



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA  
DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS  
INSTITUTO DE POSTGRADO**

**TÍTULO DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

**LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LOS PROCESOS DE LA  
ADMINISTRACIÓN PÚBLICA EN AGUAPEN E.P.**

**AUTOR**

**Lcdo. León Jaya Carlos Alfredo**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Previo a la obtención del grado académico en  
MAGÍSTER EN ADMINISTRACIÓN PÚBLICA**

**TUTOR**

**PhD. Manosalvas Vaca Carlos**

**Santa Elena - Ecuador  
2025**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA  
DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS  
INSTITUTO DE POSTGRADO**

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

---

**Mgr. María Daniela García García  
COORDINADORA DEL  
PROGRAMA**

---

**PhD. Carlos Manosalvas Vaca  
TUTOR**

---

**PhD. Raúl Carpio Freire  
DOCENTE ESPECIALISTA**

---

**PhD. Arturo Benavides Rodríguez  
DOCENTE ESPECIALISTA**

---

**Abg. María Rivera González, Mgtr.  
SECRETARIA GENERAL  
UPSE**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA  
DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS  
INSTITUTO DE POSTGRADO**

**CERTIFICACIÓN**

Certifico que luego de haber dirigido científica y técnicamente el desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por el cual apruebo en todas sus partes el presente trabajo de titulación que fue realizado en su totalidad por Lcdo. León Jaya Carlos Alfredo, como requerimiento para la obtención del título de Magíster en Administración Pública.

**TUTOR**

---

**PhD. Carlos Manosalvas Vaca**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA  
DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS  
INSTITUTO DE POSTGRADO**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

**Yo, León Jaya Carlos Alfredo**

DECLARO QUE:

El trabajo de Titulación, “LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LOS PROCESOS DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA EN AGUAPEN E.P.”, previo a la obtención del título en Magister en Administración Pública, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

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

Santa Elena, a los 30 días del mes de mayo del año 2025

**EL AUTOR**

---

**Lcdo. Carlos Alfredo León Jaya**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA  
ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS  
INSTITUTO DE POSTGRADO**

**CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO**

En mi calidad de Tutor del Informe de Investigación titulado “LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LOS PROCESOS DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA EN AGUAPEN E.P.”, egresado del programa de maestría en Administración Pública de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del Título de Magíster en Administración Pública me permito declarar que una vez analizado Antiplagio Compilatio, luego de haber cumplido los requerimientos exigidos de valoración, el presente Informe de Investigación ejecutado, se encuentra con el 4% de la valoración permitida, por consiguiente se procede a emitir el presente informe. Adjunto reporte de similitud.



**TUTOR**

---

**PhD. Carlos Manosalvas Vaca**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA  
ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS  
INSTITUTO DE POSTGRADO**

**AUTORIZACIÓN**

**Yo, León Jaya Carlos Alfredo**

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

Cedo los derechos en línea patrimoniales de informe de investigación con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este artículo académico dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Santa Elena, a los 30 días del mes de mayo del año 2025

**EL AUTOR**

---

**Lcdo. Carlos Alfredo León Jaya**

## ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO.....	V
ÍNDICE GENERAL.....	VII
LISTA DE TABLAS.....	X
LISTA DE GRÁFICOS.....	XII
TEMA.....	XIV
RESUMEN.....	XIV
ABSTRACT.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	1
SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.....	2
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	5
JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.....	5
JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA.....	8
OBJETIVOS.....	9
OBJETIVOS GENERAL.....	9
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
HIPÓTESIS.....	10
CAPÍTULO I.....	12
1. MARCO REFERENCIAL DE LA INVESTIGACIÓN.....	12
1.1 Antecedentes del estudio.....	12
1.2 Marco contextual.....	12
1.3 Marco teórico.....	14
1.3.1 La Administración pública en la era digital.....	14
1.3.2 Automatización de Procesos en la Administración Pública.....	16
1.3.3 Inteligencia Artificial en el Contexto Público.....	17
1.3.4 Gestión de Recursos y Transparencia.....	22

1.3.5	Tecnologías de IA para la Lectura de Medidores.....	24
1.4	MARCO CONCEPTUAL.....	24.
1.5	Marco legal.....	25
CAPÍTULO II .....		27
2.	MARCO METODOLÓGICO .....	27
2.1	Enfoque de la investigación.....	27
2.2	Diseño de investigación.....	27
2.3	Población y muestra.....	30
2.4	Matriz de consistencia.....	30
2.5	Instrumentos de recolección de datos.....	32
2.6	Técnicas de análisis de datos .....	33
2.7	Procedimiento.....	34
CAPÍTULO III .....		35
3.	RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	35
3.1	Análisis de resultados.....	35
3.1.1	Análisis de Encuesta.....	35
3.1.2	Análisis de Entrevistas Estructuradas.....	47
3.1.3	Análisis Estadístico .....	64
3.1.3.1	Análisis cuantitativo de la encuesta .....	64
3.1.3.2	Análisis cuantitativo de la entrevista.....	65
3.1.3.3	Análisis de Correlación de Pearson.....	66
CAPÍTULO IV .....		69
4.	DIAGNÓSTICO DEL PROCESO Y EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA IA EN LA TOMA DE LECTURA DE MEDIDORES EN AGUAPEN E.P. ....	69
4.1	Diagnóstico situacional.....	69
4.1.1	Análisis FODA .....	69
4.1.2	Descripción del flujo de trabajo (workflow) .....	73

4.2	Estrategias de integración de la IA.....	78
4.3	Estudio financiero para la implementación de medidores inteligentes.....	89
4.4	Evaluación del impacto de la IA.....	92
4.4.1	Impacto en la eficiencia operativa.....	93
4.4.2	Impacto en la satisfacción del usuario .....	93
4.4.3	Viabilidad financiera .....	94
	CONCLUSIONES.....	96
	RECOMENDACIONES.....	97
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	98
	ANEXOS.....	103

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Matriz de Consistencia.....	31
Tabla 2.2 Pasos para elaborar el instrumento de recolección de datos.....	33
Tabla 3.1 Nivel de satisfacción respecto a la precisión de las lecturas del medidor.....	36
Tabla 3.2 Frecuencia de errores en la facturación por problemas en la lectura del medidor .....	37
Tabla 3.3 Calificación de la rapidez en la resolución de reclamos por errores en la lectura del medidor .....	38
Tabla 3.4 Percepción sobre la transparencia del proceso de toma de lectura del medidor .....	39
Tabla 3.5 Nivel de comprensión de la información proporcionada en la factura.....	40
Tabla 3.6 Percepción del uso de IA para mejorar el servicio de Aguapen E.P. ....	41
Tabla 3.7 Nivel de confianza respecto al uso de IA en la sistematización de las lecturas de medidores vs el sistema actual .....	42
Tabla 3.8 Beneficios de la implementación de IA en los procesos de Aguapen.....	43
Tabla 3.9 Nivel de disposición en el uso de una aplicación informática basada IA .....	44
Tabla 3.10 Reducción del número de reclamaciones por errores en la facturación.....	45
Tabla 3.11 Nivel de eficacia de las herramientas de IA para resolver reclamaciones.....	46
Tabla 3.12 Resultados de la Correlación de Pearson.....	67
Tabla 4.1 Análisis FODA del proceso de toma de lecturas de medidores de agua en Aguapen E.P.....	69
Tabla 4.2 Matriz FODA Cruzada para la integración de herramientas de Inteligencia Artificial en el proceso de toma de lecturas de medidores de agua en Aguapen E.P.....	71
Tabla 4.3 Análisis detallado de las estrategias propuestas asociadas con las fortalezas del análisis FODA.....	79
Tabla 4.4 Análisis detallado de las estrategias propuestas asociadas con las debilidades del análisis FODA .....	82

Tabla 4.5 Análisis detallado de las estrategias propuestas asociadas con las oportunidades del análisis FODA .....	84
Tabla 4.6 Análisis detallado de las estrategias propuestas asociadas con las amenazas del análisis FODA.....	86
Tabla 4.7 Costos iniciales de la implementación.....	89
Tabla 4.8 Ingresos estimados derivados de la implementación .....	90
Tabla 4.9 Proyección financiera para 2 Años.....	91
Tabla 4.10 Análisis del retorno de la inversión .....	91
Tabla 4.11 Indicadores de evaluación.....	92

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.1 Áreas funcionales claves de Aguapen E.P. para el estudio .....	29
Gráfico 1.2 Componentes generales del gobierno electrónico .....	15
Gráfico 1.3 Beneficios de la digitalización y automatización de procesos. Importancia de la trazabilidad .....	17
Gráfico 1.4 Transformación de los servicios públicos mediante IA .....	20
Gráfico 3.1 Nivel de satisfacción respecto a la precisión de las lecturas del medidor ....	36
Gráfico 3.2 Nivel de satisfacción respecto a la precisión de las lecturas del medidor ....	37
Gráfico 3.3 Rapidez en la resolución de reclamos por errores en las lecturas.....	38
Gráfico 3.4 Percepción sobre la transparencia del proceso de toma de lectura del medidor .....	39
Gráfico 3.5 Nivel de comprensión de la información proporcionada en la factura.....	40
Gráfico 3.6 Percepción del uso de IA para mejorar el servicio de Aguapen E.P.....	41
Gráfico 3.7 Nivel de confianza respecto al uso de IA en la sistematización de las lecturas de medidores vs el sistema actual .....	42
Gráfico 3.8 Beneficios de la implementación de IA en los procesos de Aguapen .....	43
Gráfico 3.9 Nivel de disposición en el uso de una aplicación informática basada IA ....	44
Gráfico 3.10 Reducción del número de reclamaciones por errores en la facturación.....	45
Gráfico 17 Nivel de eficacia de las herramientas de IA para resolver reclamaciones ....	46
Gráfico 3.12 Análisis cuantitativo de los aspectos clave de los resultados de la entrevista aplicada a funcionarios de Aguapen E.P. ....	65
Gráfico 4.1 Flujo de trabajo (workflow) actual del proceso de toma de lectura de medidores en Aguapen E.P.....	74
Gráfico 4.2 Flujo de trabajo (workflow) propuesto usando herramientas basadas en IA para mejorar el proceso de toma de lectura de medidores en Aguapen E.P. ....	76
Gráfico 4.3 Arquitectura del sistema propuesto usando herramientas basadas en IA para mejorar el proceso de toma de lectura de medidores en Aguapen E.P. ....	77

Gráfico 4.4 Impacto integral de la implementación de herramientas basadas en IA..... 95

**TEMA**

LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LOS PROCESOS DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA EN AGUAPEN E.P.

AUTOR:

Lcdo. Carlos Alfredo León Jaya

TUTOR:

PhD. Carlos Aníbal Manosalvas Vaca

**RESUMEN**

Este trabajo tiene como objetivo analizar el impacto de la integración de técnicas de Inteligencia Artificial (IA) en la optimización del proceso de toma de lectura de medidores en la empresa pública Aguapen E.P., con el propósito de mejorar la eficiencia operativa, incrementar la transparencia y optimizar la calidad del servicio público. El estudio inicia con un marco conceptual que describe tecnologías basadas en IA como el procesamiento de lenguaje natural (NLP) para la gestión de documentos y la atención al ciudadano, la visión por computadora para la captura de datos, y el uso de algoritmos predictivos para optimizar la distribución de recursos hídricos. El estudio adopta un enfoque metodológico mixto, combinando técnicas de análisis cualitativo y cuantitativo. El marco metodológico inicia con un análisis situacional que incluye el análisis FODA y FODA cruzado para diseñar estrategias de integración de IA, considerando aspectos clave como la aceptación del cambio tecnológico, la viabilidad financiera y los beneficios en términos de eficiencia y transparencia. Para identificar las falencias y las oportunidades de mejora en el sistema actual se realizó una encuesta a 150 usuarios, una entrevista a 5 funcionarios de áreas clave y una revisión documental. En general, los resultados muestran que la implementación de herramientas de IA puede incidir de forma positiva en la eficiencia operativa, la reducción de tiempos de respuesta y el manejo adecuado de recursos, contribuyendo con una administración pública más eficiente y transparente. Por último, se presentan las conclusiones y recomendaciones para una mayor integración de la IA en el sector público, destacando los beneficios y desafíos de su adopción.

**Palabras Claves:** Administración pública, Toma de lectura de medidores, Inteligencia Artificial, Calidad del servicio público.

**TOPIC**

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PUBLIC ADMINISTRATION PROCESSES AT AGUAPEN E.P.

**AUTHOR:**

Lcdo. Carlos Alfredo León Jaya

**ADVISOR:**

PhD. Carlos Aníbal Manosalvas Vaca

**ABSTRACT**

This study aims to analyze the impact of integrating Artificial Intelligence (AI) techniques in optimizing the meter reading process at the public company Aguapen E.P., with the purpose of improving operational efficiency, increasing transparency, and enhancing the quality of public service. The research begins with a conceptual framework that describes AI-based technologies such as Natural Language Processing (NLP) for document management and citizen service, Computer Vision for data capture, and the use of predictive algorithms to optimize water resource distribution. The study adopts a mixed-method approach, combining qualitative and quantitative analysis techniques. The methodological framework starts with a situational analysis, including SWOT and Cross-SWOT analysis, to design AI integration strategies while considering key aspects such as the acceptance of technological change, financial feasibility, and benefits in terms of efficiency and transparency. To identify weaknesses and opportunities for improvement in the current system, a survey was conducted with 150 users, an interview with five key officials, and a document review. Overall, the results show that the implementation of AI tools can positively impact operational efficiency, reduce response times, and optimize resource management, contributing to a more efficient and transparent public administration. Finally, the study presents conclusions and recommendations for greater AI integration in the public sector, highlighting the benefits and challenges of its adoption.

**Keywords:** Public administration, Meter reading process, Artificial Intelligence, Quality of public service

## INTRODUCCIÓN

En el contexto de la transformación digital, la administración pública enfrenta desafíos en la eficiencia y transparencia de sus procesos. Por lo que, incorporar tecnologías avanzadas como la Inteligencia Artificial (IA) en la sistematización de procesos administrativos se ha convertido en una tendencia global que permite mejorar la eficiencia operativa, la toma de decisiones, y la productividad de los empleados (Mergel et al., 2019). En el sector gubernamental, la implementación de herramientas basadas en IA promete optimizar la gestión de recursos, reducir la burocracia y mejorar los servicios públicos ofrecidos a los ciudadanos (Eggers et al., 2017).

Estos desafíos no son ajenos a Aguapen E.P., la cual es una empresa pública dedicada a la gestión y suministro de agua potable. En los últimos años, la creciente demanda por parte de la población y la necesidad de mejorar la eficiencia y eficacia operativa han promovido que la organización explore el uso de nuevas tecnologías que permitan automatizar y optimizar sus procesos administrativos. Por lo que, sistematizar los procesos mediante aplicaciones y herramientas basadas en IA se presenta como una solución viable para enfrentar estos retos y desafíos, y mejorar la precisión y velocidad en el procesamiento de datos, así como en la toma de decisiones estratégicas (Siau & Wang, 2018).

La integración de herramientas basadas en IA podría revolucionar la forma como se realizan las operaciones de la administración pública, desde la atención al cliente, la transparencia y acceso a la información hasta la gestión de recursos y toma de decisiones. Actualmente, la sistematización de los procesos administrativos gubernamentales basados en IA no solo busca automatizar tareas manuales y rutinarias, sino también ofrecer soluciones innovadoras para resolver problemas complejos que enfrentan las instituciones públicas (Ocaña-Fernández et al., 2021). El trabajo propuesto por (Dunleavy et al., 2006) demuestra que la adopción de tecnologías avanzadas en la administración pública conlleva a una mejora sustancial en la eficiencia y eficacia operativa, así como en el mejoramiento de la satisfacción del usuario. No obstante, el uso e integración de IA presenta desafíos tanto técnicos como éticos, que deben ser cuidadosamente analizados para garantizar un impacto positivo y sostenible (Eubanks, 2018). Esta investigación analiza y propone estrategias basadas en el uso de herramientas y técnicas de IA para sistematizar el proceso

de toma de lectura de medidores en Aguapen E.P., y evaluar su potencial para mejorar la eficiencia, transparencia y efectividad de la administración pública.

### **SITUACIÓN PROBLEMÁTICA**

En la actualidad, las entidades públicas se enfrentan a diferentes desafíos relacionados con la eficiencia, la transparencia y la optimización de recursos en sus procesos administrativos (Fernández & López, 2020). Por ejemplo, los problemas más comunes que se encuentran en la administración pública son la carencia de organización, la planificación insuficiente y la escasa dirección estratégica del sistema interno. Estos inconvenientes se deben al diseño poco práctico de estrategias no viables ni factibles y la deficiente evaluación y programación de las gestiones propuestas, las cuales generan indicadores negativos en la gestión pública (Imbaquingo Cangás & Rodríguez Patiño, 2021; Rodríguez et al., 2020).

En Latinoamérica, la gestión y administración pública del servicio básico, específicamente del agua potable, se realiza de forma manual. Por lo que, el proceso de toma de lectura de medidores de agua sigue siendo bajo estrategias poco convencionales y no vanguardistas, que no permiten la optimización de los recursos.

En este contexto, Ecuador también se enmarca en el convencionalismo de América Latina, aplicando un proceso similar para la toma de lectura en los medidores de agua; lo cual, afecta negativamente a la optimización de los recursos financieros y tecnológicos, y a la productividad de los recursos humanos.

En el caso específico de Aguapen E.P., empresa pública encargada de la gestión de recursos hídricos ubicada en la ciudad de Salinas, provincia de Santa Elena, Ecuador. El organigrama de la empresa inicia por la gerencia general, seguido de las direcciones financiera, comercial, administrativa y técnica. La misión de la institución es proveer un servicio eficiente de agua potable tanto en cantidad, continuidad y calidad, además de proporcionar los servicios de alcantarillado sanitario y pluvial a la población de la provincia de Santa Elena, y satisfacer las necesidades básicas del ser humano, y contribuir con el cuidado del medio ambiente.

En los últimos años la creciente demanda de servicios que ha tenido Aguapen E.P. ha evidenciado diversas ineficiencias y fallas en sus procesos técnicos y operativos, lo cual genera la necesidad de modernizar su infraestructura tecnológica. Estas ineficiencias incluyen la gestión inadecuada de documentación, la falta de automatización en la atención al usuario y la toma de decisiones basada en datos incompletos y desactualizados, lo cual genera retrasos creando una administración ineficiente. Para Aguapen E. P. el proceso operativo de mayor relevancia es la lectura e interpretación de los datos de consumos registrados en los medidores de agua de cada cliente. Dicho proceso actualmente se realiza de forma manual, es decir, el área operativa de la institución marca rutas de lecturas mensuales organizadas según la geolocalización del predio. Este procedimiento es realizado en campo por los denominados “lectores” durante una jornada de trabajo. No obstante, dicho procedimiento puede verse afectado cuando, por ejemplo, existen modificaciones en los predios, nuevas construcciones, o cambios en la organización territorial, lo cual implica una revisión constante para reorganizar y actualizar las rutas. Por otra parte, este procedimiento también involucra problemas de lecturas erróneas o lecturas con consumo oculto; es decir, la no facturación del producto a través del agua no contabilizada, lo que conlleva costos adicionales por el corte del servicio de agua, y posteriormente el proceso de reconexión. Este procedimiento se realiza cuando un cliente cae en mora por incumplir con el pago de un determinado número de facturas.

Por lo antes expuesto, se requiere evaluar como la integración de nuevas tecnologías basadas en técnicas y herramientas de Inteligencia Artificial (IA) optimizan la sistematización del proceso de toma de lectura de medidores de agua. En este contexto, es necesario que Aguapen E.P. adopte una estrategia proactiva, es decir, que aproveche las innovaciones tecnológicas, fomentado la transformación digital, y logre renovar su capacidad técnica para solventar la mayor parte de sus problemas operativos y administrativos de la problemática planteada.

Esta investigación se basa en evaluar cómo afectaría la integración de una infraestructura tecnológica basada en técnicas y herramientas de IA para sistematizar los procesos de la administración pública, específicamente, la optimización de las rutas geográficas de los lectores y la implementación de dispositivos inteligentes IoT que garanticen una lectura confiable del consumo del producto; y que faciliten el acceso a una lectura de datos en

tiempo real, corte y reconexiones del servicio de forma automática. Asimismo, este trabajo estudia la factibilidad técnica, operativa y financiera de la implementación de medidores inteligentes para usuarios según su georeferenciación.

Por lo expuesto, la integración de tecnologías basadas en IA en la prestación de servicios públicos además de evitar números rojos en la empresa pública, también ayuda en la toma de decisiones, y mejora la imagen y la calidad de servicio para los ciudadanos. Asimismo, se espera evidenciar la relación positiva entre los beneficios y los niveles de adopción de IA en el sector público.

La aplicación de técnicas y herramientas de Inteligencia Artificial (IA) han demostrado ser componentes claves para la optimización de procesos en la administración pública, ya que permite la automatización de tareas rutinarias, el análisis avanzado de grandes volúmenes de datos, y la mejora en la calidad de los servicios (Bertot et al., 2019b). Sin embargo, la integración de estas tecnologías en instituciones públicas como Aguapen E.P. sigue siendo limitada. Esto debido a la falta de un marco de adopción claro, así como de recursos financieros, técnicos y personal capacitado para su uso e implementación (Mergel et al., 2019).

En este contexto, surge la necesidad de sistematizar los procesos técnicos y administrativos en Aguapen E.P. usando aplicaciones, técnicas y herramientas basadas en Inteligencia Artificial. La sistematización de los procesos facilita la optimización de la gestión interna y mejora la atención a los ciudadanos, mediante la reducción de los tiempos de respuesta y errores humanos. También, estas herramientas ayudan a incrementar la capacidad de predicción en la distribución de recursos hídricos, transparentar el acceso a la información y mejorar la toma de decisiones (Alcácer & Cruz-Machado, 2019). La implementación de estas técnicas fomenta el desarrollo global de la economía, lo que, se traduce en una mayor eficiencia, una mejor productividad y confiabilidad. No obstante, el principal problema consiste en que, a pesar de los beneficios demostrados en el uso de IA, la institución no cuenta con un enfoque estructurado para su adopción e implementación, lo cual afecta directamente la calidad y eficiencia de sus servicios.

## FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En la gestión pública, es importante optimizar y modernizar los procesos administrativos con el fin de mejorar la eficiencia, la transparencia y la prestación de servicios a la ciudadanía. En este sentido, Aguapen E.P. enfrenta dificultades para adoptar tecnologías emergentes, como la Inteligencia Artificial (IA), debido a la falta de infraestructura tecnológica, estrategias claras para su implementación (Fernández & López, 2020; Mergel et al., 2019), y falta de capacitación del personal para gestionar una adecuada transformación digital (Mergel et al., 2019).

La pregunta central que guía esta investigación es: ¿Cómo impacta la integración de técnicas de Inteligencia Artificial en la optimización del proceso de toma de lectura de medidores en Aguapen E.P., en términos de eficiencia operativa, transparencia y calidad del servicio público?.

La sistematización de esta pregunta central es:

- ¿Cuáles son las técnicas y herramientas de Inteligencia Artificial más utilizadas en la transformación digital de la administración pública?
- ¿Cuál es el estado actual del proceso de toma de lectura de medidores de agua en Aguapen E.P. y qué deficiencias operativas presenta?
- ¿Qué relación tiene la integración de herramientas de Inteligencia Artificial en la eficiencia operativa, la transparencia y la satisfacción de los usuarios de Aguapen E.P.?
- ¿Qué estrategias se pueden proponer para implementar soluciones basadas en Inteligencia Artificial que optimicen la lectura de medidores de agua en Aguapen E.P.?

## JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

En la actualidad, la integración e implementación de técnicas de IA promueve la transformación digital en las organizaciones e instituciones públicas y privadas, lo cual

genera nuevas oportunidades para la innovación continua (Dwivedi et al., 2021; Manyika et al., 2017). El uso potencial de las tecnologías basadas en IA supone una transformación en el aumento de la productividad de bienes y servicios, mejoramiento en la toma de decisiones, y la sustitución de tareas y actividades humanas repetitivas en una amplia gama de aplicaciones industriales, intelectuales y sociales (Helbing et al., 2019).

En este contexto, el uso e integración de IA está cambiando drásticamente el panorama de trabajo tradicional por una transformación digital óptima que permite mejorar la administración, los procesos y la prestación de servicios públicos. Actualmente, la ciudadanía tiene un mayor acceso a la tecnología, un ejemplo es el uso de los dispositivos móviles inteligentes que combinados con aplicaciones digitales basadas en IA pueden llevar los servicios públicos en línea a cualquier lugar donde la sociedad y los usuarios los requieran.

El uso de Inteligencia Artificial (IA) para sistematizar los procesos en la administración pública, específicamente en la toma de lectura de medidores de agua, se justifica en la necesidad de modernizar los sistemas administrativos mediante la adopción de tecnologías vanguardistas que mejoren la eficiencia, la eficacia y la transparencia en la gestión pública (Mergel et al., 2019). La teoría de la administración pública basada en el modelo de gobernanza digital sostiene que la tecnología debe facilitar una mejor interacción entre el gobierno y los ciudadanos, optimizando los procesos administrativos y fomentando el desarrollo socio-tecnológico, y una cultura de transparencia y responsabilidad pública (Bertot et al., 2019b).

El uso de tecnologías basadas en IA y el internet facilitan la adquisición y procesamiento de datos geográficamente dispersos; los cuales pueden integrarse con los datos administrativos tradicionales, y utilizar técnicas de Big Data para generar nuevo conocimiento sobre sectores, poblaciones e individuos; de tal forma que puedan ser procesados por técnicas de Machine Learning y Deep Learning con el objetivo de optimizar la toma de decisiones (Ocaña-Fernández et al., 2021).

En el contexto de gestión y administración, la aplicación de plataformas tecnológicas avanzadas optimiza la toma de decisiones en circunstancias complejas; tales como, el

monitoreo y reorganización constante de las rutas de campo de los lectores en tiempo real. Asimismo, facilita el diseño e implementación de nuevas políticas internas basadas en las predicciones que generen los algoritmos de Machine Learning y Deep Learning. Lo cual, fomenta el desarrollo del E-Government o Digital Government; que implica una nueva era digital a través del cumplimiento de las exigencias públicas administrativas del mundo actual que sugieren una renovación de imagen, y un fortalecimiento institucional de confianza, transparencia y eficiencia en todo su contexto (Mikhaylov et al., 2018). Desde su conceptualización, el uso e implementación de IA en el campo de la administración pública se basa en los principios de automatización de procesos y optimización operativa.

La teoría de la automatización menciona que la adopción de IA puede reducir de forma significativa la intervención humana en tareas repetitivas, como, por ejemplo, la toma de lecturas manuales de medidores, lo cual se alinea con el objetivo de incrementar la eficiencia y eficacia operativa, y reducir el margen de error humano (Mikhaylov et al., 2018). La automatización permite una gestión más precisa de los datos y una mejor toma de decisiones, factores críticos en la administración de recursos hídricos, como es el caso de Aguapen E.P. (Alcácer & Cruz-Machado, 2019).

Además, la teoría de gobernanza digital establece que el uso de tecnologías emergentes, como la IA, permite una mayor transparencia y acceso a la información pública. En el caso de la toma de lecturas de medidores, la IA puede ofrecer datos en tiempo real sobre el consumo de agua de los usuarios, proporcionando una mayor rendición de cuentas por parte de las instituciones públicas (Mergel et al., 2019). Este enfoque teórico también señala la importancia de que los gobiernos adopten nuevas tecnologías para mejorar la calidad del servicio y promover la participación ciudadana en los procesos de control y gestión de servicios públicos (Bertot et al., 2019a).

Asimismo, la teoría del Machine Learning y Few-Shot Learning, que sustenta muchas de las aplicaciones de IA, sugiere que los sistemas inteligentes pueden aprender de pequeños conjuntos de datos para mejorar sus predicciones y ofrecer soluciones más adaptadas a contextos específicos, como la gestión del agua en empresas públicas (Manyika et al., 2017). Este enfoque puede aplicarse a Aguapen E.P. para predecir patrones de consumo, detectar anomalías o fraudes, y optimizar la asignación de recursos.

Por lo antes expuesto, la integración de IA en el desarrollo de procesos organizacionales burocráticos se convierte en una decisión imperiosa. Por ello, la implementación de tecnologías vanguardistas ayudaría a minimizar los gastos operacionales y maximizar la eficiencia operativa en la institución. Es decir, optimizar la contratación de los denominados “lectores”, y minimizar los gastos de recursos materiales, y optimizar el tiempo de ejecución de las lecturas mediante la automatización y precisión del cálculo de las rutas georreferenciadas; de tal forma que mejore la disponibilidad y acceso a los datos en tiempo real; además de, minimizar el riesgo del agua no contabilizada, lo cual, genera pérdidas cuantiosas para la empresa.

En resumen, la implementación de IA en la sistematización del proceso de lectura de medidores en Aguapen E.P. se justifica en el marco de las teorías de automatización, gobernanza digital, y aprendizaje automático, las cuales abogan por el uso de tecnologías emergentes para mejorar la eficiencia operativa, la transparencia y la calidad de los servicios públicos.

### **JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA**

La implementación de Inteligencia Artificial (IA) en la sistematización de los procesos de toma de lectura de medidores en Aguapen E.P. tiene una justificación práctica en relación con términos de mejora de la eficiencia operativa, la transparencia y la calidad del servicio público. La aplicación de procesos manuales en la toma de lecturas de medidores son propensos a errores humanos, retrasos y limitaciones en la recolección de datos en tiempo real (Fernández & López, 2020). La sistematización y automatización de procesos mediante la integración de herramientas basadas en IA puede reducir significativamente estos errores, optimizando la asignación de recursos y proporcionando información más precisa y oportuna sobre el consumo de agua de los usuarios (Alcácer & Cruz-Machado, 2019).

Desde un punto de vista operativo, la aplicación de herramientas de IA puede mejorar la eficiencia mediante la automatización de tareas repetitivas, como la recolección y procesamiento de datos de los medidores; además de optimizar la productividad de los empleados para concentrarse en actividades de mayor valor agregado. Las herramientas basadas en IA no solo capturan datos de consumo de forma precisa, sino también predicen

patrones de uso, detectan anomalías y alertan sobre posibles fraudes o pérdidas no detectadas por los sistemas tradicionales (Bertot et al., 2019a). Además, la automatización basada en IA puede reducir los costos operativos asociados con la lectura manual de medidores y con los procesos de facturación ineficientes (Mergel et al., 2019).

La transparencia en la gestión pública es otro factor clave que se verá beneficiado. Al utilizar sistemas de IA, la empresa puede garantizar una mayor exactitud en la recolección y distribución de la información sobre el consumo de agua, permitiendo una mejor rendición de cuentas y facilitando el acceso de los ciudadanos a información precisa en tiempo real. Esto responde a la creciente demanda de los usuarios por un servicio más transparente y confiable (Mergel et al., 2019). Además, las tecnologías basadas en IA, como el procesamiento del lenguaje natural, pueden facilitar la interacción entre los usuarios y la empresa a través de plataformas automatizadas, mejorando la calidad del servicio y la satisfacción del cliente (Marr, 2020a).

Finalmente, la implementación de IA responde a la necesidad de modernización de la gestión pública en un entorno cada vez más digital. La sistematización de estos procesos permitirá a Aguapen E.P. adaptarse a las demandas tecnológicas actuales y futuras, garantizando una gestión más eficiente, transparente y centrada en el ciudadano (Fernández & López, 2020). La investigación no solo beneficiará a Aguapen E.P., sino que también puede servir como referencia para otras empresas públicas que buscan adoptar tecnologías emergentes para mejorar sus procesos internos.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVOS GENERAL**

Analizar el impacto de la integración de técnicas de Inteligencia Artificial en la optimización del proceso de toma de lectura de medidores en Aguapen E.P., identificando sus efectos en la eficiencia operativa, la transparencia y la calidad del servicio público.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Describir las técnicas de Inteligencia Artificial que potencian la transformación digital en la administración pública.

- Realizar un diagnóstico sobre el proceso de toma de lectura de medidores de agua potable, mediante un flujo de trabajo (workflow).
- Evaluar el impacto de la integración de las herramientas de IA en la eficiencia operativa y la satisfacción de los usuarios respecto a la sistematización del proceso de toma de lectura de medidores de agua.
- Proponer estrategias para la integración de Inteligencia Artificial en la sistematización del proceso de toma de lectura de medidores de agua.

## **HIPÓTESIS**

### **Hipótesis General**

La aplicación de Inteligencia Artificial en la sistematización del proceso de toma de lectura de medidores en Aguapen E.P. mejorará la eficiencia operativa, la transparencia, y la calidad del servicio público.

### **Hipótesis Alternativa (H1)**

La aplicación de Inteligencia Artificial en la sistematización del proceso de toma de lectura de medidores en Aguapen E.P. tendrá un impacto positivo en la eficiencia operativa, al reducir el tiempo empleado en la lectura manual y minimizar los errores en la recolección de datos, al mismo tiempo que incrementará la transparencia en la gestión del servicio público.

### **Hipótesis Nula (H0)**

La aplicación de Inteligencia Artificial en la sistematización del proceso de toma de lectura de medidores en Aguapen E.P. **no tendrá** ningún impacto significativo en la eficiencia operativa, la transparencia, ni la calidad del servicio público.

### **Hipótesis Específicas:**

- La aplicación de Inteligencia Artificial en la sistematización del proceso de toma de lectura de medidores en Aguapen E.P. mejorará la eficiencia operativa

- La aplicación de Inteligencia Artificial en la sistematización del proceso de toma de lectura de medidores en Aguapen E.P. mejorará la transparencia,
- La aplicación de Inteligencia Artificial en la sistematización del proceso de toma de lectura de medidores en Aguapen E.P. mejorará la calidad del servicio público

Estas hipótesis permiten contrastar los efectos esperados de la IA en la administración pública, siendo un tema relevante en la era de la digitalización gubernamental (Brynjolfsson & McAfee, 2014; Mergel et al., 2019). Además, la integración de IA en los procesos administrativos puede transformar positivamente la operación de empresas de servicios públicos, reduciendo costos, mejorando la eficiencia y aumentando la satisfacción de los usuarios (Marr, 2020a).

## CAPÍTULO I

### 1. MARCO REFERENCIAL DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Antecedentes del estudio

La integración de tecnologías basadas en Inteligencia Artificial (IA) en los servicios públicos ha sido objeto de diversas investigaciones a nivel nacional e internacional. En este apartado se presentan antecedentes que abordan el uso de la IA en la automatización de procesos administrativos, particularmente en el contexto del servicio de agua potable. Estos antecedentes permiten contextualizar la investigación, así como establecer puntos de comparación para la posterior discusión de resultados.

En un estudio desarrollado en la Universidad de Sevilla, España, Mikhaylov et al. (2018) evaluaron la aplicación de redes neuronales convolucionales (CNN) como herramienta para automatizar la lectura de medidores de agua. El objetivo fue diseñar un modelo computacional capaz de interpretar imágenes de medidores, reemplazando el proceso manual. La metodología utilizada fue de tipo experimental, con un enfoque cuantitativo, en el que se capturaron múltiples imágenes de medidores para ser procesadas mediante visión artificial. Como instrumento principal se emplearon cámaras digitales de alta resolución y software de aprendizaje automático. Los resultados indicaron una precisión superior al 93% en la lectura automática, lo cual evidencia una reducción significativa en los errores humanos. Este estudio resalta cómo la IA puede incrementar la eficiencia operativa y mejorar la calidad del servicio público.

En México, Brynjolfsson y McAfee (2014) analizaron el impacto de los sistemas inteligentes de monitoreo en la predicción del consumo de agua y la reducción de errores de facturación en redes urbanas. El objetivo fue evaluar la eficacia de sensores inteligentes conectados a sistemas de análisis de datos en tiempo real. Se aplicó un diseño de estudio de caso con enfoque cuantitativo, utilizando como instrumentos sensores IoT y software especializado de procesamiento de datos. Los resultados demostraron una reducción del 30% en errores de facturación y una mejora sustancial en la detección de fugas. Esta experiencia subraya la relevancia de integrar tecnologías de IA para optimizar la administración de los recursos hídricos en contextos urbanos.

En Brasil, Eubanks (2018) realizó un estudio sobre el uso del procesamiento de lenguaje natural (NLP) en plataformas de atención al cliente de empresas públicas. El objetivo fue mejorar la interacción entre los ciudadanos y las entidades gubernamentales mediante el uso de chatbots inteligentes. La metodología fue de tipo cualitativo, basada en el análisis documental y entrevistas a usuarios y desarrolladores. Como instrumentos se emplearon prototipos de chatbots y registros de interacciones en plataformas digitales. Los resultados mostraron una reducción de los tiempos de respuesta, mayor precisión en la información entregada al usuario y un incremento en la satisfacción ciudadana. Este caso demuestra cómo la IA puede facilitar la comunicación y transparencia en la gestión pública.

En el contexto ecuatoriano, Alcácer y Cruz-Machado (2019) llevaron a cabo una investigación sobre la automatización de procesos administrativos mediante IA en instituciones públicas de Quito. El estudio tuvo como objetivo analizar el impacto de estas tecnologías en la eficiencia operativa de dichas entidades. La metodología fue cualitativa, utilizando entrevistas semiestructuradas y revisión de documentos internos como instrumentos. Los hallazgos revelaron una disminución del 40% en los tiempos operativos y una mejora sustancial en la trazabilidad de los procesos administrativos, lo cual fortaleció la transparencia institucional. Esta experiencia es particularmente relevante para el caso de Aguapen E.P., ya que presenta un contexto similar en cuanto a necesidades de transformación digital.

Imbaquingo Cangás y Rodríguez Patiño (2021), en su estudio desarrollado, en la comunidad, El Colorado de la provincia del Carchi, Ecuador, identificaron las principales limitaciones del uso de sistemas manuales en la toma de lecturas de medidores de agua. El objetivo fue evaluar los problemas asociados con la recolección de datos en campo y su impacto en la facturación. La investigación siguió un enfoque mixto, combinando encuestas al personal operativo con el análisis documental de reportes de facturación. Como instrumentos se utilizaron cuestionarios estructurados y formatos de registro manual. Los resultados evidenciaron errores frecuentes en la lectura, retrasos en la actualización de datos y dificultades logísticas en la planificación de rutas, afectando directamente la calidad del servicio. Este estudio permite establecer una línea base para comprender los desafíos actuales de Aguapen E.P. y la necesidad urgente de modernizar su infraestructura tecnológica.

Los antecedentes revisados muestran cómo la aplicación de herramientas de Inteligencia Artificial puede mejorar significativamente los procesos administrativos y operativos en entidades públicas, particularmente en el sector de agua potable. La experiencia internacional refleja la efectividad de tecnologías como redes neuronales, sensores inteligentes y procesamiento de lenguaje natural para reducir errores, optimizar recursos y aumentar la transparencia. A nivel nacional, los estudios identifican importantes desafíos estructurales y tecnológicos que limitan la eficiencia del servicio, como es el caso de Aguapen E.P. en Ecuador. Esta revisión de literatura respalda la necesidad de evaluar la factibilidad y el impacto de implementar soluciones basadas en IA en el contexto ecuatoriano, sirviendo como referencia para la discusión de los resultados de esta investigación.

## **1.2 Marco teórico**

El marco teórico de la investigación aborda conceptos y teorías clave relacionadas con la automatización, la Inteligencia Artificial (IA) aplicada a la gestión pública, y la eficiencia operativa en empresas de servicios.

### **1.2.1 La Administración pública en la era digital**

#### *Definición y evolución de la administración pública digital*

La administración pública digital o también conocida como gobierno electrónico o gobierno digital, se refiere al uso e implementación de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para mejorar la eficiencia, eficacia, transparencia y accesibilidad de los servicios públicos. Desde los años 90, cuando se introdujo el concepto de gobierno electrónico, la administración pública ha evolucionado hacia la digitalización y automatización de procesos, promoviendo una interacción más directa entre el gobierno y los ciudadanos. Estos cambios han sido impulsados por la necesidad de modernizar los sistemas tradicionales por tecnologías vanguardistas, y adaptarse a un entorno global más digitalizado (Dunleavy et al., 2006).

El uso de los sistemas de información para la gestión pública (PMIS), facilitó identificar las acciones necesarias a ser aplicadas en este contexto. El Gráfico 1.2 describe los componentes generales que se deben desarrollar para asegurar la implementación del

denominado gobierno electrónico, e-Gobierno, gobierno digital o administración electrónica, que se apoya principalmente en el uso de las TIC's (Izaguirre, 2017).

**Gráfico 1.2 Componentes generales del gobierno electrónico**



**Fuente:** Izaguirre, 2017

**Elaboración:** Lcdo. Carlos León Jaya

### *Impacto de las tecnologías emergentes en los procesos administrativos*

Las tecnologías emergentes, como la Inteligencia Artificial (IA), big data, IoT y blockchain, están revolucionando los procesos administrativos y operativos en las instituciones públicas y privadas. Estas tecnologías facilitan automatizar y analizar grandes volúmenes de datos en tiempo real proporcionando una mayor seguridad en la gestión de la información. Las herramientas basadas en IA, ayudan a mejorar la toma de decisiones de manera más informada y eficiente, mientras que el blockchain optimiza la seguridad de los procesos garantizando la transparencia y la trazabilidad en la gestión gubernamental (Eubanks, 2018).

### *Modelos de gobernanza digital*

Los autores Mergel, Edelman, y Haug (2019) describen diferentes modelos de gobernanza digital, los cuales surgen como respuesta al uso e integración de las TIC en la administración pública. El gobierno colaborativo es un modelo que prioriza la participación activa de los ciudadanos en los procesos de toma de decisiones; otro modelo, es el gobierno basado en datos, que utiliza el análisis e interpretación de datos para

informar políticas públicas; y el modelo de gobierno inteligente, integra herramientas basadas en IA y tecnologías vanguardistas para crear servicios públicos proactivos, eficientes y personalizados (Mergel et al., 2019). Estos modelos representan un cambio estructural y de paradigma en cómo los gobiernos operan y prestan servicios en la era digital.

### **1.2.2 Automatización de Procesos en la Administración Pública**

#### *Concepto de automatización y su aplicación en la gestión pública*

La sistematización de procesos se refiere al uso e implementación de tecnologías para realizar tareas o procesos de forma automática, minimizando la intervención humana. En la administración pública, la automatización se aplica para mejorar la eficiencia en la gestión de servicios, reducir tiempos de respuesta y optimizar el uso de recursos. Lo cual es clave en la transformación digital de las instituciones públicas, promoviendo una gestión más ágil y eficiente de los recursos y procesos administrativos (Davenport & Harris, 2005).

#### *Beneficios de la automatización: eficiencia, precisión, reducción de errores humanos*

El uso e implementación de tecnologías en la administración pública conlleva múltiples beneficios entre ellos la automatización de los procesos. El estudio presentado por Brynjolfsson y McAfee (2014) destaca que la automatización incrementa la eficacia y eficiencia al reducir el tiempo necesario para realizar tareas repetitivas y liberar recursos para funciones más estratégicas (Brynjolfsson & McAfee, 2014). Además, la automatización minimiza la posibilidad de errores humanos, lo que permite mejorar la precisión en la ejecución de procesos. Lo cual, es importante en sectores donde la exactitud es un parámetro fundamental, así como la gestión de datos y la toma de decisiones en políticas públicas. La reducción de errores no solo optimiza los resultados, sino que también contribuye a una mayor confianza pública en las instituciones gubernamentales. El Gráfico 1.3, muestra los beneficios de la automatización de procesos, y la importancia de la trazabilidad como un aporte que ayuda a minimizar el número de tareas, mejorando la eficiencia en la ejecución de los procesos y garantizando la realización adecuada en términos de tiempo y forma de los trámites burocráticos, además de dar un mejor servicio y atención al ciudadano.

**Gráfico 1.3 Beneficios de la digitalización y automatización de procesos.  
Importancia de la trazabilidad**



**Fuente:** Brynjolfsson y McAfee, 2014

**Elaboración:** Lcdo. Carlos León Jaya

### 1.2.3 Inteligencia Artificial en el Contexto Público

#### *Aplicación de la IA en la administración pública*

En el campo de la computación, la Inteligencia Artificial (IA) es una disciplina que integra un conjunto de capacidades cognoscitivas e intelectuales capaces de ser realizadas por sistemas informáticos o combinaciones de algoritmos cuyo fin es, creación de máquinas avanzadas que imiten la inteligencia humana para realizar tareas complejas, mejorando la productividad en la adquisición y análisis de los datos. Esta disciplina incluye tecnologías como Machine Learning (ML) y Deep Learning (DL), que permiten a los sistemas aprender y tomar decisiones autónomas (Russell & Norvig, 2016). Dichas herramientas son clave para sistematizar los procesos, facilitar la toma de decisiones en tiempo real y optimizar las tareas como la adquisición automática de datos (Goodfellow et al., 2016).

La Inteligencia Artificial (IA) ha trascendido para integrarse en diferentes áreas como la administración pública. El uso de sistemas basados en IA ofrece oportunidades significativas para optimizar los procesos y servicios en el sector público, ayudando a superar los desafíos que implica la transformación digital.

La Inteligencia Artificial (IA) nace en la década de 1950. Esta disciplina proporciona a las máquinas la capacidad de simular la inteligencia humana (Chui, 2017). El avance tecnológico de la IA brinda oportunidades significativas y valiosas para mejorar los procesos empresariales tanto en el campo público como privado (Issa et al., 2016; Park, 2017). Las innovaciones introducidas por la IA incluyen métodos y modelos computacionales muy avanzados que imitan la forma en que funciona el cerebro humano (Abduljabbar et al., 2019).

Con base en lo expuesto, se establece que la Inteligencia Artificial (IA) es un conjunto de tecnologías que proporcionan a las máquinas la capacidad para realizar tareas complejas que normalmente requieren inteligencia humana, como el aprendizaje, la toma de decisiones y el reconocimiento de patrones, incluida la capacidad de ver, comprender y traducir lenguaje hablado y escrito. La IA en el campo de la administración pública permite mejorar la eficiencia, eficacia y precisión en la gestión de servicios, optimizando la toma de decisiones, el mejoramiento del servicio al usuario y la sistematización y automatización de los procesos administrativos (Russell & Norvig, 2016).

Las aplicaciones derivadas de la IA son implementadas en diferentes campos, como, industrias petrolíferas, cuidado de la salud, área de educación, sector automovilístico, acuicultura y agricultura, banca empresarial, gobernanza y gestión pública, entre otros.

Las técnicas de IA aplicadas en los procesos de la gestión y la administración pública (Haenlein & Kaplan, 2019) son:

- **Big data:** esta técnica se refiere al almacenamiento y manejo de enormes volúmenes de datos que no son fáciles de administrar mediante plataformas basadas en Internet o cualquier otro software tradicional. Big Data implica una gran cantidad y variedad de datos en diferentes formatos, como archivos de audio, video, texto o registros. Además, esta técnica automatiza la toma de decisiones a través de sus implementaciones mediante la integración de todos los datos existentes para predecir un comportamiento (Lovelace, 2016). Por ejemplo, ayuda a reducir los costos y maximizar los recursos que implica la toma de lectura de los medidores mediante la optimización de rutas geolocalizadas.

- Machine Learning (ML, Aprendizaje de Máquina): esta disciplina tiene sus orígenes en la década de 1950 junto con la IA. Los algoritmos de ML permiten que las máquinas "aprendan" sin ser programadas directamente (Alzubi et al., 2018). La aplicación práctica de esta disciplina se fundamenta en la predicción y optimización de procesos. Las computadoras "aprenden" de forma automática para mejorar su desempeño y optimizar sus tareas a través de la "experiencia" (Zhou, 2021). En este contexto, la "experiencia" significa ajustarse a los datos; por ello, no existe un límite claro entre el aprendizaje automático y los enfoques estadísticos. Machine Learning ofrece herramientas sofisticadas que pueden mejorar la productividad de los administradores en el sector público.
- Deep Learning (DL, Aprendizaje Profundo): DL es una tecnología de aprendizaje automático que implementa algoritmos capaces de imitar la inteligencia humana mediante redes neuronales artificiales. Estas redes están compuestas de docenas o incluso cientos de capas de neuronas, las cuales reciben e interpretan la información de la capa anterior (Abdar et al., 2021). Los modelos computacionales basados en DL tienen un mejor desempeño cuando son entrenados con grandes cantidades de datos. A continuación, se describen algunos de los campos de aplicación de los algoritmos de Deep Learning:
  - Búsqueda de productos de una empresa, o artículos similares mediante lectura de imágenes en lugar de palabras claves.
  - Seguimiento y monitoreo en tiempo real durante el lanzamiento de productos a través de canales de internet.
  - Predicción de las preferencias de los clientes.
  - Seguimiento e identificación de los niveles de confianza y opiniones de los clientes en diferentes canales online y servicios de soporte automatizado.
  - Identificación de fraudes, análisis de recomendaciones, gestión y atención a clientes.

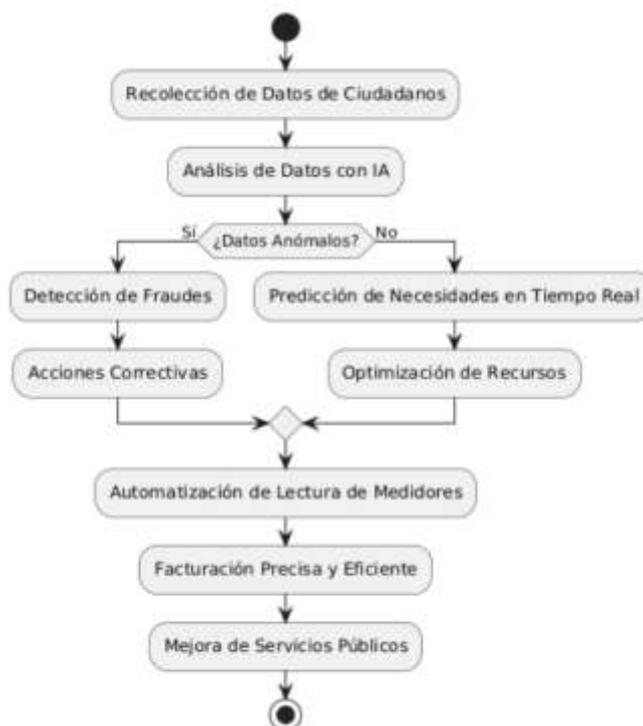
Análisis de sentimientos mediante la identificación de opiniones en textos positivos o negativos, temas y palabras clave.

*Principios fundamentales de la IA en la adquisición y análisis de datos en tiempo real.*

La adquisición y análisis de datos en tiempo real mediante el uso de herramientas de IA facilita a las entidades públicas mejorar la toma de decisiones basándose en datos precisos y actualizados. La aplicación de algoritmos basados en IA facilita el procesamiento de grandes cantidades de datos para identificar patrones y tendencias del uso de los servicios, y optimizar los recursos. Este enfoque ayuda a gestionar una administración más dinámica, tecnificada, proactiva y adaptable a las necesidades de la sociedad actual (Brynjolfsson & McAfee, 2014).

En este sentido, la IA se ha implementado con éxito en varias áreas de la administración pública. Por ejemplo, la automatización del proceso de toma de lectura de medidores en los servicios públicos permite una facturación más precisa y eficiente. También, los algoritmos de IA favorecen la detección de fraudes reduciendo significativamente el riesgo de pérdida financiera en los programas gubernamentales (Alcácer & Cruz-Machado, 2019).

**Gráfico 1.4 Transformación de los servicios públicos mediante IA**



**Fuente:** Propia

**Elaboración:** Lcdo. Carlos León Jaya

El Gráfico 1.4 describe como la IA incide en la transformación digital de los servicios públicos. La IA permite realizar predicciones basadas en datos en tiempo real, identificando datos anómalos, lo cual permite a la dirección administrativa anticipar necesidades y optimizar la asignación de recursos.

La automatización en la administración pública implica el uso de sistemas para reducir la intervención humana, mejorando la eficiencia operativa y la precisión en la gestión de tareas repetitivas (Brynjolfsson & McAfee, 2014). Estas soluciones han demostrado ser eficaces en áreas como la toma de lectura de medidores de servicios públicos, donde los sistemas automatizados pueden captar datos en tiempo real.

### *Proceso*

Esta referido a un conjunto de pasos sistematizados cuyo fin es lograr un resultado en específico. Los procesos requieren implementar mecanismos de control para mejorar la productividad y calidad de un producto o servicio. Para gestionar un proceso en una institución es necesario optimizar el tiempo, mejorar los beneficios y reducir los gastos. En el sector público, es importante potenciar el uso de recursos que generalmente son limitados, así como optimizar los materiales y plazos ajustados. Por ello, es necesario combatir cualquier ineficiencia que retrase el trabajo de la gestión pública. Además, los administradores deben actuar con transparencia fomentando la prestación eficiente de los servicios pública (Berrones et al., 2019).

### *Sistematización de procesos*

La interconexión global promueve una mayor competitividad, por ello, las empresas requieren nuevas formas de diferenciarse, ofreciendo un valor agregado a sus clientes y trabajadores. Para esto, es necesario contar con procesos bien estructurados y detallados, que describan de forma óptima cada una de sus fases y así poder alcanzar los mejores resultados (Rangel & Hernández, 2019).

La sistematización y automatización, se refiere a la implementación de tecnologías de información para apoyar la ejecución de las actividades del proceso. Es necesario comprender que la automatización es la realización automática de tareas repetitivas con reglas claras de ejecución. Mientras que, sistematizar crea una visión general de la

organización y de todos sus componentes. El objetivo es encontrar fallas e identificar riesgos, y también, nuevas formas de optimizar los recursos con los cuales cuenta la empresa. La sistematización optimiza los procesos administrativos/productivos de la Empresa y ayuda a evidenciar puntos críticos. Por último, la sistematización también puede usarse como una herramienta para la gestión de los procesos, lo cual, beneficia a las organizaciones ya que suministra información disponible, integra los procesos, mejora la atención al cliente, genera información en tiempo real y estandariza los procesos. Estas ventajas sugieren que las empresas sistematicen sus procesos con el objeto de ser más eficientes, eficaces y se posicionen en el mercado.

#### *Sistematización del proceso de toma de lectura de medidores de agua*

Este proceso se describe como el registro de datos sobre el consumo de agua del usuario. Este proceso parte desde el registro de lecturas de consumo de cada usuario, es decir el encargado de registrar cada lectura, verifica el número de consumo actual que aparece en el contador de agua y lo almacena en casillas específicas de cada usuario, al término de este proceso se determina así su consumo final en metros y el valor a cancelar (Imbaquingo Cangás & Rodríguez Patiño, 2021).

Los datos se obtienen y registran de diferentes formas, desde la lectura de medidores simples hasta toda una diversidad de sistemas automatizados de recopilación, transmisión, procesamiento y almacenamiento de datos. En la actualidad, el avance tecnológico, promueve la sistematización de procesos con el fin de optimizar los recursos de una empresa, así como, controlar y mejorar la calidad del servicio.

### **1.2.4 Gestión de Recursos y Transparencia**

#### *Mejoramiento de la eficacia operativa en la administración pública*

La eficiencia operativa es la capacidad que tiene una organización para optimizar y maximizar el uso de sus recursos con el objetivo de obtener mejores resultados (Rodríguez et al., 2020). En el contexto de la IA, la eficiencia se logra mediante la automatización de tareas administrativas rutinarias, así como la lectura de medidores, ayudando a reducir los errores y mejorando los tiempos de respuesta.

### *Optimización de recursos*

La optimización de recursos se refiere al conjunto de personas, bienes materiales, institucionales, financieros y técnicos que cuenta y utiliza una dependencia, entidad, sociedad u organización para alcanzar sus objetivos y producir los bienes o servicios que son de su competencia, y que les permite solventar las necesidades de sus usuarios (Rangel & Hernández, 2019). Para las organizaciones los recursos tienen un valor instrumental, y constituyen insumos necesarios para su funcionamiento, y logro de objetivos y metas institucionales. Las empresas públicas y privadas, tienen la necesidad de optimizar la eficiencia de sus recursos escasos mediante un uso equilibrado y racional de los mismos (Berrones et al., 2019). De esta forma, las empresas procuran mejorar los procesos de trabajo y aumentar el rendimiento y la productividad. En consecuencia, la optimización de los recursos puede referirse al tiempo empleado por los trabajadores para realizar tareas específicas, o bien a métodos o técnicas que permitan mayor fluidez en el trabajo, cuyo resultado es una mayor productividad, y con elevados estándares de calidad (Bovaird, 2016; Rodríguez et al., 2020).

La administración pública logra mejorar la eficiencia operativa mediante la optimización de los recursos. Para lo cual, es necesario implementar el uso efectivo de tecnologías para reducir costos y mejorar la productividad. Bertot, Jaeger, y Grimes (2019) sugieren que la implementación de sistemas informáticos y tecnologías basadas en IA en la administración pública no solo permite optimizar la utilización de recursos, sino también mejorar la calidad de los servicios prestados a los ciudadanos.

### *Relación entre la automatización de procesos y la transparencia en la gestión pública*

La transparencia en la gestión pública se refiere al nivel de claridad y accesibilidad de la información (Bertot et al., 2019). En la administración pública, la transparencia es un principio fundamental que está vinculado al acceso a la información y la rendición de cuentas. La automatización y sistematización de procesos en la administración pública ayuda a alcanzar esta transparencia y disminuye los errores humanos haciendo que los procesos sean auditables y trazables, lo cual favorece la rendición de cuentas.

La transparencia en la gestión pública está estrechamente relacionada con el uso de tecnologías que ayudan la sistematización y la automatización de los procesos operativos.

Esto debido a que reduce el riesgo de datos anómalos y fraudes por corrupción, ya que minimiza la intervención humana en los procedimientos críticos. También, la digitalización y automatización facilita el seguimiento y monitoreo de procesos; así como, la auditoría de las actividades administrativas, permitiendo un mayor control y una mejor rendición de cuentas.

#### *Importancia de la responsabilidad y la disponibilidad de los datos públicos*

Los principios fundamentales en la gestión y administración de los recursos públicos están basados en la rendición de cuentas y la transparencia en el acceso a la información. La transparencia de la información garantiza que los usuarios puedan evaluar y supervisar las acciones gubernamentales, lo que fomenta la confianza y el cumplimiento de las leyes, reglamentos y normativas vigentes. Por ello, es importante garantizar la disponibilidad en el acceso a la información pública, lo cual fortalece la participación ciudadana y asegura que los recursos son utilizados de manera eficiente y equitativa.

### **1.2.5 Tecnologías de IA para la Lectura de Medidores**

#### *Tecnologías basadas en IA para la toma de lectura de medidores*

El uso de sistemas informáticos y herramientas basadas en Inteligencia Artificial (IA) para automatizar la lectura de medidores es un avance significativo en la optimización de los procesos en la gestión y administración de los servicios públicos. La integración de tecnologías de IA facilita la adquisición y análisis de datos de manera eficiente, lo que reduce errores y optimiza la gestión de recursos. Los modelos computacionales basados en algoritmos de IA utilizan técnicas avanzadas para procesar imágenes y analizar datos que permitan interpretar con precisión las lecturas de medidores de agua, gas, electricidad u otros.

#### *Métodos tradicionales vs métodos modernos de lectura de medidores*

La lectura de medidores se puede realizar mediante métodos tradicionales o métodos modernos. El método tradicional es un método menos eficiente que involucra la intervención humana para registrar los datos, mientras que el método moderno implica el uso de tecnologías basadas en IA mucho más eficientes con menor tasa de errores. Según Marr (2020), la implementación de sistemas basados en IA no solo mejora la exactitud de

las lecturas, sino que también permite evaluar y monitorear el proceso en tiempo real, así como resolver anomalías rápidamente por fallas en el sistema, lo cual no es posible realizar en el método tradicional (Marr, 2020). Esta evolución hacia el uso de IA facilita una gestión más eficiente y reduce los costos operativos.

### *La IA en el mejoramiento de la calidad del servicio público*

La calidad en el servicio público implica mejorar la satisfacción del usuario y maximizar la eficiencia en la entrega de servicios. La integración de herramientas basadas en IA permite que la administración pública ofrezca servicios más eficientes, mejorando la calidad percibida por los usuarios (Alcácer & Cruz-Machado, 2019).

El uso de tecnologías basadas en IA para la toma de lectura de medidores tiene un impacto positivo en el mejoramiento de la calidad del servicio público. Las empresas de servicios públicos requieren sistematizar estos procesos para proporcionar una facturación más precisa y oportuna, lo que ayuda a mejorar la detección de fraudes y optimizar la asignación de recursos. Asimismo, mejora la capacidad de analizar grandes cantidades de datos en tiempo real facilitando la identificación de patrones de consumo y permite a las instituciones ajustar sus servicios según las necesidades de los usuarios.

### **1.3 Marco legal**

El marco legal en la sistematización de los procesos en la administración pública bajo el uso de herramientas de Inteligencia Artificial está regulado por diversas normas nacionales e internacionales. En Ecuador, la Ley Orgánica de Transparencia y Acceso a la Información Pública (LOTAIP), (Asamblea Nacional del Ecuador, 2004); y la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales (Asamblea Nacional del Ecuador, 2021) son imprescindibles en la regulación de las actividades de las entidades públicas y privadas quienes manejan la información y los datos generados por los usuarios, especialmente en el uso de tecnologías como la IA.

El Código Orgánico Administrativo de Ecuador (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017), indica que las instituciones públicas, como Aguapen E.P., tienen la obligación de gestionar los recursos y servicios de manera eficiente y transparente. Además de garantizar que las

tecnologías utilizadas no comprometan los derechos de los ciudadanos. Por ello, el uso e integración de herramientas basadas en IA deben alinearse con los principios de legalidad, igualdad, responsabilidad, y protección de datos, de tal forma que se asegure que la automatización y sistematización de los procesos no vulneren los derechos de privacidad de datos de los usuarios.

Por otra parte, la Ley de Comercio Electrónico, Firmas Electrónicas y Mensajes de Datos (Asamblea Nacional del Ecuador, 2002) en Ecuador establece normas relacionadas con el manejo y procesamiento de información electrónica. Lo cual es clave en el uso de tecnologías de IA, ya que la adquisición, almacenamiento y procesamiento de datos generados por la toma de lecturas de medidores debe cumplir con las normas vigentes para evitar malos usos o filtración de información sensible.

En el contexto internacional, se establece la importancia de un marco ético en el uso de tecnologías de IA en la gestión pública. La Declaración de Inteligencia Artificial Ética (UNESCO, 2021) define pautas para garantizar que la implementación de IA sea equitativa, responsable y respetuosa de los derechos humanos. Por ello, Aguapen E.P. tiene que asegurarse de que las herramientas de IA que utilice estén alineadas con estos principios éticos, garantizando la equidad y la transparencia en la prestación de su servicio público.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1 Enfoque de la investigación

La investigación es de enfoque cualitativo-cuantitativo (mixto). Este enfoque permitió evaluar tanto la percepción de los funcionarios y usuarios respecto a la integración de IA como el impacto medible de la sistematización en la eficiencia operativa y calidad del servicio.

Este trabajo se alineó principalmente con un estudio de tesis caracterizado por el planteamiento de hipótesis en la modalidad lógica. El proyecto aplicó investigación empírica de campo y una revisión bibliográfica.

La investigación de campo constituye una investigación metódica de los problemas dentro de un contexto específico, con el objetivo de caracterizar, interpretar, comprender su naturaleza e identificar los factores que los originan, dilucidar sus causas y consecuencias o pronosticar sus ocurrencias futuras. El investigador recopiló los datos pertinentes directamente del entorno. En ciertos casos, se utilizaron fuentes secundarias complementarias para mejorar el marco informativo.

#### 2.2 Diseño de investigación

El diseño es no experimental y transversal, dado que no se manipularon variables, y se recogieron datos en un único punto del tiempo para medir el estado actual de los procesos y su posible optimización mediante IA. Este trabajo evaluó el proceso actual de toma de lectura de medidores de agua en Aguapen E.P. y propuso estrategias para utilizar tecnologías basadas en IA para optimizar los recursos de dicho proceso.

#### 2.3 Localización

La transformación digital en la administración gubernamental es un proceso importante que ayuda a mejorar la eficiencia, eficacia y transparencia de los servicios públicos. Esta investigación se desarrolla en Aguapen E.P. cuyo inicio fue el 14 de diciembre de 1999

como una compañía privada, con el objeto de dedicarse a la prestación de servicios públicos de alcantarillado sanitario, alcantarillado pluvial, tratamiento de aguas servidas y de agua potable en la península de Santa Elena. En la actualidad, Aguapen E.P. es una empresa pública que cuenta con el apoyo de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales de los cantones de Santa Elena, Salinas y La Libertad.

En base a estos antecedentes, la empresa provincial de agua, inicia el proceso de conformación de la Mancomunidad integrada por los tres cantones peninsulares. El estatuto de constitución de la Empresa Pública Municipal Mancomunada de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario, Pluvial, Depuración y Aprovechamiento de Aguas Residuales y Saneamiento denominada **AGUAPEN E.P.** fue publicado en el Registro oficial No. 810.

#### *Misión*

Proveer un eficiente servicio de agua potable en cantidad, continuidad y calidad, además de proporcionar los servicios de alcantarillado sanitario y pluvial a la población de la provincia de Santa Elena, cumpliendo las necesidades básicas del ser humano y contribuyendo al cuidado del medio ambiente.

#### *Visión*

Ser una empresa pública peninsular, de servicio social moderna con reconocimiento a nivel nacional, prestando los servicios públicos de agua potable y alcantarillado con un elevado grado de responsabilidad social, comprometida con la mejora continua y sustentable de su talento humano y de los recursos que administra, asegurando la calidad de vida de las familias de la provincia de Santa Elena y la población turística.

#### *Objetivo General*

Obtener un posicionamiento positivo de imagen institucional a través de un servicio integral y de calidad a la ciudadanía.

### *Mapa organizacional y procesos principales de Aguapen E.P.*

La estructura organizacional de Aguapen E.P. se divide en departamentos administrativos y operativos, con una jerarquía clara que inicia en la Gerencia General y se subdivide en diferentes áreas clave (ver Anexo 1). A continuación, se describen las funciones de las cinco áreas clave identificadas para este estudio:

**Gráfico 1.1 Áreas funcionales claves de Aguapen E.P. para el estudio**



**Fuente:** Sitio web Aguapen E.P.

**Elaboración:** Lcdo. Carlos León Jaya

### *Identificación de procesos operativos principales*

- Toma de lectura de medidores: el proceso actualmente se realiza de forma manual, no obstante, tiene el potencial de automatización mediante herramientas de IA para mejorar la precisión.
- Mantenimiento de infraestructura: esta actividad consiste en controlar y supervisar la red de distribución de agua.
- Facturación y cobro: este proceso implica el cálculo y emisión de facturas basado en el consumo de agua.
- Atención a usuarios: tareas relacionadas con la resolución de dudas y reclamos por problemas con los servicios de agua potable.

En este contexto, la integración de herramientas basadas en Inteligencia Artificial (IA) son una solución innovadora para automatizar los procesos operativos en Aguapen E.P., mediante la implementación de medidores inteligentes que proporcionen una lectura de datos en tiempo real, y que mejore la precisión y análisis predictivo del consumo de agua. Este estudio evalúa cómo la integración de herramientas basadas en IA puede impactar positivamente la eficiencia y eficacia operativa, e incrementando la transparencia en la gestión y optimización de la calidad del servicio público que ofrece la entidad. El uso de tecnologías basadas en IA tiene el potencial de optimizar estos procesos, reducir los tiempos de respuesta, minimizar errores humanos y mejorar la transparencia de la administración de los servicios de Aguapen E.P.

## 2.4 Población y muestra

La recopilación de datos se realizó aplicando un muestreo no probabilístico por conveniencia.

- **Población:** Funcionarios del área técnica y administrativa de Aguapen E.P. y usuarios del servicio de agua potable.
- **Muestra:**
  - **Funcionarios:** Por conveniencia se seleccionaron 5 funcionarios clave involucrados en la toma de lecturas de medidores y áreas administrativas relacionadas.
  - **Usuarios:** Se aplicó una encuesta a una muestra de 150 usuarios seleccionados mediante muestreo no probabilístico por conveniencia.

## 2.5 Matriz de consistencia

La siguiente matriz de operacionalización de variables sustenta teóricamente la presente investigación y orienta el diseño del instrumento de recolección de datos (encuesta aplicada a los usuarios de Aguapen E.P.), asegurando la consistencia entre la hipótesis, los objetivos específicos, el marco teórico y los indicadores evaluados empíricamente.

**Tabla 2.1 Matriz de Consistencia**

Variable	Dimensiones	Indicadores	Ítems del instrumento	Definición conceptual	Definición operacional
Aplicación de Inteligencia Artificial (IA)	Automatización del proceso de lectura  Confiabilidad de la IA  Disposición ciudadana a la adopción	Percepción de confiabilidad de la IA  Nivel de disposición a usar IA  Beneficios percibidos de IA	Preg. 6, 7, 8, 9, 10, 11	Conjunto de tecnologías que permiten a las máquinas realizar tareas complejas que requieren inteligencia humana (Russell & Norvig, 2016).	Nivel de aceptación, confianza y percepción de efectividad de la IA por parte de los usuarios de Aguapen E.P. para la mejora de la lectura de medidores.
Eficiencia operativa	Reducción de errores  Rapidez en resolución de problemas  Optimización de recursos	Frecuencia de errores en lectura  Tiempo de atención a reclamos  Ahorro de tiempo percibido	Preg. 2, 3, 8c, 8f, 11	Capacidad de una organización para lograr sus resultados utilizando la menor cantidad posible de recursos (Rodríguez et al., 2020).	Percepción de los usuarios respecto a mejoras en tiempos, reducción de errores y uso eficiente de recursos tras la adopción de IA.
Transparencia	Acceso a información  Claridad en la factura  Percepción de trazabilidad del proceso	Facilidad para entender la factura  Percepción de transparencia del proceso	Preg. 4, 5, 8d	Grado de apertura y claridad en los procesos de gestión pública y en la rendición de cuentas (Bertot et al., 2019).	Nivel de percepción de los usuarios respecto a la accesibilidad y claridad de la información sobre el consumo y facturación del agua.
Calidad del servicio público	Satisfacción general  Precisión en la lectura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nivel de satisfacción con la precisión</li> <li>• Experiencias previas con discrepancias</li> </ul>	Preg. 1, 2, 7, 10	Grado en que el servicio público cumple con las expectativas de los	Valoración subjetiva de los usuarios sobre la calidad del servicio recibido en términos de

	Confianza en el sistema	• Opinión sobre confiabilidad		ciudadanos (Alcácer & Cruz-Machado, 2019).	exactitud, atención y resolución de problemas.
--	-------------------------	-------------------------------	--	--	--

**Fuente:** Propia

**Elaboración:** Lcdo. Carlos León Jaya

## 2.6 Instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de datos se utilizaron dos técnicas, la entrevista y la encuesta con su respectivo instrumento, el cuestionario.

- Entrevistas semi-estructuradas a los funcionarios administrativos para identificar las problemáticas actuales y la viabilidad de la adopción de IA.
- Encuestas a los usuarios para evaluar la percepción sobre la eficiencia operativa del servicio actual y la posible mejora con la adopción de IA. La encuesta fue diseñada utilizando escala de Likert de cuatro opciones para evitar respuestas neutrales, de tal forma que, los encuestados puedan expresar una inclinación positiva o negativa respecto a una afirmación. Al eliminar la opción neutral, se busca reducir la ambigüedad en las respuestas y obtener una visión más clara de las tendencias de opinión (Team Insights, 2022; Krosnick & Presser, 2010). En investigaciones aplicadas en el ámbito organizacional y de servicios públicos, se ha utilizado escalas de 4 puntos para forzar una postura en los encuestados, asegurando que expresen una preferencia en lugar de mantenerse neutrales (Allen & Seaman, 2007).
- Análisis de datos operativos de la empresa, como tiempo promedio de toma de lecturas, frecuencia de errores y tiempos de respuesta en la resolución de incidencias.

Los instrumentos de recolección de información fueron diseñados en base a un plan que contempla cuatro etapas y pasos seguidos en un diseño, según el esquema presentado por Baldivian de Acosta, 1991, citado en Bastidas, 1997.

**Tabla 2.2 Pasos para elaborar el instrumento de recolección de datos**

Descripción	Pasos
Definición del instrumento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y análisis del problema de investigación.</li> <li>• Definición del propósito del instrumento.</li> <li>• Consulta a expertos en la construcción de instrumentos.</li> <li>• Selección de la población.</li> <li>• Determinación de los objetivos, contenidos e ítems del instrumento.</li> </ul>
Diseño del instrumento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboración de los ítems (preguntas).</li> <li>• Estructuración de los instrumentos.</li> <li>• Redacción de los instrumentos.</li> </ul>
Ensayo piloto del instrumento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación del instrumento según juicio de expertos.</li> <li>• Revisión del instrumento y redacción según las recomendaciones de expertos.</li> </ul>
Elaboración definitiva del instrumento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicación del instrumento.</li> </ul>

**Fuente:** Baldivian de Acosta, 1991, citado en Bastidas, 1997

**Elaboración:** Lcdo. Carlos León Jaya

## 2.7 Técnicas de análisis de datos

Para analizar los datos se utilizaron dos técnicas. Primero, se realizó un procesamiento electrónico de datos a través de la herramienta online Google Forms; las tablas y gráficos se presentaron por preguntas e indicadores; y se elaboraron las tablas de frecuencias con su gráfico estadístico, y su respectivo análisis interpretativo de los resultados obtenidos.

Para obtener información de las fuentes primarias (funcionarios de Aguapen E.P.) se utilizó la técnica de la entrevista; y para las fuentes secundarias se recurrió a la observación directa, documentos, artículos, textos, información bibliográfica y hemerográfica, y otras investigaciones. A continuación, se describen los tipos de análisis realizados en este estudio:

- **Análisis cualitativo:** Para interpretar las respuestas obtenidas en las entrevistas, estas fueron codificadas y categorizadas para identificar patrones en la percepción respecto a los problemas actuales y el uso e integración de herramientas basadas en IA.

- **Análisis cuantitativo:** Para explicar los resultados obtenidos en las encuestas se aplicó el método de estadística descriptiva y análisis de correlación para evaluar la relación entre el uso de IA y la percepción de los usuarios sobre la eficiencia y la calidad del servicio.
- **Análisis de contenido:** Este método consiste en categorizar y codificar los datos obtenidos en formato de texto, imagen o video para luego, identificar patrones, comportamientos, temas y significados.

## 2.8 Procedimiento

La investigación se desarrolló en tres fases, lo que permitió identificar de forma clara la relación positiva entre el uso de herramientas basadas en IA y la optimización de los procesos de toma de lecturas de medidores en Aguapen E.P. Esta metodología permitió evaluar cómo la Inteligencia Artificial puede optimizar los procesos administrativos en Aguapen E.P. mediante la automatización de la adquisición y análisis de datos, lo cual impacta de forma significativa en la eficiencia operativa, la transparencia y la calidad del servicio público.

- **Fase 1:** Adquisición de datos mediante la aplicación de entrevistas y encuestas a funcionarios y usuarios del servicio de agua potable.
- **Fase 2:** Análisis de los datos adquiridos, evaluando la eficiencia actual de la toma de lecturas, la percepción de la calidad del servicio, la optimización de los recursos y la posible mejora con herramientas de IA.
- **Fase 3:** Interpretación de los resultados y generación de recomendaciones para la implementación de técnicas de IA.
- **Fase 4:** Diagnostico del estado actual del proceso de toma de lectura de medidores, y propuesta de mejoras mediante estrategias que faciliten la adopción de tecnologías basadas en IA con el fin de optimizar los recursos y mejorar la calidad de servicio que ofrece la institución a sus usuarios.

## CAPÍTULO III

### 3. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1 Análisis de resultados

En este trabajo se aplicó una encuesta y una entrevista. La encuesta fue dirigida a usuarios de Aguapen E.P. con el objetivo de conocer la percepción en torno a la calidad de servicio y su disposición en usar tecnologías basadas en IA. La entrevista fue dirigida a funcionarios de áreas clave respecto a la adopción de IA como herramienta para mejorar el proceso de toma de lectura de medidores.

La encuesta y la entrevista fue realizada por medios telemáticos utilizando herramientas como google docs, email y google forms.

Luego de aplicar las encuestas se procedió a descargar la información desde los repositorios en la nube para su posterior procesamiento. Para realizar las pruebas y análisis estadístico se utilizó el software Excel, y la tabulación de gráficos fue generada desde la herramienta Google Forms.

Para procesar las respuestas de la entrevista se realizó un análisis cualitativo del contenido de cada pregunta resaltando las partes más importantes e ideas principales, para luego generar una conclusión y tomarlo como referencia en el desarrollo de la presente tesis.

En esta investigación se optó por una escala de Likert de 4 puntos (sin punto medio), con el objetivo de forzar la toma de posición por parte de los encuestados, evitando respuestas evasivas o de indiferencia. Esta técnica es recomendada en estudios de percepción donde se requiere un juicio claro del participante (Krosnick & Fabrigar, 2010; Joshi et al., 2015). La escala forzada favorece la precisión interpretativa y elimina sesgos asociados a la tendencia central.

#### 3.1.1 Análisis de Encuesta

A continuación, se detalla mediante un análisis descriptivo los resultados obtenidos luego de aplicar el instrumento de la encuesta a 150 usuarios de Aguapen E.P.

**Pregunta 1.** ¿Qué tan satisfecho(a) está con la precisión de las lecturas del medidor de agua que recibe en su factura mensual?

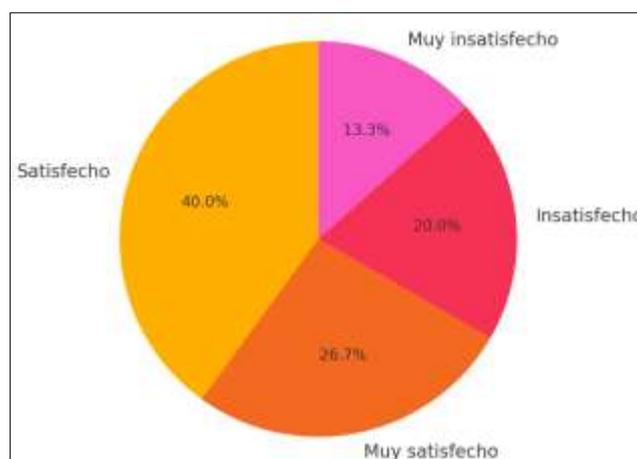
**Tabla 3.1 Nivel de satisfacción respecto a la precisión de las lecturas del medidor**

Número	Categoría	Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje Acumulado (%)
1	Satisfecho	60	40.0	40.0
2	Muy satisfecho	40	26.7	66.7
3	Insatisfecho	30	20.0	86.7
4	Muy insatisfecho	20	13.3	100.0
<b>Total</b>		<b>150</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

**Fuente:** Datos de la investigación

**Elaboración:** Lcdo. Carlos León Jaya

**Gráfico 3.1 Nivel de satisfacción respecto a la precisión de las lecturas del medidor**



**Fuente:** Datos de la investigación

**Elaboración:** Lcdo. Carlos León Jaya

El 40.0% de los usuarios están satisfechos, seguido de un 26.7% que están muy satisfechos. En contraste, un 20.0% se encuentran insatisfechos y un 13.3% muy insatisfechos. Para el estudio, es necesario conocer que la mayoría de usuarios consideran adecuada la precisión de las lecturas, aunque existe un 33.33% que expresa insatisfacción. Lo que significa que existe una oportunidad de mejora en la precisión de las lecturas. Este aspecto respalda la hipótesis de la investigación, respecto a que la implementación de Inteligencia Artificial (IA) podría optimizar el proceso de toma de lectura de medidores, minimizando errores en las lecturas y aumentando la confianza de los usuarios. Para Aguapen E.P. es crítico conocer la percepción de precisión en las lecturas, ya que afecta directamente la relación de confianza con los usuarios. Este dato resalta la necesidad de priorizar soluciones tecnológicas que integren la IA para mejorar la satisfacción de los usuarios, reducir quejas y reclamaciones, y fortalecer la transparencia en el servicio.

**Pregunta 2.** ¿Con qué frecuencia ha tenido discrepancias en su factura de agua debido a errores en la lectura del medidor?

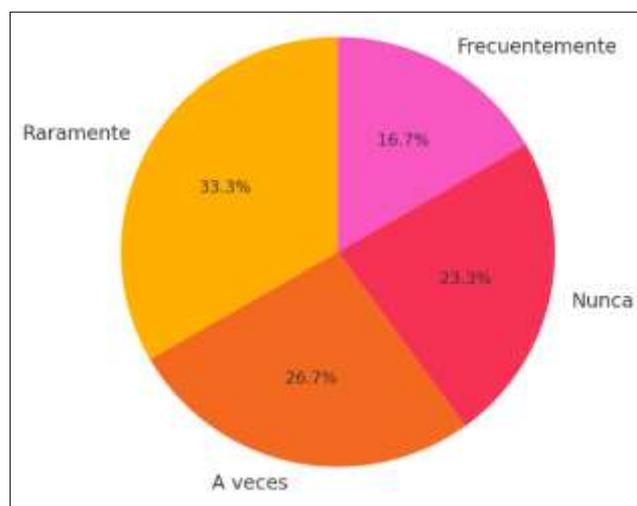
**Tabla 3.2 Frecuencia de errores en la facturación por problemas en la lectura del medidor**

Número	Categoría	Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje Acumulado (%)
1	Raramente	50	33.3	33.3
2	A veces	40	26.7	60.0
3	Nunca	35	23.3	83.3
4	Frecuentemente	25	16.7	100.0
<b>Total</b>		<b>150</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

**Fuente:** Datos de la investigación

**Elaboración:** Lcdo. Carlos León Jaya

**Gráfico 3.2 Nivel de satisfacción respecto a la precisión de las lecturas del medidor**



**Fuente:** Datos de la investigación

**Elaboración:** Lcdo. Carlos León Jaya

El 33.3% de los usuarios respondieron que las discrepancias ocurren raramente, mientras que el 26.7% indicaron que suceden a veces. El 16.7% señaló que ocurre frecuentemente, y el 23.3% indicó que nunca han tenido discrepancias.

Los resultados antes descritos muestran una proporción considerable de usuarios que experimentan problemas en sus facturas. Lo cual, sugiere la necesidad de mejorar la precisión de las lecturas del medidor, y disminuir las reclamaciones y discrepancias, ya que es un problema recurrente con más del 40.0% de los usuarios inconformes.

Es imperioso que la institución reduzca los errores en las facturas, lo cual mejoraría la percepción del servicio y disminuiría las reclamaciones de los usuarios. Este dato destaca la necesidad de un sistema basado en IA que garantice la calidad de las lecturas.

**Pregunta 3.** ¿Cómo calificaría la rapidez con la que Aguapen resuelve las reclamaciones relacionadas con errores en las lecturas de medidores?

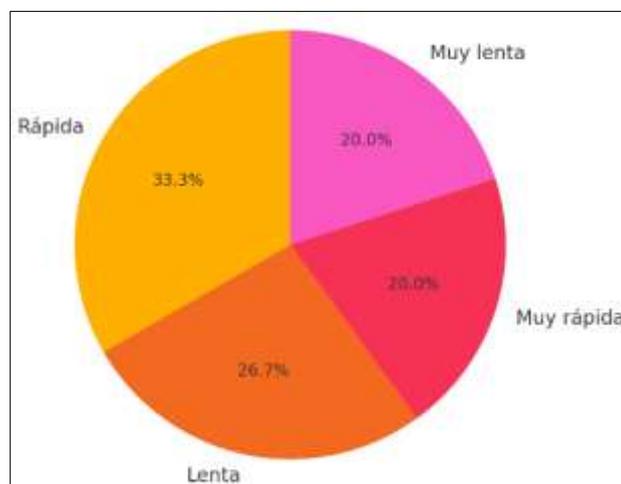
**Tabla 3.3** Calificación de la rapidez en la resolución de reclamos por errores en la lectura del medidor

Número	Categoría	Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje Acumulado (%)
1	Rápida	50	33.3	33.3
2	Lenta	40	26.7	60.0
3	Muy rápida	30	20.0	80.0
4	Muy lenta	30	20.0	100.0
<b>Total</b>		<b>150</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

**Fuente:** Datos de la investigación

**Elaboración:** Lcdo. Carlos León Jaya

**Gráfico 3.3** Rapidez en la resolución de reclamos por errores en las lecturas



**Fuente:** Datos de la investigación

**Elaboración:** Lcdo. Carlos León Jaya

El 33.3% de los usuarios calificaron la rapidez en la resolución de reclamos en la categoría rápida, mientras que el 26.7% lo calificó como lenta. El 20.0% opinó que es muy rápida, y otro 20.0% la consideró muy lenta.

Como dato estadístico se observa una distribución mixta en las percepciones de los usuarios. El 46.7% de los encuestados espera mejoras en la resolución de reclamaciones. Lo que, pone en evidencia la necesidad de implementar un sistema más eficiente.

Garantizar una resolución rápida de reclamaciones es fundamental para que la institución mantenga la confianza de los usuarios. Este dato resalta la necesidad de optimizar los procesos internos, y la integración de tecnologías basadas en IA puede ser una herramienta crucial para alcanzar este objetivo.

**Pregunta 4.** ¿Cree que el proceso de toma de lectura de medidores es transparente y accesible para los usuarios?

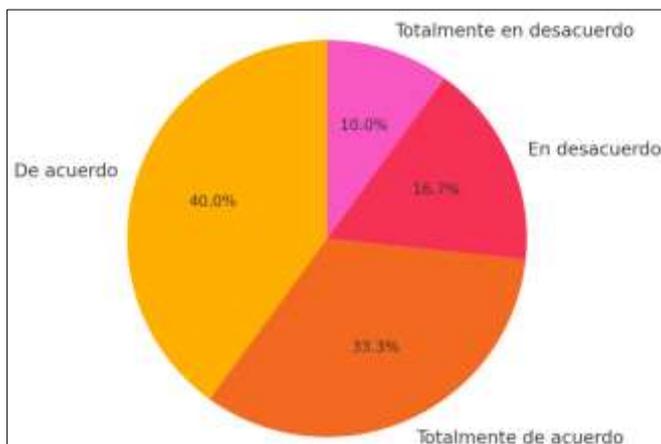
**Tabla 3.4** Percepción sobre la transparencia del proceso de toma de lectura del medidor

Número	Categoría	Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje Acumulado (%)
1	De acuerdo	60	40.0	40.0
2	Totalmente de acuerdo	50	33.3	73.3
3	En desacuerdo	25	16.7	90.0
4	Totalmente en desacuerdo	15	10.0	100.0
<b>Total</b>		<b>150</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

**Fuente:** Datos de la investigación

**Elaboración:** Lcdo. Carlos León Jaya

**Gráfico 3.4** Percepción sobre la transparencia del proceso de toma de lectura del medidor



**Fuente:** Datos de la investigación

**Elaboración:** Lcdo. Carlos León Jaya

De los usuarios encuestados, el 73.3% está de acuerdo y totalmente de acuerdo, en que el proceso de toma de lectura del medidor es transparente. Por otro lado, el 26.7% se ubican en las categorías en desacuerdo y totalmente en desacuerdo.

Los resultados sugieren que, aunque la mayoría de los usuarios tiene una percepción positiva, hay áreas donde se percibe falta de transparencia en el proceso. La implementación de IA, junto con herramientas como portales en línea, puede aumentar el acceso a información en tiempo real y reforzar la confianza de los usuarios.

Para Aguapen E.P. es importante transparentar el proceso de toma de lectura de los medidores, ya que es un factor clave para construir una relación sólida con los usuarios.

**Pregunta 5.** ¿Qué tan fácil le resulta entender la información proporcionada en su factura de agua sobre el consumo mensual?

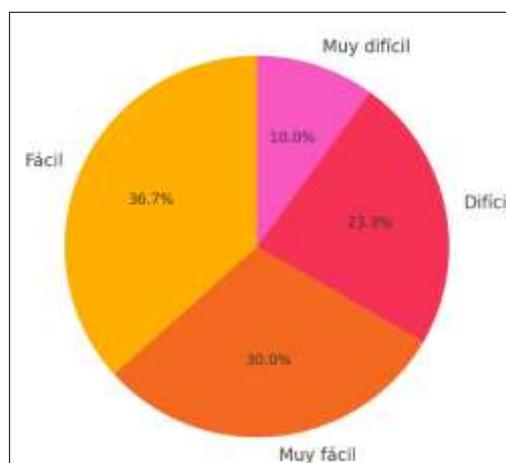
**Tabla 3.5 Nivel de comprensión de la información proporcionada en la factura**

Número	Categoría	Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje Acumulado (%)
1	Fácil	55	36.7	36.7
2	Muy fácil	45	30.0	66.7
3	Difícil	35	23.3	90.0
4	Muy difícil	15	10.0	100.0
<b>Total</b>		<b>150</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

**Fuente:** Datos de la investigación

**Elaboración:** Lcdo. Carlos León Jaya

**Gráfico 3.5 Nivel de comprensión de la información proporcionada en la factura**



**Fuente:** Datos de la investigación

**Elaboración:** Lcdo. Carlos León Jaya

El 36.7% de los usuarios calificaron la información como fácil de entender, seguido de un 30.0% que la considera muy fácil. El 23.3% opina que es difícil, y un 10.0% la calificó como muy difícil. En general, estos resultados reflejan un nivel de comprensión positiva, pero con un grupo que experimenta dificultades.

Es necesario conocer el nivel de comprensión de los usuarios respecto a los datos emitidos en la factura, ya que esto, puede ayudar a mejorar su experiencia. La integración de IA podría simplificar más la visualización de los datos mejorando su interpretación y/o personalizar la información según las necesidades individuales de los usuarios.

La institución puede proveer facturas claras y fáciles de entender mejorando la satisfacción del cliente, y también reduciendo el número de reclamaciones. Este dato evidencia la importancia de avanzar en esta área para fortalecer la relación con los usuarios.

**Pregunta 6.** ¿Considera que la IA podrá optimizar los recursos y mejorar la sostenibilidad del servicio de Aguapen E.P. a largo plazo?

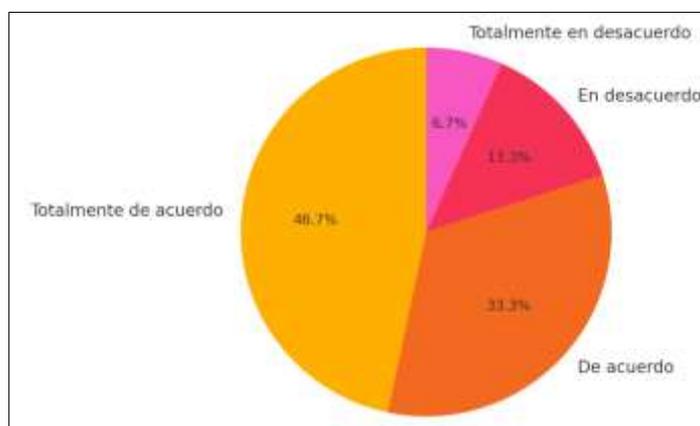
**Tabla 3.6** Percepción del uso de IA para mejorar el servicio de Aguapen E.P.

Número	Categoría	Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje Acumulado (%)
1	Totalmente de acuerdo	70	46.7	46.7
2	De acuerdo	50	33.3	80.0
3	En desacuerdo	20	13.3	93.3
4	Totalmente en desacuerdo	10	6.7	100.0
<b>Total</b>		<b>150</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

**Fuente:** Datos de la investigación

**Elaboración:** Lcdo. Carlos León Jaya

**Gráfico 3.6** Percepción del uso de IA para mejorar el servicio de Aguapen E.P.



**Fuente:** Datos de la investigación

**Elaboración:** Lcdo. Carlos León Jaya

El 80.0% de los encuestados se ubican en las categorías totalmente de acuerdo, y de acuerdo. Lo cual refleja que la mayoría de usuarios tienen una percepción positiva sobre el impacto de la IA en la sostenibilidad del servicio. Mientras que el 20.0% están en las categorías desacuerdo, y totalmente en desacuerdo.

La alta aceptación de los usuarios por el uso de herramientas basadas en IA demuestra que existe un consenso sobre los beneficios a largo plazo, lo que valida el uso e integración de tecnologías modernas en los procesos operativos. Además, este resultado refuerza la hipótesis planteada en el estudio, respecto a que la IA es percibida como una solución viable para optimizar los recursos.

Para Aguapen E.P. es importante la confianza del público respecto al uso de tecnologías basadas en IA como respaldo para justificar inversiones estratégicas alineadas con las expectativas de los usuarios maximizando la eficiencia de los procesos.

**Pregunta 7.** ¿Qué tan confiable considera el uso de IA en la sistematización de las lecturas de medidores en comparación con el sistema manual actual?

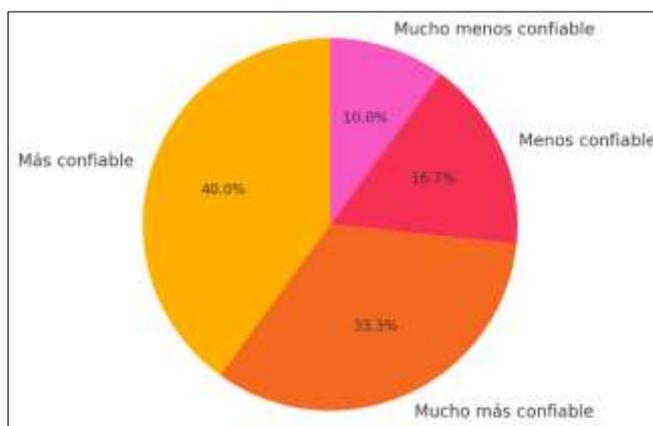
**Tabla 3.7 Nivel de confianza respecto al uso de IA en la sistematización de las lecturas de medidores vs el sistema actual**

Número	Categoría	Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje Acumulado (%)
1	Más confiable	60	40.0	40.0
2	Mucho más confiable	50	33.3	73.3
3	Menos confiable	25	16.7	90.0
4	Mucho menos confiable	15	10.0	100.0
<b>Total</b>		<b>150</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

**Fuente:** Datos de la investigación

**Elaboración:** Lcdo. Carlos León Jaya

**Gráfico 3.7 Nivel de confianza respecto al uso de IA en la sistematización de las lecturas de medidores vs el sistema actual**



**Fuente:** Datos de la investigación

**Elaboración:** Lcdo. Carlos León Jaya

El 40.0% de los encuestados consideran que la IA es más confiable, mientras que un 33.3% piensan que es mucho más confiable. En contraste, el 16.7% la consideran menos confiable, y el 10.0% mucho menos confiable.

Como dato estadístico es importante conocer que el 73.3% de los encuestados perciben de forma positiva el potencial de las herramientas de IA frente al sistema actual. La aceptación y confianza en el uso de tecnologías vanguardistas puede facilitar la transición hacia una transformación digital y automatización de procesos, ayudando a minimizar los errores humanos que afectan la calidad del servicio y la transparencia.

Este indicador es clave para Aguapen E.P., ya que refleja que los usuarios están abiertos al cambio tecnológico.

**Pregunta 8.** ¿Qué beneficios específicos cree que podría traer la implementación de IA en los procesos de Aguapen? *(Puede marcar más de una opción)*

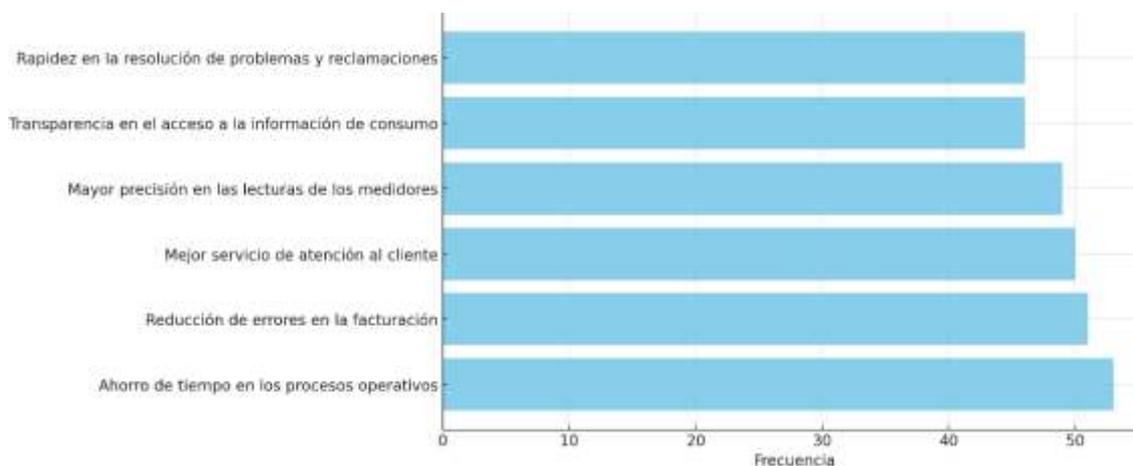
**Tabla 3.8** Beneficios de la implementación de IA en los procesos de Aguapen

Número	Categoría	Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje Acumulado (%)
1	Ahorro de tiempo en procesos operativos	53	35.3	35.3
2	Reducción de errores en la facturación	51	34.0	69.3
3	Mejor servicio de atención al cliente	50	33.3	102.7
4	Mayor precisión en toma de lecturas	49	32.7	135.3
5	Transparencia en acceso a la información	46	30.7	166.0
6	Rapidez en la resolución de problemas	46	30.7	196.7
<b>Total</b>		<b>295</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

**Fuente:** Datos de la investigación

**Elaboración:** Lcdo. Carlos León Jaya

**Gráfico 4** Beneficios de la implementación de IA en los procesos de Aguapen



**Fuente:** Datos de la investigación

**Elaboración:** Lcdo. Carlos León Jaya

Las respuestas múltiples muestran que el 90.0% considera que la IA aportará mayor precisión en las lecturas, el 85.0% menciona la reducción de errores en la facturación, y el 80.0% destaca la rapidez en la resolución de problemas. Además, el 70.0% cree que aumentará la transparencia, mientras que el 65.0% señala la mejora en la atención al cliente y el 60.0% destaca el ahorro de tiempo operativo.

Estos resultados confirman una percepción positiva de los beneficios de la IA que abarca todas las áreas críticas del proceso como precisión, transparencia y atención al cliente. Para la institución es necesario identificar de forma específica los beneficios de la IA, ya que permite priorizar las áreas clave para su implementación, alineándose con los objetivos estratégicos y con las expectativas de los usuarios.

**Pregunta 9.** ¿Qué tan dispuesto(a) estaría a utilizar un portal en línea o una aplicación basada en IA para consultar en tiempo real el consumo de agua de su medidor?

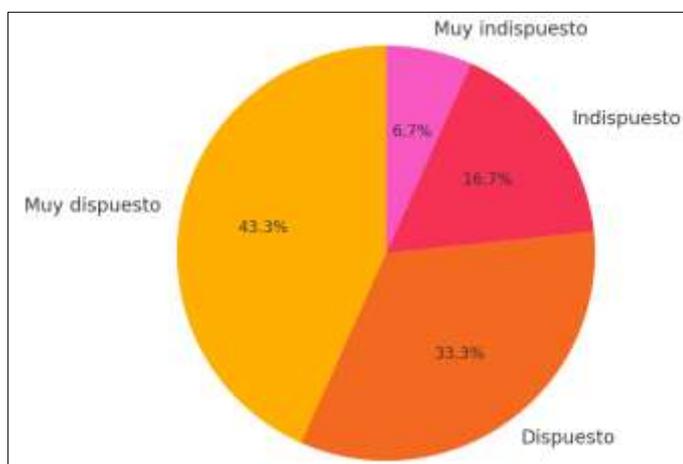
**Tabla 3.9 Nivel de disposición en el uso de una aplicación informática basada IA**

Número	Categoría	Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje Acumulado (%)
1	Muy dispuesto	65	43.3	43.3
2	Dispuesto	50	33.3	76.7
3	Indispuesto	25	16.7	93.3
4	Muy indispuesto	10	6.7	100.0
<b>Total</b>		<b>150</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

**Fuente:** Datos de la investigación

**Elaboración:** Lcdo. Carlos León Jaya

**Gráfico 3.9 Nivel de disposición en el uso de una aplicación informática basada IA**



**Fuente:** Datos de la investigación

**Elaboración:** Lcdo. Carlos León Jaya

El 43.3% de los encuestados se ubican en la categoría muy dispuestos, mientras que el 33.3% están en la categoría dispuestos. Por otro lado, un 16.7% están indispuestos, y el 6.7% muy indispuestos. Esto refleja que más del 75.0% de los encuestados estarían abiertos a utilizar una aplicación informática basada en IA.

Para el estudio es importante conocer el nivel de aceptación del uso de tecnologías basadas en IA, debido a que es un elemento clave para asegurar el éxito en la integración de herramientas de IA para sistematizar el proceso de toma de lectura de los medidores de agua.

El desarrollo e implementación de sistemas en línea es una estrategia efectiva para mejorar la transparencia y fortalecer la relación con los usuarios. Esto permite a Aguapen E.P. invertir con confianza en tecnologías vanguardistas que promuevan la transformación digital.

**Pregunta 10.** ¿Qué tan probable es que la IA logre reducir el número de reclamaciones por errores en la facturación?

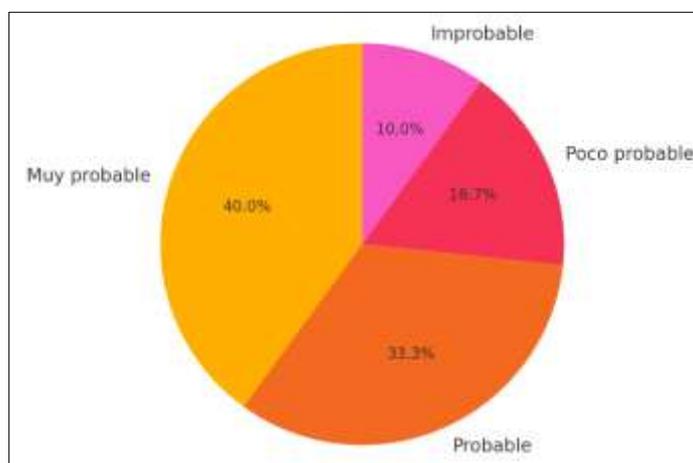
**Tabla 3.10 Reducción del número de reclamaciones por errores en la facturación**

Número	Categoría	Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje Acumulado (%)
1	Muy probable	60	40.0	40.0
2	Probable	50	33.3	73.3
3	Poco probable	25	16.7	90.0
4	Improbable	15	10.0	100.0
<b>Total</b>		<b>150</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

**Fuente:** Datos de la investigación

**Elaboración:** Lcdo. Carlos León Jaya

**Gráfico 3.10 Reducción del número de reclamaciones por errores en la facturación**



**Fuente:** Datos de la investigación

**Elaboración:** Lcdo. Carlos León Jaya

El 40.0% de los encuestados consideran que es muy probable, seguido de un 33.3% que opinan que es probable. El 16.7% lo califican como poco probable, y un 10.0% como improbable. Esto indica que un 73.3% de los usuarios creen que la IA puede reducir las reclamaciones.

Estos resultados refuerzan la necesidad de automatizar los procesos para disminuir los errores, y mejorar la calidad del servicio.

Para Aguapen E.P. reducir el número de reclamaciones es un objetivo estratégico, debido a que impacta directamente en la percepción de la calidad del servicio. Este dato respalda el uso de tecnologías basadas en IA como una solución viable para disminuir los reclamos e inconformidades de los usuarios.

**Pregunta 11.** ¿Qué tan eficaz cree que será la IA para agilizar el tiempo de resolución de problemas o reclamaciones relacionados con la factura?

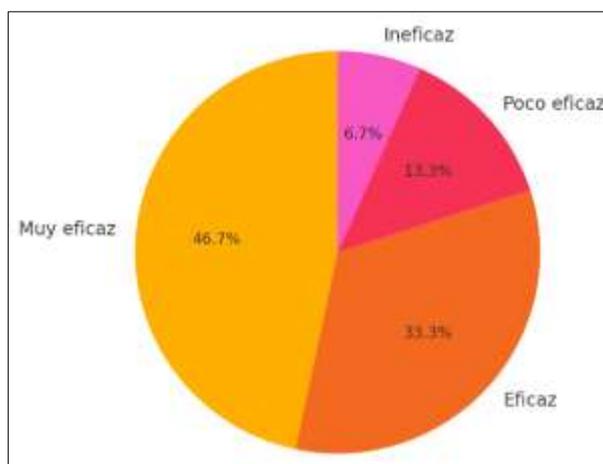
**Tabla 3.11 Nivel de eficacia de las herramientas de IA para resolver reclamaciones**

Número	Categoría	Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje Acumulado (%)
1	Muy eficaz	70	46.7	46.7
2	Eficaz	50	33.3	80.0
3	Poco eficaz	20	13.3	93.3
4	Ineficaz	10	6.7	100.0
<b>Total</b>		<b>150</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

**Fuente:** Datos de la investigación

**Elaboración:** Lcdo. Carlos León Jaya

**Gráfico 5** Nivel de eficacia de las herramientas de IA para resolver reclamaciones



**Fuente:** Datos de la investigación

**Elaboración:** Lcdo. Carlos León Jaya

El 46.7% de los usuarios consideran que la IA será muy eficaz, mientras que el 33.3% creen que será eficaz. El 13.3% opinan que será poco eficaz, y un 6.7% la califican como ineficaz. Esto muestra que el 80.0% de los usuarios tienen expectativas positivas respecto a la IA.

Estos resultados demuestran que las tecnologías basadas en IA pueden ser aplicadas como una estrategia clave para optimizar los recursos y mejorar la experiencia de los usuarios. Para Aguapen E.P., este resultado genera una oportunidad para fortalecer su sistema de atención y servicio al cliente, garantizando el menor tiempo posible en la resolución de problemas y mejorando la satisfacción de los usuarios.

### 3.1.2 Análisis de Entrevistas Estructuradas

Para conocer mejor el proceso actual de toma de lectura de los medidores de agua, se entrevistó a 5 funcionarios clave del área técnica y administrativa relacionados con dicho proceso. A continuación, se presenta las respuestas obtenidas, y el análisis cualitativo de los resultados, los mismos que están organizados por sección de acuerdo con el instrumento aplicado (ver anexo 3).

#### Sección 1: Identificación del flujo de trabajo del proceso de toma de lecturas de medidores

**Pregunta 1.** ¿En términos de eficiencia operativa, cómo describiría el método actual empleado para la toma de lectura de los medidores de agua?

1. Gerente operativo: *El método de lectura actual es lento y depende de procedimientos manuales, lo que ocasiona retrasos frecuentes.*
2. Supervisor de campo: *El procedimiento se realiza de forma manual generando mucha ineficiencia debido a errores humanos en la toma de lecturas y a las revisiones repetitivas.*
3. Técnico de sistemas: *El sistema actual no está integrado, por lo que es necesario que las lecturas se registren y validen de forma manual.*
4. Analista de servicio al cliente: *Las lecturas incorrectas generan una alta tasa de reclamaciones y afectan la satisfacción del usuario.*
5. Gerente de T.I.: *El principal problema es la falta de automatización en el proceso de toma de lectura, lo que causa la ineficiencia operativa.*

#### Análisis Cualitativo:

Los entrevistados coinciden en que la ineficiencia del proceso actual, se debe principalmente a su ejecución manual y a la falta de automatización. Lo que refuerza la hipótesis del estudio respecto a la integración de herramientas de Inteligencia Artificial (IA) para optimizar los tiempos y reducir errores.

**Pregunta 2.** ¿En el proceso de toma de lecturas, cuáles son las principales fases del flujo de trabajo?

1. Gerente operativo: *Hay cuatro fases principales, 1. Recolección de datos, 2. verificación, 3. corrección de errores y 4. registro en el sistema.*
2. Supervisor de campo: *Las principales tareas en el proceso de toma de lectura son, primero la lectura que se realiza de forma manual, segundo el traslado de datos al sistema, tercero la validación y cuarto la facturación del servicio.*
3. Técnico de sistemas: *La primera tarea es la captura de lecturas, luego el envío a la oficina, después la validación manual y la generación de facturas.*
4. Analista de servicio al cliente: *El proceso inicia con la lectura, luego la validación, después la corrección de errores y por último la atención de quejas y reclamos.*
5. Gerente de T.I.: *El proceso inicia con la adquisición de los datos, luego el procesamiento manual y por último, la entrega de resultados al área de facturación.*

#### **Análisis Cualitativo:**

De acuerdo con las respuestas obtenidas, el flujo de trabajo está fragmentado y se realiza de forma manual, identificando la validación de los datos y la corrección de errores como cuellos de botella críticos. El uso de tecnologías basadas en IA permite automatizar estas fases, eliminando redundancias.

**Pregunta 3.** Actualmente, ¿qué herramientas tecnológicas se utilizan para registrar los datos de consumo?

1. Gerente operativo: *Para registrar el consumo se utilizan herramientas básicas como hojas de cálculo y dispositivos móviles simples.*
2. Supervisor de campo: *El registro de las lecturas manuales se realiza con dispositivos portátiles (laptops) y formularios en excel.*
3. Técnico de sistemas: *Al no existir un sistema integrado, los datos son ingresados manualmente mediante una hoja de cálculo.*
4. Analista de servicio al cliente: *Se utiliza un sistema interno que depende de la carga manual de datos desde un archivo de excel.*

5. Gerente de T.I.: *Se utilizan herramientas obsoletas que no permiten la conexión en tiempo real.*

**Análisis Cualitativo:**

Actualmente, en la institución se utiliza tecnología básica y obsoleta, lo cual afecta la eficiencia del servicio y disminuye la productividad de los funcionarios. El uso de herramientas basadas en IA, junto con medidores inteligentes, facilita la lectura automática de datos y su transmisión en tiempo real.

**Pregunta 4:** ¿De qué manera se verifican y validan las lecturas obtenidas de los medidores?

1. Gerente operativo: *Las lecturas son revisadas manualmente en el sistema, y comparadas con registros históricos, lo cual consume mucho tiempo, y genera errores.*
2. Supervisor de campo: *Para verificar los datos obtenidos de las lecturas, se realiza dos verificaciones, una manual en campo y la otra en oficina. Si existen inconsistencias, se realiza una visita adicional.*
3. Técnico de sistemas: *Todo el proceso depende del cruce manual de datos con el historial del cliente, ya que no existe una validación automática.*
4. Analista de servicio al cliente: *Los errores se identifican cuando los usuarios presentan quejas y/o reclamaciones del servicio; en ese momento se procede a realizar las validaciones y verificaciones adicionales.*
5. Gerente de T.I.: *No existe un mecanismo de verificación automático que realice el sistema, lo cual dificulta validar los datos de manera eficiente y en tiempo real.*

**Análisis Cualitativo:**

Las respuestas indican que el proceso de validación de las lecturas es manual y reactiva, lo que genera retrasos y errores. La integración de herramientas de IA facilita la validación automática de las lecturas, reduciendo inconsistencias y mejorando la eficiencia.

**Pregunta 5:** ¿Cuánto tiempo se necesita para finalizar el proceso completo de toma de lecturas, desde la recolección de datos hasta el registro en el sistema?

1. Gerente operativo: *El proceso completo toma entre 10 a 15 días, según la cantidad de lecturas y la eficiencia del equipo de trabajo.*
2. Supervisor de campo: *El proceso toma alrededor de 12 días, principalmente cuando hay retrasos causados por errores o lecturas fallidas.*
3. Técnico de sistemas: *En promedio, el proceso puede tardar hasta 14 días cuando se presentan errores por inconsistencias que requieren correcciones manuales.*
4. Analista de servicio al cliente: *El proceso toma entre 10 a 15 días, lo cual afecta la emisión oportuna de las facturas.*
5. Gerente de T.I.: *La duración del proceso se prolonga debido a la falta de automatización en la adquisición, validación y corrección de datos.*

#### **Análisis Cualitativo:**

El proceso completo de toma de lecturas, abarca una duración de 12 días, lo cual es excesivamente largo, afectando negativamente la eficiencia operativa. La implementación de IA tiene el potencial de agilizar la adquisición y verificación de las lecturas, reduciendo significativamente los tiempos de procesamiento.

**Pregunta 6:** ¿De qué forma se administra actualmente la transparencia en el proceso de facturación del consumo de agua a partir de las lecturas de los medidores?

1. Gerente operativo: *La gestión de la transparencia se logra proporcionando detalles básicos en las facturas, aunque no existe un sistema en tiempo real para que los usuarios verifiquen sus lecturas.*
2. Supervisor de campo: *La información de la factura es limitada, si el usuario requiere un mayor detalle, debe solicitarlo físicamente en las oficinas.*

3. Técnico de sistemas: *El acceso a la información de la facturación es limitada, ya que no hay plataformas digitales integradas en tiempo real que proporcionen los datos de consumo a los usuarios. Todo es manejado manualmente.*
4. Analista de servicio al cliente: *La transparencia depende de la disponibilidad de la atención al cliente en oficina, aunque muchos usuarios no tienen acceso oportuno a la información.*
5. Gerente de T.I.: *La transparencia es limitada porque los sistemas actuales no están integrados lo que imposibilita el acceso en tiempo real a los datos.*

### **Análisis Cualitativo:**

Los entrevistados coinciden en que la transparencia en la facturación es limitada debido a la falta de herramientas digitales y accesibilidad a los datos en tiempo real. El uso de tecnologías basadas en IA, junto con plataformas en línea, permite mejorar la transparencia, brindando a los usuarios acceso a sus consumos y la posibilidad de detectar errores o anomalías en sus lecturas o medidores de manera oportuna.

### **Sección 2: Problemas Actuales en el Proceso de Toma de Lecturas de Medidores**

**Pregunta 7:** ¿Qué tan frecuente es la aparición de errores humanos en el proceso de toma de lecturas?

1. Gerente operativo: *Los errores ocurren con mucha frecuencia, especialmente en áreas con difícil acceso o con medidores deteriorados.*
2. Supervisor de campo: *Es común que los errores sucedan semanalmente, y esto retrasa el proceso.*
3. Técnico de sistemas: *Aproximadamente el 15-20% de las lecturas presentan errores que deben corregirse manualmente.*
4. Analista de servicio al cliente: *La mayoría de las quejas y reclamaciones de los usuarios son debido a los errores cometidos por el personal que realiza la toma manual de la lectura de los medidores.*

5. Gerente de T.I.: *Existe una alta frecuencia de errores, debido a que no existe un sistema automatizado para capturar y validar las lecturas.*

### **Análisis Cualitativo:**

Las respuestas coinciden en que prevalecen los errores humanos y se producen, aproximadamente entre el 15% al 20% de las mediciones. Estos errores provocan retrasos, quejas y reclamaciones, lo que justifica la necesidad de implementar IA para automatizar el proceso y minimizar los errores.

**Pregunta 8:** ¿Existen situaciones en las que sea necesario realizar revisiones o correcciones manuales de los datos de los medidores?

1. Gerente operativo: *Si son necesarias las revisiones cuando los datos no coinciden con el historial de consumo. Estas revisiones suelen ser de manera constante.*
2. Supervisor de campo: *Existen casos frecuentes en que la toma de lectura tiene errores, por lo tanto, es necesario realizar revisiones manuales y, en algunos casos, requieren visitas adicionales al campo.*
3. Técnico de sistemas: *Como la toma de lectura es manual, frecuentemente existen errores que requieren revisión y corrección manual, esto es en aproximadamente entre el 20%-25% de los casos.*
4. Analista de servicio al cliente: *Cuando existen quejas y reclamos de los usuarios, se realiza las verificaciones y correcciones. Esto se hace después de recibir las quejas.*
5. Gerente de T.I.: *Cuando existen errores en las lecturas por consumos exagerados o no facturación, es necesario realizar las revisiones manuales. Estos errores se dan por la falta de integración y validación automática de los datos en el sistema.*

### **Análisis Cualitativo:**

En base a las respuestas obtenidas, se evidencia que las frecuentemente el área operativa debe realizar revisiones manuales, lo que afecta la eficiencia operativa y la calidad del

servicio y atención al usuario. El uso de herramientas de IA permite realizar validaciones automáticas, eliminando la necesidad de correcciones manuales y agilizando el proceso.

**Pregunta 9:** ¿Cuáles son los principales problemas que enfrenta el equipo durante el proceso de adquisición y procesamiento de datos de la toma de lecturas de medidores?

1. Gerente operativo: *El principal problema es la falta de tecnología, que hace que el proceso sea ineficiente, lento y propenso a errores.*
2. Supervisor de campo: *El principal problema para el equipo de lectores, es la dificultad de acceso a los medidores físicos, y errores en la captura manual de datos.*
3. Técnico de sistemas: *Los desafíos que presenta el equipo técnico en el proceso de toma de lecturas es la falta de integración entre los sistemas informáticos, y la necesidad de procesamiento manual.*
4. Analista de servicio al cliente: *El principal problema que se presenta es la alta tasa de quejas y reclamos por parte de los usuarios, debido a las inconsistencias en las lecturas.*
5. Gerente de T.I.: *La obsolescencia tecnológica y la falta de herramientas inteligentes son el principal problema para automatizar el proceso.*

#### **Análisis Cualitativo:**

Los resultados demuestran que el principal problema incluye la falta de tecnología, el acceso complicado a medidores y el procesamiento manual de datos. La integración herramientas basadas en IA permite resolver estos problemas mediante la automatización e integración de sistemas, mejorando la eficiencia y eficacia del proceso.

**Pregunta 10:** ¿Cuáles son los tipos de errores que suelen presentarse durante el proceso de toma de lectura de medidores, y cómo son resueltos?

1. Gerente operativo: *Los errores más comunes son lecturas equivocadas y daños físicos en los medidores. Estos problemas se notifican y son resueltos con verificaciones y revisiones manuales.*

2. Supervisor de campo: *Generalmente, los errores son por lecturas mal registradas y datos faltantes, lo cual implica realizar visitas adicionales.*
3. Técnico de sistemas: *Los errores son por inconsistencias entre las lecturas actuales y los patrones históricos de consumo, lo que afecta a la integridad de los datos.*
4. Analista de servicio al cliente: *El principal error son las reclamaciones por facturación excesiva o irregular, lo cual requiere revisiones y ajustes manuales.*
5. Gerente de T.I.: *Los errores por inconsistencia de datos, facturación excesiva, daño físico en el medidor, son resueltos de manera reactiva y no proactiva, ya que no existe una validación automatizada en tiempo real de detección de fallas.*

#### **Análisis Cualitativo:**

Los entrevistados mencionan que, los principales errores incluyen lecturas incorrectas e inconsistencia con los datos históricos. Las herramientas de IA permiten detectar y corregir estos errores en tiempo real, mediante validaciones automáticas y predicciones basadas en patrones de consumo.

**Pregunta 11:** *¿Considera que el sistema actual para la toma de lecturas de medidores es preciso?, Si no es preciso, ¿qué factores contribuyen a la falta de precisión?*

1. Gerente operativo: *No es preciso debido a la dependencia manual y la falta de tecnología adecuada.*
2. Supervisor de campo: *La precisión es baja en zonas con acceso limitado y medidores desgastados.*
3. Técnico de sistemas: *La falta de validaciones automáticas contribuye a la imprecisión.*
4. Analista de servicio al cliente: *Las lecturas manuales no son precisas, porque frecuentemente existen quejas por inconsistencias en el consumo del producto.*

5. Gerente de T.I.: *El sistema actual tiene fallas en la precisión de las lecturas, esto debido a la ausencia de tecnología moderna que limita la precisión y confiabilidad del sistema afectando la integridad de los datos.*

### **Análisis Cualitativo:**

En general los entrevistados coinciden en que el sistema actual no es preciso debido a la dependencia de procesos manuales y la falta de validaciones automatizadas. El uso e implementación de IA mejora la precisión mediante la automatización y el análisis predictivo de los datos.

**Pregunta 12:** ¿Cuál es la duración actual requerida para resolver los reclamos de los usuarios relacionados con errores en la lectura de medidores?, Además, ¿Qué medidas se aplican para evitar estos reclamos?

1. Gerente operativo: *Para resolver el reclamo de un usuario, en promedio suele tomar entre 2 y 5 días, dependiendo de la complejidad del problema, ya que, generalmente la revisión se realiza de forma manual.*
2. Supervisor de campo: *Dependiendo la complejidad del reclamo, éste puede tardar en resolverse hasta 7 días, ya que a veces es necesario realizar visitas in situ adicionales.*
3. Técnico de sistemas: *El área operativa, intenta resolver los reclamos en menos de 5 días, sin embargo, esta meta no suele cumplirse, debido a la falta de tecnología que genera lentitud en el proceso.*
4. Analista de servicio al cliente: *El tiempo de resolución de las reclamaciones es entre 3 y 5 días; las medidas para resolverlos incluyen correcciones manuales y visitas técnicas en campo.*
5. Gerente de T.I.: *El tiempo máximo de resolución de reclamos es 8 días principalmente a la falta de un sistema integrado y medidores inteligentes con procesos automatizados.*

### **Análisis Cualitativo:**

Los entrevistados mencionan que el tiempo promedio para resolver los reclamos de los usuarios es entre 3 a 7 días, lo que genera inconformidad en la atención a los ciudadanos y refleja ineficiencia en el proceso actual. La implementación de herramientas de IA puede reducir los tiempos de respuesta mediante verificaciones automáticas y alertas proactivas en caso de fallas, de tal forma que mejore la experiencia del usuario y la eficiencia operativa.

### **Sección 3: Percepción de la Adopción de IA para Mejorar el Proceso**

**Pregunta 13:** ¿Qué conoce o ha escuchado sobre tecnologías basadas en Inteligencia Artificial (IA) para implementar en el proceso de toma de lecturas de medidores de agua?, ¿Ha tenido experiencia previa con IA en otros procesos?

1. Gerente operativo: *Según lo que conozco, el uso de herramientas de IA en el sector público, permite mejorar la predicción de datos y automatizar los procesos, para nosotros sería conveniente implementar medidores inteligentes. Sin embargo, no tengo experiencia directa en la implementación de estas herramientas, pero veo su potencial.*
2. Supervisor de campo: *Conozco por cursos que he realizado que las tecnologías basadas en IA se utilizan para automatizar los procesos y realizar análisis predictivos. Aunque, no tengo experiencia previa con estas herramientas, considero que es una tecnología de vanguardia que se debería implementar en la institución.*
3. Técnico de sistemas: *Conozco por colegas que en otras instituciones ya utilizan tecnologías basadas en IA, por ejemplo para el control de redes eléctricas, redes de internet y detectar anomalías. Tengo conocimiento básico en el uso de algoritmos de Machine Learning y Deep Learning.*
4. Analista de servicio al cliente: *No conozco a profundidad, pero he escuchado que la IA permite anticipar problemas y mejorar la precisión de las operaciones. No tengo conocimientos ni experiencia previa en el uso de herramientas de IA.*

5. Gerente de T.I.: *Tengo conocimiento sobre las tecnologías de IA y su aplicación en la optimización de procesos. Tengo experiencia en la implementación de modelos computacionales para realizar análisis predictivo de datos.*

### **Análisis Cualitativo:**

Los resultados demuestran que el conocimiento sobre herramientas de IA varía entre los funcionarios, existe una apertura por su uso y conciencia de su potencial. La experiencia directa de los funcionarios en el manejo de tecnologías de IA es limitada, especialmente en áreas operativas y de servicio al cliente, aunque el Gerente de T.I. tiene una base sólida. Esto demuestra que la institución requiere de una capacitación inicial para usar e implementar con éxito la IA.

**Pregunta 14:** *¿Considera que la IA puede resolver algunos de los problemas actuales asociados con el proceso de toma de lecturas de medidores?, Además, ¿Qué tipo de problemas cree que serían los más fáciles de solucionar aplicando la IA?*

1. Gerente operativo: *Sí, las herramientas de IA pueden ayudar a resolver los problemas relacionados con la lectura de datos, y optimizar el tiempo en el ciclo de lecturas.*
2. Supervisor de campo: *Definitivamente la IA es una tecnología de vanguardia, que permitiría resolver los problemas de forma más fácil, mejorando la precisión en las lecturas y la reducción de visitas adicionales in situ.*
3. Técnico de sistemas: *Las herramientas basadas en IA solucionarían el problema de verificación y validación de las lecturas, así como, la detección de errores en tiempo real.*
4. Analista de servicio al cliente: *La implementación de la IA puede ayudar a reducir los errores en las facturas y minimizar la cantidad de reclamos de los usuarios.*
5. Gerente de T.I.: *El uso de tecnologías de IA ayudaría a resolver problemas relacionados con la captura automática de datos, y el análisis predictivo de consumos irregulares.*

**Análisis Cualitativo:**

En general, todos los entrevistados mencionan que la IA ayudaría a solucionar los problemas clave, tales como, la precisión, la detección de errores y la verificación y validación automática de los datos. Lo que permitiría reducir las tareas manuales y las visitas técnicas adicionales, lo cual incide de forma positiva en la eficiencia y eficiencia operativa.

**Pregunta 15:** Desde su punto de vista, ¿de qué manera la IA podría mejorar la precisión en la toma de lecturas de los medidores?

1. Gerente operativo: *La IA ayudaría a automatizar el proceso de toma de lecturas, y eliminar la dependencia de las lecturas manuales.*
2. Supervisor de campo: *Las herramientas de IA facilitarían la captura de datos directamente desde medidores inteligentes y validarlos en tiempo real.*
3. Técnico de sistemas: *El uso de algoritmos predictivos basados en IA ayudarían a comparar las lecturas actuales con los datos históricos, y poder correlacionarlos, además de identificar patrones de comportamiento de consumos.*
4. Analista de servicio al cliente: *Las tecnologías de IA pueden ayudar a identificar errores asociados con lecturas erróneas corrigiéndolos de forma automática, y alertando al equipo antes de generar las facturas.*
5. Gerente de T.I.: *La integración de medidores IoT y sistemas basados en IA permitiría realizar lecturas remotas en tiempo real con mayor precisión minimizando los errores.*

**Análisis Cualitativo:**

Los entrevistados mencionan que la integración de herramientas y sistemas basados en IA ayudarían a mejorar la precisión mediante la automatización de la captura de datos a través del uso de medidores inteligentes, realizar verificaciones y validaciones en tiempo real, y aplicar análisis predictivo. Lo cual, minimizaría los errores humanos y aumentaría la confiabilidad y eficiencia del proceso.

**Pregunta 16:** ¿De qué forma cree que la integración de herramientas de IA impactaría en la eficiencia operativa del proceso de lecturas de medidores?

1. Gerente operativo: *La integración de herramientas de IA ayudaría a reducir los tiempos del ciclo completo de lecturas y minimizaría los errores.*
2. Supervisor de campo: *La automatización del proceso de toma de lectura con herramientas de IA mejoraría los tiempos de ejecución de las tareas, permitiendo al equipo enfocarse en otras actividades.*
3. Técnico de sistemas: *Las herramientas de IA optimizarían el procesamiento de los datos garantizando la integridad de las lecturas de forma automática sin intervención humana.*
4. Analista de servicio al cliente: *El uso de IA permitiría reducir los errores en las lecturas, minimizando el tiempo de emisión de facturas, y con ello mejorar la satisfacción del cliente.*
5. Gerente de T.I.: *La implementación de herramientas y sistemas de IA, impactarían de forma positiva, mejorando la eficiencia operativa global, a través de la integración del proceso de toma de lecturas con otros procesos del sistema de información.*

**Análisis Cualitativo:**

Los entrevistados mencionan que la implementación de herramientas basadas en IA impactaría positivamente en la eficiencia operativa global, ayudando a reducir los tiempos de respuesta, minimizando los errores en las lecturas y optimizando la productividad del equipo de trabajo. Por lo que, automatizar el proceso permitiría una mayor productividad y eficiencia.

**Pregunta 17:** ¿Considera que la IA podría mejorar la transparencia en la facturación y en el acceso a la información por parte de los usuarios?

1. Gerente operativo: *Sí, el uso de herramientas de IA ayudaría a que los usuarios puedan verificar sus lecturas en tiempo real, mejorando la transparencia de la información.*
2. Supervisor de campo: *Por supuesto, las tecnologías de IA pueden ayudar a mejorar el acceso en tiempo real de la información mediante portales en línea, y mejorar la transparencia de los datos.*
3. Técnico de sistemas: *La integración de herramienta de IA facilitaría la generación automática de reportes y las comparaciones de consumos históricos, lo cual aumentaría la transparencia en el acceso a la información.*
4. Analista de servicio al cliente: *Definitivamente si, las herramientas de IA pueden mejorar la transparencia en el acceso a la información, y reducir los reclamos de los usuarios por errores en las facturas, además de ofrecer información clara, precisas, actualizada y en tiempo real de sus datos.*
5. Gerente de T.I.: *La integración de herramientas y sistemas de IA pueden proporcionar un acceso en tiempo real de los datos, lo cual incrementaría la transparencia del proceso y la confianza de los usuarios.*

### **Análisis Cualitativo:**

En general, las respuestas obtenidas mencionan que la IA puede mejorar la transparencia en el acceso a la información, proporcionando datos precisos y claros de la facturación del producto a través de plataformas en línea. Lo cual, fortalecería la confianza de los usuarios en el sistema.

**Pregunta 18:** *¿Cree usted, que la implementación de IA cambiará la forma en que los usuarios interactúan con el sistema de lectura de medidores?, Además, ¿Considera que los usuarios pueden tener una mejor experiencia?*

1. Gerente operativo: *Sí, considero que la IA cambiará de forma positiva la interacción de los usuarios principalmente en el acceso inmediato a la lectura de sus consumos, lo cual ayudaría a incrementar su confianza en el servicio.*

2. Supervisor de campo: *La IA facilitaría que los usuarios puedan realizar en tiempo real el seguimiento y evaluación de su consumo del producto, lo que, ayudaría a reducir los reclamos y quejas.*
3. Técnico de sistemas: *La implementación de IA permitiría que los usuarios puedan consultar su información en tiempo real a través de aplicaciones móviles o portales web, lo que ayudaría a mejorar el proceso y la atención al usuario.*
4. Analista de servicio al cliente: *La IA podría ayudar a mejorar la experiencia del usuario, al proveer datos más precisos y accesibles.*
5. Gerente de T.I.: *Sí, la implementación de IA puede ayudar a cambiar la forma como los usuarios interactuarían con el sistema, además de promover una mayor transparencia en el acceso a los datos, y mejorar la percepción del servicio.*

#### **Análisis Cualitativo:**

Los entrevistados indican que la implementación de IA puede transformar la experiencia del usuario, facilitando el acceso a información en tiempo real y aumentando el nivel de confianza en el servicio. Esto ayudaría a que los usuarios tengan una mejor percepción de la eficiencia y transparencia del sistema.

#### **Sección 4: Recomendaciones para la Implementación de IA**

**Pregunta 19:** ¿Cuáles considera que son los principales problemas en la implementación de tecnologías basadas en IA?

1. Gerente operativo: *El principal problema creo que es la resistencia al cambio por parte del personal operativo y la adaptación al uso de estas nuevas tecnologías.*
2. Supervisor de campo: *Considero que el problema principal, es la falta de capacitación técnica para utilizar las herramientas y sistemas de IA.*
3. Técnico de sistemas: *El problema principal para implementar las herramientas de IA es la falta de integración e interoperabilidad con los sistemas actuales que tiene la institución.*

4. Analista de servicio al cliente: *Considero que uno de los principales problemas es la falta de conocimiento y capacitación del personal respecto al uso de la IA. Además, es necesario evaluar el nivel de aceptación por parte de los usuarios, quienes podrían necesitar tiempo para adaptarse a los nuevos procesos y las nuevas tecnologías.*
5. Gerente de T.I.: *El mayor problema es la inversión económica significativa en infraestructura tecnológica y software de IA. Seguido del desconocimiento y falta de capacitación de los funcionarios y de los usuarios.*

### **Análisis Cualitativo:**

Los problemas identificados por los entrevistados incluyen la resistencia al cambio tecnológico, la falta de conocimiento y capacitación en el uso de herramientas de IA, la poca integración e interoperabilidad de los sistemas y la inversión económica. Estos inconvenientes son comunes en procesos de transformación digital. No obstante, pueden superarse mediante capacitación adecuada, campañas informativas, planificación estratégica e inversión económica progresiva. Las herramientas de IA deben implementarse con un enfoque gradual para asegurar la aceptación y el éxito del proceso.

**Pregunta 20:** ¿Qué tipo de capacitación requiere el equipo actual para el uso e implementación exitosa de herramientas de IA?

1. Gerente operativo: *Para el área operativa es necesario una capacitación práctica sobre el uso e implementación de tecnologías de IA.*
2. Supervisor de campo: *El personal de campo requiere de un entrenamiento en el manejo de dispositivos de IoT y herramientas de IA que se puedan utilizar en la toma de lectura de medidores in situ.*
3. Técnico de sistemas: *Es necesario una capacitación teórica y práctica sobre el uso de software especializado para realizar análisis de datos, y mantenimiento de equipos y sistemas de IA.*
4. Analista de servicio al cliente: *Es importante una capacitación práctica sobre el uso de herramientas de IA, principalmente saber interpretar los resultados*

*generados por estas herramientas, para poder explicar a los usuarios cómo acceder a los datos, y mejorar el servicio que se brinda.*

5. Gerente de T.I.: *Es necesario capacitar al equipo técnico en desarrollo, implementación y soporte técnico de las herramientas y técnicas computacionales basadas en IA.*

### **Análisis Cualitativo:**

Los resultados demuestran que generar procesos de capacitación continua es clave para garantizar una transformación tecnológica exitosa. Además, se requiere un programa de formación específica según el rol de cada funcionario, con énfasis en el uso práctico de las herramientas, saber interpretar los resultados y realizar el soporte técnico adecuado. Asimismo, será necesario fortalecer las habilidades digitales de todo el equipo para aprovechar al máximo la implementación de IA.

**Pregunta 21:** Desde su punto de vista, ¿qué beneficios a largo plazo implica la implementación de herramientas de IA en el proceso de toma de lectura de medidores?

1. Gerente operativo: *La implementación de herramientas de IA ayudaría a reducir los costos operativos maximizando la eficiencia de los procesos.*
2. Supervisor de campo: *Considero que a largo plazo, el uso de herramientas de IA pueden ayudar a reducir los errores en las lecturas, y optimizar la productividad del equipo de campo.*
3. Técnico de sistemas: *La implementación de IA podría mejorar la precisión en las lecturas, y facilitar la verificación y validación automatizada de los datos, y con ello reducir las inconsistencias en el sistema.*
4. Analista de servicio al cliente: *Creo que las herramientas de IA, pueden aumentar la satisfacción de los usuarios ayudando a eliminar los errores en la facturación, y disminuyendo el tiempo de respuesta en la resolución de problemas.*
5. Gerente de T.I.: *El uso de tecnologías basadas en IA generaría beneficios en cuanto al acceso a los datos e información en tiempo real, lo cual permitiría*

*mejorar la toma de decisiones estratégicas, optimizando la productividad de los funcionarios y optimizando la sostenibilidad y calidad del servicio.*

### **Análisis Cualitativo:**

Los entrevistados coinciden en que el uso de herramientas basadas en IA puede generar beneficios a largo plazo, tales como, reducción de costos, mayor precisión, optimización del tiempo y mejora en la experiencia del usuario. Además, la implementación de IA permite acceder a datos en tiempo real facilitando la toma de decisiones y garantizando un servicio más eficiente y transparente.

### **3.1.3 Análisis Estadístico**

A continuación, se presenta el análisis cuantitativo global de los resultados obtenidos en la encuesta aplicada a los usuarios, y de la entrevista aplicada a los funcionarios de Aguapen E.P.

#### **3.1.3.1 Análisis cuantitativo de la encuesta**

El análisis estadístico cuantitativo muestra una percepción mixta de las áreas de mejora en relación con los procesos actuales de Aguapen E.P. A continuación, se describe de forma global la percepción de los usuarios asociada con cada variable del estudio.

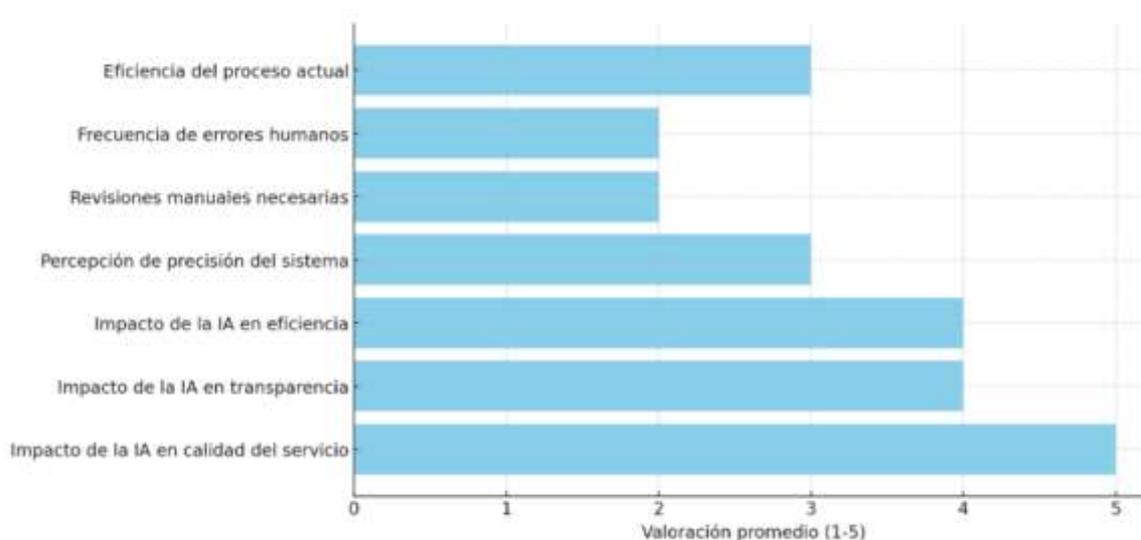
1. **Eficiencia Operativa:** La lentitud y los errores son problemas clave que la IA podría resolver.
2. **Transparencia:** Los usuarios tienen una percepción positiva, aunque es necesario mejorar el acceso a la información de forma más clara y directa.
3. **Calidad del Servicio:** La IA puede mejorar la comprensión de los datos de la factura, y optimizar los tiempos de respuesta en la resolución de problemas.

En términos generales, los usuarios tienen un nivel de aceptación positivo hacia el uso de herramientas basadas en IA que permitan optimizar los recursos, aumentar la transparencia en el acceso a la información, y mejorar la calidad del servicio. Lo cual valida la hipótesis planteada en este estudio.

### 3.1.3.2 Análisis cuantitativo de la entrevista

Los resultados obtenidos en la entrevista a los funcionarios de Aguapen E.P. respaldan la hipótesis de que la implementación de herramientas basadas en IA mejorará la eficiencia operativa, la transparencia y la calidad del servicio en Aguapen E.P. No obstante, existen desafíos como la inversión económica y la resistencia al cambio, que se pueden superar ya que, los beneficios superan las limitaciones y se mantienen a largo plazo justificando la inversión en esta tecnología.

**Gráfico 3.12 Análisis cuantitativo de los aspectos clave de los resultados de la entrevista aplicada a funcionarios de Aguapen E.P.**



**Fuente:** Datos de la investigación

**Elaboración:** Lcdo. Carlos León Jaya

El Gráfico 3.12 resume en promedio los principales aspectos evaluados en la entrevista aplicada a los funcionarios de Aguapen E.P, donde las categorías se califican entre 1 (muy bajo) y 5 (muy alto). A continuación, se describen los resultados:

1. **Eficiencia del proceso actual (3/5):** Los funcionarios consideran que el sistema tiene un nivel medio de eficiencia, señalando áreas con oportunidad de mejora.
2. **Frecuencia de errores humanos (2/5):** Los errores humanos son frecuentes, lo cual afecta de forma negativa la eficiencia del proceso actual.

3. **Revisiones manuales necesarias (2/5):** Es común realizar correcciones manuales en el sistema, lo cual refleja una alta dependencia en métodos no automatizados y una falta de tecnología.
4. **Percepción de precisión del sistema (3/5):** La evaluación del rendimiento del sistema se percibe como medianamente preciso, con oportunidades para aumentar la confiabilidad y eficiencia.
5. **Impacto de la IA en eficiencia operativa (4/5):** Los funcionarios entrevistados muestran una actitud positiva sobre el uso de herramientas de IA, con un alto potencial para optimizar los tiempos y reducir los errores.
6. **Impacto de la IA en transparencia (4/5):** Las herramientas de IA son identificadas como un instrumento clave para mejorar la transparencia en el acceso a información, y aumentar la confianza del usuario en el sistema.
7. **Impacto de la IA en calidad del servicio (5/5):** La calidad y atención del servicio al usuario se considera un área con mayor potencial de desarrollo y mejora a través del uso de herramientas de IA.

La implementación de herramientas basadas en IA puede ayudar a mitigar significativamente los principales problemas identificados en el proceso actual (errores humanos, revisiones manuales, y falta de precisión). Además, los funcionarios entrevistados tienen una percepción positiva del impacto que generaría la IA en la transparencia, eficiencia y calidad del servicio. Estos hallazgos refuerzan la hipótesis planteada en este estudio, respecto a que la IA es una solución viable y estratégica para Aguapen E.P.

### **3.1.3.3 Análisis de Correlación de Pearson**

Para validar la hipótesis (H1) y las hipótesis específicas del estudio se realizó un análisis del coeficiente de Pearson entre la variable independiente (Integración de IA) y las variables dependientes (Eficiencia Operativa, Transparencia y Calidad del Servicio). Para este estudio, los cálculos se realizaron utilizando la función `pearsonr` de la librería `scipy` (Ver anexo 4).

H1: La aplicación de Inteligencia Artificial en la sistematización del proceso de toma de lectura de medidores en Aguapen E.P. mejorará la eficiencia operativa, la transparencia, y la calidad del servicio público.

- La aplicación de Inteligencia Artificial en la sistematización del proceso de toma de lectura de medidores en Aguapen E.P. mejorará la eficiencia operativa
- La aplicación de Inteligencia Artificial en la sistematización del proceso de toma de lectura de medidores en Aguapen E.P. mejorará la transparencia,
- La aplicación de Inteligencia Artificial en la sistematización del proceso de toma de lectura de medidores en Aguapen E.P. mejorará la calidad del servicio público

De acuerdo con (Fiallos, 2021), este análisis proporciona una medida numérica de la correlación entre dos variables cuantitativas, el cual es representado con el símbolo  $r$ .

### 1. Datos utilizados

- Los datos se obtienen de las respuestas de las preguntas 6 (IA), 1 (Eficiencia Operativa), 4 (Transparencia) y 5 (Calidad del Servicio) de la encuesta aplicada a los usuarios de Aguapen E.P.
- Se asignan valores numéricos a la escala ordinal de las categorías de las respuestas: (Totalmente de acuerdo = 4, De acuerdo = 3, En desacuerdo = 2, Totalmente en desacuerdo = 1).

A continuación, se muestran los cálculos y los resultados estadísticos de la correlación de Pearson.

**Tabla 3.12 Resultados de la Correlación de Pearson**

Variable Dependiente	Coefficiente de Correlación (r)	P-valor
Eficiencia Operativa	0.7487	$3.27 \times 10^{-28}$
Transparencia	0.7443	$9.80 \times 10^{-28}$
Calidad del Servicio	0.7426	$1.51 \times 10^{-27}$

**Fuente:** Datos de la investigación

**Elaboración:** Lcdo. Carlos León Jaya

## Interpretación matemática de los resultados

### 1. Coeficiente de Correlación ( $r$ ):

- Los valores de  $r$  están entre 0.742 y 0.749, lo cual indica una correlación positiva fuerte entre la implementación de IA (variable independiente) y las tres variables dependientes (eficiencia operativa, transparencia y calidad del servicio).
- Esto sugiere que a medida que aumenta la percepción de implementación de IA, también mejoran las percepciones de eficiencia, transparencia y calidad del servicio.<sup>3</sup>

### 2. P-valores:

- Los p-valores obtenidos son bajos ( $p < 0.05$ ), lo que demuestra que las correlaciones son estadísticamente significativas y no son producto del azar.
- Por ejemplo, para "Eficiencia Operativa" se obtiene  $p = 3.27 \times 10^{-28}$ , lo que demuestra una alta certeza en la relación observada.

## Descripción de la fórmula utilizada para la Correlación de Pearson

La fórmula para calcular el coeficiente de correlación de Pearson ( $r$ ) es:

$$r = \frac{\sum(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum(X_i - \bar{X})^2 \cdot \sum(Y_i - \bar{Y})^2}}$$

Donde:

- $X_i$  y  $Y_i$ : Valores observados para las variables.
- $\bar{X}$  y  $\bar{Y}$ : Medias de las variables.

## Conclusión del análisis

Los resultados obtenidos en el análisis de correlación de Pearson valida la hipótesis H1, ya que, los cálculos de las correlaciones son positivos y significativos, llevando a aceptar las hipótesis específicas y demostrando que la implementación de herramientas basadas en IA está directamente relacionada con las mejoras en las tres variables dependientes del estudio. Lo cual, respalda la viabilidad de la adopción de la IA como una estrategia y solución efectiva.

## CAPÍTULO IV

### 4. DIAGNÓSTICO DEL PROCESO Y EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA IA EN LA TOMA DE LECTURA DE MEDIDORES EN AGUAPEN E.P.

En este apartado se presenta el diagnóstico situacional sobre el estado actual del proceso de toma de lectura de los medidores, incluyendo sus limitaciones y oportunidades de mejora, y una descripción del flujo de trabajo (workflow). Asimismo, se proponen estrategias basadas en la Matriz FODA cruzada para incorporar el uso eficiente de herramientas basadas en IA que permitan sistematizar el proceso de toma de lectura. Por último, se presenta una evaluación proyectada del costo-beneficio y del impacto de la integración de la IA en el mejoramiento de la eficiencia operativa y satisfacción del usuario respecto al servicio brindado por la administración pública de Aguapen E.P.

#### 4.1 Diagnóstico situacional

##### 4.1.1 Análisis FODA

En base a los resultados de la encuesta y la entrevista realizadas a usuarios y funcionarios, se realizó el análisis FODA identificando fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas en el proceso de toma de lecturas de medidores de agua. Este diagnóstico sirve como base para proponer estrategias orientadas a mejorar la eficiencia operativa, incrementar la transparencia y optimizar la calidad del servicio público.

**Tabla 4.1 Análisis FODA del proceso de toma de lecturas de medidores de agua en Aguapen E.P.**

Fortalezas	Debilidades
Personal capacitado en procesos actuales.	Dependencia de procesos manuales y fragmentados.
Compromiso del equipo de trabajo con la mejora del servicio.	Errores frecuentes en la captura de datos y necesidad de correcciones manuales.
Definición clara del flujo de trabajo, ya que el proceso está estructurado en etapas específicas, facilitando la identificación de áreas de mejora.	Falta de integración tecnológica, ya que los sistemas no están conectados con dispositivos de recolección en campo.

Conocimiento básico sobre IA, parte del equipo tiene nociones sobre el potencial de la IA para automatizar procesos.	Transparencia limitada debido a que los usuarios no tienen acceso en tiempo real a sus datos de consumo.
Existencia de una base de datos consolidada de medidores.	Retrasos significativos en la atención de reclamaciones.
<b>Oportunidades</b>	<b>Amenazas</b>
Implementación de IA para automatización de procesos, validar lecturas en tiempo real y reducir los errores humanos.	Resistencia al cambio tecnológico por parte del personal.
Uso de sensores inteligentes conectados a un sistema central.	Limitaciones técnicas, la infraestructura actual podría no estar preparada para integrarse con tecnologías avanzadas.
Creación de sitio web para mejorar en la transparencia y acceso en tiempo real a la información.	Limitaciones presupuestarias para implementar nuevas tecnologías.
Capacitación en nuevas tecnologías y motivar la profesionalización del equipo.	Percepción pública negativa ante fallas iniciales, que podría generar desconfianza en el sistema.
Reducción de tiempos de ciclo y errores en la toma de lecturas.	Necesidad de capacitación específica para el uso de IA.

**Fuente:** Datos de la investigación

**Elaboración:** Lcdo. Carlos León Jaya

### Interpretación del FODA

- 1. Fortalezas:** Estas representan los activos actuales que pueden aumentar el éxito de la implementación de IA, incluyendo un personal capacitado y comprometido con el cambio tecnológico, y el acceso a una base de datos pre-existente.
- 2. Debilidades:** La existencia de problemas internos, tales como, la ejecución de procesos manuales, la inconsistencia en los datos y los errores frecuentes, justifican la necesidad urgente del uso de tecnología de vanguardia.
- 3. Oportunidades:** La implementación de herramientas de IA como una solución que puede mejorar la eficiencia operativa, la productividad del personal técnico y administrativo, la transparencia en el acceso a la información, y la calidad del servicio.

4. **Amenazas:** Estas implican la presencia de factores externos, como la resistencia al cambio y las limitaciones presupuestarias. Limitaciones que deben superarse con la implementación de metodologías de gestión del cambio y una planificación financiera estratégica.

**Tabla 4.2 Matriz FODA Cruzada para la integración de herramientas de Inteligencia Artificial en el proceso de toma de lecturas de medidores de agua en Aguapen E. P.**

<b>Matriz FODA cruzado</b>	<b>Oportunidades (O)</b>	<b>Amenazas (A)</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementación de IA para automatización de procesos.</li> <li>• Uso de sensores inteligentes conectados a un sistema central.</li> <li>• Creación de plataformas digitales para mejorar la transparencia.</li> <li>• Capacitación del personal en nuevas tecnologías.</li> <li>• Reducción de errores y tiempos en la toma de lecturas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistencia al cambio tecnológico.</li> <li>• Limitaciones técnicas en la infraestructura.</li> <li>• Restricciones presupuestarias para nuevas tecnologías.</li> <li>• Percepción pública negativa ante fallas iniciales.</li> <li>• Necesidad de capacitación especializada en IA.</li> </ul>
<b>Fortalezas (F)</b>	<b>Estrategias FO (Fortalezas y Oportunidades) (Maxi-Maxi)</b>	<b>Estrategias FA (Fortalezas y Amenazas) (Maxi-Mini)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal capacitado en procesos actuales.</li> <li>• Compromiso del equipo con la mejora del servicio.</li> <li>• Flujo de trabajo estructurado.</li> <li>• Conocimiento básico sobre IA en parte del equipo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar la base de datos consolidada para entrenar modelos de IA y mejorar la precisión de las lecturas.</li> <li>• Capacitar al personal con conocimientos básicos en IA para que lideren la adopción de nuevas tecnologías.</li> <li>• Implementar un plan piloto con sensores inteligentes en áreas seleccionadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitar al personal en estrategias de gestión del cambio para reducir la resistencia a la IA.</li> <li>• Aprovechar la estructura organizacional clara para asignar roles específicos en la integración de la IA.</li> <li>• Diseñar un plan de financiamiento para minimizar el impacto de las restricciones presupuestarias.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>Existencia de base de datos consolidada de medidores.</li> </ul>		
<b>Debilidades (D)</b>	<b>Estrategias (Debilidades y Oportunidades)</b>	<b>DO y (Mini-Maxi)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Dependencia de procesos manuales.</li> <li>Errores en captura de datos.</li> <li>Falta de integración tecnológica.</li> <li>Transparencia limitada en datos de consumo.</li> <li>Retrasos en la atención de reclamaciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sustituir procesos manuales con herramientas de IA que automaticen la toma de lectura de medidores.</li> <li>Implementar plataformas digitales que permitan acceso en tiempo real a datos de consumo.</li> <li>Utilizar sensores inteligentes para reducir la tasa de errores en la captura de datos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollar un plan de migración tecnológica progresiva para minimizar el impacto de la falta de integración tecnológica.</li> <li>Establecer un programa de capacitación en IA para reducir la necesidad de expertos externos.</li> <li>Aplicar estrategias de comunicación y sensibilización a la ciudadanía sobre los beneficios de la IA para evitar desconfianza en el sistema.</li> </ul>

**Fuente:** Datos de la investigación

**Elaboración:** Lcdo. Carlos León Jaya

### **Análisis estratégico basado en la matriz FODA cruzada**

El análisis de la matriz FODA cruzada permite identificar las estrategias claves para la integración de herramientas de IA en el proceso de lectura de medidores de agua. A continuación, se describen las estrategias:

#### **1. Aprovechamiento de Fortalezas y Oportunidades (FO)**

- El personal capacitado y comprometido puede facilitar la implementación progresiva de herramientas de IA.
- La existencia de una base de datos consolidada de medidores permitirá entrenar modelos de IA con datos históricos, mejorando la precisión de las lecturas.

- La capacitación interna fortalecerá la adopción de nuevas tecnologías sin necesidad de contratar expertos externos.

## **2. Uso de Fortalezas para Enfrentar Amenazas (FA)**

- La estructura organizacional clara puede utilizarse para dividir responsabilidades en la integración de IA, asegurando una mejor gestión del cambio.
- La formación de equipos especializados dentro de la empresa puede mitigar la falta de experiencia técnica y la resistencia al cambio.
- Diseñar un plan financiero escalonado ayudará a enfrentar las limitaciones presupuestarias.

## **3. Superar Debilidades Aprovechando Oportunidades (DO)**

- La implementación de sensores inteligentes reducirá la dependencia de procesos manuales y minimizará los errores en la toma de lectura.
- Crear plataformas digitales que brinden acceso a información en tiempo real permitirá mejorar la transparencia y reducir quejas de los usuarios.
- La automatización permitirá optimizar los tiempos de respuesta en la atención de reclamos.

## **4. Minimizar Debilidades y Mitigar Amenazas (DA)**

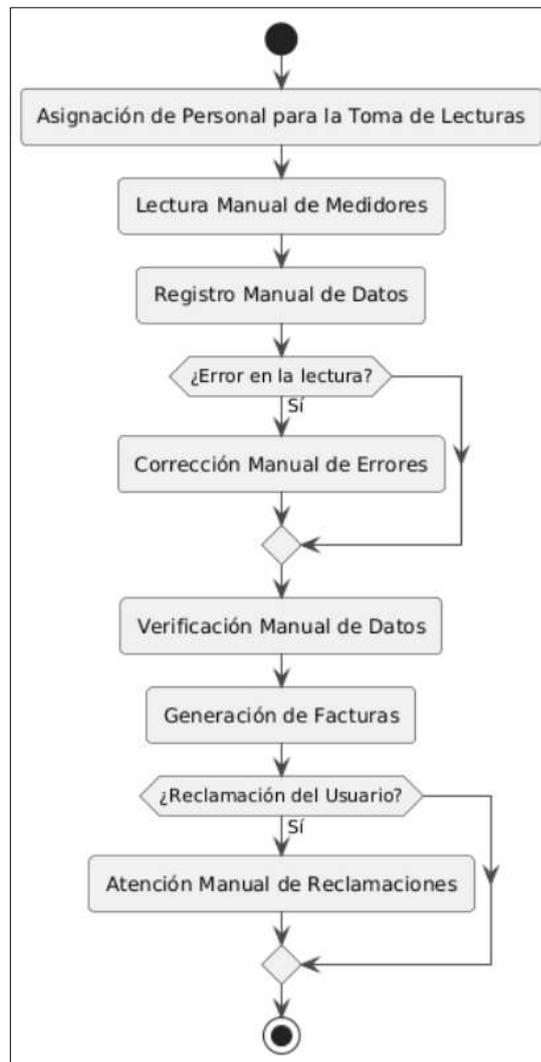
- La integración tecnológica progresiva permitirá evitar problemas de compatibilidad y resistencia al cambio.
- Programas de capacitación interna reducirán la dependencia de consultores externos y garantizarán una transición más efectiva.
- Implementar campañas de comunicación para informar a la ciudadanía sobre los beneficios de la IA y evitar una percepción negativa inicial.

### **4.1.2 Descripción del flujo de trabajo (workflow)**

De acuerdo con los resultados obtenidos en la encuesta y la entrevista, se identificaron problemas críticos y áreas con oportunidad de mejora en el proceso actual. Para representar el proceso de toma de lectura de medidores, se ha creado un flujo de trabajo (workflow) que

describe las etapas, los problemas y las propuestas de mejora mediante la integración de herramientas basadas en IA.

**Gráfico 4.1 Flujo de trabajo (workflow) actual del proceso de toma de lectura de medidores en Aguapen E.P.**



**Fuente:** Datos de la investigación

**Elaboración:** Lcdo. Carlos León Jaya

El Gráfico 4.1 describe el flujo de trabajo (workflow) actual del proceso de toma de lectura de medidores que consta de cinco etapas principales que evidencian los problemas detectados.

- 1. Asignación de personal para la toma de lecturas.** En esta etapa, se asigna un personal de campo para realizar las visitas in situ. Los principales problemas

corresponden a una alta dependencia de procesos manuales y errores humanos en asignaciones y rutas.

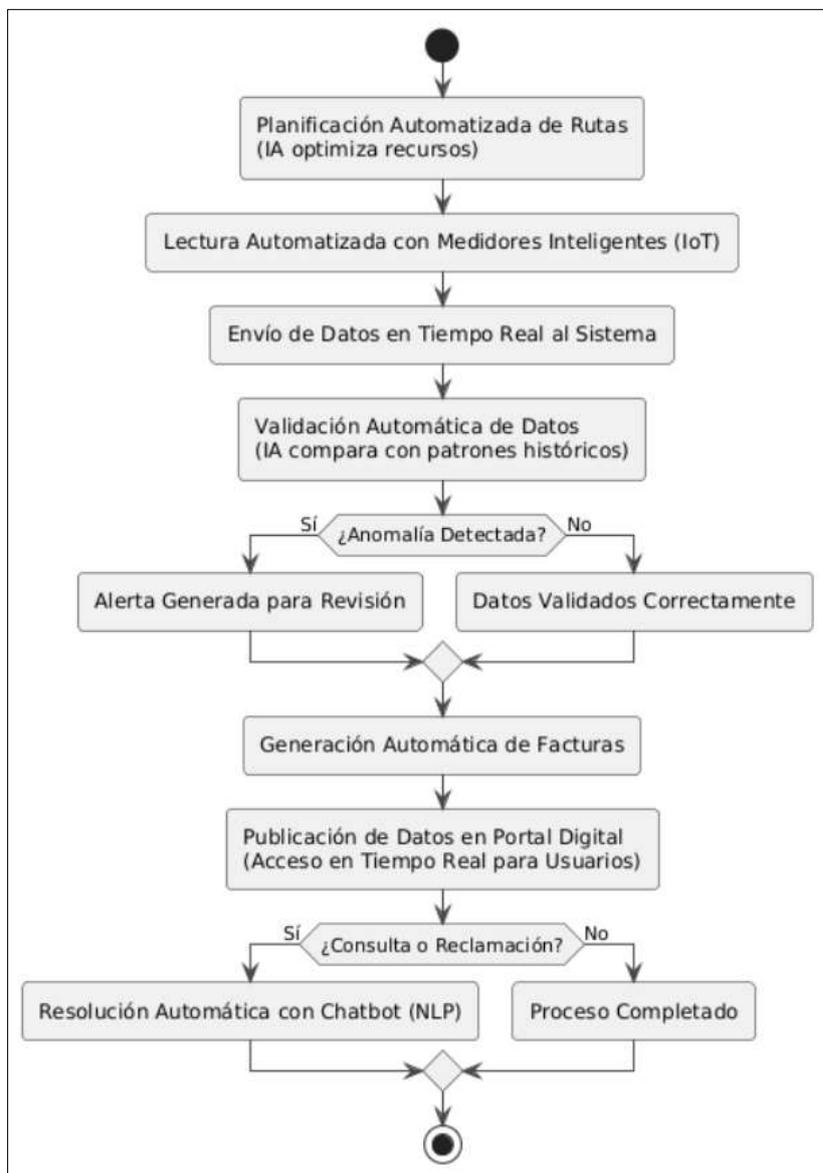
2. **Lectura manual de medidores.** Se registra manualmente los consumos en papel o dispositivos básicos. Los problemas identificados en esta etapa corresponden a lecturas incorrectas, deterioro de medidores, y accesos limitados a zonas difíciles.
3. **Captura y digitalización de datos.** Luego, los datos se transfieren al sistema informático de forma manual. En esta etapa los problemas registrados corresponden a retrasos en la digitalización y errores de transcripción.
4. **Verificación y validación de lecturas.** Se realiza una comparación manual con el historial de consumo. Los problemas identificados son discrepancias y necesidad de revisiones adicionales.
5. **Generación de Facturas y Resolución de Reclamaciones.** Por último, se emite las facturas y se atiende quejas de los usuarios. Los problemas en esta etapa son los retrasos en la resolución de reclamaciones, insatisfacción y desconfianza en el proceso.

### **Análisis del Workflow propuesto**

El Gráfico 4.2 muestra un flujo de trabajo propuesto para mejorar el proceso de toma de lectura aplicando herramientas basadas en IA. Las ventajas de esta propuesta son las siguientes:

1. **Eficiencia operativa.** Las herramientas basadas en IA permiten eliminar los procesos manuales. Esto, reduce los tiempos en la toma y validación de lecturas.
2. **Mayor transparencia.** Las aplicaciones de IA mejoran el acceso en tiempo real a la información del consumo a través de plataformas digitales. Lo cual permite una facturación basada en datos precisos y automatizados.
3. **Mejora en la calidad del servicio.** Es posible, reducir las reclamaciones por errores en las lecturas. Lo cual ayuda a mejorar la satisfacción de los usuarios al tener control sobre su consumo de agua.

**Gráfico 4.2 Flujo de trabajo (workflow) propuesto, usando herramientas basadas en IA para mejorar el proceso de toma de lectura de medidores en Aguapen E. P.**



**Fuente:** Datos de la investigación

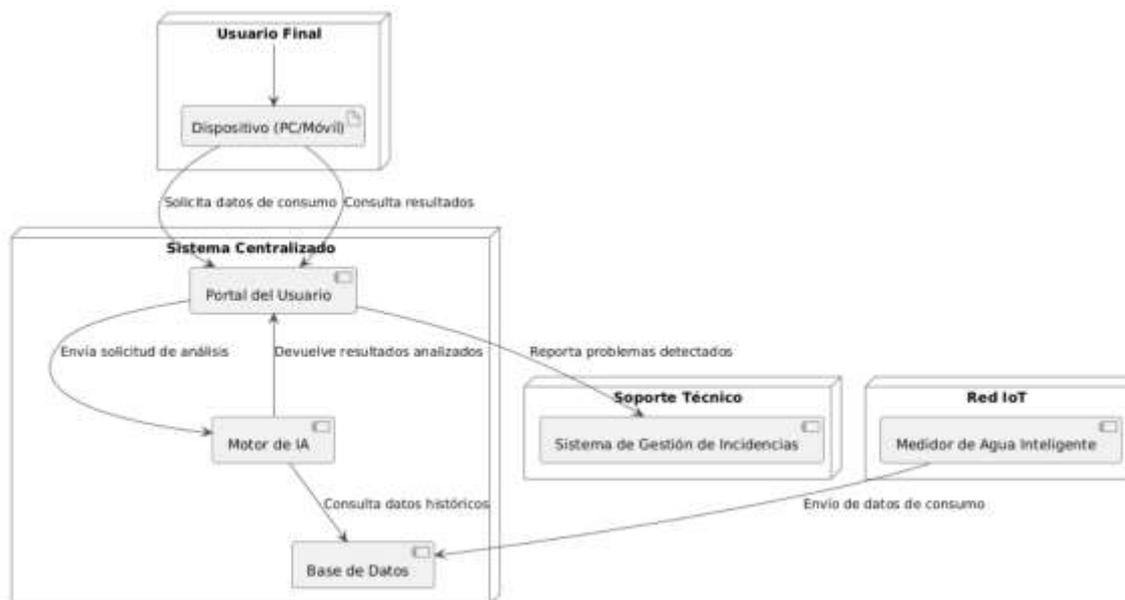
**Elaboración:** Lcdo. Carlos León Jaya

El diagnóstico realizado demuestra que el proceso actual de toma de lecturas en Aguapen E.P. presenta serias falencias relacionadas con errores humanos, procesos manuales y demoras en la resolución de quejas y reclamos de los usuarios.

El estudio propuesto consiste en implementar herramientas basadas en IA que permitan automatizar y optimizar el flujo de trabajo del proceso de toma de lectura de medidores de

agua; de tal forma, que se mejore la eficiencia operativa, se incremente la transparencia en el acceso a la información, y se optimice la calidad del servicio público.

**Gráfico 4.3 Arquitectura del sistema propuesto usando herramientas basadas en IA para mejorar el proceso de toma de lectura de medidores en Aguapen E. P.**



**Fuente:** Datos de la investigación

**Elaboración:** Lcdo. Carlos León Jaya

El Gráfico 4.3 muestra un diagrama de componentes del sistema propuesto basado en el uso de tecnologías de IA para monitorear el consumo de agua potable y mejorar el proceso de toma de lectura de los medidores.

Este diagrama incluye la interacción con el usuario y área clave como la centralización del sistema, la red IoT y el soporte y asistencia técnico. La interacción entre el usuario y el sistema es mediante un dispositivo electrónico (PC o móvil), a través del cual realiza consultas en tiempo real de los datos de consumo. Este sistema se integra con un motor de IA para analizar los datos históricos almacenados en una base de datos, a su vez, esta base de datos recibe información de las lecturas de los medidores inteligentes en tiempo real. Los resultados de los datos analizados son devueltos al usuario a través del sistema en línea, y si se identifican problemas, estos son reportados al área de soporte técnico mediante el sistema de gestión de incidencias. La arquitectura de este sistema asegura una

gestión eficiente y proactiva del control y monitoreo del consumo de agua, facilitando la identificación y resolución de problemas.

#### **4.2 Estrategias de integración de la IA**

Las estrategias propuestas permiten aprovechar las fortalezas y las oportunidades, mientras enfrentan las debilidades y las amenazas con soluciones tecnológicas integrales. Estas estrategias destacan el papel clave de las herramientas de IA en la transformación digital, asegurando:

- Mejora de la eficiencia operativa.
- Incremento en la transparencia.
- Optimización de la calidad del servicio público.

Las siguientes tablas muestran las técnicas y herramientas de IA asociadas con estrategias específicas para la transformación digital en la administración pública. Las estrategias se vinculan al análisis FODA descrito en la Tabla 4.1 e identificadas en el proceso de modernización.

**Tabla 4.3 Análisis detallado de las estrategias propuestas asociadas con las fortalezas del análisis FODA**

<b>Fortaleza</b>	<b>Estrategias propuestas</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Desafíos</b>	<b>Impacto Esperado</b>	<b>Técnicas y herramientas</b>	<b>Referencias de técnicas de</b>
Personal capacitado y con conocimiento en la ejecución de los procesos actuales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprovechar el conocimiento y la experiencia del personal en la ejecución de los procesos actuales para diseñar sistemas automatizados eficientes y precisos.</li> <li>• Desarrollar modelos predictivos utilizando datos existentes para anticipar problemas en las lecturas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de la curva de aprendizaje en el uso de herramientas de IA.</li> <li>• Incremento de la confianza en la automatización de los procesos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesidad de cambios constantes al sistema según las recomendaciones del personal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento en la aceptación interna de la IA, mejorando la eficiencia desde la etapa inicial del proceso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Machine Learning (ML): Modelos que utilicen la experiencia del personal para entrenar algoritmos. Algoritmos para detectar patrones y errores en lecturas.</li> <li>• Automatización robótica de procesos (RPA): implementación con apoyo humano para supervisión y mejora.</li> </ul>	(Chollet, 2018; Goodfellow et al., 2016; Heaton, 2018)
Compromiso del equipo con la mejora del servicio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar procesos colaborativos entre IA y personal técnico para garantizar la mejora</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora constante en los procesos.</li> <li>• Incremento en la motivación al</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistencia inicial al cambio en ciertos segmentos del personal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procesos más robustos y alineados con los objetivos operativos gracias a la</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IA Explicable (XAI): algoritmos que permitan supervisión humana y ajustes personalizados.</li> </ul>	(Heaton, 2018; Russell & Norvig, 2020)

	<p>continua del sistema.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar chatbots para resolver consultas frecuentes.</li> </ul>	<p>involucrar al personal en las decisiones tecnológicas.</p>		<p>retroalimentación del equipo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NLP (Procesamiento de Lenguaje Natural): Uso de chatbots para atención automatizada a usuarios.</li> </ul>	
<p>Flujo de trabajo estructurado y organizado por etapas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistematizar las etapas definidas en el flujo de trabajo, y reducir errores para mejorar los tiempos operativos.</li> <li>• Aplicar RPA para automatizar la emisión y validación de los datos de las facturas.</li> <li>• Identificar áreas con oportunidad de mejora para aplicar análisis predictivo, y corregir en tiempo real los errores en las lecturas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción significativa de tiempos de ejecución en procesos operativos.</li> <li>• Estandarización y mejora continua de procesos repetitivos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dependencia de la calidad de los datos para un funcionamiento adecuado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimización del flujo de trabajo y eliminación de redundancias operativas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Automatización robótica de procesos (RPA): estandarización de tareas repetitivas.</li> <li>• Análisis Predictivo: identificación de puntos críticos en el flujo actual.</li> <li>• Implementación de modelos basados en datos históricos para identificar anomalías.</li> </ul>	<p>(Ghallab et al., 2016; Marr, 2018)</p>

Conocimiento básico sobre IA.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseñar programas de formación para que el personal con nociones de IA se convierta en agentes de cambio en la organización.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acelera la adopción de nuevas tecnologías.</li> <li>• Empodera al personal técnico y administrativo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requiere tiempo y recursos para una capacitación efectiva.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento en la aceptación interna de IA y fortalecimiento de habilidades en nuevas tecnologías.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Educación en IA: capacitaciones avanzadas para potenciar habilidades en nuevas tecnologías.</li> </ul>	(Brynjolfsson & McAfee, 2014; McKinsey & Company, 2018)
Existencia de una base de datos consolidada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar los datos históricos como base para entrenar modelos predictivos que optimicen la toma de decisiones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite iniciar con sistemas automatizados confiables desde el principio.</li> <li>• Identificación de patrones y anomalías rápidamente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesidad de limpiar y estructurar datos históricos antes de su uso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de errores en las lecturas y optimización de la planificación operativa basada en datos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Big Data Analytics: análisis avanzado de los datos históricos.</li> <li>• Redes Neuronales Artificiales (ANN): algoritmos de detección de patrones complejos.</li> </ul>	(Marr, 2018; Mitchell, 1997; Silver, 2012)

**Fuente:** Datos de la investigación, y fuentes bibliográficas

**Elaboración:** Lcdo. Carlos León Jaya

**Tabla 4.4 Análisis detallado de las estrategias propuestas asociadas con las debilidades del análisis FODA**

<b>Debilidad</b>	<b>Estrategias propuestas</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Desafíos</b>	<b>Impacto Esperado</b>	<b>Técnicas y herramientas basadas en IA</b>	<b>Referencias de técnicas de IA</b>
Dependencia de procesos manuales y fragmentados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar medidores inteligentes conectados a la red.</li> <li>• Automatización de tareas repetitivas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elimina errores manuales.</li> <li>• Agiliza el flujo de trabajo operativo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto costo inicial para la implementación tecnológica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución drástica de los tiempos operativos y aumento de la precisión de los datos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Automatización robótica de procesos (RPA): automatización de tareas repetitivas.</li> <li>• IoT (Internet de las Cosas): medidores inteligentes para captura de datos.</li> </ul>	(Marr, 2018; McKinsey & Company, 2018; Russell & Norvig, 2020)
Errores frecuentes en la captura de datos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar validación automatizada con IA que verifique lecturas a partir de datos históricos en tiempo real.</li> <li>• Integrar cámaras y sensores inteligentes para lecturas en tiempo real, y que minimicen los errores en campo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción significativa de errores.</li> <li>• Detecta anomalías en el momento, evitando escalamiento a problemas mayores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posibles fallas iniciales en la precisión de los sensores o algoritmos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora en la calidad del servicio y disminución de reclamaciones por facturación errónea.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Machine Learning (ML): algoritmos de validación automática.</li> <li>• Visión por computadora: implementar reconocimiento automatizado de imágenes en los medidores de agua.</li> </ul>	(Chollet, 2018; Goodfellow et al., 2016; Silver, 2012)
Falta de integración y	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar plataformas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora la comunicación e</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesidad de realizar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acceso a datos íntegros, con</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas interoperables:</li> </ul>	(Ghallab et al., 2016;

compatibilidad en las plataformas tecnológica	interoperables que permitan la comunicación entre los medidores inteligentes, los sistemas informáticos administrativos y la interacción con los usuarios.	integración entre áreas operativas y administrativas. • Disponibilidad y acceso centralizado a la información.	cambios a los sistemas existentes.	reducción de tiempos de espera para su procesamiento.	conexión entre dispositivos y bases de datos centrales.	Heaton, 2018; Mitchell, 1997)
Transparencia limitada	• Brindar acceso en tiempo real a los datos de consumo mediante portales transparentes y fáciles de usar.	• Mejora la confianza del usuario en el sistema. • Incrementa la percepción de equidad y precisión en el consumo facturado.	• Requiere inversión inicial en infraestructura digital accesible.	• Incremento significativo en la satisfacción del usuario y reducción de conflictos por discrepancias en las facturas.	• Plataformas digitales: portales web y aplicaciones móviles para los usuarios. • IA Explicable (XAI): algoritmos comprensibles.	(Brynjolfsson & McAfee, 2014; McKinsey & Company, 2018)

**Fuente:** Datos de la investigación, y fuentes bibliográficas

**Elaboración:** Lcdo. Carlos León Jaya

**Tabla 4.5 Análisis detallado de las estrategias propuestas asociadas con las oportunidades del análisis FODA**

Oportunidad	Estrategias Propuestas	Ventajas	Desafíos	Impacto Esperado	Técnicas y Herramientas basadas en IA	Referencias de técnicas de IA
Implementación de IA para automatización	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar sistemas que generen alertas por fallas en tiempo real.</li> <li>• Validación de lecturas en tiempo real con algoritmos IA.</li> <li>• Generación automática de facturas parametrizables.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elimina pasos manuales.</li> <li>• Acelera la generación de resultados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dependencia inicial de la calidad de los datos históricos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de tiempos en la emisión de facturas y mejora en la precisión de datos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Machine Learning (ML): predicción y detección de anomalías.</li> <li>• Automatización robótica de procesos (RPA): Tareas automáticas.</li> </ul>	(Chollet, 2018; Goodfellow et al., 2016; Russell & Norvig, 2016)
Uso de sensores inteligentes (IoT)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustituir medidores tradicionales por dispositivos IoT conectados a la red para eliminar tareas manuales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Captura de datos en tiempo real.</li> <li>• Mejora en la precisión y eficiencia operativa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Altos costos iniciales para la adquisición e instalación de dispositivos IoT.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elimina la dependencia de procesos manuales y proporciona datos precisos y en tiempo real.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IoT (Internet de las Cosas): captura de datos en tiempo real desde medidores.</li> </ul>	(Marr, 2018, 2020; McKinsey & Company, 2018; Silver, 2012)
Creación de portales digitales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crear plataformas accesibles para usuarios, brindando información clara y</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incrementa la transparencia y la confianza del usuario.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alta expectativa del público hacia el</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento en la satisfacción del usuario y reducción de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Big Data Analytics: Gestión de grandes volúmenes de datos.</li> </ul>	(Brynjolfsson & McAfee, 2014; Marr, 2018;

	en tiempo real sobre el consumo y facturación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora la relación entre la institución y la comunidad.</li> </ul>	rendimiento del sistema.	quejas relacionadas con falta de acceso a la información.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plataformas Interactivas: dashboards y aplicaciones móviles.</li> </ul>	McKinsey & Company, 2018)
Capacitación tecnológica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseñar capacitaciones específicas para personal técnico y administrativo, fortaleciendo su conocimiento sobre IA.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incrementa la aceptación de las tecnologías nuevas.</li> <li>• Mejora la capacidad de resolución de problemas del personal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requiere tiempo y recursos para capacitar de manera adecuada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal más preparado y adaptable a los cambios tecnológicos, con impacto positivo en la gestión del sistema.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Educación en IA: Programas de formación en nuevas tecnologías.</li> </ul>	(Brynjolfsson & McAfee, 2014; Ghallab et al., 2016; Heaton, 2018)

**Fuente:** Datos de la investigación, y fuentes bibliográficas

**Elaboración:** Lcdo. Carlos León Jaya

**Tabla 4.6 Análisis detallado de las estrategias propuestas asociadas con las amenazas del análisis FODA**

Amenaza	Estrategias Propuestas	Ventajas	Desafíos	Impacto Esperado	Técnicas y Herramientas basada en IA	Referencias de técnicas de IA
Resistencia al cambio tecnológico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar programas de formación y concientización que demuestren los beneficios de la IA.</li> <li>• Implementar campañas de sensibilización sobre el uso de IA dirigida a usuarios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incrementa la aceptación del sistema.</li> <li>• Reduce barreras psicológicas hacia el cambio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dificultad para cambiar percepciones negativas profundas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de conflictos internos y externos relacionados con la implementación de IA.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitación en IA: sensibilización del personal y usuarios finales.</li> </ul>	(Brynjolfsson & McAfee, 2014, 2017; Ghallab et al., 2016; Heaton, 2018)
Limitaciones técnicas de infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar un análisis inicial del estado de la infraestructura tecnológica para priorizar las áreas donde la IA pueda integrarse fácilmente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asegura una integración eficiente y escalable de las herramientas tecnológicas.</li> <li>• Minimiza las fallas y errores iniciales en los procesos operativos y administrativos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requiere una inversión inicial significativa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementación más eficiente y sostenible de las tecnologías de IA en etapas críticas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas de monitoreo y vigilancia inteligente: emisión de alertas en tiempo real para garantizar la estabilidad del sistema y disminuir errores.</li> </ul>	(Marr, 2020; McKinsey & Company, 2018; Russell & Norvig, 2016)

Limitaciones presupuestarias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar un plan de inversión gradual según prioridades y recursos disponibles en sistemas de alto impacto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite implementar IA de manera sostenible.</li> <li>• Reduce riesgos financieros.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Extensión del tiempo necesario para completar la modernización.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora en la sostenibilidad financiera y operativa del proyecto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planificación gradual: implementación por fases.</li> </ul>	(Ghallab et al., 2016; Manyika et al., 2017; Silver, 2012)
Percepción pública negativa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicar los beneficios de la IA mediante campañas informativas sobre los beneficios del sistema basado en IA.</li> <li>• Desarrollar pruebas piloto que demuestren mejoras tangibles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gana confianza progresivamente.</li> <li>• Identifica posibles fallas antes de la implementación completa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Expectativas iniciales altas por parte de los usuarios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento en la confianza del público y adopción del sistema por la comunidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IA Explicable (XAI): transparencia en las decisiones automatizadas.</li> </ul>	(Brynjolfsson & McAfee, 2017; Marr, 2020; Silver, 2012a)

**Fuente:** Datos de la investigación, y fuentes bibliográficas

**Elaboración:** Lcdo. Carlos León Jaya

Las tablas presentadas analizan de forma detallada las estrategias propuestas asociadas con las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas identificadas en el FODA. Además, se proponen técnicas y herramientas de Inteligencia Artificial (IA) para la optimización de procesos operativos. Estas estrategias describen el potencial de las herramientas de IA para abordar los desafíos organizacionales y aprovechar las áreas funcionales, mientras se alinean con los objetivos de eficiencia, transparencia y calidad del servicio. Lo que permite asegurar una transformación digital efectiva y sostenible en el tiempo.

En el ámbito de las fortalezas organizacionales, es evidente que la estructura pre-existente y la experiencia del personal cualificado son elementos clave para el uso e implementación de tecnologías basadas en IA. Por ejemplo, la automatización robótica de procesos (RPA) y los modelos computacionales predictivos facilitan el uso de bases de datos históricas para mejorar la precisión en las lecturas de los medidores. Además, estas estrategias contribuyen en la reducción de los errores operativos, mientras se fortalece y aumenta la confianza en los sistemas automatizados. Aunque, es importante realizar ajustes continuos para asegurar la adaptación del personal y el correcto funcionamiento de estas herramientas tecnológicas.

Por el contrario, las debilidades y deficiencias identificadas, tales como la dependencia de procesos manuales, la falta de integración tecnológica y la limitada transparencia, pueden abordarse mediante tecnologías como IoT, visión por computadora, Machine Learning y plataformas digitales on-line. Estas tecnologías no solo facilitan la automatización de tareas repetitivas, sino que también sirven para centralizar la información y mejorar la accesibilidad de los datos para los usuarios. Aunque, el costo inicial para su implementación es alto, y se requiere de un tiempo de ajuste y pruebas de los sistemas existentes, estas estrategias prometen un impacto significativo en la eficiencia operativa y la reducción de errores.

La identificación de las oportunidades y las amenazas muestran la capacidad de las herramientas de IA para transformar la relación entre la organización y sus usuarios. La implementación de medidores inteligentes y el desarrollo de portales digitales on-line fomentan una interacción más transparente y accesible a los datos de consumo e incrementando el nivel de confianza de los usuarios. Las amenazas identificadas como la

resistencia al cambio tecnológico y las limitaciones presupuestarias pueden mitigarse mediante campañas de sensibilización, planificación estratégica y pruebas piloto. Estas estrategias no solo promueven la aceptación interna y externa de la IA, sino que también aseguran una implementación sostenible y escalable en el tiempo.

En síntesis, las estrategias propuestas abordan de manera integral factores determinantes, internos y externos que influyen en las operaciones de la organización. La integración de herramientas y sistemas avanzados basados en IA, como Machine Learning, RPA, IoT y Big Data Analytics, junto con programas de capacitación profesional y campañas informativas de sensibilización, garantizan que los objetivos relacionados con la eficiencia, la transparencia y la satisfacción del usuario se alcancen de manera sostenible y alineada con las necesidades de la comunidad. De esta forma, se logra posicionar a la institución como un referente estratégico en la implementación de tecnologías de IA en la gestión y administración pública.

#### 4.3 Estudio financiero para la implementación de medidores inteligentes

El estudio financiero tiene como objetivo evaluar los costos totales y los beneficios proyectados al implementar 500 medidores inteligentes como parte de la transformación digital y la modernización del sistema de toma de lecturas de consumo de agua en Aguapen E.P. Este estudio proyecta los costos y beneficios financieros en un plazo de 2 años. El análisis incluye la adquisición de los medidores, la instalación, el mantenimiento, la capacitación, y otros costos asociados. Se proyecta un retorno significativo de la inversión considerando los beneficios financieros derivados de la reducción de errores, y el mejoramiento en la eficiencia y satisfacción del cliente.

**Tabla 4.7 Costos iniciales de la implementación**

Detalle	Costo Unitario (USD)	Cantidad	Costo Total (USD)
Adquisición de medidores <sup>1</sup>	140	500	70.000
Instalación y configuración <sup>2</sup>	40	500	20.000
Capacitación del personal	5.000	1	5.000

<sup>1</sup> IoT Implementation Costs and Trends.

<sup>2</sup> Intelligent Water Systems: A Market Report.

Software de gestión (IoT) <sup>3</sup>	10.000	1	10.000
Mantenimiento anual (primer año)	25.00	500	12.500
<b>Total de inversión inicial</b>			<b>117.500</b>

**Fuente:** (Association, 2019; Gartner, 2020; McKinsey & Company, 2018)

**Elaboración:** Lcdo. Carlos León Jaya

**Tabla 4.8 Ingresos estimados derivados de la implementación**

Detalle	Beneficio Anual Estimado (USD)
Ahorros por reducción de errores operativos <sup>4</sup>	40.000
Ahorros por optimización de tiempos (mejora precisión de las lecturas) <sup>5</sup>	25.000
Incremento en la retención y satisfacción de usuarios <sup>6</sup>	15.000
<b>Total de beneficios anuales</b>	<b>80.000</b>

**Fuente:** (Association, 2019; Marr, 2018; McKinsey & Company, 2018)

**Elaboración:** Lcdo. Carlos León Jaya

La tabla 4.8 describe el costo total proyectado para cada año que incluye dos componentes principales: (1) inversión inicial y costos de instalación en el primer año, y (2) costos de mantenimiento anual.

El primer año proyecta una inversión inicial de \$117,500 USD que incluye la adquisición de 500 medidores inteligentes, su instalación, configuración, capacitación del personal, y la implementación del software de gestión IoT. También incluye un valor por mantenimiento anual de \$12,500 USD que incluye los costos de mantenimiento operativo de los 500 medidores inteligentes (\$25 USD por medidor).

Costo total del primer año:

- *Costo total primer año = Inversión inicial + mantenimiento anual*
- *Costo total primer año = 117.500 + 12.500 = 130.000 USD*

<sup>3</sup> Smart Cities: Digital Solutions for a More Livable Future.

<sup>4</sup> Smart Cities: Digital Solutions for a More Livable Future.

<sup>5</sup> Intelligent Water Systems: A Market Report.

<sup>6</sup> *Data Strategy: How to Profit from a World of Big Data, Analytics and the Internet of Things*. Kogan Page Publishers.

Para el segundo año incluye solo mantenimiento por \$12,500 USD.

Costo total del segundo año:

- *Costo total segundo año = mantenimiento anual*
- *Costo total segundo año = 12.500 USD*

**Tabla 4.9 Proyección financiera para 2 Años**

Año	Costo total (USD)	Beneficio total (USD)	Balance anual (USD)	Balance acumulado (USD)
1	130.000 (incluye mantenimiento)	80.000	-50.000	-50.000
2	12.500 (solo mantenimiento)	80.000	+67.500	+17.500

**Fuente:** Datos simulados del estudio

**Elaboración:** Lcdo. Carlos León Jaya

**Tabla 4.10 Análisis del retorno de la inversión**

Año	Balance anual (USD)	Balance acumulado (USD)	ROI (%)
1	-50000	-50000	14.8936
2	67500	17500	14.8936

**Fuente:** Datos simulados del estudio

**Elaboración:** Lcdo. Carlos León Jaya

- 1. Primer año:** debido a la alta inversión inicial el balance es negativo; sin embargo, los beneficios ya cubren una parte considerable de los costos.
- 2. Segundo año:** la implementación de tecnologías de IA generan un balance positivo acumulado de \$17,500, lo cual influye favorablemente en la inversión económica del sistema.
- 3. Proyección futura:** a partir del tercer año de la implementación de IA, se prevé que el sistema genere beneficios netos significativos debido a la reducción de gastos operativos recurrentes.

Los resultados derivados de la simulación de la implementación de 500 medidores inteligentes con tecnología IoT, demuestra ser una inversión sostenible y viable desde el punto de vista financiero que genera un retorno significativo a partir del segundo año. La integración de tecnologías basadas en IA mejora la eficiencia operativa, la reducción de errores y proporcionan una mayor satisfacción del usuario. Estos beneficios justifican la inversión inicial y posicionan estratégicamente a la organización como líder en la modernización tecnológica.

#### 4.4 Evaluación del impacto de la IA

La implementación de herramientas de Inteligencia Artificial (IA) en la sistematización del proceso de toma de lectura de medidores de agua se evalúa en tres dimensiones clave: eficiencia operativa, satisfacción del usuario, y viabilidad financiera. Esta evaluación integral se realiza a partir de los datos obtenidos de la encuesta, las entrevistas, las estrategias del análisis FODA, y los resultados del estudio financiero. La tabla 4.8 resume los indicadores de evaluación desde dos dimensiones clave: impacto interno (eficiencia operativa) e impacto externo (satisfacción del usuario).

**Tabla 4.11 Indicadores de evaluación**

<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>	<b>Descripción</b>
Eficiencia Operativa	Tiempo de toma de lecturas	Tiempo promedio en la captura y validación de las lecturas.
	Reducción de errores	Disminución del porcentaje de lecturas incorrectas.
	Resolución de reclamaciones	Tiempo promedio para resolver reclamaciones de los usuarios.
Satisfacción del Usuario	Percepción de precisión	Satisfacción sobre la precisión de las lecturas facturadas.
	Acceso a información	Facilidad para acceder a datos de consumo en tiempo real.
	Satisfacción general	Nivel de satisfacción con el proceso automatizado.

**Fuente:** Datos del estudio

**Elaboración:** Lcdo. Carlos León Jaya

#### 4.4.1 Impacto en la eficiencia operativa

En base a los resultados obtenidos en la encuesta, la entrevista, y el análisis financiero, las herramientas y sistemas basados en IA e identificados como estrategias en el FODA, tienen un impacto positivo en la transformación digital y la optimización de los procesos internos.

- **Encuesta de usuarios:** El 80% de los usuarios encuestados afirma que la IA puede optimizar el uso de los recursos y mejorar la sostenibilidad del servicio de agua potable. Este dato confirma la percepción positiva del impacto operativo de la IA.
- **Entrevista con funcionarios:** El personal técnico, administrativo, los supervisores y los operarios mencionaron que existe una alta tasa de errores manuales, y afirmaron que la automatización del proceso de toma de lectura usando tecnologías como IoT, visión por computadora y RPA puede reducir en un 40% dichos errores.
- **Retorno financiero:** La reducción de gastos operativos y el mejoramiento en la atención y satisfacción del cliente contribuyen a un Retorno de la Inversión (ROI) acumulado positivo de \$17,500 para el segundo año. Lo cual es impulsado por la aceptación de usuarios y el compromiso de los funcionarios.

#### 4.4.2 Impacto en la satisfacción del usuario

La calidad del servicio y satisfacción del usuario se mejora incrementando la transparencia y el acceso a los datos en tiempo real.

- **Encuesta de usuarios:** El 76.6% de los usuarios encuestados expresó estar dispuesto a utilizar una aplicación en línea para monitorear y evaluar su consumo en tiempo real. Esto justifica la necesidad de implementar plataformas digitales interactivas.
- **Entrevista con analistas de servicio:** Los funcionarios mencionaron que las quejas y reclamaciones de los usuarios son principalmente por inconsistencias y errores en los datos del consumo reflejado en las facturas, lo cual podría reducirse en al menos un 30% con la implementación de sistemas más precisos basados en tecnologías de IA.

- **Estrategias del FODA:** El desarrollo de plataformas digitales y la integración de herramientas como Inteligencia Artificial Explicable (XAI) aseguran la confiabilidad y eficiencia en el sistema mejorando la confianza de los usuarios.

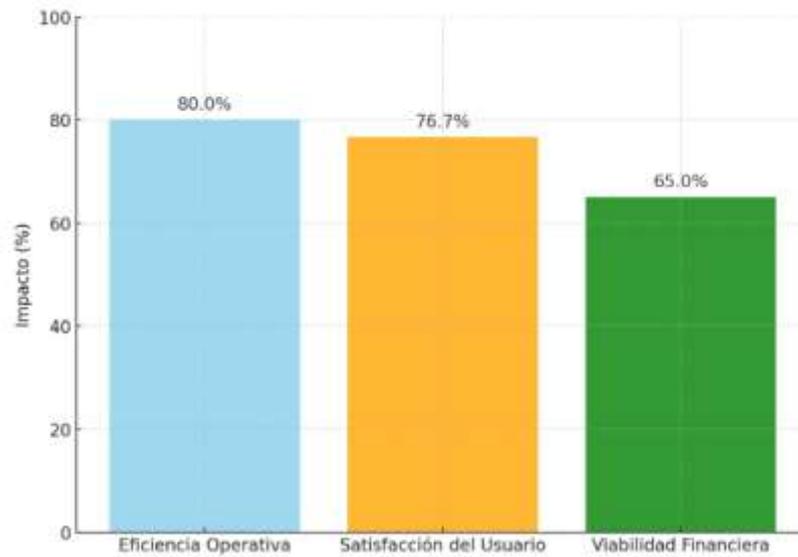
#### 4.4.3 Viabilidad financiera

La integración de IA genera beneficios financieros sostenibles:

- **Estudio financiero:** La proyección de la inversión inicial (\$117,500) se estima recuperar en dos años debido al rendimiento acumulado de la inversión (ROI) que asciende a \$17,500; y a partir del tercer año, los beneficios anuales netos superan los \$65,000.
- **Entrevista con gerentes:** La implementación progresiva de las herramientas de IA deben ser respaldadas por campañas de sensibilización para los usuarios, y capacitación técnica profesional para los funcionarios de la institución. Lo cual, asegura la aceptación tanto interna como externa, minimizando riesgos de resistencia al cambio tecnológico.

En consecuencia, la aplicación de sistemas y herramientas basados en IA mejoran significativamente la eficiencia operativa al reducir errores, optimizar los tiempos de respuesta, automatizar procesos, y centralizar la información. De igual forma, aumenta la satisfacción del usuario al garantizar transparencia y accesibilidad en tiempo real. Desde una perspectiva financiera, la sostenibilidad está respaldada por ahorros operativos y un retorno de inversión favorable, alineando los objetivos tecnológicos con las expectativas de los usuarios y las capacidades institucionales.

Por último, el Gráfico 4.4 representa el impacto integral de las herramientas de IA en tres dimensiones clave: eficiencia operativa, satisfacción del usuario y viabilidad financiera. Cada barra representa el grado de impacto en porcentaje, mostrando cómo las herramientas de IA benefician a la organización en su transformación digital. Por ello, automatizar el proceso de toma de lectura de medidores a través de IA e IoT posiciona a Aguapen E.P. como una entidad innovadora, capaz de ofrecer servicios eficientes, precisos y transparentes.

**Gráfico 4.4 Impacto integral de la implementación de herramientas basadas en IA**

**Fuente:** Datos del estudio

**Elaboración:** Lcdo. Carlos León Jaya

## CONCLUSIONES

- El análisis realizado en esta investigación demuestra, que además de cumplirse con los objetivos planteados, podemos manifestar que la integración de herramientas de Inteligencia Artificial (IA) en la administración pública tiene un impacto significativo en la optimización de los recursos y procesos operativos. La evaluación de técnicas como Machine Learning, visión por computadora y Robotic Process Automation (RPA), permitió identificar su potencial para mejorar la precisión en la toma de lecturas de medidores, reducir errores humanos y aumentar la eficiencia operativa en Aguapen E.P. Asimismo, se observó que la transparencia y accesibilidad a la información pueden incrementarse mediante la sistematización basada en IA.
- Se identificaron y analizaron diversas técnicas de Inteligencia Artificial, como Machine Learning, Visión por Computadora, RPA e Internet de las Cosas (IoT), que pueden potenciar la automatización de procesos en la administración pública reduciendo los errores humanos y optimizando los tiempos operativos. Estas tecnologías presentan ventajas significativas en la optimización operativa y en la mejora de la calidad del servicio público, evidenciando su aplicabilidad en la sistematización del proceso de toma de lectura de medidores en Aguapen E.P.
- El análisis del flujo de trabajo actual reveló que el proceso de lectura de medidores en Aguapen E.P. presenta una alta dependencia de procedimientos manuales, lo que genera errores en la captura de datos, retrasos en la atención al usuario y limitaciones en la transparencia del servicio. A partir de este diagnóstico, se propuso una estructura optimizada que integra herramientas de IA para la validación y digitalización de los registros de consumo.
- Los resultados obtenidos indican que la aplicación de IA puede reducir en un 40% los errores operativos y mejorar la precisión de las lecturas de medidores. Asimismo, el 76.7% de los usuarios encuestados manifestó estar dispuesto a utilizar plataformas digitales que integren IA para mejorar la consulta y monitoreo de sus consumos, lo que evidencia una alta aceptación de estas herramientas y un potencial incremento en la satisfacción del usuario.

- A partir del análisis FODA cruzado, se establecieron estrategias que potencian la implementación de IA en Aguapen E.P. Entre ellas, se destacan la capacitación del personal, la sensibilización del usuario sobre el uso de tecnologías inteligentes, la adopción progresiva de medidores inteligentes y la mejora en la accesibilidad a los datos de consumo en tiempo real.

## **RECOMENDACIONES**

- Elaborar un plan piloto para implementar gradualmente los medidores inteligentes en áreas urbanas específicas y evaluar la efectividad de los sistemas antes de expandir su implementación. Esto permitirá identificar problemas iniciales y ajustar las herramientas para optimizar su funcionamiento y mejorar los resultados.
- Crear programas de formación y capacitación continua para el personal técnico y administrativo, combinado con campañas informativas y de sensibilización del uso de herramientas de IA dirigidas a los usuarios de Aguapen E.P. Estas acciones ayudan a fomentar la aceptación interna y externa de las tecnologías de IA.
- Desarrollar e implementar sistemas web y aplicaciones móviles que permitan a los usuarios realizar en tiempo real, consultas de su consumo, presentar quejas o reclamos, y recibir alertas automáticas. Lo cual fortalecerá la confianza y mejorará la percepción de transparencia.
- Implementar modelos computacionales de análisis predictivo y monitoreo en tiempo real para medir el impacto de las herramientas de IA en relación con la eficiencia operativa y la satisfacción del usuario. Esto permitirá realizar cambios y ajustes oportunos, y garantizar la sostenibilidad del sistema a largo plazo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adnan, M., Ghazali, M., & Othman, N. Z. S. (2022). *E-participation within the context of e-government initiatives: A comprehensive systematic review*. *Telematics and Informatics Reports*, 8, 100015.
- Al-Besher, A., & Kumar, K. (2022). *Use of artificial intelligence to enhance e-government services*. *Measurement: sensors*, 24, 100484.
- Allen, I. E., & Seaman, C. A. (2007). *Likert scales and data analyses*. *Quality progress*, 40(7), 64-65.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2004). *Ley Orgánica de Transparencia y Acceso a la Información Pública (LOTAIP)*. Registro Oficial No. 337. <https://www.lexis.com.ec>
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2021). *Ley Orgánica de Protección de Datos Personales*. Registro Oficial Suplemento 459. <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2021/06/Ley-Organica-de-Datos-Personales.pdf>
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2017). *Código Orgánico Administrativo*. Registro Oficial Suplemento No. 31. <https://www.lexis.com.ec>
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2002). *Ley de Comercio Electrónico, Firmas Electrónicas y Mensajes de Datos*. Registro Oficial Suplemento No. 557. <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/11/Ley-de-Comercio-Electronico-Firmas-y-Mensajes-de-Datos.pdf>
- Abdar, M., Pourpanah, F., Hussain, S., Rezazadegan, D., Liu, L., Ghavamzadeh, M., Fieguth, P., Cao, X., Khosravi, A., Acharya, U. R., & others. (2021). A review of uncertainty quantification in deep learning: Techniques, applications and challenges. *Information Fusion*, 76, 243-297.
- Abduljabbar, R., Dia, H., Liyanage, S., & Bagloee, S. A. (2019). Applications of artificial intelligence in transport: An overview. *Sustainability*, 11(1), 189.
- Alcácer, V., & Cruz-Machado, V. (2019). Scanning the industry 4.0: A literature review on technologies for manufacturing systems. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 22(3), 899-919. <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2019.01.006>
- Alzubi, J., Nayyar, A., & Kumar, A. (2018). Machine learning from theory to algorithms: an overview. *Journal of physics: conference series*, 1142(1), 12012.
- Association, I. W. (2019). *Intelligent Water Systems: A Market Report*.
- Berrones, S. S., Mera, D. D., & Guerrero, R. G. (2019). Aproximación teórica a la importancia de la gestión de procesos en las empresas. *Revista de Investigación Formativa: Innovación y Aplicaciones Técnico-Tecnológicas*, 1(1), 8.

- Bertot, J. C., Jaeger, P. T., & Grimes, J. M. (2019a). Promoting Transparency and Accountability Through ICTs, Social Media, and Collaborative e-Government. *Transforming Government: People, Process and Policy*, 13(1), 1-17.
- Bertot, J. C., Jaeger, P. T., & Grimes, J. M. (2019b). Using ICTs to create a culture of transparency: E-government and social media as openness and anti-corruption tools for societies. *Government Information Quarterly*, 27(3), 264-271. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2019.04.001>
- Bovaird, T. (2016). *Public Management and Governance*. Routledge.
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014a). *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. W.W. Norton & Company.
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2017). *Machine, Platform, Crowd: Harnessing Our Digital Future*. W.W. Norton & Company.
- Castro, C., & Lopes, I. C. (2023). E-government as a tool in controlling corruption. *International Journal of Public Administration*, 46(16), 1137-1150.
- Chollet, F. (2018). *Deep Learning with Python*. Manning Publications.
- Chui, M. (2017). Artificial intelligence the next digital frontier. *McKinsey and Company Global Institute*, 47(3.6).
- Davenport, T. H., & Harris, J. G. (2005). Automated Decision Making: The Science of Algorithms and the Art of Knowing When to Trust Them. *Harvard Business Review*.
- Davila, W. A. (2024). *Blockchain la oportunidad de transformación digital en la administración pública del órgano judicial de Bolivia*. *Investigación & Negocios*, 17(30), 28-33.
- Díaz-Calderón, R. R. (2021). *Satisfacción de la implementación de gobierno electrónico: Satisfaction with e-government implementation*. *Revista Ciencia Nor@ndina*, 4(2), 61-69.
- Dunleavy, P., Margetts, H., Bastow, S., & Tinkler, J. (2006). *Digital Era Governance: IT Corporations, the State, and E-Government*. Oxford University Press.
- Dwivedi, Y. K., Hughes, L., Ismagilova, E., Aarts, G., Coombs, C., Crick, T., Duan, Y., Dwivedi, R., Edwards, J., Eirug, A., & others. (2021). Artificial Intelligence (AI): Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy. *International journal of information management*, 57, 101994.
- Eggers, W. D., Schatsky, D., & Viechnicki, P. (2017). *AI-augmented government. Using cognitive technologies to redesign public sector work*. Deloitte.
- Eubanks, V. (2018). *Automating Inequality: How High-Tech Tools Profile, Police, and Punish the Poor*. St. Martin's Press.

- Fernández, A., & López, M. (2020). El impacto de la digitalización en la administración pública: Retos y oportunidades. *Revista de Gestión Pública*, 12(2), 45-58.
- Fiallos, G. (2021). La Correlación de Pearson y el proceso de regresión por el Método de Mínimos Cuadrados. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(3), 2491-2509.
- Gartner, Inc. (2020). *IoT Implementation Costs and Trends*.
- Ghallab, M., Nau, D., & Traverso, P. (2016). *Automated Planning and Acting*. Cambridge University Press.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep Learning*. MIT Press.
- Haenlein, M., & Kaplan, A. (2019). A brief history of artificial intelligence: On the past, present, and future of artificial intelligence. *California management review*, 61(4), 5-14.
- Heaton, J. (2018). *Artificial Intelligence for Humans*. Heaton Research, Inc.
- Helbing, D., Frey, B. S., Gigerenzer, G., Hafen, E., Hagner, M., Hofstetter, Y., Van Den Hoven, J., Zicari, R. V, & Zwitter, A. (2019). Will democracy survive big data and artificial intelligence? *Towards digital enlightenment: Essays on the dark and light sides of the digital revolution*, 73-98.
- Huilcapi, A. G. B., Viteri, H. S., Monserrate, D. L. C., & Masacón, N. Ú. H. (2024). *Modelado y automatización de procesos en la administración pública con Bonita soft: Estudio de caso en la modernización de servicios*. *Journal of Science and Research*, 9(CININGEC-).
- Imbaquingo Cangás, K. D., & Rodríguez Patiño, D. (2021). *El registro de toma de la lectura del consumo de agua y los procesos de cobro en los medidores de la comunidad El Colorado*.
- Issa, H., Sun, T., & Vasarhelyi, M. A. (2016). Research ideas for artificial intelligence in auditing: The formalization of audit and workforce supplementation. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 13(2), 1-20.
- Izaguirre, E. J. D. P. (2017). Gobierno Electrónico: un acercamiento a la realidad ecuatoriana. *INNOVA Research Journal*, 2(8), 141-154.
- Joshi, A., Kale, S., Chandel, S., & Pal, D. K. (2015). Likert scale: Explored and explained. *British Journal of Applied Science & Technology*, 7(4), 396-403. <https://doi.org/10.9734/BJAST/2015/14975>
- Krosnick, J. A., & Presser, S. (2010). *Question and Questionnaire Design*, Vol. 2. Bingley: Emerald Group Publishing Limited.
- Lovelace, R. (2016). Book Review: *The Data Revolution: Big Data, Open Data, Data Infrastructures and Their Consequences*, by Rob Kitchin. *Journal of regional science*, 56(4), 722-723.

- Manyika, J., Chui, M., Brown, B., Bughin, J., Dobbs, R., Roxburgh, C., & Byers, A. H. (2017). Artificial intelligence: The next digital frontier. *McKinsey Global Institute*, 19.
- Marr, B. (2018). *Data Strategy: How to Profit from a World of Big Data, Analytics and the Internet of Things*. Kogan Page Publishers.
- Marr, B. (2020). How artificial intelligence is transforming the public sector. En *Forbes*.
- McKinsey & Company. (2018). *Smart Cities: Digital Solutions for a More Livable Future*.
- Mergel, I., Edelmann, N., & Haug, N. (2019). Defining digital transformation in the public sector: A systematic literature review. *Government Information Quarterly*, 36(4), 101387. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2019.06.002>
- Mikhailov, S. J., Esteve, M., & Campion, A. (2018). Artificial intelligence for the public sector: opportunities and challenges of cross-sector collaboration. *Philosophical transactions of the royal society a: mathematical, physical and engineering sciences*, 376(2128), 20170357.
- Mitchell, T. M. (1997). *Machine Learning*. McGraw-Hill Education.
- Morán-Chilán, J. H., & Chiquito-Reyes, N. J. (2025). *E-Gobierno como herramienta para la gestión eficiente de recursos públicos de la Parroquia la Unión*. *Revista Científica Multidisciplinaria Arbitrada YACHASUN-ISSN: 2697-3456*, 9(16), 429-443.
- Ocaña-Fernández, Y., Valenzuela-Fernández, L. A., Vera-Flores, M. Á., & Rengifo-Lozano, R. A. (2021a). Inteligencia artificial (IA) aplicada a la gestión pública. *Revista Venezolana de Gerencia*, 26(94), 696-707.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (2021). *Recomendación sobre la Ética de la Inteligencia Artificial*. [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380455\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380455_spa)
- Park, D. (2017). A study on conversational public administration service of the Chatbot based on artificial intelligence. *Journal of Korea Multimedia Society*, 20(8), 1347-1356.
- Rangel, M. de J. H., & Hernández, M. L. M. (2019). Desafíos de la información sistematizada y comunicación en el fortalecimiento de organizaciones públicas. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, 25(4), 51-64.
- Reyes, E. (2022). *Metodología de la investigación científica*. Page Publishing Inc.
- Rodríguez, X. E. S., Barahona, C. A. Z., & Villacreses, K. L. S. (2020). La nueva gestión pública: retos y oportunidades. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 5(9), 371-381.
- Russell, S., & Norvig, P. (2016). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (3rd ed.). Pearson.

- Sabani, A. (2021). *Investigating the influence of transparency on the adoption of e-Government in Indonesia*. *Journal of Science and Technology Policy Management*, 12(2), 236-255.
- Samaniego, K. B., Calero, J. G., Bravo, N. F., Campi, C. R., & Rambay, M. P. (2025). *Inteligencia artificial en los sistemas de administración pública: propuesta para el gobierno local: Artificial intelligence in public administration systems: proposal for local government*. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 6(1), 2376-2391.
- Siau, K., & Wang, W. (2018). Building trust in artificial intelligence, machine learning, and robotics. *Cutter business technology journal*, 31(2), 47-53.
- Silver, N. (2012). *The Signal and the Noise: Why So Many Predictions Fail—but Some Don't*. Penguin Press.
- Team Insights. (2022). *La Escala Likert: Qué es y cómo usarla en tus encuestas*. Recuperado de <https://teaminsights.io/es/blog/noticias/la-escala-likert-que-es-y-como-usarla-en-tus-encuestas/>
- Zhou, Z.-H. (2021). *Machine learning*. Springer Nature.
- Zúñiga, P. I. V., Cedeño, R. J. C., & Palacios, I. A. M. (2023). *Metodología de la investigación científica: guía práctica*. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 9723-9762.

## ANEXOS

### Anexo i. Cronograma del trabajo de investigación

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES																		
ACTIVIDADES	OCTUBRE					NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO				
	2024					2024				2024				2025				
	Semanas					Semanas				Semanas				Semanas				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5
PLANTEAMIENTO DEL TEMA	X																	
REVISIÓN DE LITERATURA Y MARCO INTRODUCIÓN	X	X	X															
DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y OBJETIVOS			X	X	X													
DISEÑO METODOLÓGICO						X	X	X	X									
RECOLECCIÓN DE DATOS (ENCUESTAS/ENTREVISTAS)								X	X									
ANÁLISIS DE DATOS									X	X								
VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS										X								
DIAGNOSTICO SITUACIONAL										X	X	X						
ELABORACION DE ESTRATEGIAS DE INTEGRACION DE IA													X	X	X			
EVALUACION DE IMPACTO DEL USO DE IA															X	X		
CONCLUSIONES																	X	
RECOMENDACIONES																	X	
REDACCION INFORME FINAL																X	X	
REVISIÓN Y CORRECCIÓN DEL DOCUMENTO																		X
REFERENCIAS		X	X	X	X													
APÉNDICE		X						X	X									
ENTREGA DEL INFORME FINAL																		X

**Anexo ii. Presupuesto del trabajo de investigación**

Categoría	Descripción	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Costo Total (USD)
Recursos Humanos	Asesor metodológico (parcial)	1	0	0
Tecnología	Laptop de gama media	1	600	600
	Software Open Source (Python, NLTK, TensorFlow, Google Forms)	-	0	0
Servicios Básicos	Internet y consumo eléctrico	4 meses	60	60
Gastos Administrativos	Transporte local para entrevistas y encuestas	5 viajes	15	75
	Gastos de logística para reuniones	3	10	30
Documentación Impresa	Impresión de documentos y análisis	50 copias	2	100
Trabajo de Campo	Aplicación de encuestas y entrevistas a funcionarios y usuarios	30	5	150
<b>TOTAL</b>				<b>1015 USD</b>

### Anexo iii. Fundamentación legal

La fundamentación legal respalda la viabilidad de la implementación de IA en los procesos administrativos de Aguapen E.P., asegurando que su aplicación cumpla con principios de transparencia, eficiencia, protección de datos y gobernanza ética. El cumplimiento de las normativas mencionadas garantizará que la digitalización de los procesos contribuya a una gestión pública moderna, segura y centrada en el ciudadano.

La integración de herramientas de Inteligencia Artificial (IA) en los procesos administrativos de la empresa pública Aguapen E.P. se enmarca dentro de un marco legal que garantice el cumplimiento de normativas nacionales e internacionales en materia de transparencia, protección de datos, eficiencia administrativa y derechos digitales. A continuación, se detallan los principales instrumentos jurídicos que fundamentan la aplicación de la IA en la administración pública:

#### 1. Constitución de la República del Ecuador

La Constitución de Ecuador (Asamblea Nacional, 2008) establece principios fundamentales relacionados con la modernización y digitalización de la gestión pública. En su artículo 85, se establece que las políticas públicas deben diseñarse considerando la eficiencia, calidad y acceso equitativo a los servicios. Además, el artículo 227 señala que la administración pública debe regirse por los principios de eficiencia, eficacia y transparencia, lo que respalda el uso de tecnologías emergentes como la IA para mejorar la gestión de recursos en Aguapen E.P.

#### 2. Código Orgánico Administrativo (COA)

El Código Orgánico Administrativo (2017) regula la organización y funcionamiento de la administración pública en Ecuador. En su artículo 4, menciona el principio de eficacia, indicando que los trámites y procedimientos deben optimizarse para ofrecer un servicio de calidad a los ciudadanos. La integración de IA en los procesos administrativos de Aguapen E.P. responde a esta disposición, permitiendo la automatización de tareas repetitivas, reducción de errores y mejora en la gestión de datos.

### **3. Ley Orgánica de Transparencia y Acceso a la Información Pública (LOTAIP)**

Esta ley establece la obligación de las entidades públicas de proporcionar información accesible y en tiempo real a los ciudadanos (Congreso Nacional, 2004). La IA puede facilitar el acceso a datos relacionados con el consumo de agua potable, la facturación y la gestión de recursos hídricos, fortaleciendo el derecho a la información y la transparencia en los procesos administrativos de Aguapen E.P.

### **4. Ley Orgánica de Protección de Datos Personales (LOPDP)**

Dado que la implementación de IA implica el procesamiento de datos personales de los usuarios, la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales (2021) establece principios clave como el consentimiento informado, la minimización de datos y la seguridad de la información. Su cumplimiento es esencial para garantizar que la IA respete la privacidad y confidencialidad de los datos de los ciudadanos.

### **5. Ley de Comercio Electrónico, Firmas Electrónicas y Mensajes de Datos**

Esta ley regula el uso de tecnologías digitales en el sector público y privado (Congreso Nacional, 2002). Su aplicación en Aguapen E.P. permite validar el uso de IA en procesos automatizados, contratos electrónicos y notificaciones digitales, asegurando la legalidad de los procedimientos administrativos basados en sistemas inteligentes.

### **6. Declaración de Inteligencia Artificial Ética de la UNESCO**

A nivel internacional, la UNESCO (2021) ha establecido principios para la gobernanza ética de la IA, promoviendo su uso responsable en la administración pública. Entre sus directrices se encuentran la equidad, la no discriminación y la transparencia en la toma de decisiones automatizadas. La implementación de IA en Aguapen E.P. debe alinearse con estos principios, garantizando que las soluciones tecnológicas no generen sesgos o afecten derechos fundamentales.

## 7. Agenda Digital Ecuador 2025

El gobierno ecuatoriano ha establecido la Agenda Digital Ecuador 2025, donde se promueve la transformación digital del sector público mediante tecnologías emergentes. En este marco, la IA es una herramienta clave para la modernización de procesos administrativos, mejorando la calidad del servicio y la eficiencia en la gestión del agua potable.

## Anexo iv. Instrumentos de recolección de información

### Encuesta Dirigida a Usuarios de Aguapen E.P.

**Objetivo:** Este cuestionario está diseñado para recolectar datos sobre la percepción de los usuarios de Aguapen E.P. en torno a la calidad del servicio y su disposición a aceptar la tecnología de Inteligencia Artificial (IA) para mejorar el proceso de toma de lectura de medidores de agua potable.

**Instrucciones:**

Por favor, marque la opción que mejor refleje su opinión para cada pregunta. Su participación es fundamental para ayudarnos a mejorar la calidad del servicio público en Aguapen E.P.

#### Parte 1: Calidad del Servicio

1. **¿Qué tan satisfecho(a) está con la precisión de las lecturas del medidor de agua que recibe en su factura mensual?**
  - a) Muy satisfecho
  - b) Satisfecho
  - c) Insatisfecho
  - d) Muy insatisfecho
  
2. **¿Con qué frecuencia ha tenido discrepancias en su factura de agua debido a errores en la lectura del medidor?**
  - a) Nunca
  - b) Raramente (1-2 veces al año)
  - c) A veces (3-4 veces al año)
  - d) Frecuentemente (más de 5 veces al año)
  
3. **¿Cómo calificaría la rapidez con la que Aguapen resuelve las reclamaciones relacionadas con errores en las lecturas de medidores?**
  - a) Muy rápida
  - b) Rápida
  - d) Lenta
  - e) Muy lenta
  
4. **¿Cree que el proceso de toma de lectura de medidores es transparente y accesible para los usuarios?**
  - a) Totalmente de acuerdo
  - b) De acuerdo
  - d) En desacuerdo
  - e) Totalmente en desacuerdo
  
5. **¿Qué tan fácil le resulta entender la información proporcionada en su factura de agua sobre el consumo mensual?**
  - a) Muy fácil
  - b) Fácil
  - d) Difícil
  - e) Muy difícil

*Parte 2: Adopción de Inteligencia Artificial en el Proceso de Lectura de Medidores*

6. **¿Considera que la IA podrá optimizar los recursos y mejorar la sostenibilidad del servicio de Aguapen E.P. a largo plazo?**
  - a) Totalmente de acuerdo
  - b) De acuerdo
  - c) En desacuerdo
  - d) Totalmente en desacuerdo
  
7. **¿Qué tan confiable considera el uso de IA en la sistematización de las lecturas de medidores en comparación con el sistema manual actual?**
  - a) Mucho más confiable
  - b) Más confiable
  - d) Menos confiable
  - e) Mucho menos confiable
  
8. **¿Qué beneficios específicos cree que podría traer la implementación de IA en los procesos de Aguapen? (Puede marcar más de una opción)**
  - a) Mayor precisión en las lecturas de los medidores
  - b) Reducción de errores en la facturación
  - c) Rapidez en la resolución de problemas y reclamaciones
  - d) Transparencia en el acceso a la información de consumo
  - e) Mejor servicio de atención al cliente
  - f) Ahorro de tiempo en los procesos operativos
  
9. **¿Qué tan dispuesto(a) estaría a utilizar un portal en línea o una aplicación basada en IA para consultar en tiempo real el consumo de agua de su medidor?**
  - a) Muy dispuesto
  - b) Dispuesto
  - d) Indispuesto
  - e) Muy indispuesto
  
10. **¿Qué tan probable es que la IA logre reducir el número de reclamaciones por errores en la facturación?**
  - a) Muy probable
  - b) Probable
  - c) Poco probable
  - d) Improbable
  
11. **¿Qué tan eficaz cree que será la IA para agilizar el tiempo de resolución de problemas o reclamaciones relacionados con la factura?**
  - a) Muy eficaz
  - b) Eficaz
  - c) Poco eficaz
  - d) Ineficaz

## Entrevista Dirigida a Funcionarios de Aguapen E.P.

**Objetivo:** Este cuestionario está diseñado para recoger información detallada sobre los problemas actuales en el proceso de toma de lecturas de medidores y explorar la percepción de los funcionarios clave sobre la adopción de IA como una herramienta para mejorar la eficiencia operativa, la transparencia y la calidad del servicio en Aguapen E.P.

### Instrucciones:

Por favor, conteste las preguntas de la entrevista de acuerdo con su conocimiento, y opinión técnica y administrativa del proceso de toma de lecturas de medidores.

### Sección 1: Identificación del Flujo de Trabajo del Proceso de Toma de Lecturas de Medidores

1. ¿En términos de eficiencia operativa, cómo describiría el método actual empleado para la toma de lectura de los medidores de agua?
2. ¿En el proceso de toma de lecturas, cuáles son las principales fases del flujo de trabajo?
3. Actualmente, ¿qué herramientas tecnológicas se utilizan para registrar los datos de consumo?
4. ¿De qué manera se verifican y validan las lecturas obtenidas de los medidores?
5. ¿Cuánto tiempo se necesita para finalizar el proceso completo de toma de lecturas, desde la recolección de datos hasta el registro en el sistema?
6. ¿De qué forma se administra actualmente la transparencia en el proceso de facturación del consumo de agua a partir de las lecturas de los medidores?

### Sección 2: Problemas Actuales en el Proceso de Toma de Lecturas de Medidores

7. ¿Qué tan frecuente es la aparición de errores humanos en el proceso de toma de lecturas?
8. ¿Existen situaciones en las que sea necesario realizar revisiones o correcciones manuales de los datos de los medidores?
9. ¿Cuáles son los principales problemas que enfrenta el equipo durante el proceso de adquisición y procesamiento de datos de la toma de lecturas de medidores?
10. ¿Cuáles son los tipos de errores que suelen presentarse durante el proceso de toma de lectura de medidores, y cómo son resueltos?
11. ¿Considera que el sistema actual para la toma de lecturas de medidores es preciso?, Si no es preciso, ¿qué factores contribuyen a la falta de precisión?
12. ¿Cuál es la duración actual requerida para resolver los reclamos de los usuarios relacionados con errores en la lectura de medidores?, Además, ¿Qué medidas se aplican para evitar estos reclamos?

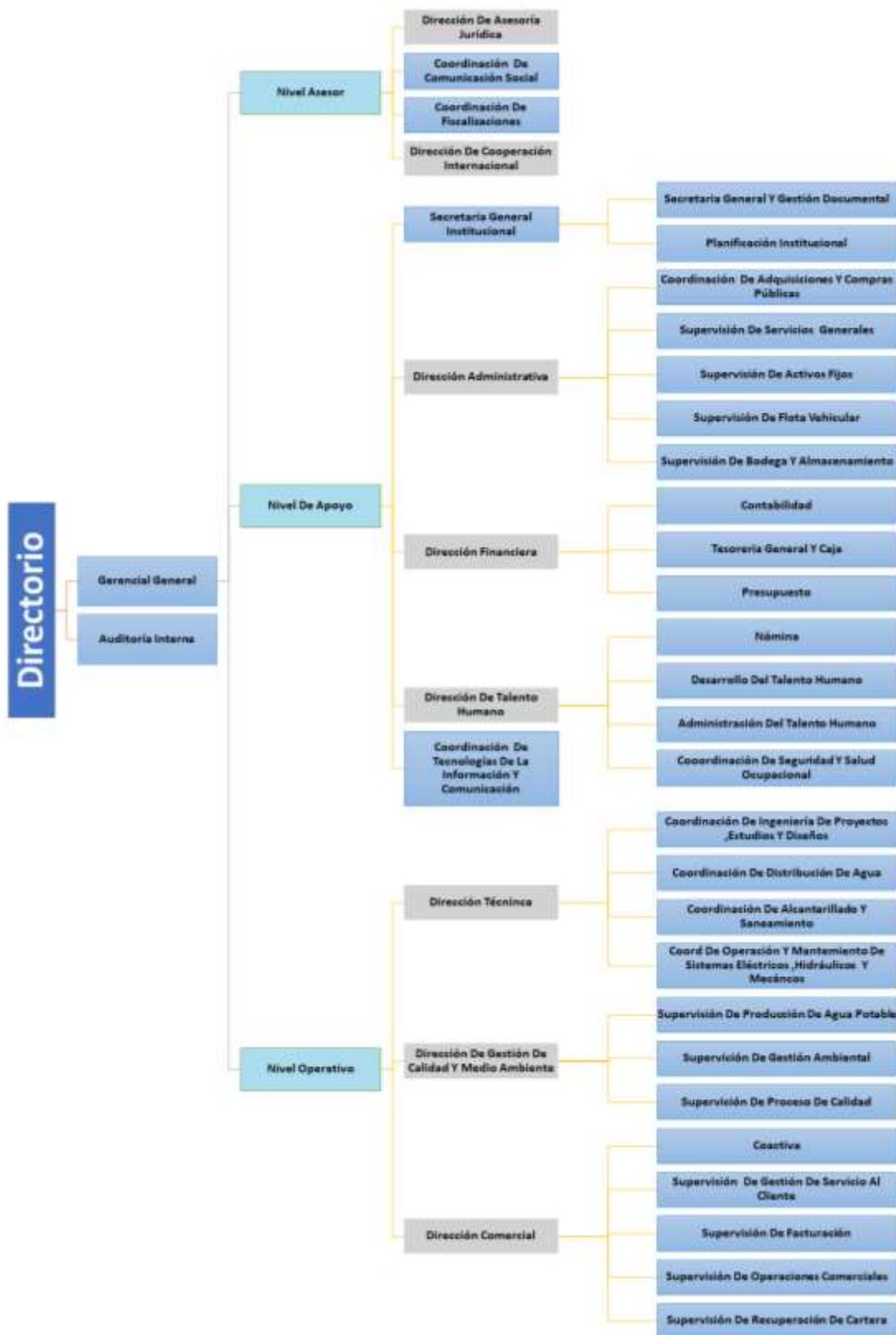
*Sección 3: Percepción de la Adopción de IA para Mejorar el Proceso*

13. ¿Qué conoce o ha escuchado sobre tecnologías basadas en Inteligencia Artificial (IA) para implementar en el proceso de toma de lecturas de medidores de agua?, ¿Ha tenido experiencia previa con IA en otros procesos?
14. ¿Considera que la IA puede resolver algunos de los problemas actuales asociados con el proceso de toma de lecturas de medidores?, Además, ¿Qué tipo de problemas cree que serían los más fáciles de solucionar aplicando la IA?
15. Desde su punto de vista, ¿de qué manera la IA podría mejorar la precisión en la toma de lecturas de los medidores?
16. ¿De qué forma cree que la integración de herramientas de IA impactaría en la eficiencia operativa del proceso de lecturas de medidores?
17. ¿Considera que la IA podría mejorar la transparencia en la facturación y en el acceso a la información por parte de los usuarios?
18. ¿Cree usted, que la implementación de IA cambiará la forma en que los usuarios interactúan con el sistema de lectura de medidores?, Además, ¿Considera que los usuarios pueden tener una mejor experiencia?

*Sección 4: Recomendaciones para la Implementación de IA*

19. ¿Cuáles considera que son los principales problemas en la implementación de tecnologías basadas en IA?
20. ¿Qué tipo de capacitación requiere el equipo actual para el uso e implementación exitosa de herramientas de IA?
21. Desde su punto de vista, ¿qué beneficios a largo plazo implica la implementación de herramientas de IA en el proceso de toma de lectura de medidores?

**Anexo v. Organigrama estructural de la empresa pública de agua potable Aguapen E.P.**



## Anexo vi. Código fuente del cálculo automático de la correlación de Pearson

```

# Reimportar librerías tras el reinicio
from scipy.stats import pearsonr
import pandas as pd

# Simulación de datos basados en los resultados de las preguntas
# Asignando valores ordinales para correlaciones:
# Totalmente de acuerdo = 5, De acuerdo = 4, En desacuerdo = 2, Totalmente en
desacuerdo = 1

# Datos de la pregunta 6 (IA - variable independiente)
integracion_ia = [5]*70 + [4]*50 + [2]*20 + [1]*10

# Pregunta 1 (Eficiencia Operativa)
eficiencia_operativa = [4]*60 + [5]*40 + [2]*30 + [1]*20

# Pregunta 4 (Transparencia)
transparencia = [4]*60 + [5]*50 + [2]*25 + [1]*15

# Pregunta 5 (Calidad del Servicio)
calidad_servicio = [4]*55 + [5]*45 + [2]*35 + [1]*15

# Calcular correlaciones de Pearson
corr_eficiencia, p_eficiencia = pearsonr(integracion_ia, eficiencia_operativa)
corr_transparencia, p_transparencia = pearsonr(integracion_ia, transparencia)
corr_calidad, p_calidad = pearsonr(integracion_ia, calidad_servicio)

# Resultados resumen
resultados_correlacion = pd.DataFrame({
    "Variable Dependiente": ["Eficiencia Operativa", "Transparencia", "Calidad del
Servicio"],
    "Coeficiente de Correlación (r)": [corr_eficiencia, corr_transparencia, corr_calidad],
    "P-valor": [p_eficiencia, p_transparencia, p_calidad]
})

import ace_tools as tools; tools.display_dataframe_to_user(name="Resultados
Correlación de Pearson", dataframe=resultados_correlacion)

resultados_correlacion

```