6. Ventajas de Implementar un Sistema de Gestión de Redes

La implementación de un SGR en una organización ofrece una serie de beneficios, entre los que se destacan:

- **Mejora de la visibilidad y el control de la red:** Un Sistema de Gestión de Redes (SGR) ofrece una visión centralizada de toda la infraestructura de red, lo que permite a los administradores monitorear el estado de los dispositivos, el tráfico de datos y los niveles de rendimiento. Esta capacidad de supervisión centralizada facilita la rápida identificación y resolución de problemas, mejorando así la eficiencia operativa.
- **Optimización del rendimiento de la red:** Los SGRs permiten a los administradores identificar cuellos de botella y optimizar el uso de los recursos de la red. Esto se

traduce en una mejor experiencia para los usuarios y una mayor eficiencia en la utilización de la infraestructura de red.

- **Mejora de la seguridad de la red:** Los Sistemas de Gestión de Redes (SGRs) tienen la capacidad de detectar y prevenir intrusiones, ciberataques y otras amenazas a la seguridad de la red. Además, permiten implementar políticas de seguridad y gestionar el control de acceso a la red de manera efectiva.
- **Reducción de costos:** Un SGR puede ayudar a reducir los costos de operación y mantenimiento de la red al automatizar tareas, prevenir problemas y optimizar el uso de recursos.
- **Mejora de la toma de decisiones:** La información recopilada por un SGR puede ser utilizada para tomar decisiones informadas sobre la planificación, el diseño, la implementación y la operación de la red.

#### 1.2.7. Directrices Esenciales para la Administración de Redes

- La gestión de redes implica la aplicación de modelos eficientes para garantizar tanto su rendimiento como su seguridad. El modelo FCAPS estructura la gestión de redes en cinco áreas clave:
- **Gestión de Fallos:** Detecta, aísla y corrige fallos para mantener la red operativa.
- **Gestión de Configuración:** Controla los ajustes de dispositivos y sistemas para optimizar su funcionamiento.
- **Gestión de Contabilidad:** Supervisa el uso de los recursos de red para una mejor planificación y asignación de costos.
- **Gestión de Rendimiento:** Evalúa la eficiencia de la red para garantizar la calidad del servicio.

- **Gestión de Seguridad:** Protege la red de amenazas y garantiza la integridad de los datos.

### **1.2.8. Administración de red**

La administración de red de comunicaciones implica la supervisión y gestión de la infraestructura de comunicaciones de una organización. Esto incluye la responsabilidad de asegurar la operatividad, eficiencia y seguridad de las redes de datos y voz. Los administradores de red configuran redes, solucionan problemas de conectividad y rendimiento, implementan políticas de seguridad y gestionan actualizaciones de software y hardware para mantener la red optimizada y segura frente a amenazas externas e internas.

### **1.2.9. Protocolos de administración de red**

Los protocolos de gestión de redes son herramientas y estándares fundamentales diseñados para mantener y supervisar las redes informáticas. Estos protocolos facilitan la comunicación entre los dispositivos de red y los sistemas de gestión, permitiendo el control remoto, la configuración, el monitoreo del estado y la recopilación de datos de rendimiento.

Entre los protocolos más reconocidos se encuentran el SNMP (Simple Network Management Protocol), ampliamente utilizado para el monitoreo y control de dispositivos de red, y NetConf, que proporciona mecanismos para instalar, manipular y eliminar la configuración de los dispositivos de red. Estos protocolos son esenciales para una gestión de redes eficiente y segura, destacándose especialmente los siguientes:

#### **1.2.10.1. ICMP**

ICMP (Internet Control Message Protocol) es un protocolo fundamental del conjunto IP, diseñado principalmente para la gestión de mensajes de error y control en redes. Es crucial para diagnosticar y reportar problemas que afectan el flujo de paquetes, como destinos

inaccesibles y tiempos de espera excedidos. No transmite datos por sí mismo, sino que se utiliza para notificar sobre situaciones anómalas en la red, contribuyendo significativamente al mantenimiento y eficiencia de las comunicaciones. Además, ICMP evita bucles infinitos de mensajes de error al no enviar mensajes sobre errores de otros mensajes ICMP.

Los mensajes contemplados por ICMP suelen clasificarse en dos categorías

- Mensaje de error: Utilizado para que se reporte el error en la transmisión de paquetes.
- Mensajes de control: Son utilizados para que informe sobre el estado de los dispositivos.

*Ilustración 1: Funcionamiento de ICMP*

	Bit 0–7	Bit 8–15	Bit 16–23	Bit 24–31
0	Tipo	Código	Suma de verificación	
32	Datos sobre la cabecera			

*Fuente: EL gráfico representa la construcción de la cabecera del Internet Control Message Protocol, vinculada directamente con la del IP (IONOS, 2024).*

### 1.2.10.2. SNMP

El Simple Network Management Protocol (SNMP) es un protocolo estandarizado que se utiliza en la administración de redes de computadoras. Su función principal es facilitar la supervisión y gestión de los dispositivos de red en tiempo real. SNMP permite a los administradores obtener información crítica sobre el estado de los dispositivos y configurarlos desde ubicaciones remotas.

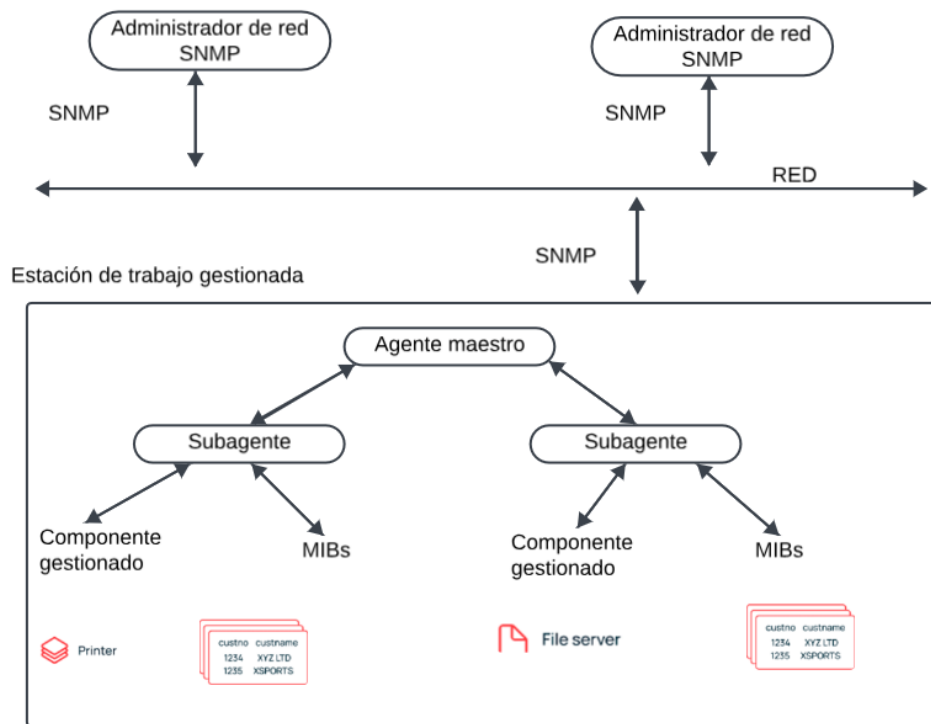
Es ampliamente empleado debido a su capacidad para trabajar con una variedad de dispositivos de hardware y software, lo que lo convierte en una herramienta versátil y fundamental en la gestión de redes.

- **Funcionamiento:** cada dispositivo gestionado posee un "agente" que se comunica con un administrador central. Este agente transmite información al administrador, quien almacena los datos en una base de datos conocida como "MIB" (Management Information Base). La MIB organiza esta información de manera jerárquica, facilitando el acceso y la gestión de los datos recopilados de los dispositivos.
- **Monitorización y ajustes remotos:** permite la monitorización y ajustes remotos en la configuración de los dispositivos. Los agentes informan sobre detalles importantes, como fallos o problemas, y el administrador recopila estos datos en forma de variables.

La arquitectura de SNMP utiliza el protocolo UDP (User Datagram Protocol) para el transporte de mensajes entre el NMS y los agentes. Los mensajes SNMP pueden incluir solicitudes de "Get", "Set", "GetNext", y "GetBulk", así como notificaciones de "Traps" e "Informs" que informan sobre eventos significativos en los dispositivos gestionados.

Esta estructura permite que el SNMP sea un protocolo extremadamente efectivo y flexible para la gestión de redes, capaz de soportar una variedad de dispositivos y fabricantes diferentes, facilitando así una integración y gestión de red amplias y efectivas. (CCNA , 2021)

Ilustración 2: Arquitectura de SNMP



Fuente: Autoría propia, tomado de (Manage Engine OpManager, 2023)

### 1.2.10. Norma ISO 7498-4

La norma ISO/IEC 7498-4:1989 establece un marco conceptual para la gestión dentro del contexto de la Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI). Esta norma se centra en la definición de terminología, la descripción de conceptos clave y la estructuración de la gestión en el ámbito de OSI, con el propósito de coordinar el desarrollo de estándares tanto actuales como futuros. Es importante destacar que, aunque esta norma no especifica directamente los servicios o protocolos, es esencial para aquellos involucrados en la creación de normas de gestión para redes y sistemas informáticos.

El modelo de referencia OSI, conocido por su estructura de siete capas, representa un avance crucial en la estandarización de conceptos de red, promoviendo la interoperabilidad

entre dispositivos y software de red mediante un modelo coherente de capas de protocolo (AcademiaLab, 2024).

#### **1.2.11.1. Beneficios de la Norma ISO 7498-4**

Los beneficios de la norma ISO/IEC 7498-4 en la gestión de redes incluyen muchos beneficios, entre los cuales, son esenciales los siguientes:

- **Establecimiento de un Marco Común:** Facilita la interoperabilidad y la comunicación efectiva entre diferentes sistemas y tecnologías de red.
- **Definición Clara de Conceptos:** Mejora el entendimiento y la implementación de prácticas de gestión de red al proporcionar definiciones claras y concisas.
- **Coordinación en el Desarrollo de Estándares:** Sirve de referencia para el desarrollo coordinado de futuros estándares en la gestión de redes.
- **Mejora de la Gestión de Redes:** Ayuda a las organizaciones a estructurar mejor sus operaciones de red, lo que puede conducir a una gestión más eficiente y reducir tiempos de inactividad.

Estos beneficios contribuyen a una administración más robusta y eficaz de las infraestructuras de red.

### **1.3. Máquinas virtuales**

Las máquinas virtuales (VM) son software que simulan hardware de computadora, permitiendo que un solo dispositivo físico ejecute múltiples sistemas operativos o entornos simultáneamente; como la CPU, la memoria y el almacenamiento, a cada máquina virtual, permitiéndole operar como un dispositivo independiente.. Esto permite una gran flexibilidad y eficiencia en la gestión de recursos informáticos, facilitando tareas como la prueba de nuevos sistemas operativos, la simulación de diferentes entornos y la consolidación de servidores. (XATAKA, 2020)

### 1.3.1. Componentes clave

#### 1.3.1.1. Hypervisor

Es el software que crea y administra las VM. Hay dos tipos principales de hipervisores:

- Tipo 1 (Bare Metal): Se instala directamente en el hardware físico y no requiere un sistema operativo anfitrión. Ejemplos: VMware vSphere, Microsoft Hyper-V, Xen.
- Tipo 2 (Hosted): Se ejecuta sobre un sistema operativo anfitrión. Ejemplos de este tipo incluyen VirtualBox, VMware Workstation y Parallels Desktop.
- **Imagen de VM:** Es un archivo que contiene una copia completa del sistema operativo y las aplicaciones que se ejecutarán en la VM.

**Recursos virtuales:** Estos incluyen CPU, memoria RAM, almacenamiento y adaptadores de red. La VM comparte los recursos físicos del host, pero se aísla de otras VMs.

#### 1.3.2. Virtual Box

VirtualBox es una herramienta de virtualización de código abierto desarrollada por Oracle Corporation, que permite a los usuarios ejecutar múltiples sistemas operativos en una sola máquina física. Funciona instalando un "hipervisor" en el sistema operativo anfitrión, lo que permite crear y gestionar máquinas virtuales independientes.

Cada máquina virtual puede ejecutar su propio sistema operativo, como Windows, Linux o macOS, de manera aislada del sistema anfitrión. VirtualBox es ampliamente utilizado en el desarrollo de software, pruebas de sistemas, demostraciones de productos y entornos educativos, gracias a su flexibilidad y al soporte que ofrece para una amplia gama de sistemas operativos.

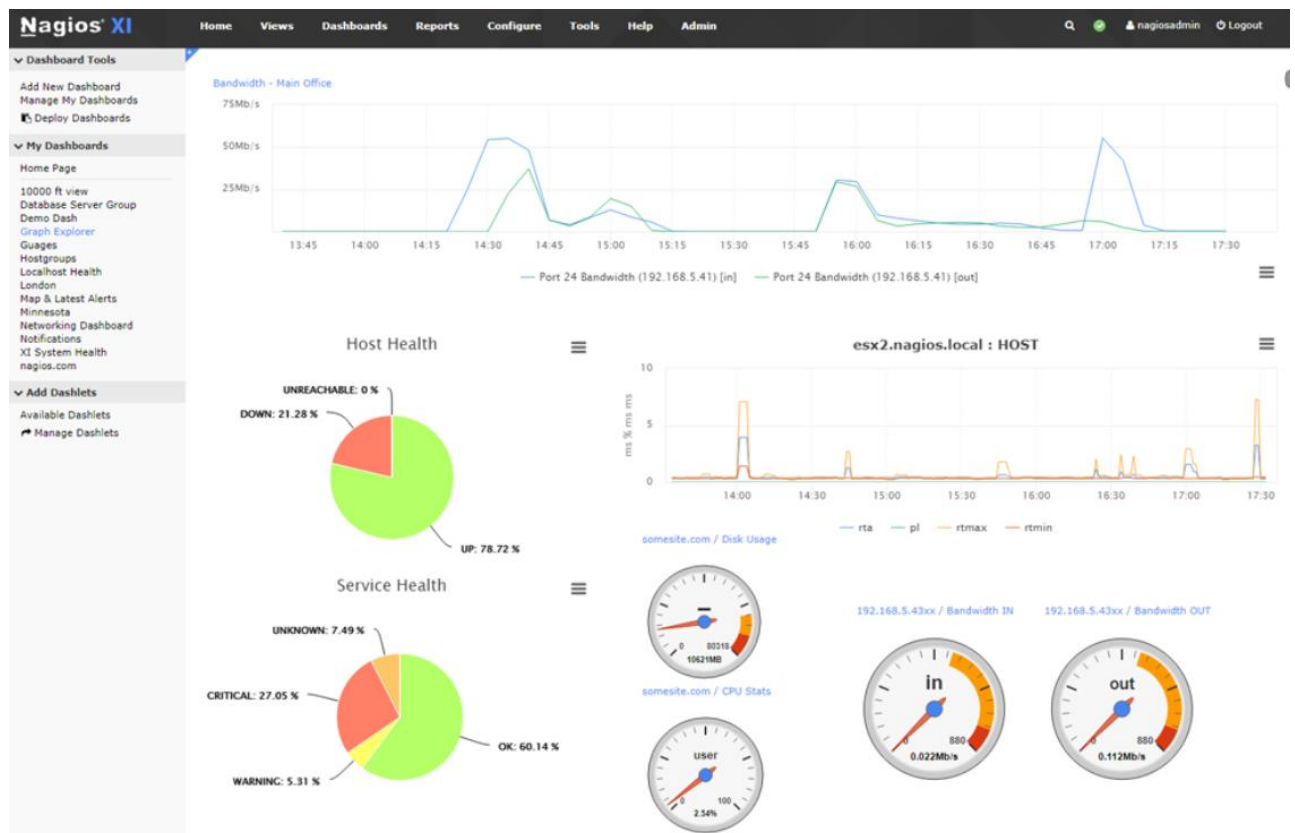
## 1.4. Herramientas de monitoreo de red

### 1.4.1. Nagios

Es un software de código abierto para el monitoreo continuo y automatizado de sistemas tecnológicos informáticas y de infraestructura de comunicaciones. (IONOS, 2023). Las principales características incluyen:

- Supervisión de recursos como CPU, memoria y discos.
- Configuración de contactos para la entrega de notificaciones.
- Gestión proactiva de eventos.
- Registro y almacenamiento de eventos.
- Visualización mediante una interfaz web.
- Monitoreos de servicios de red

Ilustración 3: Herramienta de monitoreo Nagios



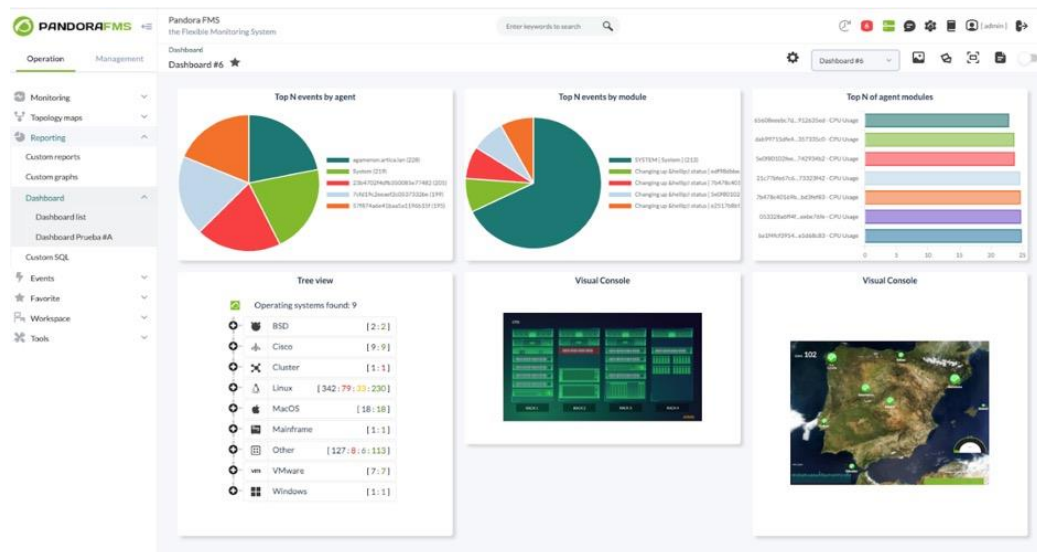
Fuente: Página de internet (NETWORKING, 2023)

### 1.4.2. Pandora FMS

Se trata de una solución integral de monitoreo que permite la supervisión de redes, servidores, aplicaciones y servicios en la nube. (Wikipedia, 2024) Maneja lo siguiente:

- Monitoreo en tiempo real.
- Soporte para múltiples dispositivos y protocolos.
- Alertas configurables.
- Informes detallados y gráficos.
- Interfaz web intuitiva.

Ilustración 4: Herramienta de monitoreo Pandora FMS



Fuente: Página de internet (PANDORAFMS, 2023)

### 1.4.3. PRTG Network Monitor

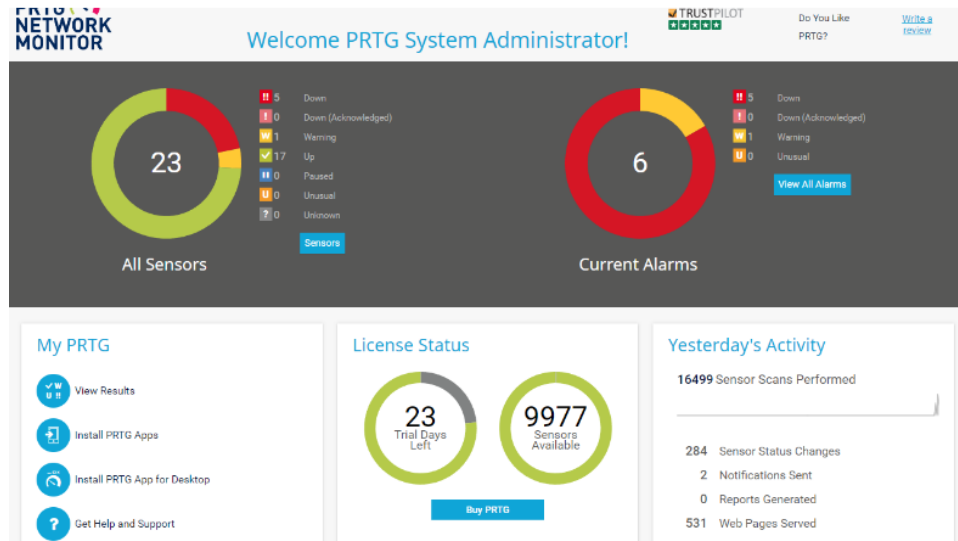
1.4.4. Es una herramienta de monitoreo de redes desarrollada por Paessler AG, que emplea sensores para supervisar el rendimiento de dispositivos y servicios en la red (Nunsys, 2023) maneja lo siguiente:

- Monitoreo en tiempo real con más de 250 tipos de sensores.
- Alertas configurables.

- Informes y gráficos detallados.
- Fácil de configurar y usar.
- Aplicaciones móviles para monitoreo.

00

Ilustración 5: Herramienta de monitoreo PRTG Network Monitor



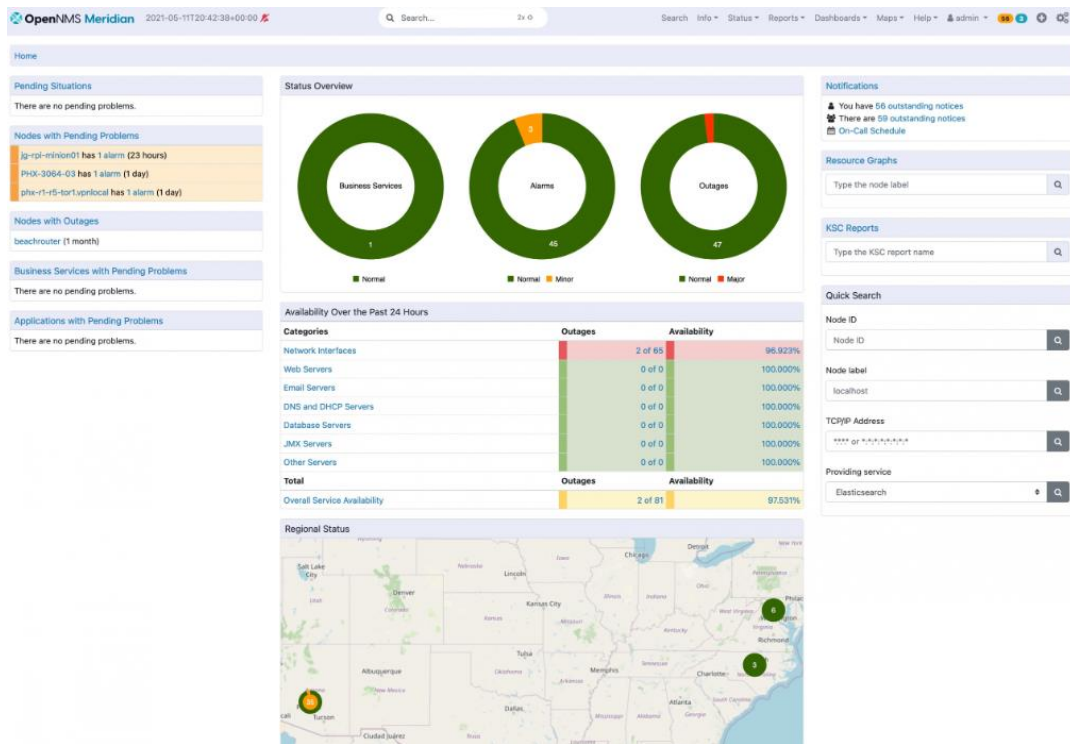
Fuente: Página de internet (GEEKFLARE, 2024)

### 1.4.5. OpenNMS

Es una plataforma de monitoreo de red de código abierto que ofrece funciones avanzadas para supervisar y gestionar el rendimiento de la red (HowToForge, 2022) incluyen lo siguiente:

- Monitoreo escalable y distribuido.
- Soporte para múltiples protocolos.
- Alertas y notificaciones configurables.
- Informes y gráficos personalizables.
- Integración con otras herramientas y sistemas.

Ilustración 6: Herramienta de monitoreo Open NMS



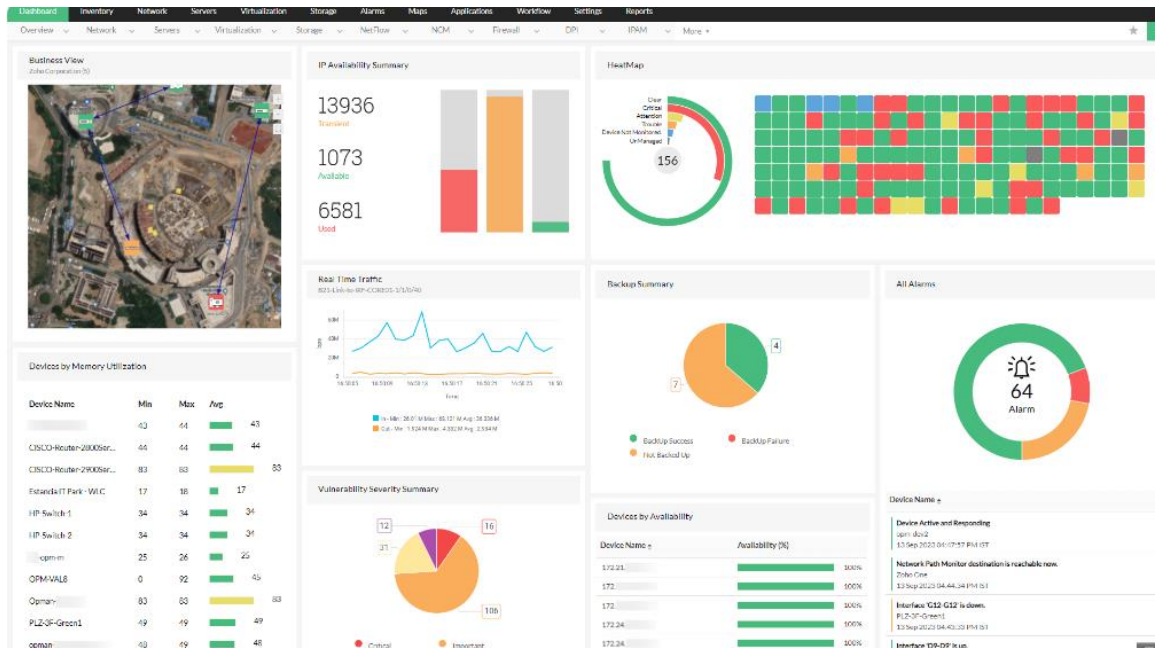
Fuente: Página de internet (Software Advice, 2023)

#### 1.4.6. HP OpenView (actualmente HP Operations Manager)

Ahora conocido como HP Operations Manager, es una suite de software para la gestión de redes, aplicaciones y sistemas, enfocada en grandes empresas (Microsoft, 2023) incluye lo siguiente:

- Monitoreo y gestión centralizada.
- Soporte para una amplia gama de dispositivos y aplicaciones.
- Alertas y notificaciones avanzadas.
- Informes detallados y gráficos.
- Integración con otros productos de HP y soluciones de terceros.

Ilustración 7: Herramienta de monitoreo HP Operation Manager



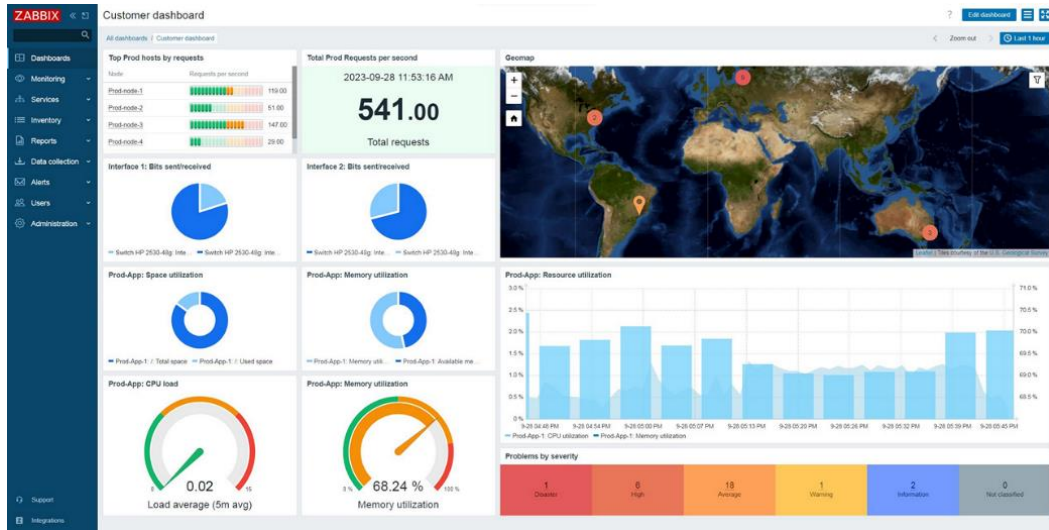
Fuente: Página de internet (Manage Engine OpManager, 2022)

### 1.4.7. Zabbix

Se trata de un software de monitoreo de redes que es de código abierto, que permite la recolección simultánea de datos de una gran cantidad de servidores, máquinas virtuales y dispositivos de red. Sus características incluyen:

- Recopila datos.
- Verifica disponibilidad y rendimiento
- Compatibilidad con SNMP, IPMI, JMX y monitoreo de VMWare.
- Implementación de controles personalizados.
- Recuperación de datos en intervalos predeterminados.
- Almacenamiento de datos y visualización versátil mediante panorámicas, mapas, gráficos y pantallas.

Ilustración 8: Herramienta de monitoreo Zabbix



Fuente: Página de internet (ZABBIX, 2022)

#### 1.4.8. Zenoss

Es un software híbrido que realiza monitoreo y da un análisis de datos; se encuentran versiones comerciales como gratuitas. Ofrece funcionalidades que permiten gestionar de manera eficiente la configuración, estabilidad y rendimiento de la red. Sus principales características son:

- Identificación automática de dispositivos.
- Interfaz accesible a través de la web.
- Creación automática de eventos.
- Notificaciones enviadas mediante correo electrónico y SMS.
- Panel de control personalizado.
- Elaboración de informes con gráficos múltiples.

Ilustración 9: Herramienta de monitoreo Zenoss



Fuente: Página de internet (FIND MY CRM, 2024)

### 1.4.9. Retroalimentación

Finalmente, para determinar las ventajas y desventajas que posee cada herramienta de monitoreo, se analizó sus características mediante el siguiente cuadro comparativo:

Tabla 1: Cuadro comparativo de Herramientas de monitoreo

Características	Nagios	Zabbix	Pandora FMS	PRTG Network Monitor	OpenNMS	HP Operations Manager	Zenoss
Monitoreo de red	X	X	X	X	X	X	X
Monitoreo en la nube		X	X	X			
Monitoreo de aplicaciones		X	X	X	X	X	X
Monitoreo de servidores	X	X	X	X	X	X	X
Monitoreo web o remoto		X	X	X	X	X	X
Dispositivos de almacenamiento		X			X	X	X
Monitoreo de máquinas virtuales		X	X	X	X	X	X
Aplicaciones Java		X				X	
Monitoreo de bases de datos		X	X	X	X	X	X
KPI/SLA		X				X	X
Telefonía			X				
Monitoreo de seguridad		X	X	X	X	X	X
Temperatura de un servidor		X		X	X	X	X
Temperatura de un sistema		X		X			
Monitoreo de sistema operativo		X				X	X
Herramienta tolerante a fallos						X	X

(servidor de respaldo)							
Monitoreo de rendimiento de un computador						X	X
Monitoreo de correo electrónico							X
Linux	X	X	X	X	X	X	X
Windows	X	X	X	X	X	X	X

Fuente: (ESPAM MFL, 2019) Modificado por el autor

## **CAPÍTULO II**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

En este capítulo se aborda la fase de investigación necesaria para el desarrollo e implementación de un Sistema de Gestión de Infraestructura de Red basado en Software Libre para la Empresa Eléctrica Regional Norte (Emelnorte) S.A. Esta etapa de investigación es fundamental para comprender el entorno en el que se desarrollará el proyecto, así como para establecer los fundamentos teóricos y prácticos que sustentarán el diseño y la implementación del sistema.

Se describirán los aspectos de investigación, incluyendo el tipo de investigación, los métodos, técnicas e instrumentos que se utilizarán. Asimismo, se detallará la población de estudio y la metodología de desarrollo que se aplicará, la cual se basa en el marco ágil de Scrum. Este enfoque iterativo e incremental permitirá adaptarse a los cambios y garantizar la eficiencia en el desarrollo del proyecto.

A lo largo de este capítulo, se detallarán exhaustivamente los elementos que componen la fase de investigación, con el propósito de establecer una base sólida para la exitosa implementación del Sistema de Gestión de Infraestructura de Red en EMELNORTE S.A.

#### **2.1. Aspectos generales de la investigación**

##### **2.1.1. Tipo de investigación**

Para el desarrollo e implementación del Sistema de Gestión de Infraestructura de Red basado en Software Libre para la Empresa Eléctrica Regional Norte (EMELNORTE) S.A., se llevará a cabo una investigación aplicada. Este enfoque de investigación se centra en la solución de problemas prácticos y la generación de conocimiento aplicable directamente en un contexto

específico, en este caso, el área de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) de la empresa

La investigación aplicada permitirá abordar las necesidades específicas de la organización en cuanto a la gestión de infraestructura de red, trabajando en estrecha colaboración con el área de TIC de EMELNORTE S.A. Se buscará desarrollar un sistema funcional que satisfaga los requerimientos identificados, mediante un análisis detallado de la infraestructura existente, la selección de herramientas apropiadas y la implementación práctica de un sistema de gestión de red basado en software libre, todo ello enfocado en resolver problemas reales dentro del entorno empresarial.

Dado que el proyecto se centra en el desarrollo e implementación de un Sistema de Gestión de Infraestructura de Red basado en Software Libre para la Empresa Eléctrica Regional Norte (EMELNORTE) S.A., la investigación adoptará un enfoque cuantitativo. Este enfoque permitirá la recolección y análisis de datos numéricos y medibles, con el fin de evaluar la eficacia y eficiencia del sistema de gestión de red desarrollado, así como para medir el impacto de su implementación en términos de mejoras en la infraestructura de red y la operatividad de la empresa.

Al trabajar con herramientas de software libre y en un entorno tecnológico, se prevé el uso de métricas y datos cuantitativos para evaluar el rendimiento y la efectividad del sistema implementado. De esta manera, se podrá medir de manera objetiva el éxito del proyecto y su contribución a la optimización de la gestión de infraestructura de red en EMELNORTE S.A.

### **2.1.2. Análisis de la entrevista realizada**

A través de la entrevista, se han recopilado los elementos clave de la infraestructura lógica que gestiona la empresa, los cuales se detallan a continuación:

- Emelnorte S.A. es una empresa que se dedica a la distribución y comercialización de energía eléctrica en la región norte del Ecuador, específicamente en la ciudad de Ibarra y sus alrededores. Su principal objetivo es proporcionar un suministro de energía eléctrica confiable y de calidad a los consumidores residenciales, comerciales e industriales de la zona. Además, la empresa puede estar involucrada en proyectos de infraestructura eléctrica, mantenimiento de redes de distribución y mejoras en la eficiencia energética para satisfacer la demanda creciente de energía en su área de concesión.
- Los servicios más críticos de la empresa son aquellos encargados de la conexión con las bases de datos. Estos servicios se actualizan en tiempo real y registran todo el tráfico gestionado por la empresa, siendo fundamentales para procesos como la facturación y la atención al cliente, entre otros.
- La empresa carece de un sistema de control de incidentes que permita alertar al departamento de redes sobre los incidentes y problemas que ocurren con los hosts. Además, no dispone de un sistema de monitoreo y automatización.

### **2.1.3. Comprensión de requerimientos**

Tras recopilar la información, se definieron los requisitos que la plataforma debe cumplir utilizando herramientas de código abierto. La empresa busca implementar una plataforma para el control y monitoreo de los hosts y servicios en la sede matriz de EMELNORTE.

El objetivo es monitorear los hosts y controlar los switches principales en la sede Matriz. Para esto, se realizó una entrevista estructurada con el personal de redes en la sede de Ibarra, con el fin de recopilar información esencial para la selección y monitoreo de los switches.

Se utilizó la metodología FCAPS para formular 25 preguntas clave y sus respuestas, presentadas en el Anexo 2, que abordan integralmente cada aspecto de la gestión de red. Esto permitió identificar los dispositivos a monitorear según las necesidades de la empresa.

A continuación, se presenta el cuadro con las preguntas formuladas en cada una de las fases de FCAPS y las respuestas proporcionadas por el personal de redes, seguido de una lista de los switches que se han seleccionado para el monitoreo basado en la información recabada.

*Tabla 2: Estructura entrevista modelo FCAPS*

<b><i>Categoría del Modelo FCAPS</i></b>	<b>Número de preguntas</b>
<i>Fault Management (F)</i>	5
<i>Configuration Management (C)</i>	5
<i>Accounting Management (A)</i>	5
<i>Performance Management (P)</i>	5
<i>Security Management (S)</i>	5

*Fuente: Elaboración propia*

A continuación, se presenta una tabla con el análisis de las respuestas que se obtuvieron de la entrevista que se tuvo con el personal de redes del área de TICs en Emelnorte S.A, las respuestas están según la pregunta y según la categoría según el modelo FCAPS.

Ilustración 10: Gestión de Fallos respuestas

<b>Gestión de Fallos</b>		
<b>Pregunta</b>	<b>Sí (%)</b>	<b>No (%)</b>
¿Se detectan automáticamente los fallos en la red de Emelnorte?	0	100
¿Existe un sistema de alertas en tiempo real para notificar sobre fallos?	0	100
¿Se realiza un seguimiento y registro de todos los fallos ocurridos?	0	100
¿Se dispone de un protocolo documentado para la resolución de fallos?	0	100
¿Existen procedimientos establecidos para la comunicación de fallos a los equipos técnicos?	100	0

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 11: Gestión de Configuración respuestas

<b>Gestión de Configuración</b>		
<b>Pregunta</b>	<b>Sí (%)</b>	<b>No (%)</b>
¿Se mantiene un registro centralizado de las configuraciones de los dispositivos de red?	100	0
¿Se realizan copias de seguridad de las configuraciones de red de manera regular?	100	0
¿Se documentan todos los cambios de configuración realizados en la red?	0	100
¿Existen políticas de control de acceso para la modificación de configuraciones de red?	100	0
¿Se utiliza software específico para la gestión de configuraciones de red?	0	100

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 12: Gestión de Contabilidad respuestas

<b>Gestión de Contabilidad</b>		
<b>Pregunta</b>	<b>Sí (%)</b>	<b>No (%)</b>
¿Se monitorea el uso del ancho de banda en la red de Emelnorte?	100	0
¿Se generan informes periódicos sobre el uso de los recursos de red?	0	100
¿Se asignan costos de red a diferentes departamentos o proyectos?	100	0
¿Se dispone de métricas para evaluar la eficiencia en el uso de los recursos de red?	0	100
¿Se revisan regularmente los informes de uso de recursos para detectar ineficiencias?	100	0

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 13: Gestión de Rendimiento respuestas

Gestión de Rendimiento		
Pregunta	Sí (%)	No (%)
¿Se miden regularmente los indicadores clave de rendimiento (KPIs) de la red?	0	100
¿Se dispone de herramientas para monitorear la latencia y el rendimiento de la red?	0	100
¿Se revisan los KPIs de rendimiento de la red con frecuencia establecida?	0	100
¿Se toman medidas correctivas cuando el rendimiento de la red es insuficiente?	100	0
¿Se realiza un análisis de rendimiento antes y después de implementar cambios en la red?	100	0

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 14: Gestión de Seguridad respuestas

Gestión de Seguridad		
Pregunta	Sí (%)	No (%)
¿Se implementan protocolos de seguridad para proteger la red de Emelnorte?	100	0
¿Se gestionan y restringen los accesos a la red y dispositivos de red?	100	0
¿Existe un sistema de monitoreo para detectar incidentes de seguridad en la red?	0	100
¿Se aplican actualizaciones de seguridad de manera regular y oportuna?	0	100
¿Se cifran los datos que transitan por la red de Emelnorte?	100	0

Fuente: Elaboración propia

En la base a la entrevista realizada a Emelnorte, se identificaron fortalezas y debilidades en la gestión de la red según el modelo FCAPS. Se destaca la falta de automatización y alertas en tiempo real para la detección de fallos, aunque existen procedimientos para comunicarlos. La empresa mantiene un registro centralizado y copias de seguridad de las configuraciones de red, pero carece de documentación de cambios y uso de software específico para gestión. Se monitorea el ancho de banda y se asignan costos de red, pero no se generan informes periódicos ni se evalúa la eficiencia de uso. En cuanto al rendimiento, no se miden regularmente los KPIs ni se dispone de herramientas adecuadas, aunque se toman medidas correctivas cuando es necesario. En seguridad, existen protocolos robustos, pero falta monitoreo de incidentes y actualizaciones regulares, con lo cual se decidió utilizar FCAPS para ver qué era lo que hacía falta para la empresa y poder solventar las necesidades de la misma.

#### 2.1.4. Host para monitoreo

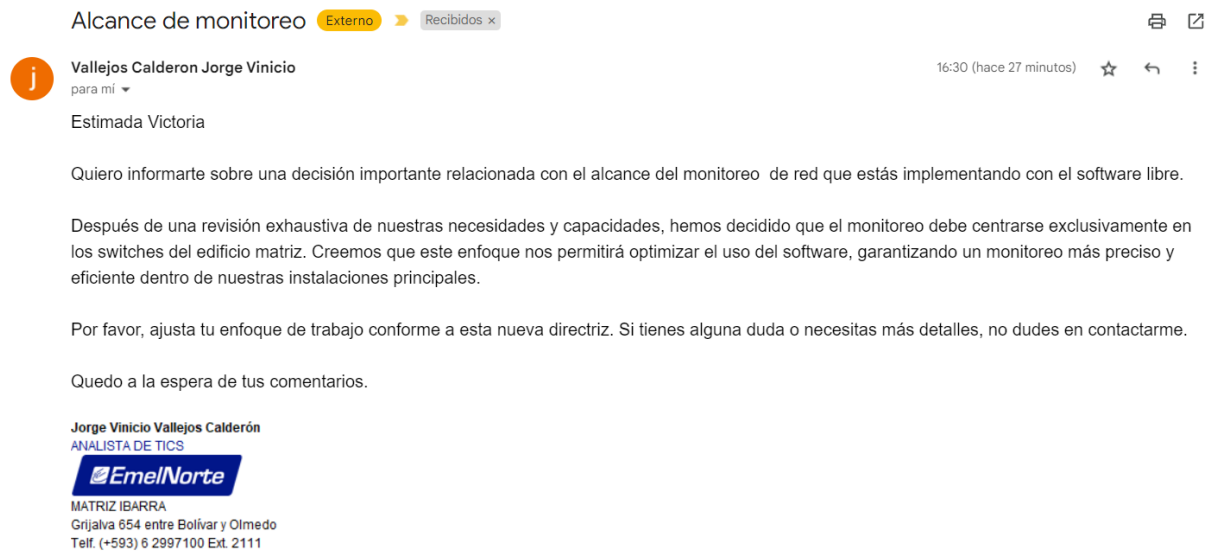
Después de haber hecho la entrevista y recabar información por parte del personal de redes se brindó la información de los hosts que se desea monitorear a continuación se presenta una tabla con los mismos.

Tabla 3: Lista de Host para monitorear

<i>Nombre Host</i>	<b>IP</b>
<i>NÚCLEO SW o SW- CORE</i>	192.16.100.11:161
<i>SW-DIS 3800</i>	192.168.100.18:161
<i>SW-DIS 4500</i>	192.168.100.60:161
<i>SW-DIS 9300-EMELNORTE</i>	192.168.100.159:161
<i>MATRIZ SW-ARCLI-01</i>	192.168.100.64:161
<i>MATRIZ SW-ARCLI-02</i>	192.168.100.65:161
<i>MATRIZ DE REDES</i>	192.168.100.66:161
<i>SW-MATRIZ-PISO-01</i>	192.168.100.61:161
<i>SW-MATRIZ-PISO-02</i>	192.168.100.62:161
<i>SW-MATRIZ-PISO-03</i>	192.168.100.63:161

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 15 Correo del coordinador de redes de la empresa EMELNORTE S.A en el área de TICs



Fuente: Elaboración propia

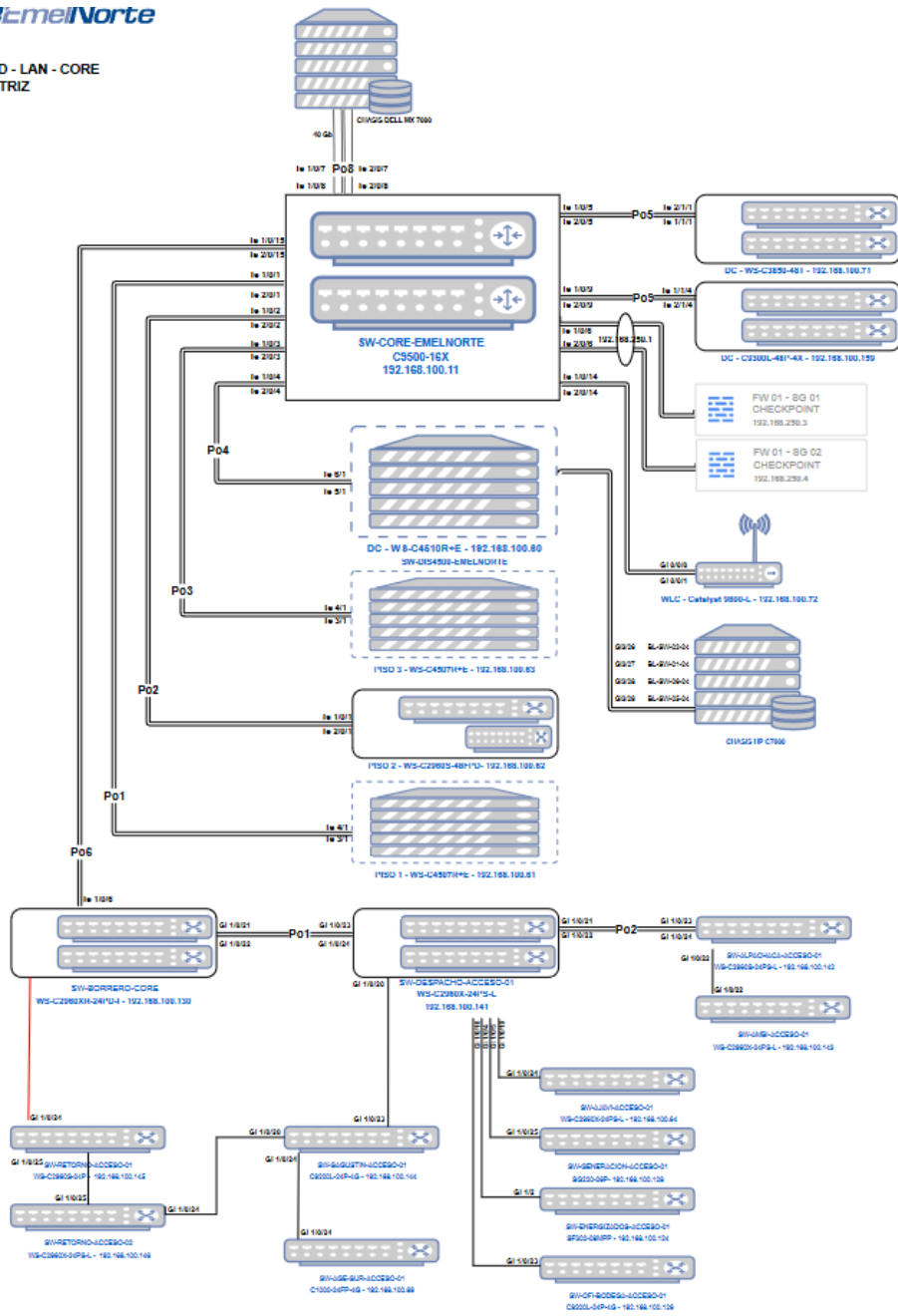
## 2.2. Arquitectura de red de Emelnorte S.A.

Emelnorte maneja una arquitectura de red en su sede Matriz desde el Switch Core que es el principal el cual se encuentra en el área de TIC, además de los switch que se manejan en las diferentes áreas de la matriz y los cuales están conectados principalmente como son la de Alpachaca, el router de la antigua sede ubicada en la Borrero, tenemos lo que es el diseño de la red de conducción y distribución y algunos switch que son utilizados para la gestión comercial y atención.

Ilustración 16: Red LAN EMELNORTE S.A



RED - LAN - CORE  
MATRIZ



Fuente: Proporcionada por el Departamento de TICs EMELNORTE S.A 2024

### **2.2.1. Requerimientos Funcionales**

Los principales requerimientos funcionales del Sistema de Gestión de Infraestructura de Red para EMELNORTE S.A. incluyen:

- Monitoreo en tiempo real del estado y desempeño de los dispositivos de red..
- Generación de alertas ante eventos críticos o problemas en la red.
- Recopilación y análisis de datos históricos de rendimiento y flujo en la red
- Configuración y gestión centralizada de los dispositivos de red.
- Generación de reportes y gráficos sobre el estado y rendimiento de equipos de red.
- Notificación de eventos críticos a través de múltiples canales (correo electrónico, SMS, etc.).
- Detección automatizada de fallos mediante triggers configurados.
- Registro y monitoreo continuo de eventos para análisis posterior.
- Mantenimiento preventivo y correctivo basado en registros y alertas generadas.
- Configuración de umbrales y triggers personalizados para diferentes dispositivos y servicios.
- Generación de reportes detallados sobre la gestión de fallos, incluyendo análisis de causas y tiempos de resolución.

### **2.2.2. Requerimientos No Funcionales**

Los requerimientos no funcionales clave para el Sistema de Gestión de Infraestructura de Red incluyen:

- Alta disponibilidad y tolerancia a fallos para garantizar la continuidad del servicio.
- Seguridad en la gestión de accesos y protección de datos sensibles (actualizar a roles de usuarios).
- Facilidad de uso e interfaz intuitiva para los administradores de red.
- Rendimiento óptimo en el procesamiento de datos y generación de reportes.

- Compatibilidad con los estándares y protocolos de gestión de redes más utilizados.
- Bajo costo de implementación y mantenimiento gracias al uso de software libre.
- Seguridad en la notificación de eventos críticos para evitar accesos no autorizados.
- Integración con protocolos y estándares de gestión de redes utilizados en la industria.
- Facilidad de expansión y actualización del sistema conforme evolucionen las necesidades de la red.
- Alta disponibilidad para la recepción y gestión de alertas en tiempo real.

Estos requerimientos funcionales y no funcionales servirán como base para el diseño y desarrollo del Sistema de Gestión de Infraestructura de Red, asegurando que la solución final cumpla con las necesidades específicas de EMELNORTE S.A. y se alinee con las mejores prácticas y estándares del sector.

### **2.3. Análisis de la Infraestructura Empresarial de EMELNORTE S.A.**

EMELNORTE S.A. es una empresa pública encargada de la distribución y comercialización de energía eléctrica en las provincias del norte del Ecuador. Su infraestructura empresarial incluye:

#### **2.3.1. Infraestructura Eléctrica**

- Subestaciones eléctricas
- Redes de distribución de alta, media y baja tensión
- Sistemas de control y monitoreo de la red eléctrica
- Centros de control y despacho de energía

#### **2.3.2. Infraestructura Tecnológica**

- Servidores y sistemas de almacenamiento de datos
- Redes de comunicación (LAN, WAN)
- Sistemas de información y aplicaciones empresariales

- Infraestructura de telecomunicaciones (telefonía, internet, etc.)
- Sistemas de seguridad y monitoreo

### **2.3.3. Infraestructura Organizacional**

- Oficinas administrativas y centros de atención al cliente
- Centros de mantenimiento y logística
- Recursos humanos y estructura organizacional
- Procesos de negocio y gestión empresarial

Este análisis de la infraestructura empresarial de EMELNORTE S.A. permite identificar los principales componentes y sistemas que sustentan las operaciones de la empresa. Dentro de este contexto, la gestión eficiente de la infraestructura de red de comunicaciones juega un rol fundamental, ya que permite interconectar y coordinar los diferentes elementos de la organización, asegurando la disponibilidad, seguridad y desempeño de los servicios esenciales.

## **2.4. Rocky Linux**

Es una distribución de Linux desarrollada por la Fundación de Software Empresarial Rocky. Está diseñada para ser compatible con el sistema operativo Red Hat Enterprise Linux (RHEL)<sup>1</sup>, de la cual, se puede destacar los siguientes atributos esenciales:

- **Origen:** Rocky Linux se considera el sucesor no oficial del discontinuado CentOS, y su objetivo es proporcionar una alternativa comunitaria a RHEL.
- **Compatibilidad:** Se basa en el código fuente de RHEL, lo que significa que es 100% compatible en términos de errores y características.
- **Estabilidad:** Rocky Linux ofrece una experiencia super estable, ya que reconstruye directamente las fuentes de RHEL.

- **Sophite:** A pesar de ser gratuito, tiene un ciclo de vida de 10 años y actualizaciones regulares.
- **Migración sencilla:** Proporciona un script de migración gratuito para cambiar desde otras distribuciones de Linux empresariales.

## 2.5. Desarrollo

### 2.5.1. Diseño de la estrategia de monitoreo de la red de computadoras

En este proceso, se prestó especial atención a los switches principales de la matriz de la empresa, basándose en los puntos discutidos durante la entrevista realizada previamente con los encargados de redes. No se consideraron dispositivos más allá de estos switches, para los cuales se nos proporcionaron las direcciones IP correspondientes, exclusivamente de la matriz. Cada switch en los diferentes pisos de la matriz cumple funciones específicas, conectando impresoras y computadoras, y permitiendo el monitoreo del tráfico de red de cada uno de ellos.

### 2.5.2. Implementación de las herramientas de monitoreo en la infraestructura de red

La implementación de las herramientas de monitoreo de red se llevó a cabo de manera nativa en una estación de trabajo con las especificaciones de hardware adecuadas para la instalación de Zabbix, el sistema de monitoreo seleccionado. Previo a la instalación, la computadora fue formateada para eliminar cualquier rastro o información residual de sistemas anteriores, asegurando un entorno limpio y óptimo. Se optó por instalar Rocky Linux como sistema operativo, debido a su estabilidad y seguridad, proporcionando una base robusta para el despliegue de Zabbix. El Anexo 1 detalla los procedimientos de instalación y los pasos considerados para garantizar su correcto funcionamiento.

Considerando que la mayoría de los sistemas de monitoreo emplean agentes que responden a las solicitudes del servidor de monitoreo, esta actividad genera tráfico adicional en la red. Implementar múltiples sistemas de monitoreo simultáneamente podría causar una

sobrecarga en la red, afectando la precisión de los resultados. Por lo tanto, se ha optado por utilizar únicamente Zabbix en esta implementación.

La computadora estará asignada con una IP de la empresa y los servidores de monitoreo se subirán a la plataforma correspondiente, asegurando que el sistema de monitoreo funcione de manera óptima y eficiente sin sobrecargar la red.

## **2.6. Análisis detallado del entorno Zabbix**

**El siguiente apartado expone los módulos esenciales que integran la plataforma Zabbix, detallando entradas y salidas necesarias para cada módulo principal como la forma en que la información es presentada a los usuarios finales.**

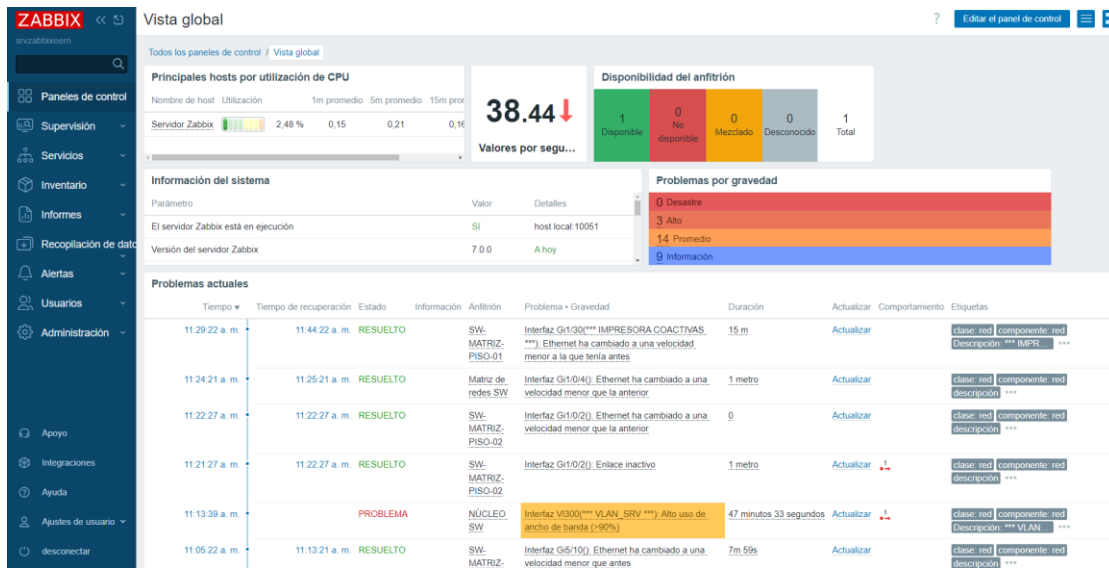
### **2.6.1. Módulo de monitoreo.**

#### **2.6.1.1. Dashboard**

En la plataforma el panel principal de Zabbix ofrece una vista consolidada de la información más relevante del monitoreo. Este panel incluye detalles del sistema, como el servidor en el que la plataforma está alojada, el puerto utilizado, el número de hosts soportados, y las especificaciones necesarias para su correcto funcionamiento. Las estadísticas se presentan en gráficos codificados por colores, con una leyenda que explica el significado de cada color, tal como se ilustra en la figura 11. Además, en cuadros separados, se enumeran las incidencias que cada host ha experimentado a lo largo del periodo de operación del sistema, organizadas de manera cronológica.

Además, posee una sección con la hora que tiene la región que se establece al momento de configurar e instalación de Zabbix y secciones en donde se puede establecer grupo de gráficas de host principales, o mapas de la topología organizacional.

Ilustración 17: Dashboard página principal de Zabbix

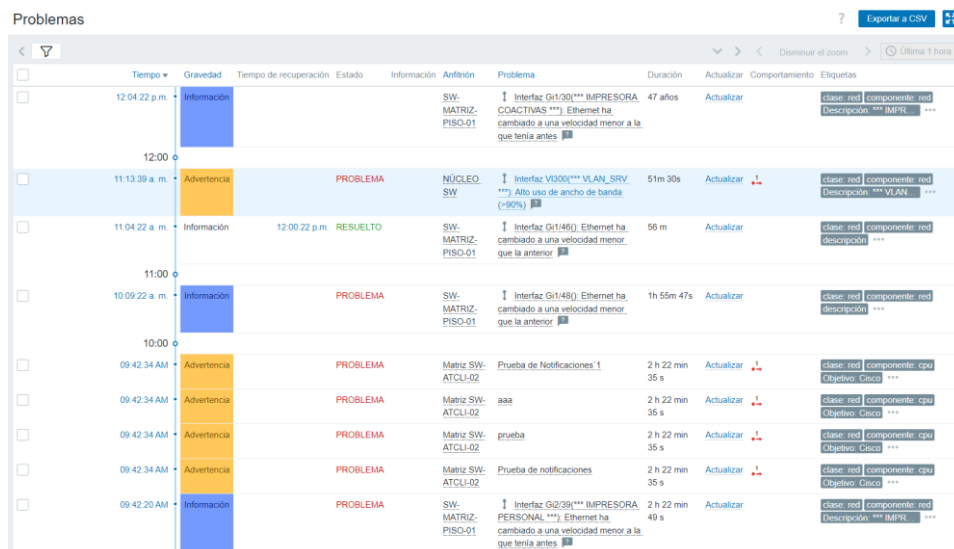


Nota: Elaboración propia

### 2.6.1.2. Problems.

En el apartado nos muestra un detalle de los problemas que están teniendo en los hosts de la empresa, estos incidentes se organizan en una serie de filtros que facilitan su comprensión, y pueden descargarse en formato .csv. como se muestra en la Imagen 17.

Ilustración 18: Detalle de problemas

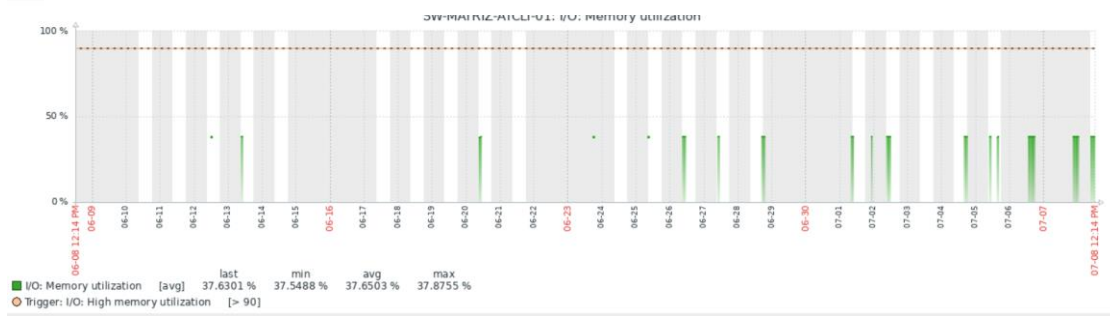


Nota: Elaboración propia

### 2.10.1.3. Graphs.

Permite obtener gráficos de cada host o grupo de hosts, con la posibilidad de ajustar los períodos de tiempo de manera flexible. Los gráficos se distinguen mediante rangos de colores intuitivos, como se ilustra en la Imagen 13.

Ilustración 19: Utilización de memoria ATCLI-01



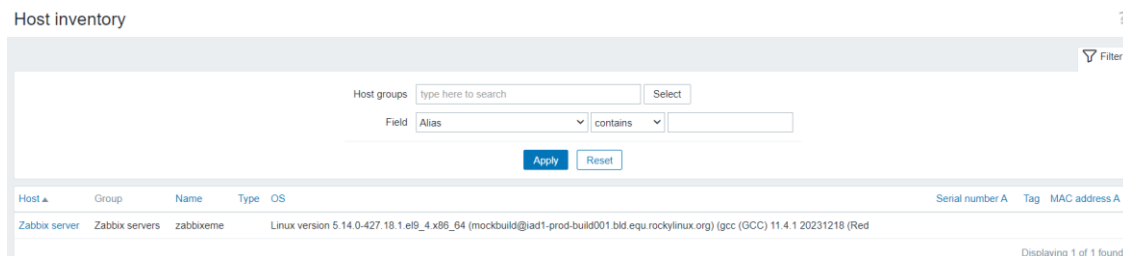
Nota: Elaboración propia

## 2.6.2. Módulo de inventario.

### 2.6.2.1. Hosts.

Este módulo presenta el inventario de los hosts gestionados por la plataforma, detallando los aspectos fundamentales de cada terminal agregada por el administrador, así como el grupo al que pertenece, el nombre del sistema y la versión del kernel utilizado. Dado que el sistema operativo es Linux, la información proporcionada corresponderá a Linux; en nuestro caso, como se instaló Rocky Linux, esa será la información que el sistema suministre.

Ilustración 20: Inventario de Host



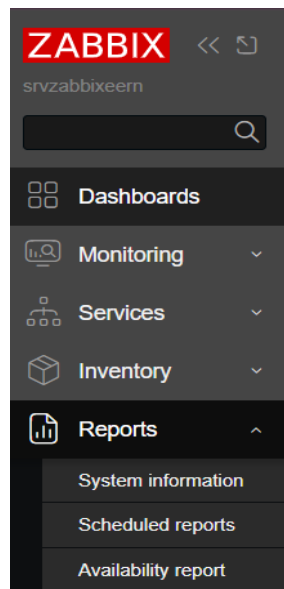
Nota: Elaboración propia

## 2.6.3. Módulo de reportes.

### 2.6.3.1. Availability report.

En esta sección se presentan los reportes de disponibilidad, los cuales explican cómo las incidencias en un host pueden impactar el tiempo de servicio brindado a los usuarios. Se examinan aspectos como el uso excesivo de memoria, los retrasos importantes en los tiempos de respuesta y los problemas que pueden generar desincronización en la comunicación en tiempo real entre los hosts y la plataforma en uso. Este informe se encuentra en el menú de Zabbix, en la opción "Reports", específicamente en "Availability report".

Ilustración 21 Menú de Zabbix



Nota: Elaboración propia

Ilustración 22: Informe de disponibilidad de Zabbix

Availability report ? Mode By host

< Zoom out > Last 3 hours Filter

Host groups  Select

Hosts  Select

Apply Reset

Host	Name	Problems	Ok	Graph
SW-MATRIZ-ATCLI-02	High ICMP ping loss		100.0000%	<a href="#">Show</a>
SW-MATRIZ-ATCLI-02	High ICMP ping response time		100.0000%	<a href="#">Show</a>
SW-MATRIZ-ATCLI-02	Host has been restarted		100.0000%	<a href="#">Show</a>
SW-MATRIZ-ATCLI-02	No SNMP data collection		100.0000%	<a href="#">Show</a>
SW-MATRIZ-ATCLI-02	Operating system description has changed		100.0000%	<a href="#">Show</a>

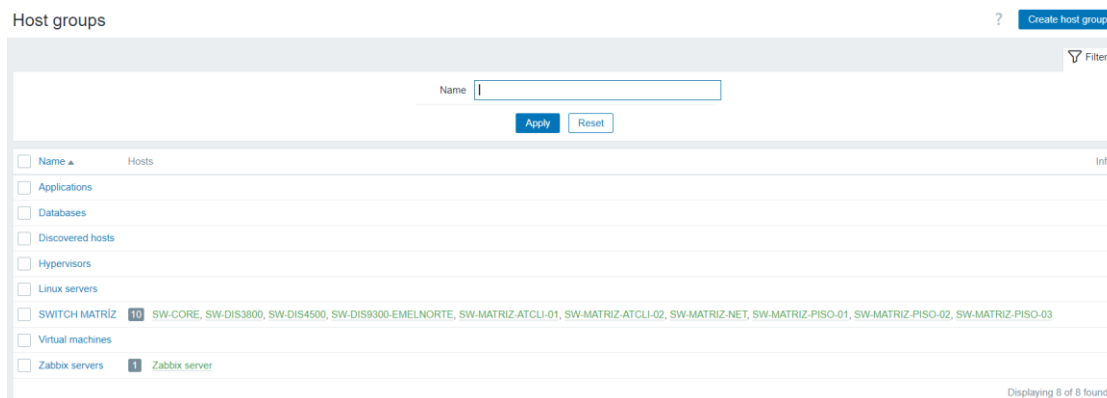
Nota: Elaboración propia

## 2.6.4. Módulo de configuración.

### 2.6.4.1. Host groups

Este módulo proporciona acceso a la configuración de los grupos, permitiendo agregar o eliminar configuraciones basadas en el sistema operativo y otros parámetros que el administrador considere necesarios para cada grupo. Además, se puede acceder a plantillas (templates), donde se define qué aspectos debe verificar el sistema en cada grupo y qué datos deben almacenarse en la base de datos.

*Ilustración 23: Hosts groups de Zabbix*

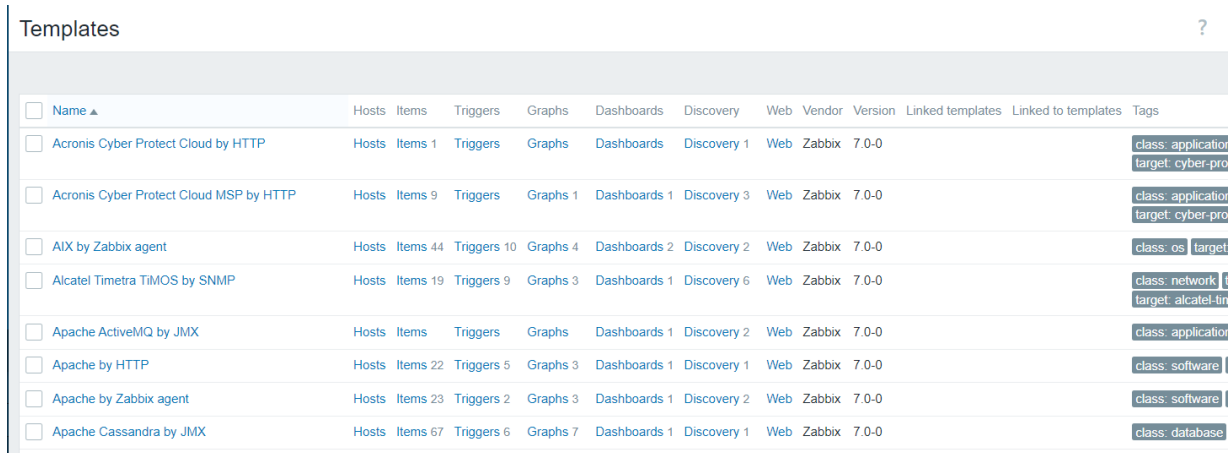


*Nota: Elaboración propia*

### 2.6.4.2. Templates.

En este módulo se organizan las acciones que serán monitoreadas en los servidores disponibles. Se utilizan plantillas específicas que permiten visualizar gráficos, versiones, la cantidad de ítems gestionados y los dashboards asociados, entre otros elementos.

Ilustración 24: Templates de Zabbix



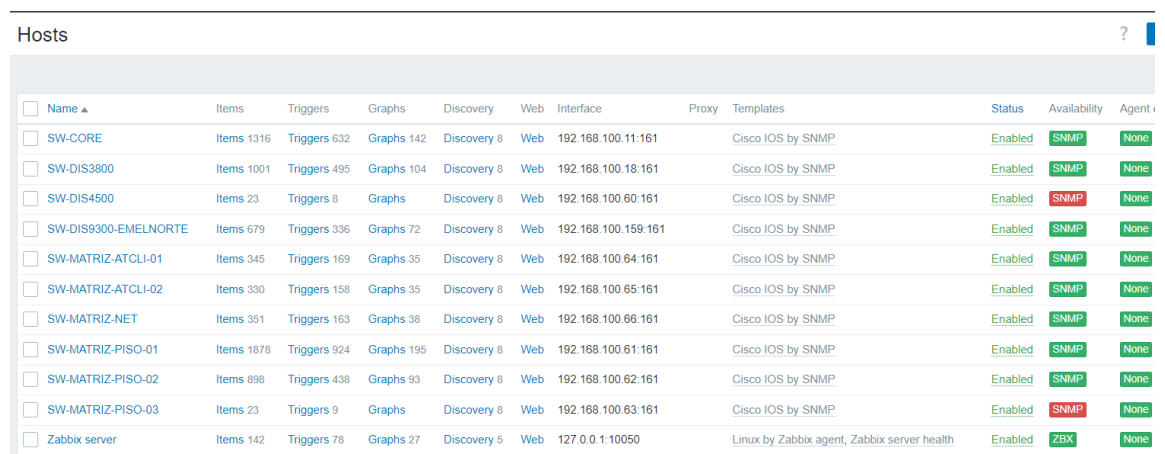
Name	Hosts	Items	Triggers	Graphs	Dashboards	Discovery	Web	Vendor	Version	Linked templates	Linked to templates	Tags
Acronis Cyber Protect Cloud by HTTP	Hosts	Items 1	Triggers	Graphs	Dashboards	Discovery 1	Web	Zabbix	7.0-0			class: application target: cyber-pro
Acronis Cyber Protect Cloud MSP by HTTP	Hosts	Items 9	Triggers	Graphs 1	Dashboards 1	Discovery 3	Web	Zabbix	7.0-0			class: application target: cyber-pro
AIX by Zabbix agent	Hosts	Items 44	Triggers 10	Graphs 4	Dashboards 2	Discovery 2	Web	Zabbix	7.0-0			class: os target:
Alcatel Timetra TIMOS by SNMP	Hosts	Items 19	Triggers 9	Graphs 3	Dashboards 1	Discovery 6	Web	Zabbix	7.0-0			class: network target: alcatel-tin
Apache ActiveMQ by JMX	Hosts	Items	Triggers	Graphs	Dashboards 1	Discovery 2	Web	Zabbix	7.0-0			class: application
Apache by HTTP	Hosts	Items 22	Triggers 5	Graphs 3	Dashboards 1	Discovery 1	Web	Zabbix	7.0-0			class: software
Apache by Zabbix agent	Hosts	Items 23	Triggers 2	Graphs 3	Dashboards 1	Discovery 2	Web	Zabbix	7.0-0			class: software
Apache Cassandra by JMX	Hosts	Items 67	Triggers 6	Graphs 7	Dashboards 1	Discovery 1	Web	Zabbix	7.0-0			class: database

Nota: Elaboración propia

### 2.6.4.3. Hosts.

En este módulo se crea cada host, se adicionan los clientes al servidor, se editan parámetros, elimina instancias, se detalla la IP de cada uno, así como el cliente Zabbix. Además de cada template que utiliza los hosts.

Ilustración 25: Hosts de Zabbix



Name	Items	Triggers	Graphs	Discovery	Web	Interface	Proxy	Templates	Status	Availability	Agent
SW-CORE	Items 1316	Triggers 632	Graphs 142	Discovery 8	Web	192.168.100.11:161		Cisco IOS by SNMP	Enabled	SNMP	None
SW-DIS3800	Items 1001	Triggers 496	Graphs 104	Discovery 8	Web	192.168.100.18:161		Cisco IOS by SNMP	Enabled	SNMP	None
SW-DIS4500	Items 23	Triggers 8	Graphs	Discovery 8	Web	192.168.100.60:161		Cisco IOS by SNMP	Enabled	SNMP	None
SW-DIS9300-EMELNORTE	Items 679	Triggers 336	Graphs 72	Discovery 8	Web	192.168.100.159:161		Cisco IOS by SNMP	Enabled	SNMP	None
SW-MATRIZ-ATCLI-01	Items 345	Triggers 169	Graphs 35	Discovery 8	Web	192.168.100.64:161		Cisco IOS by SNMP	Enabled	SNMP	None
SW-MATRIZ-ATCLI-02	Items 330	Triggers 158	Graphs 35	Discovery 8	Web	192.168.100.65:161		Cisco IOS by SNMP	Enabled	SNMP	None
SW-MATRIZ-NET	Items 351	Triggers 163	Graphs 38	Discovery 8	Web	192.168.100.66:161		Cisco IOS by SNMP	Enabled	SNMP	None
SW-MATRIZ-PISO-01	Items 1878	Triggers 924	Graphs 195	Discovery 8	Web	192.168.100.61:161		Cisco IOS by SNMP	Enabled	SNMP	None
SW-MATRIZ-PISO-02	Items 898	Triggers 438	Graphs 93	Discovery 8	Web	192.168.100.62:161		Cisco IOS by SNMP	Enabled	SNMP	None
SW-MATRIZ-PISO-03	Items 23	Triggers 9	Graphs	Discovery 8	Web	192.168.100.63:161		Cisco IOS by SNMP	Enabled	SNMP	None
Zabbix server	Items 142	Triggers 78	Graphs 27	Discovery 5	Web	127.0.0.1:10050		Linux by Zabbix agent, Zabbix server health	Enabled	ZBX	None

Nota: Elaboración propia

### **2.6.5. Módulo de Administración**

Este módulo facilita la administración de grupos de usuarios y la creación de nuevos usuarios con acceso al sistema, asignándoles roles específicos y limitando el acceso a funciones que no correspondan a su nivel de administración. Los "media types" se refieren a las configuraciones de los servicios implementados en la plataforma, incluyendo la gestión de notificaciones y scripts habilitados. En la sección de Scripts, es posible modificar el código asociado, mientras que la cola (Queue) proporciona detalles sobre las consultas definidas para la base de datos, excluyendo aquellas que son propias del sistema.

### **2.6.6. Servidor Zabbix**

El servidor Zabbix es el componente central del sistema, crucial para monitorear servicios de red como servidores web y de correo mediante verificaciones básicas. Los agentes envían al servidor datos sobre la disponibilidad y la salud de los sistemas, que almacena toda la información de configuración, estadísticas y operaciones, haciendo del servidor un núcleo esencial para la gestión de la red.

### **2.6.7. Funcionamiento Zabbix**

Zabbix funciona como una solución completa de monitoreo para redes, servidores, aplicaciones y servicios, proporcionando una plataforma unificada para el monitoreo de infraestructuras de TI. Aquí está un resumen de cómo funciona:

#### **Componentes Principales:**

- **Zabbix Server:** Es el núcleo del sistema, procesando toda la información de monitoreo, evaluando las alertas y almacenando datos en su base.
- **Zabbix Agentes:** Se instalan en los dispositivos a monitorizar. Recogen datos de rendimiento y los envían al servidor Zabbix.

- **Frontend Web:** Proporciona una interfaz de usuario para configurar elementos de monitoreo, visualizar datos en tiempo real y gestionar alertas y notificaciones.

## 2.7. Gestión de la infraestructura de red aplicando herramienta de Zabbix

Para gestionar de manera eficiente el monitoreo de la red, se utilizó el modelo FCAPS, desarrollado por la Organización Internacional de Normalización (ISO). Este modelo proporciona un marco integral que abarca cinco áreas funcionales clave: gestión de fallos, gestión de la configuración, gestión de contabilidad, gestión del rendimiento y gestión de la seguridad. Implementar el modelo FCAPS permitió una estructura sistemática y estandarizada para abordar todos los aspectos críticos de la gestión de redes.

Para llevar a cabo esta gestión, se utilizó el servidor Zabbix, una herramienta robusta y de código abierto, que facilitó la implementación de las funciones del modelo FCAPS, asegurando así un monitoreo y control eficientes de la infraestructura de red.

Tabla 4: Mapeo de FCAPS y Zabbix

<b>Función FCAPS</b>	<b>Función principal/Actividad</b>	<b>Colaboración de Zabbix</b>
<i>Gestión de Fallos (Fault Management)</i>	Detección de Fallos	Configura Zabbix para monitorear dispositivos y servicios críticos. Establece triggers para condiciones anormales.
	Notificación	Configura acciones para enviar notificaciones por medio de aplicaciones para

		mensajería, SMS o correo cuando se a detectado un fallo.
	Registro de Eventos	Utiliza el registro de eventos de Zabbix para llevar un historial de fallos y acciones correctivas.
<i>Gestión de la Configuración (Configuration Management)</i>	Inventario	Usa las funciones de inventario de Zabbix para mantener un registro actualizado de dispositivos y configuraciones.
	Versiones de Software/Firmware	Monitorea las versiones de software y firmware de los dispositivos para asegurar actualizaciones y consistencia.
	Cambios en la Configuración	Rastrea y documenta cambios en la configuración de los dispositivos monitoreados.
<i>Gestión de Contabilidad (Accounting Management)</i>	Uso de Recursos	Monitorea el uso de los recursos (CPU, memoria, ancho de banda) de

		dispositivos y servicios para optimización.
	Reportes	Genera reportes periódicos sobre uso de recursos para planificación de capacidad y decisiones financieras.
<i>Gestión del Rendimiento (Performance Management)</i>	Monitoreo de Rendimiento	Configura Zabbix para recolectar datos de rendimiento (latencia, throughput, tiempo de respuesta) de dispositivos y servicios.
	Análisis de Rendimiento	Utiliza gráficas y reportes de Zabbix para analizar tendencias y detectar problemas de rendimiento.
	Optimización	Identifica y soluciona cuellos de botella en la red y ajusta recursos para mejorar rendimiento
<i>Gestión de Seguridad (Security Management)</i>	Monitoreo de Seguridad	Configura Zabbix para detectar y alertar sobre actividades sospechosas, como intentos de acceso no autorizados.

Políticas de Seguridad	Asegúrate de que los dispositivos están configurados según las políticas de seguridad de la empresa y notifica violaciones.
Auditorías	Usa logs y reportes de Zabbix para realizar auditorías de seguridad y asegurar cumplimiento de políticas.

Fuente: Elaboración propia

### 2.7.1. Matriz RACI del sistema de gestión de red

Es una herramienta que ayuda a gestionar proyectos y procesos que se utiliza para definir y clarificar las responsabilidades de los diferentes miembros de un equipo en relación con tareas o actividades que son específicas.

<i>Tarea /</i> <i>Actividad</i>	Directora de TIC	Encargado de Redes 1	Encargado de Redes 2	Soporte
<b><i>Notificar de una alerta</i></b>	I	R	R	A
<b><i>Verificar qué sucedió</i></b>		R	R	C
<b><i>Dar solución al problema</i></b>		R/C	R	C
<b><i>Verificar que esté solucionado</i></b>		C	C	R

Fuente: Elaboración propia

- **R (responsable):** Responsable de ejecutar la tarea.
- **A (accountable):** Aprobador final; la persona que asegura que se cumple.

- **C (consulted):** Consultado para dar su opinión o experiencia.
- **I (informed):** Informado sobre el progreso o el resultado.

Para poder entender de mejor manera como funciona los roles según la matriz RACI dentro de la empresa a continuación una explicación de la misma:

- **Directora de TIC :** Está informada (I) sobre el problema y notifica a los demás
- **Encargados de redes:** Son responsables (R) de verificar y solucionar el problema, y consultados (C) para la verificación final.
- **SopORTE:** Es responsable (R) de la verificación final y aprueba (A) que se solucionó el problema.

## CAPÍTULO III

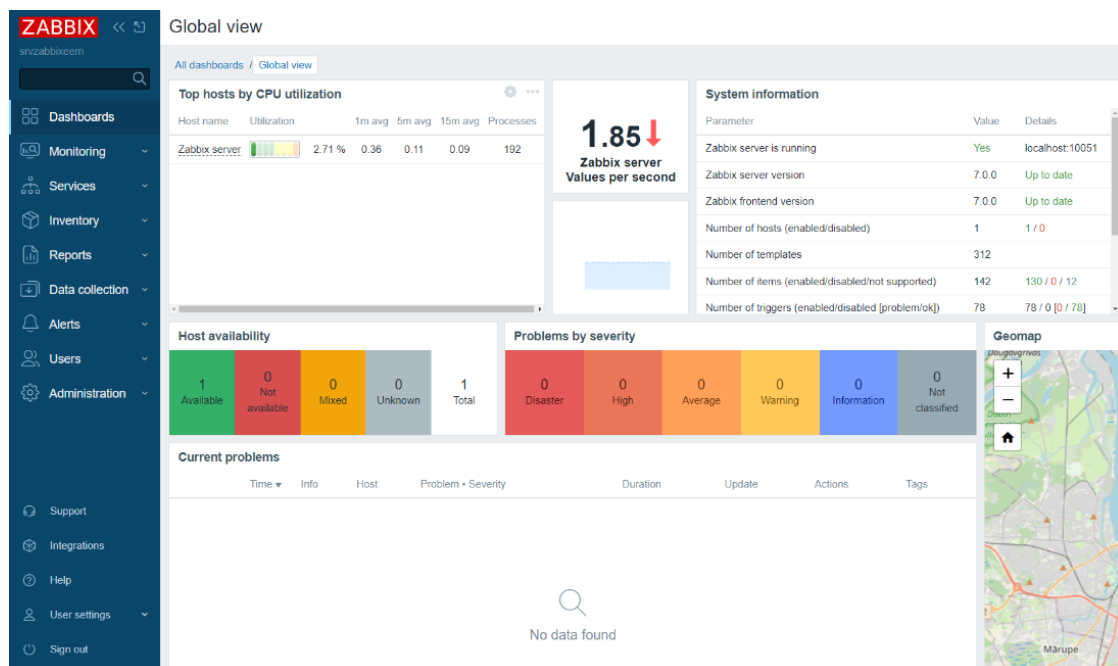
### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A lo largo del capítulo, se destacan los aspectos más importantes del software empleado, incluyendo las configuraciones específicas adaptadas para EMELNORTE S.A. Además, se documentan las pruebas realizadas para verificar la funcionalidad del sistema, asegurando su operación correcta y eficiente en el monitoreo de la red. Este enfoque no solo aumenta la visibilidad de la red, sino que también optimiza la respuesta a incidencias y facilita el mantenimiento preventivo.

### 3. Ingreso página de ZABBIX

Una vez ingresado y validado los datos, entramos a la página principal de Zabbix en donde nos muestra un Dashboard y algunas de las funciones que maneja Zabbix como son:

Ilustración 26: Dashboard principal de Zabbix



Fuente: Elaboración propia

#### 3.1. Creación de hosts

Ingresamos a la creación de los hosts los cuales tienen SNMP ya que es el protocolo estándar utilizado para la gestión de dispositivos de red, permite el monitoreo y la gestión del rendimiento, la detección de problemas y la configuración remota de dichos dispositivos.

Ilustración 27: Página para la creación de hosts

The screenshot displays the 'New host' configuration interface. At the top, there are tabs for 'Host', 'IPMI', 'Tags', 'Macros', 'Inventory', 'Encryption', and 'Value mapping'. The 'Host' tab is active. The form includes the following fields and options:

- \* Host name:** SW-DIS9300-EMELNORTE
- Visible name:** SW-DIS9300-EMELNORTE
- Templates:** Cisco IOS by SNMP (with a search dropdown and a 'Select' button)
- \* Host groups:** SWITCH MATRÍZ (with a search dropdown and a 'Select' button)
- Interfaces:** No interfaces are defined. (with an 'Add' link)
- Description:** A large empty text area.
- Monitored by:** Server, Proxy, Proxy group (radio buttons)
- Enabled:**

At the bottom right, there are 'Add' and 'Cancel' buttons.

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 28: Hosts creados

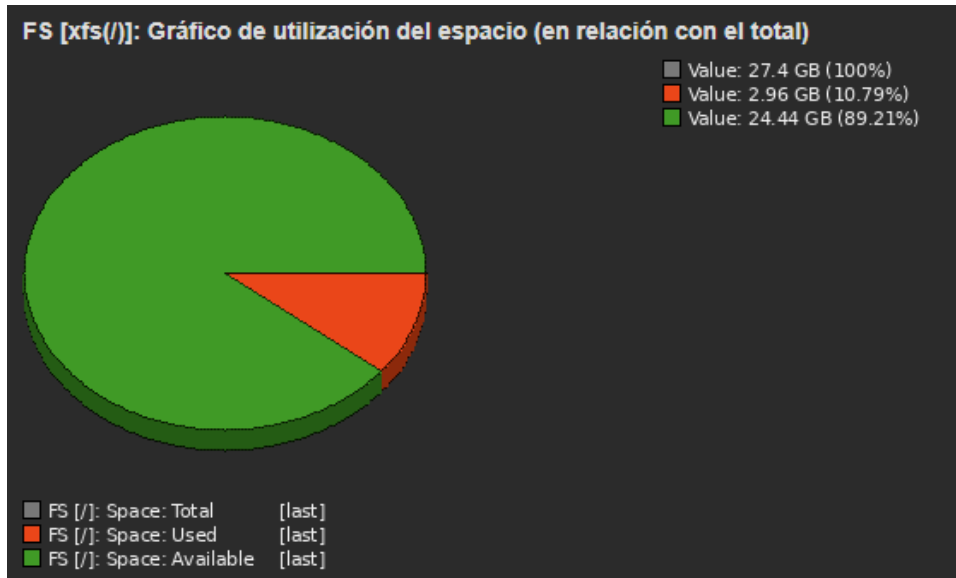
Name ▲	Interface	Availability	Tags	Status
SW-CORE	192.168.100.11:161	SNMP	class: network target: cisco target: cisco-ios	Enable
SW-DIS3800	192.168.100.18:161	SNMP	class: network target: cisco target: cisco-ios	Enable
SW-DIS4500	192.168.100.60:161	SNMP	class: network target: cisco target: cisco-ios	Enable
SW-DIS9300-EMELNORTE	192.168.100.159:161	SNMP	class: network target: cisco target: cisco-ios	Enable
SW-MATRIZ-ATCLI-01	192.168.100.64:161	SNMP	class: network target: cisco target: cisco-ios	Enable
SW-MATRIZ-ATCLI-02	192.168.100.65:161	SNMP	class: network target: cisco target: cisco-ios	Enable
SW-MATRIZ-NET	192.168.100.66:161	SNMP	class: network target: cisco target: cisco-ios	Enable
SW-MATRIZ-PISO-01	192.168.100.61:161	SNMP	class: network target: cisco target: cisco-ios	Enable
SW-MATRIZ-PISO-02	192.168.100.62:161	SNMP	class: network target: cisco target: cisco-ios	Enable
SW-MATRIZ-PISO-03	192.168.100.63:161	SNMP	class: network target: cisco target: cisco-ios	Enable

Fuente: Elaboración propia

### 3.2. Pruebas de espacio de disco en Zabbix

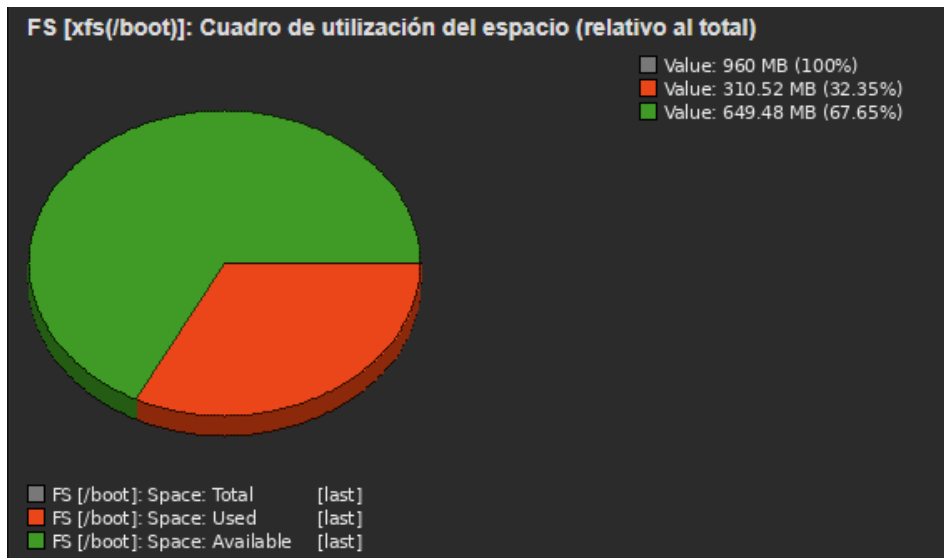
En la siguiente prueba se presenta el estado actual de nuestro servidor Zabbix, destacando la capacidad total de almacenamiento disponible. La Imagen 23 ilustra un gráfico de utilización del espacio en disco, donde se observa que el color verde representa el espacio disponible, mientras que el color rojo indica el espacio en uso. El gráfico revela un total de 27.4 GB de almacenamiento, distribuidos entre espacio utilizado y disponible. Por otro lado, la Imagen 24 muestra un cuadro de utilización de espacio similar, también relativo al total disponible. En esta imagen, el color verde indica el espacio libre, el color rojo representa el espacio ocupado, y el valor total reportado es de 960 MB.

Ilustración 29: Gráfico de la utilización del espacio del disco



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 30: Cuadro de utilización de espacio del disco



Fuente: Elaboración propia

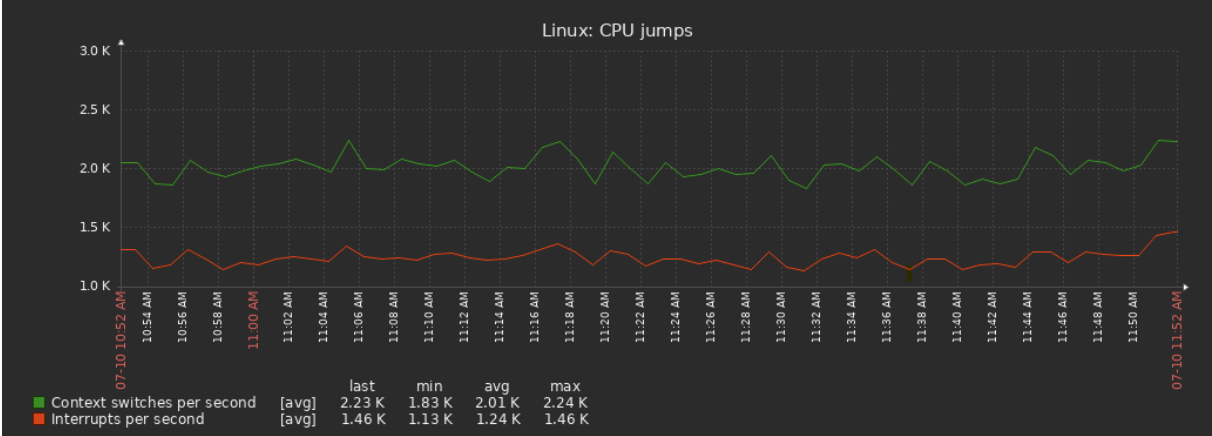
Como se utiliza Zabbix para un monitoreo continuo se lo puede utilizar por un tiempo sin tener problemas porque las alertas llegan siempre y nos avisan cuando la memoria estaría al 80% o al 90%, se puede utilizar acciones como añadir más memoria RAM al sistema para que

no se tenga problemas de tener fallos al momento de monitorear nuestro servidor o los distintos switches.

### 3.3. Pruebas de salto de la CPU

El sistema está diseñado para verificar numerosos procesos que se ejecutan de manera simultánea, lo que hace imprescindible realizar consultas periódicas a la central de procesos. La prueba que se presenta a continuación se realiza en el servidor Zabbix, en donde están los procesos completos que se llevan con todos los switches que se manejan en la empresa y los datos que manejan los mismos, en donde su CPU siempre está registrando datos distintos.

Ilustración 31: Resultados de los datos de CPU



Fuente: Elaboración propia

### 3.4. Pruebas de Carga del sistema

La Imagen 25 presenta la carga actual del sistema Zabbix, una métrica de gran relevancia, ya que refleja la cantidad de procesos que están activos y en espera de ejecución en el sistema. Este indicador es crucial para monitorear y evaluar el rendimiento y la salud del sistema. Los datos se representan en intervalos de tiempo, generalmente promediados en 1, 5 y 15 minutos, lo que permite una visión detallada y continua del comportamiento del sistema.

Ilustración 32: Monitoreo de la carga del sistema en Zabbix



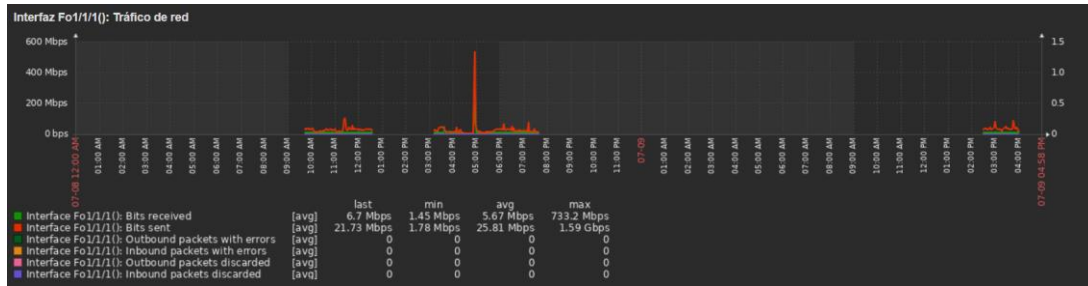
Fuente: Elaboración propia

El color verde en la gráfica representa el promedio de carga del sistema durante el último minuto, lo que refleja cambios rápidos en la carga del sistema. El color rojo indica el promedio de carga durante los últimos 5 minutos, proporcionando una perspectiva sobre las tendencias más recientes en el rendimiento del sistema. El color amarillo muestra el promedio de carga en los últimos 15 minutos, ofreciendo una visión más estable de la carga del sistema. Además, se presentan indicadores clave como "last", que corresponde al último valor registrado; "min", que señala el valor mínimo observado; "avg", que muestra el promedio de carga durante el período monitoreado; y "max", que indica el valor máximo registrado.

### 3.5. Prueba de tráfico de red

El gráfico nos proporciona una visión clara de la interfaz de la red, destacando los picos de actividad tanto en la recepción como en el envío de los datos, la ausencia de los errores y paquetes descartados sugiere que la transmisión de los datos ha sido eficiente y sin problemas de integridad, este tipo de monitoreo es crucial para identificar patrones de uso y posibles cuellos de botella en la red, con los datos que nos muestran ayuda a los administradores de red a tomar decisiones informadas para poder optimizar el rendimiento y la capacidad de la red.

Ilustración 33: Monitoreo del tráfico de red SW-CORE



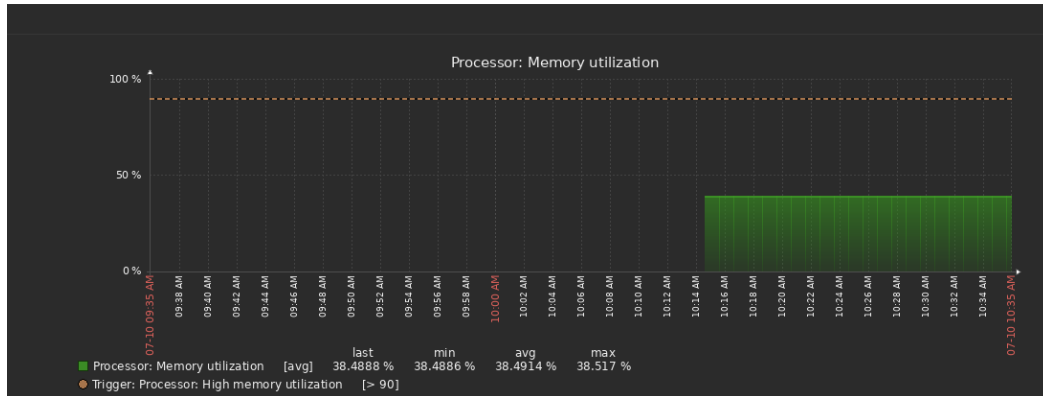
Fuente: Elaboración propia

En el eje Y Izquierdo (Mbps) muestra la tasa de transferencia de datos en megabits por segundo para los bits recibidos y enviados, en el eje Y Derecho muestra la tasa de transferencia en gigabits por segundo (Gbps), utilizada en el gráfico para representar valores más altos, en el eje X (Tiempo) nos muestra la línea de tiempo, indicando diferentes horas del día en las que se ha registrado el tráfico de red.

### 3.6. Prueba uso de memoria RAM

El uso de la memoria RAM está estrechamente relacionado con la carga del sistema. La Imagen 27, presentada a continuación, muestra el consumo de memoria del switch ubicado en el piso 02. En esta se observa que la utilización de la memoria del procesador ha sido bastante estable, manteniéndose en torno al 38,49% durante el período de monitoreo. No se han registrado picos ni caídas significativas en el uso de la memoria, lo que sugiere que el sistema se encuentra en un estado óptimo en términos de utilización de la memoria del procesador. Los datos indican que los valores han sido constantes y se han mantenido muy por debajo del umbral crítico, lo que confirma que no ha habido problemas de sobreutilización de la memoria.

Ilustración 34: Uso de memoria RAM SW-MTRIZ-PISO-02



Fuente: Elaboración propia

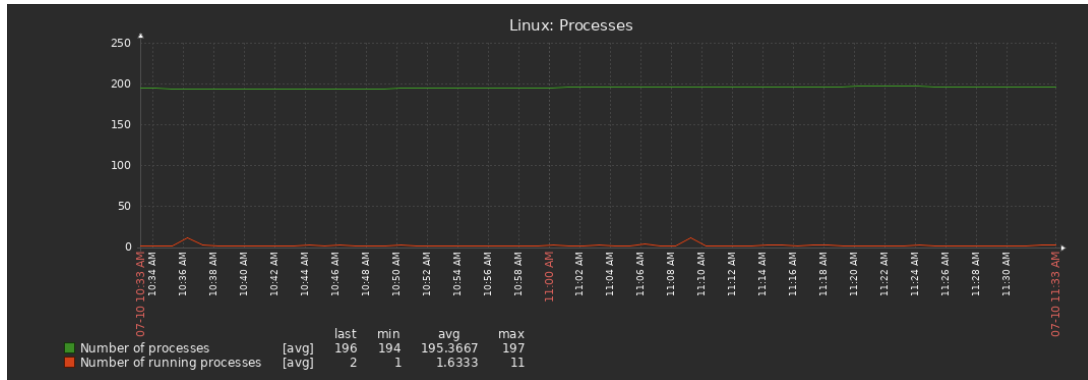
La medición de los datos se presenta de la siguiente manera:

- El eje Y izquierdo representa el porcentaje de utilización, abarcando desde el 0% hasta el 100%.
- El eje X, correspondiente al tiempo, muestra una línea temporal que indica las diferentes horas en las que se ha registrado la utilización de la memoria.
- La "Utilización de Memoria del Procesador" (línea de color verde) refleja el porcentaje de uso de la memoria del procesador en cada punto de la línea temporal.
- El "Disparador: Alta Utilización de Memoria del Procesador" (línea punteada de color naranja) señala el umbral configurado para una alta utilización de memoria del procesador, que en este caso se ha fijado en el 90%.

### 3.7. Prueba de control de procesos

En la Imagen 28 nos muestra el control de procesos del servidor de Zabbix donde nos indican el número de procesos en el sistema de color verde y los de color rojo son los procesos que están actualmente en ejecución; con el monitoreo de los procesos nos muestra que el sistema a estado bastante estable, lo que sugiere que se ha mantenido sin cambios significativos en la carga de los procesos, el monitorear estos valores es crucial para asegurarse de que el sistema funciona de manera eficiente y para identificar cualquier comportamiento anómalo que pueda requerir atención.

Ilustración 35: Control de Procesos del servidor Zabbix



Fuente: Elaboración propia

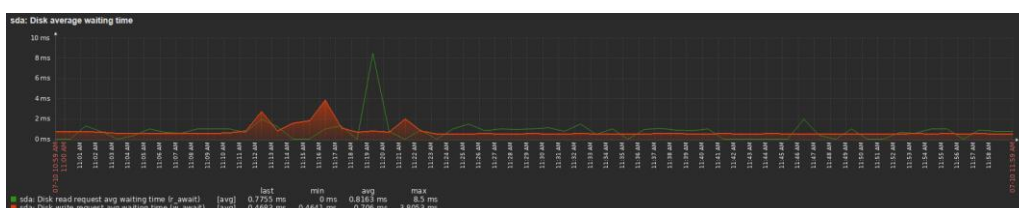
Para comprender la cantidad de procesos que se están gestionando, el color verde en la gráfica representa el total de procesos en el sistema, incluyendo aquellos en ejecución, en espera y en otros estados. Estos procesos se mantienen relativamente constantes, fluctuando ligeramente entre 194 y 197. Por otro lado, los procesos en ejecución, representados en rojo, generalmente oscilan entre 1 y 2, aunque en ciertos momentos se han registrado picos que alcanzan hasta 11 procesos simultáneos.

### 3.8. Prueba de partición /sda

Las particiones del disco, denominadas /sda, están asignadas a diversos propósitos. En lo que sigue, se examinan los tiempos de espera, los retrasos en la escritura, las solicitudes de consulta y el espacio de almacenamiento.

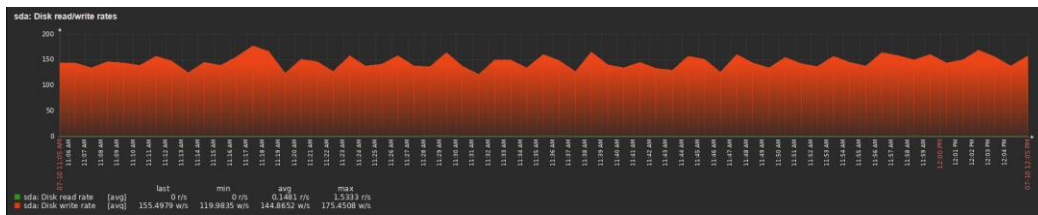
La imagen 34,35 y 36 proporcionan una visión completa del rendimiento del disco /sda, mostrando tiempos de espera, tasas de lectura/escritura y utilización. Monitorear estos parámetros es crucial para asegurar que el disco no se convierta en un cuello de botella y para identificar posibles problemas de rendimiento.

Ilustración 36: Resultado del promedio de espera del disco



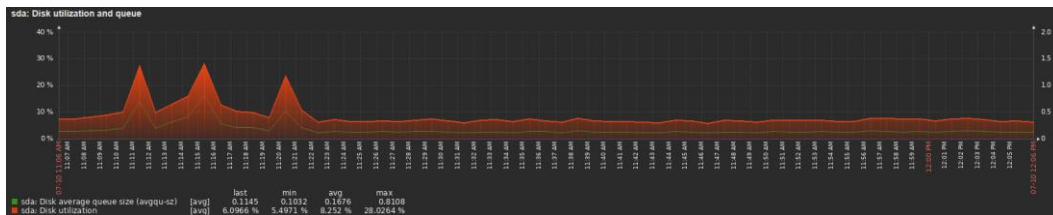
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 37: Resultado de lectura y escritura de disco



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 38: Resultados de utilización y consulta de disco



Fuente: Elaboración propia

### 3.9. Notificaciones

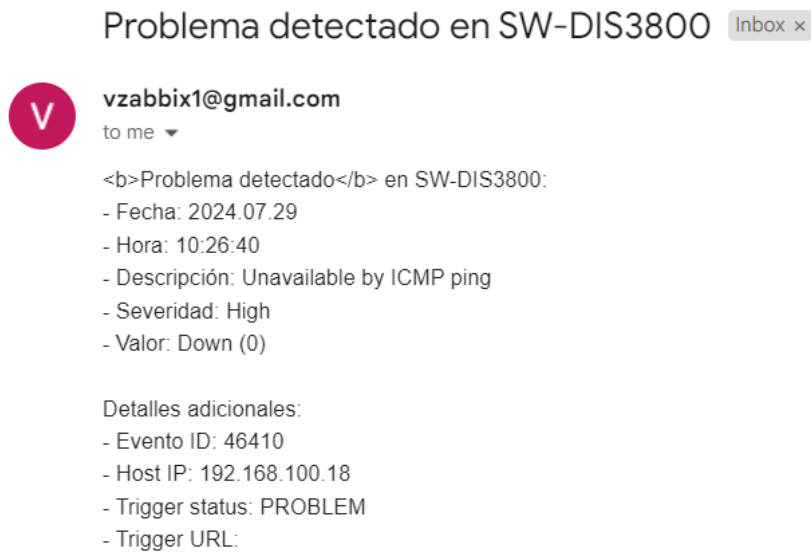
En este apartado se presentan las notificaciones que Zabbix envía cuando se detectan problemas en los servidores implementados en la página. Estas notificaciones se activan cuando se ingresa a la página principal o cuando se producen caídas en los switches implementados, enviándose por medio de correo electrónico. La Imagen 37 muestra la cuenta de correo creada en la empresa mediante Zimbra, cuyo dominio es:

[pruebas\\_soporte@Emelnorte.com](mailto:pruebas_soporte@Emelnorte.com)

#### 3.9.1. Gmail

Es de uso personal se creó uno con el siguiente enlace [vzabbix164@gmail.com](mailto:vzabbix164@gmail.com), como uso de pruebas.

Ilustración 39: Notificación de fallo en SW-DIS3800 por Gmail

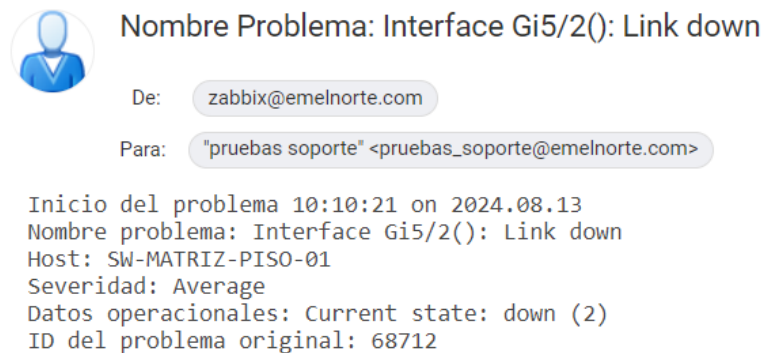


Fuente: Elaboración propia

### 3.9.2. Zimbra

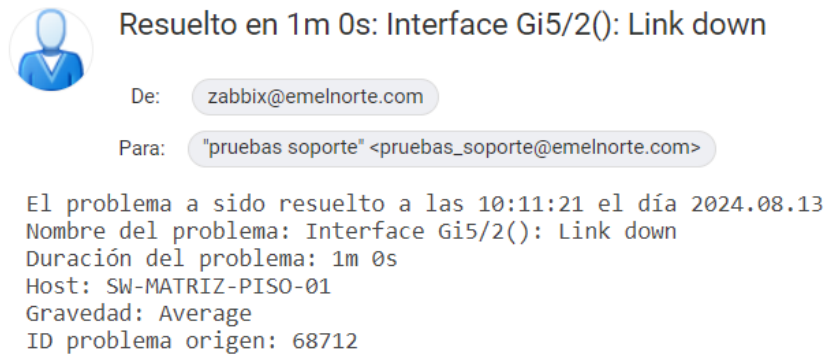
Se maneja en la empresa el cual utiliza el personal de la institución, es un servidor de correo de software libre que se creó en la empresa.

Ilustración 40: Notificación Zimbra del SW-MATRIZ-PISO-01 cuando tuvo una desconexión



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 41: Notificación Zimbra del SW-MATRIZ-PISO-01 cuando tuvo conexión nuevamente

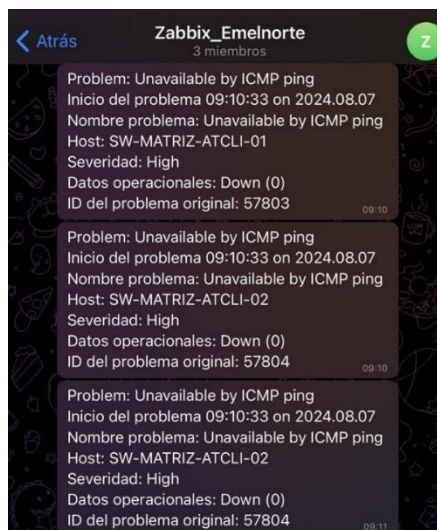


Fuente: Elaboración propia

### 3.9.3. Telegram

La creación de un bot de telegram personal fue como pruebas y también para que la persona que es responsable de las notificaciones pueda ser informado si se tiene un problema con uno de los switches.

Ilustración 42 Notificaciones en Telegram



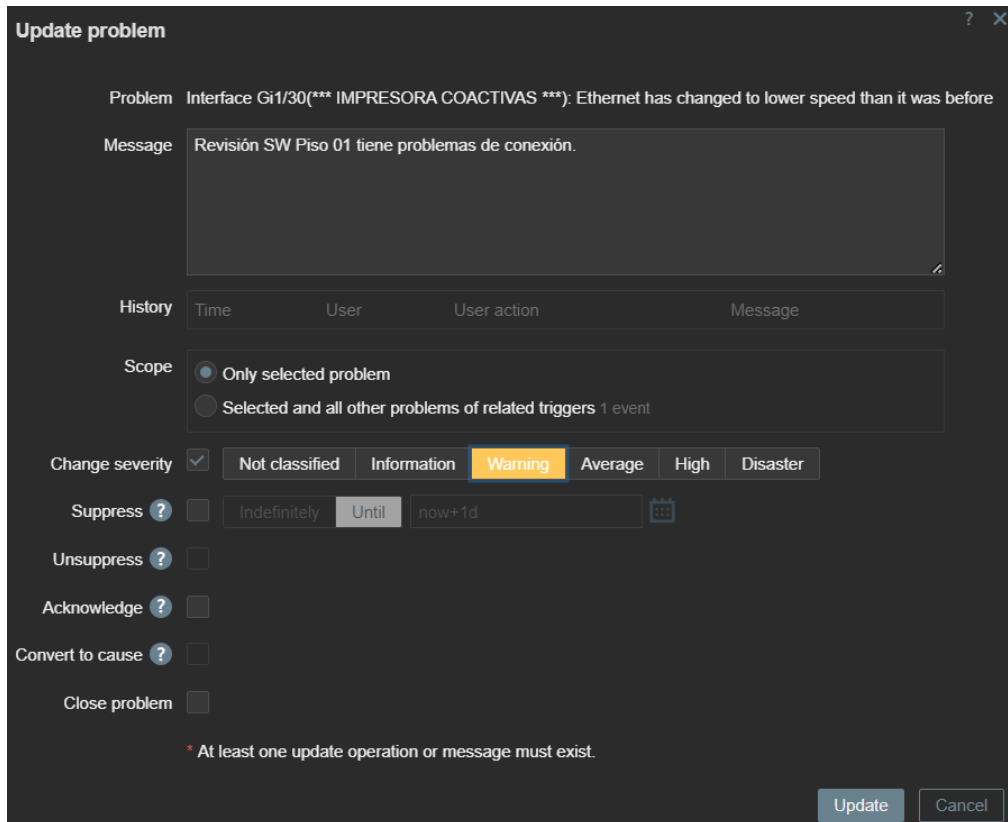
Fuente: Elaboración propia

### 3.9.4. Notificaciones por Zabbix

En el panel de control de Zabbix, se encuentra una sección denominada "Current Problems" (Problemas actuales), que ofrece una lista de los problemas que están ocurriendo en ese momento con los switches. Desde esta sección, es posible actualizar cada problema, lo

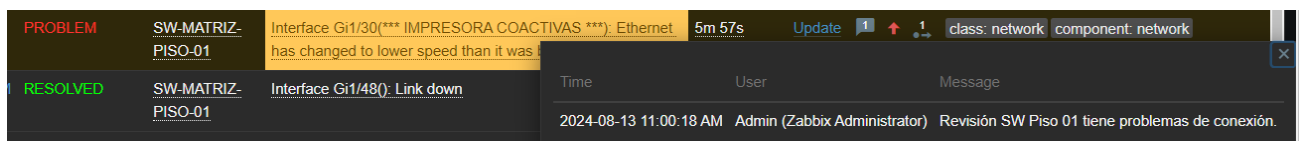
que genera el envío de un correo electrónico que incluye el nombre del switch afectado y un mensaje actualizado.

Ilustración 43 Actualización de un problema mediante notificación



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 44 Comprobación de la notificación enviada al dar update o actualizar



Fuente: Elaboración propia

### 3.10. Monitoreo de cambios en el switch

Cuando un switch presenta un problema, se genera una alerta en el panel de control configurado, notificando sobre la incidencia e incluyendo la hora, una descripción del problema y el nombre del switch afectado. Posteriormente, se envía una segunda notificación informando que el problema ha sido solucionado.

Ilustración 45 Monitoreo del cambio del SW-PISO 01

03:56:21 PM	PROBLEM	SW-MATRIZ- PISO-01	Interface Gi1/30(***) IMPRESORA COACTIVAS (***) Ethernet has changed to lower speed than it was before	1m 3s
-------------	---------	-----------------------	--	-------

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 46 Monitoreo de la resolución problema SW-PISO 01

RESOLVED	SW-MATRIZ- PISO-01	Interface Gi1/30(***) IMPRESORA COACTIVAS (***) Ethernet has changed to lower speed than it was before	7m	Update
----------	-----------------------	--	----	--------

Fuente: Elaboración propia

### 3.11. Monitoreo de acceso

Al ingresar al servidor, se solicita el usuario creado durante la instalación de Zabbix, el cual es necesario para que el sistema funcione correctamente. Si se ingresa una contraseña incorrecta, se muestra un mensaje indicando que el login es incorrecto y se deniega el acceso.

Adicionalmente, se muestra la fecha y hora en que se intentó acceder al servidor.

Ilustración 47 Acceso denegado de usuario

```
Rocky Linux 9.4 (Blue Onyx)
Kernel 5.14.0-427.18.1.el9_4.x86_64 on an x86_64

zabbixeme login: root
Password:
Login incorrect

zabbixeme login: root
Password:
Login incorrect

zabbixeme login: root
Password:
Last failed login: Wed Aug 14 16:34:42 -05 2024 on tty1
There were 2 failed login attempts since the last successful login.
Last login: Wed Aug 14 14:01:18 on tty1
[root@zabbixeme ~]# _
```

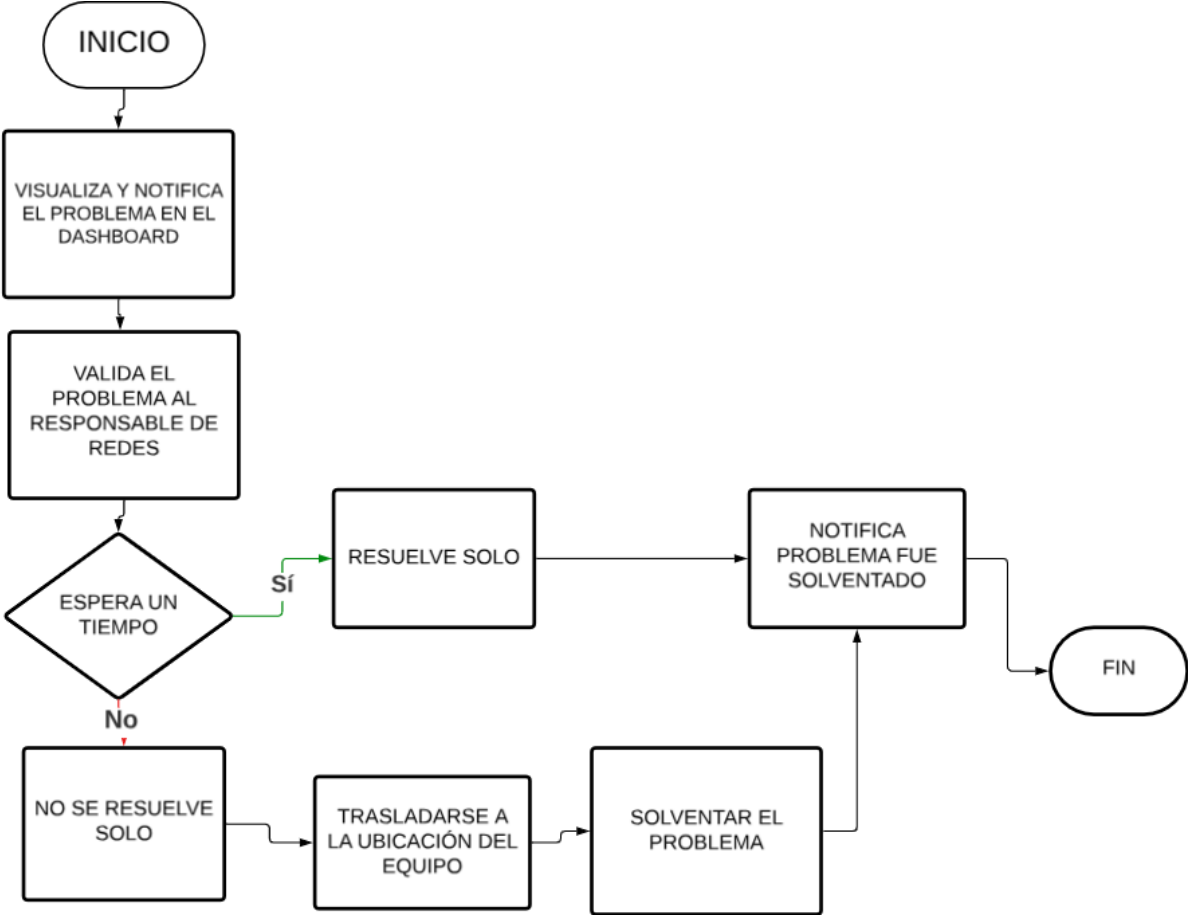
Fuente: Elaboración propia

### 3.12. Proceso de resolución de problemas de red

El diagrama ilustra un proceso en el cual un problema detectado en el sistema es visualizado y notificado. Posteriormente, el responsable de la gestión de redes valida la alerta recibida. En caso de que el problema no se resuelva de manera automática tras un periodo de tiempo determinado, el encargado procede a trasladarse al lugar donde se encuentra el equipo

afectado para llevar a cabo la solución manualmente. Finalmente, se procede a notificar que el problema ha sido solucionado.

Ilustración 48 Diagrama de flujo perdida de conexión



Fuente: Elaboración propia

### 3.13. Discusión por comparación

En la revisión de los aspectos más relevantes entre el software como servicio y el software licenciado, se observa que los costos asociados a estas soluciones pueden ser significativos, particularmente en lo que respecta a los servicios pagos y el mantenimiento. Sin embargo, en el análisis de costos de herramientas de monitoreo, como Zabbix y Monit, presentado en la tesis del Ingeniero Luis Vallejos (LLumiQuinga, 2020), no se consideraron aspectos como la infraestructura y su mantenimiento, dado que la empresa cuenta con

hardware propio destinado a otros propósitos, con la capacidad necesaria para soportar la nueva arquitectura de monitoreo.

Se documenta una implementación exitosa de Zabbix, donde la plataforma no solo se adaptó perfectamente a las necesidades de la empresa, sino que demostró ser una solución económica y eficiente. La aceptación de Zabbix fue óptima, destacando su capacidad para monitorear los elementos necesarios y su facilidad de uso, requiriendo solo conocimientos básicos para su operación y mantenimiento.

Para Emelnorte, la implementación de Zabbix también fue factible y efectiva. Se comprobó que Zabbix no solo es aplicable para una empresa de servicios eléctricos, sino también para cualquier organización que maneje datos e internet. Su uso de software libre y los bajos costos asociados hacen de Zabbix una opción atractiva para diversas industrias, reduciendo la barrera de entrada y permitiendo a las empresas optimizar sus operaciones sin incurrir en gastos elevados

## CONCLUSIONES

En el proceso de desarrollo e implementación del proyecto, se concluye lo siguiente:

- La selección y configuración de herramientas de software libre para este sistema permitirá optimizar los recursos de EMELNORTE y aprovechar soluciones flexibles y escalables.
- Se llevaron a cabo investigaciones sobre el servidor Zabbix, concluyendo que es adecuado para el monitoreo de equipos de red, específicamente switches, según los requerimientos de la empresa. La implementación se realizó con éxito en una máquina virtual VirtualBox utilizando la plataforma Rocky Linux 8. Para gestionar la red, se activó el agente SNMP, permitiendo una supervisión eficaz de los switches. Zabbix demostró ser una herramienta fácil de utilizar y efectiva para la gestión y monitoreo de la red, cumpliendo con las expectativas de la empresa.
- Se espera que la implementación del sistema mejore significativamente la eficiencia operativa de EMELNORTE al facilitar la detección temprana de problemas, la configuración de dispositivos y el análisis del rendimiento.
- La adopción de software libre proporciona ventajas en términos de infraestructura, al permitir el uso de herramientas sin costes asociados con licencias. Sin embargo, es esencial reconocer que su implementación y mantenimiento requieren un nivel significativo de conocimiento técnico para asegurar su funcionamiento óptimo y eficiente.

## RECOMENDACIONES

De igual manera, recomienda lo siguiente:

- Se recomienda a EMELNORTE S.A. continuar con el desarrollo e implementación del Sistema de Gestión de Infraestructura de Red, alineándolo con las mejores prácticas y estándares del sector, como el modelo FCAPS y la norma ISO 7498-4.
- Se aconseja investigar a fondo la implementación del servidor web Zabbix, ya que al instalar la versión más reciente del servidor Zabbix, se tuvo varios problemas con los comandos de instalación presentes en la página oficial lo cual se necesitó buscar más información para instalación de la misma.
- Se sugiere que EMELNORTE aproveche las ventajas del software libre para la implementación del sistema, lo que permitirá optimizar recursos y contar con soluciones flexibles y escalables.
- Finalmente, se recomienda que EMELNORTE considere este proyecto como una inversión estratégica en tecnología, que sentará las bases para una gestión de red más ágil, segura y adaptable a las necesidades cambiantes de la organización.

## BIBLIOGRAFÍA

**Benítez, R. D., & Ron Larco, M. D. (2015).** *ibidigital EPN*.

<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/15092/1/CD-6904.pdf>

**Cacaoenbytes. (2023).** Comparativa de distintas herramientas de monitoreo/monitorización de servidores. *Medium*. [https://medium.com/@contacto\\_701/comparativa-de-distintas-herramientas-de-monitoreo-monitorizaci%C3%B3n-de-servidores-c8a56848c27b](https://medium.com/@contacto_701/comparativa-de-distintas-herramientas-de-monitoreo-monitorizaci%C3%B3n-de-servidores-c8a56848c27b)

**Cedeño, M. L. (2019).** *Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López*. <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1083/1/TTMTI13.pdf>

**Pérez, E. D. (2019).** *Diseño de un sistema de gestión de infraestructura de red para la Empresa Eléctrica Regional Norte S.A. EMELNORTE*. Universidad Técnica del Norte. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/13751/2/04%20RED%20327%20TRABAJO%20GRADO.pdf>

**Torres, R. L. (2023).** *Diseño de un sistema de gestión de infraestructura de red para la Empresa Eléctrica Regional Norte S.A. EMELNORTE*. Universidad Técnica del Norte. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/13751/2/04%20RED%20327%20TRABAJO%20GRADO.pdf>

**Xataka. (2020).** Máquinas virtuales: qué son, cómo funcionan y cómo utilizarlas. <https://www.xataka.com/especiales/maquinas-virtuales-que-son-como-funcionan-y-como-utilizarlas>

**SGRWIN. (2021).** Introducción a FCAPS: qué es y cómo funciona. <https://www.sgrwin.com/es/introduccion-a-fcaps-que-es-y-como-funciona/>

**COSYSO. (2022).** Conoce la estructura de Zabbix y cómo usarlo. [https://911-ubuntu.weebly.com/zabbix\\_como\\_funciona/conoce-la-estructura-de-zabbix-y-como-usarlo](https://911-ubuntu.weebly.com/zabbix_como_funciona/conoce-la-estructura-de-zabbix-y-como-usarlo)

**AWS. (2023).** Qué es el protocolo ICMP. <https://aws.amazon.com/es/what-is/icmp/>

**IONOS. (2024).** Qué es el protocolo ICMP y cómo funciona. <https://www.ionos.es/digitalguide/servidores/know-how/que-es-el-protocolo-icmp-y-como-funciona/>

**AcademiaLab. (2024).** <https://academia-lab.com/enciclopedia/modelo-osi/>

**ambit. (2020).** Normas ISO: qué son y cuáles son las más importantes. <https://www.ambit-bst.com/blog/normas-iso.-qu%C3%A9-son-y-cu%C3%A1les-son-las-m%C3%A1s-importantes>

**Andrés, R. (2017).** Qué es una máquina virtual, cómo funciona y para qué sirve. *Computer Hoy*. <https://computerhoy.com/noticias/software/que-es-maquina-virtual-como-funciona-que-sirve-46606>

**CCNA. (2021).** SNMP (Simple Network Management Protocol). [https://ccnadesdecero.es/snmp-simple-network-management-protocol/#Arquitectura\\_SNMP](https://ccnadesdecero.es/snmp-simple-network-management-protocol/#Arquitectura_SNMP)

**Hat, R. (2019).** Qué es la gestión de redes. *Red Hat*.  
<https://www.redhat.com/es/topics/management/what-is-network-management>

**IBM. (2021).** Visión general del protocolo SNMP.  
<https://www.ibm.com/docs/en/zos/2.4.0?topic=protocol-snmp-overview>

**OpManager. (2022).** Qué es SNMP. <https://www.manageengine.com/es/network-monitoring/what-is-snmp.html>

**RecluIT. (2021).** Qué es Zabbix. <https://recluit.com/que-es-zabbix/>

**ZABBIX. (2022).** Documentación de Zabbix.  
<https://www.zabbix.com/documentation/current/es/manual/introduction/about>

## ANEXO 1

### A. Instalación y configuración Zabbix

#### Requisitos de instalación de Virtual Box

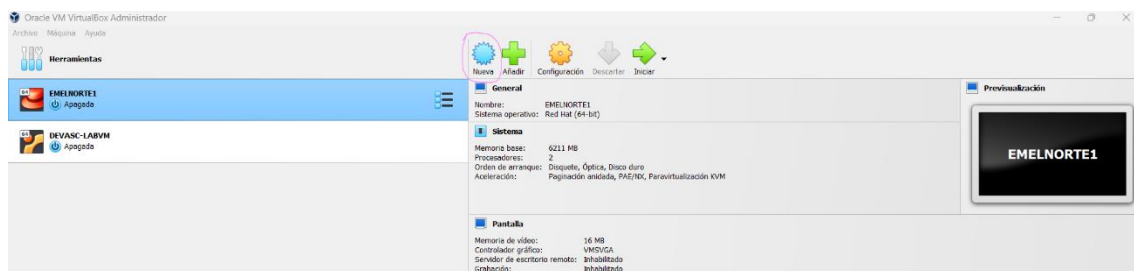
En la máquina física se procedió a instalar VirtualBox con todas las configuraciones necesarias para instalar la VM.

- Procesador Intel VT-x o AMD-V habilitado.
- Al menos 512 MB de RAM.
- Es compatible con discos duros IDE, SATA y SCSI. No se necesita mucho espacio para VirtualBox
- Se admiten unidades ópticas IDE, SCSI y SATA, incluyendo lectores de CD-ROM y DVD. También se soportan archivos de imagen ISO.

### B. Instalación Rocky Linux 9.0 en la máquina virtual

En la interfaz principal de VirtualBox se selecciona el botón de Nueva para comenzar con la instalación de la máquina virtual.

Ilustración 49: Creación de la máquina virtual

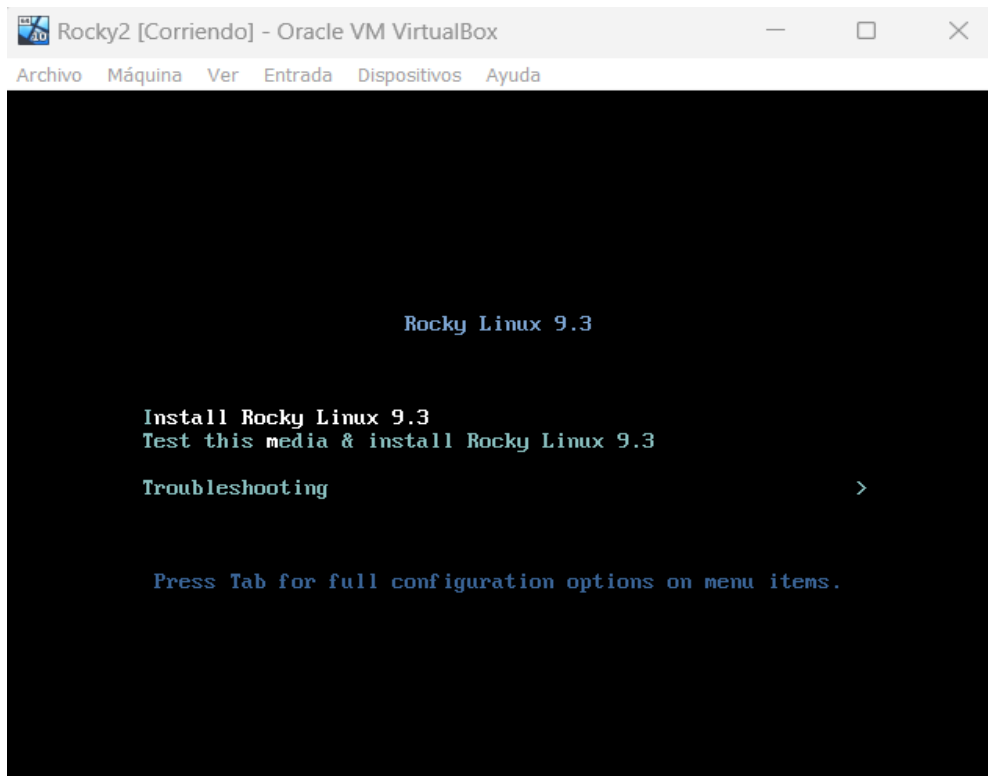


### C. Asistente de instalación

- *Ventana de instalación de Rocky Linux*

El asistente da la bienvenida para la instalación del Rocky Linux vamos a instalar la que es minimal porque no necesitamos la completa solamente instalaremos lo necesario, en la cual instalaremos los que es Zabbix y los componentes que maneja Zabbix.

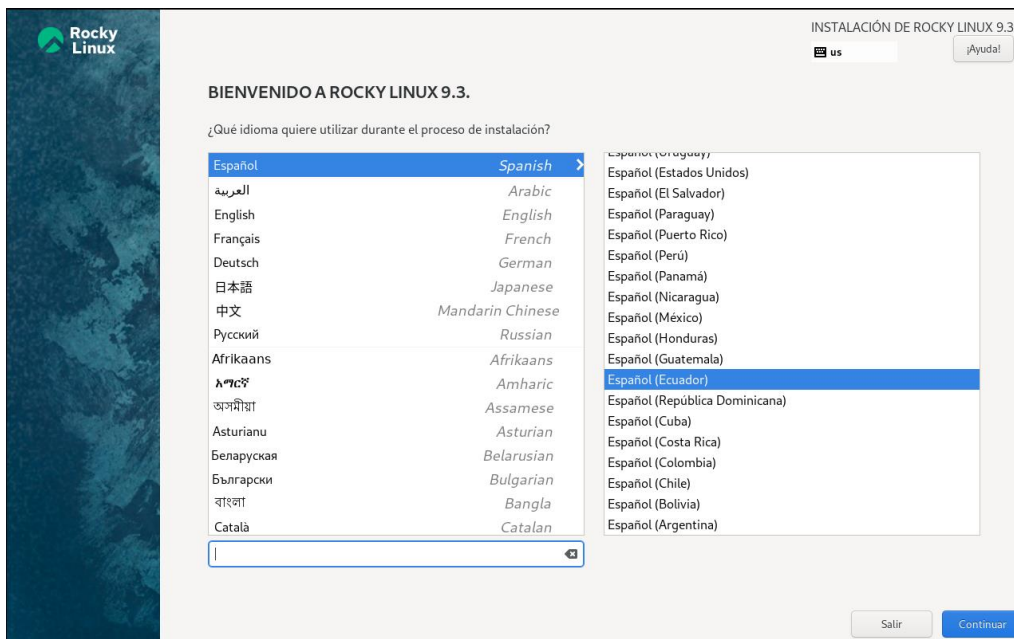
*Ilustración 50: Ventana de instalación Rocky Linux 9.3*



#### **D. Elección del idioma del sistema**

Se escoge el idioma que deseamos que tenga el sistema cuando lo vayamos a utilizar, en el cuál tenemos distintos tipos de español según los países y escogemos el español de Ecuador.

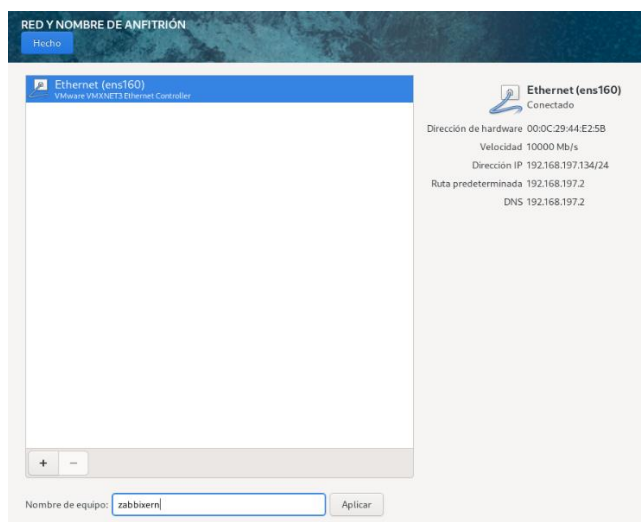
*Ilustración 51: Ventana de idiomas*



## E. Resumen de instalación

En esta ventana configuramos la red que vamos a utilizar porque la ip que se configure es la cuál vamos a utilizar en el navegador para entrar a la pantalla principal de Zabbix, todo dejamos de la misma manera ingresamos en Red y nombre del equipo como al momento de instalación lo hicimos por wifi nos brinda la ip 192.168.197.134/24 pero cuando lo vamos ejecutar en la empresa como está conectada por cable la ip cambia brindándonos la siguiente 172.17.51.205/25

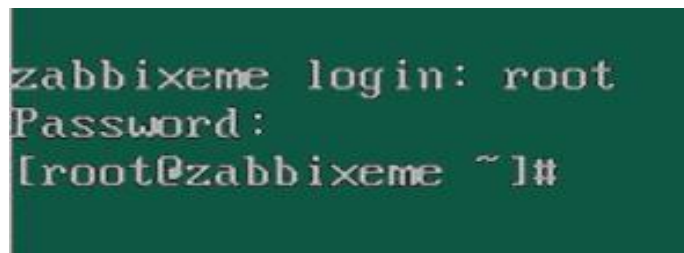
*Ilustración 52: Configuración de Ethernet*



## F. Ingreso al programa Rocky Linux para instalar Zabbix

Para ingresar nos pedirá el usuario de login el cuál por defecto será root y la contraseña que se creó anteriormente que es: rocky\_123, todo esto se pone para poder ingresar a la plataforma de rocky Linux para la instalación de los componentes que necesita.

Ilustración 53: Pantalla principal de root



## G. Ajustes de Usuario

Nos falta la creación de una contraseña al momento de ingresar a la plataforma en root vamos a poner la contraseña que nos permitirá ingresar a los servicios de Zabbix la contraseña es: rocky\_123.

Ilustración 54: Configuración de contraseña



## H. Actualización de paquetes

Ingresamos y ponemos el comando `sudo dnf update` el cuál nos sirve para actualizar todos los paquetes que ya tenemos instalados en el sistema a sus versiones más recientes.

Ilustración 55: Actualización de paquetes

```
root@zabbixeme ~]# sudo dnf update
Rocky Linux 9 - BaseOS          1.8 MB/s | 2.2 MB    00:01
Rocky Linux 9 - AppStream      4.6 MB/s | 7.9 MB    00:01
Rocky Linux 9 - Extras         17 kB/s | 15 kB     00:00
Dependencies resolved.
```

## I. Gestor de paquetes DNF

El comando `dnf makecache` que sirve para crear o actualizar los datos en el cache. Este proceso implica descargar la información más reciente sobre los paquetes disponibles en los repositorios configurados, lo que permite a DNF realizar búsquedas y operaciones de instalación más rápidamente.

Ilustración 56: Actualización y creación de metadatos

```
root@zabbixeme ~]# dnf makecache
Rocky Linux 9 - BaseOS          5.2 kB/s | 4.1 kB    00:00
Rocky Linux 9 - AppStream      5.0 kB/s | 4.5 kB    00:00
Rocky Linux 9 - Extras         3.8 kB/s | 2.9 kB    00:00
Zabbix Official Repository - x86_64 11 kB/s | 22 kB     00:02
Zabbix Official Repository non-supported - x86_64 545 B/s | 1.1 kB     00:02
Metadata cache created.
```

## J. Inicialización de la base de datos Mysql

Para inicializar la base de datos utilizamos dos comandos uno es `systemctl start mysqld` para poderlo inicial y utilizamos `systemctl enable mysqld` para habilitar el servicio y que se inicie automáticamente al arrancar el sistema.

Ilustración 57: Habilitar el servicio de MySQL

```
Complete!
root@zabbixeme ~]# systemctl start mysqld
```

Ilustración 58: Inicio automático del sistema

```
[root@zabbixcme ~]# systemctl enable mysqld
Created symlink /etc/systemd/system/multi-user.target.wants/mysqld.service + /usr/lib/systemd/system/mysqld.service.
[ 557.040325] systemd-rc-local-generator[26119]: /etc/rc.d/rc.local is not marked executable, skipping.
[root@zabbixcme ~]#
```

## K. Seguridad en Mysql

Ejecutamos el comando `mysql_secure_installation` sirve para mejorar la seguridad recomendada en la instalación de MySQL la cual nos pedirá una contraseña robusta.

Ilustración 59: Comando de seguridad MySQL

```
[root@zabbixcme ~]# mysql_secure_installation

Securing the MySQL server deployment.

Connecting to MySQL using a blank password.

VALIDATE PASSWORD COMPONENT can be used to test passwords
and improve security. It checks the strength of password
and allows the users to set only those passwords which are
secure enough. Would you like to setup VALIDATE PASSWORD component?
```

Ilustración 60: Especificaciones para la contraseña

```
There are three levels of password validation policy:
LOW Length >= 8
MEDIUM Length >= 8, numeric, mixed case, and special characters
STRONG Length >= 8, numeric, mixed case, special characters and dictionary file

Please enter 0 = LOW, 1 = MEDIUM and 2 = STRONG: 1
```

Para la creación de la contraseña le pusimos que solo sea de nivel bajo así que pusimos el número 0, la contraseña de seguridad que se creo fue `Emelnorte.123`, ya que nos dice que tiene que ser mayor o igual a 8 sea caracteres, números o lo que nos brinde seguridad.

Ilustración 61: Creación de la contraseña

```
Re-enter new password:
Estimated strength of the password: 100
Do you wish to continue with the password provided?(Press y|Y for Yes, any other key for No) : y
```

## L. Ingreso al servidor de base de datos MySQL para creación del usuario y de la base de datos

Ingresamos con el comando `mysql -u root -p` nos sirve para ingresar al servidor de la base de datos en donde nos pide la contraseña que se ingresó al iniciar en rocky como saber que hemos ingresado en el servidor porque ya cambio el root de zabbix por mysql.

*Ilustración 62: Ingreso al servidor de MySQL*

```
[root@zabbixeme ~]# mysql -u root -p
Enter password:
Welcome to the MySQL monitor.  Commands end with ; or \g.
Your MySQL connection id is 10
Server version: 8.0.36 Source distribution

Copyright (c) 2000, 2024, Oracle and/or its affiliates.

Oracle is a registered trademark of Oracle Corporation and/or its
affiliates. Other names may be trademarks of their respective
owners.

Type 'help;' or '\h' for help. Type '\c' to clear the current input statement.

mysql>
```

*Ilustración 63: Creación y configuración de base de datos y usuario*

```
mysql> create database zabbix character set utf8mb4 collate utf8mb4_bin;
ERROR 1273 (HY000): Unknown collation: 'utf8mb4'
mysql> create database zabbix character set utf8mb4 collate utf8mb4_bin;
Query OK, 1 row affected (0.02 sec)

mysql> create user zabbix@localhost identified by 'rocky_123';
ERROR 1819 (HY000): Your password does not satisfy the current policy requirements
mysql> create user zabbix@localhost identified by 'rocky_231';
ERROR 1819 (HY000): Your password does not satisfy the current policy requirements
mysql> create user zabbix@localhost identified by 'Rocky_231';
Query OK, 0 rows affected (0.03 sec)

mysql> grant all privileges on zabbix.* to zabbix@localhost;
Query OK, 0 rows affected (0.02 sec)

mysql> set global log_bin_trust_function_creators = 1;
Query OK, 0 rows affected, 1 warning (0.01 sec)

mysql>
```

*Nota: Al ingresar en el servidor de MySQL vamos a crear la base de datos, crearemos un usuario con una contraseña la cuál era Rocky\_231, activamos los privilegios y por último en set global log\_bin para la configuración global relacionada con la creación de funciones*

*Ilustración 64: Importación de la base de datos*

```
[root@zabbixeme ~]# zcat /usr/share/zabbix-sql-scripts/mysql/server.sql.gz | mysql --default-character-set=utf8mb4 -uzabbix -p zabbix
Enter password:
```

*Nota: El comando es utilizado para importar una base de datos de Zabbix en MySQL*

Ilustración 65: Ingreso al directorio de MySql

```
# Mandatory: no
# Default:
DBPassword=Rocky_231

### Option: DBSocket
#   Path to MySQL socket.
#
# Mandatory: no
# Default:
# DBSocket=

### Option: DBPort
: wq
```

Nota: Debemos ingresar al directorio para poner la contraseña que se creó para la base de datos para poder ingresar al directorio debemos escribir `vim /etc/zabbix/zabbix_server.conf`. Después de ingresar debemos buscar `DBPassword` y poner la contraseña que se creó anteriormente y guardamos la información con `wq`.

### M. Instalación de http y php

En la siguiente imagen nos muestra el comando la instalación de http y php para que se abra nuestra página de zabbix, para que se pueda que tenga un correcto funcionamiento de la plataforma y se pueda visualizar datos de monitoreo, generar informes, entre otros.

Ilustración 66: Instalación de php y http

```
### Option: DBPort
"/etc/zabbix/zabbix_server.conf" 1126L, 29845B written
[root@zabbixeme ~]# systemctl enable --now zabbix-server zabbix-agent httpd php-fpm_
```

### N. Comprobación ip con el comando a para conectar al Zabbix desde el navegador.

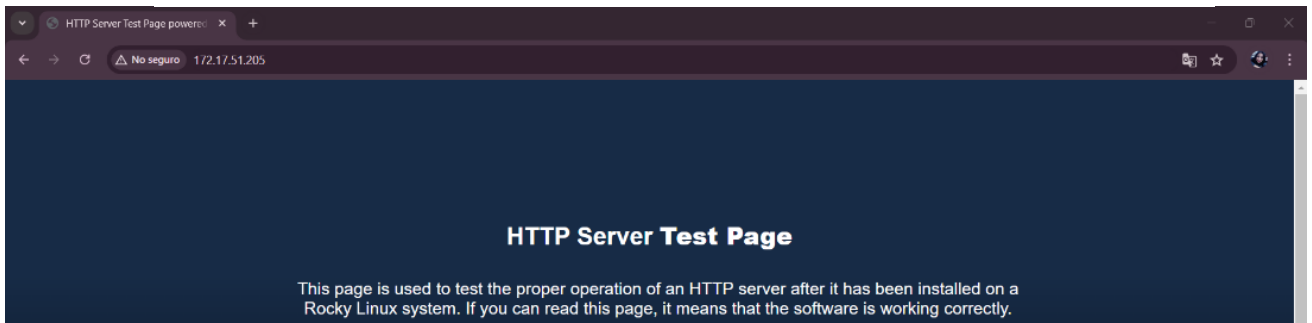
Ilustración 67: Comprobación de la dirección Ip

```
-color})
[root@zabbixeme ~]# ip a
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN group default qlen 1000
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
    inet 127.0.0.1/8 scope host lo
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 ::1/128 scope host
        valid_lft forever preferred_lft forever
2: enp0s3: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc fq_codel state UP group default qlen 1000
    link/ether 08:00:27:02:03:10 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 172.17.51.205/25 brd 172.17.51.255 scope global noprefixroute enp0s3
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::a00:27ff:fe02:310/64 scope link noprefixroute
        valid_lft forever preferred_lft forever
```

### O. Comprobación de ip

Luego de tener la instalación en Rocky Linux y con la comprobación de la Ip para poder ingresar al servidor nos brinda la 172.17.51.205, porque como se dijo anteriormente la Ip cambiaría según en el lugar donde nos encontremos y la Ip que nos refleja es la de la empresa.

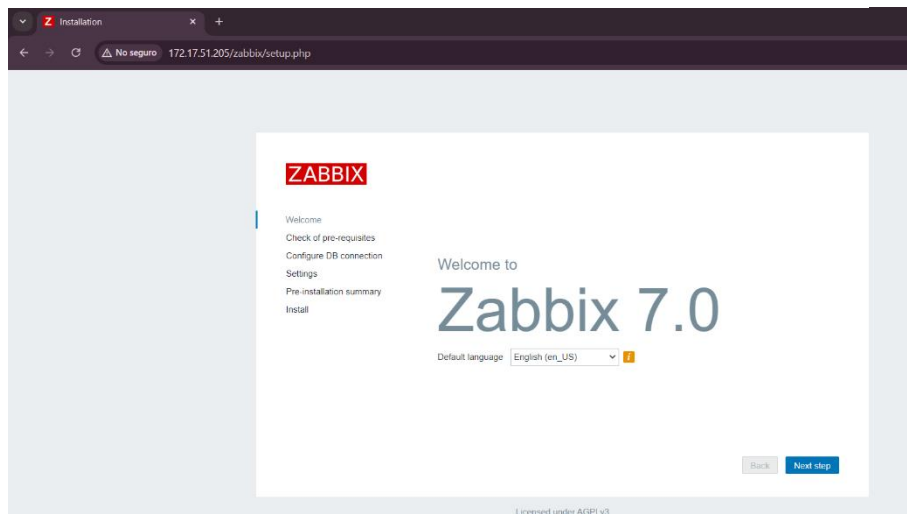
Ilustración 68: Test de HTTP Server



## P. Funcionamiento de Zabbix

Para que se abra la página de Zabbix le ponemos en el navegador la ip que nos brinda con el comando 172.17.51.205 seguida de la cual debemos poner /zabbix para que se pueda abrir la plataforma.

Ilustración 69: Página de inicio de zabbix



## Q. Configuración del Zabbix en el navegador

Ahora que funciona Zabbix correctamente procedemos a configurarlo según para lo que vayamos a utilizarlo, primero se le instala en Rocky Linux, pero la plataforma también nos pide ciertos recursos que se deben configurar.

Ilustración 70: Página de prerequisites

	Current value	Required	
PHP version	8.0.30	8.0.0	OK
PHP option "memory_limit"	128M	128M	OK
PHP option "post_max_size"	16M	16M	OK
PHP option "upload_max_filesize"	2M	2M	OK
PHP option "max_execution_time"	300	300	OK
PHP option "max_input_time"	300	300	OK
PHP databases support	MySQL		OK
PHP bcmath	on		OK
PHP mbstring	on		OK
PHP option "mbstring.func_overload"	off	off	OK

## R. Configuración conexión DB

Ilustración 71: Configuración para la conexión de la Base de Datos

Configure DB connection

Please create database manually, and set the configuration parameters for connection to this database. Press "Next step" button when done.

Database type:

Database host:

Database port:  0 - use default port

Database name:

Store credentials in:  Plain text  HashiCorp Vault  CyberArk Vault

User:

Password:

Database TLS encryption: Connection will not be encrypted because it uses a socket file (on Unix) or shared memory (Windows).

## S. Ajustar el servidor

Ingresamos el nombre del servidor y también la hora en la que nos encontremos geográficamente, como estamos en Ecuador, pero no sé puede poner por ciudades la ciudad por defecto será Guayaquil.

Ilustración 72: Ajustes de nombre y zona horaria

## Settings

Zabbix server name	<input type="text" value="srvzabbixeern"/>
Default time zone	<input type="text" value="(UTC-05:00) America/Guayaquil"/>
Default theme	<input type="text" value="Blue"/>

### T. Pre-Instalación

Aquí revisamos las configuraciones realizadas y los datos ingresados, si todo está bien continuamos.

Ilustración 73: Página de preinstalación

### Pre-installation summary

Please check configuration parameters. If all is correct, press "Next step" button, or "Back" button to change configuration parameters.

Database type	MySQL
Database server	localhost
Database port	default
Database name	zabbix
Database user	zabbix
Database password	*****
Database TLS encryption	false
Zabbix server name	srvzabbixeern

### U. Instalación completa.

Una vez realizado todos los pasos correctamente, el programa se terminará de instalar en la máquina virtual sin problema, luego de este proceso nos aparecerá un mensaje diciendo felicidades que Zabbix se ha instalado correctamente.

*Ilustración 74: Página de instalación completa y satisfactoria*

**Congratulations! You have successfully installed Zabbix frontend.**


Configuration file "/etc/zabbix/web/zabbix.conf.php" created.

## V. Monitoreo Zabbix

Proceso a Ingresar el usuario y la contraseña para realizar el monitoreo y la verificación. El usuario es: Admin y la contraseña es: zabbix.

*Ilustración 75: Página de ingreso a Zabbix*

---

Username

Password

  
 Remember me for 30 days

## ANEXOS 2

### Preguntas entrevista

#### Fault Management (Gestión de Fallos)

Se centra en la detección, identificación y corrección de fallos que se tenga en la red.

¿Se detectan automáticamente los fallos en la red de Emelnorte?

- Sí  
 No

¿Existe un sistema de alertas en tiempo real para notificar sobre fallos?

- Sí  
 No

¿Se realiza un seguimiento y registro de todos los fallos ocurridos?

- Sí  
 No

¿Se dispone de un protocolo documentado para la resolución de fallos?

- Sí  
 No

¿Existen procedimientos establecidos para la comunicación de fallos a los equipos técnicos?

- Sí  
 No

#### Configuration Management (Gestión de Configuración)

Involucra la configuración, monitoreo y administración de dispositivos y sistemas de la red.

¿Se mantiene un registro centralizado de las configuraciones de los dispositivos de red?

- Sí  
 No

¿Se realizan copias de seguridad de las configuraciones de red de manera regular?

- Sí  
 No

¿Se documentan todos los cambios de configuración realizados en la red?

- Sí  
 No

¿Existen políticas de control de acceso para la modificación de configuraciones de red?

- Sí  
 No

¿Se utiliza software específico para la gestión de configuraciones de red?

- Sí  
 No

### Accounting Management (Gestión de Contabilidad)

La cual también se la conoce como gestión de utilización, esta área se encarga de rastrear y analizar el uso de los recursos de la red. Su objetivo es la aseguración de los recursos se utilicen de manera eficiente y justa.

¿Se monitorea el uso del ancho de banda en la red de Emelnorte?

- Sí  
 No

¿Se generan informes periódicos sobre el uso de los recursos de red?

- Sí  
 No

¿Se asignan costos de red a diferentes departamentos o proyectos?

- Sí  
 No

¿Se dispone de métricas para evaluar la eficiencia en el uso de los recursos de red?

- Sí  
 No

¿Se revisan regularmente los informes de uso de recursos para detectar ineficiencias?

- Sí  
 No

### Security Management (Gestión de Seguridad)

Se ocupa para proteger la red y los datos contra accesos no autorizados, ataques y otros riesgos de seguridad.

¿Se implementan protocolos de seguridad para proteger la red de Emelnorte?

- Sí  
 No

¿Se gestionan y restringen los accesos a la red y dispositivos de red?

- Sí  
 No

¿Existe un sistema de monitoreo para detectar incidentes de seguridad en la red?

- Sí  
 No

¿Se aplican actualizaciones de seguridad de manera regular y oportuna?

- Sí  
 No

¿Se cifran los datos que transitan por la red de Emelnorte?

- Sí  
 No

### Performance Management (Gestión de Rendimiento)

Se enfoca en monitorear y analizar el rendimiento de la red para asegurar que se cumplan los niveles de servicio acordados.

¿Se miden regularmente los indicadores clave de rendimiento (KPIs) de la red?

- Sí  
 No

¿Se dispone de herramientas para monitorear la latencia y el rendimiento de la red?

- Sí  
 No

¿Se revisan los KPIs de rendimiento de la red con frecuencia establecida?

- Sí  
 No

¿Se toman medidas correctivas cuando el rendimiento de la red es insuficiente?

- Sí  
 No

¿Se realiza un análisis de rendimiento antes y después de implementar cambios en la red?

- Sí  
 No

### Activos de la Infraestructura de red prioritarios

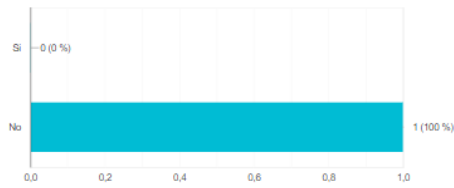
En el siguiente apartado poner cuales serían los routers, switch o PC que se deberían monitorear de la empresa EMELNORTE S.A según su prioridad.

Your answer

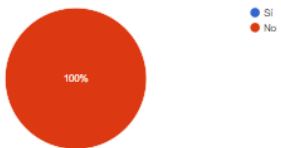
- Respuestas Gestión de Fallos

**Fault Management (Gestión de Fallos)**

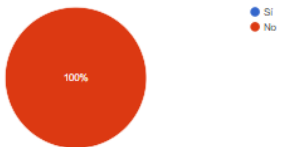
¿Se detectan automáticamente los fallos en la red de Emelnorte? [Copiar](#)  
1 respuesta



¿Existe un sistema de alertas en tiempo real para notificar sobre fallos? [Copiar](#)  
1 respuesta



¿Se realiza un seguimiento y registro de todos los fallos ocurridos? [Copiar](#)  
1 respuesta



¿Se dispone de un protocolo documentado para la resolución de fallos? [Copiar](#)  
1 respuesta



¿Existen procedimientos establecidos para la comunicación de fallos a los equipos técnicos? [Copiar](#)  
1 respuesta



- Respuestas Gestión de configuración

### Configuration Management (Gestión de Configuración)

¿Se mantiene un registro centralizado de las configuraciones de los dispositivos de red? [Copiar](#)

1 respuesta



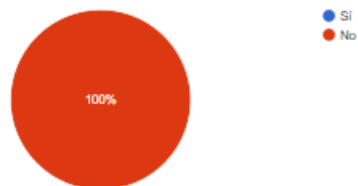
¿Se realizan copias de seguridad de las configuraciones de red de manera regular? [Copiar](#)

1 respuesta



¿Se documentan todos los cambios de configuración realizados en la red? [Copiar](#)

1 respuesta



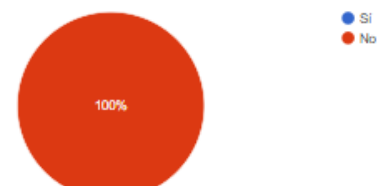
¿Existen políticas de control de acceso para la modificación de configuraciones de red? [Copiar](#)

1 respuesta



¿Se utiliza software específico para la gestión de configuraciones de red? [Copiar](#)

1 respuesta



- Respuestas Gestión de Contabilidad

### Accounting Management (Gestión de Contabilidad)

¿Se monitorea el uso del ancho de banda en la red de Emelnorte? [Copiar](#)  
1 respuesta



¿Se generan informes periódicos sobre el uso de los recursos de red? [Copiar](#)  
1 respuesta



¿Se asignan costos de red a diferentes departamentos o proyectos? [Copiar](#)  
1 respuesta



¿Se dispone de métricas para evaluar la eficiencia en el uso de los recursos de red? [Copiar](#)  
1 respuesta



¿Se revisan regularmente los informes de uso de recursos para detectar ineficiencias? [Copiar](#)  
1 respuesta



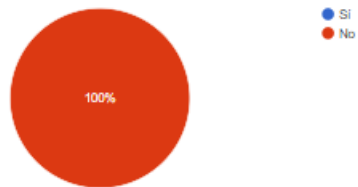
- Respuestas Gestión de Rendimiento

## Performance Management (Gestión de Rendimiento)

¿Se miden regularmente los indicadores clave de rendimiento (KPIs) de la red?

[Copiar](#)

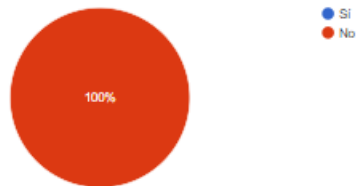
1 respuesta



¿Se dispone de herramientas para monitorear la latencia y el rendimiento de la red?

[Copiar](#)

1 respuesta



¿Se revisan los KPIs de rendimiento de la red con frecuencia establecida?

[Copiar](#)

1 respuesta



¿Se toman medidas correctivas cuando el rendimiento de la red es insuficiente?

[Copiar](#)

1 respuesta



¿Se realiza un análisis de rendimiento antes y después de implementar cambios en la red?

[Copiar](#)

1 respuesta



- Respuestas Gestión de Seguridad

Security Management (Gestión de Seguridad)

¿Se implementan protocolos de seguridad para proteger la red de Emelnorte? [Copiar](#)  
1 respuesta



¿Se gestionan y restringen los accesos a la red y dispositivos de red? [Copiar](#)  
1 respuesta



¿Existe un sistema de monitoreo para detectar incidentes de seguridad en la red? [Copiar](#)  
1 respuesta



¿Se aplican actualizaciones de seguridad de manera regular y oportuna? [Copiar](#)  
1 respuesta



¿Se cifran los datos que transitan por la red de Emelnorte? [Copiar](#)  
1 respuesta



- Switchs para monitorear

### Activos de la Infraestructura de red prioritarios

1 respuesta

los switches core y de distribución, que tiene mayor demanda.

## ANEXO 3

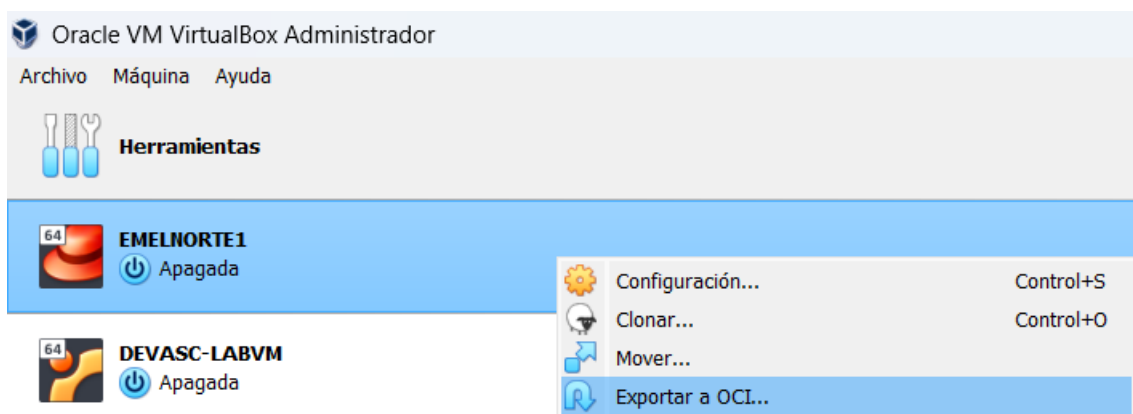
### Guía de resolución de problemas comunes del sistema de gestión de red

#### A. Copia de seguridad del servidor mediante un ova del sistema de gestión de red

El tener una copia de seguridad es importante siempre ya que nos ayuda a que toda la información que tenemos no se pierda o si la computadora o el servidor que se está utilizando se daña tenemos un respaldo del mismo, ya que todo está instalado en Rocky Linux se saca una copia de seguridad completa.

Se ingresa a la configuración de nuestro servidor y damos click derecho nos abre un menú de opciones en las cuales nos dice para exportar a OCI el cual nos va a sacar un OVA de nuestro servidor

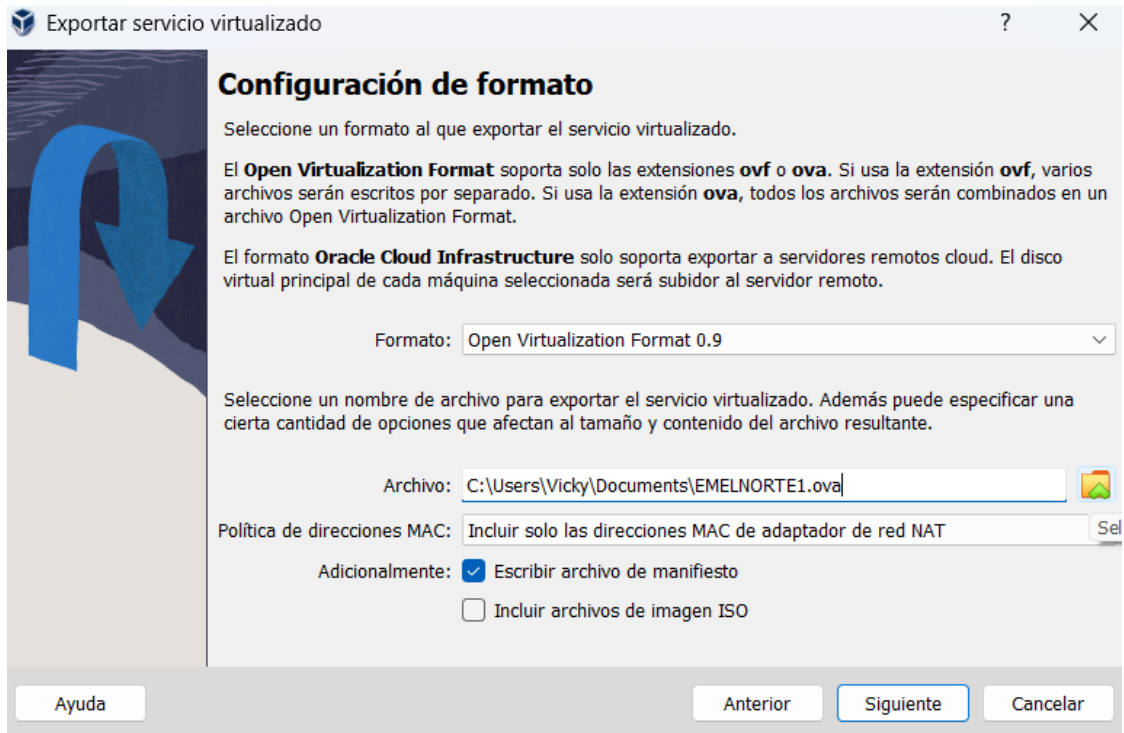
*Ilustración 76: Menú de la configuración del servidor*



*Fuente: Elaborada por el autor*

Se abrirá un panel que mostrará el archivo en el formato .ova. En este punto, solo es necesario seguir los pasos indicados para guardar el archivo .ova. Sin embargo, antes de proceder, es importante verificar la ubicación en la que se descargará el archivo

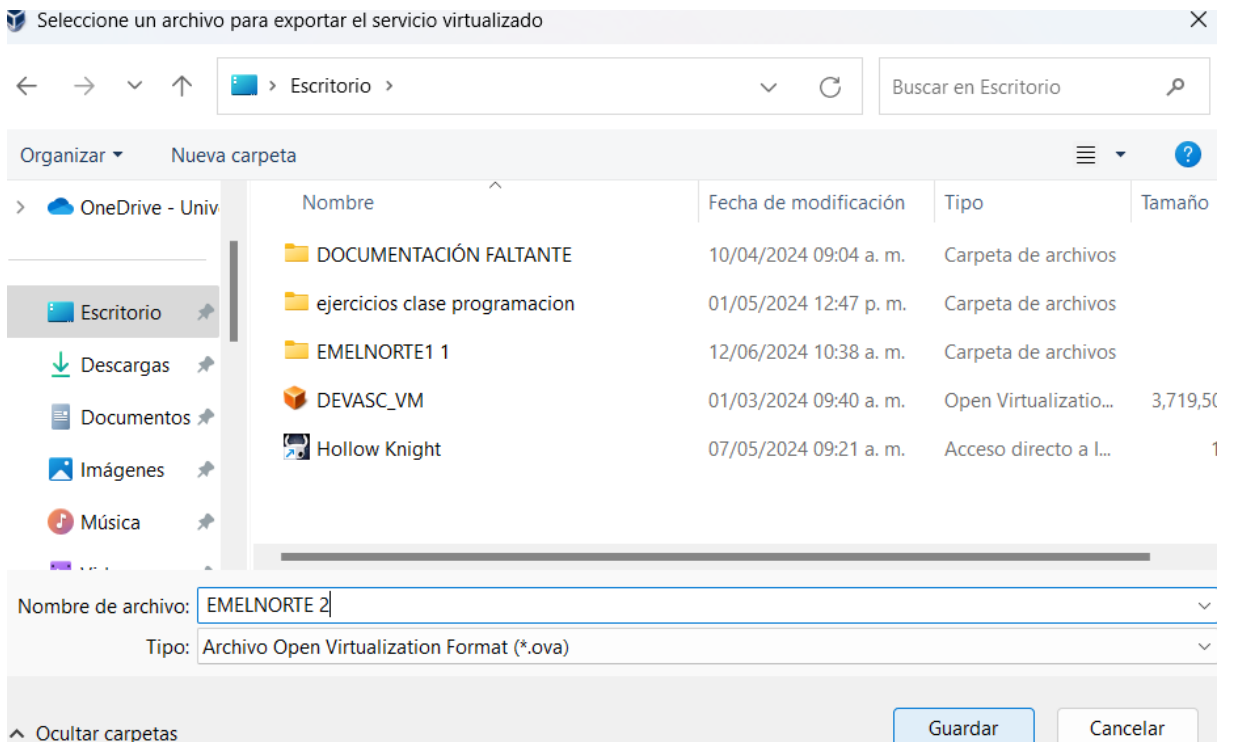
Ilustración 77 Panel para exportar el servicio que vamos a virtualizar



Fuente: Elaborado por el autor

- Ponemos un nombre y el lugar para guardar el servicio virtualizado.

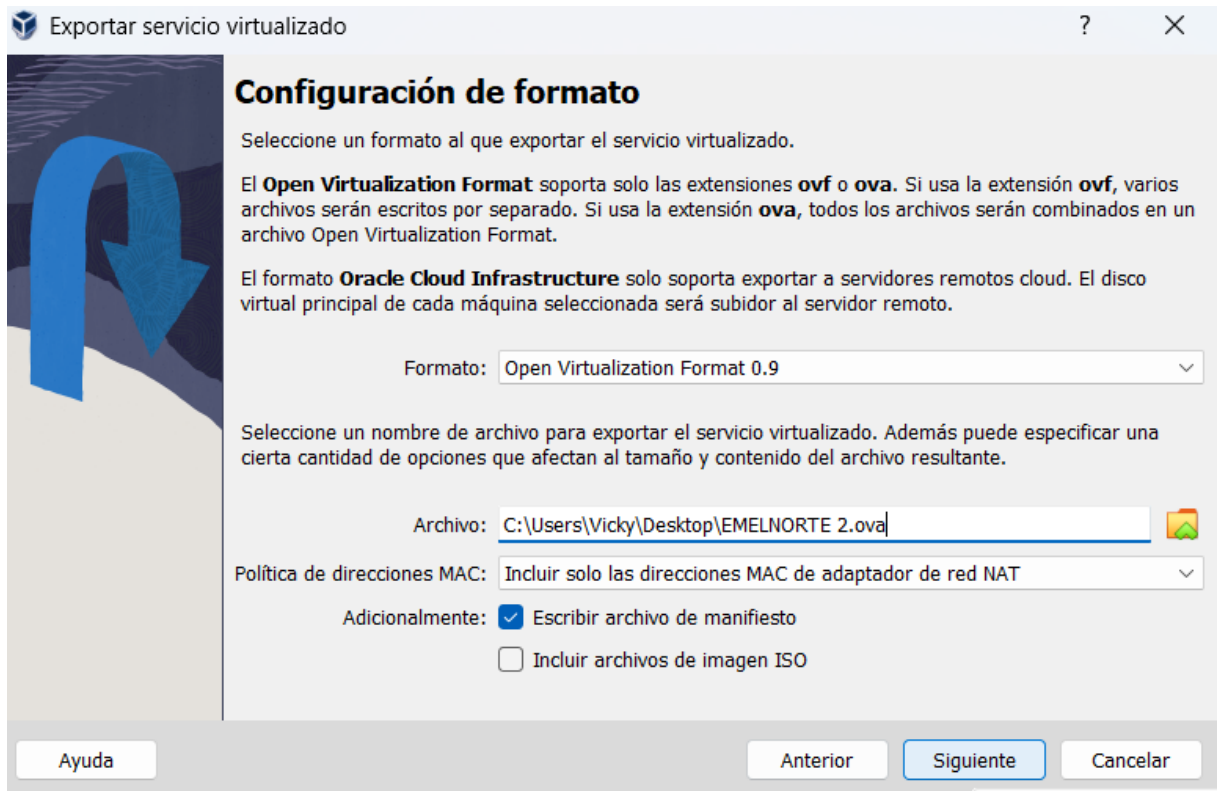
Ilustración 78 Ubicación para guardar nuestro servicio virtualizado



Fuente: Elaborado por el autor

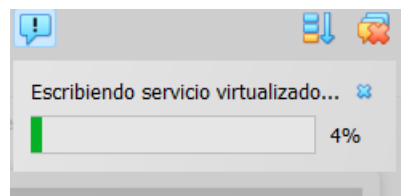
Luego de ponerle un nombre escogimos EMELNORTE 2 tiene el nombre y el formato en que se va a guardar después del mismo nos sale un menú en donde nos dice que todo está perfecto y ponemos finalizar.

Ilustración 79 Pantalla de configuración de formato



Fuente: Elaborado por el autor

Ilustración 80 Porcentaje de la descarga del ova



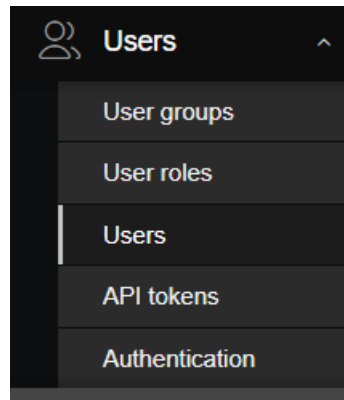
Fuente: Elaborado por el autor

## B. Gestión de roles y usuarios del sistema de gestión de red

Los usuarios que acceden a nuestro servidor tienen que tener distintos permisos ya que no todos los usuarios que acceden al mismo hacen las mismas labores, unos solo son para dar revisión a lo que pasa en el sistema mas no para recibir notificaciones solo es revisión, para los cuales los permisos que se dan a los usuarios son de Administrador, Super administrador y usuario.

- Para dar permiso a los usuarios primero se debe crear los mismos para poder crear usuarios debemos ir a Users.

*Ilustración 81 Menú de usuarios*



*Fuente: Elaborado por el autor*

- Se debe ingresar al nuevo usuario un username el cual se lo va a utilizar cuando vayamos a ingresar a la página de zabbix, además de una contraseña y podemos configurar el color que queremos que tenga la página cuando se ingrese.

Ilustración 82 Creación de un nuevo usuario

The screenshot shows a user creation form with the following fields and options:

- Username:** corejuela
- Name:** Cristina
- Last name:** Orejuela
- Groups:** SWITCH MATRIZ (with a search box and a 'Select' button)
- Password:** (masked with dots)
- Password (once again):** (masked with dots)
- Language:** System default
- Time zone:** System default: (UTC-05:00) America/Guayaquil
- Theme:** Dark
- Auto-login:**
- Auto-logout:**  15m
- Refresh:** 30s
- Rows per page:** 50
- URL (after login):** (empty field)

Buttons: Add, Cancel

Fuente: Elaborado por el autor

- Para que le llegue las notificaciones a nuestro nuevo usuario debemos ingresar un correo electrónico como es de la empresa mismo el correo es [corejuela@Emelnorte.com](mailto:corejuela@Emelnorte.com) y se le mandara los mensajes o notificaciones desde Warning hasta Disaster.

Ilustración 83 Configuración de correo electrónico

The screenshot shows the 'Media' configuration window with the following settings:

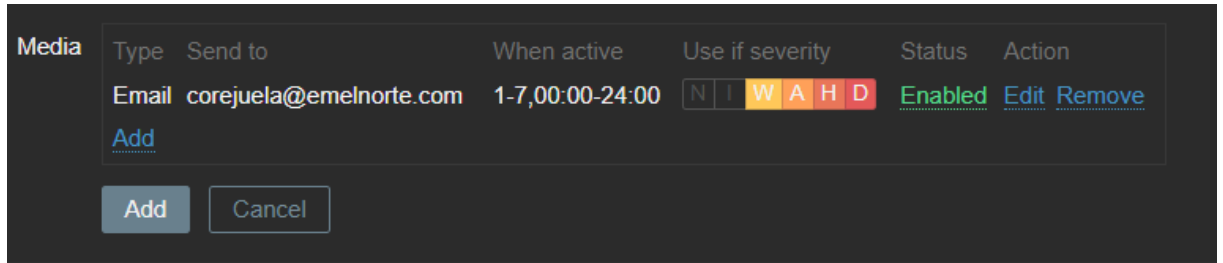
- Type:** Email
- Send to:** corejuela@emelnorte.com (with a 'Remove' link)
- When active:** 1-7,00:00-24:00
- Use if severity:**
  - Not classified
  - Information
  - Warning
  - Average
  - High
  - Disaster
- Enabled:**

Buttons: Add, Cancel

Fuente: Elaborado por el autor

- Confirmamos que el nuevo usuario se creó de manera exitosa nos muestra el email de la persona y en que momento se le mandará el correo, y que está activo en color verde.

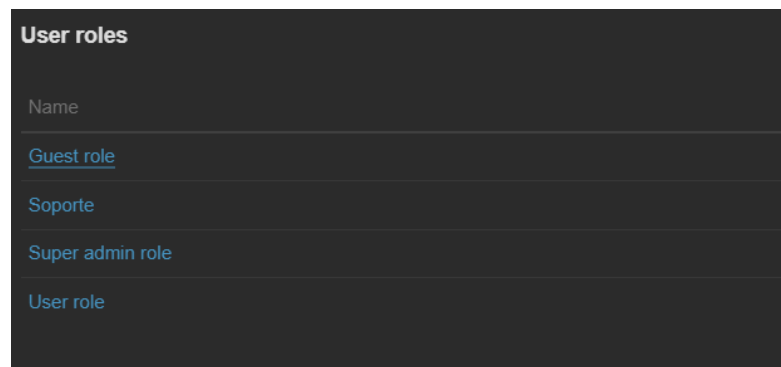
Ilustración 84 Confirmación del correo del nuevo usuario



Fuente: Elaborado por el autor

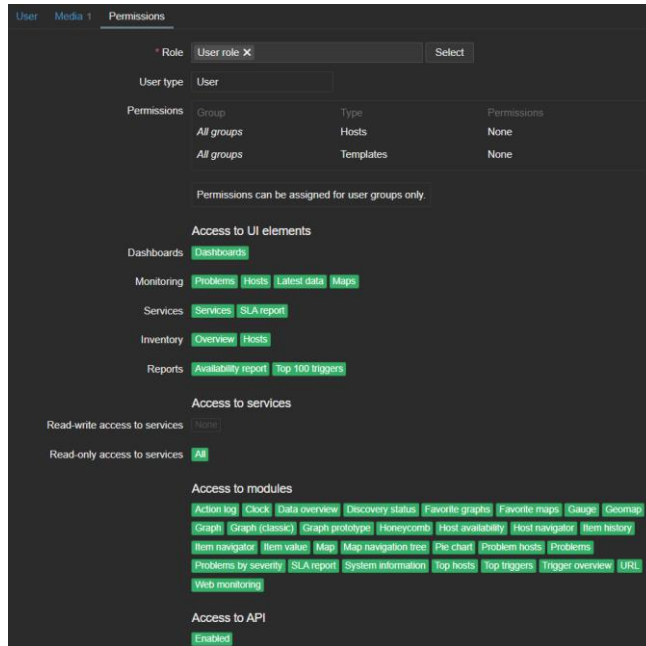
- Para que el usuario pueda ingresar sin problema los roles de usuario nos va a permitir verificar que nomás puede hacer el usuario que creamos para lo cual solamente le pusimos como rol de usuario en donde no puede ni cambiar ni modificar lo que se tenga en nuestro sistema, como muestra en la Ilustración 79.

Ilustración 85 Selección del rol que queremos que tenga nuestro usuario



Fuente: Elaborado por el autor

Ilustración 86 Permisos brindados al usuario



Fuente: Elaborado por el autor

Cuando se haya creado el usuario en la página podremos ver el nuevo usuario esta en los grupos de internos y huésped es decir que no podrá modificar nada en nuestro sistema solo será un usuario.

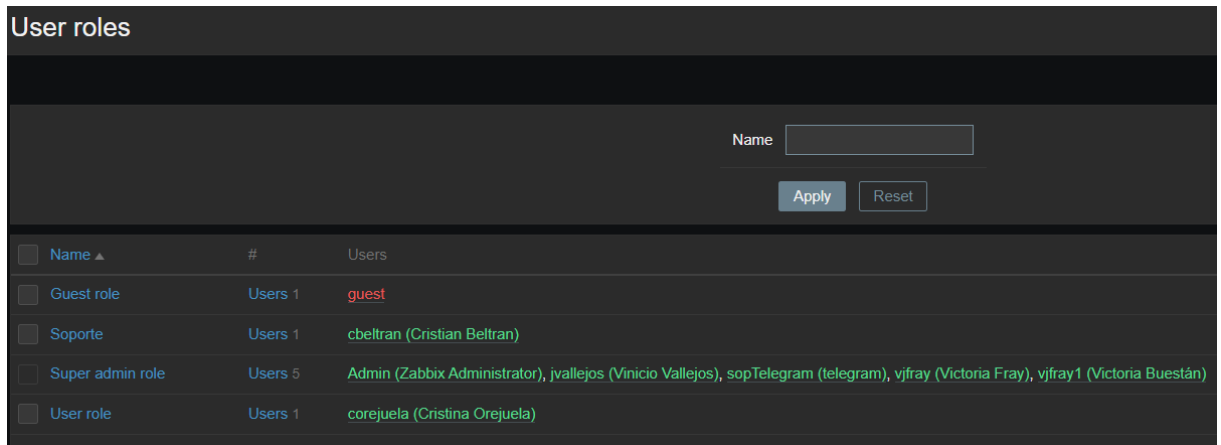
Ilustración 87 Verificación de nuestro nuevo usuario

<input type="checkbox"/>	Username ▼	Name	Last name	User role	Groups
<input type="checkbox"/>	vjfray1	Victoria	Buestán	Super admin role	Administradores
<input type="checkbox"/>	vjfray	Victoria	Fray	Super admin role	Administradores
<input type="checkbox"/>	sopTelegram	telegram		Super admin role	Administradores
<input type="checkbox"/>	jvallejos	Vinicio	Vallejos	Super admin role	Administradores
<input type="checkbox"/>	guest			Guest role	Disabled, Guests, Internal
<input type="checkbox"/>	corejuela	Cristina	Orejuela	User role	Guests, Internal
<input type="checkbox"/>	cbeltran	Cristian	Beltran	Soporte	Soporte
<input type="checkbox"/>	Admin	Zabbix	Administrator	Super admin role	Administradores, Internal

Fuente: Elaborado por el autor

En los roles de usuario podremos también verificar que nuestro usuario esta creado y configurado

Ilustración 88 Verificación en los roles de usuario



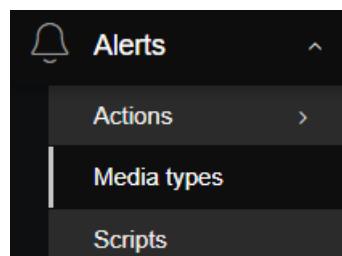
Fuente: Elaborado por el autor

### C. Gestión de triggers y notificaciones del sistema de gestión de red

Las notificaciones o alertas juegan un papel crucial en el monitoreo de sistemas, ya que nos informan sobre el estado de los switches u otros dispositivos supervisados por nuestro sistema, en este caso, switches. Para asegurar un monitoreo efectivo, configuraremos las notificaciones, que pueden enviarse tanto por correo electrónico como por Telegram. En este ejemplo, nos enfocaremos en la configuración por correo electrónico, dado que la configuración mediante Telegram también puede encontrarse fácilmente en fuentes en línea.

Ingresamos en las alertas y nos ubicamos en media types en donde tenemos que activar el Email y poner el correo que vamos a utilizar.

Ilustración 89 Menú de Alertas



Fuente: Elaborado por el autor

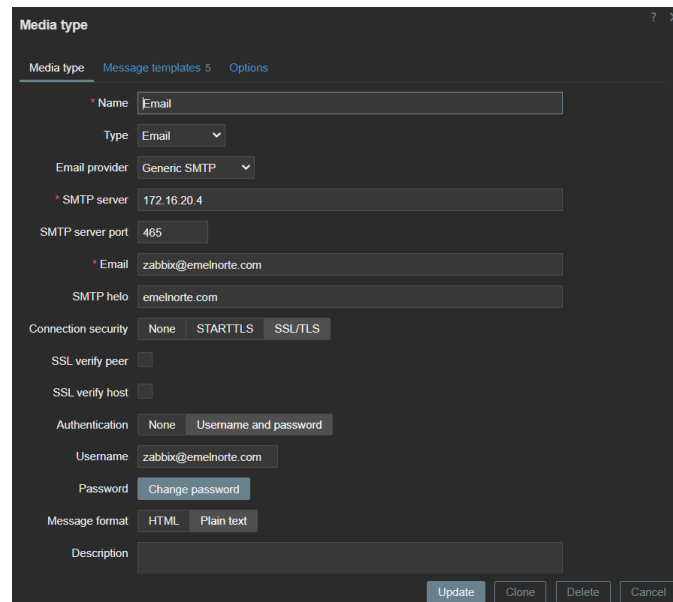
Ilustración 90 Configuración del correo



Fuente: Elaborado por el autor

Para configurar el correo electrónico, es necesario asignarle un nombre, seleccionar el tipo de correo (en este caso, "Email", ya que es un correo corporativo), y configurar el protocolo SMTP, que es el estándar para la gestión de protocolos de red. Además, se debe especificar el puerto SMTP utilizado en la empresa, la dirección de correo desde la cual se enviarán las notificaciones (en este caso, zabbix@Emelnorte.com), y establecer una contraseña.

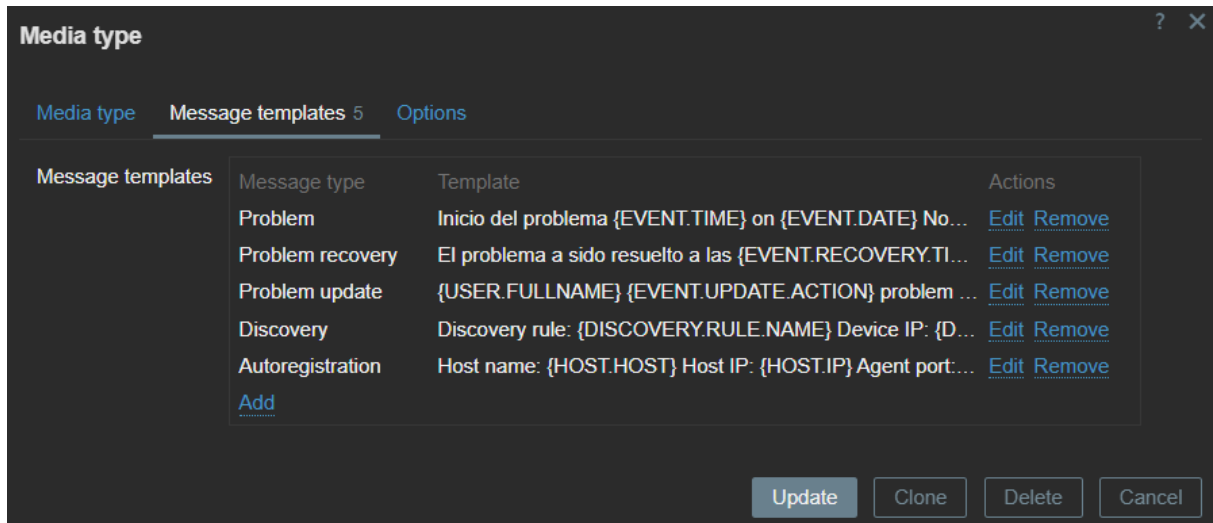
Ilustración 91 Configuración del servidor de correo



Fuente: Elaborado por el autor

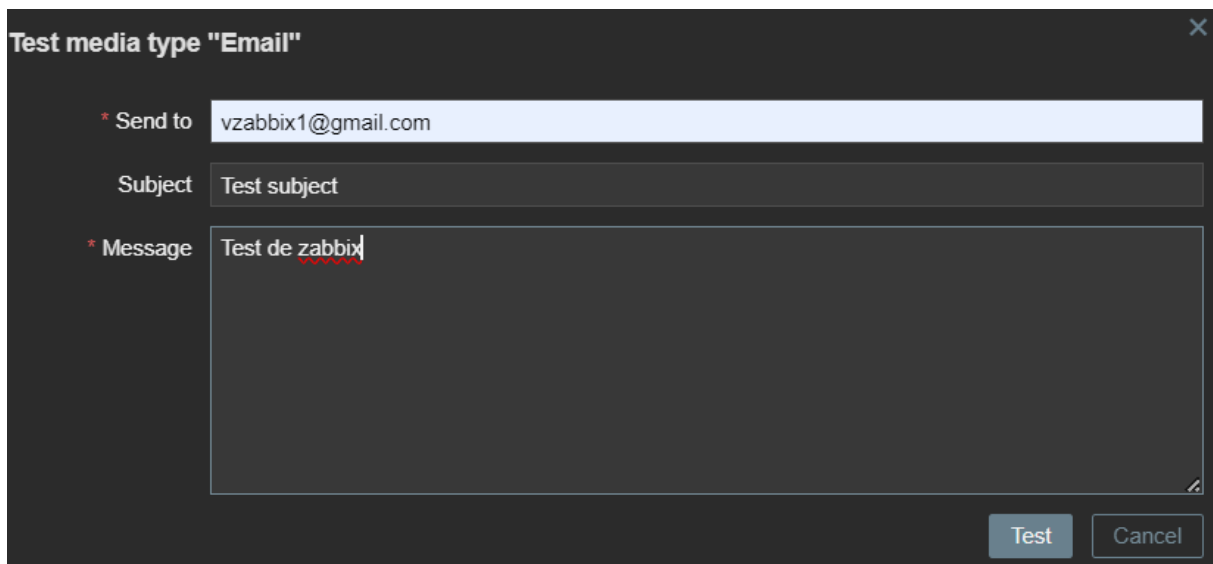
Los mensajes se enviarán según la configuración establecida para los usuarios. Es posible editar, eliminar o crear nuevos mensajes de acuerdo con las necesidades, cambiando aspectos como el idioma en el que se desea recibir el texto.

Ilustración 92 Tipos de mensajes a enviar



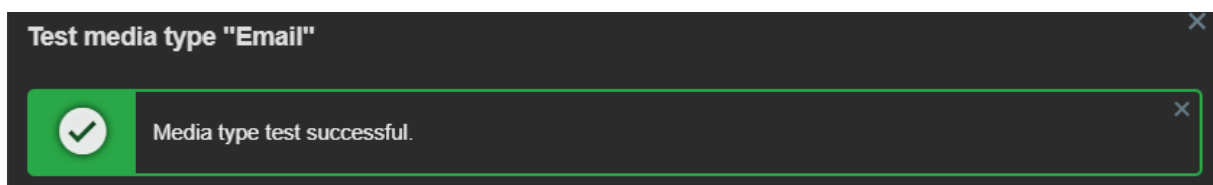
Fuente: Elaborado por el autor

Ilustración 93 Hacemos un test para ver si la configuración esta correcta si esta todo bien saldrá exitosa



Fuente: Elaborado por el autor

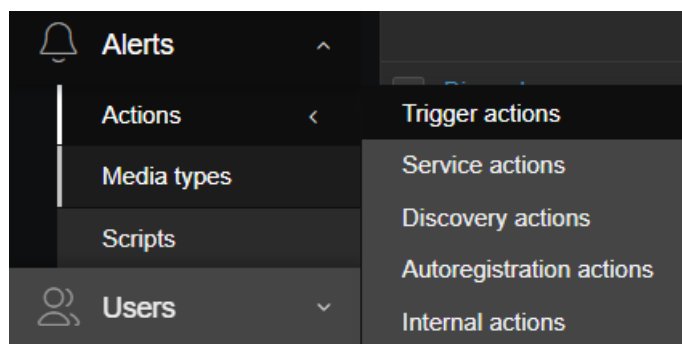
Ilustración 94 Test del Email



Fuente: Elaborado por el autor

Para enviar las notificaciones debemos configurarlas en las actions o acciones, ingresamos a trigger actions.

Ilustración 95 Menú de alertas



Fuente: Elaborado por el autor

Dentro de esta sección, asignamos un nombre a la acción y establecemos las condiciones bajo las cuales se activará. En nuestro caso, la acción se activará si se cumplen ambas condiciones: que la severidad del disparador sea al menos "Warning" y "Average".

Ilustración 96 Acciones de las notificaciones

Fuente: Elaborado por el autor

A continuación, configuramos a quién se enviarán las notificaciones. En nuestro caso, los correos electrónicos se enviarán a los administradores de Zabbix y a dos personas responsables, para lo cual es necesario agregar los usuarios y definir los roles correspondientes.

Ilustración 97 Detalles de operaciones de notificaciones

The screenshot shows a dark-themed dialog box titled "Operation details" with a close button (X) in the top right corner. The dialog contains the following fields and controls:

- Operation:** Send message
- Steps:** Two input boxes containing "1" separated by a hyphen, followed by the text "(0 - infinitely)".
- Step duration:** An input box containing "0" followed by the text "(0 - use action default)".
- Warning:** A red asterisk followed by the text "\* At least one user or user group must be selected."
- Send to user groups:** A search box containing "Administradores" with a close button (X) and a "Select" button. Below the search box is the text "type here to search".
- Send to users:** A search box containing "Admin (Zabbix Administrator)", "jvallejos (Vinicio Vallejos)", and "vjfray (Victoria Fray)", each with a close button (X). Below the search box is the text "type here to search" and a "Select" button.
- Send only to:** A dropdown menu with "Email" selected and a downward arrow.
- Custom message:** A checkbox that is currently unchecked.
- Conditions:** A table with three columns: "Label", "Name", and "Action". Below the table is a blue link labeled "Add".
- Buttons:** "Update" and "Cancel" buttons at the bottom right.

Fuente: Elaborado por el autor

Finalmente, las notificaciones se enviarán cuando se detecten actualizaciones, ocurran operaciones o se recupere la conexión de los switches. Si la configuración se ha realizado correctamente, los mensajes comenzarán a enviarse a las direcciones de correo especificadas.

Ilustración 98 Menú de las operaciones de las notificaciones

Fuente: Elaborado por el autor

Ilustración 99 Notificación recibida por correo electrónico

Fuente: Elaborado por el autor

## ANEXO 4

Certificado de aceptación del sistema en la empresa Eléctrica Regional Norte Emelnorte S.A



Ibarra, 17 enero del 2025

### CERTIFICADO DE ENTREGA Y FINALIZACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS

En calidad de tutor del proyecto de tesis de la Srta. **Victoria Jazmín Fray Buestán**, con cédula de ciudadanía **1723432470**, estudiante de la **Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Ibarra**, me permito informar que se ha concluido satisfactoriamente la implementación del proyecto titulado:

**"Sistema de Gestión de Infraestructura de Red Basada en Software Libre, para la Empresa Eléctrica Regional Norte EMELNORTE S.A."**

Como parte del proceso de finalización, se realizaron las pruebas técnicas correspondientes y la revisión de cumplimiento de los requerimientos funcionales establecidos. Dichas pruebas fueron satisfactorias, garantizando la correcta operación del sistema dentro del entorno de producción.

Asimismo, se ha recibido la documentación técnica y funcional, junto con la capacitación respectiva, asegurando la continuidad operativa del sistema y su adecuada gestión por parte del equipo de TICs.

Con este documento, se certifica la culminación exitosa del proyecto, y la **Srta. Victoria Jazmín Fray Buestán** puede hacer uso del presente memorando para los fines académicos y administrativos pertinentes.

*Atentamente.*



JORGE VINICIO  
VALLEJOS CALDERON

*Mgs. Jorge Vinicio Vallejos*  
**ANALISTA DE TIC'S**

Dir. Matriz  
Grijalva 654 y Olmedo, Ibarra - Ec.  
Telf.: (06) 2997 100  
Call Center: 136

[www.emelnorte.com](http://www.emelnorte.com)

