



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Dirección General de Estudios de Posgrado

Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática

Unidad de Posgrado

**Influencia de un sistema experto como apoyo a la toma
de decisiones en la gestión de incidencias del servicio de
TV paga en una empresa de telecomunicaciones de
Lima - Perú**

TESIS

Para optar el Grado Académico de Magíster en Gobierno de
Tecnologías de Información

AUTOR

Gustavo Felipe PEREZ VILLANUEVA

ASESOR

Mg. William Martin ENRIQUEZ MAGUIÑA

Lima, Perú

2026



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Perez, G. (2026). *Influencia de un sistema experto como apoyo a la toma de decisiones en la gestión de incidencias del servicio de TV paga en una empresa de telecomunicaciones de Lima - Perú*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática, Unidad de Posgrado]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Gustavo Felipe Perez Villanueva
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	07266079
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0005-3136-4557
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	William Martin Enriquez Maguiña
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	06179457
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-1819-191X
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Ivan Carlo Petrlik Azabache
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	10140461
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Gelber Christian Uscuchagua Flores
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	10645375
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	César Augusto Angulo Calderón

Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	32907109
Datos de investigación	
Línea de investigación	No Aplica
Grupo de investigación	No Aplica
Agencia de financiamiento	SIN FINANCIAMIENTO
Ubicación geográfica de la investigación	Edificio: ET Lurín País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Lurín Urbanización: Santa Genoveva Manzana y lote: (según corresponda) Calle: Rastreo Satelital Latitud: -12.286335502112363 Longitud: -76.8459790604257
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Abril 2023 – Mayo 2023
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería de sistemas y comunicaciones https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.04 Telecomunicaciones https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.05 Sistemas de automatización, Sistemas de control https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.03



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú, Decana de América
Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática
Vicedecanato de Investigación y Posgrado
Unidad de Posgrado

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE
MAGÍSTER EN GOBIERNO DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN.**

A los veintiocho (28) días del mes de agosto de 2026, siendo las 12:00 pm., se reunieron en el Auditorio Alfredo Celso Alva Bravo, el Jurado de Tesis conformado por los siguientes docentes:

Dr. Ivan Carlo Petrlik Azabache (Presidente)
Mg. Gelber Christian Uscuchagua Flores (Miembro)
Mg. César Augusto Angulo Calderón (Miembro)
Mg. William Martin Enriquez Maguiña (Miembro Asesor)

Se inició la Sustentación invitando al candidato a Magíster **GUSTAVO FELIPE PEREZ VILLANUEVA**, para que realice la exposición oral de la tesis para optar el Grado Académico de Magíster en Gobierno de Tecnologías de Información, siendo la Tesis intitulada:

**“INFLUENCIA DE UN SISTEMA EXPERTO COMO APOYO A LA TOMA DE DECISIONES EN
LA GESTIÓN DE INCIDENCIAS DEL SERVICIO DE TV PAGA EN UNA EMPRESA DE
TELECOMUNICACIONES DE LIMA - PERÚ”**

Concluida la exposición, los miembros del Jurado de Tesis procedieron a formular sus preguntas que fueron absueltas por el graduando; acto seguido se procedió a la evaluación correspondiente, habiendo obtenido la siguiente calificación:

Diecisiete (17) muy bueno.

Por tanto, el presidente del Jurado, de acuerdo con el Reglamento General de Estudios de Posgrado, otorga al Bachiller **GUSTAVO FELIPE PEREZ VILLANUEVA** el Grado Académico de Magíster en Gobierno de Tecnologías de Información,

Siendo las 1:11 horas, el presidente del Jurado de Tesis, da por concluido el acto académico de Sustentación de Tesis.

Dr. Ivan Carlo Petrlik Azabache
(Presidente)

Mg. Gelber Christian Uscuchagua Flores
(Miembro)

Mg. César Augusto Angulo Calderón
(Miembro)

Mg. William Martin Enriquez Maguiña
(Miembro Asesor)



Anexo 1

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, William Martin Enriquez Maguiña, en mi condición de asesor acreditado mediante Dictamen de la UPG N° 000005-2026-UPG-VDIP-FISI/UNMSM, de la tesis, cuyo título es **“Influencia de un sistema experto como apoyo a la toma de decisiones en la gestión de incidencias del servicio de TV paga en una empresa de telecomunicaciones de Lima - Perú”**, presentado por el egresado **Gustavo Felipe Perez Villanueva**, para optar el grado Académico de Magíster en Gobierno de Tecnologías de Información, CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante la plataforma PIDS, el documento evaluado cuenta con el **16%** de similitud, nivel PERMITIDO para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio institucional**.

Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del Grado Académico de Magíster en Gobierno de Tecnologías de Información

Lima, 01 de agosto de 2026

Firma del Asesor

Nombres y Apellidos del asesor: William Martin Enriquez Maguiña

DNI: 06179457

* Según corresponda: bachiller, magíster, doctor; título profesional o título de segunda especialidad

La vigencia del presente certificado corresponde a un período de noventa (90) días desde la fecha de su emisión; siempre que no haya observaciones en el texto durante el proceso de revisión por el jurado informante o surja alguna contingencia.

Dedicatoria

A mis padres, Margarita y Valeriano, por ser el pilar fundamental de mi formación personal y profesional, por su amor incondicional, sus enseñanzas y su constante ejemplo de esfuerzo, perseverancia y valores, que han guiado cada uno de mis pasos a lo largo de mi vida.

A mi esposa, Yanet, por su apoyo incondicional, su paciencia y comprensión durante todo este proceso, por ser mi compañera constante y fortaleza en cada desafío asumido.

A mi hijo, Favio, quien es mi mayor motivación e inspiración, y a quien dedico este logro como muestra de que con dedicación, disciplina y fe es posible alcanzar los objetivos propuestos.

Agradecimientos

A Dios, por brindarme la fortaleza, la salud y la sabiduría necesarias para culminar este importante objetivo académico, y por acompañarme en cada etapa de este proceso.

A la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, por la formación académica brindada a lo largo de la maestría, así como por los conocimientos y herramientas que contribuyeron al desarrollo de la presente investigación.

Un agradecimiento especial a mi asesor de tesis, Mg. William Martin Enriquez Maguiña, por su orientación, apoyo académico y valiosas recomendaciones, las cuales fueron fundamentales para el desarrollo, mejora y culminación satisfactoria de este trabajo de investigación.

Índice General

Lista de Tablas	6
Lista de Imágenes	6
Resumen	7
Abstract.....	8
CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN	9
1.1 Situación Problemática	9
1.2 Formulación del Problema	10
1.2.1 Problema Principal:	10
1.2.2 Problemas específicos:	10
1.3 Justificación teórica	11
1.4 Justificación práctica	12
1.5 Validación metodológica de la investigación	13
1.6 Objetivos del estudio	14
1.6.1 Objetivo General	14
1.6.2 Objetivos Específicos	14
CAPITULO 2. MARCO TEÓRICO	15
2.1 Fundamento filosófico y epistemológico del estudio.....	15
2.2 Antecedentes de la investigación	16
2.3 Bases Teóricas	18
2.3.1 Sistema Experto	18
2.3.2 ITIL (Information Technology Infrastructure Library).....	27
2.3.3 El Ciclo de Vida del Servicio	28
2.3.4 Proceso de gestión de incidencias	29
2.3.5 Tipo de incidencias.....	30
CAPITULO 3. METODOLOGÍA	31
3.1 Tipo y diseño de la Investigación	31
3.2 Unidad de análisis	31
3.3 Diseño operativo de la investigación	32
3.4 Método de investigación.....	32
3.5 Población de estudio	33
3.6 Muestreo	33
3.7 Selección de muestra	34
3.8 Tamaño de la muestra	35
3.9 Técnicas empleadas para la obtención de información	35
3.10 Pruebas de Hipótesis.....	38

CAPITULO 4.	RESULTADOS	41
4.1	Análisis de los indicadores ITRI e IRI.....	41
4.1.1	Análisis descriptivo del ITRI.....	41
4.1.2	Análisis descriptivo del IRI	43
4.1.3	Relación Causa – Efecto Técnico.....	45
4.1.4	Interpretación Integral.....	45
4.2	Análisis Inferencial.....	46
4.3	Prueba de hipótesis:.....	47
CAPITULO 5.	ANALISIS DE RESULTADOS	52
CAPITULO 6.	CONCLUSIONES	55
CAPITULO 7.	RECOMENDACIONES.....	57
CAPITULO 8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
Anexo 01.....		62

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Medidas descriptivas de los indicadores definidos antes y después de la implementación del Sistema Experto</i>	41
Tabla 2 <i>Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk</i>	46
Tabla 3 <i>Prueba de normalidad de Kolgoromov – Sminov</i>	46
Tabla 4 Índice de resolución de incidentes (IRI) - incidencias Major	48
Tabla 5 Índice de tiempo de restauración de incidentes (ITRI) - incidencias Major.	48
Tabla 6 Índice de resolución de incidentes (IRI) - incidencias Minor	49
Tabla 7 Índice de tiempo de restauración de incidentes (ITRI) - incidencias Minor	49
Tabla 8 Índice de resolución de incidentes (IRI) - incidencias Slight	51
Tabla 9 Índice de tiempo de restauración de incidentes (ITRI) - incidencias Slight	51

Lista de Imágenes

Imagen 1 Diagrama conceptual sobre las bases teóricas	23
Imagen 2 ITRI Pre-Test por Severidad	42
Imagen 3 ITRI Post-Test por Severidad.....	42
Imagen 4 Comparación ITRI Pre vs Post.....	42
Imagen 5 IRI Pre-Test por Severidad.....	43
Imagen 6 IRI Post-Test por Severidad	44
Imagen 7 Comparación IRI Pre vs Post.....	44

Resumen

El desarrollo de esta tesis se orienta a examinar el efecto de una solución basada en conocimiento experto en la gestión de incidencias del servicio de televisión por suscripción en una empresa de telecomunicaciones ubicada en Lima, Perú. Este trabajo surge a partir de la necesidad de optimizar los procesos operativos vinculados a la atención de fallas técnicas, los cuales se ven condicionados por factores como la rotación del personal, la complejidad de las plataformas de video y la limitada formalización del conocimiento operativo.

En el contexto actual de los servicios de televisión digital, las interrupciones impactan de manera directa en la experiencia del usuario y en los costos operativos de la organización. Frente a ello, se plantea el desarrollo e integración de una solución de tipo sistema experto que permita capturar el conocimiento de los operadores especializados y transformarlo en reglas que contribuyan a estandarizar, agilizar y mejorar la atención de incidencias técnicas.

El estudio se desarrolló bajo un enfoque aplicado con un diseño preexperimental, incorporando un análisis comparativo entre distintas etapas del proceso. Se emplearon como indicadores principales el Índice de Resolución de Incidentes (IRI) y el Índice de Tiempo de Restauración de Incidentes (ITRI), clasificados en tres niveles de severidad: Major, Minor y Slight. Para el análisis se utilizaron 173 registros de incidencias provenientes de la plataforma de atención de la organización.

Los hallazgos obtenidos muestran una reducción estadísticamente significativa en los tiempos de restauración para los diferentes niveles de severidad analizados, así como una mejora significativa en el índice de resolución de las incidencias clasificadas como Slight. En ese sentido, las soluciones basadas en conocimiento experto se presentan como una alternativa tecnológica viable para fortalecer la gestión del conocimiento, optimizar la operación de servicios de televisión por suscripción y elevar los niveles de calidad en la prestación del servicio.

Palabras clave: sistema experto, gestión de incidencias, televisión paga, toma de decisiones, inteligencia artificial, telecomunicaciones, gestión del conocimiento ITIL.

Abstract

The development of this thesis is aimed at examining the effect of a solution based on expert knowledge in the incident management of the subscription television service in a telecommunications company located in Lima, Peru. This work arises from the need to optimize the operational processes linked to the attention of technical failures, which are conditioned by factors such as staff turnover, the complexity of video platforms and the limited formalization of operational knowledge.

In the current context of digital television services, outages have a direct impact on the user experience and the operational costs of the organization. In view of this, the development and integration of an expert system-type solution is proposed to capture the knowledge of specialized operators and transform it into rules that contribute to standardizing, streamlining and improving the attention of technical incidents.

The study was developed under an applied approach with a pre-experimental design, incorporating a comparative analysis between different stages of the process. The Incident Resolution Index (IRI) and the Incident Restoration Time Index (ITRI) were used as main indicators, classified into three severity levels: Major, Minor and Slight. For the analysis, 173 incident records from the organization's service platform were used.

The findings show a statistically significant reduction in restoration times across the different severity levels analyzed, as well as a significant improvement in the incident resolution index for incidents classified as Slight. In this sense, solutions based on expert knowledge are presented as a viable technological alternative to strengthen knowledge management, optimize the operation of subscription television services and raise quality levels in the provision of the service.

Keywords: expert system, incident management, pay television, decision making, artificial intelligence, telecommunications, ITIL knowledge management.

CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1 Situación Problemática

El servicio de televisión paga constituye un componente relevante dentro del ecosistema de las telecomunicaciones, financiándose principalmente a través de las mensualidades de los abonados y operando mediante una cadena de valor que involucra productores de contenido, canales de televisión y operadores del servicio (Barriga, 2014). A diferencia de otros servicios de tecnologías de la información, como el acceso a datos o internet, las incidencias técnicas que afectan al servicio de televisión por suscripción impactan inmediatamente a la experiencia del cliente, generando interrupciones visibles en tiempo real y un alto volumen de reclamos cuando no son atendidas oportunamente.

A nivel internacional, el avance de las tecnologías de Internet y la transformación digital de la industria audiovisual han favorecido la aparición de nuevos modelos de distribución de contenidos, entre los que destacan los servicios Over-the-Top (OTT). Estos servicios, basados en la infraestructura de Internet, han cambiado de manera significativa la forma en que los usuarios acceden y consumen contenido audiovisual. Del mismo modo, el desarrollo de las redes de distribución de contenidos (Content Delivery Networks, CDN) y de las plataformas digitales ha modificado los esquemas tradicionales de distribución, incrementando la complejidad tecnológica de las plataformas de video y la necesidad de garantizar elevados niveles de disponibilidad, continuidad y calidad del servicio (Sjøvaag et al., 2024). En este escenario, los operadores de televisión por suscripción enfrentan el reto de optimizar la gestión de incidencias de sus plataformas tecnológicas, con el fin de asegurar la continuidad operativa, reducir los tiempos de atención y resolución de fallos, y preservar la calidad del servicio brindado a los usuarios.

En el caso peruano, la mejora progresiva en el acceso a internet y la reducción de las brechas digitales han favorecido el incremento del consumo de servicios de televisión paga y streaming, intensificando la presión sobre las plataformas tecnológicas que soportan estos servicios (Castillo & Chahuara Vargas, 2020). En Lima la empresa de Telecomunicaciones ofrece el servicio de televisión a través de distintas plataformas tecnológicas de procesamiento de video basadas en TI con una operación continua durante los 365 días del año utilizando personal operativo que ejecuta tanto tareas de mantenimiento preventivo-correctivo, así como la atención de incidencias.

La atención y resolución de incidencias se ejecuta a través de dos niveles; un primer nivel que recibe aproximadamente el 80% del total de incidencias presentadas ejecutando acciones primarias y

estandarizadas para dar una rápida solución y un segundo nivel de atención que recibe el 20% de las incidencias restantes las cuales tienen una mayor complejidad y criticidad y son resueltas a través de procedimientos y técnicas más especializadas. Debido a la naturaleza del servicio es muy importante que el conocimiento y destrezas del personal de turno de ambos niveles de atención favorezcan la rápida resolución de incidencias.

Lo anterior se ve agravado por la alta rotación del personal operativo y la complejidad tecnológica de las plataformas de video, lo que provoca una fuerte dependencia del conocimiento tácito de los operadores más experimentados. Como consecuencia, se presentan demoras recurrentes en la resolución de incidencias, incluso en aquellas de carácter repetitivo, afectando la eficiencia operativa, incrementando los costos asociados a la atención de fallas y deteriorando la percepción de calidad del servicio por parte de los clientes.

Desde una perspectiva de ingeniería y gestión de servicios, la ausencia de herramientas inteligentes que apoyen la toma de decisiones limita la capacidad de estandarizar criterios de diagnóstico y respuesta, reduciendo la efectividad de los procesos ITIL implementados. En este contexto, se evidencia la necesidad de incorporar soluciones basadas en inteligencia artificial, como los sistemas expertos, que permitan fortalecer la gestión del conocimiento, apoyar la toma de decisiones operativas y optimizar el proceso de resolución de incidencias del servicio de TV paga en la empresa de telecomunicaciones en Lima, Perú.

1.2 Formulación del Problema

1.2.1 Problema Principal:

- ¿Cómo influye la implementación de una solución basada en conocimiento experto en la gestión de incidencias del servicio de televisión por suscripción en una empresa de telecomunicaciones en Lima, Perú?

1.2.2 Problemas específicos:

Problema específico 1:

- ¿Cómo influye la implementación de una solución basada en conocimiento experto en la gestión de incidencias “Mayor” en la empresa de Telecomunicaciones en Lima Perú?

Problema específico 2:

- ¿Cómo influye la implementación de una solución basada en conocimiento experto en la gestión de incidencias “Minor” en la empresa de Telecomunicaciones en Lima Perú?

Problema específico 3:

- ¿Cómo influye la implementación de una solución basada en conocimiento experto en la gestión de incidencias “Slight” en la empresa de Telecomunicaciones en Lima Perú?

1.3 Justificación teórica

La justificación teórica de esta investigación radica en su aporte al análisis del uso de tecnologías inteligentes, en particular los sistemas expertos, para mejorar la gestión de incidencias en entornos de servicios tecnológicos. Aunque la gestión de incidencias ha sido ampliamente abordada mediante marcos de referencia como ITIL, estos se enfocan principalmente en la definición de procesos, roles y flujos de trabajo, sin profundizar en la incorporación de mecanismos capaces de formalizar, reutilizar y escalar el conocimiento especializado generado en la operación (Bon et al., 2008).

Desde el ámbito de la ingeniería la aplicación de sistemas basados en el conocimiento experto permite la resolución de problemas complejos que requieren razonamiento especializado, permitiendo emular el comportamiento de un experto humano mediante reglas, inferencias y bases de conocimiento estructuradas (Badaró et al., 2013; Sagheb-Tehrani, 2005).

En contextos operativos caracterizados por alta complejidad tecnológica y dependencia del conocimiento tácito, como las plataformas de TV paga, la ausencia de mecanismos de formalización del conocimiento reduce la consistencia en las decisiones y la eficiencia en la atención de incidencias.

Diversos estudios han evidenciado que la incorporación de técnicas utilizando el conocimiento experto en la gestión de incidencias mejora los tiempos de respuesta, optimiza la clasificación de eventos y permite una mejor toma de decisiones en los procesos operativos (Müller et al., 2021; Pfahl et al., 2016). No obstante, gran parte de estas investigaciones se enfocan en entornos de desarrollo de software o infraestructuras tecnológicas genéricas, existiendo una limitada producción científica que analice empíricamente el impacto de los sistemas expertos integrados a procesos ITIL en servicios de televisión paga, particularmente en contextos latinoamericanos.

De igual forma, la literatura reciente resalta el rol de la gestión del conocimiento como un factor clave en el aprovechamiento efectivo de las soluciones basadas en inteligencia artificial, señalando que la captura y estructuración del conocimiento experto constituye un requisito base en la mejora de las decisiones en organizaciones intensivas en tecnología (Neirotti et al., 2021; Yurin & Dorodnykh, 2020). En este sentido, los sistemas expertos híbridos ofrecen un marco teórico adecuado para integrar conocimiento humano y mecanismos de aprendizaje automático, facilitando la evolución

progresiva de las bases de conocimiento y su adaptación a escenarios operativos cambiantes (Müller et al., 2021).

Desde una perspectiva epistemológica positivista y empírico-analítica, propia de la ingeniería, el presente estudio aporta evidencia cuantitativa sobre la influencia de un sistema basado en el uso del conocimiento experto en la gestión de incidencias a través del uso de indicadores operativos y la comparación estadística de escenarios pre y post implementación. De este modo, el estudio contribuye a fortalecer el cuerpo teórico existente al vincular conceptos de inteligencia artificial, gestión de servicios e ingeniería de sistemas TI, proporcionando un marco de referencia para futuras investigaciones orientadas a la optimización de procesos operativos en entornos de telecomunicaciones.

1.4 Justificación práctica

El presente estudio se justifica desde un ámbito práctico al abordar un problema operativo real y recurrente en las empresas de telecomunicaciones que brindan el servicio de TV paga, el cual está relacionado con la gestión eficiente de incidencias técnicas en plataformas de alta complejidad tecnológica. En este tipo de servicios, cualquier interrupción impacta directamente en la experiencia del cliente y en los costos operativos de la organización, generando reclamos masivos y posibles penalidades regulatorias cuando los tiempos de atención no cumplen con los niveles esperados (Barriga, 2014).

El uso de un sistema basado en conocimiento experto como apoyo a la toma de decisiones permitirá fortalecer la gestión de incidencias definida según el marco ITIL, favoreciendo una atención más rápida, consistente y estandarizada de los eventos que afectan la continuidad del servicio (Bon et al., 2008). De este modo, la solución propuesta se integra como un mecanismo complementario a las buenas prácticas existentes, sin reemplazar los procesos ni los roles establecidos, sino potenciando su efectividad mediante el uso de soluciones inteligentes.

A nivel organizacional, el uso de un sistema experto facilitará la captura, formalización y reutilización del conocimiento generado por los operadores más experimentados, reduciendo la dependencia del conocimiento tácito y mitigando los efectos de la alta rotación del personal operativo. La literatura señala que la formalización del conocimiento es un factor clave para mejorar el desempeño operativo en organizaciones intensivas en tecnología (Neirotti et al., 2021; Yurin & Dorodnykh, 2020).

Asimismo, la aplicación práctica del sistema experto permitirá optimizar indicadores clave asociados a la gestión de incidencias, tales como el índice de resolución de incidentes y el tiempo de restauración del servicio, los cuales son fundamentales para evaluar la eficiencia de los

procesos operativos (Pfahl et al., 2016). Estudios previos han demostrado que el uso de sistemas expertos e inteligencia artificial contribuye a reducir los tiempos de respuesta y a mejorar la coherencia en la atención de incidencias en entornos tecnológicos complejos (Müller et al., 2021).

Finalmente, los resultados prácticos de esta investigación proporcionarán una referencia aplicable para orientar decisiones gerenciales vinculadas con la incorporación de tecnologías inteligentes en la gestión de servicios de TI, evidenciando los beneficios concretos de los sistemas expertos como apoyo y mejora de la gestión de incidencias del servicio de TV paga. De esta manera, el estudio favorece la mejora de los procesos operativos y a la replicabilidad de la solución en otras organizaciones del sector de telecomunicaciones.

1.5 Validación metodológica de la investigación

La metodología propuesta en el presente estudio es adecuada, coherente y se mantiene alineada con el enfoque metodológico adoptado.

El enfoque utilizado no se limita a la descripción teórica del proceso, sino que propone e implementa una solución tecnológica basada en el uso del conocimiento experto para mejorar la gestión de incidencias del servicio de TV paga con el fin de generar mejores prácticas medibles en el entorno real de la empresa.

El diseño pre-experimental con mediciones previas (pre-test) y posteriores (post-test) al uso del sistema basado en el conocimiento experto permite evaluar la influencia del sistema experto como apoyo a la toma de decisiones y gestión de incidencias. Debido a que la investigación se desarrolla en un contexto operativo real es posible obtener evidencia empírica sobre su impacto en la gestión de incidencias.

La selección del método hipotético-deductivo es consistente con el enfoque cuantitativo de la investigación pues permite formular hipótesis a partir del problema planteado y contrastarlas mediante los datos obtenidos en la gestión de incidencias de la empresa. Este método es ampliamente utilizado en investigaciones de ingeniería orientadas a la validación de soluciones tecnológicas mediante indicadores objetivos.

La unidad de análisis es el área de operaciones y sistemas de la empresa de telecomunicaciones que gestiona y atiende las incidencias del servicio de TV paga y donde se toman las decisiones operativas que esta investigación busca apoyar. La población de estudio está conformada por los tickets de incidencias registrados en el sistema de gestión de la empresa de telecomunicaciones los cuales están directamente relacionados con el estudio realizado.

El tamaño de la muestra se calcula y sustenta de manera técnica y

metodológica respectivamente, esto garantiza la representatividad de los datos analizados. La elección de un muestreo no probabilístico está justificada por la naturaleza del estudio y por la necesidad de seleccionar registros que cumplan criterios específicos relevantes para la investigación, de acuerdo a lo aceptado y aplicado en estudios en contextos organizacionales reales.

Para la obtención de información se emplearon fichas de registro elaboradas a partir de datos provenientes de fuentes operativas garantizando la objetividad y consistencia de la información pues se utilizan evidencias reales y no apreciaciones subjetivas reforzando la validez interna de la investigación.

Para el análisis de los datos se utiliza la estadística descriptiva e inferencial que permiten la verificación de las hipótesis a través de las pruebas de normalidad, la elección de técnicas paramétricas o no paramétricas (como la T de Student o la prueba de rangos con signo de Wilcoxon) que permiten efectuar comparaciones válidas entre los resultados obtenidos antes y tras la incorporación del sistema experto.

En última instancia, el enfoque metodológico planteado garantiza la solidez y consistencia de los hallazgos mediante el empleo de indicadores operativos objetivos, umbrales de significancia previamente establecidos y procedimientos analíticos susceptibles de ser replicados. En conjunto, estos componentes evidencian que la estrategia adoptada es coherente, factible y suficiente para demostrar la influencia del sistema experto en la optimización de la gestión de incidencias en servicios de televisión por suscripción.

1.6 Objetivos del estudio

1.6.1 Objetivo General

Determinar la influencia de una solución basada en conocimiento experto, como apoyo a la toma de decisiones, en la gestión de incidencias del servicio de TV paga en una empresa de telecomunicaciones de Lima, Perú.

1.6.2 Objetivos Específicos

1. Evaluar la influencia de una solución basada en conocimiento experto, como apoyo a la toma de decisiones, en la gestión de incidencias de tipo Major del servicio de TV paga en una empresa de telecomunicaciones de Lima, Perú.
2. Evaluar la influencia de una solución basada en conocimiento experto, como apoyo a la toma de decisiones, en la gestión de incidencias de tipo Minor del servicio de TV paga en una empresa de telecomunicaciones de Lima, Perú.

3. Evaluar la influencia de una solución basada en conocimiento experto, como apoyo a la toma de decisiones, en la gestión de incidencias de tipo Slight del servicio de TV paga en una empresa de telecomunicaciones de Lima, Perú.

CAPITULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1 Fundamento filosófico y epistemológico del estudio

El presente trabajo se enmarca en una perspectiva epistemológica de corte positivista con enfoque empírico–analítico, característica de las disciplinas de ingeniería y de la investigación tecnológica aplicada. Bajo este enfoque, se considera que los fenómenos vinculados al manejo de incidencias en servicios tecnológicos pueden ser observados, cuantificados y evaluados objetivamente mediante indicadores operativos y herramientas estadísticas, lo que permite analizar el impacto de soluciones tecnológicas en contextos organizacionales reales (Bunge, 2014).

Este enfoque concibe el conocimiento científico como el resultado de procesos racionales orientados a la explicación y solución de problemas concretos, en los cuales la validación empírica desempeña un rol central. En el ámbito de la gestión de servicios tecnológicos, los procesos operativos y las decisiones asociadas a la atención de incidencias pueden ser representados a través de métricas cuantificables, lo que posibilita la evaluación sistemática de mejoras introducidas mediante el uso de tecnologías avanzadas (Hernández Sampieri & Fernandez-Collado, 2014).

Desde la ingeniería de sistemas, la inteligencia artificial es reconocida como un medio legítimo para modelar procesos de razonamiento y toma de decisiones a través de técnicas capaces de formalizar el conocimiento experto y replicar inferencias humanas en sistemas automatizados (Russell & Norvig, 2010). En este contexto, los sistemas expertos permiten estructurar y reutilizar conocimiento especializado para apoyar la gestión de incidencias, contribuyendo a una toma de decisiones más consistente y basada en criterios previamente definidos.

Asimismo, en entornos tecnológicos complejos como los servicios de telecomunicaciones, la gestión de incidencias y la continuidad del servicio se benefician del uso de mecanismos automatizados que integren conocimiento experto y análisis de datos operativos, facilitando la priorización, diagnóstico y resolución de incidencias que impactan directamente en la calidad del servicio (Mulvey et al., 2019).

La validez del conocimiento generado en la presente investigación se

sustenta en la evidencia empírica obtenida a través de la comparación estadística de indicadores operativos de incidencias en distintas etapas del proceso analizado. Este estudio adopta una postura positivista–tecnológica, donde el conocimiento se considera un recurso formalizable, verificable y aplicable para optimizar objetivamente los procesos operativos en la gestión de incidencias.

2.2 Antecedentes de la investigación

Investigaciones recientes exploraron aplicaciones de la inteligencia artificial y sistemas basados en conocimiento experto para mejorar la gestión y resolución de incidencias en entornos tecnológicos, esto es relevante para el contexto de plataformas del servicio de video (DTH, CATV y OTT).

Estos estudios analizaron la aplicación de tecnologías inteligentes y soluciones basadas en conocimiento especializado para optimizar la gestión de procesos operativos en entornos tecnológicos de alta complejidad, constituyendo un fundamento teórico significativo para esta investigación centrada en la gestión de incidencias en servicios de televisión por suscripción.

Müller et al. (2021) desarrollaron un sistema experto híbrido que reproduce el razonamiento de expertos humanos en procesos industriales, destacando la importancia de integrar conocimiento experto con mecanismos de aprendizaje automático permitiendo la evolución progresiva de las reglas del sistema. Sus resultados evidencian que los sistemas expertos híbridos contribuyen a estandarizar criterios de decisión y operación reduciendo la dependencia del conocimiento individual, aspectos directamente relacionados con la gestión de incidencias en entornos de alta complejidad tecnológica.

En el contexto de la gestión de incidencias de entornos tecnológicos, Pfahl et al. (2016) analizaron distintos enfoques para la predicción del tiempo de resolución de incidentes, comparando el desempeño de expertos humanos con modelos automatizados basados en técnicas de aprendizaje automático. Los autores concluyen que, si bien los expertos mantienen una alta precisión en ciertos contextos, los modelos automatizados pueden alcanzar niveles comparables cuando se integran adecuadamente datos históricos y análisis de texto, lo que refuerza la relevancia del uso de sistemas inteligentes para optimizar procesos operativos. En el ámbito de las telecomunicaciones, Rancher et al. (2025) analizaron la incorporación de inteligencia artificial en la gestión de incidencias de red, considerando escenarios con y sin integración de estas tecnologías. Los resultados del estudio destacan el potencial de la inteligencia artificial para apoyar la optimización de los procesos operativos, mejorar la respuesta ante incidencias y contribuir a la predicción y prevención de posibles fallos. Estos antecedentes refuerzan la importancia del uso de soluciones

inteligentes como apoyo a la gestión de incidencias en entornos tecnológicos y de telecomunicaciones.

Por su parte, diversos estudios han analizado la aplicación de la inteligencia artificial en la gestión predictiva de incidentes en tecnologías de la información (Amaya Jave et al., 2024; Chandu, 2025). Sus resultados evidencian que estas tecnologías fortalecen la capacidad para detectar y predecir fallos, automatizar la clasificación de incidentes y reducir los tiempos de respuesta y resolución. Estos hallazgos resultan especialmente relevantes para la gestión de plataformas de video, ya que la identificación temprana de posibles fallos permite anticipar interrupciones en la transmisión de contenidos y contribuir a la continuidad del servicio, en concordancia con los procesos de gestión de incidentes promovidos por ITIL.

Bajo un enfoque orientado a la gestión del conocimiento organizacional, Yurin y Dorodnykh (2020) demostraron que la complejidad en el desarrollo de sistemas basados en conocimiento experto está estrechamente vinculada con la estructuración de la base de conocimientos, destacando la necesidad de herramientas que faciliten la formalización del conocimiento experto. Asimismo, Neiroti et al. (2021) señalaron que el aprovechamiento efectivo de algoritmos en la toma de decisiones operativas depende de la existencia de mecanismos organizacionales que permitan convertir datos en conocimiento relevante, reforzando la importancia de integrar soluciones tecnológicas con procesos estructurados.

En una línea más reciente, Peralta et al. (2025) abordaron la gestión inteligente de incidencias mediante un enfoque que integra inteligencia artificial, ingeniería del conocimiento y modelos matemáticos. Su propuesta destaca la importancia de estructurar y aprovechar el conocimiento disponible para apoyar el análisis de incidencias y facilitar la toma de decisiones durante su gestión. Este enfoque resulta relevante para la presente investigación, debido a que evidencia la aplicación de tecnologías inteligentes y conocimiento estructurado como soporte para mejorar los procesos asociados con la atención de incidencias en entornos organizacionales.

Dayarathna et al. (2017) muestran en su artículo que actualmente, la mayoría de los analizadores de registros se centran en algunas áreas clave. Presenta un sistema novedoso llamado "recomendador de soluciones" que utiliza datos de eventos de registro producidos por servidores para identificar errores del sistema y brindar soporte para mitigarlos a través de un mecanismo publicador / suscriptor y los indexa dentro del servidor de análisis de datos. Los conocimientos que se presentan en este artículo ayudarán a la implementación de soluciones de análisis de eventos de registro para escenarios del mundo real.

En resumen, la revisión de los antecedentes citados permite mostrar que existe una amplia producción científica sobre sistemas basados en

el uso del conocimiento experto, inteligencia artificial y gestión de incidencias pero son escasos los trabajos que analizan empíricamente el impacto de uno de estos en los procesos operativos y de gestión de incidencias dentro de un marco ITIL a través de indicadores operativos del servicio de video (televisión por suscripción) dentro de entornos organizacionales en América Latina. Esta brecha en la literatura e información sustenta la pertinencia del presente trabajo de investigación.

2.3 Bases Teóricas

2.3.1 Sistema Experto

Una de las aplicaciones más relevantes de las tecnologías inteligentes en el ámbito organizacional es la creación de sistemas expertos orientados al cumplimiento de dos propósitos fundamentales. Estos sistemas se definen como aplicaciones capaces de resolver problemas reales que demandan conocimientos especializados, reproduciendo el razonamiento y la toma de decisiones de profesionales con experiencia dentro de un campo específico (Sagheb-Tehrani, 2005). En desarrollos más recientes, los sistemas expertos basados en reglas mantienen componentes fundamentales como la base de conocimientos y los mecanismos de inferencia, que permiten representar y aplicar conocimiento especializado mediante reglas para apoyar los procesos de toma de decisiones (Kodors et al., 2025).

Estructura de un sistema experto

Badaró et al. (2013) indican que la estructura básica de un sistema experto consta de:

Sistema para la obtención del conocimiento: Encargada de adquirir toda la experiencia del personal experto (fuente de conocimiento) y trasladarla a un software generando y expandiendo la base de conocimiento.

Base de Conocimiento: Corresponde al componente donde se almacena la información especializada requerida para el funcionamiento del sistema experto, permitiéndole interpretar situaciones, generar alternativas y resolver problemas mediante el uso de reglas y heurísticas que estructuran el conocimiento aplicado en un ámbito determinado.

Base de Hechos: Donde se almacena la información de los casos pendientes de solución y que se actualiza y modifica de manera continua durante la operación del sistema

Motor de Inferencia o intérprete: Elemento encargado de procesar la información almacenada y la evidencia existente para deducir resultados y orientar el desarrollo del razonamiento.

Subsistema de justificación: Módulo que explica cómo el sistema experto llegó a una determinada solución, permitiendo comprender su funcionamiento.

Tipos de sistemas expertos

Según Badaró et al. (2013), se pueden identificar los siguientes tipos:

Basados en reglas

Su funcionamiento se sustenta en la aplicación secuencial de reglas, evaluando resultados y reutilizándolas en distintos contextos. Asimismo, permiten el uso de inferencia lógica dirigida, iniciando desde un hecho determinado y una condición concreta para orientar el proceso hasta alcanzar una solución o alternativas posibles. De igual forma, pueden operar mediante razonamiento inverso, buscando evidencias que respalden una hipótesis específica.

Basados en redes bayesianas

El modelo bayesiano constituye un enfoque probabilístico que se representa mediante un grafo dirigido acíclico, el cual describe un conjunto de variables aleatorias y las relaciones de dependencia condicional entre ellas. Este tipo de modelo gráfico, considerado dentro de los enfoques estáticos, permite analizar la incertidumbre en distintos contextos. Por ejemplo, puede emplearse para modelar la relación entre enfermedades y síntomas, facilitando el cálculo de la probabilidad de presencia de una o varias patologías a partir de la evidencia observada.

Sistemas Expertos difusos

Esta clase de sistemas trabaja con incertidumbre puesto que emplea lógica difusa. El procedimiento hace uso del patrón matemático de los conjuntos difusos, imita el desarrollo del razonamiento humano, consiguiendo con esto que una computadora se comporte de forma más lógica que precisa.

Basados en casos

El razonamiento basado en casos consiste en resolver situaciones nuevas tomando como referencia soluciones aplicadas en experiencias previas similares. Este enfoque permite comparar escenarios actuales con antecedentes conocidos para adaptar respuestas eficaces. Por ejemplo, un mecánico puede reparar una falla recordando un problema similar en otro vehículo, o un abogado puede sustentar su defensa apoyándose en precedentes jurídicos. Este tipo de análisis no solo es relevante en sistemas computacionales, sino también en la vida cotidiana, ya que las personas recurren constantemente a experiencias anteriores para tomar decisiones. En esencia, se trata de un método sustentado en la analogía y en el aprendizaje derivado de la experiencia acumulada.

Sistema experto híbrido

El sistema experto híbrido es utilizado para solucionar el problema de adquisición automática de conocimiento optimizando el proceso de creación de reglas agregando estas ya sea manualmente o a través del aprendizaje de reglas. En el presente trabajo se plantea el uso de este tipo de sistema experto (Müller et al., 2021).

Método para el desarrollo de un sistema experto (Sanz, 2003)

Los sistemas inteligentes autónomos constituyen una aplicación vinculada a la inteligencia artificial, basada en el uso de programas conocidos como agentes, dando lugar a los denominados sistemas multi agente (SMA), los cuales operan de manera distribuida. Las metodologías tradicionales de ingeniería de software no cubren completamente las necesidades de este tipo de sistemas, por lo que han surgido enfoques específicos orientados a agentes, que generalmente parten de descripciones conceptuales y posteriormente establecen lineamientos para su desarrollo.

Para la selección de metodologías relevantes, se consideraron aspectos como la capacidad de modelar el sistema desde distintas perspectivas, la incorporación de procesos estructurados de desarrollo y la integración entre prácticas de ingeniería de software y fundamentos propios de la teoría de agentes

Entre estas metodologías tenemos:

Vowel Engineering: Se identifica como un enfoque pionero que incorpora diversos elementos —tales como agentes, entorno, interacciones y estructura organizacional— en el diseño de sistemas multiagente (SMA). Su planteamiento se orienta a la articulación de estos componentes con el fin de representar los sistemas de forma integral. En sus primeras etapas, esta integración se expresaba mediante descripciones en lenguaje natural; no obstante, en desarrollos posteriores ha evolucionado hacia la utilización de lenguajes de arquitectura, lo que facilita la reutilización de componentes de software.

No obstante, pese a su potencial, esta metodología aún presenta ciertas limitaciones, principalmente debido a la carencia de herramientas de soporte adecuadas y a la falta de directrices precisas para caracterizar los distintos elementos involucrados. De igual manera, el enfoque de desarrollo representa un punto débil, ya que se restringe a plantear las “vocales” como una orientación general sobre los componentes a considerar, junto con diversas alternativas tecnológicas para su implementación

MAS-CommonKADS: Esta orientada al desarrollo de sistemas basados en conocimiento, aprovechando la experiencia

acumulada en sistemas expertos. CommonKADS se centra en el modelo de conocimiento y está diseñada para la creación de sistemas expertos con interacción directa con el usuario, considerando esencialmente dos agentes: el usuario y el sistema. MAS-CommonKADS amplía este enfoque al contemplar la interacción entre múltiples componentes dentro del sistema.

En su versión actual, la información requerida se describe principalmente mediante lenguaje natural. Aunque cuenta con herramientas de apoyo, esta característica dificulta la automatización del análisis de las especificaciones, ya que la identificación de inconsistencias o elementos no utilizados requiere una revisión manual. Para superar esta limitación, sería necesario restringir el uso del lenguaje natural o bien incluir formalismos que permitan una definición más clara y consistente de los sistemas multi agente (SMA).

A pesar de estos inconvenientes, MASCommonKADs constituye un ejemplo a seguir en lo que a metodologías se refiere. Es exhaustiva como pocas a la hora de detallar el sistema y además es consecuente con que el proceso de desarrollo en la mayoría de los casos es más complejo que un conjunto de pasos. De hecho, las ideas de MASCommonKADS han estado presentes en casi todos los trabajos referentes a metodologías desde hace años.

BDI: Ha influido notablemente en la forma de concebir el control de los agentes. Las arquitecturas BDI se inspiran en un modelo cognitivo del ser humano. El agente recibe estímulos a través de sensores ubicados en el mundo. Estos estímulos modifican el modelo del mundo que tiene el agente (representado por un conjunto de creencias). Para guiar sus acciones, el agente tiene Deseos. Un deseo es un estado que el agente quiere alcanzar a través de intenciones. Éstas son acciones especiales que pueden abortarse debido a cambios en el modelo del mundo.

Como en las anteriores metodologías, se echa de menos la presencia de herramientas de soporte. Sin embargo, los modelos formales que se pueden encontrar tras esta metodología constituyen una referencia obligada para aquellos interesados en la integración de teorías de agentes y las prácticas de ingeniería.

ZEUS: Desde su aparición, ZEUS se ha convertido en referencia de cómo debe ser una herramienta para el desarrollo de SMA. Sobre todo, por la forma en que combinan los distintos resultados de investigación en agentes (planificación, ontologías, asignación de responsabilidades, relaciones sociales entre agentes) en un sistema ya ejecutable. La aplicación genera incluso programas para arrancar el sistema especificado e incluye herramientas de monitorización como el Visor de Sociedad que muestra los agentes existentes y sus relaciones, la Herramienta de Control para ver o

modificar remotamente el estado de los agentes y los Generadores de Informes para obtener estadísticas de funcionamiento e informes de actuación de la sociedad de agentes. Hasta la aparición de MaSE, ZEUS era herramienta referencia. Hoy en día se encuentran muchos más artículos referenciando MaSE que ZEUS; conceptualmente, ZEUS es superior a MaSE.

MaSE (Multi-agent systems Software Engineering): Esta metodología parte del paradigma orientado a objetos, y asume a los agentes como una extensión/especialización de estos. Su enfoque se centra en la coordinación mediante intercambios estructurados de información y en la capacidad de actuar de forma proactiva para cumplir objetivos individuales y colectivos. En este marco, los agentes se emplean como una abstracción que puede incorporar distintos niveles de inteligencia, permitiendo gestionar de manera uniforme tanto componentes simples como complejos dentro del sistema.

El diseño consta de cuatro pasos: crear clases de agentes, construir conversaciones, ensamblar clases de agentes y diseño del sistema.

GAIA: Estudia la definición de vistas en una metodología y trata de integrarse en un ciclo de vida de software tipo cascada. Es una metodología para el diseño de sistemas basados en agentes cuyo objetivo es obtener un sistema que maximice alguna medida de calidad global (no se llega a detallar cuál). GAIA pretende ayudar al analista a ir sistemáticamente desde unos requisitos iniciales a un diseño que, según los autores, esté lo suficientemente detallado como para ser implementado directamente.

La principal observación hacia GAIA es que se queda a un nivel de abstracción demasiado alto. Según los autores, con ello se consigue desacoplar GAIA de las distintas soluciones de implementación de agentes. Finalmente cabe mencionar la falta de herramientas de soporte para esta metodología; de todas las revisadas en este artículo es la que menos soporte tiene, lo cual sorprende dado el impacto que ha tenido.

INGENIAS: Creada a partir del trabajo de MESSAGE en la que el autor (Sanz, 2003) participó activamente. Esta metodología ha tenido un gran impacto en la comunidad dedicada al estudio del agente software. Como muestra de esta influencia, está la metodología INGENIAS y otra que aplica las ideas de MESSAGE al desarrollo de sistemas en tiempo real, llamada RT-MESSAGE. El motivo de presentar INGENIAS en lugar de MESSAGE, se debe a que el autor considera INGENIAS como evolución de las ideas de MESSAGE. INGENIAS profundiza en los elementos mostrados en el método de especificación, en el proceso de desarrollo, además de incorporar nuevas herramientas de soporte y ejemplos

de desarrollo.

El proceso de desarrollo que propone INGENIAS es excesivo cuando se trata de desarrollos reducidos. A diferencia de MAS-CommonKADS que dota de procesos de desarrollo adaptados al tamaño del problema, INGENIAS da la impresión de dedicarse exclusivamente a desarrollos de gran tamaño.

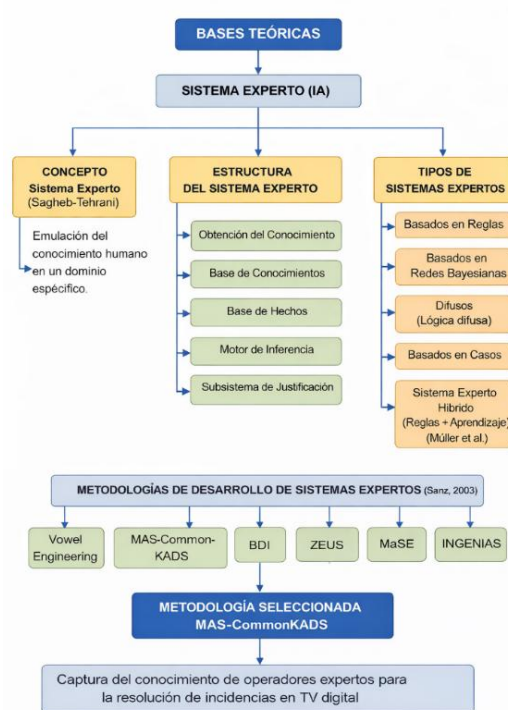
Metodología aplicada al desarrollo del Sistema Experto

Cada metodología, por el bagaje de sus creadores, se especializa en áreas concretas. Quienes trabajan con sistemas basados en conocimiento con la metodología CommonKADS, lo lógico es que se elija MASCommonKADS. Si la experiencia del usuario está en el área de los objetos, la recomendación sería de MaSE. Si por el contrario está interesado en un enfoque más orientado a agentes, puede seleccionar ZEUS, INGENIAS, BDI o GAIA. Y si lo que se quiere es tener un soporte de herramientas, la lista de metodologías válidas se reduce considerablemente: ZEUS, MaSE, INGENIAS

Finalmente, también es posible adoptar un enfoque híbrido, combinando elementos de distintas metodologías. Por ejemplo, se podría emplear el modelado de INGENIAS junto con sus herramientas de especificación, complementándolo con la implementación en ZEUS, aprovechando así las fortalezas de cada propuesta.

Imagen 1

Diagrama conceptual sobre las bases teóricas del sistema experto propuesto



Nota. Elaboración propia.

Tipo de sistema experto implementado

El sistema desarrollado corresponde a un sistema experto híbrido, debido a que integra múltiples enfoques de representación y procesamiento del conocimiento:

- Enfoque sustentado en reglas heurísticas.
- Solución apoyada en conocimiento estructurado.
- Modelo orientado al razonamiento a partir de experiencias previas.
- Mecanismo de inferencia respaldado por técnicas de inteligencia artificial.

Este enfoque permite combinar el razonamiento determinístico con el análisis contextual dinámico, reproduciendo el proceso cognitivo de un especialista en operación de cabeceras de video.

Arquitectura del sistema experto

El sistema sigue una arquitectura modular compuesta por los siguientes elementos:

Interfaz de usuario

La interfaz fue desarrollada en lenguaje Python utilizando la biblioteca Tkinter y permite:

- Registro y autenticación de usuarios.
- Creación y gestión de tickets de incidencias.
- Ejecución del diagnóstico asistido por IA.
- Registro de acciones ejecutadas por el operador.
- Cierre y reapertura de incidencias.
- Visualización de la cadena de procesamiento del servicio afectado.

Esta capa constituye el mecanismo de interacción entre el usuario y el sistema experto.

Base de datos operacional

Se empleó SQLite como sistema gestor de base de datos por su:

- Portabilidad
- Bajo consumo de recursos
- Ausencia de licenciamiento
- Integración nativa con Python

La base de datos almacena:

- Información de usuarios

- Tickets de incidencias
- Historial de diagnósticos
- Acciones ejecutadas
- Base de conocimiento de casos resueltos
- Configuración técnica del Plan Service

Base de conocimiento

La base de conocimiento está compuesta por tres fuentes principales:

Conocimiento estructurado

Representado por el archivo excel “Plan Service.xlsx”, el cual contiene la configuración real de la cadena de procesamiento de cada canal:

- Encoder
- Multiplexor
- Scrambler
- Origin
- Empaquetador
- CDN
- Parámetros técnicos asociados

Este conocimiento permite validar si una condición corresponde a un comportamiento esperado del sistema.

Conocimiento heurístico

Implementado mediante reglas de:

- Correlación de incidencias.
- Descarte de hipótesis.
- Priorización de acciones de diagnóstico.

Conocimiento basado en casos

Cada ticket cerrado alimenta la base de conocimiento con:

- Síntomas
- Contexto
- Causa raíz
- Solución aplicada

Esto permite la reutilización de experiencias previas.

Motor de inferencia

El motor de inferencia realiza un proceso de razonamiento iterativo basado en:

- Síntomas del incidente.
- Configuración real del sistema.
- Evidencia registrada por el operador.
- Diagnósticos previos.

El método de inferencia utilizado es el encadenamiento hacia adelante, ya que parte de hechos conocidos para generar nuevas conclusiones.

Representación del conocimiento

Representación estructurada

El conocimiento generado por el sistema experto se almacena en formato JSON con la siguiente estructura:

- Diagnóstico
- Causas probables
- Acciones recomendadas
- Parámetros sugeridos
- Notas técnicas
- Estimación de causa raíz

Representación relacional

La persistencia del conocimiento se realiza mediante tablas en SQLite, lo que permite:

- Consultas eficientes
- Integridad de datos
- Reutilización del conocimiento

Representación jerárquica del Plan Service

La configuración técnica de los canales se organiza por etapas de procesamiento, lo cual permite el razonamiento contextual sobre la arquitectura del servicio.

Reglas de inferencia

Reglas de descarte

Si una acción ejecutada es correcta, la hipótesis asociada se elimina del proceso de diagnóstico.

Reglas de validación contra diseño

Si un parámetro coincide con el Plan Service, no se considera causa raíz.

Reglas de correlación

Se identifican incidencias relacionadas cuando existe coincidencia en:

- Servicio afectado
- Canal
- Síntomas
-

Estrategia de razonamiento

El sistema implementa un ciclo de diagnóstico iterativo:

- Generación de hipótesis
- Ejecución de pruebas
- Registro de evidencia
- Refinamiento del diagnóstico
- Identificación de causa raíz

Este proceso reproduce el razonamiento de un experto humano.

Mecanismo de aprendizaje

El sistema incorpora aprendizaje basado en casos, ya que cada incidencia resuelta:

- Incrementa la base de conocimiento
- Mejora la precisión de diagnósticos futuros

Flujo de funcionamiento del sistema experto

El proceso general es el siguiente:

- i. Registro del incidente.
- ii. Identificación del servicio y canales afectados.
- iii. Consulta automática al Plan Service.
- iv. Generación del diagnóstico inicial.
- v. Ejecución de acciones por el operador.
- vi. Registro de resultados.
- vii. Diagnóstico iterativo.
- viii. Determinación de la causa raíz.
- ix. Almacenamiento del conocimiento.

Ventajas del sistema desarrollado

- Reducción del tiempo de diagnóstico.
- Estandarización del proceso de resolución de fallas.
- Preservación del conocimiento organizacional.
- Soporte al entrenamiento de nuevos operadores.
- Diagnóstico basado en la configuración real del sistema.

2.3.2 ITIL (Information Technology Infrastructure Library)

ITIL es un marco de referencia reconocido a nivel internacional que proporciona lineamientos para la gestión y entrega de servicios de tecnologías de la información. Su enfoque se basa en la coordinación de distintos componentes organizacionales involucrados en la provisión del servicio, y tuvo su origen en iniciativas promovidas por entidades gubernamentales del Reino Unido (Commerce, 2007).

ITIL propone si es necesario la revisión, modelado y reestructuración de los procesos existentes y establece en la organización estándares que

ayudan al control, operación y administración de los recursos IT (ya sean propios o de los clientes) y promueve también el seguimiento y control de los cambios realizados a través de la documentación de las actividades a fin de tener la trazabilidad de los cambios realizados.

Para el presente trabajo, se ha considerado en el análisis al marco ITIL v 3.0 ya que es el utilizado en la empresa de Telecomunicaciones en Lima Perú.

2.3.3 El Ciclo de Vida del Servicio

En su tercera versión, ITIL aborda la gestión de servicios mediante un enfoque basado en el ciclo de vida del servicio. Este modelo organizativo permite comprender:

- La estructura bajo la cual se gestiona el servicio.
- La interrelación existente entre las distintas etapas del ciclo de vida.
- El impacto que las modificaciones en uno de sus elementos pueden generar sobre los demás componentes y sobre el funcionamiento integral del sistema.

Consta de cinco fases:

1. Estrategia del Servicio: Comprende la definición, planificación e implementación de la gestión de servicios como un elemento estratégico dentro de la organización.
2. Diseño del Servicio: La fase de diseño para el desarrollo de servicios de TI apropiados, comprende la arquitectura, procesos, política y documentos; el objetivo del diseño es cumplir los requisitos presentes y futuros de la organización.
3. Transición del Servicio: Abarca las actividades destinadas a preparar, verificar e implementar en el entorno productivo los servicios nuevos o modificados, contribuyendo al fortalecimiento de las capacidades organizacionales.
4. Operación del Servicio: Asegura la provisión eficiente y efectiva de los servicios, junto con su soporte y mantenimiento continuos generando valor para el cliente y el proveedor del servicio.
5. Mejora Continua del Servicio: Busca optimizar de forma permanente los servicios mediante la evaluación y mejora del diseño, la transición y la operación, manteniendo y potenciando el valor entregado.

El estudio en el presente trabajo se enfocará en la resolución de incidentes generados en el proceso de **gestión de incidencias**.

2.3.4 Proceso de gestión de incidencias

Este proceso administra aquellos eventos que afectan la ejecución normal de un servicio de TI de la organización y busca restablecer el servicio lo antes posible, minimizando el impacto sobre la organización a un costo adecuado.

La incidencia es cualquier evento que no forma parte de la operación normal de un servicio el cual causa una interrupción o reducción de la disponibilidad, se entiende como la interrupción de uno o varios procesos en el sistema, solicitando la solución inmediata para reiniciar las operaciones de este. Sin realizar un análisis exhaustivo de las causas, se completan las soluciones como reemplazo de un elemento o del uso de un dispositivo o mecanismo diferente.

En general una incidencia está relacionada con el mal manejo, error, falla, o simplemente mal funcionamiento de un equipo o dispositivo.

Roles de la gestión de incidencias

Los roles ITIL definidos para la gestión de incidencias son los siguientes:

Gestor de incidentes:

Asume la propiedad y la responsabilidad por el proceso de gestión de incidentes dentro de la organización de TI incluyendo todos los incidentes importantes que se informan y deben resolverse. Una vez que se escala un incidente importante, el gestor de incidentes debe determinar qué recursos y experiencia se requieren para resolver el incidente y comenzar a formar un equipo de incidente mayor que pueda resolver el problema lo más rápido posible.

Equipo de incidentes graves:

Este grupo se encarga de atender incidencias de alta prioridad, con el objetivo de restablecer el servicio en el menor tiempo posible. Su conformación varía según la complejidad del evento, considerando la experiencia requerida y las acciones necesarias para resolverlo de manera eficiente.

Operador de TI:

Desarrolla tareas operativas cotidianas dentro de la infraestructura tecnológica, tales como la instalación de equipos, ejecución de respaldos, mantenimiento de servidores y cumplimiento de actividades programadas. Gracias a su conocimiento del entorno tecnológico, puede brindar soporte adicional en la resolución de incidencias críticas.

2.3.5 Tipo de incidencias

Se definen los siguientes tipos de incidencias para la plataforma de video:

Incidencia de tipo 1 – “Mayor”: La incidencia afecta la funcionalidad de los servicios que se proveen a los clientes. Esta condición está caracterizada por una falla de uno (1) o más dispositivos o sistemas de la cabecera conectados a la red que ocasione la pérdida total o parcial de uno o más servicios, siendo ejemplo de afectación los siguientes servicios ofrecidos:

- Más del 5% del total de usuarios afectados.
- Más del 5% del total de canales afectados
- Más del 5% del total de películas afectadas
- Muy pobre calidad de servicio (QoS) (Un promedio de 30% de QoS)
- Inoperatividad de la mayor parte del equipamiento
- Canales “Live” de alta audiencia degradados o indisponibles.
- Canales “Live” de media audiencia degradados o indisponibles en horas de mayor audiencia.
- Canales “Live” que implican requerimientos legales.
- Canales “Live” con contenido Premiere o Adulto indisponibles o degradados.
- Falla de encriptación en canales con contenido Adulto
- Pérdida completa del sistema de administración del equipamiento.

Incidencia de tipo 2– “Minor” (problema menor):

La incidencia presentada afecta el servicio en algunos de los siguientes sentidos: deterioro de una o más señales de audio o video, aunque esto no afecte por completo las funcionalidades de ningún dispositivo conectado a la red. Se considera que esta afectación es menos crítica que la condición de emergencia, sin embargo, en función de la degradación del desempeño de la red, esta pudiera convertirse en una incidencia de Severidad Mayor. Algunos ejemplos de afectación considerada Minor son:

- Entre el 3% y el 5% del total de usuarios afectados
- Entre el 3% y el 5% del total de canales afectados
- Entre el 3% y el 5% del total de películas afectadas
- Indisponibilidad de los servicios de Media Audiencia
- Pérdida de calidad del servicio (Caída del 10% de la calidad del servicio)
- Pérdida de la redundancia del sistema de gestión.
- Pérdida a nivel básico/general de la funcionalidad del sistema de gestión de la plataforma.
- Indisponibilidad de la gestión del procesamiento en la plataforma para la creación, modificación o eliminación de servicios a solicitud del negocio.

Incidencia de tipo 3 – “Slight” (problema leve):

Los sistemas y la plataforma de video se mantienen operativas, aunque con ciertas limitaciones en sus funciones. Esta es una condición donde se muestran alarmas de baja criticidad, la misma presenta poca restricción para las operaciones y los servicios prestados. Algunos ejemplos de afectación considerada MEDIA son:

- Menos del 3% del total de usuarios afectados
- Menos del 3% del total de canales afectados
- Menos del 3% del total de películas afectadas
- Alarmas que no generan indisponibilidad en el servicio.
- Pérdida del monitoreo de los servicios.

CAPITULO 3. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de la Investigación

Esta investigación corresponde a un estudio de naturaleza aplicada, debido a que se orienta al desarrollo e implementación de una solución tecnológica específica —un sistema experto— con el propósito de mejorar la administración de incidencias en el servicio de televisión por suscripción dentro de una empresa de telecomunicaciones. Este enfoque surge de la necesidad de lograr mejoras operativas medibles en un entorno real, apoyándose en principios propios de la disciplina de ingeniería y la gestión de tecnologías de información.

Respecto al diseño metodológico, se emplea un esquema preexperimental con mediciones en dos momentos, debido a la ausencia de un grupo de control y a la imposibilidad de asignar aleatoriamente los elementos de estudio, dadas las condiciones del contexto organizacional. Lo arriba indicado permite analizar los resultados y cambios en el proceso de gestión de incidencias evaluando el efecto del uso de la herramienta tecnológica.

Este diseño resulta conveniente para estudios aplicados en entornos empresariales pues observa el impacto de una intervención tecnológica a través de indicadores operativos, identificando cambios relevantes sin necesariamente definir causales estrictas.

3.2 Unidad de análisis

Está constituida por el proceso de gestión de incidencias del servicio de video en el área de operaciones y sistemas de la empresa analizada. Dicha gestión se materializa a través de los tickets de incidencias registrados en el sistema de gestión, los cuales contienen información relevante sobre la clasificación, atención y tiempos de resolución de los eventos que afectan la continuidad del servicio.

Estos registros permiten evaluar de manera objetiva el impacto de la solución basada en el uso de conocimiento experto a través de

indicadores operativos asociados a la gestión de incidencias.

3.3 Diseño operativo de la investigación

El diseño de la presente investigación es pre-experimental con mediciones antes y después de la intervención, cuyo propósito es analizar y evaluar el efecto de una solución basada en conocimiento experto en la gestión de incidencias del servicio de televisión por suscripción. Este enfoque se justifica debido a que la investigación se desarrolla en un entorno organizacional real, donde no es factible contar con un grupo de control ni realizar asignaciones aleatorias sin afectar la continuidad del servicio.

El esquema operativo considera una evaluación inicial de los indicadores de gestión de incidencias a partir de registros históricos disponibles. Luego, se incorpora la solución desarrollada dentro del flujo de atención de incidencias alineado con prácticas ITIL. Finalmente, se efectúa una segunda medición de los mismos indicadores, con el objetivo de contrastar los resultados obtenidos en ambos momentos del estudio.

La evaluación de la influencia del sistema experto se realiza mediante la comparación estadística de los indicadores Índice de Resolución de Incidentes (IRI) e Índice de Tiempo de Restauración de Incidentes (ITRI), clasificados según el nivel de criticidad de las incidencias (Major, Minor y Slight). Durante el desarrollo del estudio, se mantienen constantes las condiciones operativas del servicio, tales como la plataforma tecnológica, los procesos de gestión de incidencias y los criterios de clasificación, con el propósito de reducir la interferencia de variables externas en los resultados obtenidos.

Este diseño permite identificar cambios significativos asociados a la implementación del sistema experto, sin pretender establecer relaciones de causalidad absoluta, sino evaluar su influencia como herramienta de apoyo a la toma de decisiones en la gestión de incidencias del servicio de TV paga.

3.4 Método de investigación

En esta investigación se adopta el enfoque hipotético-deductivo, el cual parte de un problema previamente identificado, plantea hipótesis explicativas y las somete a verificación mediante la observación y el tratamiento de la información obtenida. Este enfoque resulta pertinente en estudios aplicados del ámbito de la ingeniería, donde se pretende analizar el impacto de una solución tecnológica sobre un proceso operativo específico (Cegarra Sánchez, 2004).

De acuerdo con este método, la investigación inicia con la identificación del problema relacionado con la gestión de incidencias del servicio de TV paga, a partir del cual se formulan hipótesis que plantean la

influencia del sistema experto como apoyo a la toma de decisiones. Posteriormente, dichas hipótesis son contrastadas mediante el análisis cuantitativo de indicadores operativos obtenidos del sistema de gestión de incidencias, permitiendo verificar si existen diferencias significativas previas y posteriores a la implementación de una solución basada en conocimiento experto.

El enfoque hipotético–deductivo se articula con el paradigma positivista adoptado en la investigación, en el cual el conocimiento se valida a partir de la evidencia empírica y la medición objetiva de los fenómenos observados (Bunge, 2014). Asimismo, este método es consistente con el enfoque cuantitativo del estudio, dado que las variables de investigación se expresan en valores numéricos y son analizadas mediante técnicas estadísticas inferenciales para la comprobación de las hipótesis planteadas (Hernández Sampieri & Fernandez-Collado, 2014).

En este contexto, el método hipotético–deductivo permite establecer una relación lógica entre el marco teórico, las hipótesis de investigación y los resultados obtenidos, proporcionando rigor metodológico al estudio y asegurando la validez de las conclusiones relacionadas con la influencia del sistema experto en la gestión de incidencias del servicio de TV por suscripción.

3.5 Población de estudio

La población o universo de estudio está conformado por el conjunto de elementos —como personas, organizaciones o países— que poseen características comunes y constituyen las unidades de análisis para responder la pregunta de investigación. Por su parte, la muestra corresponde a un subconjunto representativo extraído de dicha población. El uso de muestras se justifica debido a las limitaciones prácticas que impiden analizar la totalidad del universo (Cárdenas, 2018).

La población del presente estudio estuvo conformada por 556 tickets de incidencias registrados en el sistema de gestión de la empresa de telecomunicaciones, correspondientes al periodo considerado para la investigación.

3.6 Muestreo

De acuerdo con Carrasco Díaz (2008), el tipo de muestreo no probabilístico implica la selección intencional de unidades de análisis conforme a los propósitos y criterios definidos en la investigación, prescindiendo del uso de métodos aleatorios para su determinación.

La conformación de la muestra se llevó a cabo mediante un procedimiento de selección intencional, en el cual las unidades fueron elegidas en función de criterios previamente definidos por el

investigador y no a través de mecanismos aleatorios (Carrasco Díaz, 2008). Este enfoque resulta adecuado en estudios aplicados desarrollados en entornos organizacionales, donde es necesario incluir casos que cumplan condiciones específicas para el análisis.

En este estudio, se consideraron tickets de incidencias del servicio de televisión por suscripción que disponían de información completa y consistente respecto a su clasificación, tiempos de atención y resolución, correspondientes al periodo establecido. Esta estrategia permitió garantizar la coherencia de la información utilizada y sustentar adecuadamente el análisis del impacto del sistema experto en la gestión de incidencias.

3.7 Selección de muestra

Para garantizar que la muestra represente adecuadamente a la población, es necesario determinar su tamaño considerando cuatro aspectos principales:

- a. Tamaño de la población: A mayor número de elementos en el universo de estudio, se requerirá una muestra más amplia para reflejar sus características.
- b. Heterogeneidad: Se refiere al grado de dispersión de la población respecto a una variable relevante. Cuando existe mayor variabilidad, se necesita una muestra más grande. En ausencia de una variable específica, suele asumirse una variabilidad del 50% (0.5), ya que representa el escenario de máxima dispersión y es un valor estándar en este tipo de cálculos.
- c. Error muestral o margen de error: Hace referencia a la diferencia estimada entre los valores observados en la muestra y los correspondientes al total poblacional. Este parámetro es definido previamente por el investigador, siendo comunes valores de 3% o 5% en estudios sociales. A medida que este valor disminuye, se requiere incrementar el tamaño de la muestra para lograr mayor precisión.
- d. Nivel de confianza: Se refiere al grado de certeza asociado a que los resultados se sitúen dentro de un intervalo previamente estimado. Generalmente se emplea un nivel del 95%; no obstante, niveles superiores, como el 99%, demandan un mayor número de observaciones para alcanzar una precisión más elevada.

La determinación del tamaño muestral se realizó con la finalidad de asegurar que la información analizada sea representativa y que los resultados obtenidos sean consistentes. Para ello, se consideraron criterios estadísticos como el tamaño poblacional, el grado de variabilidad, el margen de error y el nivel de confianza. Ante la ausencia de una variable que permita estimar la variabilidad de la población, se

asumió un nivel de heterogeneidad del 50%, valor que representa la máxima dispersión y es ampliamente utilizado en estudios cuantitativos (Cárdenas, 2018).

Adicionalmente, se adoptó un nivel de confianza del 95% junto con un margen de error del 3%, parámetros comúnmente empleados en investigaciones aplicadas. Con base en estos criterios y considerando una población aproximada de 556 tickets de incidencias, se empleó la fórmula estadística correspondiente para estimar el tamaño muestral, obteniéndose un total de 173 registros, los cuales fueron utilizados en el análisis de los indicadores definidos en la investigación.

3.8 Tamaño de la muestra

La fórmula que calcula el tamaño de la muestra es:

$$n = \frac{N * Z^2 * p(1 - p)}{(N - 1) * e^2 + Z^2 * p(1 - p)}$$

Dónde:

n = Tamaño de la muestra

N = Total de la población

Z = Nivel de confianza al 95% elegido para la investigación

p = Heterogeneidad, en este caso = 0.50

e = error muestral, en este caso se desea un 3%.

Utilizando la fórmula correspondiente, se determinó el tamaño de muestra para los indicadores: Índice de resolución de incidentes (IRI) e Índice de tiempo de recuperación de incidentes (ITRI).

$$n = \frac{556 * (0.95)^2 * 0.50 * (1 - 0.50)}{(556 - 1) * (0.03)^2 + (0.95)^2 * 0.50 * (1 - 0.50)}$$

n=173 tickets.

Tras aplicar la fórmula correspondiente, se estableció que el estudio incluirá 173 registros de incidencias, los cuales se encuentran distribuidos a lo largo de los diferentes meses del año 2021.

3.9 Técnicas empleadas para la obtención de información

En este estudio se utilizó la técnica de fichaje, la cual implica la recopilación, organización y sistematización de información proveniente de fuentes documentales y registros existentes, con la finalidad de facilitar su posterior análisis. Este procedimiento resulta adecuado en investigaciones cuantitativas de carácter aplicado, donde se trabaja con datos objetivos previamente registrados en documentos,

bases de datos o plataformas institucionales, permitiendo un tratamiento estructurado y ordenado de la información, conforme a lo expuesto en la literatura metodológica especializada (Hernández Sampieri & Fernandez-Collado, 2014).

En el contexto del estudio, la técnica del fichaje se aplicó a los tickets de incidencias del servicio de video registrados en el sistema de gestión de incidencias de la compañía de telecomunicaciones. A partir de dichos registros, se extrajo información relevante relacionada con la clasificación de las incidencias, los tiempos de atención y los resultados de la gestión, lo que permitió construir los indicadores operativos definidos para la investigación.

El uso de esta técnica garantiza la objetividad y confiabilidad de los datos recolectados, al basarse en registros operativos reales y no en percepciones subjetivas. Este enfoque resulta coherente con la perspectiva cuantitativa y el diseño preexperimental adoptado, en concordancia con la literatura metodológica que respalda el uso de fuentes documentales en este tipo de estudios (Hernández Sampieri & Fernandez-Collado, 2014).

Técnica: Fichaje

Hernández Sampieri y Fernandez-Collado (2014) señalan que una de las formas de recolectar, organizar, almacenar y otorgar valor a la información proveniente de fuentes documentales es el fichaje, ya que permite sistematizar datos previamente registrados para su posterior análisis. En la presente investigación, esta técnica será empleada para la medición de los dos indicadores definidos, debido a su pertinencia para el tratamiento de información objetiva proveniente de registros institucionales.

Herramienta para la obtención de información: Fichas de registro

La información fue obtenida a partir de los registros de incidencias generados en la plataforma de atención utilizada por la empresa de telecomunicaciones en Lima, Perú, donde se consignan la clasificación de los eventos y los tiempos de respuesta del equipo de operaciones frente a las incidencias reportadas en el servicio.

En base a la información extraída se calcularon los dos indicadores definidos en la investigación a fin de organizar la información recopilada.

La validez externa: Se refiere al grado en que los resultados obtenidos en una investigación pueden generalizarse a otros contextos, situaciones, participantes o poblaciones diferentes de aquellos considerados originalmente en el estudio (Hernández Sampieri & Fernandez-Collado, 2014)

Validez de criterio: Se refiere al grado en que los resultados obtenidos mediante un instrumento de medición se relacionan con un criterio

externo utilizado como referencia. La validez se establece mediante la comparación de los resultados del instrumento con los valores obtenidos a partir de dicho criterio (Hernández Sampieri & Fernandez-Collado, 2014).

Validez de contenido: Se refiere al grado en que un instrumento representa adecuadamente el dominio específico de contenido correspondiente a la variable que se pretende medir. En ese sentido, los ítems que conforman el instrumento deben comprender de manera suficiente las dimensiones e indicadores definidos para las variables de estudio (Hernández Sampieri & Fernandez-Collado, 2014).

Validez de constructo: Se refiere al grado en que un instrumento representa y mide adecuadamente el concepto teórico o variable que se pretende evaluar. Esta validez considera la relación existente entre las variables, dimensiones e indicadores establecidos en el marco teórico y su correspondiente operacionalización en el instrumento de medición (Hernández Sampieri & Fernandez-Collado, 2014)

Los niveles de confianza adoptados en el estudio, junto con la consistencia de la información obtenida en las muestras, contribuyen a respaldar la validez de los datos recopilados (Hernández Sampieri & Fernandez-Collado, 2014).

Método

Métodos de análisis de datos

En este estudio se adopta una perspectiva cuantitativa en el tratamiento de la información, debido a su naturaleza preexperimental y al requerimiento de contar con métricas estadísticas que faciliten la verificación de la hipótesis planteada.

De acuerdo con Hernández, (Hernández Sampieri & Fernandez-Collado, 2014), cuando las variables pueden representarse numéricamente, es pertinente aplicar técnicas estadísticas que faciliten el análisis de la información y la validación de las hipótesis propuestas.

Se aplicará las pruebas de normalidad Shapiro-Wilcoxon o Kolgomorov-Sminov a los índices calculados en base a los datos recopilados a fin de determinar si utilizaremos estadística paramétrica o no-paramétrica.

De igual forma, se realizará una comparación entre los valores iniciales y los obtenidos posteriormente a la aplicación del sistema experto. Considerando que la muestra se organiza en tres tipos de incidencias (major, minor y slight), la verificación de las hipótesis se efectuará utilizando la prueba T de Student cuando los datos cumplan con los supuestos de normalidad, o mediante la prueba no paramétrica de Wilcoxon en caso contrario.

3.10 Pruebas de Hipótesis

A. Hipótesis de Investigación 1

H1: La implementación de una solución basada en conocimiento experto mejora el nivel de resolución de incidencias Major del servicio de TV en la empresa de Telecomunicaciones en Lima Perú

Indicadores:

- Índice de resolución de incidentes (IRI) para incidencias Major.
- Índice de tiempo de restauración de incidentes (ITRI) para incidencias Major.

Hipótesis estadística.

Donde:

IRI_Pre_Test: Índice de resolución de incidencias previa a la implementación del Sistema Experto.

IRI_Post_Test: Índice de resolución de incidencias posterior a la implementación del Sistema Experto.

ITRI_Pre_Test: Índice de tiempo de restauración de incidencias previa a la implementación del Sistema Experto.

ITRI_Post_Test: Índice de tiempo de restauración de incidencias posterior a la implementación del Sistema Experto.

Hipótesis H1o: La implementación de una solución basada en conocimiento experto no mejora el nivel de resolución de resolución de incidencias Major en la empresa de Telecomunicaciones en Lima Perú.

H1o:

$\mu_{IRI_Pre_Test} = \mu_{IRI_Post_Test}$ (Las medianas no varían, sin diferencia significativa entre mediciones previas y posteriores)

$\mu_{ITRI_Pre_Test} = \mu_{ITRI_Post_Test}$ (Las medianas no varían, sin diferencia significativa entre mediciones previas y posteriores)

Hipótesis H1a: La implementación de una solución basada en conocimiento experto mejora el nivel de resolución de resolución de incidencias Major en la empresa de Telecomunicaciones en Lima Perú.

H1a:

$\mu_{IRI_Pre_Test} \neq \mu_{IRI_Post_Test}$ (Las medianas varían, con diferencia significativa entre mediciones previas y posteriores)

$\mu_{ITRI_Pre_Test} \neq \mu_{ITRI_Post_Test}$ (Las medianas varían, con diferencia significativa entre mediciones previas y posteriores)

B. Hipótesis de Investigación 2

H2: La implementación de una solución basada en conocimiento experto mejora el nivel de resolución de incidencias Minor del servicio de TV en la empresa de Telecomunicaciones en Lima Perú.

Indicadores:

- Índice de resolución de incidentes (IRI) para incidencias Minor

- Índice de tiempo de restauración de incidentes (ITRI) para incidencias Minor.

Hipótesis estadística.

Donde:

IRI_Pre_Test: Índice de resolución de incidencias previa a la implementación del Sistema Experto.

IRI_Post_Test: Índice de resolución de incidencias posterior a la implementación del Sistema Experto.

ITRI_Pre_Test: Índice de tiempo de restauración de incidencias previa a la implementación del Sistema Experto.

ITRI_Post_Test: Índice de tiempo de restauración de incidencias posterior a la implementación del Sistema Experto..

Hipótesis H2o: La implementación de una solución basada en conocimiento experto no mejora el nivel de resolución de incidencias Minor en la empresa de Telecomunicaciones en Lima Perú.

H2o:

$\mu \text{ IRI_Pre_Test} = \mu \text{ IRI_Post_Test}$ (Las medianas no varían, sin diferencia significativa entre mediciones previas y posteriores)

$\mu \text{ ITRI_Pre_Test} = \mu \text{ ITRI_Post_Test}$ (Las medianas no varían, sin diferencia significativa entre mediciones previas y posteriores)

Hipótesis H2a: La implementación de una solución basada en conocimiento experto mejora el nivel de resolución de incidencias Minor en la empresa de Telecomunicaciones en Lima Perú.

H2a:

$\mu \text{ IRI_Pre_Test} \neq \mu \text{ IRI_Post_Test}$ (Las medianas varían, con diferencia significativa entre mediciones previas y posteriores)

$\mu \text{ ITRI_Pre_Test} \neq \mu \text{ ITRI_Post_Test}$ (Las medianas varían, con diferencia significativa entre mediciones previas y posteriores)

C. Hipótesis de Investigación 3

H3: La implementación de una solución basada en conocimiento experto mejora el nivel de resolución de incidencias Slight del servicio de TV en la empresa de Telecomunicaciones en Lima Perú.

Indicadores:

- Índice de resolución de incidentes (IRI) para incidencias Slight
- Índice de tiempo de restauración de incidentes (ITRI) para incidencias Slight.

Hipótesis estadística.

Donde:

IRI_Pre_Test: Índice de resolución de incidencias previa a la implementación del sistema experto.

IRI_Post_Test: Índice de resolución de incidencias posterior a la implementación del Sistema Experto.

ITRI_Pre_Test: Índice de tiempo de restauración de incidencias previa a la implementación del Sistema Experto.

ITRI_Post_Test: Índice de tiempo de restauración de de incidencias posterior a la implementación del Sistema Experto.

Hipótesis H3o: La implementación de una solución basada en conocimiento experto no mejora el nivel de resolución de incidencias Slight en la empresa de Telecomunicaciones en Lima Perú.

H3o:

$\mu \text{ IRI_Pre_Test} = \mu \text{ IRI_Post_Test}$ ((Las medianas no varían, sin diferencia significativa entre mediciones previas y posteriores)

$\mu \text{ ITRI_Pre_Test} = \mu \text{ ITRI_Post_Test}$ (Las medianas no varían, sin diferencia significativa entre mediciones previas y posteriores)

Hipótesis H3a: La implementación de una solución basada en conocimiento experto incrementa la eficacia en la resolución de incidencias Slight en la empresa de Telecomunicaciones en Lima Perú.

H3a:

$\mu \text{ IRI_Pre_Test} \neq \mu \text{ IRI_Post_Test}$ (Las medianas varían, hay diferencia significativa entre Las medianas varían, con diferencia significativa entre mediciones previas y posteriores)

$\mu \text{ ITRI_Pre_Test} \neq \mu \text{ ITRI_Post_Test}$ (Las medianas varían, con diferencia significativa entre mediciones previas y posteriores)

Nivel de significancia

Se definió un umbral de significancia de 0.05 (α), utilizado como referencia para decidir si la hipótesis planteada se confirma o se descarta.

CAPITULO 4. RESULTADOS

4.1 Análisis de los indicadores ITRI e IRI

En esta investigación se desarrolló e implementó un sistema experto con la finalidad de mejorar la gestión de incidencias en la plataforma de video de una empresa de telecomunicaciones en Lima, Perú. En una primera etapa, se efectuó una medición inicial para determinar la situación de los indicadores establecidos y, posteriormente, tras la integración del sistema, se registraron nuevamente dichos indicadores con el fin de evaluar los resultados alcanzados.

La Tabla 1 presenta las medidas descriptivas del Índice de Tiempo de Recuperación de Incidentes (ITRI) antes (Pre-Test) y después (Post-Test) de la implementación de una solución basada en conocimiento experto, considerando los niveles de severidad Major, Minor y Slight. A continuación, se realiza el análisis técnico correspondiente.

Tabla 1

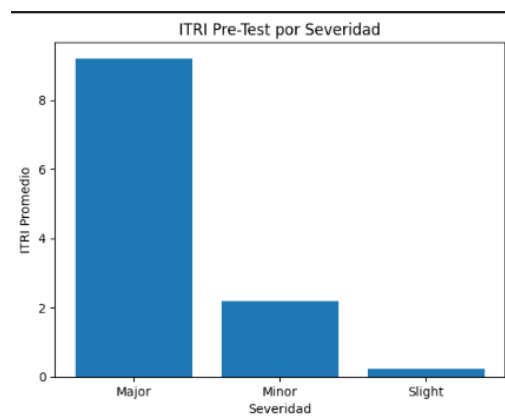
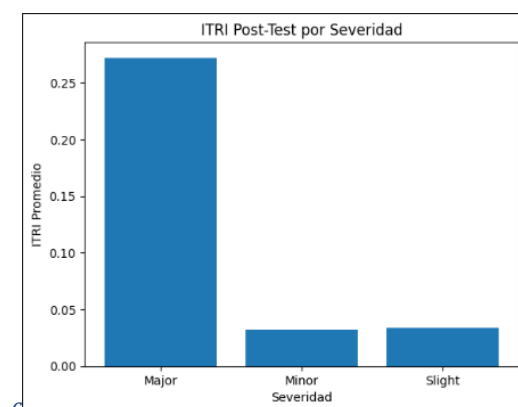
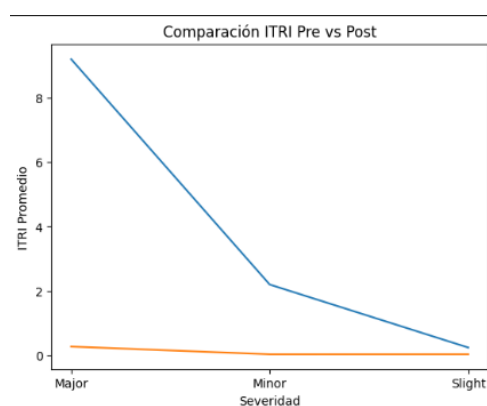
Medidas descriptivas de los indicadores definidos antes y después de la implementación del Sistema Experto

Severity		N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Major	ITRI_Pre_Test	9	,11	80,93	9,1982	26,90030
	ITRI_Post_Test	9	,07	,93	,2722	,26585
	IRI_Pre_Test	9	,00	1,00	,7778	,36324
	IRI_Post_Test	9	,50	1,00	,8889	,22048
	N válido (por lista)	9				
Minor	ITRI_Pre_Test	52	,00	109,17	2,1981	15,12819
	ITRI_Post_Test	52	,00	,27	,0323	,05901
	IRI_Pre_Test	52	,00	1,00	,1960	,15367
	IRI_Post_Test	52	,00	1,00	,2158	,14477
	N válido (por lista)	52				
Slight	ITRI_Pre_Test	112	,00	3,23	,2406	,47981
	ITRI_Post_Test	112	,00	,12	,0377	,03717
	IRI_Pre_Test	112	,00	,13	,0608	,05323
	IRI_Post_Test	112	,00	,13	,1026	,02340
	N válido (por lista)	112				

Nota. Elaboración propia a partir de los registros de incidencias analizados

4.1.1 Análisis descriptivo del ITRI

Para este propósito, la información fue procesada mediante un software estadístico especializado, estableciendo un nivel de confianza del 95%. Asimismo, las imágenes 2, 3 y 4 presentan el análisis comparativo del Índice de Tiempo de Recuperación (ITRI) en dos momentos de evaluación, diferenciando los niveles de severidad Major, Minor y Slight.

Imagen 2*ITRI Pre-Test por Severidad***Imagen 3***ITRI Post-Test por Severidad***Imagen 4***Comparación ITRI Pre vs Post***Influencia en Incidentes Major**

En la Imagen 2 (ITRI Pre-Test) se observa que los incidentes Major presentan el mayor valor promedio (9,1982), evidenciando tiempos elevados de recuperación. En la Imagen 3 (ITRI Post-Test) se aprecia

una reducción significativa del promedio a 0,2722.

La Imagen 4 (Comparación ITRI Pre vs Post) muestra una caída pronunciada en todos los niveles de severidad, siendo más evidente en los incidentes Mayor.

Técnicamente, esta reducción del 97% en el promedio y la disminución drástica de la desviación estándar (de 26,9003 a 0,26585) indican:

- Eliminación de variabilidad extrema.
- Reducción de eventos críticos prolongados.
- Mayor control estadístico del proceso.
- Mejora del MTTR (Mean Time To Repair).

Influencia en Incidentes Minor

El promedio del ITRI pasó de 2,1981 a 0,0323 unidades, lo que representa una reducción aproximada del 98,5%. Asimismo, el valor máximo descendió de 109,17 a 0,27.

Desde el enfoque de ingeniería de procesos, esto evidencia:

- Eliminación de cuellos de botella operativos.
- Estandarización del diagnóstico técnico.
- Reducción de tiempos de escalamiento.

Influencia en Incidentes Slight

El promedio disminuyó de 0,2406 a 0,0337 (reducción del 86%). Aunque los tiempos iniciales ya eran bajos, la implementación permitió optimizar la eficiencia y reducir la dispersión.

4.1.2 Análisis descriptivo del IRI

Las imágenes 5, 6 y 7 muestran el comportamiento del Índice de Resolución de Incidentes (IRI).

Imagen 5
IRI Pre-Test por Severidad

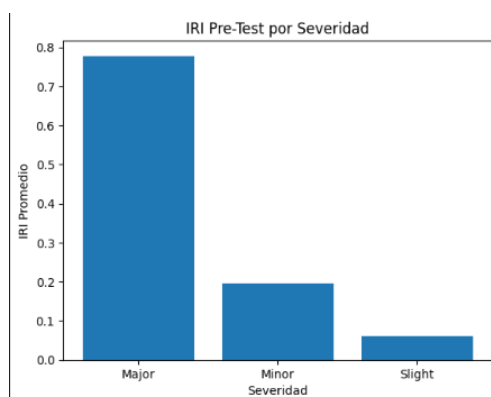


Imagen 6
IRI Post-Test por Severidad

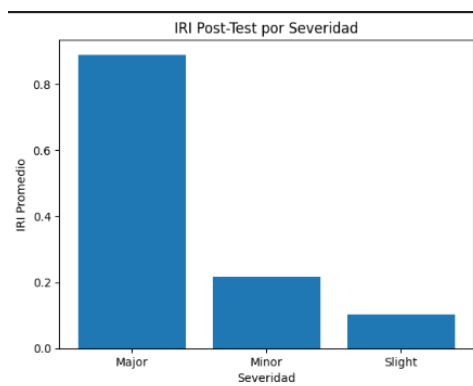
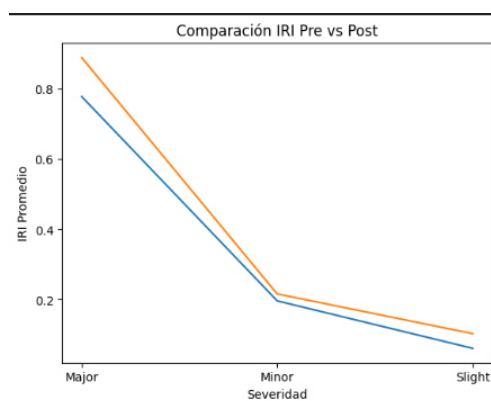


Imagen 7
Comparación IRI Pre vs Post



Influencia en Incidentes Major

El IRI promedio aumentó de 0,7778 a 0,8889, evidenciando una mejora en la efectividad resolutoria.

Este incremento demuestra:

- Mayor precisión en el diagnóstico.
- Reducción de reprocesos.
- Mayor tasa de resolución en primera intervención.

Influencia en Incidentes Minor

El promedio aumentó de 0,1960 a 0,2158. Aunque el incremento es moderado, la reducción en la dispersión indica mayor homogeneidad en la calidad de resolución.

Influencia en Incidentes Slight

El promedio pasó de 0,0608 a 0,1026, mostrando mejora significativa en incidentes de baja criticidad.

4.1.3 Relación Causa – Efecto Técnico

Desde una perspectiva sistémica y de ingeniería, los resultados permiten establecer la siguiente relación causa–efecto:

Causa Técnica

Implementación del Sistema Experto con:

- Formalización del conocimiento técnico.
- Motor de inferencia basado en reglas estructuradas.
- Reducción de ambigüedad en diagnóstico.
- Estandarización de flujos de resolución.
- Priorización automática según severidad.

Efecto Operacional Observado

Disminución significativa del ITRI

- Reducción del tiempo de recuperación.
- Eliminación de eventos extremos.
- Mayor estabilidad operativa.

Incremento del IRI

- Mayor efectividad en la resolución.
- Disminución de reprocesos.
- Mejora en cumplimiento de SLA.

Reducción de la desviación estándar

- Control estadístico del proceso.
- Disminución de incertidumbre operacional.
- Mayor previsibilidad del desempeño.

4.1.4 Interpretación Integral

El comportamiento simultáneo de ambos indicadores demuestra que el Sistema Experto no solo acelera la recuperación de incidentes (eficiencia temporal), sino que mejora la calidad de la resolución (efectividad técnica).

Desde la ingeniería de telecomunicaciones aplicada a plataformas OTT/IPTV/DTH, esto implica:

- Optimización del ciclo diagnóstico–resolución.
- Reducción del riesgo operacional.
- Mayor confiabilidad del sistema.
- Transición de un modelo reactivo dependiente del experto humano a un modelo estructurado basado en conocimiento formalizado.

La reducción simultánea de media y variabilidad en el ITRI, junto con el incremento del IRI, valida empíricamente la hipótesis de investigación, demostrando que la implementación del Sistema Experto mejora

significativamente la eficiencia y efectividad en la gestión de incidencias del servicio de TV paga. Los resultados evidencian mejoras asociadas y no representan causalidad absoluta

4.2 Análisis Inferencial

Evaluación de Normalidad

La verificación de la distribución de los datos correspondientes a los tiempos de recuperación y a la tasa de atención de incidencias se realizó mediante las pruebas de Shapiro-Wilk y Kolmogorov-Smirnov. La elección de estas pruebas se efectuó considerando el tamaño de las muestras en cada categoría de incidencias, siguiendo criterios metodológicos establecidos en la literatura especializada (Hernández Sampieri & Fernandez-Collado, 2014).

Para este propósito, la información fue analizada mediante un programa estadístico especializado, estableciendo un umbral de significancia del 5% y aplicando los siguientes criterios de decisión:

- Cuando el valor de significancia es inferior a 0.05, se interpreta que los datos no presentan un comportamiento normal.
- Cuando el valor de significancia es igual o superior a 0.05, se considera que los datos se ajustan a una distribución de tipo normal.

Donde:

p: valor o nivel crítico del constante.

Los resultados fueron los siguientes:

Tabla 2

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk

Major	Estadístico	gl	p
ITRI_Pre_Test	0.393	9	0
ITRI_Post_Test	0.719	9	0
IRI_Pre_Test	0.684	9	0
IRI_Post_Test	0.536	9	0

Nota. Elaboración propia a partir de los registros de incidencias analizados

Tabla 3

Prueba de normalidad de Kolgoromov – Sminov

Minor	Estadístico	gl	p
ITRI_Pre_Test	0.495	52	0
ITRI_Post_Test	0.297	52	0
IRI_Pre_Test	0.228	52	0
IRI_Post_Test	0.246	52	0
Minor	Estadístico	gl	p
ITRI_Pre_Test	0.308	112	0
ITRI_Post_Test	0.17	112	0
IRI_Pre_Test	0.34	112	0
IRI_Post_Test	0.411	112	0

Nota. Elaboración propia a partir de los registros de incidencias analizados

Los resultados de la prueba del post test indica que el “p” tiene un valor de 0.000, el cual es menos que 0.05, lo que confirma que la distribución de los datos de la muestra no es normal por lo que se aplicará el uso de estadística no paramétrica.

4.3 Prueba de hipótesis:

A. Hipótesis de Investigación 1

H1: La implementación de una solución basada en conocimiento experto mejora el nivel de resolución de incidencias Mayor del servicio de TV en la empresa de Telecomunicaciones en Lima Perú.

Indicadores:

- Índice de resolución de incidentes (IRI) para incidencias Mayor.
- Índice de tiempo de restauración de incidentes (ITRI) para incidencias Mayor.

Hipótesis estadística.

Donde:

IRI_Pre_Test: Índice de resolución de incidencias previa a la implementación del Sistema Experto.

IRI_Post_Test: Índice de resolución de incidencias posterior a la implementación del Sistema Experto.

ITRI_Pre_Test: Índice de tiempo de restauración de incidencias previa a la implementación del Sistema Experto.

ITRI_Post_Test: Índice de tiempo de restauración de incidencias posterior a la implementación del Sistema Experto.

Hipótesis H1o: La implementación de una solución basada en conocimiento experto no mejora el nivel de resolución de resolución de incidencias Mayor en la empresa de Telecomunicaciones en Lima Perú.

H1o:

$\mu \text{ IRI_Pre_Test} = \mu \text{ IRI_Post_Test}$ (Las medianas no varían, sin diferencia significativa entre mediciones previas y posteriores)

$\mu \text{ ITRI_Pre_Test} = \mu \text{ ITRI_Post_Test}$ (Las medianas no varían, sin diferencia significativa entre mediciones previas y posteriores)

Hipótesis H1a: La implementación de una solución basada en conocimiento experto mejora el nivel de resolución de resolución de incidencias Mayor en la empresa de Telecomunicaciones en Lima Perú.

H1a:

$\mu \text{ IRI_Pre_Test} \neq \mu \text{ IRI_Post_Test}$ (Las medianas varían, con diferencia significativa entre mediciones previas y posteriores)

$\mu \text{ ITRI_Pre_Test} \neq \mu \text{ ITRI_Post_Test}$ (Las medianas varían, con diferencia significativa entre mediciones previas y posteriores)

Las tablas 4 y 5 infra muestran los resultados obtenidos:

Tabla 4

Índice de resolución de incidentes (IRI) - incidencias Major

Severity = Major

<i>Resumen de contrastes de hipótesis</i>				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre IRI_Pre_Test y IRI_Post_Test es igual a 0.	Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo para muestras relacionadas	,317	Conserve la hipótesis nula

Nota: Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es ,05

Tabla 5

Índice de tiempo de restauración de incidentes (ITRI) - incidencias Major.

Severity = Major

<i>Resumen de contrastes de hipótesis</i>				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre ITRI_Pre_Test y ITRI_Post_Test es igual a 0.	Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo para muestras relacionadas	,008	Rechaza la hipótesis nula

Nota: Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es ,05

Por lo tanto, se concluye que la implementación de una solución basada en conocimiento experto mantiene el índice de resolución de incidencias Major y mejora significativamente el índice de tiempo de restauración de incidencias Major en la empresa de Telecomunicaciones en Lima Perú.

B. Hipótesis de Investigación 2

H2: La implementación de una solución basada en conocimiento experto mejora el nivel de resolución de incidencias Minor del servicio de TV en la empresa de Telecomunicaciones en Lima Perú.

Indicadores:

- Índice de resolución de incidentes (IRI) para incidencias Minor
- Índice de tiempo de restauración de incidentes (ITRI) para incidencias Minor.

Hipótesis estadística.

Donde:

IRI_Pre_Test: Índice de resolución de incidencias previa a la implementación del Sistema Experto.

IRI_Post_Test: Índice de resolución de incidencias posterior a la implementación del Sistema Experto.

ITRI_Pre_Test: Índice de tiempo de restauración de incidencias previa a la implementación del Sistema Experto.

ITRI_Post_Test: Índice de tiempo de restauración de incidencias posterior a la implementación del Sistema Experto.

Hipótesis H2o: La implementación de una solución basada en conocimiento experto no mejora el nivel de resolución de incidencias Minor en la empresa de Telecomunicaciones en Lima Perú.

H2o:

$\mu \text{ IRI_Pre_Test} = \mu \text{ IRI_Post_Test}$ (Las medianas no varían, sin diferencia significativa entre mediciones previas y posteriores)

$\mu \text{ ITRI_Pre_Test} = \mu \text{ ITRI_Post_Test}$ (Las medianas no varían, sin diferencia significativa entre mediciones previas y posteriores)

Hipótesis H2a: La implementación de una solución basada en conocimiento experto mejora el nivel de resolución de incidencias Minor en la empresa de Telecomunicaciones en Lima Perú.

H2a:

$\mu \text{ IRI_Pre_Test} \neq \mu \text{ IRI_Post_Test}$ (Las medianas varían, con diferencia significativa entre mediciones previas y posteriores)

$\mu \text{ ITRI_Pre_Test} \neq \mu \text{ ITRI_Post_Test}$ (Las medianas varían, con diferencia significativa entre mediciones previas y posteriores)

Las tablas 6 y 7 infra muestran los resultados obtenidos:

Tabla 6

Índice de resolución de incidentes (IRI) - incidencias Minor

Severity = Minor

Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre IRI_Pre_Test y IRI_Post_Test es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	0,066	Conserve la hipótesis nula

Nota: Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es ,05

Tabla 7

Índice de tiempo de restauración de incidentes (ITRI) - incidencias Minor

Severity = Minor

Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre ITRI_Pre_Test y ITRI_Post_Test es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	<,001	Rechace la hipótesis nula.

Nota: Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es ,05

Por lo tanto, se concluye que el Sistema Experto mantiene el índice de resolución de incidencias Minor y mejora significativamente el índice de tiempo de restauración de incidencias Minor en la empresa de Telecomunicaciones en Lima Perú.

C. Hipótesis de Investigación 3

H3: La implementación de una solución basada en conocimiento experto mejora el nivel de resolución de incidencias Slight del servicio de TV en la empresa de Telecomunicaciones en Lima Perú.

Indicadores:

- Índice de resolución de incidentes (IRI) para incidencias Slight
- Índice de tiempo de restauración de incidentes (ITRI) para incidencias Slight.

Hipótesis estadística.

Donde:

IRI_Pre_Test: Índice de resolución de incidencias previa a la implementación del sistema experto.

IRI_Post_Test: Índice de resolución de incidencias posterior a la implementación del Sistema Experto.

ITRI_Pre_Test: Índice de tiempo de restauración de incidencias previa a la implementación del Sistema Experto.

ITRI_Post_Test: Índice de tiempo de restauración de incidencias posterior a la implementación del Sistema Experto.

Hipótesis H3o: La implementación de una solución basada en conocimiento experto no mejora el nivel de resolución de incidencias Slight en la empresa de Telecomunicaciones en Lima Perú.

H3o:

$\mu \text{ IRI_Pre_Test} = \mu \text{ IRI_Post_Test}$ (Las medianas no varían, sin diferencia significativa entre mediciones previas y posteriores)

$\mu \text{ ITRI_Pre_Test} = \mu \text{ ITRI_Post_Test}$ (Las medianas no varían, sin diferencia significativa entre mediciones previas y posteriores)

Hipótesis H3a: La implementación de una solución basada en conocimiento experto incrementa la eficacia en la resolución de incidencias de tipo Slight en la empresa de Telecomunicaciones en Lima Perú.

H3a:

$\mu \text{ IRI_Pre_Test} \neq \mu \text{ IRI_Post_Test}$ (Las medianas varían, con diferencia significativa entre mediciones previas y posteriores)

$\mu \text{ ITRI_Pre_Test} \neq \mu \text{ ITRI_Post_Test}$ (Las medianas varían, con diferencia significativa entre mediciones previas y posteriores)

Las tablas 8 y 9 infra muestran los resultados obtenidos:

Tabla 8*Índice de resolución de incidentes (IRI) - incidencias Slight***Severity = Slight***Resumen de contrastes de hipótesis*

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre IRI_Pre_Test y IRI_Post_Test es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	<,001	Rechace la hipótesis nula.

Nota: Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es ,05

Tabla 9*Índice de tiempo de restauración de incidentes (ITRI) - incidencias Slight***Severity = Slight***Resumen de contrastes de hipótesis*

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre ITRI_Pre_Test y ITRI_Post_Test es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	<,001	Rechace la hipótesis nula

Nota: Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es ,05

En consecuencia, los resultados obtenidos evidencian una mejora significativa tanto en la tasa de resolución de incidencias de tipo Slight como en el tiempo de restauración asociado a estas, dentro de la empresa de Telecomunicaciones en Lima Perú.

CAPITULO 5. ANALISIS DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos permiten analizar la influencia del sistema experto en la gestión de incidencias de la plataforma de video de la empresa de telecomunicaciones estudiada. La comparación de los indicadores antes y después de la implementación evidencia que el efecto de la solución fue diferente según el nivel de severidad de las incidencias y el indicador evaluado.

En las incidencias clasificadas como Major, el Índice de Resolución de Incidencias (IRI) no presentó una diferencia estadísticamente significativa entre las mediciones realizadas antes y después de la implementación del sistema experto ($p = 0,317$). Por tanto, para este indicador no se cuenta con evidencia estadística suficiente para afirmar que la implementación produjo una mejora significativa. Sin embargo, en el Índice de Tiempo de Restauración de Incidentes (ITRI) se obtuvo una diferencia estadísticamente significativa ($p = 0,008$). Considerando además la reducción observada en los valores del ITRI después de la implementación, los resultados evidencian una mejora en los tiempos de restauración de las incidencias de mayor severidad.

En las incidencias de tipo Minor, el IRI tampoco presentó una diferencia estadísticamente significativa entre las mediciones Pre-Test y Post-Test ($p = 0,066$), aunque descriptivamente se observó un ligero incremento del indicador. En consecuencia, no se dispone de evidencia estadística suficiente para atribuir una mejora significativa en la resolución de estas incidencias a la implementación del sistema experto. Por el contrario, el ITRI presentó una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,001$) y una reducción en los valores registrados después de la implementación, lo que evidencia una mejora en los tiempos de restauración para este nivel de severidad.

En las incidencias clasificadas como Slight, los resultados mostraron diferencias estadísticamente significativas tanto en el IRI ($p < 0,001$) como en el ITRI ($p < 0,001$). Los resultados descriptivos evidenciaron un incremento del índice de resolución y una reducción del tiempo de restauración después de la implementación del sistema experto. En este nivel de severidad, por tanto, la solución implementada mostró una influencia favorable en los dos indicadores evaluados.

El comportamiento observado en las incidencias Slight puede estar relacionado con la naturaleza de este tipo de eventos, cuya atención suele involucrar procedimientos conocidos y situaciones previamente experimentadas por el personal especializado. En estos casos, disponer de conocimiento estructurado y accesible mediante el sistema experto puede facilitar la identificación de posibles soluciones y orientar las acciones del personal encargado de atender las incidencias. En cambio, las incidencias Major y Minor pueden involucrar condiciones de mayor complejidad o requerir la participación de diferentes especialistas,

proveedores o componentes tecnológicos, por lo que el acceso al conocimiento experto constituye un elemento de apoyo, pero no necesariamente determina por sí mismo la resolución definitiva del evento.

Los resultados obtenidos guardan relación con investigaciones previas que destacan la utilidad de los sistemas basados en conocimiento y de las tecnologías inteligentes como herramientas de apoyo en la gestión de incidencias. En este sentido, (Yurin & Dorodnykh, 2020) resaltan la importancia de estructurar y representar adecuadamente el conocimiento especializado para facilitar su utilización en la resolución de problemas. Asimismo, (Peralta et al., 2025) abordan la integración de inteligencia artificial e ingeniería del conocimiento en la gestión de incidencias, reforzando la importancia del conocimiento estructurado y de la información histórica como elementos de apoyo para el análisis y la toma de decisiones.

Los resultados relacionados con los tiempos de restauración también pueden analizarse en relación con el trabajo de (Pfahl et al., 2016), quienes estudiaron la utilización de información histórica y técnicas automatizadas para apoyar la estimación de los tiempos asociados a la resolución de incidencias. Aunque su enfoque presenta diferencias respecto del sistema desarrollado en esta investigación, ambos trabajos muestran la utilidad de aprovechar el conocimiento y la información generados durante la operación para apoyar los procesos relacionados con la atención de incidentes.

En el ámbito de las telecomunicaciones, los hallazgos también son consistentes con la tendencia hacia una mayor utilización de tecnologías inteligentes en los procesos de gestión de incidencias. (Racheru et al., 2025) analizaron la incorporación de inteligencia artificial en la gestión de incidencias en redes de telecomunicaciones, destacando su potencial como herramienta de apoyo para mejorar los procesos operativos relacionados con la atención de fallos. En el caso de la presente investigación, los resultados obtenidos muestran que la estructuración del conocimiento especializado mediante un sistema experto puede contribuir principalmente a reducir los tiempos asociados a la restauración del servicio y, en determinadas categorías de incidencias, favorecer también su resolución.

Desde una perspectiva integral, la diferencia observada entre los resultados del IRI y del ITRI permite establecer que el principal aporte del sistema experto se manifestó en la reducción de los tiempos de restauración, debido a que este indicador presentó diferencias estadísticamente significativas en las tres categorías de severidad analizadas. En cambio, la mejora estadísticamente significativa del índice de resolución se presentó únicamente en las incidencias Slight. Estos resultados sugieren que el sistema experto cumple principalmente una función de apoyo y agilización del proceso de atención, proporcionando

acceso al conocimiento previamente adquirido y organizado para orientar las decisiones del personal operativo.

En conjunto, los hallazgos permiten establecer que la implementación del sistema experto tuvo una influencia favorable en la gestión de incidencias de la plataforma de video analizada, aunque su efecto no fue uniforme para todos los indicadores y niveles de severidad. La reducción significativa de los tiempos de restauración en las incidencias Major, Minor y Slight, junto con la mejora significativa del índice de resolución en las incidencias Slight, evidencia que la disponibilidad de conocimiento experto estructurado puede constituir un mecanismo de apoyo para optimizar la atención de incidencias y contribuir a una gestión más eficiente de la plataforma tecnológica

CAPITULO 6. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permiten concluir que la implementación del sistema experto tuvo una influencia favorable en la gestión de incidencias de la plataforma de video de la empresa de telecomunicaciones analizada. Esta influencia se evidenció principalmente en la reducción de los tiempos de restauración, donde se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas para las tres categorías de severidad evaluadas. En cuanto al índice de resolución de incidencias, la mejora estadísticamente significativa se presentó únicamente en las incidencias clasificadas como Slight. En consecuencia, el efecto del sistema experto fue diferente según el indicador y el nivel de severidad considerado.

Respecto a las incidencias clasificadas como Major, no se encontró una diferencia estadísticamente significativa en el Índice de Resolución de Incidencias (IRI) entre las mediciones realizadas antes y después de la implementación del sistema experto ($p = 0,317$). Sin embargo, el Índice de Tiempo de Restauración de Incidentes (ITRI) presentó una diferencia estadísticamente significativa ($p = 0,008$), acompañada de una reducción en los tiempos registrados después de la implementación. Por tanto, para este nivel de severidad, el principal aporte del sistema experto se evidenció en la mejora de los tiempos de restauración del servicio.

En relación con las incidencias de tipo Minor, el IRI no presentó una diferencia estadísticamente significativa entre las mediciones Pre-Test y Post-Test ($p = 0,066$). En contraste, el ITRI mostró una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,001$), junto con una reducción de los tiempos registrados después de la implementación. Estos resultados permiten concluir que, para las incidencias Minor, la influencia favorable del sistema experto se manifestó principalmente en la reducción del tiempo requerido para restaurar el servicio.

Para las incidencias clasificadas como Slight, se encontraron diferencias estadísticamente significativas tanto en el IRI ($p < 0,001$) como en el ITRI ($p < 0,001$). Los resultados obtenidos evidenciaron un incremento del índice de resolución y una reducción de los tiempos de restauración después de la implementación del sistema experto. Por consiguiente, en este nivel de severidad, la solución implementada mostró una influencia favorable en los dos indicadores evaluados.

En términos generales, se concluye que el principal aporte del sistema experto estuvo relacionado con la reducción de los tiempos de restauración de las incidencias, debido a que se obtuvieron mejoras estadísticamente significativas en las categorías Major, Minor y Slight. Asimismo, la mejora significativa del índice de resolución en las incidencias Slight evidencia que el conocimiento experto estructurado puede resultar especialmente útil para apoyar la atención de eventos cuyos procedimientos de diagnóstico y solución pueden ser representados y reutilizados mediante una base de conocimiento. De esta

manera, el sistema experto constituye una herramienta de apoyo para la toma de decisiones operativas, al facilitar el acceso al conocimiento especializado y contribuir a una gestión más eficiente de las incidencias de la plataforma de video.

CAPITULO 7. RECOMENDACIONES

A partir de los resultados obtenidos en la presente investigación, se recomienda continuar con el uso y fortalecimiento del sistema experto como herramienta de apoyo para la gestión de incidencias de la plataforma de video. Debido a que los resultados evidenciaron mejoras significativas en los tiempos de restauración de las incidencias clasificadas como Major, Minor y Slight, resulta conveniente mantener actualizada la base de conocimiento mediante la incorporación periódica de nuevas incidencias, diagnósticos y soluciones validadas por el personal especializado.

Considerando que el Índice de Resolución de Incidencias (IRI) no presentó mejoras estadísticamente significativas en las categorías Major y Minor, se recomienda ampliar el conocimiento incorporado al sistema experto para estos niveles de severidad. Para ello, podrían analizarse con mayor detalle las incidencias históricas de mayor complejidad, identificar patrones recurrentes y documentar los procedimientos aplicados por los especialistas durante su resolución, con el propósito de incrementar progresivamente la capacidad del sistema para apoyar el diagnóstico y tratamiento de este tipo de eventos.

Asimismo, se recomienda establecer un procedimiento formal para la gestión y actualización de la base de conocimiento, que contemple la participación periódica de especialistas de la plataforma de video. Este proceso debería permitir validar las nuevas soluciones antes de su incorporación, actualizar procedimientos que hayan sufrido modificaciones y retirar aquellos conocimientos que hayan perdido vigencia debido a cambios tecnológicos en la infraestructura.

Se recomienda también evaluar la integración del sistema experto con las herramientas utilizadas para la gestión y monitoreo de incidencias de la organización. Una mayor automatización en la captura de información operativa podría facilitar la identificación de eventos, reducir el ingreso manual de datos y proporcionar al personal técnico información relevante durante las etapas iniciales de diagnóstico y restauración del servicio.

Para futuras investigaciones, se recomienda evaluar el sistema experto mediante diseños metodológicos que incorporen un grupo de comparación o periodos de observación más amplios. Esto permitiría fortalecer la evaluación del efecto atribuible a la implementación del sistema y controlar con mayor precisión la influencia de otros factores que puedan intervenir en la gestión de incidencias, como cambios en la infraestructura tecnológica, experiencia del personal o participación de proveedores externos.

Finalmente, se recomienda explorar la incorporación progresiva de técnicas complementarias de inteligencia artificial y aprendizaje automático que permitan analizar la información histórica acumulada e

identificar patrones asociados a determinados tipos de incidencias. Estas técnicas podrían complementar el enfoque basado en reglas del sistema experto, sin reemplazar el conocimiento especializado, y contribuir al desarrollo futuro de mecanismos de apoyo al diagnóstico y a la toma de decisiones en la gestión de plataformas de video

CAPITULO 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amaya Jave, L. J., Querevalú Galán, R. A., & Mendoza De Los Santos, A. C. (2024). Inteligencia artificial en la gestión predictiva de incidentes de TI. *Innovación y Software*, 5(2), 85–103. <https://doi.org/10.48168/innosoft.s16.a177>
- Badaró, S., Ibañez, L. J., & Agüero, M. J. (2013). Sistemas Expertos: Fundamentos, Metodologías y Aplicaciones. *Ciencia y tecnología*, (13), 349–364.
- Barriga, C. (2014). Análisis del Mercado de Televisión de Paga en el Perú: Documento de Trabajo N° 19. En *Repositorio Institucional OSIPTEL* [Working Paper]. <https://repositorio.osiptel.gob.pe/xmlui/handle/20.500.12630/366>
- Bon, J. van, Jong, A. de, Kolthof, A., Pieper, M., Tjassing, R., Veen, A. van der, & Verheijen, T. (2008). *Fundamentos de ITIL®*. Van Haren.
- Bunge, M. (2014). *La-Ciencia-su-Metodo-y-Filosofia*.
- Cárdenas, J. (2018). *Investigación cuantitativa*. 64 Seiten. <https://doi.org/10.17169/REFUBIUM-216>
- Carrasco Díaz, S. (2008). *Metodología de la investigación científica: Pautas metodologicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación* (2a ed). San Marcos.
- Castillo, C., & Chahuara Vargas, P. (2020). Análisis del estado de la demanda de los servicios públicos de telecomunicaciones: 2015-2019. Documento de Trabajo N° 47. En *Repositorio Institucional OSIPTEL* [Working Paper]. OSIPTEL. <https://repositorio.osiptel.gob.pe/xmlui/handle/20.500.12630/742>
- Cegarra Sánchez, J. (2004). *Metodología de la Investigación Científica y Tecnológica*. Ediciones Diaz de Santos S.A.
- Chandu, N. K. (2025). *Transforming Incident Management: Leveraging Artificial Intelligence for Enhanced Detection, Classification, and Resolution*.
- Commerce, O.-O. of G. (2007). *The Official Introduction to the ITIL Service Lifecycle*. The Stationery Office.

- Dayarathna, M., Akmeemana, P., Perera, S., & Jayasinghe, M. (2017). Solution Recommender for System Failure Recovery via Log Event Pattern Matching on a Knowledge Graph: Demo. *Proceedings of the 11th ACM International Conference on Distributed and Event-based Systems, DEBS '17*, 331–334.
<https://doi.org/10.1145/3093742.3095094>
- Hernández Sampieri, R., & Fernandez-Collado, C. F. (2014). *Metodología de la investigación* (P. Baptista Lucio, Ed.; Sexta edición). McGraw-Hill Education.
- Kodors, S., Apeinans, I., Zarembo, I., & Lonska, J. (2025). RecGen: No-Coding Shell of Rule-Based Expert System with Digital Twin and Capability-Driven Approach Elements for Building Recommendation Systems. *Applied Sciences*, 15(19), 10482. <https://doi.org/10.3390/app151910482>
- Müller, R., Hörauf, L., & Burkhard, D. (2021). Development of an AI-based expert system for the part- and process-specific marking of materials. *Procedia CIRP, 31st CIRP Design Conference 2021 (CIRP Design 2021)*, 100, 361–366.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.05.083>
- Mulvey, D., Foh, C. H., Imran, M. A., & Tafazolli, R. (2019). Cell Fault Management Using Machine Learning Techniques. *IEEE Access*, 7, 124514–124539.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2938410>
- Neirotti, P., Pesce, D., & Battaglia, D. (2021). Algorithms for operational decision-making: An absorptive capacity perspective on the process of converting data into relevant knowledge. *Technological Forecasting and Social Change*, 173, 121088. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121088>
- Peralta, A., Olivas, J. A., Romero, F. P., & Navarro-Illana, P. (2025). Intelligent Incident Management Leveraging Artificial Intelligence, Knowledge Engineering, and Mathematical Models in Enterprise Operations. *Mathematics*, 13(7), 1055.
<https://doi.org/10.3390/math13071055>
- Pfahl, D., Karus, S., & Stavnycha, M. (2016). Improving expert prediction of issue

resolution time. *Proceedings of the 20th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering, EASE '16*, 1–6.

<https://doi.org/10.1145/2915970.2916004>

Racheru, C.-I., Despa, A.-R., & Militaru, G. (2025). Optimizing Incident Management in Telecommunications Networks through the Integration of Artificial Intelligence. *Proceedings of the International Conference on Business Excellence*, 19(1), 3609–3622. <https://doi.org/10.2478/picbe-2025-0275>

Russell, S., & Norvig, P. (2010). *Inteligencia artificial*.

Sagheb-Tehrani, M. (2005). Expert systems development: Some issues of design process. *Notas de ingeniería de software de ACM SIGSOFT*, 30(2), 1–5.

<https://doi.org/10.1145/1050849.1050864>

Sanz, J. J. G. (2003). Metodologías para el desarrollo de sistemas multi-agente. *Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*, 14.

Sjøvaag, H., Olsen, R. Kr., & Ferrer-Conill, R. (2024). Delivering content: Modular broadcasting technology and the role of content delivery networks. *Telecommunications Policy*, 48(4), 102738.

<https://doi.org/10.1016/j.telpol.2024.102738>

Yurin, A. Yu., & Dorodnykh, N. O. (2020). Personal knowledge base designer: Software for expert systems prototyping. *SoftwareX*, 11, 100411.

<https://doi.org/10.1016/j.softx.2020.100411>

Anexo 01

SLAs aplicados en la plataforma:

El SLA en la atención de incidentes es el indicado en la tabla infra:

Severidad	SLA			
	Call	Restauració	Resolució	Reportes
Crítico	10	60 min	24 h	On line till
Mayor	15	180 min	72 h	On line till
Menor	60	24h	30 d	Every 2h

Para el caso de emergencias y después de restaurado el servicio, se deberá mantener un contacto y seguimiento diario hasta que la causa raíz hay sido identificada y resuelta.

Leyenda:

- **Call Back:** Máximo retraso donde el PROVEEDOR debe reconocer el incidente y empezar a trabajar en el problema.
- **Restauración:** Tiempo máximo para la restauración del servicio.
- **Resolución:** Tiempo máximo para entregar una corrección para el incidente reportado y / o restaurado previamente.
- **Reportes:** Comentarios sobre el estado y la resolución de problemas