



UPSE

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES**

TÍTULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

**IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA DE GEMELOS
DIGITALES OPEN SOURCE PARA EL MONITOREO Y
DETECCIÓN DE ANOMALÍAS EN INFRAESTRUCTURA
TECNOLÓGICA PARA UN GAD MUNICIPAL.**

AUTOR

CARVAJAL LANDETA FRICSON JHON

PROYECTO DE UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

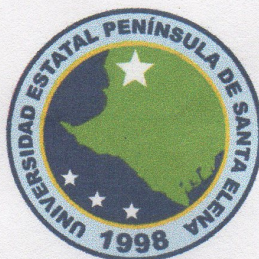
**Previo a la obtención del grado académico en
INGENIERO EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**

TUTOR

Ing. IVÁN CORONEL SUÁREZ, Mgt.

Santa Elena, Ecuador

Año 2026



UPSE

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA**

FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. José Sánchez Aquino. Mgtr.
DIRECTOR DE LA CARRERA

Ing. Iván Coronel Suárez. Mgtr.
TUTOR

Lsi. Daniel Quirumbay Yagual. Mgtr.
DOCENTE ESPECIALISTA

Ing. Marjorie Coronel Suárez. Mgtr.
DOCENTE GUÍA UIC



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y
TELECOMUNICACIONES**

CERTIFICACIÓN

Certifico que luego de haber dirigido científica y técnicamente el desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por el cual apruebo en todas sus partes el presente trabajo de titulación que fue realizado en su totalidad por **CARVAJAL LANDETA FRICSON JHON**, como requerimiento para la obtención del título de Ingeniero en Tecnologías de la Información.

La Libertad, a los 21 días del mes de Julio del año 2026

TUTOR



Validar únicamente en FirmaBC.
Firmado electrónicamente por:
**IVAN ALBERTO
CORONEL SUAREZ**

Ing. Iván Coronel Suárez, Mgt.



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y
TELECOMUNICACIONES**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Carvajal Landeta Fricson Jhon

DECLARO QUE:

El trabajo de Titulación, Implementación de una plataforma de gemelos digitales open source para el monitoreo y detección de anomalías en infraestructura tecnológica para un gad municipal. previo a la obtención del título en Ingeniero en Tecnologías de la Información, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

La Libertad, a los 21 días del mes de Julio del año 2026

EL AUTOR

Carvajal Landeta Fricson Jhon



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES

CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO

Certifico que después de revisar el documento final del trabajo de titulación denominado Implementación de una plataforma de gemelos digitales open source para el monitoreo y detección de anomalías en infraestructura tecnológica para un gad municipal, presentado por el estudiante, **Carvajal Landeta Fricson Jhon** fue enviado al Sistema Anti-plagio, presentando un porcentaje de similitud correspondiente al 2%, por lo que se aprueba el trabajo para que continúe con el proceso de titulación.



TUTOR



Validar únicamente en FirmaBC.
Firmado electrónicamente por:
**IVAN ALBERTO
CORONEL SUAREZ**

Ing. Iván Coronel Suárez, Mgt.



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y
TELECOMUNICACIONES**

AUTORIZACIÓN

Yo, Carvajal Landeta Fricson Jhon

Autorizo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, para que haga de este trabajo de titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales del presente trabajo de titulación con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor

Santa Elena, a los 21 días del mes de Julio del año 2026

EL AUTOR

Carvajal Landeta Fricson Jhon

AGRADECIMIENTO

Agradeciendo a **Dios**, por ser mi camino de luz durante toda mi vida, por su amor incondicional y por todas las bendiciones recibidas durante este arduo cambio.

A mis **padres** y **hermanos**, por su apoyo incondicional, por motivarme siempre a confiar en mí y respaldarme a terminar esta etapa en mi vida.

A mis **tíos** y **familia**, por su apoyo durante toda mi etapa académica y los consejos recibidos.

A mi **enamorada**, por su amor y compañía, por empujarme siempre a seguir adelante.

A la **Universidad Estatal Península de Santa Elena**, por formarme con valores, conocimiento y dedicación.

Y a mi tutor, **Ing. Iván Coronel Suárez, Mgt.**, por su excelente direccionamiento y ayuda durante el desarrollo de este proyecto.

Fricson Jhon, Carvajal Landeta

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi mamá **Carmen Landeta González**, por todo el sacrificio y esfuerzo que hizo para que culmine con éxito esta etapa en mi vida. Por su amor, sus consejos, y por todos los días que se levantaba con el objetivo de darnos lo mejor. Por enseñarme a luchar en la vida hasta alcanzar mis metas, siempre con la ayuda de Dios, este trabajo es por y para ella por ser esa gran mujer y madre.

Y a mi abuelita **Lorenza González Merejildo**, por todo el amor que me brindó, este trabajo va dedicado a ti allá en el cielo.

Fricson Jhon, Carvajal Landeta

ÍNDICE GENERAL

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	II
CERTIFICACIÓN	III
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	IV
CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO	V
AUTORIZACIÓN	VI
AGRADECIMIENTO	VII
DEDICATORIA	VIII
ÍNDICE GENERAL	IX
ÍNDICE DE TABLAS	XV
ÍNDICE DE FIGURAS	XVII
RESUMEN	XX
ABSTRACT	XX
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN	3
1.1 ANTECEDENTES	3
1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	6
1.3 OBJETIVOS DEL PROYECTO	8
1.3.1 OBJETIVO GENERAL:	8
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	9
1.4 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	9

1.5 ALCANCE DEL PROYECTO	11
1.6 METODOLOGÍA DEL PROYECTO	13
1.6.1 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	13
1.6.1.1 DISEÑO Y ALCANCE LA INVESTIGACIÓN	13
1.6.1.2 TIPOS Y MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN	14
1.6.1.3 POBLACIÓN Y MUESTRA	14
1.6.2 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	14
1.6.2.1 BENEFICIARIOS DIRECTOS	15
1.6.2.2 BENEFICARIOS INDIRECTOS	15
1.6.3 VARIABLES	16
1.6.4 ANÁLISIS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	16
1.6.4.1 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	16
1.6.4.2 ANÁLISIS DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.	16
1.7 METODOLOGÍA DE DESARROLLO	18
1.7.1 FASE 1. SELECCIÓN DE HERRAMIENTAS Y TECNOLOGÍAS	18
1.7.2 FASE 2. INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DEL ENTORNO TECNOLÓGICO	19
1.7.3 FASE 3. DESARROLLO DE LA PLATAFORMA DE MONITOREO	19
1.7.4 FASE 4. DESARROLLO DEL DASHBOARD DE MONITOREO	20
1.7.5 FASE 5. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN MÓVIL PARA TÉCNICOS	20

1.7.6 FASE 6. LEVANTAMIENTO Y REGISTRO DE LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA	21
1.7.7 FASE 7. PRUEBAS Y VALIDACIÓN DE LA PLATAFORMA	21
CAPÍTULO 2. PROPUESTA	23
2.1 MARCO CONTEXTUAL	23
2.1.1 CONTEXTO DE GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL	23
2.1.1.1 CARACTERÍSTICAS DEL ESTABLECIMIENTO	23
2.1.1.2 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL INSTITUCIONAL	24
2.1.1.3 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL DEPARTAMENTO DE SISTEMAS	24
2.1.2 ÁREA DE ESTUDIO	25
2.1.3 SITUACIÓN TECNOLÓGICA ACTUAL	25
2.1.4 RELACIÓN DEL PROYECTO CON LA INSTITUCIÓN	25
2.1.5 BASE LEGAL	26
2.1.5.1 CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR	26
2.1.5.2 CÓDIGO ORGÁNICO DE ORGANIZACIÓN TERRITORIAL, (COOTAD)	26
2.1.5.3 LEY ORGÁNICA DE PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES	26
2.2 MARCO CONCEPTUAL	26
2.2.1 INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA	26
2.2.2 MONITREO DE INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA	27
2.2.3 PLATAFORMA OPEN SOURCE	27

2.2.4 NODE-RED	27
2.2.5 VISUALIZACIÓN DE DATOS	28
2.2.6 APACHE ECHARTS	28
2.2.7 SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA	28
2.2.8 NOTIFICACIONES PUSH	28
2.2.9 GEMELOS DIGITALES	29
2.2.10 THREE.JS – JAVASCRIPT 3D LIBRARY	29
2.2.11 PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN	29
2.2.12 MQTT (MESSAGE QUENING TELEMETRY TRANSPORT)	30
2.2.13 SNMP (SIMPLE NETWORK MANAGEMENT PROTOCOL)	30
2.2.14 BASES DE DATOS	30
2.2.15 BASES DE DATOS ORIENTADA A GRAFOS	30
2.2.16 BASES DE DATOS DE SERIES TEMPORALES	31
2.2.17 VISUAL STUDIO CODE	31
2.2.18 ANGULAR (STANDALONE)	31
2.2.19 IONIC FRAMEWORK	32
2.2.20 PYTHON	32
2.3 MARCO TEÓRICO	32
2.3.1 ENFOQUE DE MONITOREO INTELIGENTE DE INFRAESTRUCTURA	32
2.3.2 GESTIÓN INTELIGENTE DE INFRAESTRUCTURA TI	33

2.3.3 GESTIÓN DE EVENTOS Y ALERTAS INTELIGENTES	33
2.3.4 TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN GAD MUNICIPALES	34
2.3.5 GOBIERNO ELECTRÓNICO Y ADMINISTRACIÓN PÚBLICA INTELIGENTE	35
2.3.6 AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS MEDIANTE FLUJOS DE TRABAJOS DIGITALES	35
2.3.7 ARQUITECTURAS BASADAS EN GRAFOS PARA LA GESTIÓN DE INFRAESTRUCTURA	36
2.3.8 MODELO DE VISUALIZACIÓN CONTEXTUAL	37
3.4 REQUERIMIENTOS	37
3.4.1. REQUERIMIENTOS FUNCIONALES	37
3.4.2. REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES	38
3.5. COMPONENTES DE LA PROPUESTA	38
3.5.1 ARQUITECTURA DEL SISTEMA	38
3.5.2 DIAGRAMAS DE CASOS DE USO	39
3.5.3 MODELADO DE DATOS	47
3.6 DISEÑO DE INTERFACES	47
3.7 PRUEBAS	60
3.8 RESULTADOS	65
CONCLUSIONES	65
RECOMENDACIONES	66
REFERENCIAS	68

ANEXOS	74
ANEXO 1. ÁRBOL DE PROBLEMA	74
ANEXO 2. PLANTILLA DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Variable	16
Tabla 2 Clasificación de equipos	17
Tabla 3 Variables de monitoreo	18
Tabla 4 Métricas y Umbrales	18
Tabla 5 Requerimientos Funcionales	38
Tabla 6 Requerimientos No Funcionales	38
Tabla 7 Casos de Uso - Inicio de Sesión	40
Tabla 8 Casos de uso - Agregar Técnico	41
Tabla 9 Casos de uso - Gestionar Dispositivos	41
Tabla 10 Casos de uso - Ver Gemelo Digital	42
Tabla 11 Casos de uso - Monitorear Infraestructura Tecnológica	42
Tabla 12 Casos de uso - Alertas	43
Tabla 13 Casos de uso – Control Operativo	43
Tabla 14 Casos de uso - Asignar Alertas al Técnico	44
Tabla 15 Casos de uso - Generar Informes	44
Tabla 16 Casos de uso - Inicio de Sesión del Técnico en APK	45
Tabla 17 Casos de Uso - Página Principal de la APK del Técnico	45
Tabla 18 Casos de Uso - Perfil del Técnico en APK	46
Tabla 19 Casos de Uso - Ver Alertas Asignadas en APK del Técnico	46
Tabla 20 Casos de Uso - Historial de Alertas en APK del Técnico	47
Tabla 21 Prueba N°01 – Autenticación de usuario definido por roles al iniciar sesión	61
Tabla 22 Prueba n°02 – Visualización, actualización y descubrimiento de los	

dispositivos monitoreados y no monitoreados.	61
Tabla 23 Caso N°03 - Visualización de las gráficas de rendimiento por componentes de monitoreo	62
Tabla 24 Caso N°04 – Visualización de gráficas de severidad de alertas	63
Tabla 25 Caso n°05 – Asignaciones de alertas mediante notificaciones	63
Tabla 26 Caso N°06 – Generación de informes en base a monitoreo y personal técnico.	64
Tabla 27 Caso N°07 – Recepciones de alertas mediante notificaciones push	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1 Gobierno Autónomo Descentralizado Salinas	23
Ilustración 2 Ubicación del GAD Municipal Salinas	23
Ilustración 3 Estructura Organizacional de la Institución	24
Ilustración 4 Estructura Organizacional del Departamento de Sistemas	25
Ilustración 5 Arquitectura del Sistema	39
Ilustración 6 Caso de Uso – Inicio de Sesión	40
Ilustración 7 Casos de Uso - Agregar Técnico	40
Ilustración 8 Casos de Uso - Gestionar Dispositivos	41
Ilustración 9 Casos de Uso - Ver Gemelo Digital	41
Ilustración 10 Casos de Uso - Monitorear Infraestructura Tecnológica	42
Ilustración 11 Casos de Uso - Alertas	42
Ilustración 12 Casos de Uso - Control Operativo	43
Ilustración 13 Casos de Uso - Asignar Alertas al Técnico	43
Ilustración 14 Casos de Uso - Generar Informes	44
Ilustración 15 Casos de Uso - Inicio de Sesión del Técnico en APK	44
Ilustración 16 Casos de Uso - Página Principal de la APK del Técnico	45
Ilustración 17 Casos de Uso - Perfil del Técnico en APK	45
Ilustración 18 Casos de Uso - Ver Alertas Asignadas en APK del Técnico	46
Ilustración 19 Casos de Uso - Historial de Alertas en APK del Técnico	46
Ilustración 20 Base de Datos	47
Ilustración 21 Flow MQTT	48
Ilustración 22 Flow Interfaces	48
Ilustración 23 Flow Puertos	49

Ilustración 24 Flow Tráfico	49
Ilustración 25 Flow Servicios	50
Ilustración 26 Flow Host	50
Ilustración 27 Flow Dashboard	51
Ilustración 28 Flow Neo4j	51
Ilustración 29 Flow InfluxDB	52
Ilustración 30 Flow Alertas	52
Ilustración 31 Inicio de Sesión	53
Ilustración 32 Pantalla Principal	53
Ilustración 33 Ver y Añadir Técnicos	54
Ilustración 34 Dispositivos Monitoreados	54
Ilustración 35 Gemelo Digital	55
Ilustración 36 Monitoreo	55
Ilustración 37 Alertas de Monitoreo	56
Ilustración 38 Control Operativo	56
Ilustración 39 Reportes	57
Ilustración 40 Inicio de Sesión Técnico	58
Ilustración 41 Página Principal Técnico	58
Ilustración 42 Perfil Técnico	59
Ilustración 43 Alertas Técnicos	59
Ilustración 44 Historial Técnicos	60
Ilustración 45 Árbol de Problema	74
Ilustración 46 Plantilla Servidor NAS-FS01	75

Ilustración 47	Plantilla Servidor Host02.salinas.gob.ec	75
Ilustración 48	Plantilla Servidor Host01.salinas.gob.ec	75
Ilustración 49	Plantilla Servidor Host03.salinas.gob.ec	76
Ilustración 50	Plantilla Servidor NAS-VM01	76
Ilustración 51	Plantilla Servidor VEEAM BACKUP	76
Ilustración 52	Plantilla Servidor PROMOX	77
Ilustración 53	Plantilla Servidor NAS02	77
Ilustración 54	Plantilla Servidor GADS-SAN01	77
Ilustración 55	Plantilla Servidor NAS01	78
Ilustración 56	Plantilla de Equipo de Red GRANDSTREAM	78
Ilustración 57	Plantilla de Equipo de Red GRANDSTREAM	78
Ilustración 58	Plantilla de Equipo de Red GRANDSTREAM	79
Ilustración 59	Plantilla de Equipo de Red CISCO	79
Ilustración 60	Plantilla de Equipo de Red CISCO	79
Ilustración 61	Plantilla de Equipo de Trabajo 1	80
Ilustración 62	Plantilla de Equipo de Trabajo 2	80
Ilustración 63	Plantilla de Equipo de Trabajo 3	80

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo principal desarrollar una plataforma de gemelos digitales open source de monitoreo en tiempo real para la detección de anomalías de un GAD Municipal, se empleó una metodología descriptiva para conseguir un enfoque estructurado de los pasos a seguir, empezando por el levantamiento de información para conocer la infraestructura tecnológica, se seleccionaron herramientas como Node-RED, Neo4j, MySQL, InfluxDB, Firebase y los protocolos MQTT y SNMP, además, cuenta con un dashboard para visualizar el estado de los dispositivos, las alertas generadas y sus respectivas asignaciones mediante notificaciones push a la aplicación móvil del personal técnico, posteriormente, se realizaron pruebas de funcionalidad para comprobar el desempeño eficiente y lograr un sistema interoperable y escalable. Finalmente, mediante la integración de las tecnologías se espera conseguir una plataforma que permita centralizar la información, gestionar los recursos y reducir el tiempo de respuesta para mantener una continuidad operativa en los servicios institucionales.

Palabras claves: monitoreo, gemelos digitales, infraestructura tecnológica

ABSTRACT

The primary objective of this project is to develop an open-source digital twin platform for real-time monitoring and anomaly detection within a municipal government entity. A descriptive methodology was employed to establish a structured approach, beginning with a data-gathering phase to assess the existing technological infrastructure. Selected tools included Node-RED, Neo4j, MySQL, InfluxDB, and Firebase, alongside the MQTT and SNMP protocols. The platform features a dashboard for visualizing device status and generated alerts, with corresponding notifications pushed to technical staff via a mobile application. Subsequently, functionality tests were conducted to verify efficient performance and ensure the system is both interoperable and scalable. Ultimately, the integration of these technologies aims to deliver a platform that centralizes information, manages resources, and reduces response times, thereby maintaining operational continuity for institutional services.

Keywords: monitoring, digital twins, technological infrastructure

INTRODUCCIÓN

Actualmente los GAD Municipales dependen de la continuidad de los procesos administrativos y operativos, los servicios ofertados están por encima de una creciente infraestructura tecnológica conformada por servidores, equipos de red y computadoras, estos procesos y equipos necesitan ser monitoreados en tiempo real para poder detectar oportunamente anomalías que provoquen daños en equipos e interrupciones en los servicios. En este contexto contar con una plataforma de monitoreo en tiempo real se convierte en una herramienta fundamental para optimizar el rendimiento de los equipos y mejorar el trabajo del personal técnico al reducir los tiempos de respuesta a los incidentes generados.

El GAD Municipal del presente trabajo cuenta con una infraestructura tecnológica que soporta múltiples servicios esenciales para el desarrollo de sus actividades institucionales, al no tener un sistema centralizado de monitoreo y realizar procesos manuales de revisión dificulta tener una sola fuente de decisiones y mejoras en los dispositivos. En base a eso, surge la necesidad de integrar una plataforma de monitoreo para tener una fuente de decisiones centralizada para almacenar la información importante y representación visual de datos como información. La presente investigación se posiciona como una alternativa tecnológica al proponer el desarrollo de una plataforma de gemelos digitales basada en herramienta open source para el monitoreo de infraestructura tecnológica.

El desarrollo de esta propuesta se realizó mediante la selección e integración de herramientas open source, Node-RED se utilizó para la programación del sistema mediante flujos escalables, Neo4j para la representación mediante grafos de la infraestructura tecnológica, MQTT y SNMP como protocolos de comunicación. InfluxDB para almacenar los datos recolectados en tiempo real, MySQL para guardar los datos históricos, se utilizó Three.js para la representación visual del gemelo digital y Firebase para la integración de notificaciones push mediante la aplicación móvil.

La plataforma tiene distintas funcionalidades para el monitoreo de RAM, CPU, ALMACENAMIENTO, PING, INTERFACES DE RED, TRÁFICO DE RED, SERVICIOS, PUERTOS y HOST CONECTADOS. Los datos recolectados en

tiempo real por medio de los flujos correspondientes, son procesados, almacenados y visualizados en el dashboard web, asimismo, se visualiza los componentes de monitoreo en gráficas de rendimiento, se generan alertas al sobrepasar los umbrales definidos y se visualiza el estado del gemelo digital que cambia en base al rendimiento de los equipos. También se cuenta con una aplicación móvil específica para el personal técnico donde se asigna y supervisa la atención a las alertas asignadas, gestionando mejor los fallos y mejorando la administración de recursos.

El presente trabajo se estructura en varias fases de desarrollo, donde se expone el problema de investigación, se justifica una solución, se plantean objetivos a cumplir y se añade un marco teórico para sustentar el estudio realizado. Se estableció una metodología de desarrollo para detallar la elaboración de la plataforma, desde las herramientas utilizadas, la respectiva integración, el desarrollo del dashboard y el levantamiento de información de los equipos a monitorear. Posteriormente se presentaron resultados obtenidos mediante pruebas reales en el GAD Municipal de Salinas, evidenciando el cumplimiento de los objetivos. Finalmente, se presentan las conclusiones obtenidas y recomendaciones profesionales de mejoras para evolucionar ciertos procesos de monitoreo en tiempo real.

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN

1.1 ANTECEDENTES

La falta de conocimientos sobre el manejo y control de la infraestructura tecnológica es una problemática en las organizaciones, impidiendo la alta disponibilidad, seguridad y eficiencia en sus servicios [1]. El cuidado de la infraestructura tecnológica es importante para las empresas e instituciones privadas o públicas para proteger sus equipos de cualquier evento inesperado y establecer procesos que permitan dar respuestas y soluciones a eventos inesperados [2]. El costo de su implementación incluye la adquisición de equipos avanzados, sistemas digitales y la capacitación del personal, siendo esta una limitante para distintas organizaciones que carecen de recursos suficientes para destinar la modernización tecnológica de sus establecimientos [3].

Los sistemas de monitoreo de infraestructura tecnológica toman un papel fundamental en la vigilancia de la inversión tecnológica de las empresas en general, la principal función es detectar fallos casi inmediatos asegurando así la continuidad de los servicios, de esta manera se reduce el tiempo de respuesta y tiempos de inactividad, fortaleciendo así el desempeño de áreas que dependan de los sistemas tecnológicos [4]. Mejorando la continuidad operativa de la organización al ser identificadas las vulnerabilidades infraestructurales, evitando pérdidas económicas significativas y pérdida de datos confidenciales, manteniendo sin riesgo de interrupción los servicios esenciales para el avance corporativo [5].

La integración de un sistema de monitoreo para la infraestructura tecnológica en un GAD Municipal es una necesidad actual, la disponibilidad y su correcto funcionamiento del hardware y software son bases importantes para garantizar el correcto desempeño de sus departamentos [6]. La falta de un marco teórico sólido y sistematizado limitan las posibilidades al GAD Municipal de procesos de innovación, con un sistema apropiado no solo miden la disponibilidad de sus recursos, si no que permite diseñar normas de prevención, promoviendo el cuidado de recursos y asegurando un sistema capaz de anticiparse a fallos y dar soluciones efectivas para permitir a la empresa estar siempre disponible para el servicio de la ciudadanía [7].

Actualmente el servicio que ofrecen los GAD Municipales están respaldados por su infraestructura tecnológica, sistemas de pagos, consultas de predios, trámites en línea, consultas en línea, páginas informativas, sistemas internos y demás, dependen del correcto funcionamiento de sus equipos tecnológicos, sin embargo, la mayoría de estas empresas no cuenta con un respectivo sistema de monitoreo, al tener un personal de soporte técnico omite la importancia de dicho sistema, por esta razón, la capacidad de respuesta es reactiva, afectando la estabilidad de los sistemas al detectar el problema solo cuando sucede, generando retrasos en la prestación de sus servicios, atención lenta al usuario, y falta de operatividad dentro del establecimiento [8].

La falta de control de la información que se presenta diariamente en cada incidente de los equipos tecnológicos es una limitante en el manejo correcto de su infraestructura, esta fragmentación ocurre al no tener un solo sistema para monitorear sino varias personas dentro del mismo departamento encargadas de dar respuesta después de un fallo en los equipos o por consecuencia de eso, caída de los servicios en línea [9]. Además, esta dispersión de la información relacionada a los equipos tecnológicos genera problemas de actualización y coherencia a la hora de determinar en qué grado de eficiencia se encuentra un dispositivo, generando una posibilidad de riesgo mayor o pérdida económica por parte de la empresa [10].

Los GAD Municipales enfrentan desafíos significativos en la limitada gestión de la infraestructura tecnológica debido a la falta de personal de TI y la gestión inadecuada de los recursos tecnológicos, existe una constante evolución de las tecnologías de la información y no tener un plan estratégico para optimizar procesos y ofrecer mejores servicios tanto internos como externos [11]. Si bien es cierto, uno de los principales enfoques de inversión de estas empresas son la adquisición de eficientes equipos tecnológicos, sin embargo, buscan contrarrestar la gestión desorganizada de los mismos para alinear los recursos con los objetivos estratégicos del municipio, para garantizar una gestión eficaz de las TI y mejorar el compromiso y calidad al servicio a la comunidad [12].

El Centro de Diseño e Innovación Tecnológica (CEDIT), perteneciente a la Cámara de la Pequeña y Mediana Empresa de Pichincha, desarrolló un sistema de monitoreo

en tiempo real con gemelos digitales para el control el tiempo real del proceso de envasado de líquidos, utilizaron sensores y actuadores conectados a una base de datos en la nube para obtener los datos en tiempo real, dichos datos recolectados son enviados a un modelo 3D creado a Unity donde se representará de manera virtual todo la infraestructura de envasado, adicional a eso desarrolló una aplicación en FlutterFlow para facilitar el acceso y visualización al sistema de monitoreo, este enfoque aporta al CEDIT una modernización en sus procesos y rapidez en la tome de decisiones ante fallos en sus procesos [13].

En la ciudad de Lambayeque una empresa de rubro tecnológico realizó un análisis de su infraestructura tecnológica y encontró que su sistema de monitoreo actual era ineficiente, encontrando dispositivos con afectaciones que impedían su correcto funcionamiento, desarrolló una nueva propuesta de sistema de monitoreo basado en software open source, se implementó Zabbix como sistema de monitoreo para garantizar un sistema que será capaz de notificar incidentes y mejorar la capacidad de respuesta ante fallos, adicional a eso se configuró las notificaciones en tiempo real por correo electrónico y Telegram para agilizar las respuestas por parte del personal de TI encargado, de esta manera la empresa busca reducir los tiempos de inactividad y asegura la continuidad de los servicios [14].

En la ciudad de Bogotá en la empresa Crusardi S.A.S. desarrolló un sistema para mejorar su infraestructura tecnológica debido a las falencias existentes en sus servicios en línea que brindan como empresa, implementaron Zabbix como principal solución para monitorear sus equipos tecnológicos, detectar fallos mediante alertas automáticas y diagnósticos continuos, mejorando la eficiencia de los procesos y la inactividad de sus equipos mediante respuestas tempranas por medio de las alertas en tiempo real, mediante esta implementación la empresa Crusardi S.A.S. busca garantizar una estabilidad en sus procesos internos y externos, prevenir pérdidas económicas por daños de equipos no atendidos a tiempo y brindando una operación como empresa confiable y eficiente [15].

Los GAD Municipales son empresas muy importantes para el desarrollo de un cantón o provincia, buscando brindar un servicio de atención a la ciudadanía de excelencia y mantener estabilidad en procesos internos [16]. Por esta razón, un

sistema de monitoreo para la infraestructura tecnológica basado en gemelos digitales se convierte en algo indispensable para su correcto funcionamiento de los servicios, si bien es cierto, estas empresas buscan adquirir equipos de alta tecnología, la adopción de un sistema de monitoreo con herramientas open source se convierte en una estrategia de respuesta para garantizar la disponibilidad de sus servicios ante fallos inesperados, garantizando ser un municipio con estabilidad en sus servicios y con una capacidad de respuesta anticipada ante fallos inesperados.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene como finalidad el desarrollo e implementación de una plataforma de monitoreo y detección de anomalías en tiempo real, basada en herramientas open source y gemelos digitales, orientada a la infraestructura tecnológica de un GAD Municipal. A diferencia de plataformas comerciales de monitoreo y soluciones comerciales como Azure Digital Twins, la propuesta plantea una alternativa gratuita, flexible y escalable, que permite la supervisión de equipos tecnológicos mediante métricas específicas de rendimiento, análisis y visualización avanzada a través de dashboard interactivos.

La plataforma se fundamenta en nodos de procesamiento que permiten la recepción, transformación y transmisión de datos provenientes de dispositivos de red y servidores, los cuales son almacenados en una base de datos orientada a grafos y visualizados mediante dashboards de control, generando reportes importantes y alertas automatizadas ante fallos operativos o amenazas de seguridad.

El desarrollo de la metodología de la siguiente propuesta se construirá a partir de la búsqueda y selección de investigaciones, de esta manera se analizará diversos contenidos para seleccionar contenido relevante y adaptarlo a nuestro proyecto para poder construir un marco metodológico que cumpla con los requerimientos que lleva el desarrollo de nuestra investigación [17], [18], [19].

FASE 1: Selección de herramientas open source y protocolos a utilizar.

- Seleccionamos la herramienta Node-red donde será desarrollada el flujo de monitoreo.
- Seleccionamos neo4j community para la creación de la base de datos y

representar la información de la infraestructura tecnológica.

- Selección de tecnologías 3D Web (Three.js) para la representación visual de los gemelos digitales de la infraestructura tecnológica
- Seleccionamos el Broker Eclipse Mosquito para utilizar el protocolo MQTT (Protocolo de mensajería ligera) y lograr la comunicación entre equipos y sistema.
- Seleccionamos el protocolo SNMP (Protocolo simple de gestión de red) para lograr comunicación entre equipos y sistema

Fase 2: Instalación y conexión de herramientas a utilizar

- Instalamos Node.js como dependencia necesaria para el correcto funcionamiento de Node-red.
- Instalamos un gerente de servicio (NSSM) para poder instalar node-red como servicio.
- Instalamos JAVA jdk-21 como dependencia necesaria para el correcto funcionamiento de Neo4j community.
- Instalamos neo4j community al ser una versión de servidor estable para producción.
- Configuración del broker Eclipse Mosquito para la gestión de mensajes MQTT.

FASE 3: Desarrollo de la plataforma de monitoreo

- Seleccionamos los nodos a utilizar en node-red: mqtt in, function, debug, Inject, snmp, tcp request, http request, dnsquery, network-discovery, neo4j-bolt, http in, http response.
- Conexión y programación de nodos para establecer la lógica de monitoreo correspondiente.
- Creación de los endpoints para lograr conectividad a la red y mostrar los datos en tiempo real en nuestro dashboard.
- Creación de base de datos orientada a grafos en la herramienta neo4j community para representar la infraestructura tecnológica con sus campos correspondientes.
- Desarrollo del script en Python para publicación de datos en tiempo real desde un equipo monitoreado al sistema mediante el protocolo MQTT.

- Implementación del gemelo digital de la infraestructura, integrando los datos almacenados en Neo4j con la visualización 3D Web.

FASE 4: Desarrollo del dashboard de monitoreo.

- Utilizamos Visual Studio Code como editor de código.
- Utilizamos ionic como framework de código abierto para el desarrollo del dashboard.
- Creación de interfaz visual por componente monitoreado: cpu, ram, almacenamiento, conectividad, interfaces de red, puertos abiertos, tráfico de red, servicios activos, host conectados.
- Creación de reportes para un control gerencial de la infraestructura: Informes por componentes monitoreados, técnicos registrados y período determinado.
- Integración de alerta mediante correo electrónico para notificar el estado del equipo: normal, advertencia, fallo.

FASE 5: Levantamiento de información de la infraestructura tecnológica.

- Seleccionamos la infraestructura tecnológica a monitorear.
- Mediante las plantillas obtendremos un informe de los equipos y sus características (**Anexo 2**).
- Registramos en la base de datos los equipos en su estado actual para iniciar el monitoreo.

FASE 6: Pruebas y validación de la plataforma de monitoreo

- Pruebas de funcionalidad para observar los equipos monitoreados en tiempo real.
- Ajuste de métricas según los resultados de las pruebas.
- Establecer requerimientos adicionales para el funcionamiento de la plataforma.
- Determinar la eficiencia de la alerta en tiempo real para un mejor control de infraestructura.

1.3 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.3.1 OBJETIVO GENERAL:

Implementar una plataforma de gemelos digitales mediante herramientas open source para el monitoreo y detección de anomalías en la infraestructura tecnológica

en un GAD Municipal.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Analizar el estado actual de la infraestructura tecnológica del GAD Municipal, considerando información proveniente de dispositivos de red, servidores y servicios críticos, con el fin de identificar necesidades relacionadas con el monitoreo, disponibilidad y seguridad de la información.
2. Seleccionar herramientas open source que permitan elaborar el sistema de monitoreo y detección de amenazas orientado a gemelos digitales, evaluando la escalabilidad, costo y facilidad de implementación.
3. Desarrollar un dashboard para el monitoreo de la infraestructura tecnológica, permitiendo la visualización en tiempo real de métricas, estados operativos y alertas automatizadas ante comportamientos anómalos.
4. Evaluar la plataforma de gemelos digitales mediante pruebas de funcionamiento y desempeño, considerando la eficiencia del monitoreo, escalabilidad del sistema y relación costo beneficio en comparación con soluciones comerciales de monitoreo y seguridad.

1.4 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La presente investigación se fundamenta en la necesidad de proteger y monitorear la infraestructura tecnológica de un GAD Municipal de manera eficiente, mediante la implementación de una plataforma de gemelos digitales open source que permita representar virtualmente los dispositivos tecnológicos, para monitorearlos en tiempo real [20]. Mediante esta implementación se pretende construir una herramienta accesible de alerta ante anomalías para convertirse en una solución de bajo costo frente a opciones comerciales, de esta manera se potenciará la capacidad de respuesta de las instituciones de educación superior ante fallas y gestionará de una manera eficiente su infraestructura disponible [21].

El uso de una plataforma de monitoreo mediante gemelos digitales open source en entornos empresariales llena un vacío significativo por la falta de un control ante fallos de la infraestructura tecnológica, convirtiendo así a la parte administrativa de la institución como beneficiario directo, permitiéndoles garantizar continuidad en sus servicios mediante el control de las interrupciones tecnológicas, y a la

ciudadanía como beneficiarios indirectos al permitirles desarrollar con normalidad sus trámites, pagos y consultas al tener la garantía de la continuidad de los servicios institucionales, dando así un realce a dicha empresa, impulsando la innovación local y fortalecimiento de las capacidades tecnológicas [22].

La implementación de esta plataforma open source permitirá al GAD Municipal contar con un sistema de monitoreo en tiempo real de toda su infraestructura tecnológica mediante una representación virtual de gemelos digitales, conectando las métricas establecidas mediante el protocolo MQTT y SNMP a una base de datos orientada a grafos, se podrá identificar fallos en la operatividad de los equipos, menorando el riesgo ante fallos potenciales que afecten gravemente la continuidad de los servicios del municipio, aportando a la optimización de recursos técnicos y gastos en reparaciones de emergencia, además, un fortalecimiento en la confiabilidad ciudadana, calidad de sus servicios y generando un ambiente educativo estable y resiliente [23].

Al integrar una plataforma innovadora y eficiente de monitoreo inteligente mediante gemelos digitales permite al GAD manejar un solo centro de información de su infraestructura, permitiéndole al personal encargado una sola fuente de decisiones en base a sus equipos, de esta manera se puede manejar la información sobre la operatividad de la infraestructura de una manera más organizada y poder anticiparse a un fallo irreparable, además, la implementación de esta plataforma como herramienta de competitividad ante otros GAD les brinda un plus adicional de ser capaces de brindar respuestas rápidas y eficientes ante fallos repentinos, demostrando proactividad e innovación en la gestión de sus recursos, se potencia la reputación de la institución y fortalece su compromiso con la comunidad [24].

El monitoreo continuo en tiempo real y las alertas automatizadas que notificará la plataforma permitirá evitar posibles fallos que afecten con gravedad a la infraestructura tecnológica, de esta manera se podrá planificar periódicamente como manera preventiva el mantenimiento de los equipos tecnológicos, interviniendo solo cuando sea necesario y así se evitará los daños repentinos, pérdida de tiempo y gastos innecesarios, se contará con datos históricos que se recolectan mediante las métricas de evaluación integradas en la plataforma para

que el personal de TI pueda tener acceso a esta información para identificar patrones de fallos y tomar decisiones preventivas para fortalecer la sostenibilidad operativa de los activos tecnológicos [25].

El proyecto está alineado al Plan de Desarrollo Ecuador No Se Detiene 2025-2029, el cual se basa específicamente en [26]:

Eje Ambiente, Agua y Conectividad

Objetivo 7: Impulsar el desarrollo de infraestructuras sostenibles y resilientes; y de la conectividad física y digital, que brinde condiciones de crecimiento y desarrollo económico [26].

Política 7.1: Impulsar el desarrollo digital a través de la mejora tecnológica y la expansión de la conectividad en áreas geográficas no atendidas o con conectividad limitada en el país [26].

1.5 ALCANCE DEL PROYECTO

El presente trabajo se enfoca en desarrollar un sistema de monitoreo y detección de anomalías en tiempo real para infraestructura tecnológica. Esta iniciativa busca responder a la necesidad de contar con un sistema gratuito y escalable que permita dar soluciones en tiempo real por medio de las alertas automatizadas y reportes gerenciales en base a las métricas de monitoreo establecidas previamente. El desarrollo de esta propuesta se implementará en un GAD Municipal de la Provincia de Santa Elena donde se integrará al sistema de monitoreo la infraestructura existente en dicha institución.

El proceso de desarrollo se basó en el análisis de la infraestructura tecnológica mediante el uso de plantillas para la recolección de datos y poder conocer el estado de la misma, identificando las necesidades relacionadas con el monitoreo y la seguridad de la información, mediante las herramientas open source previamente seleccionadas como Node-RED, Neo4j se elaboró el sistema de monitoreo y detección de anomalías basado en métricas de rendimiento definidas como el uso de cpu, ram, almacenamiento, además, el monitoreo de conectividad, puertos abiertos, tráfico de red, host conectados, interfaces de red y servicios utilizados, logrando un sistema escalable, sin costo y de fácil implementación.

Este sistema se complementa con un dashboard para visualizar el monitoreo de la infraestructura tecnológica establecida, desarrollado en Ionic como framework de código abierto, donde podremos observar los dispositivos monitoreados, gráficas individuales basadas en cada componente de monitoreo, reportes de los datos históricos desde una semana hasta un año, y el historial de alertas. Además, se incorporó una página Control Operativo para la gestión y asignación de las alertas, sincronizada con una aplicación móvil para uso del personal técnico desde la cual reciben notificaciones push mediante Firebase para mantener una atención en tiempo real y controlada por la gerencia.

La comunicación de las herramientas open source con el dashboard para la actualización en tiempo de real de los datos obtenidos de las métricas designadas a monitorear se logra por medio de los protocolos de comunicación MQTT y SNMP, instalando un broker (Mosquito) en las computadoras a monitorear para lograr el envío y recepción de los datos de las métricas al sistema, para los dispositivos de red utilizamos el protocolo SNMP integrado desde Node-RED para lograr la comunicación por medio de las IP de cada dispositivo.

El alcance de este proyecto se limita exclusivamente al desarrollo e implementación de la plataforma de monitoreo de la infraestructura tecnológica del GAD Municipal, utilizando los dispositivos tecnológicos establecidos en el levantamiento de información, esta propuesta contempla la adquisición o renovación de hardware o acciones automatizadas para soporte y mantenimiento de los equipos, asimismo, esta plataforma proporciona únicamente información como reportes en base a los datos almacenados para que la responsabilidad de los fallos sea respondida por el personal de la institución.

Finalmente, esta propuesta de sistema de monitoreo orientada a la protección de la infraestructura tecnológica de un GAD Municipal se convierte en un gran aporte para la correcta gestión de los dispositivos tecnológicos al permitir la temprana intervención del personal por medio de las alertas, permitiendo a la parte administrativa tomar mejores decisiones en base a los reportes obtenidos y reducir el tiempo de respuesta ante fallos inesperados. Asimismo, la implementación de una plataforma basada en gemelos digitales contribuye a mejorar la supervisión

continua de la infraestructura tecnológica mediante una representación virtual de los activos monitoreados.

1.6 METODOLOGÍA DEL PROYECTO

1.6.1 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Este proyecto se desarrollará en un Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de la Provincia de Santa Elena, esta institución busca consolidarse en el desarrollo socio económico y productivo, ofreciendo servicios públicos con calidad y eficiencia, esta institución fue seleccionada para la implementación de esta propuesta por su relevancia en el desarrollo de un cantón, implementar un sistema de monitoreo en tiempo real mediante gemelos digitales permitirá mantener la disponibilidad de sus servicios públicos y brindar una atención estable y eficiente a la ciudadanía en general, al ser una institución que busca ser competente en el desarrollo cantonal, innovar sus procesos le dará un realce y se convertirá en un pionero en innovación tecnológica en la provincia.

1.6.1.1 DISEÑO Y ALCANCE LA INVESTIGACIÓN

El tipo de diseño de investigación más adecuado a este proyecto es de tipo descriptivo, con un enfoque aplicado a buscar monitorear el comportamiento de la infraestructura tecnológica representada en gemelos digitales mediante una plataforma desarrolla con herramientas open source, el tipo de investigación seleccionada nos permite documentar el proceso de desarrollo de la plataforma de monitoreo, dashboard de visualización, alertas mediante notificaciones push y la recopilación de los datos para seleccionar las métricas a evaluar [27].

La investigación tiene el siguiente alcance:

Descriptivo: Se caracteriza por documentar todo el proceso de desarrollo, implementación y funcionamiento de la plataforma de gemelos digitales mediante herramientas open source, para el monitoreo y detección de anomalías de la infraestructura tecnológica del GAD Municipal, este enfoque nos permite documentar cada paso de la integración de las herramientas seleccionadas y de los dispositivos físicos mediante métricas de rendimiento seleccionadas en la plataforma desarrollada [28].

1.6.1.2 TIPOS Y MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

El enfoque mixto es el tipo de investigación más adecuado para este proyecto, al combinar un tipo cuantitativo y cualitativo, desde el enfoque cuantitativo se recopilan las métricas a evaluar en tiempo real, desde el enfoque cualitativo se describe el funcionamiento de la infraestructura tecnológica representada de una manera tridimensional, y se analiza la experiencia en el uso de la plataforma después de ser implementada en su totalidad [29].

Los métodos de investigación Analítico, Sintético e Hipotético-deductivo son una mezcla adecuada para abarcar el enfoque del proyecto, mediante el método analítico descomponemos toda la infraestructura tecnológica en cada dispositivo físico para entender su correcto funcionamiento [30], mediante el método sintético integramos todos los dispositivos físicos mediante una representación digital en la plataforma desarrollada previamente [31], finalmente, utilizando el método hipotético deductivo se plantean hipótesis sobre el posible fallo de un dispositivo ante una condición crítica, las cuales serán verificadas o modificadas mediante las pruebas de funcionalidad para evaluar el correcto desempeño de la plataforma [32].

1.6.1.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población de esta investigación se conforma por sistemas tecnológicos, dispositivos físicos y datos operativos que comprenden la infraestructura tecnológica del GAD Municipal, se comprende de servidores, routers, switches, computadoras y la plataforma utilizada para el monitoreo de cada uno de los dispositivos tecnológicos, además, los datos obtenidos como métricas, relaciones, servicios y los usuarios que interactúan con la plataforma también son considerados población, finalmente, para un correcto funcionamiento esta investigación exige trabajar con toda la población seleccionada [33].

1.6.2 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Los beneficiarios de la presente propuesta se clasifican en directos e indirectos, al ser una propuesta tecnológica que impulsa la innovación y mejoramiento de procesos internos, el impacto que tendrá la implementación del sistema de monitoreo de gemelos digitales en el GAD Municipal será altamente beneficioso para el departamento encargado que manejar la infraestructura tecnológica del

establecimiento.

1.6.2.1 BENEFICIARIOS DIRECTOS

PERSONAL DEL DEPARTAMENTO DE SISTEMAS

El principal beneficiario de esta implementación será el departamento de Sistemas, especialmente el Director de TI, mediante la plataforma podrá visualizar en tiempo real el estado general de la infraestructura tecnológica del GAD Municipal y podrá gestionar las cargas de trabajo de una manera equitativa para lograr una respuesta más rápida y eficiente ante incidentes o fallas detectadas por el sistema, y así podrá tomar decisiones estratégicas para mantener una continuidad operativa eficiente de los servicios institucionales.

UNIDADES DE TRABAJO ENCARGADAS DE LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA

Mediante una **vista** centralizada de la infraestructura tecnológica, la gerencia puede trabajar en conjunto con las unidades respectivas dentro del departamento para mejorar el rendimiento de los dispositivos mediante decisiones oportunas basadas en la información del sistema, para mejorar los tiempos de respuesta, optimizar el funcionamiento de los recursos y mejorar los procesos de mantenimiento.

DIRECTIVOS Y AUTORIDADES DE LA INSTITUCIÓN

Las autoridades principales del GAD Municipal se benefician al contar con un sistema de monitoreo con representación de la infraestructura tecnológica como gemelo digital, mostrando a la ciudadanía y otros GAD Municipales su compromiso con mantener una eficiente continuidad operativa de los servicios institucionales y mejorar la calidad de los servicios internos.

1.6.2.2 BENEFICIARIOS INDIRECTOS

FUNCIONARIOS DEL GAD MUNICIPAL

Los funcionarios y empleados del GAD Municipal se benefician al contar con un sistema que detecte las anomalías de sus dispositivos y así el departamento encargado pueda programar una atención en tiempo adecuado para evitar interrupciones ocasionadas por fallas inesperadas, evitando la interrupción de los

servicios que condicione la atención a la ciudadanía del cantón.

CIUDADANÍA DEL CANTÓN SALINAS

La ciudadanía en general que acude diariamente a la institución a realizar trámites públicos podrá realizarlos contando con una mejora operativa en los servicios ofrecidos por la institución, al contar con un monitoreo de los servicios institucionales se disminuye el riesgo de interrupciones que evite a los funcionarios brindar una atención de calidad a la ciudadanía.

1.6.3 VARIABLES

La Capacidad de Monitoreo es una variable dependiente, se evalúa el tiempo que se demora en detectar un fallo durante las pruebas de funcionalidad y de igual manera la recepción de la alerta correspondiente.

Tipo de variable	Nombre	Indicador de medición
Dependiente	Capacidad de monitoreo	Tiempo de detección, cantidad de alertas, disponibilidad de los servicios.

Tabla 1: Variable

1.6.4 ANÁLISIS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

1.6.4.1 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para esta investigación se emplearán 2 técnicas de recolección de datos:

- **Observación directa:** mediante las plantillas (**Anexo 2**) previamente definidas se realiza la revisión técnica para registrar las características físicas, ubicación, estado y conectividad de los dispositivos tecnológicos antes de ser representados digitalmente [34].
- **Instrumentación automática:** las métricas capturadas en tiempo real se procesan y envían mediante el protocolo MQTT y SNMP a las herramientas open source que comprenden la plataforma de monitoreo [35].

1.6.4.2 ANÁLISIS DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.

El análisis de los datos recopilados se realiza a partir de las plantillas (**Anexo 2**), diseñadas para obtener la información técnica relevante a los dispositivos a monitorear, la información es organizada, clasificada y validada para obtener el estado actual de la infraestructura tecnológica, considerando aspectos claves como

características de hardware, servicios activos, configuración de red, ubicación y responsable asignado. Los resultados obtenidos permiten detectar vulnerabilidades en los equipos, fallos de configuración, y puntos críticos dentro de la red, esto permite parametrizar los procesos de monitoreo en el sistema mediante los protocolos MQTT y SNMP, definir los umbrales de desempeño y el pico indicado para emitir una alerta de rendimiento.

La Tabla 2 muestra la clasificación de los dispositivos de la infraestructura tecnológica del GAD Municipal, así identificamos su tipo y la cantidad de ellos que serán monitoreados, mediante esta clasificación se determina aquellos que necesitan prioridad al contener servicios críticos para la institución. Asimismo, estructuramos el modelo de representación de gemelos digitales con la infraestructura.

TIPO DE DISPOSITIVO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
Servidores	10	Dispositivos de servicios críticos
Equipos de Red	5	Dispositivos de comunicación
Equipos de Trabajo	3	Computadoras del personal

Tabla 2 Clasificación de equipos

La Tabla 3 detalla cómo variables las métricas de rendimientos que monitorea el sistema a la infraestructura tecnológica, especificando un tipo de dato numérico o categórico, estableciendo dos protocolos de comunicación, MQTT para la captura de datos de los equipos de trabajo y SNMP para la comunicación de equipos de red con el sistema, con la identificación de cada tipo de variables aseguramos la recolección eficiente de datos y la visualización dentro del sistema.

VARIABLES	TIPO DE DATO	PROTOCOLO	FUNCIÓN
Cpu	Numérico	MQTT	Monitoreo de rendimiento
Ram	Numérico	MQTT	Control de carga
Almacenamiento	Numérico	MQTT	Uso de disco
Estado	Categórico	MQTT	Conectividad
Tráfico de red	Numérico	SNMP	Análisis
Puertos abiertos	Numérico/Lista	SNMP	Listado de puertos
Servicios disponibles	Categórico	SNMP	Servicios activos

Hosts conectados	Numérico	SNMP	Dispositivos conectados
------------------	----------	------	-------------------------

Tabla 3 Variables de monitoreo

La Tabla 4 establece los umbrales utilizados por el sistema para detectar los niveles de alerta de los equipos monitoreados, cada métrica tiene un valor asignado para determinar el nivel de riesgo o criticidad en los fallos y detección de comportamientos anómalos, mediante estas definiciones se automatizan las alertas de prevención para mejorar la capacidad de respuesta y contribuyendo al fortalecimiento de la disponibilidad y seguridad de la infraestructura tecnológica.

MÉTRICA	UMBRAL	NIVEL	ACCIÓN
CPU	> 80%	Alto	Alerta preventiva
CPU	> 90%	Crítico	Alerta de fallo
RAM	> 85%	Alto	Alerta preventiva
RAM	> 95%	Crítico	Alerta de estado crítico
Almacenamiento	> 80%	Alto	Advertencia de capacidad
Almacenamiento	> 90%	Crítico	Alerta por riesgo de fallo
Estado	Inactivo	Crítico	Alerta de conectividad
Tráfico de red	Análisis	Riesgo	Alerta de seguridad
Puertos abiertos	Puertos abiertos	Crítico	Alerta de seguridad
Servicios disponibles	Servicio vulnerable activo	Crítico	Alerta de mitigación

Tabla 4 Métricas y Umbrales

1.7 METODOLOGÍA DE DESARROLLO

La metodología de desarrollo de la presente investigación se basa en una implementación tecnológica mediante fases, para el diseño, desarrollo e implementación de una plataforma de gemelos digitales para el monitoreo y detección de anomalías en la infraestructura tecnológica del GAD Municipal, mediante un enfoque por fases se desarrolla cada elemento del sistema, integrando cada herramienta seleccionada para lograr el monitoreo y visualización en tiempo real.

1.7.1 FASE 1. SELECCIÓN DE HERRAMIENTAS Y TECNOLOGÍAS

En esta fase se realizará la búsqueda y selección de las herramientas open source adecuadas para integrarlas a la plataforma, se analizará criterios de compatibilidad,

escalabilidad y disponibilidad. Para la programación visual mediante flujos de datos se seleccionará Node-RED; para la representación de la infraestructura tecnológica mediante grafos con sus respectivas relaciones y servicios se utilizará Neo4j Community Edition; y la integración de InfluxDB como base de datos de series temporales para el almacenamiento y consulta de los datos en tiempo real y para la representación tridimensional de los dispositivos como gemelos digitales se utilizará la biblioteca Three.js.

Se implementará el bróker Eclipse Mosquito mediante el protocolo MQTT y el protocolo SNMP para lograr la comunicación entre dispositivos y plataforma y obtener los datos de las métricas en tiempo real. Además, se utilizará la herramienta Firebase para lograr la comunicación entre la plataforma de monitoreo y la aplicación del técnico.

1.7.2 FASE 2. INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DEL ENTORNO TECNOLÓGICO

Después de definir las herramientas a utilizar se empieza la instalación de las dependencias Node.js y Java JDK 21 necesarias para el correcto funcionamiento del entorno de trabajo de Node-RED y Neo4j, instalamos InfluxDB OSS (Open Source), y asimismo, se utilizó el gestor de servicios NSSM para la ejecución permanente de las herramientas mencionadas, también, la instalación del Eclipse Mosquito como bróker MQTT para la publicación de datos entre los dispositivos y plataforma, la herramienta Firebase donde creamos un proyecto para agregar nuestra aplicación y poder integrar las notificaciones push en el dispositivo del técnico, finalmente, se realizó una verificación de conectividad para garantizar la interoperabilidad del sistema.

1.7.3 FASE 3. DESARROLLO DE LA PLATAFORMA DE MONITOREO

En esta etapa se desarrollará la lógica central del monitoreo en Node-RED, mediante la programación de los nodos específicos para la captura, transformación y procesamiento de los datos provenientes de la infraestructura tecnológica. Se implementarán los flujos por separado para garantizar escalabilidad al sistema, paralelamente se diseña la base de datos orientada a grafos mediante Neo4j para representar los dispositivos y establecer sus relaciones, servicios, componentes y

métricas a monitorear. Después de haber instalado como servicio InfluxDB OSS se crea una organización y Bucket, mediante los cuales, a través de un token se logra comunicación con la plataforma y el almacenamiento de datos.

Para la comunicación entre las computadoras y el sistema se integró un Agente de Monitoreo como servicio para lograr la comunicación con el nodo MQTT de Node-RED, finalmente, se integró Firebase Cloud Messaging (FCM) para gestionar y administrar las alertas que registra el sistema, de esta manera, le llega una notificación push al técnico donde se haya instalado previamente la aplicación y así, actualizar el estado de atención de las alertas durante su ciclo de vida.

1.7.4 FASE 4. DESARROLLO DEL DASHBOARD DE MONITOREO

En esta fase se desarrollará las distintas interfaces de la plataforma de monitoreo utilizando el framework Ionic para la construcción del dashboard de visualización, incluyendo una página principal con una vista general del estado de la infraestructura, así como una sección para registrar y editar información de los técnicos. Se integró la librería Three.js para la representación tridimensional del gemelo digital, el sistema también cuenta con otros paneles de visualización de equipos, monitoreo de la infraestructura tecnológica basada a las métricas establecidas, también, muestra un control operativo para administrar las alertas generadas por el sistema y los reportes que ayudan a consultar información por equipos, métricas y técnico específico.

La página control operativo permite asignar las alertas generadas a un técnico establecido, además permite hacer un seguimiento de control, mientras la alerta está siendo atendida, y una respectiva verificación de la solución, esta comunicación entre plataforma y dispositivos se logra mediante la integración de FCM para permitir el envío de notificaciones push a los técnicos responsable de la atención de las alertas generadas por el sistema.

1.7.5 FASE 5. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN MÓVIL PARA TÉCNICOS

En esta fase se desarrolló un aplicativo móvil exclusivo para el uso del personal técnico, mediante un acceso único por credenciales registradas y entregadas por la gerencia. Una vez autenticados ingresan a la aplicación donde observan la página

principal con una vista general de sus funciones, la sección de alertas para observar sus asignaciones y un historial para corroborar las atenciones realizadas, al ser un usuario autenticado por el sistema recibe notificaciones push generadas por Firebase Cloud Messaging para una atención rápida desde cualquier ubicación.

Una vez asignada la alerta el técnico seleccionado inicia el proceso de atención, y al finalizar la reparación podrá guardar observaciones técnicas y esperar una validación por parte del Director de TI. Esta aplicación mantiene una sincronización en tiempo real con la plataforma central para mantener la interacción actualizada entre dirección y soporte técnico.

1.7.6 FASE 6. LEVANTAMIENTO Y REGISTRO DE LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA

Posteriormente, se realizará el levantamiento de información de la infraestructura tecnológica del GAD Municipal, mediante plantillas de información (ANEXO 2) donde se recopilarán los datos y especificaciones de los servidores, equipos de red y computadoras. La información recopilada será analizada para obtener las métricas de rendimiento y posteriormente registrar en la base de datos en Neo4j para crear los equipos que serán monitoreados, a su vez, se desarrolla el modelo del gemelo digital con datos específicos, dependencias y relaciones.

1.7.7 FASE 7. PRUEBAS Y VALIDACIÓN DE LA PLATAFORMA

Después de la implementación de la plataforma se realizarán pruebas de funcionalidad y rendimiento para verificar el correcto desempeño, al visualizar los datos en tiempo real por equipos monitoreados, actualizaciones en la representación del gemelo digital en base a los umbrales establecidos, los datos correctos en la generación de reportes de cada uno de sus tipos y el envío en tiempo real de las alertas.

Asimismo, se corroborará la sincronización entre el dashboard central manejado por dirección con la aplicación móvil de uso exclusivo para técnicos mediante la integración de FCM para las notificaciones push en tiempo real. También, se evaluará la actualización de las alertas en sus diferentes etapas, asignación, en atención, resueltas y verificadas por la gerencia.

Finalmente, en base a los resultados obtenidos se realizan ajustes de los umbrales de monitoreo establecidos, ajuste de alertas en caso de no haber actualización en tiempo real en el sistema, ajuste de datos informativos que sean necesarios añadir a los reportes gerenciales, mejoras al aplicativo móvil y verificación de los datos establecidos de los equipos tecnológicos, para lograr garantizar el cumplimiento de los requerimientos que abarca esta propuesta.

CAPÍTULO 2. PROPUESTA

2.1 MARCO CONTEXTUAL

2.1.1 CONTEXTO DE GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL

2.1.1.1 CARACTERÍSTICAS DEL ESTABLECIMIENTO



Ilustración 1 Ubicación del GAD Municipal Salinas



Ilustración 2 Gobierno Autónomo Descentralizado Salinas

El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal, es la entidad responsable de administrar y coordinar políticas y programas en beneficio del cantón, su tarea primordial es asegurar el progreso social y económico de la comunidad, el GAD Municipal también mantiene su rol principal en la gestión de servicios públicos, programas que fomenten la educación, la salud y la seguridad. Además, busca alinear esfuerzos con otras entidades gubernamentales para solucionar problemas locales, tales como la pobreza, seguridad y participación ciudadana, para generar un ambiente equitativo y justo para toda la ciudadanía.

Misión

Promover el desarrollo sustentable garantizando el derecho al Buen Vivir a través de proyectos de equidad, inclusión, ordenamiento territorial, participación ciudadana, medio ambiente, seguridad ciudadana, cultura, actividades deportivas en beneficio de sus habitantes [36].

Visión

Consolidar la institución en el desarrollo socio económico y productivo, ofreciendo mejores servicios públicos con calidad y eficiencia, impulsando micro-proyectos dentro de las áreas de competencia a beneficio de los habitantes del Cantón [36].

2.1.1.2 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL INSTITUCIONAL

El GAD Municipal cuenta con una estructura organizacional conformada por el Alcalde, quien es la máxima autoridad de la institución al ejercer funciones ejecutivas y administrativas, la Vicealcaldía y seis concejales encargados de la fiscalización y formulación de políticas locales, esta estructura trabaja en conjunto para ofrecer una eficiente prestación de servicios a la comunidad, conforme al cumplimiento de los objetivos estratégicos del cantón. La siguiente ilustración muestra el organigrama general del GAD Municipal.

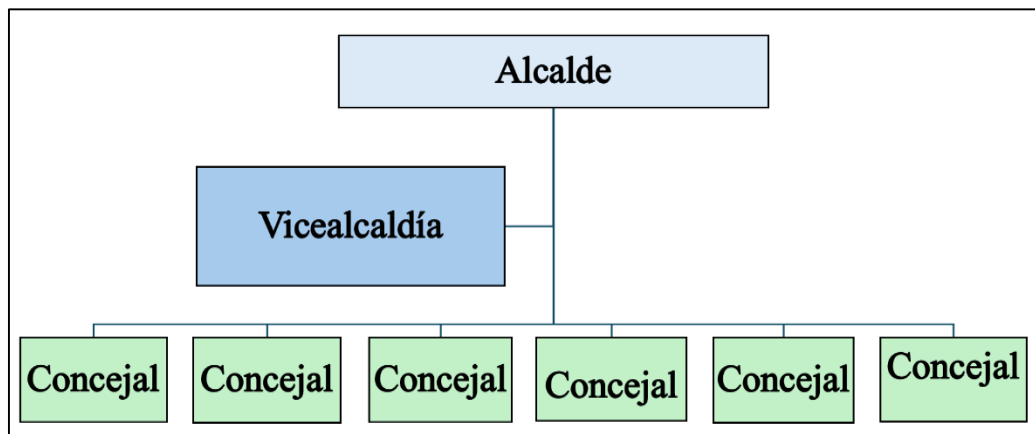


Ilustración 3 Estructura Organizacional de la Institución

2.1.1.3 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL DEPARTAMENTO DE SISTEMAS

El Departamento de Sistemas del GAD Municipal, es donde se controla toda la infraestructura tecnológica de la institución, este departamento se conforma por el Director de Sistemas como autoridad del mismo, Unidad de soporte técnico,

quiénes se encargan de la atención y mantenimiento de los dispositivos, Unidad de TICS, son los responsables de la administración de red, servidores y recursos tecnológicos; y la Unidad de Desarrollo, encargada del diseño de los sistemas informáticos institucionales, en la siguiente ilustración se muestra el organigrama organizacional del Departamento de Sistemas del GAD Municipal.

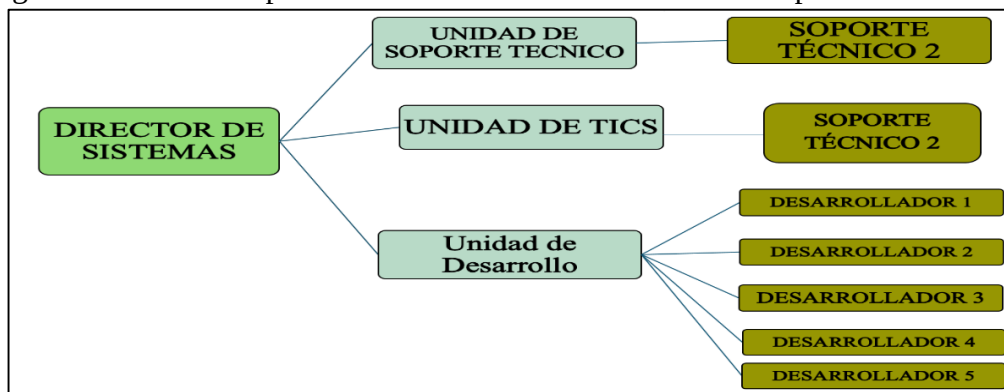


Ilustración 4 Estructura Organizacional del Departamento de Sistemas

2.1.2 ÁREA DE ESTUDIO

La presente propuesta se implementará en la Unidad de TICS del Departamento de Sistemas, esta unidad es la encargada de administrar y controlar la infraestructura tecnológica institucional, incluyendo servidores, equipos de red, sistemas de información y servicios digitales, cumpliendo con un rol esencial para garantizar la disponibilidad de las plataformas tecnológicas donde se realizan los procesos administrativos y operativos de la institución.

2.1.3 SITUACIÓN TECNOLÓGICA ACTUAL

El Departamento de Sistemas no cuenta con una plataforma central que abarque el monitoreo en tiempo real de toda la infraestructura tecnológica, al no contar con un análisis mediante métricas operativas y una detección de anomalías tempranas se pone el riesgo los múltiples procesos institucionales, limitando la capacidad de respuesta ante incidentes tecnológicos por las interrupciones de servicios o fallos en los dispositivos tecnológicos.

2.1.4 RELACIÓN DEL PROYECTO CON LA INSTITUCIÓN

En base a las necesidades identificadas, la implementación de la plataforma de gemelos digitales para el monitoreo en tiempo real y detección de anomalías de la infraestructura tecnológica, basada en herramientas open source, permite visualizar todos los dispositivos tecnológicos para detectar los fallos mediante alertas

automatizadas que se envían mediante notificaciones al personal encargado para dar solución en el menos tiempo posible, contribuyendo a la gestión eficiente de los recursos tecnológicos del GAD Municipal.

2.1.5 BASE LEGAL

2.1.5.1 CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

La Constitución de la República del Ecuador establece en el artículo 16 y 227 que el uso de las tecnologías de la información mejora los servicios públicos rigiéndose por principios de eficiencia, calidad y transparencia [37]. La presente investigación tiene relación con los artículos citados al contribuir a la mejora de la eficiencia operativa, continuidad de los servicios y decisiones gerenciales más precisas ante incidentes tecnológicos.

2.1.5.2 CÓDIGO ORGÁNICO DE ORGANIZACIÓN TERRITORIAL, (COOTAD)

El COOTAD establece en el artículo 53 y 54 que los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales deben determinar funciones que promuevan el desarrollo sustentable con autonomía política, administrativa y financiera, además, el artículo 338 señala que los GAD Municipales deben administrar sus recursos tecnológicos bajo criterios de eficiencia y economía [38]. En este contexto, el monitoreo de la infraestructura tecnológica fortalece la administración de los recursos tecnológicos para una gestión alineada a los principios establecidos.

2.1.5.3 LEY ORGÁNICA DE PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES

La Ley de Protección de Datos establece en el artículo 1 y 10 que el tratamiento de datos debe regirse en licitud, lealtad, transparencia y confidencialidad, además, el artículo 37 señala que el establecimiento debe tomar medidas técnicas para garantizar la seguridad de los datos personales para evitar divulgaciones indebidas [39]. Por esta razón, mediante la supervisión de los activos tecnológicos se fortalece el cumplimiento de la seguridad de los datos de la plataforma mediante las normas vigentes.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA

Es un conjunto de recursos de hardware (servidores, computadoras, dispositivos de

red y almacenamiento), software (sistemas operativos, aplicaciones, herramientas y programas), sistemas de comunicación (medios y protocolos que permiten la conexión entre dispositivos y transferencia de datos), centro de datos (instalaciones donde se aloja el equipo informático y de red con condiciones controladas de temperatura y humedad) necesarios para garantizar el funcionamiento eficiente, permitiendo el procesamiento, almacenamiento, transferencia de datos y ejecución de aplicaciones claves para el funcionamiento de instituciones o negocios [40].

2.2.2 MONITREO DE INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA

Proceso mediante el cual se analiza, supervisa y gestiona el funcionamiento de los componentes tecnológicos que conforman una red o sistema informático de una organización, estos componentes son servidores, redes, bases de datos, aplicaciones y dispositivos conectados, los sistemas de monitoreo operan mediante agentes para recolectar datos, dashboard para presentar información, alertas automáticas para notificar las anomalías y un análisis histórico para identificar las tendencias o problemas recurrentes. [41].

2.2.3 PLATAFORMA OPEN SOURCE

Una plataforma de colaboración abierta diseñada mediante herramientas gratuitas para su fácil adaptación, modificación y distribución, mediante la construcción de una plataforma open source reducimos costos e impulsamos esta alternativa de solución para otros entornos, este tipo de programas debe mostrar el código fuente completo y sin restricciones para poder adaptarlo a cualquier ámbito laboral, de esta manera se convierte en una gran contribución para las comunidades de programadores que bajo ciertos estándares se unen y apuestan por la innovación [42].

2.2.4 NODE-RED

Node-RED es una herramienta open source basada en programación visual, desarrollada para conectar dispositivo de hardware, APIs y servicios en línea, consolidándose como una de las principales aplicaciones de gestión y transformación de datos en tiempo real, tiene bloques predefinidos llamados nodos explícitos para el desarrollo de una tarea, esta conexión se combina por nodos de entrada, de procesamiento y de salida, formando un flow [43].

2.2.5 VISUALIZACIÓN DE DATOS

La visualización de datos es el proceso de representar la información cuantitativa y cualitativa de forma gráfica utilizando elementos visuales como cuadros, gráficos, diagramas y mapas, así podemos observar y comprender tendencias, valores atípicos y patrones en los datos, mejorando la comprensión de datos que son receptados en distintos formatos, ayudando a la toma de decisiones rápidas y precisas de la gerencia, mediante este análisis las organizaciones identifican las áreas que necesitan atención y mejoras urgentes, aumenta la identificación de errores en los procesos y facilita el trabajo en equipo al fortalecer el compromiso de los trabajadores [44].

2.2.6 APACHE ECHARTS

Apache ECharts es una biblioteca JavaScript de código abierto que permite transformar conjuntos de datos en visualización por medio de gráficas interactivas, gracias a sus funciones, versatilidad y opciones de personalización, incluyendo colores, estilos y etiquetas, cuenta con una amplia gama de gráficas, incluyendo gráficos de líneas, gráficas de barras, gráficos de calor, diagramas de dispersión, gráficos de embudo, mapas 3D y mapas de árbol, además, las gráficas son responsivas y permiten realizar zoom para filtrar datos, exportar imágenes y alternar series de datos directamente en el navegador [45].

2.2.7 SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA

Un sistema de alerta temprana es un conjunto de mecanismos y parámetros definidos previamente para detectar un estado crítico en tiempo real de los dispositivos físicos, mostrándolas notificaciones ante un fallo imprevisto, son una alerta efectiva para controlar los daños en la infraestructura, de esta manera se detecta la amenaza con mayor antelación, se evalúa si la amenaza está sobrepasando niveles críticos establecidos y se despliega el protocolo definido para mitigar el impacto, además, estos sistemas deben tener una alta fiabilidad, respuesta rápida, capacidad de autodiagnóstico, historial de eventos y un diseño modular y escalable [46].

2.2.8 NOTIFICACIONES PUSH

Las Notificaciones Push son mensajes instantáneos utilizados por apps móvil

mediante dispositivos Ios o Android, Push Web utilizadas para sitios web y push en aplicaciones para apps móviles o de escritorio, siendo estos diferentes tipos de sistemas empresariales que utilizan este medio de comunicación con sus empleados o usuarios mediante un consentimiento previo, son alertas emergentes que aparecen en tiempo real en la pantalla indicándoles un mensaje informativo o de trabajo a realizar [47].

2.2.9 GEMELOS DIGITALES

Los Gemelos Digitales o Digital Twins son una representación virtual de un objeto, sistema o dispositivo físico, para visualizarlo y analizar su comportamiento mediante un monitoreo en tiempo real, al representar una infraestructura tecnológica mediante gemelos digitales, estamos representando sus dispositivos físicos de manera virtual para visualizar fallos según las métricas establecidas, si el gemelo cuenta con datos actualizándose constantemente se combina la potencia informática y el entorno virtual para que la simulación y la recepción de datos sea más productiva. [48].

2.2.10 THREE.JS – JAVASCRIPT 3D LIBRARY

Three.js es una potente librería de JavaScript que permite generar gráficos tridimensionales (3D) en entornos web de desarrollo, aprovechando la capacidad del GPU y trabajando con la API WebGL sin la necesidad de instalar ningún tipo de plugin, el desarrollo de los trabajos empieza por la creación de un nodo inicial, denominado escena, donde se va desarrollando una serie de elementos de forma jerárquica, todo el trabajo se vuelca sobre el componente <canvas> de HTML5 para poder ser visto por el usuario, permitiendo crear entornos realistas, objetos animados y gráfico interactivos para una visualización de una realidad aumentada [49].

2.2.11 PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN

Los protocolos de comunicación son conjuntos de reglas estandarizadas que permiten a dispositivos informáticos intercambiar datos, garantizando la correcta transmisión, recepción y entendimiento de la información, para ellos existen algunos procedimientos, restricciones y formatos que garantizan la efectividad de la comunicación entre los dispositivos conectados a la red, algunos protocolos de

red incluyen mecanismos para identificar a los dispositivos y que estos establezcan conexiones entre sí, las reglas de formato especifican como se forman los paquetes enviados y recibidos por los dispositivos [50].

2.2.12 MQTT (MESSAGE QUEENING TELEMETRY TRANSPORT)

Protocolo de mensajería ligero utilizado para proyectos vinculados con entornos IoT, este protocolo permite la conexión y transmisión de datos entre dispositivos a través del internet, está diseñado para operar de manera eficiente en entornos con ancho de banda o consumo de energía reducida, este protocolo se aloja en un servidor broker donde identifica a los dispositivos o aplicaciones conectadas para poder procesar los mensajes que han sido enviados y poderlos enrutar a los sistemas apropiados [51].

2.2.13 SNMP (SIMPLE NETWORK MANAGEMENT PROTOCOL)

El Protocolo Simple de Administración de Redes permite supervisar, gestionar y administrar el estado de los equipos de red (Servidores, Routers, Switches), así como sus datos de rendimiento (uso de CPU, Ancho de banda, tráfico de red, interfaces activas) y a su vez permite realizar cambios en la configuración de los equipos, este protocolo es de capa de aplicación porque transmite los datos de administración entre dispositivos de red, para conectar un agente SNMP en un dispositivo es necesario activarlo y configurarlo para poder recopilar y organizar datos de cada dispositivo [52].

2.2.14 BASES DE DATOS

Una base de datos es una recopilación organizada de datos estructurados, estos son almacenados de forma electrónica en un sistema informático mediante tablas con sus respectivos nombres y campos, los datos ingresados de la forma más común en las bases de datos son en filas y columnas para mejorar la eficacia a la hora de hacer consultas, de esta manera se gestiona el acceso, actualización, control y organización de datos, cumpliendo los estándares de integridad y seguridad de los datos a la hora de facilitar el acceso [53].

2.2.15 BASES DE DATOS ORIENTADA A GRAFOS

Una base de datos orienta a grafos es aquella que permite almacenar la información como nodos de un grafo y sus respectivas relaciones con otros nodos, permitiendo

así la teoría de grafos para recorrer la base de datos, son muy útiles para guardar información en modelos con muchas relaciones como redes y conexiones sociales, el uso de este tipo de bases de datos depende de la lógica del negocio, ya que no aplica en todos los escenarios y no se podría aprovechar su potencial en otros contextos [54].

2.2.16 BASES DE DATOS DE SERIES TEMPORALES

Una base de datos de series temporales optimiza el almacenamiento de miles de datos organizados e indexados por tiempo, permitiendo realizar consultas que incluyan métricas, eventos y registros, para mejorar la eficiencia del análisis de secuencias de puntos de datos con marca temporal, cada serie temporal se almacena individualmente como una lista optimizada de valores, permitiendo una rápida obtención de datos y almacenamiento rentable, de esta manera, mejora el rendimiento de aplicaciones de análisis al proporcionar acceso eficiente a datos históricos y actuales [55].

2.2.17 VISUAL STUDIO CODE

VSCode es un editor de código abierto y multiplataforma gratuito para programadores, está desarrollado por Microsoft, tiene una interfaz limpia y moderna que ha logrado un equilibrio entre minimalismo y funcionalidad permitiendo maximizar el espacio de trabajo para el código, a diferencia de otros editores de código que requiere configuraciones complejas, VSCode tiene integrado una amplia gama de lenguajes de programación ofreciendo una sintaxis de autocompletado inteligente y fragmentos de código (snippets) para soportar lenguajes como JavaScript, TypeScript, CSS, HTML, Python, C++ y Go [56].

2.2.18 ANGULAR (STANDALONE)

Angular es un framework de desarrollo web mantenido por Google que proporciona herramientas, APIs y bibliotecas para construir aplicaciones rápidas escalables, se caracteriza por un modelo de componentes estructurados, inyección de dependencias flexibles y reactividad de optimizaciones en tiempo de compilación, es ampliamente utilizado en la industria por su eficiencia de desarrollo y capacidad para manejar aplicaciones más modulares, reduciendo dependencias innecesarias y facilitando la organización, mantenimiento y escalabilidad del código fuente [57].

2.2.19 IONIC FRAMEWORK

Ionic es un kit de herramientas de código abierto para crear páginas y aplicaciones móviles de alta calidad y rendimiento utilizando tecnologías web (HTML, CSS Y JavaScript) en conjunto con la integración de marcos populares como Angular, React y Vue, se centra en la experiencia de usuario (UX) y la interacción de la interfaz de usuario (UI) de una aplicación: controles de interfaz, interacciones, gestos y animaciones y se puede utilizar de forma independiente, sin ningún framework de frontend, mediante un sencillo script “include” [58].

2.2.20 PYTHON

Python es un lenguaje de programación de alto nivel, ampliamente utilizado en el desarrollo de software, la ciencia de datos y la inteligencia artificial, su amplio ecosistema de librerías facilita el desarrollo de modelos de Machine Learning, python cuenta con una biblioteca estándar con códigos reutilizables para que los desarrolladores puedan escribir un programa con mucha más facilidad y no desde cero, además, se integra con otros lenguajes de programación conocidos como Java y C++, y se puede implementar en diferentes sistemas operativos como Windows, macOS y Linux [59].

2.3 MARCO TEÓRICO

2.3.1 ENFOQUE DE MONITOREO INTELIGENTE DE INFRAESTRUCTURA

El banco Internacional de Desarrollo mediante su departamento de TI expresa que la implementación de gemelos digitales apoya a tecnologías como IoT, IA, realidad virtual y computación en la nube, mediante la recopilación de datos en tiempo real los gemelos inteligentes ofrecen beneficios significativos en la optimización del diseño y desarrollo, la mejora en la toma de decisiones, el mantenimiento predictivo y la eficiencia operativa, sin embargo, dicha implementación presenta un desafío existente, la integración con sistemas existentes, la gestión de grandes volúmenes de datos y la protección de la información, los gemelos inteligentes se posicionan como una alternativa innovadora para las organizaciones al posicionarse como una ventaja competitiva significativa [60].

En la Universidad Tecnológica de Pereira se desarrolló un sistema de monitoreo

real para la gestión de tráfico vehicular, basado en sensores avanzados y algoritmos de control, permitiendo gestionar de manera adaptiva la sincronización de los semáforos de las ciudades inteligentes, esta propuesta se realizó bajo tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT) y busca mejorar la movilidad urbana, modernizando procesos y efectos negativos sobre el medio ambiente, al integrar estas tecnologías la propuesta busca reducir la congestión vehicular y crear entornos urbanos más sostenibles y habitables [61].

2.3.2 GESTIÓN INTELIGENTE DE INFRAESTRUCTURA TI

El Instituto Tecnológico Metropolitano busca un modelo para que la gestión inteligente de infraestructura de TI ayude a garantizar que los recursos tecnológicos de una organización contribuyan de manera efectiva al cumplimiento de sus objetivos estratégicos, integrando tecnología, personas y procesos, esta gestión integra principios de estandarización, integración y automatización para mejorar la administración de dispositivos, redes y aplicaciones de la organización, la integración de políticas automatizadas optimiza la ejecución de tareas operativas y mejora la toma de decisiones basada en datos, para lograr garantizar la disponibilidad de los recursos y elevar el valor organizacional mediante la mejora continua en base a una transformación digital [62].

Según la Revista ESPACIOS la utilización estratégica de las TI mejoran la eficiencia, transparencia y calidad de los servicios públicos, en los entornos empresariales alinear los recursos tecnológicos disponibles ayuda a mejorar la coordinación de los procesos, datos, aplicaciones y plataformas tecnológicas, además, las arquitecturas empresariales buscan una gestión tecnológica estructurada y sostenible, mediante el establecimiento de políticas, estándares y mecanismos de control para mejorar la capacidad de respuesta , fortalecer la transparencia y buscar la colaboración entre entidades públicas y privadas para impulsar la transformación digital y consolidar modelos de administración inteligentes [63].

2.3.3 GESTIÓN DE EVENTOS Y ALERTAS INTELIGENTES

La Universidad EAN en Bogotá presentó un trabajo en base a un enfoque tecnológico orientado a la detección, análisis y notificaciones de anomalías o fallos

que pueden afectar el funcionamiento de una organización, las soluciones basadas en alertas inteligentes permiten notificar como información los datos provenientes de diversas fuentes, mostrándolos en una plataforma centralizada para el monitoreo general del desempeño de la organización, estos sistemas son capaces de identificar patrones, detectar anomalías y ayudar a anticiparse a fallos que generen daños significativos en una organización, mediante su estructura desarrollada por analítica de datos, inteligencia artificial y el internet de las cosas [64].

La universidad Autónoma del Perú propone un modelo de agente inteligente capaz de automatizar la detección, clasificación y tratamiento de incidentes en entornos tecnológicos, debido a los múltiples incidentes que suceden a diario en las organizaciones, relacionado con fallas técnicas o amenazas de ciberseguridad provocando impactos negativos en la operatividad y gastos económicos no presupuestados, mediante los agentes inteligentes buscan identificar patrones de comportamiento y clasificar automáticamente los incidentes, asignando a un miembro del personal capacitado, fortaleciendo la continuidad operativa al convertir la gestión de incidentes en un proceso proactivo, automatizado y basado en conocimiento [65].

2.3.4 TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN GAD MUNICIPALES

La revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento mediante su estudio se enfoca en la evolución y adaptación de los gemelos digitales en distintas industrias u organizaciones, la autora Varas Chiquito señala que los gemelos digitales han evolucionado en la industria, sin embargo, esa transformación digital puede trasladarse y adaptarse al sector educativo, ella sostiene que la digitalización de las infraestructuras mejora la eficiencia operativa y fortalece la capacidad de respuesta e innovación, mediante este enfoque la educación se enrumba en una transformación tecnológica para brindar a las instituciones de nivel superior capacidad de respuesta ante incidentes y procesos de alta demanda académica [66].

El Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) de Valencia en la provincia de Los Ríos presenta un proceso estratégico para modernizar los procesos públicos mediante la integración de las tecnologías de la información y comunicación, buscando optimizar y automatizar procedimientos administrativos, mejorando la

eficiencia de los departamentos y logrando brindar un servicio de calidad a la ciudadanía, de la misma manera, la integración de plataformas disminuye los tiempos de respuesta, reducción de costos y tiempos de respuestas, logrando administraciones más ágiles y eficientes [67].

2.3.5 GOBIERNO ELECTRÓNICO Y ADMINISTRACIÓN PÚBLICA INTELIGENTE

La Universidad Autónoma de Madrid muestra que la modernización de procesos basada en la incorporación de las Tecnologías de la Información en administraciones públicas mejora la relación con el estado y la ciudadanía, mediante la digitalización de servicios, la automatización de procedimientos y la integración de sistemas de información mejora la eficiencia, eficacia y productividad de los servicios ofrecidos, promoviendo la transparencia en la gestión pública y fortaleciendo mecanismos de acceso a la información, además, permite una interacción más directa con la ciudadanía al mejorar en los cambios estructurales, culturales e institucionales, optimizando el intercambio de información y la coordinación de políticas públicas [68].

El instituto de Altos Estudios Nacionales muestra como la incorporación de tecnologías disruptivas y modelos de gobernanza basados en datos fortalece la capacidad de respuesta de las instituciones públicas, con el surgimiento de la inteligencia artificial, analítica de datos, computación en la nube, internet de las cosas, blockchain y sistemas automatizados de toma de decisiones, las instituciones buscan aprovechar el valor estratégico de la información para optimizar recursos y mejorar la calidad de servicios, este modelo tecnológico de gobernanza integra conocimiento y participación ciudadana para construir entornos más ágiles y eficientes logrando confianza entre Estado y sociedad [69].

2.3.6 AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS MEDIANTE FLUJOS DE TRABAJOS DIGITALES

La universidad de la Salle propone la automatización de procesos de trabajo mediante flujos de trabajos digitales, para optimizar la ejecución manual, seguimiento y control de actividades asignadas en la organización a través de sistemas informáticos que integran personas, procesos e información, de esta

manera, se pueden designar tareas de forma estructurada, modelar procesos de negocio, asignar responsabilidades y automatizar acciones repetitivas para reducir la intervención manual y evitar errores operativos, mejoran así la trazabilidad de la información y garantizar un mayor control sobre los procesos institucionales [70].

La Universidad Privada de Tacna propone una aplicación para la automatización de procesos mediante flujos de trabajo, utilizando tecnologías, algoritmos y plataformas de integración para ejecutar actividad que requieren intervención manual, gestionando de una manera más rápida, precisa y confiable la información, también se mejora la supervisión y control de los procesos al recibir información en tiempo real, optimizando recursos y aumentando la productividad al tener al personal realizando tareas específicas en base a sus funciones, de esta manera podemos estandarizar procesos para fortalecer la interoperabilidad entre sistemas y conseguir una administración eficiente y orientada a resultados [71].

2.3.7 ARQUITECTURAS BASADAS EN GRAFOS PARA LA GESTIÓN DE INFRAESTRUCTURA

La Universidad Politécnica de Madrid presenta las arquitecturas basadas en grafos como una alternativa avanzada para la gestión de infraestructura tecnológica, al permitir modelar, servicios, procesos y dispositivos mediante relaciones interconectadas, la representación en grafos permite modelar relaciones complejas manteniendo sus datos y favoreciendo la comprensión, permite identificar relaciones críticas, detectar fallos y mejora la toma de decisiones, son adecuados para entorno tecnológicos donde la representación en grafos se convierte en un elemento estratégico para mejorar la observabilidad de los sistemas y mejorar la eficiencia y continuidad operativa [72].

La Universidad Politécnica de Madrid presentó otra perspectiva al proponer un enfoque innovador para representar, analizar y monitorear entornos tecnológicos, debido al crecimiento acelerado de arquitecturas basadas en contenedores y computación en la nube, por esta razón se incrementa la necesidad de mostrar la relación entre aplicaciones, servidores o sus respectivas dependencias, modelar estas infraestructuras complejas mediante grafos ayuda a observar las relaciones mediante los nodos y enlaces semánticos, además, los grafos permiten realizar

consultas avanzadas sobre el estado operativo para identificar activos vulnerables y así fortalecer la gestión inteligente y consolidar una infraestructura moderna, facilitando la comprensión integral y mejoras en la toma de decisiones [73].

2.3.8 MODELO DE VISUALIZACIÓN CONTEXTUAL

La revista latinoamericana de ciencias sociales y humanidades indica que el modelo de visualización contextual tiene como objetivo la visualización de datos en la interpretación y comprensión de información cuantitativa mediante la representación de formas gráficas interactivas, facilitando la interpretación rápida mediante la presentación de datos claros y efectivos para dar una solución a contextos donde las decisiones suelen ser rápidas y precisas, especialmente en contextos de estado crítico, el uso correcto de las técnicas de visualización de datos mejora y facilita la toma de decisiones informadas en diversos sectores como salud, educación y economía [74].

La Universidad de Chile propone un Modelo de Visualización contextual de World Wide Web (WWW) debido a la necesidad de mejorar la comprensión y análisis de grandes volúmenes de información receptados a través de entornos digitales, mediante el modelo WWW se busca representar los resultados de búsqueda de manera organizada, interactiva y significativa, de esta manera, proporciona un contexto de la información recuperada, mostrando relaciones, agrupaciones y características relevantes de los archivos recibidos y analizados, generando una mayor eficiencia en la generación y comprensión de la información [75].

3.4 REQUERIMIENTOS

3.4.1. REQUERIMIENTOS FUNCIONALES

Requerimiento	Descripción del requerimiento
RF1	El sistema de gemelos digitales deberá monitorear el uso del Cpu, Ram, Almacenamiento Y Conectividad de los equipos de trabajo conectados y publicarlos mediante el nodo MQTT en Node-RED al dashboard para su visualización y control.
RF2	El sistema de gemelos digitales deberá monitorear en los equipos de red conectados las interfaces de red, tráfico de red, puertos abiertos, servicios activos y publicarlos mediante el nodo SNMP en Node-RED al dashboard para su visualización y control.
RF3	El dashboard deberá realizar consultas de información

	sobre los equipos monitoreados a Neo4j para su actualización en tiempo real.
RF4	El sistema de gemelos digitales deberá almacenar los datos del monitoreo en InfluxDB en base a las métricas y proporcionar la visualización por el periodo de tiempo determinado.
RF5	El sistema de monitoreo deberá representar la infraestructura seleccionada en forma gráfica mediante la implementación de gemelos digitales.
RF6	El sistema de gemelos digitales deberá mostrar alertas preventivas o de fallos cuando se vulnere los umbrales establecidos indicando el fallo en los equipos.
RF7	El sistema de gemelos digitales en el dashboard deberá mostrar gráficas en tiempo real de las métricas de rendimiento establecidas para el monitoreo de los equipos.
RF8	El sistema de gemelos digitales en el dashboard deberá generar reportes digitales y descargables con las especificaciones solicitadas por la gerencia.

Tabla 5 Requerimientos Funcionales

3.4.2. REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES

Requerimiento	Descripción del requerimiento
RF1	El dashboard del sistema de gemelos digitales debe mostrar los datos de los dispositivos obtenidos desde Neo4j actualizados cada 10 segundos
RF2	El acceso al dashboard será bajo clave de seguridad manejada por la gerencia para su uso restringido y seguro.
RF3	El sistema de gemelos digitales deberá permitir agregar más dispositivos para su monitoreo sin afectar el rendimiento del sistema.
RF4	El sistema de gemelos digitales deberá ser accesible bajo el permiso de la gerencia en navegadores web modernos.
RF5	El dashboard deberá ser intuitivo y fácil de interpretar para el fácil manejo y entendimiento de la información mostrada por el sistema.

Tabla 6 Requerimientos No Funcionales

3.5. COMPONENTES DE LA PROPUESTA

3.5.1 ARQUITECTURA DEL SISTEMA

La arquitectura de la plataforma de sistema de monitoreo comienza por una capa de adquisición de datos como Node-RED, mediante esta herramienta se obtiene todas las métricas establecidas provenientes de la infraestructura tecnológica monitoreada. La información obtenida es almacenada en InfluxDB, herramienta de series temporales eficiente para manejar grandes volúmenes de datos generados en

estado operativo accediendo a la visualización del monitoreo, análisis y gestión de los dispositivos. Mediante los distintos casos de uso se facilita la comprensión de los procesos del sistema y las responsabilidades del actor principal.

CASO DE USO 1: INICIAR SESIÓN

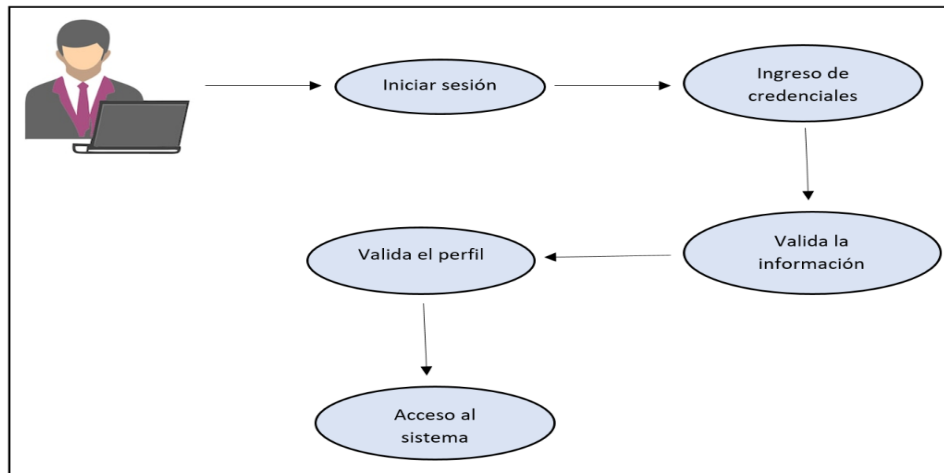


Ilustración 6 Caso de Uso – Inicio de Sesión

Actor	Director de TI
Definición	Permite al usuario autenticarse mediante credenciales validadas
Propósito	Garantizar el acceso controlado a la plataforma
Precondición	El usuario debe estar registrado
Flujo principal	Se ingresa con usuario y contraseña, el sistema valida la información y se permite el acceso.
Postcondición	Se inicia sesión activa en el sistema

Tabla 7 Casos de Uso - Inicio de Sesión

CASO DE USO 2: AGREGAR TÉCNICO

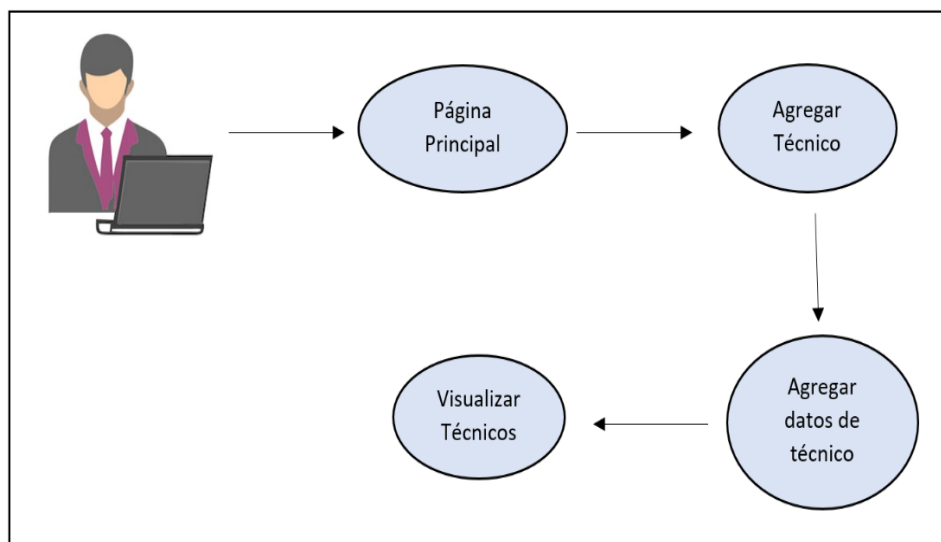


Ilustración 7 Casos de Uso - Agregar Técnico

Actor	Director de TI
Descripción	Permite agregar y visualizar los técnicos dentro del sistema
Propósito	Designar correctamente a los técnicos en caso de alerta generada
Precondición	Debe ser miembro del departamento de Sistemas
Flujo principal	Después de ingresar con las credenciales correctas, se muestra en la página principal
Postcondición	Los técnicos quedan registrados en el sistema

Tabla 8 Casos de uso - Agregar Técnico

CASO DE USO 3: GESTIONAR DISPOSITIVOS

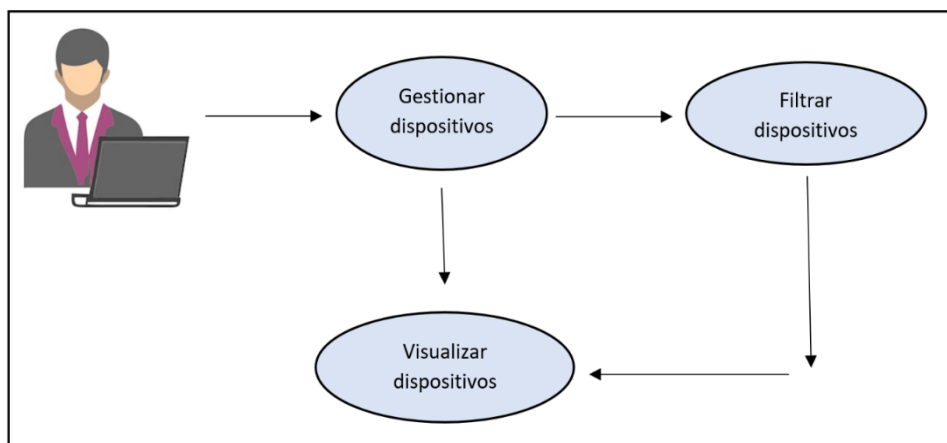


Ilustración 8 Casos de Uso - Gestionar Dispositivos

Actor	Director de TI
Definición	Permite visualizar los dispositivos que forman parte del entorno monitoreado.
Propósito	Facilitar la visualización de la información de los dispositivos monitoreados.
Precondición	El director debe haber iniciado sesión
Flujo principal	El director filtra la visualización de los dispositivos.
Postcondición	Los cambios quedan almacenados en el sistema.

Tabla 9 Casos de uso - Gestionar Dispositivos

00CASO DE USO 4: VER GEMELO DIGITAL

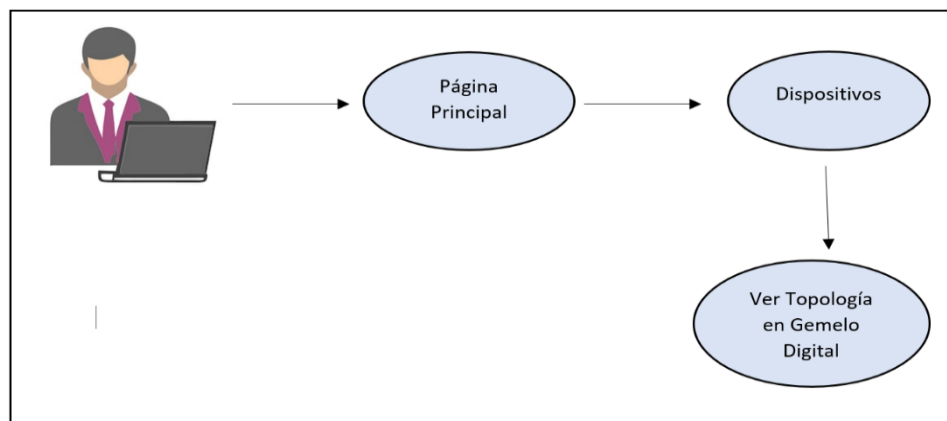


Ilustración 9 Casos de Uso - Ver Gemelo Digital

Actor	Director de TI
Descripción	Permite visualizar la infraestructura tecnológica de manera tridimensional.
Propósito	Visualizar en el sistema las relaciones y dependencias entre dispositivos.
Precondición	Existencia de datos registrados en Neo4j.
Flujo principal	El director accede a la página Monitoreo e ingresa en Ver Gemelo Digital.
Postcondición	Se presenta gráficamente los grafos de Neo4j con datos actualizados.

Tabla 10 Casos de uso - Ver Gemelo Digital

CASO DE USO 5: MONITOREAR INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA

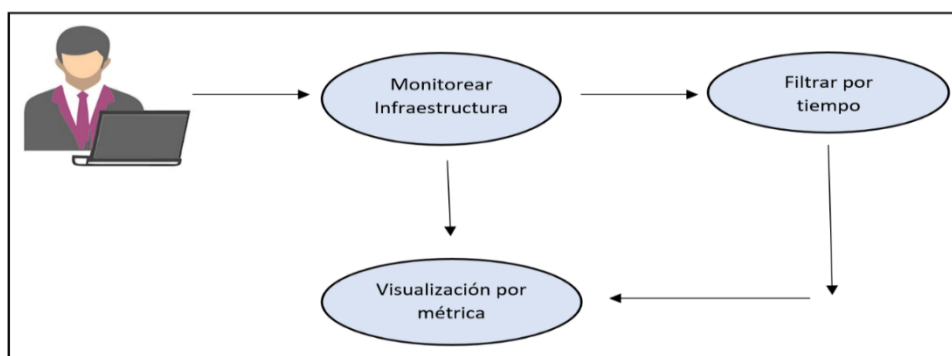


Ilustración 10 Casos de Uso - Monitorear Infraestructura Tecnológica

Actor	Director de TI
Definición	Se visualiza el monitoreo en tiempo real basado en las métricas establecidas.
Propósito	Supervisar el estado de la infraestructura tecnológica.
Precondición	Existencia de dispositivos registrados y métricas establecidas.
Flujo principal	El director selecciona una métrica de monitoreo y visualiza el funcionamiento del dispositivo.
Postcondición	El sistema muestra gráficas de monitoreo en tiempo real.

Tabla 11 Casos de uso - Monitorear Infraestructura Tecnológica

CASO DE USO 6: ALERTAS

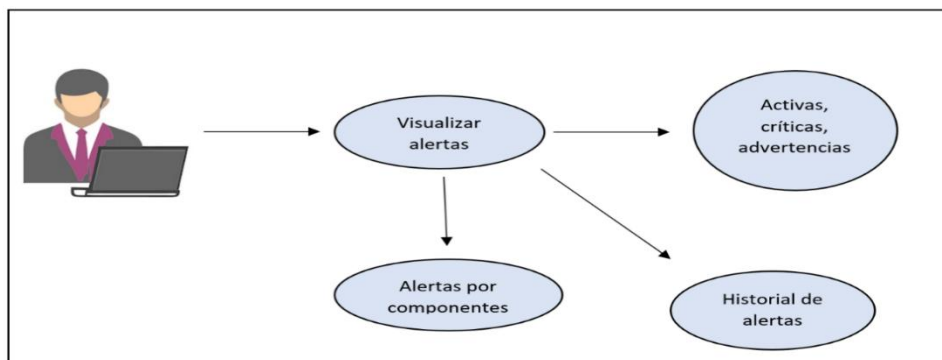


Ilustración 11 Casos de Uso - Alertas

Actor	Director de TI
Definición	Permite visualizar los eventos críticos en tiempo real.
Propósito	Facilitar la detección temprana de incidente.
Precondición	Existencia de umbrales establecidos en el monitoreo.
Flujo principal	El sistema detecta una condición crítica y envía una alerta.
Postcondición	La alerta queda registrada y se envía como notificación por correo electrónico.

Tabla 12 Casos de uso - Alertas

CASO DE USO 7: CONTROL OPERATIVO

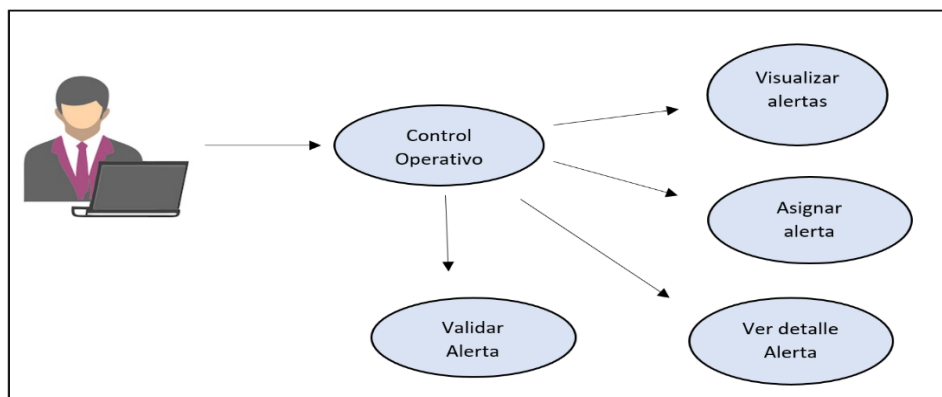


Ilustración 12 Casos de Uso - Control Operativo

Actor	Director de TI
Definición	Permite al director visualizar las alertas para designar
Propósito	Gestionar las alertas emitidas por el sistema.
Precondición	El director debe iniciar con sus credenciales.
Flujo principal	El sistema muestra las alertas de fallo, permite asignar la alerta y envía la notificación push al técnico.
Postcondición	La alerta queda designada y notifica al técnico.

Tabla 13 Casos de uso – Control Operativo

CASO DE USO 8: ASIGNAR ALERTAS AL TÉCNICO4

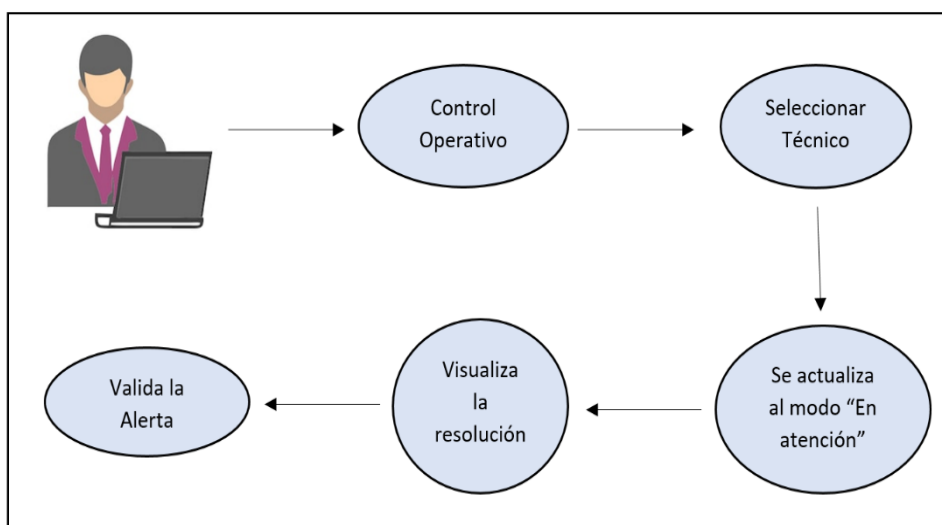


Ilustración 13 Casos de Uso - Asignar Alertas al Técnico

Actor	Director de TI
Definición	Permite al director asignar una alerta a un técnico específico.
Propósito	Distribuir las alertas a los diferentes técnicos.
Precondición	Debe existir más de un técnico registrado.
Flujo principal	El director asigna, visualiza la atención del técnico y valida la solución.
Postcondición	La alerta queda pendiente para atención.

Tabla 14 Casos de uso - Asignar Alertas al Técnico

CASO DE USO 9: GENERAR INFORMES

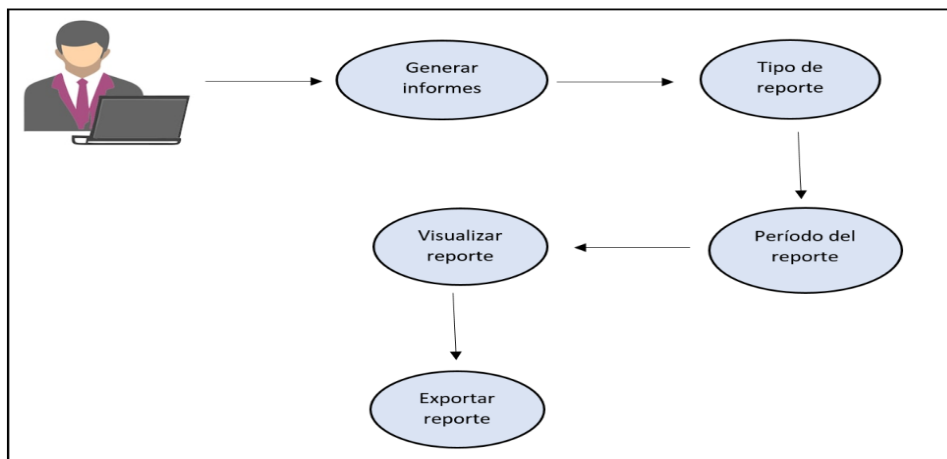


Ilustración 14 Casos de Uso - Generar Informes

Actor	Director de TI
Definición	Generar reportes de alertas y por métricas de rendimiento.
Propósito	Facilitar el análisis y toma de decisiones.
Precondición	Existencia de datos históricos almacenada.
Flujo principal	El director selecciona un periodo, métricas específicas y genera el informe.
Postcondición	El sistema muestra el reporte solicitado.

Tabla 15 Casos de uso - Generar Informes

CASO DE USO 10: INICIO DE SESIÓN DEL TÉCNICO EN APK

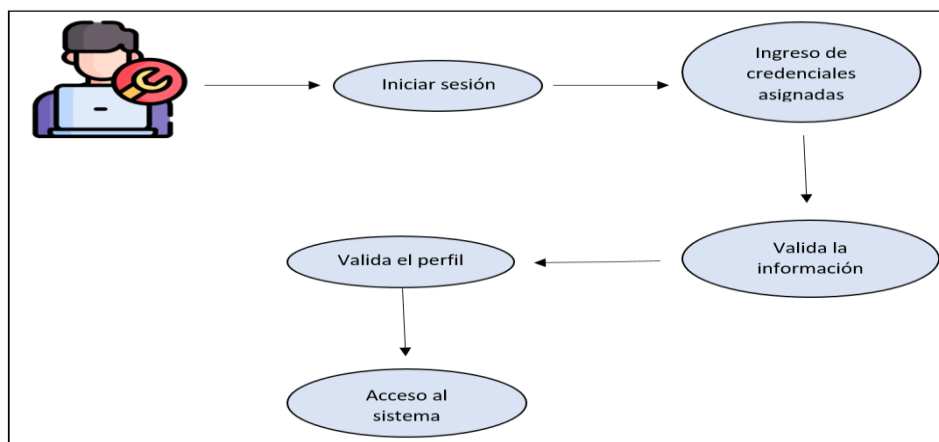


Ilustración 15 Casos de Uso - Inicio de Sesión del Técnico en APK

Actor	Técnico
Definición	Permite al técnico ingresar a la aplicación móvil con sus credenciales asignadas.
Propósito	Garantizar el acceso a la aplicación móvil mediante autenticación.
Precondición	El técnico debe estar registrado en el sistema de monitoreo.
Flujo principal	El técnico ingresa con sus credenciales, el sistema valida e ingresa sesión.
Postcondición	El técnico accede al sistema con su perfil asignado.

Tabla 16 Casos de uso - Inicio de Sesión del Técnico en APK

CASO DE USO 11: PÁGINA PRINCIPAL DE LA APK DEL TÉCNICO

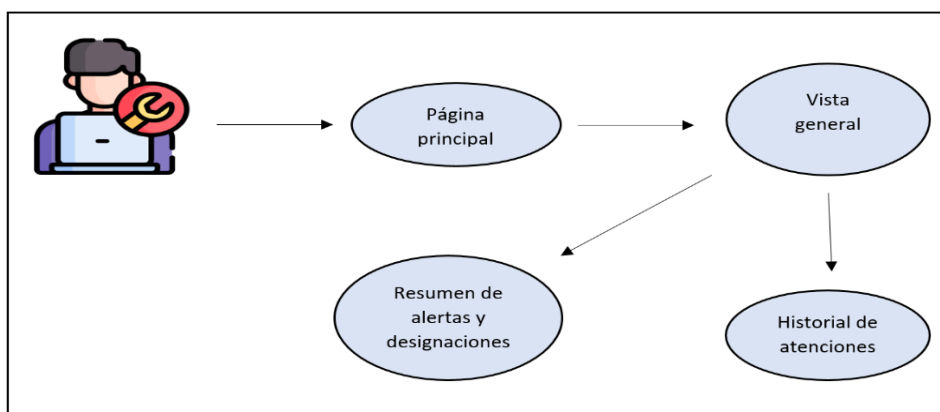


Ilustración 16 Casos de Uso - Página Principal de la APK del Técnico

Actor	Técnico
Definición	Permite al técnico tener una vista general de alertas y designaciones.
Propósito	Proporciona una vista rápida de las asignaciones.
Precondición	El técnico debe iniciar sesión.
Flujo principal	El sistema muestra vistas generales y actualizadas.
Postcondición	El técnico tiene una vista actualizada de sus obligaciones.

Tabla 17 Casos de Uso - Página Principal de la APK del Técnico

CASO DE USO 12: PERFIL DEL TÉCNICO EN APK

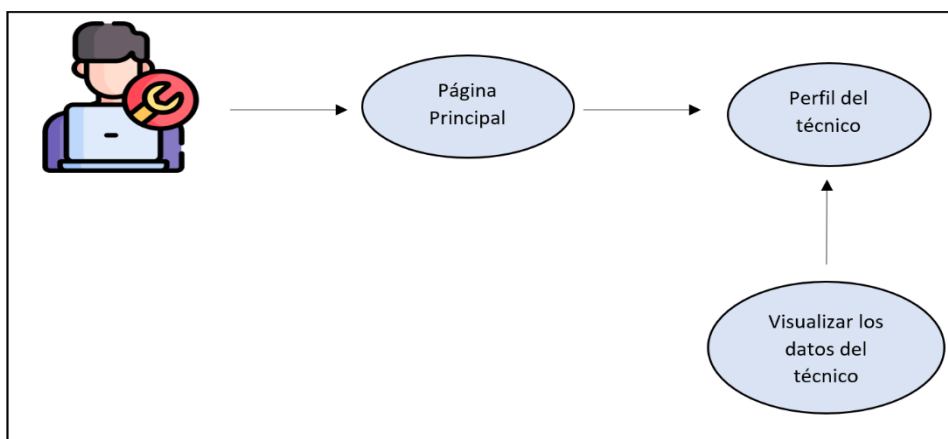


Ilustración 17 Casos de Uso - Perfil del Técnico en APK

Actor	Técnico
Definición	Permite visualizar la información del técnico.
Propósito	Consultar los datos personales.
Precondición	El técnico debe iniciar sesión con sus credenciales asignadas.
Flujo principal	El técnico inicia sesión, y visualiza sus datos personales.
Postcondición	El técnico verifica su información.

Tabla 18 Casos de Uso - Perfil del Técnico en APK

CASO DE USO 13: VER ALERTAS ASIGNADAS EN APK DEL TÉCNICO

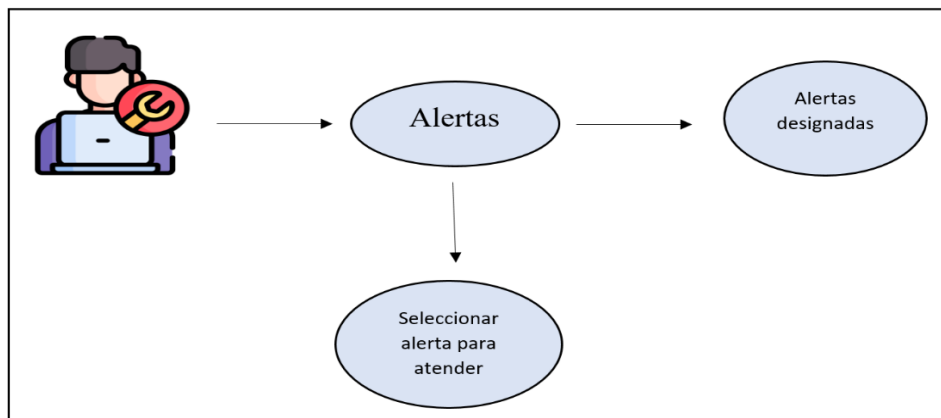


Ilustración 18 Casos de Uso - Ver Alertas Asignadas en APK del Técnico

Actor	Técnico
Definición	Permite al técnico visualizar las alertas que le fueron asignadas.
Propósito	Atender las alertas de fallo del sistema.
Precondición	El técnico debe iniciar sesión y visualizar sus asignaciones.
Flujo principal	El técnico ingresa a la vista alertas y observa sus asignaciones y marca en atención.
Postcondición	La alerta asignada cambia de estado a “en atención”.

Tabla 19 Casos de Uso - Ver Alertas Asignadas en APK del Técnico

CASO DE USO 14: HISTORIAL DE ALERTAS EN APK DEL TÉCNICO

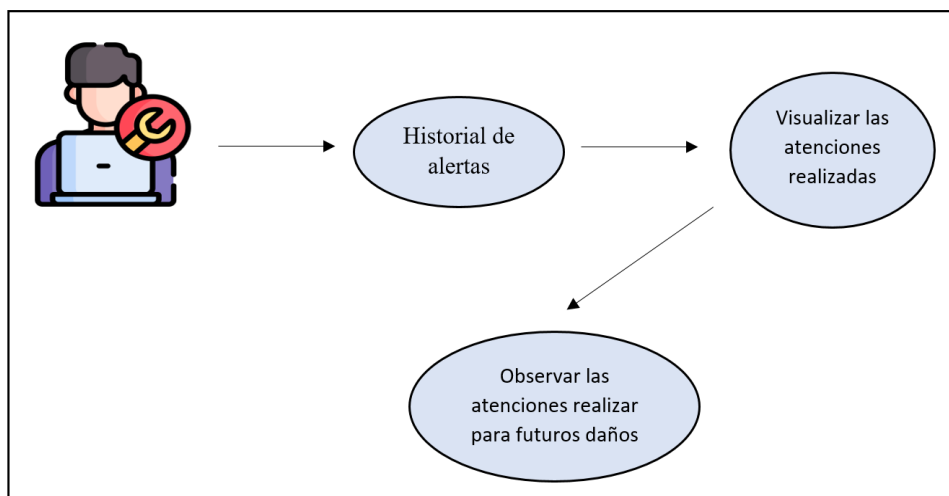


Ilustración 19 Casos de Uso - Historial de Alertas en APK del Técnico

Actor	Técnico
Definición	Permite al técnico consultar el historial de atenciones realizadas.
Propósito	Consultas el historial para futuros daños y reparaciones.
Precondición	El técnico debe iniciar sesión.
Flujo principal	El sistema muestra el historial de alertas, y permite visualizar los detalles de las reparaciones.
Postcondición	La técnico consulta el historial de trabajo.

Tabla 20 Casos de Uso - Historial de Alertas en APK del Técnico

3.5.3 MODELADO DE DATOS

El modelado de datos del sistema fue diseñado en una base de datos relacional en MySQL, para garantizar el almacenamiento y gestión de la información que genera la plataforma de monitoreo implementada en el GAD Municipal, así como el acceso controlado por roles al sistema web y aplicación móvil. También registra el token del dispositivo móvil y genera un token automático. La estructura de la base de datos se conforma por las tablas de Roles, Usuarios, Dispositivos, Reglas_Alertas, Alertas, Acciones_Alerta, Notificaciones, Reportes, Logs, Push_Tokens y asignaciones, con sus respectivas relaciones mostradas en la siguiente ilustración.

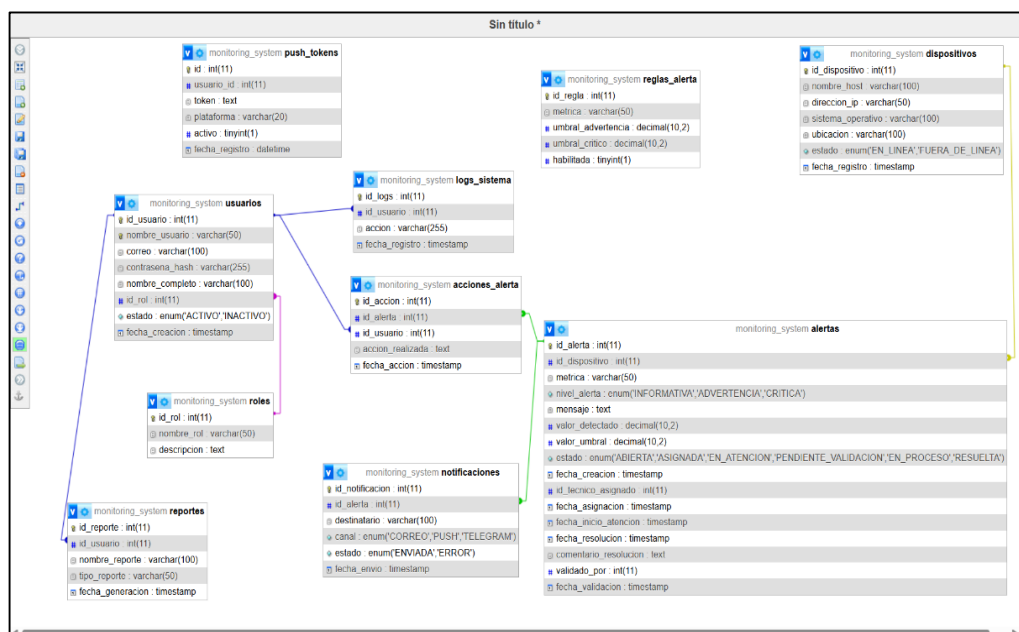


Ilustración 20 Base de Datos

3.6 DISEÑO DE INTERFACES

3.6.1 DISEÑO DE NODE-RED – FLOW DE TRABAJO

El sistema fue diseñado utilizando la herramienta Node-RED, conectando nodos en el flujo de trabajo y programándolos para comunicar dispositivos físicos y servicios en línea. Se implementó una arquitectura modularizada mediante flujos independientes para separar responsabilidades de monitoreo y facilitar el

3.6.4 FLOW PUERTOS

Propósito funcional: El Flow Puertos tiene como objetivo verificar periódicamente la disponibilidad de los puertos utilizados por los equipos registrados, se utiliza el nodo neo4j-bolt para obtener únicamente los puertos especificados, el nodo tcp request para establecer una conexión al puerto y verificar si el puerto está abierto o cerrado, este monitoreo se realiza cada 30 segundos para verificar el estado de los puertos en conjunto con la fecha y hora de la revisión.

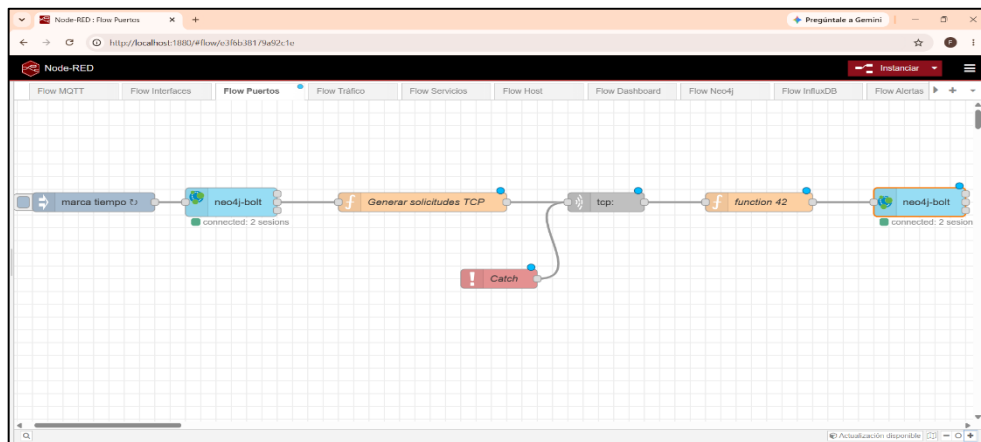


Ilustración 23 Flow Puertos

3.6.5 FLOW TRÁFICO

Propósito funcional: El Flow Tráfico monitorea el tráfico de red que circula por las interfaces de los dispositivos, se realiza una consulta mediante el nodo neo4j-bolt para especificar a monitorear y mediante el nodo snmp se obtiene los contadores de bytes recibidos (RX) y transmitidos (TX) para obtener un cálculo de tráfico real en Mbps definido en los nodos function en base a la diferencia entre lecturas, y finalmente se realiza otra consulta en neo4j-bol para mantener el registros de fecha de cada verificación y presentar información en tiempo real.

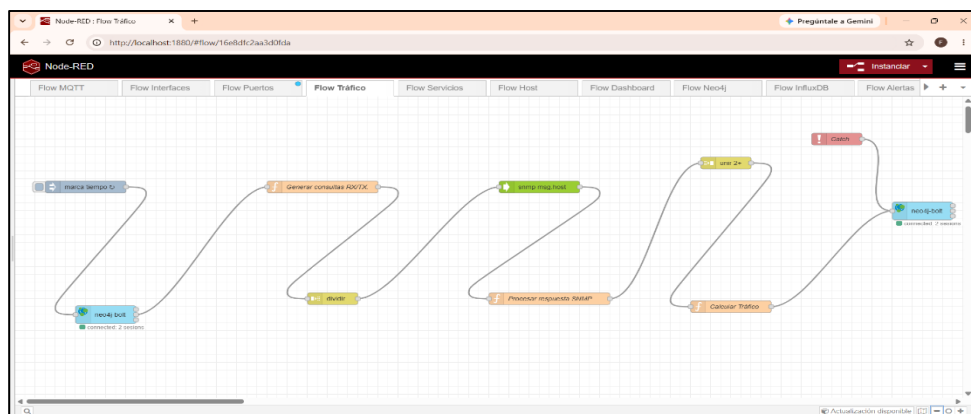


Ilustración 24 Flow Tráfico

3.6.6 FLOW SERVICIOS

Propósito funcional: El Flow Servicios tiene como objetivo supervisar la disponibilidad los servicios HTTP y DNS, utilizando el nodo neo4j-bolt realiza una consulta para obtener los datos importantes y servicios a monitorear, el nodo http request para realizar solicitudes a las URL correspondientes y verificar disponibilidad, el nodo dnsquery realiza consultas al dominio para verificar su disponibilidad, y se utilizan nodos function para obtener la información desde Neo4j de los servicios monitoreados y poder interpretar los resultados obtenidos.

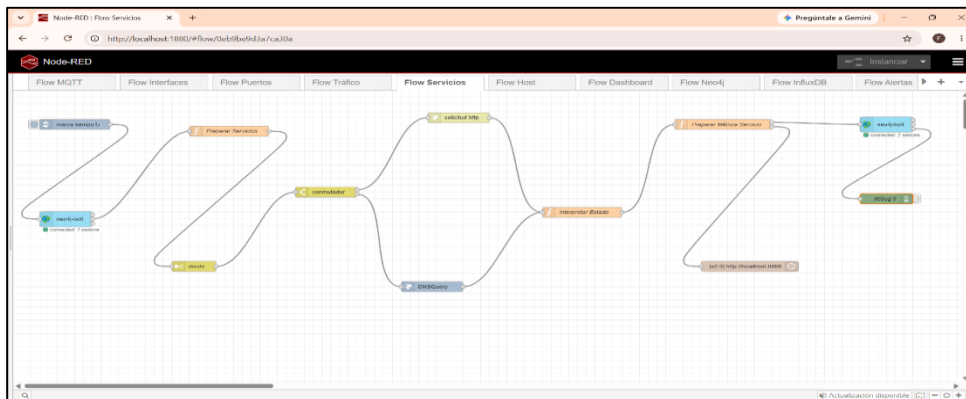


Ilustración 25 Flow Servicios

3.6.7 FLOW HOST

Propósito funcional: El Flow Host realiza un descubrimiento de dispositivos en la red para obtener información de los dispositivos que no están siendo monitoreados, este proceso se realiza de forma manual en la interfaz de monitoreo en el dashboard, el nodo network-discovery se realiza el descubrimiento de dispositivos, obteniendo información básica como IP, nombre del host y dirección MAC. Todos los dispositivos nuevos se visualizan en una lista en la interfaz correspondiente para una futura integración al sistema.

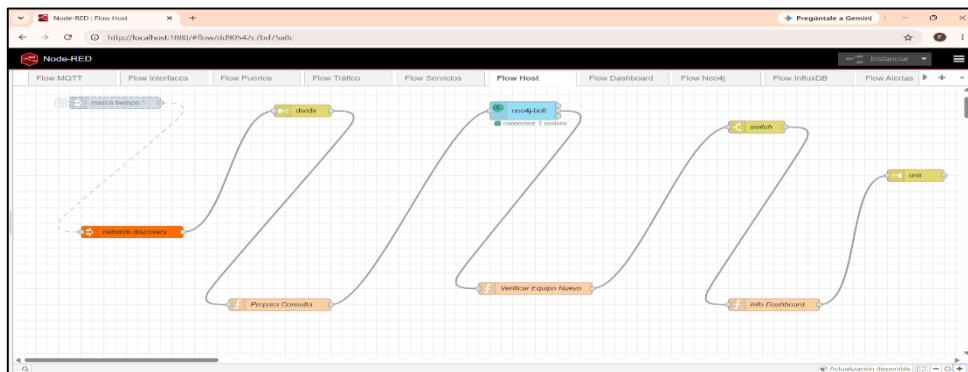


Ilustración 26 Flow Host

3.6.8 FLOW DASHBOARD

Propósito funcional: El Flow Dashboard se encarga de la conexión entre la base de datos en Neo4j y el Dashboard web de monitoreo mediante un endpoint específico para consultar información en tiempo real, utilizando el nodo http in como receptor de solicitudes por el frontend y realizar consultas por métricas específicas, un nodo function quien realiza una consulta Cypher en base a la métrica solicitada, la comunicación encargado por el nodo neo4j-bolt y finalmente la información enviada por el nodo http response en formato JSON, de esta manera se garantiza una correcta comunicación y mantenimiento por separado en base a su diseño modular.

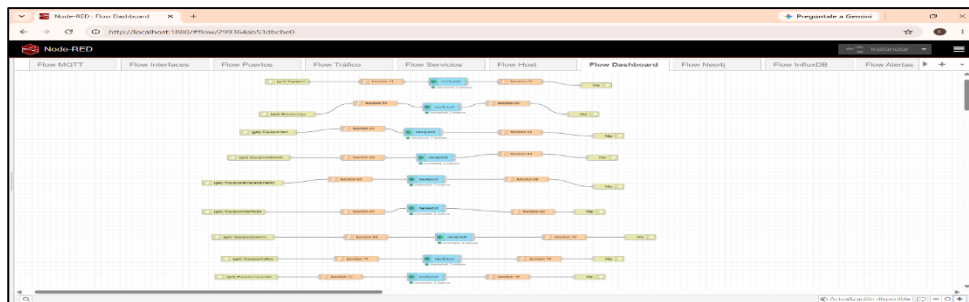


Ilustración 27 Flow Dashboard

3.6.9 FLOW NEO4J

Propósito funcional: El Flow Neo4j es el encargado de clasificar y almacenar datos procesados por los Flow de cada componente de monitoreo, mediante el nodo link in recopila los datos y los clasifica según el tipo de equipo, servicios, alertas o relaciones, cada una de estas clasificaciones generan consultas Cypher con la instrucción MERGE para evitar duplicar información y mantener los datos actualizados.

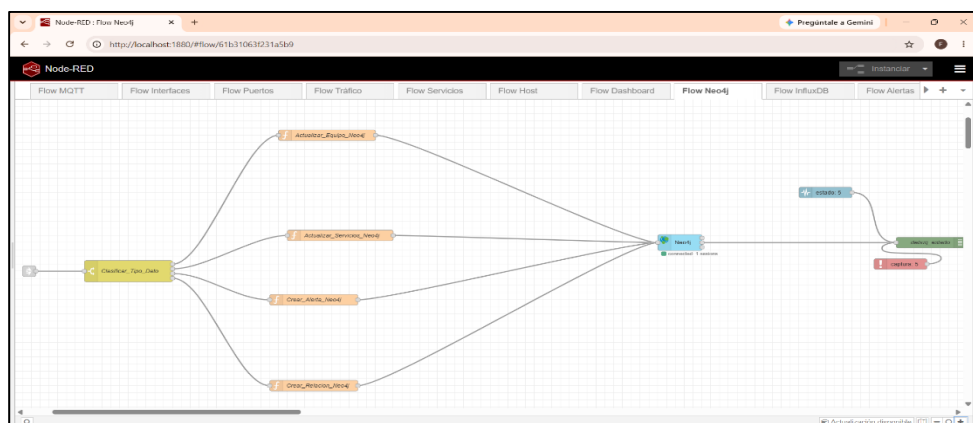


Ilustración 28 Flow Neo4j

3.6.10 FLOW INFLUXDB

Propósito funcional: El Flow InfluxDB es la encargada de recibir los datos recolectados de cada métrica de monitoreo para almacenarlos en la base de datos InfluxDB, mediante un nodo function centralizamos los datos recibidos para posteriormente validarlos según la métrica correspondiente, finalmente mediante el nodo influxdb out los datos son enviados al Bucket monitoreo de InfluxDB para garantizar su almacenamiento y visualización de datos históricos de todos los componentes de monitoreo establecidos.

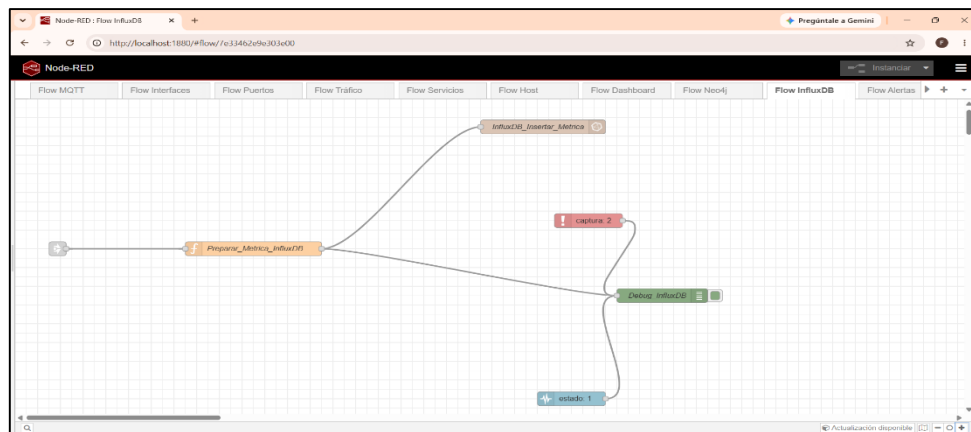


Ilustración 29 Flow InfluxDB

3.6.11 FLOW ALERTAS

Propósito funcional: El Flow Alertas es el encargado de procesar los datos de las métricas de cada Flow de monitoreo, mediante los nodos function se validan los umbrales definidos para determinar si existe una advertencia, el nodo filter evita enviar alertas duplicadas y se enlaza con el nodo delay quién controla la cantidad de alertas enviadas, finalmente mediante el nodo function se prepara la alerta generada y con la ayuda del nodo email se envía la alerta al correo establecido.

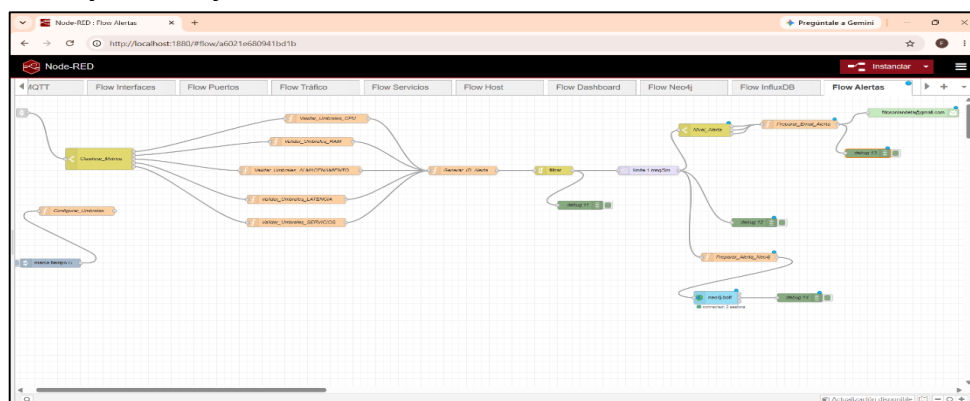


Ilustración 30 Flow Alertas

3.6.12 DISEÑO DE LA INTERFAZ WEB

El diseño del dashboard de visualización del monitoreo se fundamenta en principios de usabilidad centrada para el usuario, implementando una navegación por pestañas que facilite el uso, manejo y entendimiento del sistema. Cada interfaz del sistema se alimenta por distintas tecnologías como Node-RED y Neo4j quienes envían datos que se convierten en información para visualizar en tiempo real.

3.6.13 PANTALLA DE AUTENTICACIÓN DEL SISTEMA – INICIO DE SESIÓN

Propósito funcional: Controlar el acceso de inicio de sesión a la plataforma mediante autenticación, garantizando que solo los usuarios validados acceden a la visualización del monitoreo de infraestructura tecnológica. Este enfoque de seguridad permite un ingreso controlado para usuarios autorizados para la debida gestión, control y seguimiento del funcionamiento operacional de los dispositivos tecnológicos.

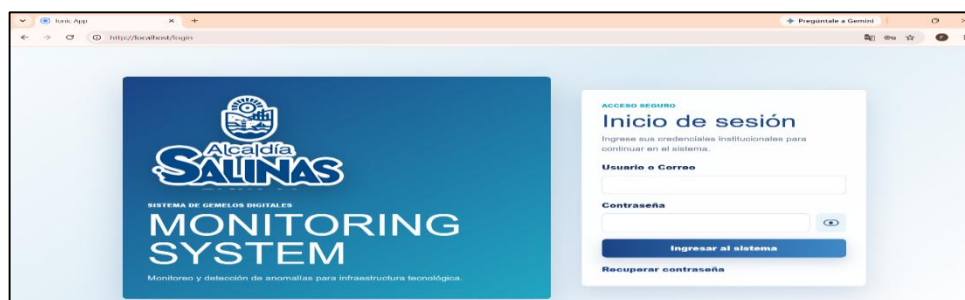


Ilustración 31 Inicio de Sesión

3.6.14 PANTALLA PRINCIPAL – VISUALIZACIÓN GENERAL

Propósito funcional: En la primera interfaz muestra la pantalla principal del sistema, donde se observan las gráficas principales de monitoreo, dando una vista general de la disponibilidad de la infraestructura tecnológica, el historial de las alertas registradas y las que necesitan ser atendidas, vista de dispositivos y un acceso rápido a los informes generados.



Ilustración 32 Pantalla Principal

3.6.15 PANTALLA DE AÑADIR Y VISUALIZAR TÉCNICOS

Propósito funcional: Esta interfaz está dentro de la página principal y permite agregar a los técnicos que conforman el departamento de sistemas, incluyendo su nombre de usuario, correo institucional, contraseña y nombres completos, además, también incluye una vista para poder visualizar y modificar los datos de los técnicos registrados en el sistema y poder tener una vista general al gestionar las asignaciones de las alertas emitidas.



Ilustración 33 Ver y Añadir Técnicos

3.6.16 PANTALLA DE DISPOSITIVOS

Propósito funcional: Esta interfaz permite la visualización y gestión de los dispositivos que están siendo monitoreados por el sistema, mostrando el total de los dispositivos, la cantidad por especificación y, además de una búsqueda por filtros que permite observar únicamente los dispositivos de nuestra elección, así obtenemos una vista personalizada que nos permita observar lo solicitado.

⌵

📄 Ionic App

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

⌵

<

Ilustración 34 Dispositivos Monitoreados

3.6.17 PANTALLA DE VISUALIZACIÓN DEL GEMELO DIGITAL

Propósito funcional: Esta vista se encuentra dentro de la página Dispositivos, accedemos dando clic en Ver Gemelo Digital para observar de manera tridimensional la topología registrada en Neo4j, además, se visualiza sus relaciones, dependencias y nombre del dispositivo representado, esta vista también sirve para una visualización más tecnológica del estado operativo del sistema, al producirse una alerta podemos ver el gemelo cambiar de color y mostrar un ícono señalando el fallo ocurrido.

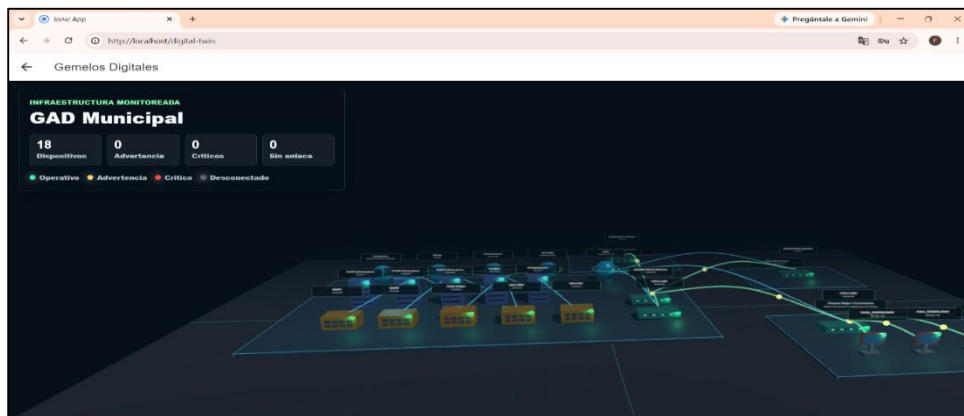


Ilustración 35 Gemelo Digital

3.6.18 PANTALLA DE MONITOREO

Propósito funcional: La interfaz de monitoreo muestra las gráficas de CPU, RAM, ALMACENAMIENTO, PING, TRÁFICO DE RED, PUERTOS ABIERTOS, SERVICIOS ACTIVOS e INTERFACES DE RED, encargadas de mostrar en tiempo real los datos recolectados como información, para una correcta visualización y análisis, además, un apartado que permite seleccionar un período determinado de tiempo y visualizar la información de las gráficas del tiempo solicitado.



Ilustración 36 Monitoreo

3.6.19 PANTALLA DE ALERTAS

Propósito funcional: Esta interfaz muestra de manera numérica y la cantidad de alertas activas, críticas, en advertencias y un historial producido por el sistema, además, muestra dos gráficas donde refleja la distribución por severidad y por clasificación de métricas de la plataforma, en la parte final de la página nos permite visualizar las que están activas esperando ser atendidas y un historial para tener como respaldo de las atenciones brindadas.

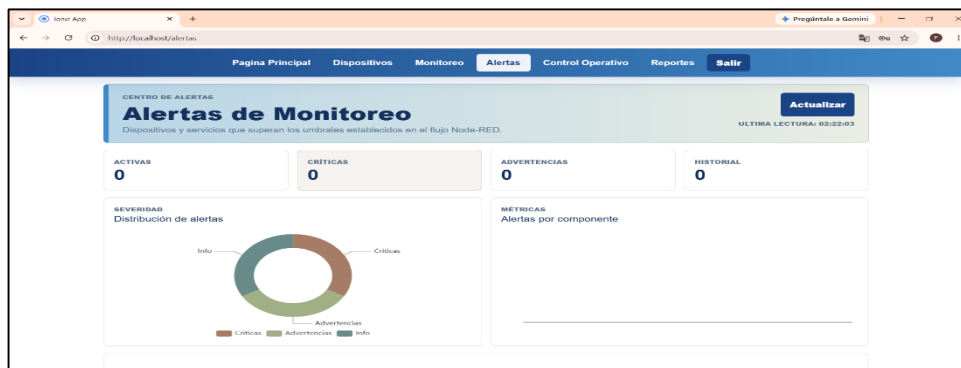


Ilustración 37 Alertas de Monitoreo

3.6.20 PANTALLA DE CONTROL OPERATIVO

Propósito funcional: Esta interfaz permite al Director de TI tener un control operacional del sistema, teniendo una vista de alertas abiertas, asignadas, en atención y pendientes de validación. Se asigna al técnico para notificarle el fallo que debe atender mediante una notificación push que le llega al celular con la aplicación debidamente instalada, de esta manera, en el dashboard el proceso va siendo observado y se mejora el control sobre la atención y permite que al terminar la reparación se pueda validar en base a lo realizado o devolver la asignación al mismo u otro técnico para que se encargue de fallo generado.

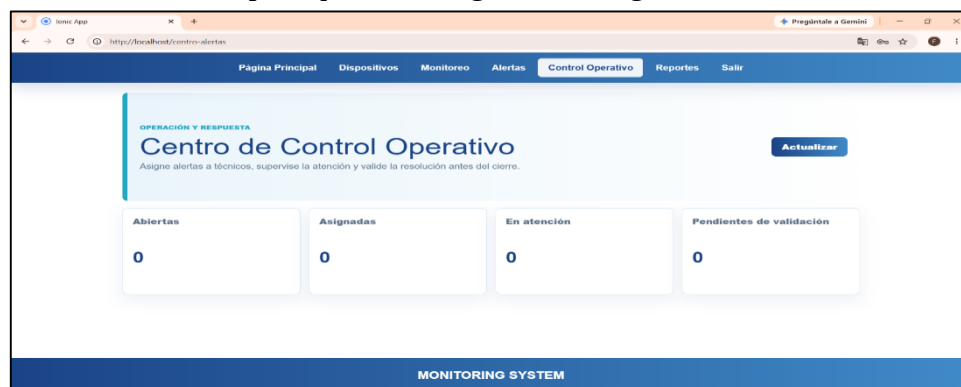


Ilustración 38 Control Operativo

3.6.21 PANTALLA DE REPORTES

Propósito funcional: En la interfaz de reportes tenemos la información para analizar lo que nos brinda el sistema, especificando el tipo de componente o técnico, también podemos elegir un período de tiempo para ser más específicos y filtrar por ciertas horas del día que deseamos, en escargar, muestra una vista previa y la opción para exportar como archivo pdf para un mejor análisis en reuniones importantes de la gerencia.

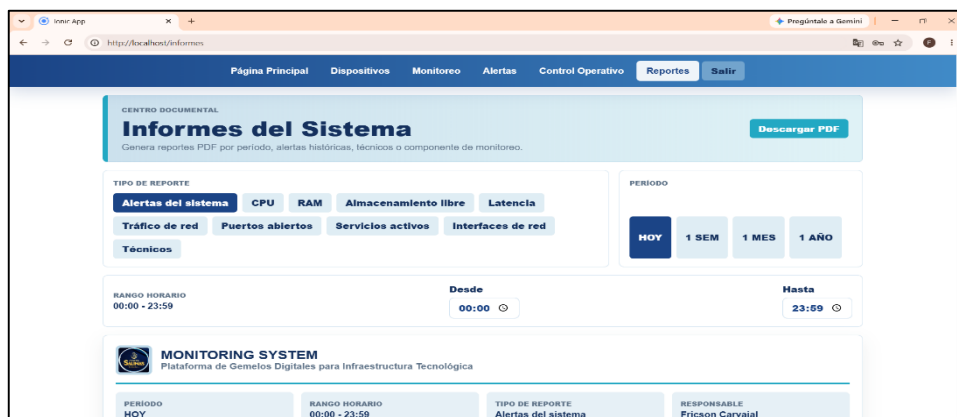


Ilustración 39 Reportes

3.6.22 DISEÑO DE LA INTERFAZ MÓVIL

El diseño de la aplicación móvil se fundamenta en principios de usabilidad centrada para el uso intuitivo del personal técnico asignado, mediante una arquitectura de navegación por pestañas para facilitar el acceso a las funcionalidades principales, mediante el uso de credenciales verificadas y notificaciones en tiempo real, la aplicación es un recurso importante para el desempeño técnico en la conservación de los equipos monitoreados, Además, la interfaz fue estructurada considerando criterios de accesibilidad y adaptación a diferentes tamaños de pantalla, permitiendo una experiencia eficiente desde dispositivos móviles.

3.6.23 PANTALLA DE INICIO DE SESIÓN – APK DEL TÉCNICO

Propósito funcional: El acceso de inicio de sesión del técnico se da mediante la generación de credenciales validadas por el sistema, al ser una plataforma empresarial solo la parte administrativa controla el acceso, manteniendo la seguridad mediante un ingreso controlado por técnicos pertenecientes al departamento, con el debido control y seguimiento en sus funciones designadas.



Ilustración 40 Inicio de Sesión Técnico

3.6.24 PANTALLA PRINCIPAL EN PAK DEL TÉCNICO

Propósito funcional: La interfaz de pantalla de inicio o principal muestra al técnico una vista general de las distintas opciones de visualización que tiene su rol asignado, muestra una parte informativa del sistema de monitoreo, una vista rápida a las alertas activas, pendientes de validación, un total de las realizadas, asignadas y notificadas en tiempo real mediante la notificación push que envía el sistema al celular.

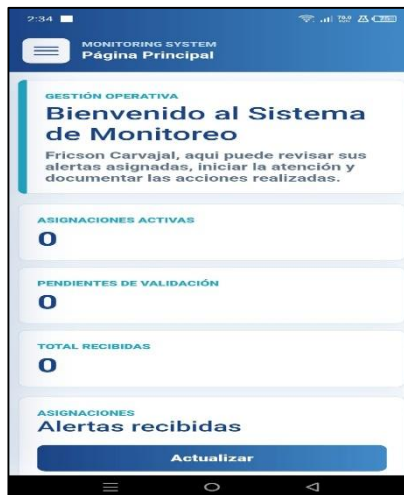


Ilustración 41 Página Principal Técnico

3.6.25 PANTALLA DE PERFIL EN APK DEL TÉCNICO

Propósito funcional: Esta interfaz muestra los datos personales del técnico en relación a sus funciones desempeñadas en el departamento, permitiendo visualizar sus credenciales asignadas, nombre de usuario, rol y su estado. Al tener registrado

su información, el sistema busca generar compromiso y eficiencia en sus obligaciones diarias, al abrir, cerrar y conseguir una validación se busca tener un registro del tiempo estimado de resolución del problema, dándole un respaldo laboral confiable y verificado.



Ilustración 42 Perfil Técnico

3.6.26 PANTALLA DE ALERTAS EN APK DEL TÉCNICO

Propósito funcional: En esta interfaz el técnico visualiza todas las alertas recibidas que le fueron asignadas, por medio de las opciones que brinda el sistema, selecciona en atención, para reflejarlo en la vista del director de TI, después de terminar y haber reparado el daño ocurrido marca como resuelto y agrega en comentarios los pasos que utilizó en la solución, espera la validación o la reasignación para una intervención mucho más efectiva.



Ilustración 43 Alertas Técnicos

3.6.27 PANTALLA DEL HISTORIAL EN APK DEL TÉCNICO

Propósito funcional: La interfaz de Historial de Alertas permite al técnico visualizar el total de las asignaciones que han sido resueltas por él, de esa manera, él puede justificar sus horas de trabajo y su eficiente desempeño al mostrar las validaciones y el tiempo que se demoró en resolver el problema, siendo esto un importante respaldo para demostrar sus conocimientos y generar confianza en base a sus resultados.



Ilustración 44 Historial Técnicos

3.7 PRUEBAS

3.7.1 CASOS DE PRUEBA PARA EL SISTEMA DE MONITOREO DE GEMELOS DIGITALES

PRUEBA N°01 – AUTENTICACIÓN DE USUARIO DEFINIDO POR ROLES AL INICIAR SESIÓN

Prueba N°01	Autenticación de usuario definido por roles al iniciar sesión
Roles	✓ Director de TI ✓ Técnico
Descripción	Validación de credenciales autorizadas para ingresar al sistema, en el caso del técnico mediante credenciales asignadas.
Condiciones	El Director de TI agregar al técnico en el sistema y genera el usuario y contraseña.
Pasos de la Prueba	1. Abrir la página Web en el caso del Director o la aplicación en caso del técnico. 2. Ingresar con el correo y contraseñas validadas. 3. Presionar el botón “Iniciar sesión”.

	4. El sistema genera el token JWT automáticamente. 5. El sistema web o aplicación móvil consultan MySQL para obtener el rol del usuario ingresado. 6. El sistema detecta el rol y los dirige a sus interfaces correspondientes.	
Resultados Obtenidos		
Resultado Esperado	Evaluación de la prueba	
Autenticación exitosa por parte del sistema mediante token JWT, al consultar el rol y dirección al usuario a su apartado correspondiente.		Exitoso
		Fallido

Tabla 21 Prueba N°01 – Autenticación de usuario definido por roles al iniciar sesión

PRUEBA N°02 – VISUALIZACIÓN, ACTUALIZACIÓN Y DESCUBRIMIENTO DE LOS DISPOSITIVOS MONITOREADOS Y NO MONITOREADOS.

Prueba N°02	Visualización, actualización y descubrimiento de los dispositivos monitoreados y no monitoreados.	
Descripción	El director luego de acceder al sistema, se dirige a la página monitoreo donde observa los dispositivos monitoreados, edita su información y realizar descubrimientos de red, para visualizar dispositivos que no están siendo monitoreados pero que están dentro de la red.	
Condiciones	El usuario solo puede acceder a esta información con credenciales de gerente.	
Pasos de la Prueba	1. Ingresar al sistema web. 2. Acceder a la página dispositivos. 3. Visualizar los equipos monitoreados. 4. Editar información de los equipos. 5. Presionar el botón “Inspección de Red” para visualizar todos los equipos dentro de la red.	
Resultados Obtenidos		
Resultado Esperado	Evaluación de la prueba	
Se observa la información de los equipos, se puede editar la información manualmente y se realiza correctamente el descubrimiento de red.		Exitoso
		Fallido

Tabla 22 Prueba n°02 – Visualización, actualización y descubrimiento de los dispositivos monitoreados y no monitoreados.

CASO N°03 - VISUALIZACIÓN DE LAS GRÁFICAS DE RENDIMIENTO POR COMPONENTES DE MONITOREO

Prueba N°03	Visualización de las gráficas de rendimiento por componentes de monitoreo.	
Descripción	El director puede observar en la página “Monitoreo” una serie de gráficas de rendimiento correspondientes a los componentes de monitoreo establecidos, al dar clic sobre alguna de ella se despliega una vista con información más específica en base a los datos en tiempo real del dispositivo monitoreado.	
Condiciones	El usuario solo puede acceder a esta información con credenciales de gerente.	
Pasos de la Prueba	1. Ingresar al sistema web. 2. Acceder a la página Monitoreo. 3. Visualizar las gráficas por componentes de monitoreo. 4. Dar clic en las gráficas para acceder a información más específica.	
Resultados Obtenidos		
Resultado Esperado	Evaluación de la prueba	
Se observan los datos generados en tiempo real como información mediante gráficas que muestran el rendimiento de los dispositivos.		Exitoso
		Fallido

Tabla 23 Caso N°03 - Visualización de las gráficas de rendimiento por componentes de monitoreo

CASO N°04 – VISUALIZACIÓN DE GRÁFICAS DE SEVERIDAD DE ALERTAS

Prueba N°04	Visualización de gráficas de severidad de alertas.	
Descripción	El director puede observar en la página “Alertas” las gráficas de distribución y por componentes, para tener una idea general de las alertas producidas por el sistema.	
Condiciones	El usuario solo puede acceder a esta información con credenciales de gerente.	
Pasos de la Prueba	1. Ingresar al sistema web. 2. Acceder a la página Alertas. 3. Visualizar las gráficas por severidad y componente de monitoreo. 4. Visualizar las alertas generadas por el sistema.	
Resultados Obtenidos		
Resultado Esperado	Evaluación de la prueba	

Observar las alertas activas, críticas o en advertencia, además, la gráfica de severidad y por componente para tener una idea del funcionamiento de los equipos.		Exitoso
		Fallido

Tabla 24 Caso N°04 – Visualización de gráficas de severidad de alertas

CASO N°05 – ASIGNACIONES DE ALERTAS MEDIANTE NOTIFICACIONES

Prueba N°05	Asignaciones de alertas mediante notificaciones	
Descripción	El director ingresa a la página “Control Operativo” para visualizar las alertas que se producen cuando se superan los umbrales establecidos, y así gestionar el trabajo de reparación a los técnicos del departamento.	
Condiciones	El usuario solo puede acceder a esta información con credenciales de gerente.	
Pasos de la Prueba	1. Ingresar al sistema web. 2. Acceder a la página control operativo. 3. Visualizar las alertas producidas al sobrepasar los umbrales definidos. 4. Designar a un técnico para asistir a la alerta generada. 5. Se genera una notificación push al técnico seleccionado con la información de la alerta. 6. Esperar la resolución de alerta. 7. Validar la atención realizar por el personal.	
Resultados Obtenidos		
Resultado Esperado	Evaluación de la prueba	
Se gestiona mejor el trabajo diario en atención a los dispositivos tecnológicos de la institución, además, se tiene un control de los trabajos y permite obtener reportes en base a técnicos y conclusiones en base a su desempeño.		Exitoso
		Fallido

Tabla 25 Caso n°05 – Asignaciones de alertas mediante notificaciones

CASO N°06 – GENERACIÓN DE INFORMES EN BASE A MONITOREO Y PERSONAL TÉCNICO.

Prueba N°06	Generación de informes en base a monitoreo y personal técnico.	
Descripción	El director ingresa a la página “Informes” para obtener información descargable en base a los componentes de monitoreo o personal técnico, además, puede especificar la información requerida al definir el lapso de tiempo del que desea la información.	
Condiciones	El usuario solo puede acceder a esta información con credenciales de gerente.	
Pasos de la Prueba	1. Ingresar al sistema web. 2. Acceder a la página control informes. 3. Seleccionar el tipo de informe que deseamos generar. 4. Seleccionar el tiempo del que deseamos obtener información. 5. Descargar el informe en base a nuestras especificaciones. 6. Visualizar la información obtenida.	
Resultados Obtenidos		
Resultado Esperado	Evaluación de la prueba	
Se obtiene informes con información específica, importante para el análisis de rendimiento de los equipos monitoreados y del personal técnico por parte de la gerencia.		Exitoso
		Fallido

Tabla 26 Caso N°06 – Generación de informes en base a monitoreo y personal técnico.

CASO N°07 – RECEPCIONES DE ALERTAS MEDIANTE NOTIFICACIONES PUSH

Prueba N°07	Recepciones de alertas mediante notificaciones push.	
Descripción	El técnico asignado visualiza en la aplicación móvil en la página Alertas las asignaciones recibidas para realizar las atenciones, además, el aviso llega mediante una notificación push al dispositivo móvil.	
Condiciones	El usuario solo puede acceder a esta información con credenciales asignadas por el sistema.	
Pasos de la Prueba	1. Ingresar a la aplicación móvil. 2. Acceder a la página Alertas. 3. Visualizar la alerta asignada. 4. Realizar la acción solicitada.	

	5. Marcar como alerta atendida. 6. Visualizar la verificación por parte de la gerencia.	
Resultados Obtenidos		
Resultado Esperado	Evaluación de la prueba	
Recibir la notificación push en el dispositivo móvil para realizar la alerta asignada, hacer la reparación y agregar en comentarios la solución.		Exitoso
		Fallido

Tabla 27 Caso N°07 – Recepciones de alertas mediante notificaciones push

3.8 RESULTADOS

Las pruebas realizadas en la implementación de la plataforma de gemelos digitales open source para el monitoreo y detección de anomalías en la infraestructura tecnológica del GAD Municipal, permitieron validar los resultados obtenidos en cada una de las etapas de la investigación, además de una verificación de todos los componentes que integran la solución desarrollada.

Para validar el funcionamiento de la plataforma se comprobó la correcta comunicación de las herramientas open source seleccionadas, se comprobó el monitoreo en tiempo real de los dispositivos, la visualización de los equipos mediante grafos con sus respectivas relaciones y servicios, el registro histórico y el almacenamiento generado en cada una de las bases de datos correspondientes, la representación del gemelo digital con sus respectivas especificaciones, la información presentada en los reportes descargables al seleccionar el tipo y período, la generación automática de las alertas al sobrepasar los umbrales y el envío de las notificaciones push al técnico seleccionado.

Finalmente, se presentó las evidencias correspondientes del funcionamiento de la plataforma en el diseño de interfaces mediante capturas de pantalla, tanto del funcionamiento del sistema web como de la aplicación móvil, para demostrar la correcta implementación en el GAD Municipal en base a los requerimientos establecidos para el monitoreo en tiempo real.

CONCLUSIONES

El análisis de la información obtenida de la infraestructura tecnológica del GAD Municipal permitió definir las métricas, umbrales y requerimientos funcionales

necesarios para implementar una plataforma de gemelos digitales capaz de monitorear dispositivos, servicios y detectar anomalías en tiempo real, mejorando la disponibilidad y continuidad de los servicios tecnológicos de la institución.

La selección de herramientas open source permitió demostrar el desarrollo de una plataforma de monitoreo de infraestructura tecnológica, sin dependencias de software comerciales de alto costo, la integración de Node-RED, Neo4j, InfluxDB, MySQL, Three.js, Apache Echarts, Firebase y protocolos MQTT y SNMP, consolidó una arquitectura escalable y adaptable para convertirse en una alternativa viable y sostenible para instituciones públicas.

El dashboard desarrollado permitió monitorear en tiempo real el estado de servidores, equipos de red y computadoras, incorporando métricas, alertas, reportes y la representación de la infraestructura mediante gemelos digitales. Además, la inclusión de un control operativo y las notificaciones móviles facilitaron una respuesta oportuna ante eventos anómalos programando mantenimientos preventivos y correctivos.

Las pruebas de funcionamiento confirmaron el correcto desempeño de la plataforma, evidenciando un monitoreo continuo, almacenamiento confiable de la información y generación de alertas en tiempo real. La solución constituye una alternativa escalable y de bajo costo frente a herramientas comerciales, con potencial de replicación en instituciones públicas con características similares.

RECOMENDACIONES

Se recomienda incorporar un mecanismo de descubrimiento automático de red que identifique y registre dispositivos, interfaces y relaciones en Neo4j con mínima intervención manual. Para ello, se pueden integrar herramientas como Nmap y protocolos de descubrimiento LLDP o CDP, ejecutando este proceso de forma periódica para mantener actualizado el gemelo digital de la infraestructura tecnológica.

Se recomienda fortalecer la detección de anomalías mediante la incorporación de modelos de inteligencia artificial y aprendizaje automático que analicen las métricas almacenadas en InfluxDB. Esto permitirá identificar patrones de

comportamiento, detectar posibles intrusiones y generar predicciones que apoyen el mantenimiento preventivo y la seguridad de la infraestructura tecnológica.

Se recomienda ampliar las funcionalidades del dashboard mediante la integración de procesos de Gestión de Servicios de TI (ITSM) para automatizar la creación y asignación de tickets de soporte. Esto permitirá mejorar la priorización de incidentes, optimizar la trazabilidad de las alertas y fortalecer la capacidad de respuesta del personal técnico ante eventos críticos.

Se recomienda fortalecer el agente de monitoreo mediante una arquitectura modular que incorpore actualizaciones remotas (OTA), monitoreo continuo de su funcionamiento y mecanismos de autenticación segura. Además, se sugiere implementar cifrado mediante TLS para garantizar la confidencialidad, integridad y confiabilidad de la información transmitida entre los dispositivos y la plataforma.

REFERENCIAS

- [1] P. A. A. S. C. O. P. F. y. J. A. A. S. Eduardo Antonio Alvarado Unamuno, La importancia de contar con una infraestructura tecnológica de alta disponibilidad en instituciones gubernamentales (Ecuador), Guayaquil, 2016.
- [2] W. F. P. Huamani, INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA Y GESTIÓN ADMINISTRATIVA EN LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YAULI 2021, Huancavelica, 2021.
- [3] J. L. P. C. A. J. Ricardo J. Sánchez, Inversiones en infraestructura en América Latina, 2017.
- [4] A. A. F. Sanchez, ANALISIS DE LA IMPORTANCIA DE LA VIRTUALIZACION EN LAS INFRAESTRUCTURAS DE SISTEMAS INFORMÁTICOS MODERNOS, Babahoyo, 2024.
- [5] P. H. Chirinos Munoz, PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE CLOUD COMPUTING PARA ASEGURAR CONTINUIDAD OPERATIVA DE INFRAESTRUCTURA INFORMÁTICA EN EMPRESA DE INTERNET, Lima, 2017.
- [6] R. L. Aragón, MEJORA DE INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DEL CENTRO DE MONITOREO DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DEL CUSCO, Lima, 2017.
- [7] C. F. L. Moncada, TRANSPARENCIA DE LA GESTIÓN EN LOS GAD PROVINCIALES DE ECUADOR 2019 AL 2020. UN ANÁLISIS DESDE LA DISPONIBILIDAD, CALIDAD Y UTILIDAD DE LA INFORMACIÓN, USO DE LAS TIC Y PARTICIPACIÓN DE LOS CIUDADANOS, Quito, 2022.
- [8] R. A. I. Vélex, Las inversiones del GAD Municipal y el impacto en el desarrollo comunitario del cantón El Empalme, periodo 2020-2022, Empalme, 2024.
- [9] W. B. J. López, Modelo de gestión con enfoque al cumplimiento de metas y objetivos organizacionales de los gobiernos autónomos descentralizados, Puyo, 2016.
- [10] W. E. R. Barreto, La gestión de los Gobiernos Autónomos Descentralizados ecuatorianos como protagonistas en el proceso de descentralización., Ambato, 2021.

- [11] I. F. G. Vazquez, PROPUESTA DE PLAN ESTRATEGICO DE TECNOLOGIAS DE INFORMACION-PETI PARA MEJORAR LA GESTION DE TI DEL GAD MUNICIPAL DE CAÑAR, Cañar, 2021.
- [12] C. M. F. U. J. J. S. E. Tamia Sisa Chimborazo Morocho, Incidencia del gobierno de TI en la gestión estratégica de los GAD municipales de Cañar, Tambo y Suscal, Chimbrazo, 2022.
- [13] J. N. A. CALAPAQUI, IMPLEMENTACIÓN DE UN GEMELO DIGITAL Y UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA EL SUBPROCESO DE ENVASADO PARA LA CADENA DE PROCESAMIENTO DE LÍQUIDOS, Quito, 2025.
- [14] L. R. M. Chozo, Sistema de monitoreo de la infraestructura de TI para gestionar incidentes de una empresa del rubro tecnológico, LAMBAYEQUE, 2024.
- [15] B. A. C. ROMERO, DISEÑO DE UNA MEJORA A LA INFRAESTRUCTURA TIC BASADO EN LAS REDES, SEGURIDAD Y MONITOREO, PARA LA PREVENCIÓN DE VULNERABILIDADES EN LA GESTIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA EMPRESA CRUSARDI S.A.S., Bogotá, 2022.
- [16] F.-T. F. J. Proaño-Ponce William Patricio, SEGURIDAD INFORMÁTICA Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL: UNA MIRADA EN LA EVOLUCIÓN DEL GAD JIPIJAPA, Jipijapa, 2025.
- [17] A. M. Parra Palate, PLAN INTEGRAL DE CIBERSEGURIDAD PARA LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DEL GAD MUNICIPAL DE SAN CRISTÓBAL 2024, Santa Elena, Ecuador, 2025.
- [18] M. M. Paguay Melena, IMPLEMENTACIÓN DE UN TABLERO GATEWAY COMO PLATAFORMA CENTRALIZADA DE MONITOREO DEL BL43 PEC, Santa Elena, Ecuador, 2025.
- [19] J. C. C. FAJARDO, DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE GESTIÓN Y MONITOREO QUE CLASIFICA PRODUCTOS A NIVEL INDUSTRIAL, APLICANDO COMPUTACIÓN COGNITIVA, La Libertad, Ecuador, 2024.
- [20] L. Z. C. Y. RAMÓN, PLAN INFORMÁTICO PARA MEJORAR LA GESTIÓN DE SEGURIDAD DE INFORMACIÓN DEL GAD MUNICIPAL TOSAGUA., Santo Domingo, 2017.
- [21] L. I. B. Z. G. R. V. M. Joffre Vicente Leon Acurio, Red metropolitana segura y la gestion de sucursales en la infraestructura tecnologica: caso de estudio

GADM de la ciudad de Babahoyo, Babahoyo, 2016.

- [22] B. A. Caballero Romero, Diseño de una mejora a la infraestructura TIC basado en las redes, seguridad y monitoreo, para la prevención de vulnerabilidades en la gestión de la infraestructura de la empresa Crusardi S.A.S., Bogotá, 2023.
- [23] M. Sandoval Ulloa, Guía de optimización de infraestructura tecnológica para la prevención y recuperación de incidentes de ciberseguridad, Costa Rica, 2024.
- [24] B. L. W. Alberto, Auditoria informática al control y mantenimiento de una infraestructura tecnológica, Santa Ana de Coro, 2019.
- [25] C. N. I. CAMPOS, OPTIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DEL ERP SAP DE UNA EMPRESA AUTOMOTRIZ, Lima, 2018.
- [26] «Plan de Desarrollo Ecuador No Se Detiene 2025 – 2029,» 21 Agosto 2025. [En línea]. Available: <https://www.planificacion.gob.ec/plan-nacional-de-desarrollo-2025-2029-ecuador-no-se-detiene/>.
- [27] A. V. Taiman, La Investigación Descriptiva con Enfoque Cualitativo en Educación, Perú, 2022.
- [28] C. R. Galarza, Los Alcances de una Investigación, Chile, 2020.
- [29] S. F. A. Faneite, Criterios para la selección de técnicas e instrumentos de recolección de datos en las investigaciones mixtas, Venexuela, 2023.
- [30] C. Ortega, «QuestionPro,» [En línea]. Available: <https://www.questionpro.com/blog/es/metodo-analitico/>.
- [31] E. R. Arias, «Economipedia,» 13 Agosto 2025. [En línea]. Available: <https://economipedia.com/definiciones/metodo-sintetico.html>.
- [32] E. Suarez, «Experto Universitario,» 28 Febrero 2025. [En línea]. Available: <https://expertouniversitario.es/blog/metodo-hipotetico-deductivo/>.
- [33] V. Chero-Pacheco1, Población y muestra., Lima, 2024.
- [34] S. L. Travis Hartin, «Study.com,» 21 11 2023. [En línea]. Available: <https://study.com/learn/lesson/direct-observation-assessment-examples.html>.
- [35] C. Vázquez, «Clientify,» 25 07 2025. [En línea]. Available: <https://clientify.com/blog/marketing/recoleccion-de-datos-metodos-tecnicas-e-instrumentos>.

- [36] «GAD Municipal de Salinas,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.salinas.gob.ec/>.
- [37] A. N. d. Ecuador, CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR, 2021.
- [38] A. N. d. Ecuador, CODIGO ORGANICO DE ORGANIZACION TERRITORIAL, COOTAD, 2019.
- [39] A. N. d. Ecuador, LEY ORGÁNICA DE PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES, 2021.
- [40] G. Castillo, «Innovación Digital 360,» 30 Agosto 2023. [En línea]. Available: <https://www.innovaciondigital360.com/industria-4-0/infraestructura-tecnologica-que-es-tipos-y-caracteristicas/>.
- [41] A. L. Alfonso, Inteligencia de Negocio: una solución factible para el monitoreo de infraestructuras tecnológicas, Cuba, 2020.
- [42] D. J. Spano, El Open Source como facilitador del Open Access, Buenos Aires.
- [43] L. K. A. H. C. A. A. E. C. M. ., J. O. C. Jesús Martin NieblasManríquez, Node-RED: UnaHerramientadeAccesoLibrepara el ControldeVelocidaden MotoresTrifásicos, México, 2023.
- [44] M. P.-M. y. J. G. Carlos Lopezosa, Visualización de datos y medios de comunicación: scoping review, Barcelona, 2023.
- [45] R. Cadili, «KNIME,» 19 Marzo 2024. [En línea]. Available: <https://www.knime.com/blog/apache-echarts>.
- [46] O. J. A. Lorite, Sistema de Alerta Temprana en Seguridad Informática mediante Honeypots Virtualizados en Redes Empresariales, Bolivia, 2025.
- [47] J. Orellano, «DOPPLER,» 07 Mayo 2026. [En línea]. Available: https://www.fromdoppler.com/blog/beneficios-de-push-notification/?utm_medium=organic&utm_source=google.
- [48] «IBM,» 05 Agosto 2021. [En línea]. Available: <https://www.ibm.com/mx-es/think/topics/what-is-a-digital-twin>.
- [49] M. J. V.-B. Jesús Palomar-Vázquez, Explorando las posibilidades de la biblioteca Three.js para la difusión de proyectos de patrimonio cultural., Valencia, 2016.
- [50] A. A. C. R. Á. I. R. A. E. B. C. J. G. M. D. M.-H. M. E. A. M. Alejandro Arias
Martijena,

Protocolos y tecnologías utilizadas en los sistemas de comunicación de las microrredes eléctricas, 2020.

- [51] «IBM Maximo Application Suite,» 24 Junio 2025. [En línea]. Available: <https://www.ibm.com/docs/es/masv-and-l/maximo-monitor/cd?topic=security-mqtt-messaging>.
- [52] «Net-SNMP,» 26 Junio 2024. [En línea]. Available: <https://www.net-snmp.org/>.
- [53] E. E. Espinoza-Freire, Estrategias de búsqueda de información en bases de datos, Pasaje, 2025.
- [54] M. B. C. P. Claudia Pinilla, Bases de datos orientadas a grafos, Bogotá, Colombia, 2017.
- [55] Z. Wang, COMPARATIVA DE BASES DE DATOS RELACIONALES Y DE SERIES TEMPORALES, Catalunya, 2024.
- [56] «Visual Studio Code,» [En línea]. Available: <https://code.visualstudio.com/>.
- [57] «Angular,» [En línea]. Available: <https://angular.dev/tutorials/learn-angular>.
- [58] «ionic DOCS,» [En línea]. Available: <https://ionicframework.com/docs/reference/release-notes>.
- [59] «python,» [En línea]. Available: <https://www.python.org/>.
- [60] E. R. L. d. L. Lucia Latorre, Reporte de Tecnología: Gemelos Digitales, 2024.
- [61] L. A. D. Palacios, PROPUESTA DE MONITOREO EN TIEMPO REAL PARA LA GESTIÓN DEL TRÁFICO VEHICULAR EN CIUDADES INTELIGENTES CON UN ENFOQUE EXPERIMENTAL Y EXPLORATORIO, Pereira, 2024.
- [62] C. A. C. Mónica Peña Casanova, Modelo para la gestión de infraestructuras de tecnologías de la información, Quito, 2019.
- [63] W. N. B. Gina Paola Maestre Góngora, Gestión de tecnología de información para gobiernos inteligentes: un enfoque de arquitectura empresarial, 2017.
- [64] C. A. S. J. N. E. M. G. Nilton Augusto Ruiz Rodríguez, Prototipo de gestión de KPI con alertas inteligentes para transporte de hidrocarburos (PGAI) Modalidad: Innovación Organizacional “Business case”, Bogotá, 2021.
- [65] L. O.-P. W. P.-I. M. C.-C. Orlando Iparraguirre-Villanueva, Agente inteligente para la gestión de incidencias, Lima, 2023.

- [66] J. X. G. P. M. B. C. C. B. C. Michelle Varas Chiquito, Gemelos digitales y su evolución en la industria, Guayaquil, 2020.
- [67] R. M. F. A. Astrid JamilethGonzález Álvarez, HACIA UNA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA INTELIGENTE: INNOVACIÓN DIGITAL EN EL GAD MUNICIPAL DE VALENCIA, Valencia, 2026.
- [68] E. Carles Ramió Matas, Gobernanza y administración pública inteligente, Quito, 2023.
- [69] X. B. Martínez, La gobernanza y administración pública inteligente como un nuevo enfoque de la administración pública, Quito, 2023.
- [70] A. F. R. H. Ana María Rendón Veloza, Modelo de un sistema de flujos de trabajo para la automatización y gestión electrónica del proceso de investigación y generación del conocimiento de la Facultad de Sistemas de Información y Documentación de la Universidad de La Salle, Bogotá, 2020.
- [71] C. R. C. H. J. Layme Flores, Aplicación de la automatización de procesos BIM para mejorar los flujos de trabajo en la etapa de diseño en proyectos de centros educativos, Tacna 2024, Tacna, 2024.
- [72] J. A. Saavedra Velásquez, Propuesta metodológica para conectar dos universos de interoperabilidad : infraestructuras de Datos Espaciales y grafos de conocimiento, Madrid, 2023.
- [73] A. I. Grozescu, Creación de Grafos de Conocimiento a partir de Contenedores para Facilitar su Monitorización, Madrid, 2026.
- [74] J. E. N. P. Ana Roció Cornejo Mayorga, Técnicas de visualización de datos en la comprensión de información cuantitativa: una revisión en la interpretación de resultados, Milagro, 2024.
- [75] R. B.-Y. Omar Alonso, Un Modelo para Visualización de Resultados en WWW, Chile, 2020.

ANEXOS

ANEXO 1. ÁRBOL DE PROBLEMA

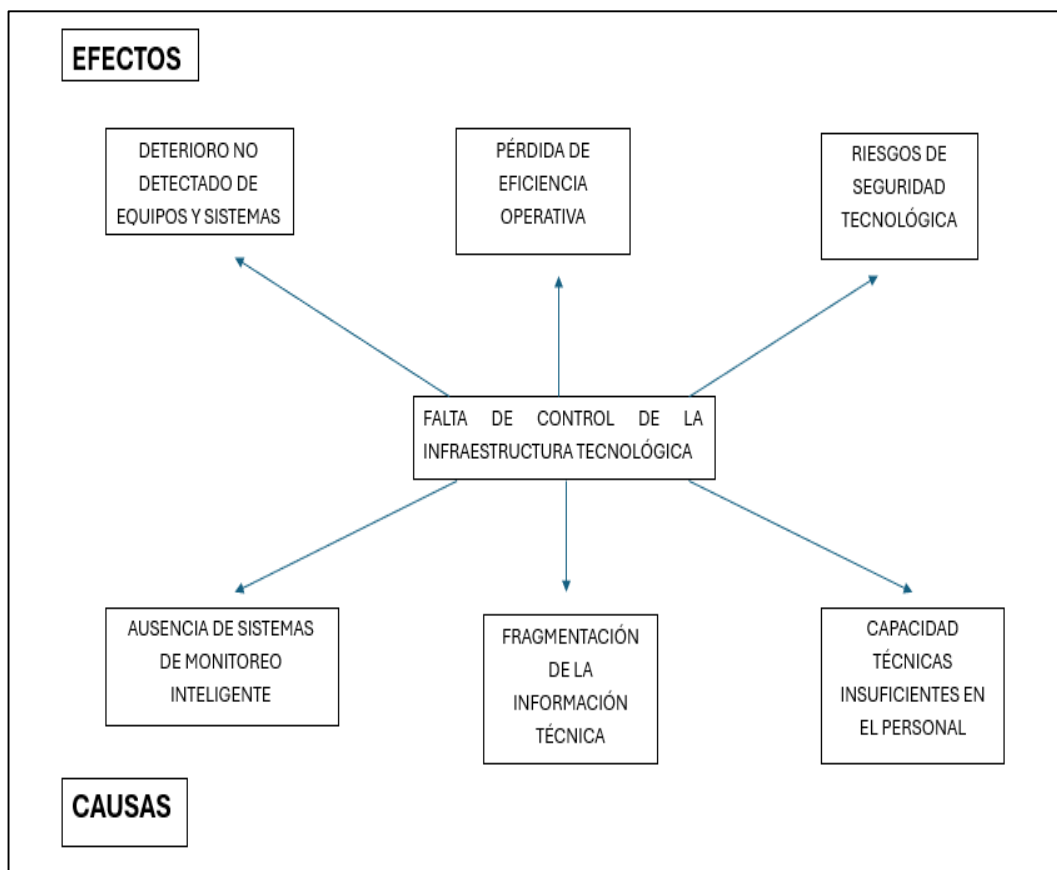


Ilustración 45 Árbol de Problema

ANEXO 2. PLANTILLA DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

Objetivos: realizar un levantamiento de información de la infraestructura tecnológica, identificando y documentando los servidores, equipos de red y equipos de trabajo, para obtener los datos relevantes que servirán como métricas específicas para su monitoreo y control.

PLANTILLA DE INFORMACIÓN PARA SERVIDORES	
CAMPO	DESCRIPCIÓN
NOMBRE	NAS-FS01
DIRECCIÓN IP	
SISTEMA OPERATIVO	QuTS hero
PROCESADOR	Intel Xeon W
MEMORIA RAM	16 GB
ALMACENAMIENTO	40 TB
SERVICIOS	ALMACENAMIENTO
PERIFÉRICOS	
ESTADO ACTUAL	OPERATIVO
UBICACIÓN FÍSICA	CENTRO DE DATOS
RESPONSABLE	WROBYS

Ilustración 46 Plantilla Servidor NAS-FS01

PLANTILLA DE INFORMACIÓN PARA SERVIDORES	
CAMPO	DESCRIPCIÓN
NOMBRE	Host02.salinas.gob.ec
DIRECCIÓN IP	
SISTEMA OPERATIVO	ESXI
PROCESADOR	XEON 25 Ghz
MEMORIA RAM	96 GB
ALMACENAMIENTO	1 TB
SERVICIOS	SERVICIOS DE MÁQUINAS VIRTUALES
PERIFÉRICOS	
ESTADO ACTUAL	OPERATIVO
UBICACIÓN FÍSICA	CENTRO DE DATOS
RESPONSABLE	WROBYS

Ilustración 47 Plantilla Servidor Host02.salinas.gob.ec

PLANTILLA DE INFORMACIÓN PARA SERVIDORES	
CAMPO	DESCRIPCIÓN
NOMBRE	Host01.salinas.gob.ec
DIRECCIÓN IP	
SISTEMA OPERATIVO	ESXI
PROCESADOR	XEON 25 Ghz
MEMORIA RAM	96 GB
ALMACENAMIENTO	1 TB
SERVICIOS	SERVICIOS DE MÁQUINAS VIRTUALES
ESTADO ACTUAL	OPERATIVO
UBICACIÓN FÍSICA	CENTRO DE DATOS
RESPONSABLE	WROBYS

Ilustración 48 Plantilla Servidor Host01.salinas.gob.ec

PLANTILLA DE INFORMACIÓN PARA SERVIDORES	
CAMPO	DESCRIPCIÓN
NOMBRE	Host03.salinas.gob.ec
DIRECCIÓN IP	
SISTEMA OPERATIVO	ESXI
PROCESADOR	XEON 25 Ghz
MEMORIA RAM	64 GB
ALMACENAMIENTO	1 TB
SERVICIOS	SERVICIOS DE MÁQUINAS VIRTUALES
PERIFÉRICOS	
ESTADO ACTUAL	OPERATIVO
UBICACIÓN FÍSICA	CENTRO DE DATOS
RESPONSABLE	WROBYS

Ilustración 49 Plantilla Servidor Host03.salinas.gob.ec

PLANTILLA DE INFORMACIÓN PARA SERVIDORES	
CAMPO	DESCRIPCIÓN
NOMBRE	NAS-VM01
DIRECCIÓN IP	
SISTEMA OPERATIVO	QuTS hero
PROCESADOR	Intel Xeon W
MEMORIA RAM	16 GB
ALMACENAMIENTO	60 TB
SERVICIOS	ALMACENAMIENTO
PERIFÉRICOS	
ESTADO ACTUAL	OPERATIVO
UBICACIÓN FÍSICA	CENTRO DE DATOS
RESPONSABLE	WROBYS

Ilustración 50 Plantilla Servidor NAS-VM01

PLANTILLA DE INFORMACIÓN PARA SERVIDORES	
CAMPO	DESCRIPCIÓN
NOMBRE	VEEAM BACKUP
DIRECCIÓN IP	
SISTEMA OPERATIVO	ESXI
PROCESADOR	XEON 1,90 Ghz
MEMORIA RAM	16 GB
ALMACENAMIENTO	1 TB
SERVICIOS	SERVICIOS DE MÁQUINAS VIRTUALES
ESTADO ACTUAL	OPERATIVO
UBICACIÓN FÍSICA	CENTRO DE DATOS
RESPONSABLE	WROBYS

Ilustración 51 Plantilla Servidor VEEAM BACKUP

PLANTILLA DE INFORMACIÓN PARA SERVIDORES	
CAMPO	DESCRIPCIÓN
NOMBRE	PROMOX
DIRECCIÓN IP	
SISTEMA OPERATIVO	PROMOX
PROCESADOR	XEON 1,90 Ghz
MEMORIA RAM	32 GB
ALMACENAMIENTO	1 TB
SERVICIOS	SERVICIOS DE MÁQUINAS VIRTUALES
ESTADO ACTUAL	OPERATIVO
UBICACIÓN FÍSICA	CENTRO DE DATOS
RESPONSABLE	WROBYS

Ilustración 52 Plantilla Servidor PROMOX

PLANTILLA DE INFORMACIÓN PARA SERVIDORES	
CAMPO	DESCRIPCIÓN
NOMBRE	NAS02
DIRECCIÓN IP	
SISTEMA OPERATIVO	WINDOWS STORAGE SERVER 2012
PROCESADOR	XEON 1,90 Ghz
MEMORIA RAM	8 GB
ALMACENAMIENTO	20 TB
SERVICIOS	ALMACENAMIENTO
ESTADO ACTUAL	OPERATIVO
UBICACIÓN FÍSICA	CENTRO DE DATOS
RESPONSABLE	WROBYS

Ilustración 53 Plantilla Servidor NAS02

PLANTILLA DE INFORMACIÓN PARA SERVIDORES	
CAMPO	DESCRIPCIÓN
NOMBRE	GADS-SAN01
DIRECCIÓN IP	
SISTEMA OPERATIVO	MSA OS
PROCESADOR	ASIC RAID dedicado
MEMORIA RAM	24 GB
ALMACENAMIENTO	60 TB
SERVICIOS	ALMACENAMIENTO
ESTADO ACTUAL	OPERATIVO
UBICACIÓN FÍSICA	CENTRO DE DATOS
RESPONSABLE	WROBYS

Ilustración 54 Plantilla Servidor GADS-SAN01

PLANTILLA DE INFORMACIÓN PARA SERVIDORES	
CAMPO	DESCRIPCIÓN
NOMBRE	NAS01
DIRECCIÓN IP	
SISTEMA OPERATIVO	WINDOWS STORAGE SERVER 2012
PROCESADOR	XEON 1,90 Ghz
MEMORIA RAM	8 GB
ALMACENAMIENTO	20 TB
SERVICIOS	ALMACENAMIENTO
ESTADO ACTUAL	OPERATIVO
UBICACIÓN FÍSICA	CENTRO DE DATOS
RESPONSABLE	WROBYS

Ilustración 55 Plantilla Servidor NAS01

PLANTILLA DE INFORMACIÓN PARA EQUIPOS DE RED	
CAMPO	DESCRIPCIÓN
EQUIPO	GRANDSTREAM
MODELO	GWN7816
DIRECCIÓN IP	
NÚMERO DE SERIE	34200YB810
PUERTOS UTILIZADOS	48
FUNCIÓN DE RED	CORE
ESTADO	OPERATIVO
UBICACIÓN FÍSICA	CENTRO DE DATOS
RESPONSABLE	WROBYS

Ilustración 56 Plantilla de Equipo de Red GRANDSTREAM

PLANTILLA DE INFORMACIÓN PARA EQUIPOS DE RED	
CAMPO	DESCRIPCIÓN
EQUIPO	GRANDSTREAM
MODELO	GWN7803P
DIRECCIÓN IP	
NÚMERO DE SERIE	35705MA5E5
PUERTOS UTILIZADOS	24
FUNCIÓN DE RED	CORE
ESTADO	OPERATIVO
UBICACIÓN FÍSICA	REGISTRADOR DE LA PROPIEDAD
RESPONSABLE	WROBYS

Ilustración 57 Plantilla de Equipo de Red GRANDSTREAM

PLANTILLA DE INFORMACIÓN PARA EQUIPOS DE RED	
CAMPO	DESCRIPCIÓN
EQUIPO	GRANDSTREAM
MODELO	GWN7803P
DIRECCIÓN IP	
NÚMERO DE SERIE	35705ME8A2
PUERTOS UTILIZADOS	24
FUNCIÓN DE RED	CORE
ESTADO	OPERATIVO
UBICACIÓN FÍSICA	TALLER MUNICIPAL
RESPONSABLE	WROBYS

Ilustración 58 Plantilla de Equipo de Red GRANDSTREAM

PLANTILLA DE INFORMACIÓN PARA EQUIPOS DE RED	
CAMPO	DESCRIPCIÓN
EQUIPO	CISCO
MODELO	2960
DIRECCIÓN IP	
NÚMERO DE SERIE	FCW1914A2W
PUERTOS UTILIZADOS	48
FUNCIÓN DE RED	CORE
ESTADO	OPERATIVO
UBICACIÓN FÍSICA	PLANTA BAJA
RESPONSABLE	WROBYS

Ilustración 59 Plantilla de Equipo de Red CISCO

PLANTILLA DE INFORMACIÓN PARA EQUIPOS DE RED	
CAMPO	DESCRIPCIÓN
EQUIPO	CISCO
MODELO	2960
DIRECCIÓN IP	
NÚMERO DE SERIE	FOC2107V21Y
PUERTOS UTILIZADOS	48
FUNCIÓN DE RED	CORE
ESTADO	OPERATIVO
UBICACIÓN FÍSICA	CENTRO DE DATOS
RESPONSABLE	WROBYS

Ilustración 60 Plantilla de Equipo de Red CISCO

PLANTILLA DE INFORMACIÓN PARA EQUIPOS DE TRABAJO	
CAMPO	DESCRIPCIÓN
USUARIO ASIGNADO	Heidy Tigrero
NOMBRE DEL EQUIPO	Heidy_GADSALINAS
DIRECCIÓN IP	192.168.1.107
PROCESADOR	AMD 3020e with Radeon Graphics (1,20 GHz)
MEMORIA RAM	4 GB
DISCO	224 GB
SISTEMA OPERATIVO	Windows 11 Home
ESTADO	Operativo
UBICACIÓN FÍSICA	Comisaria
RESPONSABLE	D. Sistemas

Ilustración 61 Plantilla de Equipo de Trabajo 1

PLANTILLA DE INFORMACIÓN PARA EQUIPOS DE TRABAJO	
CAMPO	DESCRIPCIÓN
USUARIO ASIGNADO	Adán Rodríguez
NOMBRE DEL EQUIPO	Adan_GADSALINAS
DIRECCIÓN IP	192.168.1.107
PROCESADOR	11th Gen Intel® Core™ i7-1165G7 @ 2.80GHz (2.70 GHz)
MEMORIA RAM	12 GB
DISCO	512 GB
SISTEMA OPERATIVO	Windows 11 Home
ESTADO	Operativo
UBICACIÓN FÍSICA	Comisaria
RESPONSABLE	D. Sistemas

Ilustración 62 Plantilla de Equipo de Trabajo 2

PLANTILLA DE INFORMACIÓN PARA EQUIPOS DE TRABAJO	
CAMPO	DESCRIPCIÓN
USUARIO ASIGNADO	Jonathan Beltrán
NOMBRE DEL EQUIPO	Jonathan_GADSALINAS
DIRECCIÓN IP	192.168.1.114
PROCESADOR	Intel® Pentium® CPU B950 @ 2.10GHz (2.10 GHz)
MEMORIA RAM	4 GB
DISCO	466 GB
SISTEMA OPERATIVO	Windows 10 Home
ESTADO	Operativo
UBICACIÓN FÍSICA	Comisaria
RESPONSABLE	D. Sistemas

Ilustración 63 Plantilla de Equipo de Trabajo 3