

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**IDENTIFICACIÓN DE LA PERCEPCIÓN DE LOS
INGENIEROS CIVILES SOBRE EL DESARROLLO Y
ADOPCIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA
OBRAS PÚBLICAS**

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

ELABORADO POR

YULA INCA CARLOS CIRO

ID: 0009-0003-7304-6800

ASESOR

Mag. OSCAR GUILLERMO MIRANDA HOSPINAL

ID: 0000-0002-0949-5295

LIMA- PERÚ

2025

© 2025, Universidad Nacional de Ingeniería. Todos los derechos reservados

**“El autor autoriza a la UNI a reproducir de la Tesis en su totalidad o en parte,
con fines estrictamente académicos.”**

Yula Inca, Carlos Ciro

cyulai@uni.pe

932587295

DEDICATORIA

A mi madre y padre

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres que siempre me han brindado su apoyo incondicional para poder cumplir todos mis objetivos personales y académicos.

A mi tutor por brindarme su guía y consejos; por su dedicación y paciencia que permitieron este anhelado logro.

A la Universidad Nacional de Ingeniería haberme forjado con la exigencia académica que requiere esta profesión.

ÍNDICE

RESUMEN	8
ABSTRACT	9
PRÓLOGO	10
LISTA DE TABLAS	11
LISTA DE FIGURAS	13
LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS	14
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	16
1.1 Generalidades	16
1.2 Descripción del problema de investigación	16
1.3 Problemas del estudio	19
1.3.1 Problema general	19
1.3.2 Problemas específicos	19
1.4 Objetivos del estudio	19
1.4.1 Objetivo general	19
1.4.2 Objetivos específicos	20
1.5 Hipótesis	20
1.5.1 Hipótesis general	20
1.5.2 Hipótesis específicas	21
1.6 Matriz de consistencia y operacionalidad	21
1.7 Marco metodológico	23
1.7.1 Tipo de investigación	23
1.7.2 Nivel de investigación	24
1.7.3 Diseño de investigación	24
1.7.4 Idoneidad del diseño	24
1.7.5 Enfoque de investigación	25
1.7.6 Población, muestra y muestreo	25
1.8 Antecedentes investigativos	25
1.8.1 Antecedentes nacionales	25
1.8.2 Antecedentes internacionales	27
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	31
2.1 Inteligencia artificial	31
2.1.1 Toma de decisiones en la obra pública	32

2.1.2 Big Data	32
2.1.3 Aprendizaje automático.....	33
2.1.4 Aprendizaje profundo	34
2.2 La obra pública	35
2.2.1 Etapas de la obra pública	35
2.2.2 Funciones de la obra pública	38
2.2.3 Transparencia en la obra pública	39
2.2.4 Racionalidad en la obra pública	40
2.3 Inteligencia artificial en la obra pública	40
2.3.1 Marco normativo para la adopción de la obra pública en el Perú.....	41
CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	43
3.1 Estado del arte de la inteligencia artificial.....	43
3.1.1 Evolución de la inteligencia artificial y su introducción a las principales aplicaciones.....	43
3.1.2 ¿Cómo es el escenario?.....	45
3.1.3 ¿Cuál es el problema?	45
3.1.4 ¿Qué variables causan el problema?	46
3.1.5 ¿Con que técnicas se solucionan las causas significativas del problema?.....	48
3.1.6 ¿Cuál es el modelo de solución?	50
3.1.7 ¿Cuáles son los pasos específicos de desarrollo de solución?	52
3.1.7 ¿La solución funciona?	53
3.1.8 ¿Qué tan bien funciona?	54
3.1.9 ¿Qué repercusiones tiene aplicar la solución?	55
3.2 Revisión de la literatura del potencial de la Inteligencia Artificial en el monitoreo de la transparencia y racionalidad en las unidades ejecutoras de la obra pública.	57
3.2.1 Unidades ejecutoras de la obra pública peruana	57
3.2.2 Avances tecnológicos en la medición de la transparencia en proyectos de construcción.....	59
3.2.3 Desarrollo de sistemas en base a la IA para el monitoreo de la racionalidad en la obra pública.....	59
3.2.4 Funciones de monitoreo mediante IA en la obra pública.....	60
3.2.5 Funciones de la obra pública afectadas por la IA	61
3.2.6 Infraestructura tecnológica en el Perú para sistemas de IA	61
3.2.7 Desarrollo digital y normativo para sistemas de IA en la obra pública.....	62
3.2.8 Percepción de la implementación de la IA en el monitoreo de la transparencia y racionalidad en la obra pública.	63

3.2.9 Relación con el estado del arte	63
3.3 Diseño de cuestionario para ingenieros civiles	64
3.3.1 Diseño de instrumento de medición	64
3.3.2 Proceso de recolección de datos	71
3.3.3 Análisis estadístico	72
3.3.4 Limitaciones de la investigación	73
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	76
4.1 Análisis del perfil de los ingenieros civiles encuestados	77
4.1.1 Datos demográficos	77
4.1.2 Herramientas tecnológicas de los ingenieros civiles	78
4.1.3 Experiencia profesional en obra pública	79
4.1.4 Relación entre experiencia y sector en la obra pública	80
4.2 Análisis de las percepciones	81
4.3 Análisis expectativas	85
4.4 Análisis de retos y oportunidades	89
4.5 Análisis estadístico de las variables	92
4.5.1 Creación de variables de estudio	92
4.5.2 Análisis de correlación lineal entre las variables de estudio	106
4.6 Discusión de resultados	108
4.6.1 Presentación de hallazgos	108
4.6.2 Contrastación con la literatura existente	112
CONCLUSIONES	114
Conclusiones sobre la identificación de la percepción de los ingenieros civiles sobre el desarrollo y adopción de la Inteligencia Artificial, específicamente para monitorear la transparencia y racionalidad en la obra pública:	117
RECOMENDACIONES	120
Estrategias para la implementación de la IA en la obra pública	120
Nuevas profesiones y funciones en la obra pública apoyadas en la IA	120
Limitaciones del estudio y posibles sesgos	120
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	121
ANEXOS	127

RESUMEN

La investigación realizada se enfoca en explorar el impacto de la inteligencia artificial (IA) en la transparencia y racionalidad de la obra pública. La introducción destaca la relevancia de explorar estos aspectos en un contexto donde la corrupción y la ineficiencia en la gestión de proyectos de infraestructura son desafíos significativos. El objetivo principal de la tesis es analizar cómo la implementación de la IA puede contribuir a mejorar la gestión y control de las obras públicas, con el propósito de aumentar la eficiencia en obra pública, sector que es crucial para el desarrollo del país.

Para lograr este objetivo, se diseñaron y llevaron a cabo la aplicación de cuestionarios a ingenieros civiles, con el fin de medir sus percepciones, en relación con la transparencia y racionalidad en las obras públicas. Además, se empleó un enfoque metodológico que combinó técnicas descriptivas e inferenciales, así como modelos de regresión lineal para analizar la relación entre variables independientes (percepciones, expectativas, retos y oportunidades) y variables dependientes (transparencia y racionalidad).

Los resultados obtenidos revelaron que la implementación de la inteligencia artificial tiene el potencial de impactar significativamente en la mejora de la transparencia y racionalidad en las obras públicas. Se identificaron factores clave que influyen en la percepción de los profesionales del sector, destacando la importancia de la confiabilidad de los datos y la validación de constructos para garantizar la eficacia de las medidas implementadas.

Palabras clave: Obra Pública, Inteligencia artificial, racionalidad, transparencia.

ABSTRACT

The research carried out focuses on exploring the impact of artificial intelligence (AI) on the transparency and rationality of public works. The introduction highlights the relevance of exploring these aspects in a context where corruption and inefficiency in the management of infrastructure projects are significant challenges. The main objective of the thesis is to analyze how the implementation of AI can contribute to improving the management and control of public works, with the purpose of increasing efficiency in public works, a sector that is crucial for the development of the country.

To achieve this objective, questionnaires were designed and carried out to civil engineers, in order to measure their perceptions in relation to transparency and rationality in public works. Furthermore, a methodological approach was used that combined descriptive and inferential techniques, as well as linear regression models to analyze the relationship between independent variables (perceptions, expectations, challenges and opportunities) and dependent variables (transparency and rationality).

The results obtained revealed that the implementation of artificial intelligence has the potential to significantly impact the improvement of transparency and rationality in public works. Key factors that influence the perception of professionals in the sector were identified, highlighting the importance of data reliability and construct validation to guarantee the effectiveness of the implemented measures.

Keywords: Public Works, Artificial Intelligence, rationality, transparency.

PRÓLOGO

La integración de la inteligencia artificial en la gestión de obras públicas representa un avance significativo en la ingeniería civil. Este estudio se adentra en el potencial transformador de la IA para mejorar la transparencia y racionalidad en proyectos de infraestructura, abordando desafíos clave respecto a la transparencia y racionalidad en las obras públicas. Este estudio aporta conocimientos valiosos a tener en cuenta para los ingenieros civiles y profesionales a cargo de obras públicas que más adelante se enfrentaran al uso responsable y eficaz de la inteligencia artificial para combatir la corrupción en el sector de las obras públicas.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Matriz de consistencia y operacionalización.	22
Tabla 2 Gestión de proyectos de inversión pública.....	47
Tabla 3 Fases de implementación de la inteligencia artificial en la gestión pública.	52
Tabla 4 Alcance de la nueva normativa para sistemas estatales de control sistematizados.	56
Tabla 5 Pregunta N°.1 Dimensión Percepciones de los ingenieros civiles.....	66
Tabla 6 Pregunta N°.2 Dimensión Percepciones de los ingenieros civiles.....	66
Tabla 7 Pregunta N°.3 Dimensión Percepciones de los ingenieros civiles.....	67
Tabla 8 Pregunta N°.4 Dimensión Expectativa de los ingenieros civiles.	68
Tabla 9 Pregunta N°.5 Dimensión Expectativa de los ingenieros civiles.	68
Tabla 10 Pregunta N°.6 Dimensión Expectativa de los ingenieros civiles.	69
Tabla 11 Pregunta N°.7 Dimensión Retos y Oportunidades de los ingenieros civiles.....	70
Tabla 12 Pregunta N°.8 Dimensión Retos y Oportunidades de los ingenieros civiles.....	71
Tabla 13 Género de los ingenieros civiles encuestados.	77
Tabla 14 Edad de los ingenieros civiles encuestados.....	78
Tabla 15 Nivel de manejo de herramientas tecnológicas.	78
Tabla 16 Rango de años de experiencia profesional en obras públicas.	79
Tabla 17 Sector de experiencia de la obra pública.	79
Tabla 18 Resultados de la encuesta a la pregunta N.º1.	81
Tabla 19 Resultados de la encuesta a la pregunta N.º2.	82
Tabla 20 Resultados de la encuesta a la pregunta N.º3.	84
Tabla 21 Dimensión de la variable independiente Percepciones.	93
Tabla 22 Confiabilidad del alfa de Cronbach.	94
Tabla 23 Escala: ¿Hasta qué punto estás de acuerdo con las siguientes ideas respecto a la inteligencia artificial?	95
Tabla 24 Escala: ¿En qué medida está de acuerdo que su función apoyada parcialmente con la inteligencia artificial haría más racional la toma de decisiones en la obra pública?	95
Tabla 25 Escala: ¿En qué medida está de acuerdo que las distintas etapas de la obra pública monitoreadas por la IA serían más transparentes?.....	95
Tabla 26 Validez de las subdimensiones y prueba de significancia.	96

Tabla 27 Dimensión de la variable independiente Expectativas.	98
Tabla 28 Validez de las subdimensiones y prueba de significancia.	98
Tabla 29 Dimensión de la variable independiente Retos y oportunidades.	100
Tabla 30 Validez de las subdimensiones y prueba de significancia.	101
Tabla 31 Dimensión de la variable dependiente Transparencia.	102
Tabla 32 Validez de las subdimensiones y prueba de significancia.	102
Tabla 33 Dimensión de la variable dependiente Racionalidad.	103
Tabla 34 Validez de las subdimensiones y prueba de significancia.	104
Tabla 35 Prueba de KMO y Bartlett.	105
Tabla 36 Análisis factorial - Comulidades.	106
Tabla 37 Prueba de normalidad para las variables de estudio estandarizadas.	106
Tabla 38 Correlación lineal entre variables independientes y dependientes.	107

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Modelo de optimización de la inteligencia artificial en la gestión de proyectos de inversión pública.....	51
Figura 2. Resultados de la encuesta a la pregunta N.º4.....	85
Figura 3. Resultados de la encuesta a la pregunta N.º5.....	87
Figura 4. Resultados de la encuesta a la pregunta N.º6.....	88
Figura 5. Resultados de la encuesta a la pregunta N.º7.....	90
Figura 6. Resultados de la encuesta a la pregunta N.º8.....	91
Figura 7. Relación de variable independiente y dependiente.	92
Figura 8. Variable Percepciones estandarizada.	97
Figura 9. Variable Expectativa estandarizada.	99
Figura 10. Variable Retos y oportunidades estandarizada.	101
Figura 11. Variable Transparencia estandarizada.	103
Figura 12. Variable Racionalidad estandarizada.	105

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

BIM	:	Building Information Modeling o Modelado de Información de Construcción.
CAF	:	Banco de Desarrollo de América Latina y El Caribe.
CEO	:	Chief Executive Officer o Director Ejecutivo.
CGR	:	Contraloría General de la República del Perú.
CIP	:	Colegio de Ingenieros del Perú.
D.S.	:	Decreto Supremo.
ERP	:	Enterprise Resource Planning o Sistema de Planificación de Recursos Empresariales.
FMI	:	Fondo Monetario Internacional.
H0	:	Hipótesis Nula.
Ha	:	Hipótesis Alterna.
IA	:	Inteligencia Artificial.
ILIA	:	Índice Latinoamericano de Inteligencia Artificial.
KMO	:	Kaiser-Meyer-Olkin.
KONEPS	:	Korea ON-line E-Procurement System o Sistema de Contratación Online de Corea.
NYC	:	New York City o Ciudad de Nueva York.
OCDE	:	Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico.
OSCE	:	Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado.
PCM	:	Presidencia del Consejo de Ministros.
PPS	:	Public Procurement Service o Servicio de Contratación Pública.
SATAN	:	Security Administrator Tool for Analyzing Network o Herramienta de Administrador de Seguridad para Analizar la Red.
SGP	:	Secretaría de Gestión Pública.
SNIP	:	Sistema Nacional de Inversión Pública.

TIC	:	Tecnologías de Información y Comunicación.
UE	:	Unión Europea.
UPN	:	Universidad Privada del Norte.
UTAUT	:	Unified Theory of Acceptance and Use of Technology o Teoría Unificada de Aceptación y Uso de la Tecnología.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 Generalidades

En la actualidad el uso de la inteligencia artificial como tecnologías emergentes en desarrollo ha permitido una mejora continua en los procesos industriales, económicos y de control, debido a que los automatiza generando un mayor rendimiento y un ahorro de tiempo, además la Inteligencia Artificial conducirá a un nuevo nivel de informática en el que los sistemas tendrán la capacidad de actuar como agentes autónomos y aprender de forma independiente para interactuar con los ciudadanos (Valle Cruz et al., 2016). Se exploran los temas más importantes para llevar a cabo la investigación sobre la implementación y adopción de la IA el monitoreo de las obras públicas.

La corrupción, un desafío global que amenaza el desarrollo económico, la estabilidad política y la justicia social, ha sido identificada como una enfermedad crónica que afecta a numerosos países (Kayrak, 2008; Petheran, 2019). La adopción de tecnologías de la Información y Comunicación puede suponer una oportunidad para luchar contra ésta y otras malas prácticas, siendo la Inteligencia Artificial (IA) uno de los elementos más novedosos al respecto (Adam & Fazekas, 2021; López-Iturriaga & Sanz, 2017). Al aumentar la transparencia, detectar anomalías financieras, realizar evaluaciones de riesgos predictivas y respaldar la protección del denunciante, la IA emerge como una herramienta multifacética (Köbis, Starke, & Rahwan, 2022).

Estas aplicaciones no solo tienen el potencial de ofrecer un enfoque proactivo para prevenir la corrupción, sino que también aseguran la rendición de cuentas y permiten una asignación de recursos eficiente, marcando así el potencial transformador de la IA en la gobernanza (Adobor & Yawson, 2023). Esta investigación estudia los impactos de la IA en la transparencia y racionalidad de una de las áreas con implicaciones más serias para el desarrollo de los países, debido a que conllevan la elección de proyectos inapropiados, precios altos, baja calidad de infraestructura, tiempo y costo excesivo, mantenimiento inadecuado y baja rentabilidad; el sector de la obra pública (Wells, 2015).

1.2 Descripción del problema de investigación

La falta de transparencia y racionalidad es un problema que afecta a los estados de todo el mundo. A nivel global se estima que, si se hiciera un esfuerzo por controlar la corrupción, los estados tendrían un ingreso adicional de 1 billón

de dólares en recaudación anual; se recomienda que para frenar la corrupción se debería de dar transparencia en diversas áreas de un gobierno, realizar auditorías internas y externas, y reducir las interacciones cara a cara entre funcionarios y contribuyentes mediante la digitalización de procesos (FMI, 2019). Esta problemática envuelve a toda ejecución presupuestal cuya gran incidencia de este gasto se da en la obra pública.

La transparencia y la corrupción están relacionadas entre sí, y son inversamente proporcionales. Cuando se limita la divulgación de información, se crea un escenario de opacidad donde la corrupción prospera (Cristancho, 2017). Mediante el uso de la tecnología, los gobiernos tienen una herramienta importante que potencialmente puede dar mayor transparencia y eficiencia y, al mismo tiempo, reducir la corrupción (Valle-Cruz et al., 2016).

En el campo de las tecnologías emergentes tecnológico, la Inteligencia Artificial (IA) se asocia a aquellas ciencias computacionales con capacidad para automatizar actividades, realizar operaciones como el aprendizaje y la toma de decisiones, y evolucionar con o sin la intervención humana (Castro y New, 2016).

En la actualidad la IA marca la pauta de los avances de tecnologías emergente en organizaciones de diversos tamaños, situación que se puede adaptar a los sistemas de gobiernos. Al existente proceso de automatización, las empresas públicas y privadas, deben complementar con la digitalización integral toda su cadena de valor y procesos mediante la implantación de nuevas metodologías de trabajo, software inteligente y sensores (Tume-Fuentes, M.G., 2022).

En América Latina, la corrupción se presenta como uno de los problemas más preocupantes, problema que parece ser inherente a los países en desarrollo (Transparency International, 2022). De entre las distintas actividades a las que afecta la corrupción, la principal actividad es la licitación pública (OCDE, 2011). La corrupción, así como otros problemas sociales endémicos de nuestra sociedad, podría ser mitigada con mecanismos tecnológicos que ayuden a monitorear, controlar y gestionar los procesos de una manera más racional y transparente (Transparency International, 2022).

A nivel local, en Perú, la Contraloría General indicó que para el año 2019 las pérdidas por corrupción e inconducta ascendieron a 23,297 millones de soles; para el año 2020, a 22,059 millones de soles (El Peruano, 2021); y para el año

2021, a 24,263 millones de soles. Además, para el año 2021, esas pérdidas equivalían a 13.6% del presupuesto nacional (CGR, 2022).

La implementación de la Inteligencia Artificial (IA) en el sector público peruano promete transformaciones significativas, aunque enfrenta varios desafíos cruciales. La falta de intercambio de datos entre entidades gubernamentales, debido a la fragmentación de la información y las limitaciones legales, obstaculiza la creación de conjuntos de datos completos y fiables para el desarrollo de modelos de IA robustos. Además, la escasez de recursos humanos y financieros adecuados, junto con una cultura de aversión al riesgo, dificulta la adopción efectiva de la IA (Álvarez Ochoa, 2022). La modernización tecnológica por medio de una correcta implementación y buen uso de la IA ofrecería al sector público beneficios como menor tiempo en el procesamiento de datos y documentos, además de agilizar la gestión documental interna, los procesos administrativos, y servir de herramienta para tomar mejores decisiones. (Valero, 2019). Por otra parte, con un buen uso de la IA existe el potencial de poder monitorear y medir la transparencia en las obras públicas en sus diversas etapas, desde la adjudicación de contratos hasta la solución de controversias. Esta tecnología en los gobiernos representa una herramienta importante que potencialmente puede mejorar las percepciones de los ciudadanos sobre la transparencia y la eficiencia y, al mismo tiempo, reducir la corrupción. Cabe mencionar que el estudio de la corrupción está estrechamente relacionado con el estudio de la transparencia (Valle-Cruz et al., 2016).

En los últimos 5 años, cada vez más países y organismos multilaterales han decidido impulsar la IA a través del diseño y ejecución de planes, estrategias y agendas nacionales. Esta tendencia ofrece a Perú la oportunidad de avanzar en el desarrollo de esta tecnología, por tal motivo el Gobierno ha propuesto la Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial (ENIA) para el periodo 2021-2026, que trabaja con los siguientes ejes estratégicos y sus respectivos objetivos: situar al Perú como un país que potencia su talento humano en todos los niveles educativos para la investigación, desarrollo y usos de la inteligencia artificial en el país, liderar a nivel regional la investigación, publicación científica y publicación de patentes en IA en sectores claves del país, mejorar la infraestructura local para la investigación y el desarrollo de la IA, impulsar la integración de la infraestructura local, ser líder regional en la publicación de datos abiertos, y publicación de datos

sobre distintos temas como por ejemplo la biodiversidad (Gobierno del Perú ,2022).

Por tanto, la presente tesis hará una revisión de distintos trabajos académicos (tesis, publicaciones, entre otros) y realizará una encuesta a los profesionales a los que esta investigación se enfoca (ingenieros civiles); con el objetivo de identificar la percepción que tienen los ingenieros civiles frente al desarrollo y adopción de la IA como herramienta para medir la transparencia y racionalidad en las obras públicas peruanas.

1.3 Problemas del estudio

1.3.1 Problema general

¿Cómo perciben los ingenieros civiles la implementación de la Inteligencia Artificial en el monitoreo de las unidades ejecutoras de obras públicas y su impacto en los niveles de transparencia y racionalidad en la toma de decisiones, considerando el contexto local?

1.3.2 Problemas específicos

- ¿Cuál es el estado actual de la Inteligencia Artificial en la medición y evaluación de la transparencia y racionalidad en las unidades ejecutoras de obras públicas?
- ¿Qué potencial tiene la Inteligencia Artificial para mejorar la transparencia y racionalidad en la toma de decisiones de las unidades ejecutoras de obras públicas?
- ¿Cuáles son las percepciones y actitudes de los ingenieros civiles peruanos respecto al uso de la Inteligencia Artificial para el monitoreo de la transparencia y racionalidad en las obras públicas?

1.4 Objetivos del estudio

1.4.1 Objetivo general

- Identificar la percepción de los ingenieros civiles sobre el desarrollo y la adopción de la IA en el monitoreo de la obra pública, así como su impacto en los niveles de transparencia y racionalidad.

El contexto de la obra pública de los objetivos de esta investigación es en relación a la obra pública peruana.

1.4.2 Objetivos específicos

- Elaborar el estado del arte de la Inteligencia Artificial enfocándose en su potencial para impactar en los niveles de transparencia y racionalidad de las unidades ejecutoras de obras públicas, para definir los aspectos de mayor relevancia en el contexto local.
- Analizar el potencial de la Inteligencia Artificial en la medición y monitoreo de las unidades ejecutoras en las obras públicas.
- Realizar una encuesta y analizar los resultados, para identificar la percepción de los ingenieros civiles respecto al monitoreo de la obra pública, por medio de la Inteligencia Artificial (IA) en las obras públicas y el impacto en los niveles de transparencia y racionalidad.

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis general

- El monitoreo de las unidades ejecutoras en el desarrollo de la obra pública, mediante la IA, hará más transparente y racional los resultados, por la menor intervención humana en la toma de decisiones.

Para la verificación de esta hipótesis, se diseñó un instrumento de recolección de datos, como un cuestionario estructurado, que permita evaluar la percepción de los ingenieros civiles respecto al desarrollo y adopción de la Inteligencia Artificial (IA) como herramienta para mejorar la transparencia y racionalidad en las obras públicas peruanas. Además, se emplearán técnicas estadísticas para analizar los datos recopilados y determinar si existe una percepción positiva significativa entre los participantes. De esta manera, se estableció un marco metodológico riguroso para evaluar de manera objetiva la percepción de los ingenieros civiles, lo que proporcionará evidencia empírica para verificar la hipótesis planteada.

En caso de que la percepción de los ingenieros civiles acerca del uso de la IA en las obras públicas sea positiva, promoverá el desarrollo y adopción de esta herramienta en las obras públicas de forma rápida (sin la necesidad de hacer cambios graduales que tengan resultados a largo plazo), puesto que los

profesionales estarían a favor del uso de esta tecnología reconociendo la importancia de sus beneficios, como una mayor transparencia en los procesos, mayor agilidad al gestionar documentos, mayor apoyo en la toma de decisiones, entre otros.

1.5.2 Hipótesis específicas

- Al realizar un análisis exhaustivo del estado actual de la Inteligencia Artificial en la medición y evaluación de la transparencia y racionalidad en las unidades ejecutoras de obras públicas, se obtendrá una base sólida que permita comprender la evolución y las teorías que sustentan esta tecnología y su potencial aplicación en obras públicas.
- La implementación de la Inteligencia Artificial en la medición y monitoreo de la transparencia y racionalidad en las unidades ejecutoras de obras públicas tiene el potencial de generar beneficios significativos, incluyendo una mayor eficiencia en la toma de decisiones, una mejor asignación de recursos y un aumento en la confianza pública.
- La encuesta a ingenieros civiles peruanos sobre el uso de la Inteligencia Artificial para el monitoreo de la transparencia y racionalidad en las obras públicas proporcionará información valiosa sobre las percepciones y actitudes de este grupo profesional, permitiendo identificar posibles resistencias o preocupaciones, así como oportunidades para fomentar la adopción de esta tecnología.

La validación de las hipótesis se realiza por medio de un procesamiento estadísticos de los resultados de las encuestas que permite medir la percepción de los ingenieros civiles respecto al monitoreo de la transparencia y racionalidad, por medio de la IA, en las obras públicas.

1.6 Matriz de consistencia y operacionalidad

De la sección 1.3 a la sección 1.5 se desarrollaron los problemas, objetivos e hipótesis de esta investigación; a continuación, se muestra la Tabla 1, que sintetiza esa información en la matriz de consistencia. La Tabla 1 muestra la matriz de operacionalización de las variables, sus dimensiones y sus indicadores.

Tabla 1

Matriz de consistencia y operacionalización.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	OPERACIONALIZACIÓN			METODOLOGÍA
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable independiente	Dimensiones	Indicadores	Tipo de investigación: Cuantitativa Nivel de investigación: Descriptivo Diseño de investigación: Exploratorio No-Experimental Población: Ingenieros civiles con experiencia en obras públicas Muestra: 267 ingenieros civiles Muestreo: No probabilístico
¿Cómo perciben los ingenieros civiles la implementación de la Inteligencia Artificial en el monitoreo de las unidades ejecutoras de obras públicas impactará en los niveles de transparencia y racionalidad en la toma de decisiones, considerando el contexto local?	Elaborar el estado del arte de la Inteligencia Artificial y una encuesta a ingenieros con experiencia en obras públicas enfocándose en su potencial para impactar en los niveles de transparencia y racionalidad de las unidades ejecutoras de obras públicas, para definir los aspectos de mayor relevancia en el contexto local.	El monitoreo de las unidades ejecutoras en el desarrollo de la obra pública, mediante la IA, hará más transparente y racional los resultados, por la menor intervención humana en la toma de decisiones.	VI: Percepciones, Expectativas, Retos y oportunidades de ingenieros civiles	Datos generales	Nivel de experiencia	
				Percepciones	Nivel de percepciones	
				Expectativas	Nivel de expectativas	
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	Variable dependiente	Dimensiones	Indicadores	
¿Cuál es el estado actual de la Inteligencia Artificial en la medición y evaluación de la transparencia y racionalidad en las unidades ejecutoras de obras públicas?	Elaborar el estado del arte de la Inteligencia Artificial enfocándose en su potencial para impactar en los niveles de transparencia y racionalidad de las unidades ejecutoras de obras públicas, para definir los aspectos de mayor relevancia en el contexto local.	Al realizar un análisis exhaustivo del estado actual de la Inteligencia Artificial en la medición y evaluación de la transparencia y racionalidad en las unidades ejecutoras de obras públicas, se obtendrá una base sólida que permita comprender la evolución y las teorías que sustentan esta tecnología y su potencial aplicación en obras públicas.	VD: Transparencia y racionalidad en la obra pública	Implementación de la inteligencia artificial en la obra pública peruana	Nivel de aceptación de la IA en la obra pública	
¿Qué potencial tiene la Inteligencia Artificial para mejorar la transparencia y racionalidad en la toma de decisiones de las unidades ejecutoras de obras públicas?	Analizar el potencial de la Inteligencia Artificial en la medición y monitoreo de las unidades ejecutoras en las obras públicas.	La implementación de la Inteligencia Artificial en la medición y monitoreo de la transparencia y racionalidad en las unidades ejecutoras de obras públicas tiene el potencial de generar beneficios significativos, incluyendo una mayor eficiencia en la toma de decisiones, una mejor asignación de recursos y un aumento en la confianza pública.		Transparencia	Nivel de impacto de la transparencia en la obra pública	
¿Cuáles son las percepciones y actitudes de los ingenieros civiles peruanos respecto al uso de la Inteligencia Artificial para el monitoreo de la transparencia y racionalidad en las obras públicas?	Realizar una encuesta y analizar los resultados, para identificar la percepción de los ingenieros civiles respecto al monitoreo de la obra pública, por medio de la Inteligencia Artificial en las obras públicas y el impacto en los niveles de transparencia y racionalidad.	La encuesta a ingenieros civiles peruanos sobre el uso de la Inteligencia Artificial para el monitoreo de la transparencia y racionalidad en las obras públicas proporcionará información valiosa sobre las percepciones y actitudes de este grupo profesional, permitiendo identificar posibles resistencias o preocupaciones, así como oportunidades para fomentar la adopción de esta tecnología.		Racionalidad	Nivel de impacto de la racionalidad en la obra pública	

Nota. Fuente: Elaboración propia.

1.7 Marco metodológico

1.7.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación que sustenta el diseño metodológico se esboza en dar respuesta a la pregunta de investigación: ¿Cuál es potencial de la IA en el monitoreo de la transparencia y racionalidad en la obra pública peruana?, y de esa manera lograr el objetivo de identificar la percepción que tienen los ingenieros civiles sobre el desarrollo y adopción de la Inteligencia Artificial para medir la transparencia y racionalidad en las obras públicas.

El trabajo metodológico sostiene que la inteligencia artificial es una tecnología emergente que ha comenzado a adoptar en diferentes organizaciones en todo el mundo, y las obras públicas no debe ser la excepción (Miranda et al, 2022). Esta investigación a través de un cuestionario presentó la medición de las variables independientes: percepciones; expectativas; retos y oportunidades y su relación con las variables dependientes: transparencia y racionalidad, a través de un enfoque global de preguntas exploratorias relacionadas con los avances y la aceptación de la inteligencia artificial (IA), en la obra pública.

En esta investigación se aplicó una encuesta exploratoria, adaptada de Criado et al. (2020), lo que ha permitido analizar el potencial de la IA, de monitorear la transparencia y la racionalidad, a través de las siguientes dimensiones:

- a) Percepciones de los ingenieros civiles sobre el concepto de la IA en la obra pública.
- b) Expectativas de los ingenieros civiles sobre la incidencia de la IA en la transparencia y racionalidad en la obra pública.
- c) Retos y oportunidades de los ingenieros civiles en torno a la aplicación de la IA en la obra pública.

En la primera dimensión se explora sobre la medición de las perspectivas de los ingenieros civiles, se cuantifica en la escala Likert diversos ítems relacionados a la transparencia y racionalidad los cuales tienen como variables la transparencia y racionalidad en la obra pública.

De acuerdo con Borja (2012), las dimensiones de expectativas, y de retos y oportunidades, de acuerdo con el tipo de investigación cuantitativa, involucra la recolección de datos utilizando cuestionarios con el propósito de reconstruir la

realidad tal y como lo observan los actores de un sistema social previamente definido.

La presente investigación es, de acuerdo con el tipo de datos analizados, cuantitativa con datos recolectados a través de encuestas a ingenieros civiles, se analizaron para conocer las diversas dimensiones del estudio y poder medir las percepciones del desarrollo y adopción de la inteligencia artificial en las obras públicas.

1.7.2 Nivel de investigación

La investigación es de nivel descriptivo, Hernández et al. (2014) dicen que “la investigación descriptiva busca medir dos o más variables, la investigación descriptiva es de naturaleza analítica, en la que los estudios en profundidad ayudan a recopilar información durante la investigación y poder describir tendencias de un grupo o población”.

La presente investigación es de nivel descriptivo porque el objetivo principal es elaborar el estado del arte de la inteligencia artificial en obras públicas, lo cual implica una descripción detallada, los objetivos específicos también se enfocan en describir el potencial de la IA, las percepciones de los ingenieros civiles y evaluar la transparencia y racionalidad en las unidades ejecutoras de obras públicas y así describir la situación actual.

1.7.3 Diseño de investigación

El diseño de la investigación se considera empírico, paralelo o concurrente, con alcance exploratorio, descriptivo, correlacional y explicativo, siendo los métodos principales: secuencial, explicativo y concurrente, se presenta la encuesta indicada en el anexo 1, el proceso de recolección, el procesamiento y análisis correspondiente, así como los hallazgos respectivos, con base en la publicación de Miranda et al (2022).

La investigación cuantitativa, permite al investigador comprender fenómenos complejos, así como explicarlos a través de números, gráficos y análisis estadísticos, un enfoque multi método de la investigación tiene potencial para comprender los fenómenos complejos del mundo (Brahmi y Ammar, 2022).

1.7.4 Idoneidad del diseño

Debido a que la investigación carácter cuantitativo y tendrá un análisis correlacional de las variables transparencia y racionalidad monitoreada por la IA;

para responder a los objetivos planteados se realiza el estado del arte, la revisión de la literatura y el análisis de las tres dimensiones de análisis: Percepciones, expectativas y retos y oportunidades, lo que nos permite vincular la IA con la obra pública.

La idoneidad de este diseño radica en la necesidad de comprender la realidad existente y evaluar los resultados de la implementación de la IA en obras públicas, centrándose en percepciones, expectativas, retos y oportunidades.

1.7.5 Enfoque de investigación

La investigación adopta un enfoque cuantitativo, respaldado por la recolección de datos a través de una escala Likert. Se procede a recopilar y analizar información proveniente de diversos artículos y encuestas, utilizando como base las características obtenidas a través de investigaciones bibliográficas y encuestas dirigidas a ingenieros civiles, con el fin de comprender la situación actual de las variables en estudio.

1.7.6 Población, muestra y muestreo

En este estudio, la población es el conjunto de datos recopilados que respondieron a un cuestionario que permite identificar las percepciones sobre el desarrollo y adopción de la inteligencia artificial en la obra pública.

Respecto al punto anterior, la población está constituida por ingenieros civiles que hayan laborado en obra pública. Con un tamaño de población de aproximadamente 79,443.00 ingenieros civiles (El Peruano, 2023), que son los colegiados por el CIP, un nivel de confianza de 95% y considerando margen de error de 6%; se obtuvo que el tamaño de la muestra debe ser 266.

1.8 Antecedentes investigativos

1.8.1 Antecedentes nacionales

Se determinó la relación de la inteligencia artificial con los proyectos de inversión pública en el Perú en la fase de Preinversión y elaboración de expedientes y ejecución; se demostró que el modelo cumple con los parámetros metodológicos. Se determinó la relación de la inteligencia artificial con los proyectos de inversión pública en el Perú en la fase de elaboración de expedientes; se han determinado factores críticos que son parte de un análisis factorial y un análisis econométrico en el sector de vivienda, construcción y saneamiento (Álvarez J, 2022).

Esta nueva tecnología ofrece un mayor alcance para gestión pública, por las nuevas herramientas o medios de apoyo en el desarrollo de sistemas de control y generar procesos democratizadores para la dirección pública. La transformación digital propone brindar su aplicación incrementando la eficiencia en el funcionamiento de análisis de estos cambios tecnológicos y que sean procesos completos convirtiéndose en una de las barreras más críticas a superar en el viaje de transformación digital (Oesterreich y Teuteberg 2016).

Solís (2018), en su tesis “Técnicas de inteligencia artificial para optimizar la eficiencia del procedimiento de selección para la contratación de obras públicas”, propone el diseño de un modelo de arquitectura genérica que actúa en forma autónoma en los procesos de selección en la contratación de obras públicas, ayudando a la toma de decisiones en caso de empate. El objetivo de la investigación fue realizar un modelo que de la probabilidad de éxito o fracaso del postor de ejecutar el proyecto antes de iniciar, por medio de redes neuronales artificiales que permiten el análisis. Concluyó que a través de las redes neuronales artificiales se puede lograr una mejor toma de decisiones en las gestiones publicas funcionando como un sistema predictivo, haciendo más efectivo y eficiente la selección, donde genera que se puedan desarrollar de mejor los objetivos esperados.

Dentro del contexto de la modernización pública, el decreto supremo. N.º 004-2013-PCM, indica que la ley 29158 – ley orgánica del poder ejecutivo, establece que corresponde al Presidente del Consejo de Ministros, a través de la secretaria de gestión pública de la Presidencia del Consejo de Ministros (SGP-PCM), coordinar las políticas nacionales de modernización del estado, regulando la utilización de los recursos en las entidades públicas, promoviendo la eficacia y eficiencia, precisando que la cuarta política de estado del acuerdo nacional: “Estado eficiente, transparente, y descentralizado”, estableciendo el compromiso de construir y mantener un estado moderno y transparente al servicio de las personas, con producción de información por resultados, con transparencia hacia las entidades y ciudadanos (PCM, 2013).

El congreso de Perú aprobó la Ley N.º 31814 (PCM, 2023), que fomenta el uso responsable de la Inteligencia Artificial (IA), para el desarrollo económico y social. Esta ley se enmarca en el contexto de la modernización pública, donde se busca un estado eficiente, transparente y descentralizado, utilizando la IA para lograr una mayor eficacia y eficiencia en el servicio público, proporcionando

información basada en resultados y siendo transparente con las entidades y ciudadanos

1.8.2 Antecedentes internacionales

Trejo (2018), en su tesis “Estudio de impacto del uso de la metodología BIM en la planificación y control de proyectos de ingeniería y construcción”, analizó como se ven afectadas las prácticas de proyectos de ingeniería y construcción con el uso de la tecnología BIM. Donde se usó recursos como entrevistas y encuestas a profesionales de la ingeniería y construcción, revisiones bibliográficas, estudios, entre otros. Se concluyó que el uso de la tecnología BIM no es un reemplazo de del Project Management, se afirma que es una herramienta que genera cambios en el proceso de planificación y control de proyectos, guardando relación con el tipo de proyecto que se implementa. Se menciona que uno de sus usos en la colección y gestión de la información en las practicas del Project Management, permite su uso en futuros proyectos de inversión. Se recomienda hacer uso del BIM desde el inicio del proyecto para tener los procesos de planificación y controles adecuados para lograr el logro de este.

Cabrol M et al. (2020), menciona que el far LAC es una sociedad cuyo objetivo es promover la adopción responsable de la inteligencia artificial para mejorar la prestación de servicios sociales y crear oportunidades de desarrollo para disminuir la desigualdad social. Donde se trabajó en conjunto el sector público y privado, liderando la ejecución de experimentos y proyectos piloto de sistemas de inteligencia artificial. Además, creó modelos de evaluación ética y herramientas para que los gobiernos, los emprendedores y sociedad civil adopten de manera responsable la IA, concluyendo así que el uso de la inteligencia artificial tiene un impacto significativo en el bienestar social de la ciudadanía por medio de una prestación eficiente y efectiva de servicios sociales.

Maita (2022), con analiza el impacto de la inteligencia artificial en la gestión pública en tiempos de Covid – 19, hizo hincapié en la relevancia de oportunidades y el gran potencial ofrecido por esta herramienta tecnológica. La IA permitirá detener las diversas formas en que se cometen delitos o se llevan a cabo malas prácticas en las gestiones públicas, y con la participación de funcionarios, han cambiado y tenderán a cambiar más en el futuro; por lo que, los órganos de las administraciones deberán adaptarse, incluso anticiparse, a los cambios que se producirán en las formas, los medios y los riesgos, en un nuevo entorno digitalizado de la mano de la inteligencia artificial. También, se encuentra el riesgo

latente que la inteligencia artificial puede superar el desempeño humano en muchos trabajos, y con ello podría, inevitablemente, reemplazarlos.

Goodfellow et al. (2016). Describió algunas de las formas en que la inteligencia artificial puede lograr un impacto positivo en la transparencia: Identificación de patrones: El aprendizaje profundo es una técnica para el aprendizaje automático que utiliza algoritmos capaces de aprender a representar datos de múltiples capas de abstracción. Con aprendizaje profundo, los algoritmos descubrieron patrones de características abstractas que son útiles para resolver problemas complejos, como el reconocimiento de imágenes, la traducción de idiomas y la síntesis de voz.

El análisis de patrones se ha convertido en una herramienta importante para entender la opinión pública sobre un tema en particular. El estudio de sentimientos y la minería de opiniones fueron utilizados para evaluar la satisfacción del cliente, detectar opiniones engañosas y mejorar la toma de decisiones. En conclusión, la opinión pública puede ser monitoreada en tiempo real, es útil para identificar problemas emergentes y tomar medidas para resolverlas (Liu, 2018).

Las iniciativas europeas en torno a la Inteligencia Artificial señalan que administraciones públicas favorecieron la puesta en marcha de mecanismos para que los algoritmos involucrados en la toma de decisiones tengan en cuenta criterios de minimización de sesgos, transparencia y rendición de cuentas. Se concluyó que se debe promover la puesta en marcha de mecanismos para asegurar estos criterios por parte de las administraciones públicas (Comisión Europea, 2018).

La transparencia es un elemento clave en la legitimidad de las administraciones públicas, ya que permitió evaluar a los ciudadanos el desempeño de sus representantes y participar de manera informada en el proceso de toma de decisiones. La transparencia en las administraciones públicas se relaciona con la rendición de cuentas, la participación ciudadana y la lucha contra la corrupción. Se deben implementar políticas de transparencia efectivas y mejorar la calidad de la democracia y fortalecer la confianza de los ciudadanos en sus representantes" (Villodre, 2021).

La transparencia y la corrupción están relacionadas entre sí, y son inversamente proporcionales. Cuando se limitó la divulgación de información, se

crea un escenario de opacidad donde la corrupción prospera, la educación permite conocer las fortalezas y debilidades del Estado, así como los vacíos normativos, así como proponer las soluciones. Mediante el uso de la tecnología se demostró que los gobiernos tienen una herramienta importante para brindar mayor transparencia y eficiencia y, al mismo tiempo, reducir la corrupción (Valle-Cruz, Sandoval y Gil, 2016).

En la actualidad la IA, se han abordado diferentes sectores de la economía de los diversos países, por lo que es urgente la necesidad de regulaciones racionales, éticas, transparentes y justas. A nivel mundial diversos organismos están reunidos para garantizar que los sistemas de IA sean imparciales, libres de sesgo y se utilicen de la mejor manera (Valle-Cruz, 2023). Existen otros enfoques de IA, como el aprendizaje por refuerzo, que se basó en el proceso de ensayo y error, donde el modelo de IA aprende a través de la retroalimentación de un entorno, y el procesamiento racional de lenguaje natural, que permite a las máquinas entender y producir lenguaje humano (Soutton y Barto, 2018).

Se conceptualiza la racionalidad al uso eficiente y efectivo de los recursos públicos, en la obra pública. La racionalidad implica que las decisiones se tomen en base a criterios objetivos y justificados, y que se considere una evaluación costo-beneficio para maximizar el valor del dinero de los contribuyentes, la racionalidad de las decisiones es una función de la estructura institucional y del marco de referencia social y cultural en el que se toman. La racionalidad por lo tanto implica la selección de soluciones que sean factibles y sostenibles en el largo plazo (March y Olsen, 1989).

La IA puede mejorar la racionalidad de la toma de decisiones eliminando el ruido y los sesgos humanos. Se argumenta que la IA puede ayudarnos a tomar decisiones más precisas y racionales al eliminar los errores humanos y proporcionar una evaluación más objetiva de las opciones. Teniendo en cuenta que la racionalidad es la capacidad que permite pensar, evaluar, entender y actuar de acuerdo a ciertos principios de mejora y consistencia, se concluye que la IA proponga resoluciones menos sesgadas (Kaheman, 2021).

Las predicciones de IA se basan en datos y comportamientos anteriores y los algoritmos de IA aprenden de los grandes conjuntos de datos recopilados. Sin embargo, esto puede dar lugar a sesgos (si los datos recopilados contienen sesgos) y/o solo puede reforzar patrones de comportamiento anteriores. La IA respalda un modelado más preciso de los comportamientos humanos, aunque con

la restricción de que el modelo asume que los individuos conservan el mismo patrón de comportamiento a lo largo del tiempo, lo cual no es el caso. El comportamiento humano puede ser irracional y cambiar con el tiempo. Esta limitación debe tenerse en cuenta, ya que puede dar lugar a errores importantes en las predicciones (Duberry, 2022).

Según el estudio de Hwang et al. (2020), las estrategias efectivas propuestas para promover la adopción de tecnologías inteligentes en la industria de la construcción son: capacitación de mano de obra calificada en construcción, provisión de incentivos gubernamentales, comunicación y gestión del cambio. Estas estrategias se han identificado como clave para impulsar la adopción de tecnologías inteligentes en la industria de la construcción y facilitar la transformación digital en este sector.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

Para estudiar si la IA tiene el potencial de monitoreo de la transparencia y racionalidad de la obra pública, es necesario contar con teorías, marcos o conjuntos de suposiciones que permitan vincular el marco tecnológico, en este caso la IA, y los marcos organizacionales, para comprender la tecnología en las organizaciones (Orlikowski y Gash, 1994).

En este capítulo se abordará el marco teórico sobre las principales componentes de esta investigación, siendo el principal eje motor, la relación de la inteligencia artificial y la obra pública; los conceptos aquí expuestos buscan desarrollar las diversas etapas de la obra pública, así también los conceptos sobre la transparencia y racionalidad para evaluar el impacto que la IA proporciona en su aplicación mediante el monitoreo de la obra pública.

La argumentación parte del supuesto de que con el apoyo de la IA se puede monitorear y medir la transparencia y racionalidad en las obras públicas, en todas sus etapas, desde la adjudicación hasta la resolución de disputas. El uso de la tecnología en los gobiernos es una herramienta importante que potencialmente puede mejorar las percepciones de transparencia y eficiencia de los ciudadanos al tiempo que reduce la corrupción (Valle-Cruz et al., 2016).

La investigación, está relacionada también a las Tecnologías de Información y Comunicación y Gobernanza Pública Inteligente, estas TIC permiten apreciar las características interactivas con la posibilidad de establecer conversaciones entre administración pública y otros actores entorno a la información (Criado, 2016; Gil-García et al., 2016; Scholl y Scholl, 2014).

La teoría unificada de aceptación y uso de la tecnología (UTAUT) es un modelo de aceptación de tecnología propuesto cuyo objetivo es predecir la intención y comportamiento de uso de la tecnología (Venkatesh et al., 2003). En esta investigación se analizará la aceptación a través de determinar el nivel de aceptación que tiene los ingenieros civiles respecto a la adopción de la IA en la obra pública peruana.

2.1 Inteligencia artificial

El concepto se asocia a sistemas de computación capaces de recabar datos e información de diferentes fuentes, pensar, aprender y actuar de acuerdo con unos objetivos vinculados a unos algoritmos. A efectos de la investigación que se presenta se ha asociado el concepto de IA al campo de la tecnología y las

ciencias computacionales, que incluye una serie de técnicas basadas en algoritmos y máquinas (software y hardware) con capacidad para automatizar actividades, realizar operaciones análogas al aprendizaje y toma de decisiones, y evolucionar con o sin la intervención humana (Castro y New, 2016).

Sistemas computacionales autónomos capaces de aprender y realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana, como el aprendizaje, el razonamiento y la percepción. (Shalev-Shwartz & Ben-David, 2014)

2.1.1 Toma de decisiones en la obra pública

La implementación de la IA en la obra pública plantea desafíos en la privacidad y la protección de datos personales. La IA puede ser utilizada para analizar grandes cantidades de datos, lo que puede poner en riesgo la privacidad de la información sensible de los ciudadanos o de instituciones públicas si no se implementan medidas adecuadas de protección de datos (Chaves, 2020).

La inteligencia artificial también puede utilizarse para tomar decisiones automatizadas de esta manera mejora la transparencia al hacer que las decisiones sean más consistentes y menos influenciadas por factores subjetivos. Los algoritmos utilizados en la toma de decisiones automatizadas a menudo están diseñados con sesgos, lo que puede llevar a decisiones discriminatorias y perjudiciales para ciertos grupos de personas. Es importante que los algoritmos sean auditables y transparentes para que se puedan identificar y corregir los sesgos" (O'Neil, 2016, p. 5).

Las decisiones tomadas por algoritmos de inteligencia artificial pueden ser opacas y difíciles de entender, lo que puede dificultar la responsabilidad y la supervisión. La transparencia es fundamental en la toma de decisiones automatizadas, los sistemas automatizados deben ser transparentes para que las personas puedan entender cómo se tomaron las decisiones y qué datos se utilizaron para hacerlas (Angwin, 2014).

2.1.2 Big Data

Big Data se refiere a los conjuntos de datos cuyo tamaño va mas allá de la capacidad de las herramientas tradicionales de software de datos para capturar, almacenar, gestionar y analizar; es un concepto que hace referencia a la recolección, procesamiento, gestión y análisis de grandes cantidades de datos, cuyo objetivo es generar conocimiento o información destinada a contribuir en el

proceso de la toma de decisiones. Las tareas son enfrentadas con limitaciones por los métodos habituales, los cuales están sustentados sobre bases de datos relacionales. El desafío fundamental de las aplicaciones de Big Data es la exploración de grandes y heterogéneos volúmenes de datos para extraer conocimiento útil (Rodríguez S, 2018).

La Big Data es un gran avance tecnológico que impacta en la innovación, productividad y competitividad. Este impacto se basa en la gran capacidad de manejo de información que ofrece la tecnología a partir de diferentes fuentes como son la base de datos relacionadas y no relacionadas, de forma casi inmediata, aperturando modelos avanzados de gestión con un enorme potencial de personalización para el tratamiento y análisis de dicha información. (Valero, 2019)

Estas herramientas tecnológicas ofrecen oportunidades para mejorar la transparencia y la racionalidad en la gestión gubernamental, especialmente en la obra pública. La IA puede desempeñar un papel crucial en la toma de decisiones, la prevención y respuesta a desastres, la detección de cambios en el entorno, la interacción gobierno-ciudadano, la personalización de servicios y la interoperabilidad (Valle-Cruz et al., 2019).

2.1.3 Aprendizaje automático

El aprendizaje automático es un subcampo de la inteligencia artificial que se enfoca en el desarrollo de algoritmos que permiten encontrar patrones, efectuar predicciones, aprender de los datos y toma de decisiones (Márquez, 2020). En el caso de la aplicación en las obras públicas el aprendizaje automático se emplearía en la gestión de los procesos de las licitaciones públicas, el análisis de los proyectos para obtener un mayor beneficio social y predicción del avance de la obra, para su control y supervisión. Los algoritmos de aprendizaje automático pueden analizar grandes conjuntos de datos para identificar patrones y anomalías en la calidad, lo que podría resultar en una mejora sustancial en la eficiencia y la precisión de los procesos de control de calidad (Pappas C., 2023).

Los algoritmos inteligentes tienen la capacidad de procesar grandes cantidades de información y brindar beneficios potenciales en términos de eficiencia y transparencia, así como una gestión basada en datos, que puede resultar en beneficios para la racionalidad en la toma de decisiones (Valle-Cruz, Fernández-Cortez y Gil-García, 2022).

El mecanismo de la inteligencia artificial se basa en el aprendizaje automático, que es la capacidad de las máquinas para aprender y mejorar a partir de la experiencia. En el aprendizaje supervisado, un modelo de IA se entrena con datos de entrada y salida conocidos para poder predecir nuevas salidas a partir de nuevas entradas. En el aprendizaje no supervisado, el modelo de IA busca patrones en los datos sin tener información de salida previa (Goodfellow et al. 2016). Con la posibilidad de implementación de políticas de transparencia y mejorar la calidad de la participación ciudadana.

2.1.4 Aprendizaje profundo

El aprendizaje profundo es una técnica del aprendizaje automático, que busca clasificar datos a través de redes neuronales artificiales o algoritmos correlacionales para modelar y resolver problemas complejos. Esta arquitectura neuronal se asemeja al comportamiento humano al manejar de forma gradual los datos a través de una jerarquización yendo de la información más simple a una más compleja. (Márquez, 2020).

El Aprendizaje Profundo están en una etapa de constante crecimiento, como uno de los ejes principales para el desarrollo de la ciencia de la computación y la humanidad donde estarán fundidas, no sólo hardware y software, sino también varias tecnologías, tales como la computación cuántica, automatización, entre otras. Así, la creación de nuevo conocimiento en torno a la Inteligencia Artificial ya sea de máquinas inteligentes, nuevos algoritmos, aprendizaje automático, aprendizaje profundo, entre otras, serán herramientas para acelerar la transición hacia unos mejores sistemas de trabajo en obras públicas; es un tópico que avizora buenas perspectivas para los gobiernos (Lecun Y, 2015).

Los algoritmos de aprendizaje profundo son técnicas que se implementan en el sector de la obra pública, principalmente para respaldar sistemas robóticos y autónomos, especialmente para sustituir a los humanos en zonas de peligro o procesos de producción de difícil acceso (Goodfellow et al. 2016).

Los algoritmos tienen como fuente los datos. Estos se recopilan, almacenan y procesan utilizando sistemas de información y algoritmos que son dispositivos tecnológicos vistos como desapasionados o al menos más neutrales que los humanos (Agarwal, 2018; Meijer et al., 2016). Estos instrumentos tecnológicos con características de racionalidad son la base de la analítica positivista descriptiva, predictiva, prescriptiva y automatizada (Vydra y Klievink,

2019). Por lo tanto, las suposiciones sobre IA están integradas en la lógica del análisis de grandes datos en función de los algoritmos, y dificultan que las organizaciones gubernamentales y los gerentes del sector público evalúen los riesgos de los procesos de formulación de políticas y las decisiones públicas basadas en sesgos conjuntos de datos o algoritmos poco éticos (Ananny, 2016).

2.2 La obra pública

Se define la obra pública peruana como la ejecución de la obra luego de la licitación pública, que cuenta con expediente técnico, de obras destinados a satisfacer necesidades públicas, como edificaciones, carreteras y puentes, existen también otras modalidades, pero todas con financiamiento del tesoro público (Contraloría General de la República, 2018).

Una obra pública es transparente si es comprensible, si la información pública está disponible y se garantiza su acceso, si se protegen los datos personales de los solicitantes; y es racional si las cuentas se rinden de forma clara, y si los ciudadanos conocen el papel que desempeñan en dichos procesos (Contraloría General de la República, 2018).

La relación entre el sector público y privado en la ejecución de proyectos de infraestructura a través de la obra pública ha sido propicia para prácticas corruptas, desde la asignación de contratos hasta la ejecución misma de las obras (Valle-Cruz et al., 2019).

2.2.1 Etapas de la obra pública

Según se ha podido identificar en la experiencia y de conformidad a la normatividad vigente, las etapas que componen la ejecución de una obra pública consisten en lo siguiente:

Etapas de Preinversión:

La Preinversión es una etapa de los proyectos de inversión (PIP) que comprende la elaboración del perfil, del estudio de factibilidad (que constituyen estudios técnico - económicos preliminares y la factibilidad. Los proyectos que hayan culminado la fase de Preinversión y sean aprobados, serán declarados viables y son los que finalmente podrán acceder a la fase de inversión. La declaración de viabilidad implica que el proyecto ha evidenciado ser socialmente rentable, sostenible y compatible con los lineamientos de política nacional, regional o local. La unidad ejecutora debe ceñirse a los parámetros bajo los cuales fue otorgada la viabilidad para elaborar, directa o indirectamente, los estudios

definitivos, expedientes técnicos u otros documentos equivalentes, así como en la ejecución del PIP, bajo responsabilidad de la autoridad que apruebe dichos estudios. Ello implica que se deben respetar los alcances o términos técnicos y económicos (costos) establecidos para la alternativa ganadora de los estudios de Preinversión (OSCE, 2018).

Etapas de elaboración de expediente técnico de obra

El expediente técnico, entendido como el conjunto de los estudios, especificaciones, planos y demás documentos técnicos que constituyen el proyecto a ejecutarse, no es otra cosa que la determinación de las características y calidades que el propietario de la obra establece como necesidad. Como ya dijimos, el propietario es quien tiene el deber y derecho de establecer la forma cómo se ejecutará la obra, es decir de qué manera se satisface su necesidad (Campos Medina e Hinostroza Sobrevilla, 2008).

El Expediente Técnico puede ser elaborado o bien por la misma Entidad o bien por el Contratista. Nos referimos en este último caso, por ejemplo, al Concurso Oferta, tema que será desarrollado líneas más adelante. En cualquier caso, es importante destacar que, aunque sea elaborado por el contratista, es finalmente el propietario quien debe confirmar que el expediente entregado cumpla con sus necesidades, razón por la cual de todas maneras el expediente técnico debe ser aprobado por el propietario (OSCE, 2018).

Por otro lado, la persona que elabora el expediente técnico es finalmente responsable del mismo y de las variaciones que sean necesarias para adecuarlo a la realidad, solo así será posible determinar las obligaciones y responsabilidades que emanan para las partes (Campos Medina e Hinostroza Sobrevilla, 2008). En la práctica, suele ser precisamente el expediente técnico, antes que el contrato y las bases, lo que más dudas e indefiniciones genera en la ejecución de la obra.

Etapas de adjudicación de contratos

La etapa de adjudicación de contratos en la obra pública es de vital importancia, ya que en este punto se elige al contratista que ejecutará el proyecto. Es esencial que este proceso se lleve a cabo de manera transparente y competitiva para asegurar la solvencia del contratista y garantizar la calidad y eficacia en la construcción del proyecto. La elección de un tipo de licitación adecuado desempeña un papel clave al asegurar la competitividad y la participación de diversos actores en el proceso de adjudicación. Además, una correcta adjudicación de contratos contribuye a prevenir posibles controversias y

arbitrajes en etapas posteriores de la obra pública. En esta fase crucial de la contratación pública, se selecciona al oferente que cumple con los requisitos establecidos en las bases de la licitación y ofrece las condiciones más favorables para la entidad contratante. La evaluación de propuestas se realiza considerando aspectos técnicos, económicos y legales, asegurando que el contratista seleccionado sea el más idóneo para llevar a cabo la obra o servicio (Campos Medina e Hinostroza Sobrevilla, 2008). Este enfoque garantiza la transparencia, eficiencia y legalidad en todo el proceso de contratación pública.

Etapas de ejecución de obra

En esta etapa se lleva a cabo la construcción física del proyecto de inversión o realización de la obra pública conforme a lo establecido en el contrato adjudicado. Durante esta fase, se materializan los planes, diseños y especificaciones técnicas previamente acordados en la etapa de preinversión y elaboración de expediente técnico, asegurando que la obra se realice de acuerdo con los estándares de calidad, seguridad y tiempo establecidos. Es fundamental que se cumplan los plazos de ejecución, se gestionen los recursos de manera eficiente y se supervisen constantemente los avances para garantizar el éxito del proyecto. Además, en esta etapa se pueden presentar situaciones imprevistas que requieran ajustes en el plan original, por lo que es crucial contar con un adecuado seguimiento y control de la obra para asegurar su correcta finalización dentro de los parámetros establecidos para asegurar que la obra se realice de manera transparente, eficaz y conforme a la normativa vigente (OSCE, 2018).

Etapas de recepción de y entrega

La etapa de recepción y entrega en el contexto de la contratación pública representa el momento culminante en el cual la obra finalizada es entregada por el contratista a la entidad contratante. Durante este proceso, la entidad receptora lleva a cabo una minuciosa inspección de la obra para garantizar su conformidad con los requisitos del contrato y las especificaciones técnicas acordadas. Se busca asegurar que la ejecución de la obra se haya realizado de acuerdo con los estándares de calidad, seguridad y funcionalidad exigidos. En este crítico proceso de recepción y entrega, se realiza una exhaustiva revisión en busca de posibles deficiencias, errores o incumplimientos por parte del contratista. Cualquier hallazgo que surja durante la inspección debe ser corregido antes de formalizar la aceptación de la obra. Una vez que la entidad contratante verifica que la obra satisface todos los requisitos, se procede a la recepción formal y la firma del acta

de entrega. Este acto marca el fin de la ejecución del contrato y da inicio a las responsabilidades de mantenimiento, garantía y posibles reclamaciones (Campos Medina e Hinostroza Sobrevilla, 2008).

Es esencial subrayar la importancia de esta etapa, ya que no solo asegura la calidad y conformidad de la obra finalizada, sino que también establece claramente las responsabilidades de ambas partes una vez que el contrato de obra pública llega a su conclusión. La transparencia y rigurosidad en esta fase son cruciales para garantizar una entrega adecuada y exitosa del proyecto construido.

Etapa de controversias y arbitrajes

La etapa de controversia y arbitraje en la contratación pública aborda los desacuerdos y disputas que pueden surgir entre las partes involucradas en un contrato de obra pública, especialmente cuando las diferencias no pueden resolverse de manera amistosa. Estos desacuerdos pueden originarse por diversas razones, como interpretaciones divergentes del contrato, incumplimientos, reclamaciones por daños u otros motivos. Esta fase, que comúnmente genera dudas e indefiniciones en la ejecución de la obra, utiliza el expediente técnico como punto de referencia principal. Es fundamental contar con mecanismos claros de resolución de conflictos y arbitraje en esta etapa para garantizar una solución justa y equitativa en caso de desacuerdos. La transparencia y claridad son esenciales para resolver las controversias de manera eficaz y en cumplimiento de las normativas vigentes. El arbitraje, como mecanismo alternativo, ofrece ventajas como la celeridad, la especialización de los árbitros en la materia objeto de la controversia, la confidencialidad del proceso y la posibilidad de obtener una solución más rápida y eficiente que a través de los tribunales ordinarios (Campos Medina e Hinostroza Sobrevilla, 2008).

Durante este proceso, es crucial seguir los procedimientos establecidos en el contrato y en la normativa vigente. Asimismo, contar con asesoramiento legal especializado es fundamental para garantizar un proceso justo y equitativo para todas las partes involucradas. La resolución adecuada y oportuna de las controversias es esencial para mantener la integridad y la eficacia de los contratos de obra pública y para preservar las relaciones entre las partes contratantes.

2.2.2 Funciones de la obra pública

La implementación de la IA en la obra pública también presenta desafíos y riesgos. Uno de los principales desafíos es la falta de capacitación y conocimiento

técnico en la obra pública peruana. La implementación de la IA requiere de personal capacitado y especializado en el desarrollo y aplicación de esta tecnología, lo que puede ser un obstáculo para su implementación efectiva (González, 2018).

La supervisión, evaluación y el monitoreo continuo son funciones de la obra pública importantes para identificar posibles problemas y ajustar la implementación de la IA permitirá garantizar su efectividad y eficiencia en la gestión de la obra pública. Además, es importante garantizar la accesibilidad y la inclusión en la implementación de la IA otras funciones de la obra pública, y desarrollar capacidades y habilidades para aprovechar al máximo su potencial en el contexto peruano (González, 2018).

De esta manera, dichas funciones estarán a cargo de profesionales altamente calificados que permitirán una adecuada ejecución de la obra e indirectamente la satisfacción del interés público involucrado. Así, el Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado define al consultor de obra como “La persona natural o jurídica con no menos de un año de experiencia especializada, que presta servicios profesionales altamente calificados, consistentes en la elaboración del expediente técnico de obras (OSCE, 2018). También se considera consultor de obra a la persona natural o jurídica con no menos de dos (2) años de experiencia especializada, que presta servicios altamente calificados consistentes en la supervisión de obras.” Ahora bien, por lo general, antes de ejecutar una obra y con ello satisfacer la necesidad pública involucrada, es necesario seguir el procedimiento establecido por el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP), el cual concluye con el otorgamiento de la viabilidad del proyecto de inversión pública (PIP), hecho que posibilita a la Entidad su posterior ejecución (OSCE, 2018).

2.2.3 Transparencia en la obra pública

Una política pública es transparente si es comprensible, si la información pública está disponible y se garantiza su acceso, si se protegen los datos personales de los solicitantes, si las cuentas se rinden de forma clara, y si los ciudadanos conocen el papel que desempeñan en dicha política (Gobierno de Castilla-La Mancha, 2016).

De esta manera se define la transparencia en la obra pública como las Obligaciones de los poderes públicos de rendir cuentas de sus acciones, es decir, a exponer y someter al juicio de la población la información relativa a la obra

pública o sus procesos, a las bases de formulación de sus decisiones, al destino de los recursos que la sociedad les ha confiado y al desempeño de sus agentes (Arévalo R, 2020).

2.2.4 Racionalidad en la obra pública

La racionalidad en la obra pública se refiere al enfoque y proceso de toma de decisiones basado en la lógica, la eficiencia y la objetividad. Implica la utilización de métodos analíticos y criterios racionales para evaluar y seleccionar las opciones más adecuadas en la planificación, diseño, ejecución y seguimiento de proyectos de infraestructura y servicios públicos. No dejarse llevar por emociones, sentimientos o realizar elecciones personales (Bent Flyvbjerg, 2001).

Las nuevas tecnologías emergentes generan nuevas oportunidades para mejorar la eficiencia que está relacionado con racionalidad, lo que impulsa a investigar como impactaría el monitoreo de la IA, en la obra pública, optimizando recursos humanos y equipos y principalmente en la toma de decisiones a la hora del otorgamiento de la buena pro, reemplazando a los comités de adjudicación. (Aoki, 2020).

2.3 Inteligencia artificial en la obra pública

La implementación de la IA en diversas áreas plantea un modelo de ayuda para la toma de decisiones, en el caso de la obra pública, en sus procesos de selección, proponiendo un cálculo objetivo del indicador de efectividad y del cálculo de la probabilidad de éxito o fracaso del proyecto antes de ser iniciado, para lo cual se establece un proceso que utiliza los datos históricos de proyectos similares, con el fin de identificar los factores de riesgo que afectan sus objetivos. Así se logra generar un proceso inteligente y predictivo en el proceso de toma de decisiones de la entidad en las fases de inteligencia y diseño. (Solis R., 2013).

La adaptación de la IA significaría un modelo alternativo a los ya existentes, que proporciona una arquitectura genérica, basada en técnicas de inteligencia artificial, como las redes neuronales artificiales, para facilitar las contrataciones de obras públicas. El estudio se ubica dentro de las líneas de investigación de innovación tecnológica aplicada y de reforma del Estado, pues se orienta a mejorar la eficiencia y competitividad del sistema de contrataciones de obras públicas que opta por la innovación tecnológica (Solis R., 2013).

Las redes neuronales artificiales forman parte de un conjunto de metodologías usadas en organizaciones inteligentes y que actualmente tienen la

denominación de “análisis avanzado”. Las redes neuronales artificiales no son programadas, aprenden a partir de ejemplos o patrones, por lo que tienen un gran potencial para crear sistemas de computación que no necesitan ser programados. Radicalmente distinto a los clásicos sistemas, no se requiere identificación de características ni el desarrollo de algoritmos y programas para la resolución de problemas particulares. Sin embargo, presenta dos desventajas: el tiempo de aprendizaje de la red no puede ser conocido a priori, y el diseño de una red por prueba y error puede ser muy complejo. (Isasi y Galván, 2004).

Uno de los problemas principales que toda obra pública debe atravesar son en las compras o adquisiciones públicas, en lo que respecta a la contratación del proveedor para la ejecución de una obra de infraestructura pública, es tener un sistema de selección de proveedor eficiente (buena pro) que garantice la transparencia, disminuya la dilación del proceso por la interposición de recursos de apelación, permita un aumento de la cantidad de proveedores y acierte en la selección del mejor postor a fin de evitar riesgos futuros durante la ejecución de la obra (Ricalde H., 2021).

2.3.1 Marco normativo para la adopción de la obra pública en el Perú

El Pleno del Congreso de Perú aprobó el 25 de mayo del 2023 un proyecto de ley que promueve el uso de la Inteligencia Artificial en favor del desarrollo económico y social Ley N° 31814 (PCM, 2023), esta ley constituye un paso importante hacia el camino del desarrollo de un marco normativo para el tratamiento de la Inteligencia Artificial, la finalidad de la ley es “promover el uso de la Inteligencia Artificial en el marco del proceso nacional de transformación digital privilegiando a la persona humana con el objetivo de fomentar el desarrollo económico y social en el país, en un entorno seguro que garantice su uso ético, sostenible, replicable y responsable”, a partir de seis principios: de seguridad supervisada, enfoque de pluralidad de participantes, gobernanza del internet, sociedad digital, desarrollo ético para una Inteligencia Artificial responsable, privacidad de la inteligencia artificial.

Los gobiernos que para el caso del estado peruano debe ser fomentado a través de los ministerios es de emplear la IA para diseñar estrategias y tomar mejores decisiones, incrementando la velocidad y la calidad de los servicios provenientes y relacionados a la obra pública. Los beneficios de la IA son importantes, pero alcanzarlos no será una tarea fácil. El uso de la IA por parte del gobierno debería apoyarse en el sector privado; el área es compleja y se requiere

de una apertura mayor; y el propósito y contexto ingenieril son únicos y plantean una serie de desafíos para la obra pública (Berryhill, J., et al. (2019).

La OCDE ha identificado una serie de funciones que los gobiernos pueden desempeñar con la IA, a menudo de forma simultánea: Los gobiernos suelen tener la capacidad de reunir a las partes interesadas de diversos sectores relacionadas con la IA y la obra pública, ciudadanos, empresas, organizaciones civiles, para ayudarles a alcanzar sus objetivos y comprender los múltiples aspectos de los problemas en cuestión. Los gobiernos también pueden ayudar a elaborar e implementar normas en materia de tecnología. Los gobiernos administran mucha data importante, que pueden ser compartidos en ciclo del proyecto de la obra pública (Ubaldi, B. et al. (2019).

En general los líderes mundiales, se encuentran preocupados en la supervisión del uso de la IA, con el fin de garantizar la responsabilidad, la equidad y la justicia en todas sus áreas de responsabilidad. Se requiere encontrar procedimientos destinados a examinar y evaluar los instrumentos de IA a fin de garantizar la equidad y la existencia de oportunidades. El objetivo es promover la transparencia y el apego a las normas y valores comunes. Con el apoyo de académicos, expertos en derecho y tecnología, grupos de la sociedad civil y grupos de reflexión (NCY, 2018).

CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Este capítulo se estructuró en secciones correspondientes a los tres objetivos específicos. Cada sección se desarrolló mediante la revisión de trabajos previos tales como tesis, libros y publicaciones indexadas. Además, para desarrollar el tercer objetivo específico, se diseñó un instrumento en forma de cuestionario, cuyos resultados fueron posteriormente procesados en un software de análisis estadístico.

3.1 Estado del arte de la inteligencia artificial

En esta sección se desarrolló el Estado del arte de la Inteligencia Artificial, enfocándose en su descripción detallada desde los conceptos hasta la aplicación en obras públicas.

3.1.1 Evolución de la inteligencia artificial y su introducción a las principales aplicaciones.

El término "Inteligencia Artificial" apareció por primera vez a fines de la década de 1950 con la ilusión de crear un objeto artificialmente inteligente que pudiera parecerse mentalmente a un ser humano (Jordan, 2019). La premisa era que todos los aspectos del aprendizaje fueran descritos de forma precisa por una máquina. La idea fue tan atractiva que surgió el término inteligencia artificial (McCarthy et al., 2006).

Una de las primeras contribuciones fue el trabajo de Alan Turing; quien desarrolló un "código máquina" con el objetivo de descifrar los mensajes encriptados del ejército alemán durante la Segunda Guerra Mundial. Su contribución culminó con la publicación del artículo científico "Computing Machinery and Intelligence" en 1956; donde estableció el funcionamiento de máquinas inteligentes y fue el punto de partida para el avance científico en esta disciplina (OCDE, 2019).

En 1956, durante una conferencia, John McCarthy introdujo por primera vez el término "Inteligencia Artificial". Este término surgió a partir de los proyectos de investigación llevados a cabo por John McCarthy y su equipo, que hoy en día se consideran los pioneros en el campo de la IA. El equipo de McCarthy incluyó destacados miembros, como el científico informático Nathaniel Rochester, quien desempeñó un papel fundamental al diseñar la primera computadora científica comercial. Este avance marcó un hito al expandir la IA hacia un ámbito más accesible y menos exclusivo (Andresen, 2002).

Durante las siguientes dos décadas, el campo de la IA experimentó un desarrollo sustancial. Entre los aportes fundamentales durante esta etapa se encuentra el programa informático General Problem Solver 1, 1969. En la década de 1970, se desarrollaron programas informáticos capaces de tomar decisiones en respuesta a acciones humanas, por ejemplo, juegos de ajedrez (Coheur, 2020).

La aparición de algoritmos y redes neuronales artificiales (ANN, por sus siglas en inglés) representó la "revolución de la IA" en la década de 1980 y tuvo sus primeras aplicaciones en la optimización de impulsos de naves espaciales. Posteriormente, estos avances se implementaron en la clasificación de textos, búsquedas personalizadas y análisis de redes sociales, para impulsar el éxito de empresas como Google, Netflix, Facebook y Amazon, entre otras (Jordan, 2019).

En los años 90, la capacidad de las computadoras; el desarrollo de Internet (World Web Wide) y la digitalización de millones de datos favorecieron una expansión de la IA que llevó a una mayor inversión en empresas tecnológicas y en la mejora de la IA. En 1997, por primera vez en la historia la súper computadora Deep Blue de IBM logró vencer a un ser humano durante una partida de ajedrez, consolidando el alcance y futuro de los sistemas autónomos (Aker y Mbiti, 2010).

Sin embargo, es importante recordar que la tecnología es una creación humana y está influenciada por la interacción social. Los actores humanos dan significado y atribuyen características a la tecnología en su desarrollo. No obstante, una vez que la tecnología se establece, tiende a objetivarse e institucionalizarse, perdiendo su conexión con los agentes humanos que la construyeron o le dieron sentido, y aparece como parte de las propiedades estructurales objetivas de la organización (Orlikowski, 1992). Esta dualidad entre la influencia humana en la tecnología y la tendencia de la tecnología a tomar una vida propia es una dinámica en constante evolución y que impacta en la sociedad.

De esta manera, la evolución de la Inteligencia Artificial es un proceso fascinante y multidisciplinario que involucra campos que van desde el derecho y la política hasta las ciencias de la computación. Este progreso tecnológico, se ha desarrollado en diferentes estados de la inteligencia artificial. El primero de estos estados implica una IA específica que realiza tareas simples, como el reconocimiento de voz, la detección de imágenes o la generación de texto. A continuación, se encuentra la IA general, que se asemeja a la capacidad humana para llevar a cabo diversas tareas. (Jordan, 2019).

A pesar de los avances, las computadoras actuales siguen siendo significativamente más lentas que el cerebro humano, pero el potencial de superinteligencia artificial promete un futuro en el que la IA pueda igualar o incluso superar la inteligencia de los seres humanos, lo que plantea cuestiones emocionantes y desafiantes sobre el rumbo que tomará la tecnología (Kurzweil, 1999).

La evolución de la Inteligencia Artificial, desde sus inicios paso a paso desde tareas simples en camino a la obtención de la superinteligencia artificial, plantea tareas difíciles en múltiples campos. Por lo tanto, el desafío contemporáneo de la interacción entre la tecnología y las diversas etapas de la obra pública, no solo exige un análisis crítico en una era de rápido avance tecnológico, sino que además sigue vigente, la necesidad de conectar la tecnología y los actores principales a cargo de la obra pública.

3.1.2 ¿Cómo es el escenario?

En la sociedad, los entes gubernamentales tienen como finalidad el preservar y garantizar la integridad en la gestión pública y, por consiguiente, en los procesos de toma de decisiones con relación a las licitaciones; cualquier vulnerabilidad a dichos objetivos recae en el fraude o corrupción (Chaves, 2020). En este contexto, la gestión pública es un pilar importante para el desarrollo del país, la cual es un reflejo de su bienestar.

Si bien el índice de corrupción varía entre países, las naciones de América Latina y otras en vías de desarrollo tienden a presentar niveles más altos. Esta situación, atribuida principalmente a una deficiente gestión pública, limita significativamente el progreso social, económico e integral de estas naciones. Diversos estudios e índices de corrupción coinciden en que este panorama podría persistir durante un extenso período si no se implementan medidas contundentes para combatir la corrupción. (Transparency International, 2022)

3.1.3 ¿Cuál es el problema?

La corrupción es un problema general en todos los países y se remonta de muchas décadas atrás. En donde, se deriva del punto de intersección entre la política (financiación de partidos políticos, apropiación de diferentes recursos públicos), la administración pública (empleados públicos) y las empresas (concesión de obras, servicios públicos con grandes beneficios irregulares), la cual trae como consecuencia sobrevaloración en las obras públicas, incumplimiento de

las fechas de finalización del proyecto y poco beneficio social (Ramio Matas, Carles; 2015).

La dificultad de controlar la corrupción en las obras públicas es referente a la priorización de proyectos sin propuestas claras, según su alcance, recursos necesarios y tiempo, debido a que son limitados y no se logra ejecutar todos los proyectos ofrecidos en el portafolio por la empresa. Asimismo, existe un gran nivel de incertidumbre para los resultados de la obra, dado que estos se conocen solo cuando el proyecto ha terminado, y es en las fases finales cuando se puede calcular si ha generado valor el proyecto para la institución, siendo en esta etapa imposible recuperar la inversión. (Álvarez, 2021)

La corrupción en países en desarrollo tiene repercusiones multifacéticas, por ejemplo, en el ámbito económico, la desviación de fondos públicos y la manipulación de contratos en la obra pública pueden desincentivar la inversión extranjera y nacional (Feraudy, 2019). Este fenómeno no solo afecta la eficiencia de la obra pública, sino que también contribuye a la desigualdad social y la competencia desleal entre empresas (Valle-Cruz et al., 2019). Además, la corrupción y la falta de transparencia debilitan la confianza de la ciudadanía en las instituciones gubernamentales, lo que puede llevar a tensiones sociales y políticas (Gil-García, 2012).

Por ello, como respuesta ante la corrupción la gestión pública ha experimentado, en los últimos años, cambios en diferentes dimensiones que exigen otros enfoques, que en gran medida se relaciona con la tecnología (Chaves, 2020). Como ejemplo de ello tenemos la automatización de ciertos procesos, el uso de programa para la base de datos, conectividad entre diferentes sedes, mejora de equipos para la realización de los trabajos y otras implementaciones cuyo fin es mejorar la administración pública.

3.1.4 ¿Qué variables causan el problema?

Las variables causantes del problema son: la gestión pública deficiente en la licitación de obras (falta de transparencia, ineficiencia y corrupción), una débil adopción de tecnologías emergentes (falta de inversión, falta de capacitación y resistencia al cambio), una deficiente comunicación entre el gobierno y los ciudadanos (falta de canales de comunicación efectivos, desinformación y falta de participación ciudadana), así mismo como factores socioculturales (cultura de la corrupción, falta de confianza entre las instituciones y débil cultura de la rendición

de cuentas). En este contexto, se relaciona de forma clara la gestión pública para la licitación de obras con las tecnologías emergentes, como factores importantes que percibe el ciudadano en relación con la transparencia, eficiencia y corrupción. (Valle Cruz et al, 2016).

Análogamente, la relación entre el gobierno y ciudadano mejora con el uso de tecnologías específicas que permite una mejor comunicación en los procesos burocráticos, logrando así una mayor aceptación popular. Por ende, se infiere la existencia de dos variables claves, las cuales son: La transparencia y racionalidad, como variable dependiente, y la tecnología emergente, como variable independiente; en las cuales se evidencia una relación porque el uso tecnológico en el estado implica una mejora en la gestión pública. (Valle Cruz et al, 2016),

Además, cabe mencionar que la gestión pública desarrolla actualmente un sistema de inversión para la implementación de proyectos los cuales son menester conocerlos para poder implementar de forma correcta la inteligencia artificial. Debido a ello, en la Tabla 2 que se presenta a continuación están los pasos necesarios que se toman en cuenta en la gestión de proyectos de inversión pública. (Álvarez, 2021)

Tabla 2

Gestión de proyectos de inversión pública.

Gestión de proyectos de inversión pública		
Preinversión	Experiencia del formulador	Se debe asegurar que el proyecto se ejecute según los estándares esperados.
	Conocimiento del formulador sobre la normatividad vigente	El profesional a desarrollar la obra debe tener conocimiento de las normas vigentes.
	Disponibilidad del Terreno	Antes de realizar la ejecución del proyecto se debe constatar que el dueño del terreno sea el Estado.
Elaboración de expedientes	Requisito del Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA) por el Ministerio de Cultura	Se determina que en el lugar donde se realizara la obra no se encuentren vestigios arqueológicos.
	Estudio de impacto ambiental	Se debe tener aprobado los estudios de aprovechamiento hídrico y la obtención de licencias.
Ejecución de obra, por parte de la entidad	Rotación del personal	La alta rotación contribuye a un retraso en las obras.

Ejecución de obra, por parte del contratista	Conocimiento del jefe de proyecto (normatividad vigente)	Un jefe de proyecto debe trabajar con efectividad en la administración de proyectos de inversión pública.
	Planificación de jefe de proyecto	El proyecto se debe desarrollar en base a lo planificado con un margen de error existente.
	Disponibilidad de materiales	Deben de ser de fácil acceso y localización cercana.
	Experiencia del ejecutor	Alta participación ciudadana y eficacia en la construcción del proyecto.
	Solvencia por parte del contratista	Los trabajos externos deben adjudicarse mediante un tipo de licitación para asegurar la competitividad

Nota. Fuente: Elaboración propia, en base a Álvarez 2021.

3.1.5 ¿Con que técnicas se solucionan las causas significativas del problema?

Para abordar las causas significativas del problema, diversas técnicas basadas en la inteligencia artificial han surgido como alternativas viables. Si bien la corrupción es un problema complejo con múltiples causas, es importante reconocer que la población y la tecnología utilizada no son las únicas responsables. Es importante abordar la corrupción de manera integral, atacando las múltiples causas que la generan. La IA puede ser una herramienta útil para combatir algunos aspectos de la corrupción, pero no es una solución única ni definitiva.

Sin embargo, Tras realizar un estado del arte exhaustivo, se han identificado diversas técnicas basadas en la inteligencia artificial que pueden ser utilizadas para abordar las causas significativas del problema, por ejemplo uno de los problemas ya mencionados es el déficit presentado en la gestión de proyectos públicos, donde se conlleva una relación con la inteligencia artificial. En esta investigación, se han analizado los trece factores críticos identificados en la tesis doctoral titulada “Factores críticos que influyen en la gestión de los proyectos de saneamiento del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento de la República del Perú”, para determinar su relevancia en el contexto del problema de Álvarez Ochoa (2021) para determinar su relevancia en el contexto del problema.

Por ello, en la presente investigación se han identificado trece factores críticos que influyen en la gestión de proyectos de saneamiento tomando como referencia la tesis doctoral titulada “Factores críticos que influyen en la gestión de los proyectos de saneamiento del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento de la República del Perú” (Álvarez Ochoa, 2021)

La aplicación de la IA en la gestión de proyectos de saneamiento tiene el potencial de mejorar la eficiencia, la eficacia y la transparencia de estos proyectos, lo que puede contribuir a un mejor acceso a los servicios de saneamiento para la población. Es importante señalar que la investigación sobre la aplicación de la IA en la gestión pública aún se encuentra en sus primeras etapas, y que se necesita más investigación para comprender plenamente los beneficios y desafíos de esta tecnología. (Partnership for Public Service and IBM Center for The Business of Government, 2018, 1; Valero Torrijos, 2019),

. También es necesario mencionar que la inteligencia artificial puede ser aplicada a la gestión pública debido a que ayudará a generar una mejora en la actuación y la creación de nuevos canales de relación, entre la ciudadanía y las empresas, con lo cual se obtendrá una mayor apertura y rendición de cuentas a través del análisis y la información administrada. (Cerrillo Martínez, 2018)

Por consiguiente, cabe resaltar que la aplicación de la inteligencia artificial producirá cambios significativos en diversos sectores que no solo se desarrollarán en la organización del empleo público sino también en el sistema político e institucional, el cual tendrá como finalidad garantizar los principios de la democracia y la libertad en los procesos de participación ciudadana. (Raúl Enrique Rigo, 2019)

Además de ello, es de gran importancia señalar que una de las ventajas que genera la inteligencia artificial es que permite mejorar la racionalidad además de mejorar la precisión de la toma de decisiones, facilitar la asignación de recursos, anticipar las necesidades no satisfechas, detectar fraudes o riesgos de seguridad, entre otros; a través de la identificación de patrones o irregularidades en los datos (OCDE, 2019)

En conclusión, si la inteligencia artificial es aplicada y diseñada correctamente será de gran aporte y apoyo a las actividades gubernamentales durante los ciclos de elaboración de políticas, partiendo desde el establecimiento

de la agenda y la formulación de políticas públicas hasta su implementación y evaluación. (OCDE,2019).

3.1.6 ¿Cuál es el modelo de solución?

La revolución de la inteligencia artificial aplicada en la administración pública ha traído una mejora en la salud ética de este. Asimismo, el uso de la inteligencia artificial y los big data será de gran utilidad en la vertiente preventiva, generando una mayor eficacia, eficiencia, economía, entre otros a la administración pública, y en la vertiente represiva, ayuda a detectar y atajar fuentes de ilegalidad, parcialidad o corrupción. (Ponce, 2019b: 173).

En esta revolución tecnológica, el programa Arachne, desarrollado por la Comisión Europea, es un ejemplo de cómo la IA se puede utilizar para mejorar la gestión pública. Arachne utiliza algoritmos predictivos para analizar datos y detectar posibles riesgos de fraude en la gestión de fondos públicos. El programa ha sido utilizado con éxito en varios países europeos y ha ayudado a recuperar millones de euros en fondos mal utilizados. (Capdeferro, 2019)

Arachne se presenta como una herramienta invaluable en la gestión pública, ofreciendo un amplio abanico de aplicaciones para mejorar la eficiencia, la transparencia y la rendición de cuentas. Sin embargo, es crucial implementar la IA de manera responsable y ética, considerando aspectos como el sesgo algorítmico, la transparencia y la protección de datos. Un marco ético sólido garantizará que la IA se utilice en beneficio de la sociedad, promoviendo el buen gobierno y el bienestar de los ciudadanos. (Chaves, 2020)

Por consiguiente, a lo expuesto es menester definir al programa Arachne, el cual es una herramienta informática integrada desarrollada por la Comisión Europea, destinada a la extracción y al enriquecimiento de datos. Este programa tiene como función ayudar a las autoridades de gestión en los controles administrativos y de gestión que lleva a cabo en el ámbito de los Fondos Estructurales. (Chaves, 2020)

Además, cabe mencionar que este programa Arachne puede hacer que la selección y detección de proyectos y los controles de gestión sean más eficientes. Debido a ello se debe recopilar datos de las autoridades de gestión del FSE y del FEDER y de fuentes de datos externas, datos que corresponden tanto a entidades jurídicas y como a personas físicas. (Chaves, 2020)

Asimismo, otro de los programas que aportan a la gestión pública es la de Security Administrator Tool for Analyzing Network (SATAN), el cual es una herramienta tecnológica que ayuda a prevenir las irregularidades y malas prácticas, logrando cada vez mayor sofisticación de los procesos de obtención, almacenamiento y análisis de datos. Este programa se plantea usar en España al destacarse la aprobación de la Ley 22/2018, 6 de noviembre, de inspección General de Servicios y del sistema de alertas para la prevención de malas prácticas en la Administración de la Generalitat Valenciana y su sector público instrumental. (Chaves, 2020)

Por otra parte, es necesario mencionar que existen estudios los cuales han venido desarrollándose a lo largo de los años, teniendo como resultado positivo la implementación de la inteligencia artificial en la gestión de proyectos públicos, así como lo demuestra la Figura 1 presentada a continuación recolectado por el estudio “La inteligencia artificial en la gestión de proyectos de inversión pública del Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento”. (Álvarez, 2021).

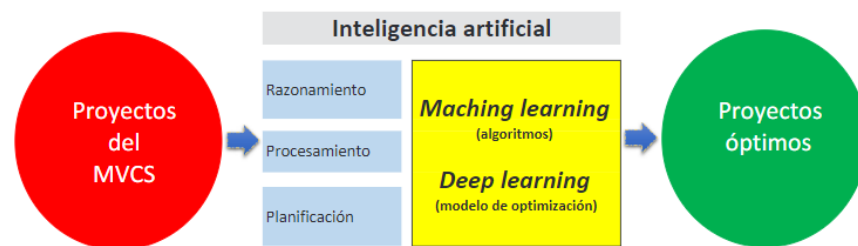


Figura 1. Modelo de optimización de la inteligencia artificial en la gestión de proyectos de inversión pública.

Nota. Fuente: Álvarez, 2021

En la Figura 1 se observa el modelo realizado por Álvarez (2021) en España donde sistematiza los proyectos del Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento a través de Inteligencia artificial aplicando el Maching learning y Deep learning para evaluar, procesar y planificar, dando como resultado proyectos más óptimos con el mejor costo, un adecuado tiempo de duración y un mayor impacto positivo en la sociedad. Por último, como este tipo de modelo existen una gran variedad que se adecuarían a la circunstancia de cada país haciendo posible la integración entre la gestión pública y la tecnología.

3.1.7 ¿Cuáles son los pasos específicos de desarrollo de solución?

Con relación a la implementación de la IA en la gestión pública existe documentación en diversos países desarrollados, como es el caso de España y China, los cuales en sus diversos artículos científicos identifican al menos tres etapas para su correcta ejecución porque este cambio de tecnología debe hacerse paulatinamente. Para ello, en la Tabla 3, se muestran las fases para la implementar IA con una breve explicación de cada una de ellas. (Valero, 2019).

Tabla 3

Fases de implementación de la inteligencia artificial en la gestión pública.

IMPLEMENTACIÓN DE LA IA		
Fase	Nombre	Descripción
1	Automatización robótica de procesos	Afecta principalmente a elementos burocráticos y rutinarios, resultando imprescindible en esta fase la digitalización y la implantación de sistemas automatizados de apoyo a la toma de decisiones.
2	Automatización cognitiva	Es la aplicación real de inteligencia artificial en sentido estricto, siendo los principales desafíos el tipo de información que se estructura en el sistema, y los criterios utilizados para el diseño de los algoritmos.
3	Inteligencia artificial	implantar la informática afectiva, el análisis predictivo y la utilización de máquinas con capacidad de aprendizaje; donde ya entran en juego los valores, las premisas ideológicas en las que se sustenta la tecnología y, en particular, los problemas relativos al sesgo de las decisiones.

Nota. Fuente: Elaboración propia, en base a Valero 2019.

Por otro lado, la Unión Europea para ayudar a la instalación de la IA ha establecida diferentes directrices éticas guiadas por expertos de alto nivel para aumentar su confiabilidad. (Chaves, 2020).

- a) Legalidad, respetando las leyes y normas registradas

- b) Ética, respetando principios y valores éticos
- c) Robusta, buscando tener el sistema más robusto posible.

Para finalizar, la Tabla 3 muestra las fases que puede seguir un país en la implementación de IA para mejorar la problemática de la corrupción. Resaltando que cada fase tiene sus propias demandas y dificultades las cuales superadas ayudarán en la licitación de proyectos, agilización de procesos y disminución de la corrupción.

3.1.7 ¿La solución funciona?

Mucho se habla del gran aporte que daría la inteligencia artificial a la gestión pública de ser aplicada a los diversos países existentes, sin embargo, son muy pocos los países los cuales han puesto en práctica dicha herramienta, así por ejemplo se tiene el caso de Corea, el cual, en el 2002, el Servicio de Contratación Pública (PPS), su agencia central de contratación pública, implementó un sistema de contratación pública electrónica totalmente integrado, nombrado KONEPS. (OCDE,2011).

El sistema KONEPS anteriormente mencionado cubre todo el ciclo de contratación de manera electrónica (incluso una ventanilla única de registro, licitación, contratos, inspección y pago), y los documentos correspondientes se intercambian en Internet. Donde de acuerdo con el PPS, este sistema mejoró la eficiencia en la contratación pública y redujo considerablemente los costos de transacción. Además, incrementó la participación en licitaciones públicas y optimizó en forma significativa la transparencia al eliminar los casos de corrupción mediante la prevención de prácticas ilegales y actos de colusión. (OCDE,2011).

Asimismo, cabe mencionar que la Comisión de Comercio Justo de Corea opera en KONEPS, el sistema coreano BRIAS, el cual es un sistema de detección automatizada de estrategias de licitación sospechosas. Donde según la evaluación sobre la integridad realizada por la Comisión Anticorrupción y de Derechos Civiles de Corea, desde la aplicación de KONEPS, indica que el índice de percepción de integridad de PPS mejoró de 6.8 a 8.52. (OCDE,2011).

Por otra parte, una de las contribuciones de las administraciones públicas al desarrollo de la inteligencia artificial es poner a disposición de la industria y de la sociedad sus datos. Por ello, cabe destacar que los datos son considerados el nuevo oro o petróleo de siglo XXI (Mayer-Schönberger y Cukier, 2013; The Economist, 2017), además de ser considerado el pilar en el cual se basa el

desarrollo actual de la inteligencia artificial, donde las administraciones públicas, las cuales contienen grandes volúmenes de estos, generan en su desarrollo de actividades la alimentación de los algoritmos. (Commission Staff Working, 2018).

Por ende, la Comisión europea señala que es posible impulsar significativamente la competitividad europea en el mercado mundial a través de la innovación basada en los datos, el cual es un motor fundamental de crecimiento y empleo; además señala que el uso inteligente de los datos genera una transformación en todas las áreas de la economía y el sector público (OCDE, 2011).

Por último, se ha demostrado que la implementación de la Inteligencia artificial es de gran aporte a la gestión, este también genera nuevos desafíos a la administración pública, el cual es el uso de la capacidad predictiva para que las máquinas puedan decidir y tomar mejor curso de acción para el gobierno. Debido a ello, se necesita obtener máquinas que sean mucho más sofisticadas, ya que se requiere que estas intercedan en el proceso de pensar, aprender y puedan emular las características del pensamiento humano y desarrollen la intuición. (Fernando Filgueiras, 2021).

3.1.8 ¿Qué tan bien funciona?

La aplicación de la IA en diferentes países ha dado muchos resultados positivos; no obstante, es correcto hacer un riguroso examen a los distintos usos de esta tecnología, de ello se logra esbozar algunos de los principales riesgos presentes en el uso del AI, como son la discriminación en el funcionamiento, la falta de transparencia por falta un control humano, en conjunto a la falta de protección de datos, privacidad y seguridad. (Chaves, 2020) Por esto los países de la Unión Europea (UE) busca medidas para enfrentar estos nuevos problemas.

Para una mejor comprensión de la problemática del AI, la falta de supervisión humana puede ser un beneficio por que disminuye los gastos del gobierno, pero daría oportunidad al error a los equipos y al funcionamiento de los programas al no ser supervisado. Debido a esto, se recurre de forma imprescindible a un funcionario humano altamente capacitado porque será responsable de los procedimientos, conocimiento en la automatización de las operaciones y otros. Resultando, la necesidad del factor humano ante imprevistos de la AI. (Rigo, 2019).

En relación con la nueva problemática del uso del AI la Unión europea ha diseñado una nueva normativa para la implementación de la nueva tecnología, para lograr así garantizar el buen uso de esta nueva tecnología y tener medidas ante los diferentes imprevistos como es una mala programación de los parámetros, hackeos, robo de información y manipulación de los datos de parte de los dirigentes y otros. Además, cabe recalcar que esta normativa está en constante cambio por las nuevas problemáticas que pueden surgir. (OCDE, 2019).

Por otro lado, si bien el uso de la inteligencia artificial es beneficioso se debe señalar que la gobernanza de datos es un recurso primordial para optimizar la construcción de soluciones de IA confiables, disminuyendo los sesgos sistemáticos, las decisiones ilegales, crisis política y exposiciones financieras de los ciudadanos. Además de ello, es menester contar con una institución la cual pueda establecer de forma segura y fiable de administrar los datos, garantizando su calidad, validez y seguridad, administrar los riesgos y hacer que se maneje con cuidado e integridad la información por parte de las organizaciones públicas. (Fernando, 2021).

3.1.9 ¿Qué repercusiones tiene aplicar la solución?

Si bien se ha demostrado que la inteligencia artificial es de gran apoyo a la transparencia y eficiencia de la gestión y administración pública, se hace necesario indicar las necesidades que conlleva su aplicación, donde una de ellas es el cuidado que se debe tener en el diseño de los algoritmos, en especial aquellos que manipulan los datos sensibles para las personas para poder evitar marginaciones, sesgos u opacidades en el accionar de la administración pública. Debido a esto nos es necesario sugerir la creación de una agencia gubernamental, de naturaleza regulatoria, que sea el encargado de evaluar dichos algoritmos y así poder asegurar su transparencia. (Raúl Enrique Rigo, 2019).

Asimismo, que para incrementar el potencial de la aplicación de la inteligencia artificial a la administración pública por parte de los entes gubernamentales, es de gran ayuda establecer procesos y estructuras fiables, justos y responsables, así también es de gran importancia fomentar la confianza del público. (OCDE, 2019).

Por eso, es necesario señalar que si el público no confía en la correcta aplicación de la inteligencia artificial por parte del gobierno provocaría la evasión de los servicios públicos que usen la inteligencia artificial u oponerse a su

introducción. Por tal motivo, se hace menester abordar las inquietudes del público a través de una supervisión rigurosa, la rendición de cuentas y los procesos justos. (OCDE,2019).

Para Capdaferro (2022) la administración pública automatizada con inteligencia artificial nos encamina a diferentes métodos de inspección y control, para ello se necesitan una nuevas normas y leyes cuyo objetivo es controlar el correcto funcionamiento del nuevo sistema automatizado. Estas nuevas leyes deben preocupar evitar un impacto negativo en la sociedad por el mal funcionamiento de estos nuevos agentes de control automatizados.

La nueva normativa debe tener diferentes aspectos, como son: la nueva forma (digital ready legislation), las garantías del sujeto sometido a control y garantías para el correcto funcionamiento del sistema, evitando la elusión del control y el uso inadecuado del sistema. Estos aspectos se profundizan en la Tabla 4 titulada alcance de la nueva normativa para sistemas automatizados.

Tabla 4

Alcance de la nueva normativa para sistemas estatales de control sistematizados.

NUEVA NORMATIVA PARA LOS SISTEMAS DE CONTROL AUTOMATIZADO	
Nueva forma de las normas (digital ready legislation)	Las normas pueden ser fácilmente aplicadas mediante sistemas digitales si emplean términos claros, evitando conceptos imprecisos o indeterminados, contienen pocas excepciones a las reglas generales. La aplicación de estas reglas, el cumplimiento de la obligación debería ser fácil de controlar cruzando o relacionando datos.
Las garantías del sujeto sometido a control	En primer lugar, sería necesario que se estableciera claramente que, en caso de error en la apreciación de los hechos o en su calificación, resulta posible presentar alegaciones o recurso que será objeto de tratamiento por una unidad

conformada por empleados públicos, que revisarán el caso, para validar o anular la denuncia o sanción.

El control automatizado del cumplimiento de obligaciones no interrumpe la actividad que esté realizando el sujeto objeto de control.

Garantías para el correcto funcionamiento del sistema: evitando la elusión del control y el uso inadecuado del sistema

Las normas que establecen controles automatizados en las que se incorporan medidas tendientes a garantizar que el programa funcione correctamente y que no se haga un uso inadecuado de este

Nota 3. Fuente: Elaboración propia, en base a Capdaferro (2022).

La implementación de la inteligencia artificial a la gestión pública se evidencia que es muy positiva trayendo muchos beneficios como la disminución de la corrupción, la agilización de procesos y la planificación de proyectos; sin embargo, según la Tabla 4 dicha automatización con lleva una nueva creación de normativas para su correcto uso, velando por los nuevos retos que trae el uso de la inteligencia artificial.

3.2 Revisión de la literatura del potencial de la Inteligencia Artificial en el monitoreo de la transparencia y racionalidad en las unidades ejecutoras de la obra pública.

La revisión de la literatura como la inteligencia artificial (IA) y su relación con la transparencia y la racionalidad en la obra pública, es un tema de gran relevancia en la actualidad.

3.2.1 Unidades ejecutoras de la obra pública peruana

Hay un déficit de capital humano y una mala concepción inicial de los proyectos que luego se preparan mal. Después no se pueden ejecutar porque no hay capacidades, o porque, al estar mal formulados, los presupuestos no se condicen con las necesidades de recursos, y vienen los problemas presupuestales

y las paralizaciones. A esto se añade la participación de la Contraloría, y la posible corrupción. Agrava la situación el hecho de que las oficinas de programación multianual, las unidades formuladoras y las unidades ejecutoras actúan desarticuladamente, tienen objetivos distintos, lógicas diferentes de actuación, y se rigen por sistemas administrativos separados. Por lo tanto, no es posible lograr un producto consistente (Gonzalo Prialé, 2021).

Sin embargo, para garantizar un uso ético y responsable de la IA en la obra pública, es imperativo desarrollar marcos de evaluación y regulación que permitan la identificación y prevención de posibles riesgos y efectos negativos. En este sentido, la literatura destaca la importancia de la ética y la responsabilidad social en el desarrollo y aplicación de la IA en la obra pública (Jordan, 2019).

En cuanto a la relación entre la corrupción y la obra pública, la literatura señala que la corrupción es un problema estructural en la obra pública peruana que ha afectado negativamente el desarrollo económico del país. La falta de transparencia y racionalidad en la obra pública se manifiesta en la asignación de contratos a empresas que no cumplen con los requisitos técnicos y legales, la sobrevaloración de los costos de los proyectos, la falta de transparencia en la gestión de los recursos públicos, entre otros aspectos. La corrupción en la obra pública no solo afecta la calidad de los proyectos y servicios, sino que también tiene un impacto negativo en la confianza de los ciudadanos en las instituciones públicas y en la inversión extranjera en el país (González, 2018), por dicha razón se plantea analizar el potencial de la IA en la medición y monitoreo de la transparencia en la obra pública.

La incapacidad en la obra pública se multiplica a nivel de las regiones y crece en forma exponencial en las alcaldías, con autonomía meramente nominal amparada en la Constitución. La calidad de las obras a cargo de cientos de pequeñas unidades ejecutoras no interesa, muchas terminan haciéndose por administración directa, o se quedan abandonadas. En el corto plazo no parece posible cambiar la ley descentralización (Gonzalo Prialé, 2021). Una forma de dotar a los gobiernos subnacionales de competencias sería utilizar algunas de las universidades como consultores y capacitadores para que las municipalidades y los gobiernos regionales puedan mejorar su capacidad de formulación de proyectos.

3.2.2 Avances tecnológicos en la medición de la transparencia en proyectos de construcción

La literatura destaca el potencial que tiene la IA para mejorar la transparencia y la eficiencia en la obra pública que se verá reflejada en una eficiente gestión de los proyectos de construcción. Por ejemplo, la IA puede ser utilizada para analizar grandes cantidades de datos y detectar patrones y anomalías en la gestión de los recursos públicos, gestión de la calidad, procesos constructivos, etc. También puede ser utilizada para predecir y prevenir posibles casos de irracionalidad en la obra pública, lo que permitiría una gestión más eficiente y transparente de los recursos públicos (Valle-Cruz et al., 2019).

La transparencia como medida financiera en línea, como se ha demostrado en estudios como el de Puron-Cid et al. (2019), puede ser un antídoto eficaz contra la corrupción al proporcionar una mayor visibilidad y responsabilidad en la gestión de los recursos públicos.

Además, la IA puede ser utilizada para mejorar la interacción entre el gobierno y los ciudadanos. Por ejemplo, la IA puede ser utilizada para desarrollar chatbots, como herramienta tecnológica permitirá a los ciudadanos realizar consultas y recibir información sobre los proyectos de construcción en proceso o en adjudicación, de manera más eficiente y personalizada. También puede ser utilizada para analizar las opiniones y necesidades de los ciudadanos y mejorar la toma de decisiones en la gestión pública (Valle-Cruz et al., 2019).

3.2.3 Desarrollo de sistemas en base a la IA para el monitoreo de la racionalidad en la obra pública

La inteligencia artificial (IA) surge como una herramienta que puede abordar estos desafíos, automatizando procesos y garantizando la racionalidad, la IA puede disminuir la opacidad en la toma de decisiones gubernamentales y reducir los espacios para la corrupción (Gil-García, 2012). La implementación efectiva de sistemas de monitoreo basados en IA en la obra pública peruana puede, por lo tanto, catalizar el crecimiento económico y fomentar una sociedad más justa y equitativa.

En este contexto, la IA se presenta como una solución tecnológica innovadora para fortalecer la transparencia en los procesos de contratación y ejecución de obras públicas. Al incorporar algoritmos de monitoreo y análisis de datos, la IA puede detectar patrones de comportamiento sospechoso, identificar

posibles casos de corrupción y mejorar la eficiencia en la asignación de recursos (Chaves, 2020). La implementación de la IA en la obra pública no solo busca prevenir la corrupción, sino también restaurar la confianza ciudadana en las instituciones gubernamentales.

Los obstáculos generados por la corrupción no solo se traducen en una gestión ineficiente de los proyectos de obra pública, sino que también impactan directamente en el crecimiento económico y la estabilidad política. La falta de confianza en las instituciones gubernamentales puede disuadir la inversión extranjera, obstaculizando el desarrollo de proyectos clave para el progreso del país (Berryhill et al., 2019). La IA, al introducir una capa de vigilancia y análisis en los procesos gubernamentales, puede contribuir a superar estos obstáculos.

A pesar de todo, es crucial señalar que la implementación de la IA no está exenta de desafíos. La complejidad de las interacciones sociotécnicas implica que la introducción de la IA en la obra pública debe abordar preguntas éticas, de privacidad y de gobernanza (Chaves, 2020). La transparencia en el uso de algoritmos y la supervisión por parte de autoridades legítimas son esenciales para garantizar que la IA sea una herramienta efectiva y ética en la lucha contra la corrupción.

La implementación de sistemas de monitoreo en obras públicas mediante inteligencia artificial (IA) se destaca en la integración de tecnologías para gestionar eficientemente grandes volúmenes de datos. Las organizaciones del sector público, como ejemplifican Hwabamungu et al. (2018), incorporan estas tecnologías en sus sistemas ERP para una gestión inteligente de datos. A pesar de la generación masiva de datos por Big Data, la explotación efectiva de estos datos (a través de la IA) para la toma de decisiones enfrenta barreras tecnológicas y de capacidad, según Li et al. (2020). Valle-Cruz et al. (2020) señalan que la complejidad de esta composición híbrida plantea desafíos en el uso eficaz de los datos en todas las organizaciones.

3.2.4 Funciones de monitoreo mediante IA en la obra pública

La implementación de la IA en la obra pública no solo implica la adopción de nuevas tecnologías, para el monitoreo y la transformación de los procesos y estructuras organizacionales y poder aprovechar al máximo el potencial de la IA (Chaves, 2020). En este sentido, esta revisión de la literatura destaca la importancia de la colaboración y el trabajo en equipo entre los diferentes actores

involucrados en la implementación de la IA en la obra pública. La implementación de la IA en las funciones para el monitoreo de la obra pública requiere de la colaboración entre los desarrolladores de tecnología, expertos en obra pública y los usuarios finales, para garantizar que la tecnología se adapte a las necesidades y contextos específicos de la obra pública (Valle-Cruz et al., 2019).

3.2.5 Funciones de la obra pública afectadas por la IA

El estudio "Impacto potencial del uso de la inteligencia artificial en el empleo público en América Latina" del Banco de Desarrollo de América Latina (CAF) considera algunos de los principales beneficios del uso de la IA en el gobierno, ya que la IA tiene el potencial de procesar grandes cantidades de datos en poco tiempo, así como optimizar las actividades de trabajo rutinarias, por lo tanto tendrá el potencial de liberar el tiempo de los trabajadores en tareas repetitivas, ayudando así a mejorar la calidad, reducir los costos, acelerar procesos; y la expansión del valor; a su vez esta afectación en determinadas funciones de la obra pública significaría frenar la posibilidad de hacer las cosas de una manera más creativa. (Cruz, 2022).

3.2.6 Infraestructura tecnológica en el Perú para sistemas de IA

La IA no se trata solo de la adopción técnica, se trata de la aceptación empresarial. Para tener éxito, la adopción de la IA requiere la aceptación por parte de la suite ejecutiva para generar el impulso necesario para superar la inercia organizacional e implementar la infraestructura tecnológica que un país necesita (Chui, M., 2017).

Los adoptantes exitosos de IA tienen un fuerte apoyo de liderazgo ejecutivo para la nueva tecnología. Los representantes de las empresas que han implementado con éxito una tecnología de IA sugieren la importancia de contar una infraestructura tecnológica para aprovechar los modelos a escala; este beneficio de las empresas que si obtuvieron éxito en la implementación de la IA destacan sobre aquellas no habían adoptado ninguna tecnología de IA. Agregaron que el fuerte apoyo provino no solo del CEO y los ejecutivos de TI, es decir, el director de información, el director digital y el director de tecnología, sino también de todos los demás funcionarios de nivel CEO y la junta directiva de las empresas o instituciones que ofrecen estas nuevas herramientas de IA (Chui, M., 2017).

De acuerdo a hallazgos obtenidos de ILIA (2023), América Latina es un laboratorio natural. Desde los cielos del desierto y sus datos astronómicos, la

enorme Amazonía y su biodiversidad cultural y geográfica; la cantidad de datos disponibles para el desarrollo y entrenamiento de modelos es inconmensurable. Sin embargo, hoy no existe en la región infraestructura tecnológica capaz de procesar y entrenar los modelos del estado del arte en IA, por ejemplo, los actuales grandes modelos de lenguaje o modelos multimodales.

Como factor habilitante ILIA (2023) plantea que la Conectividad es insuficiente. La penetración de internet y el uso de dispositivos se ubica sobre el 70% promedio en la región, mostrando un avance de la digitalización de la población. Sin embargo, la velocidad de descarga difiere significativamente al interior de la región y dentro de los países, lo que muestra un desafío urgente en materia de inversión en infraestructura para promover el acceso a esta tecnología.

Para el caso peruano ubicándolo en relación a países de la región, se pueden discernir tres grupos en relación con la formación en Inteligencia Artificial (IA). En el primero, destacan Brasil, Colombia y México, países que cuentan con programas de formación no profesional asociados a la IA. Aunque no se puede establecer una conexión directa, se sugiere que la mayor industrialización y la presencia de programas vinculados a la industria petrolera podrían influir en la adopción de dichos programas. El segundo grupo incluye a Chile, Perú y Uruguay, quienes, si bien no disponen de programas específicos de IA, ofrecen cursos abiertos de programación y habilidades digitales, fomentando así competencias esenciales para el aprovechamiento de la IA. A pesar de las diversas iniciativas a nivel regional, Perú carece de cursos de acceso libre y alcance nacional, lo que podría impactar en la disponibilidad generalizada de conocimientos en IA (ILIA, 2023).

3.2.7 Desarrollo digital y normativo para sistemas de IA en la obra pública

Estos proyectos de desarrollo digital que vinculan la tecnología con la administración en las obras públicas, es avanzar en nuevos proyectos de monitoreo o articulación entre elementos institucionales, ingenieriles y tecnológicos en la toma de decisiones de los responsables a cargo de la obra pública. En última instancia, incrementar las probabilidades de éxito en iniciativas relacionadas con el gobierno digital, y sobre todo lograr expectativas más realistas de ciertos proyectos y ciertas tecnologías de información. Esto es especialmente importante ahora que es evidente el dinamismo que tienen y la gran velocidad con la que aparecen nuevas tecnologías, estrategias y conceptos, como cómputo en

la nube, redes sociales, gobierno abierto, datos ligados, megadatos, ciudades inteligentes, etc. (Fountain, 2014).

3.2.8 Percepción de la implementación de la IA en el monitoreo de la transparencia y racionalidad en la obra pública.

Se debe tener en cuenta que, por su transversalidad, las obras públicas son multidisciplinarias, involucrando a contratistas, arquitectos, ingenieros, contadores, logísticos, abogados, etc. La premisa exploratoria se basa en el hecho de que la encuesta de esta investigación recopila la percepción de los ingenieros civiles de la implementación de IA, y el potencial que tienen estas, para monitorear la transparencia y la racionalidad en la obra pública peruana. Sus resultados permiten evaluar la implementación de la IA en obras públicas, pudiendo extenderse a otras profesiones involucradas en obras públicas. La transparencia fomenta la participación y alienta el surgimiento de una ciudadanía crítica (Miranda et al. 2022).

La evaluación y el monitoreo continuo permiten identificar posibles problemas y ajustar la implementación de la IA para garantizar su efectividad y eficiencia en la gestión de la obra pública (Jordan, 2019). Otro aspecto importante es la necesidad de garantizar la accesibilidad y la inclusión en la implementación de la IA en la obra pública. La IA puede ser utilizada para mejorar la accesibilidad y la inclusión en la obra pública, por ejemplo, mediante la personalización de los servicios públicos para adaptarse a las necesidades específicas de los usuarios finales. Sin embargo, es importante garantizar que la implementación de la IA no excluya a ciertos grupos de la población o perpetúe las desigualdades existentes (Chaves, 2020).

Por lo tanto, implementación de la IA en la obra pública en el contexto peruano, destaca la necesidad de desarrollar capacidades y habilidades en la obra pública para aprovechar al máximo el potencial de la IA. Además, es importante desarrollar marcos éticos y regulaciones que permitan la identificación y prevención de posibles riesgos y efectos negativos de la IA en la obra pública en el contexto peruano (González, 2018).

3.2.9 Relación con el estado del arte

La literatura desarrollada en esta sección destaca el potencial de la IA para mejorar la transparencia y la eficiencia en la gestión de la obra pública en el Perú. Sin embargo, su implementación efectiva requiere de la capacitación y

especialización del personal de la administración pública, así como de la implementación de marcos éticos y regulaciones que permitan la identificación y prevención de posibles riesgos y efectos negativos. Además, es importante garantizar la protección de la privacidad y los datos personales de los ciudadanos en el uso de la IA en la obra pública. La implementación de la IA en la obra pública también implica la transformación de los procesos y estructuras organizacionales para aprovechar al máximo su potencial, así como la colaboración y el trabajo en equipo entre los diferentes actores involucrados.

3.3 Diseño de cuestionario para ingenieros civiles

El "Diseño del cuestionario para ingenieros civiles" constituye una fase fundamental en la investigación, ya que la calidad de los datos recopilados depende en gran medida de la estructura y formulación de las preguntas. La elaboración de un cuestionario preciso y relevante es esencial para obtener información válida y significativa sobre la percepción de los ingenieros civiles respecto al desarrollo y adopción de la inteligencia artificial en obras públicas. El diseño del cuestionario se basa en conceptos fundamentales como la inteligencia artificial, transparencia, racionalidad y obra pública, los cuales proporcionan el marco teórico necesario para formular preguntas pertinentes y alineadas con los objetivos de la investigación. La sección también aborda aspectos básicos de la identificación de los encuestados, como edad, género, nivel de experiencia y sector de la obra pública, asegurando así un enfoque integral que permitirá analizar las respuestas desde diversas perspectivas y variables demográficas (UPN, 2020).

3.3.1 Diseño de instrumento de medición

El diseño de este instrumento, las dimensiones y sus respectivas componentes han sido seleccionados en base a su incidencia en la obra pública, en sus etapas, en la evolución de la inteligencia artificial y en cómo se está implementando esta tecnología en diversos campos, junto a sus desafíos y limitaciones; gracias a los datos del cuestionario se busca obtener un mayor conocimiento de las percepciones de los ingenieros civiles con el objeto de identificar en niveles y dominios de la obra pública la IA afecta de manera positiva la transparencia y racionalidad.

Dimensión datos generales

La inclusión de la dimensión de datos generales en esta encuesta es esencial para comprender y contextualizar las percepciones de los ingenieros civiles sobre la implementación de la inteligencia artificial (IA) en el monitoreo de las unidades ejecutoras en el desarrollo de la obra pública. Los datos generales, como la edad y el género, permiten realizar un análisis demográfico que puede revelar patrones y tendencias específicas dentro del grupo de encuestados. Esto es crucial para comprender la homogeneidad de la muestra según la edad o el género de los ingenieros civiles y si estos datos son congruentes con información elaborada por otros estudios.

La información sobre el nivel de experiencia académica y profesional, así como en qué sector de la obra pública han trabajado, proporciona un contexto valioso para interpretar las respuestas sobre la adopción de la IA. Por ejemplo, la experiencia en sectores específicos puede influir en la percepción de cómo la IA puede impactar en la transparencia y racionalidad de la obra pública. Estos datos generales permiten tener una dimensión de control que contribuyen a la validez y la interpretación adecuada de los resultados de la encuesta.

Dimensión percepciones

El diseño de preguntas e ítems para la dimensión "Percepciones de los Ingenieros Civiles sobre el Concepto de la IA en la Obra Pública" se basa en una cuidadosa consideración de conceptos fundamentales y objetivos específicos de la investigación. La escala de Likert, que va desde "1 totalmente en desacuerdo" hasta "7 totalmente de acuerdo", proporciona un rango graduado que permite a los encuestados expresar con precisión su nivel de acuerdo o desacuerdo con afirmaciones clave relacionadas con la inteligencia artificial (IA) en obras públicas. Este enfoque permite una medición cuantitativa de las percepciones, facilitando el análisis estadístico posterior (Matas A., 2018).

Las primeras afirmaciones abordan la disposición de los ingenieros civiles hacia la adopción de la IA en la obra pública y la diferencia percibida entre la IA en la obra privada y pública. Estos elementos exploran las actitudes iniciales hacia la tecnología y establecen las bases para comprender cómo los encuestados conciben la integración de la IA en su campo profesional. La serie de preguntas continúa centrándose en la relación entre la necesidad de abordar nuevas profesiones en la obra pública, el impacto del monitoreo a través de la IA en la transparencia y la racionalidad de la obra pública. Estas preguntas exploran las

percepciones sobre cómo la IA puede influir en las actuales profesiones que proporcionan conocimientos en la implementación y uso de tecnologías como la IA, la toma de decisiones y la eficiencia en las diferentes etapas de la obra pública, ver Tabla 5.

Tabla 5

Pregunta N°.1 Dimensión Percepciones de los ingenieros civiles.

¿Hasta qué punto estás de acuerdo con las siguientes ideas respecto a la inteligencia artificial?	1	2	3	4	6	7
Estoy totalmente abierto a la adopción de la IA en la obra pública	☐	☐	☐	☐	☐	☐
La IA en la obra privada debe ser muy diferente a la IA en la obra pública	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Asumo con naturalidad que la IA y el personal desarrollará actividades en conjunto.	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Las nuevas profesiones en la obra pública deberán ser abordadas en profundidad.	☐	☐	☐	☐	☐	☐
El monitoreo a través de la IA incide en la transparencia de la obra pública	☐	☐	☐	☐	☐	☐
El monitoreo a través de la IA incide en la racionalidad de la obra pública	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Nota. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la pregunta 2, la clasificación de responsables de obra pública, se busca evaluar en qué medida los encuestados creen que el apoyo parcial de la IA puede hacer más racional la obra pública. Esta pregunta específica pretende obtener percepciones detalladas sobre cómo la IA puede mejorar la gestión en roles específicos dentro de la obra pública, ver Tabla 6.

Tabla 6

Pregunta N°.2 Dimensión Percepciones de los ingenieros civiles.

¿En qué medida está de acuerdo que su función apoyada parcialmente con la inteligencia artificial haga más racional la obra pública?	1	2	3	4	6	7
Monitor de obra	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Residente de obra	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Supervisor de obra	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Administrador de obra	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Proyectista	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, las preguntas sobre la transparencia de distintas etapas de la obra pública monitoreadas por la IA buscan comprender la percepción de los ingenieros civiles sobre la influencia de la tecnología en aspectos clave del proceso, como la Preinversión, elaboración de expedientes, adjudicación de contratos, ejecución, recepción y entrega, así como en controversias y arbitraje, ver Tabla 7.

Tabla 7

Pregunta N°.3 Dimensión Percepciones de los ingenieros civiles.

¿En qué medida está de acuerdo que las distintas etapas de la obra pública monitoreadas por la IA serían más transparentes?	1	2	3	4	6	7
En la etapa de Preinversión	☐	☐	☐	☐	☐	☐
En la etapa de Elaboración de Expediente técnico de la obra	☐	☐	☐	☐	☐	☐
En la etapa de adjudicación de contratos	☐	☐	☐	☐	☐	☐
En la etapa de ejecución de obras	☐	☐	☐	☐	☐	☐
En la etapa de recepción y entrega	☐	☐	☐	☐	☐	☐
En la etapa de controversias y arbitrajes	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Este diseño de preguntas, fundamentado en una escala de Likert y en conceptos claros y específicos, busca capturar de manera completa y detallada las percepciones de los ingenieros civiles sobre la integración de la IA en la obra pública.

Dimensión expectativas

El diseño de preguntas para la dimensión "Expectativas de los Ingenieros Civiles sobre la Incidencia de la IA en la Transparencia y Racionalidad en la Obra Pública" se ha concebido con la finalidad de obtener expectativas específicas acerca de cómo los ingenieros civiles anticipan la influencia de la inteligencia artificial (IA) en diferentes aspectos de la obra pública.

La primera pregunta de esta dimensión permite a los encuestados seleccionar al menos tres dominios de la obra pública que consideran más transparentes con el uso de la IA, busca identificar áreas específicas donde los ingenieros civiles prevén un impacto positivo en términos de visibilidad y apertura. La inclusión de opciones como "Presupuesto de obra", "Elaboración de expediente" y "Selección de proveedores" abarca diversas etapas y procesos dentro del ámbito de la obra pública, proporcionando un panorama integral de las expectativas, ver Tabla 8.

Tabla 8

Pregunta N°.4 Dimensión Expectativa de los ingenieros civiles.

¿Qué dominios de la obra pública será más transparentes con el uso de la Inteligencia Artificial?	
☐	Presupuesto de obra
☐	Elaboración de expedientes
☐	Contratación del personal
☐	Movilidad y transporte de materiales
☐	Gestión de almacenes
☐	Seguridad y salud ocupacional
☐	Operaciones de construcción
☐	Selección de proveedores

Nota. Fuente: Elaboración propia.

La segunda pregunta aborda las áreas que se perciben como más racionales con el uso de la IA. Al incluir opciones como "Supervisión de obra", "Control de calidad" y "Adendas de adicionales", se busca entender cómo los ingenieros civiles anticipan la influencia de la IA en la toma de decisiones lógicas y eficientes en aspectos específicos del proceso de construcción y gestión de obras públicas, ver Tabla 9.

Tabla 9

Pregunta N°.5 Dimensión Expectativa de los ingenieros civiles.

¿Qué dominios de la obra pública será más racionales con el uso de la Inteligencia Artificial?	
☐	Supervisión de obra

- | | |
|-----------------------|---------------------------|
| ☐ | Control de calidad |
| ☐ | Contratación del personal |
| ☐ | Presupuesto de obra |
| ☐ | Adendas de adicionales |
| ☐ | Metrados |
| ☐ | Contratos |

Nota. Fuente: Elaboración propia.

La tercera pregunta, que pide a los encuestados seleccionar las funciones que consideran más afectadas por la IA a corto plazo, apunta a evaluar las expectativas sobre la rápida adopción y adaptación de la tecnología. Con opciones como "Dirección ejecutiva", "Contratación de personal" y "Operaciones de construcción", se busca obtener percepciones detalladas sobre las áreas donde se anticipa una transformación significativa, ver Tabla 10.

Tabla 10

Pregunta N°.6 Dimensión Expectativa de los ingenieros civiles.

- | ¿Cuál de las siguientes funciones se verá más afectada por la IA a corto plazo? | |
|---|--|
| ☐ | Dirección ejecutiva |
| ☐ | Tareas y oficinas auxiliares |
| ☐ | Contratación del personal |
| ☐ | Control de proveedores |
| ☐ | Gestión de almacenes |
| ☐ | Procesamiento de transacciones financieras |
| ☐ | Operaciones de construcción |
| ☐ | Tratamiento de la información y data |

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Este diseño de preguntas, alineado con los objetivos específicos de la investigación, proporciona un enfoque detallado para entender las expectativas de los ingenieros civiles sobre la implementación de la IA en la obra pública.

Dimensión retos y oportunidades

El diseño de preguntas para la dimensión "Retos y Oportunidades de los Ingenieros Civiles sobre la Aplicación de la IA en la Obra Pública" permite identificar y comprender los factores que los ingenieros civiles consideran como inhibidores y habilitadores claves en la implementación de la inteligencia artificial (IA) en el ámbito de la obra pública.

La primera pregunta aborda los principales inhibidores, permitiendo a los encuestados seleccionar aquellos factores que perciben como obstáculos significativos para la implementación de la IA en la obra pública. Las opciones incluyen una variedad de aspectos financieros, sociales, legales y tecnológicos, proporcionando una gama de desafíos que pueden surgir en el proceso de adopción de la IA, ver Tabla 11.

Tabla 11

Pregunta N°.7 Dimensión Retos y Oportunidades de los ingenieros civiles.

¿Cuáles son los principales inhibidores para la implementación de la IA en la obra pública?	
☐	Limitaciones presupuestarias
☐	Transparencia de datos
☐	Desconocimiento social
☐	Brecha digital y tecnológica
☐	Legislación
☐	Privacidad y seguridad de datos
☐	Resistencia al cambio
☐	Eliminación del trabajo humano

Nota. Fuente: Elaboración propia.

La segunda pregunta explora los principales habilitadores, permitiendo a los encuestados seleccionar los factores que consideran críticos para facilitar la implementación de la IA en la obra pública. Las opciones incluyen "Recursos financieros", "Legislación y marco legal regulatorio", "Cultura ética y administrativa", "Infraestructura tecnológica", "Políticas gubernamentales", "Competencia empresarial" y "Conocimiento y personal capacitado". Estos elementos abordan aspectos fundamentales como recursos, marco legal, cultura

organizacional y capacitación del personal, ofreciendo un estudio completa de los impulsores que pueden favorecer la adopción de la IA, ver Tabla 12.

Tabla 12

Pregunta N°.8 Dimensión Retos y Oportunidades de los ingenieros civiles.

¿Cuáles son los principales habilitadores para la implementación de la IA en la obra pública?	
☐	Recursos financieros
☐	Legislación y marco legal regulatorio
☐	Cultura ética y administrativa
☐	Infraestructura tecnológica
☐	Políticas gubernamentales
☐	Competencia empresarial
☐	Conocimiento y personal capacitado

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Este enfoque de preguntas permite obtener una comprensión detallada de las percepciones de los ingenieros civiles sobre los factores que pueden facilitar o dificultar la aplicación de la IA en la obra pública, brindando información para el análisis y la toma de decisiones estratégicas.

3.3.2 Proceso de recolección de datos

El proceso de recolección de datos para este instrumento cuantitativo inicia con la recopilación de información de bases de datos disponibles en la página web del Colegio de Ingeniero del Perú y sus distintas sedes departamentales, la cual proporcionará datos relevantes sobre nuestra población de estudio.

Población y muestreo

La población se define como el conjunto de elementos o unidades de investigación correspondientes al entorno espacial en el que se desarrolla el trabajo de investigación (Hurley W., 2016). Se consideraron los ingenieros civiles titulados con un número igual o superior a 70.000. La selección de la muestra incluyó un total de 267 ingenieros civiles.

Para enriquecer la investigación, se ha buscado la participación de profesionales de la obra pública, no solo con experiencia práctica, sino también con un alto nivel de formación académica en este campo, con niveles de

conocimientos actualizados; por lo cual parte de la muestra fueron ingenieros civiles que participan de la maestría en gestión de la construcción del postgrado de la Universidad Nacional de Ingeniería. Para ello, el nivel de conocimiento del grupo actúa como un rasgo de selección en función del cual, a partir de un cierto grado, debería presentar una mayor capacidad para el despliegue y la adopción la tecnológica (Rodríguez-Bolívar y Alcaide-Muñoz, 2018).

La disposición anterior encaja también desde un punto de vista de los estudios sobre transparencia. (Garrido y Zafra, 2017). La forma en que se ha seleccionado la muestra y distribuido de manera virtual, puede plantear alguna limitación de generalización que debe ser tomada en consideración. Principalmente, se trata de la posibilidad de que se produzca un cierto sesgo de selección de la muestra (Heckman, 1979), al centrarnos ingenieros civiles con una probable mayor capacidad de gestión y conocimiento de recursos e incorporación de innovaciones tecnológicas. Sin embargo, esto es considerado y deliberado, pues el análisis busca estudiar la implementación de la IA por parte de los ingenieros civiles en la obra pública, y no realiza un estudio concreto sobre la inteligencia artificial o gestión de obras (en cuyo caso, el sesgo podría cobrar importancia). De la misma forma, es fácil encontrar dentro de la propia muestra variaciones considerables puesto que los participantes de los estudios de posgrados provienen de varias partes del Perú, debido a que la maestría es de carácter virtual y su alcance es mucho mayor desde un punto de vista geográfico.

3.3.3 Análisis estadístico

Estas fases de la investigación se enmarcan en el desarrollo de un instrumento de investigación cuantitativo; para obtener los resultados de esta sección el desarrollo se fundamenta en el método estadístico que utiliza técnicas matemáticas que permiten describir y explicar causas y efectos (Anduiza et al., 2012). Como detallan estos autores, “el mecanismo en el que se basa el control estadístico es la división de la muestra en tantas submuestras como categorías tenga la variable de control” (Anduiza et al., 2012: 115). Así pues, el método estadístico estima para cada submuestra “la relación entre la variable dependiente y la independiente, y por lo tanto se controla por el efecto de la variable que se ha parametrizado” (Anduiza et al., 2012: 115). El diseño de esta fase de la investigación se basa fundamentalmente en el método estadístico como forma de contrastación de hipótesis, siendo la variable dependiente La transparencia y racionalidad de la obra pública (dividida en sus componentes), y siendo las

variables independientes las percepciones, expectativas, retos y oportunidades (y sus componentes). El análisis se desarrolla mediante estadística descriptiva e inferencial, en base a datos obtenidos del instrumento diseñado en la sección 3.3.

3.3.4 Limitaciones de la investigación

La presente investigación no está exenta de ciertas limitaciones, que hace que algunos resultados sean interpretados con cautela. En este apartado, se especifican algunos problemas a tomar en consideración a la hora de leer y entender este estudio. Estos límites se desglosan en relación con dos aspectos. Por un lado, las limitaciones de diseño y metodología, referidas fundamentalmente a problemas con las variables e indicadores, así como al análisis de los datos obtenidos. Por otro lado, se sugieren ciertos límites en la construcción del estado del arte y la revisión de la literatura sobre los efectos en la transparencia y racionalidad de la obra pública con la implementación de la IA. Estos límites justifican que este trabajo se proponga como una investigación con una orientación exploratoria (Villodre J., 2021).

Limitaciones del diseño y metodología.

Este trabajo presenta algunas limitaciones de carácter metodológico que deben ser tomadas en consideración al interpretar los resultados. Un primer límite está presente en las propias fuentes de datos empleadas para medir algunas de las variables de este estudio. Por ejemplo, hay que recordar que este cuestionario mide el grado de aceptación a través de las percepciones y expectativas de los ingenieros civiles, y de los inhibidores o barreras, sobre la transparencia y racionalidad. Si bien el cuestionario se ha inspirado en otros diseños previos ya probados y testeados (Criado et al., 2018; Miranda et al., 2022), hay ciertas cuestiones de diseño y resultados que deben ser reseñadas.

Así, ciertas variables podrían estar empleando indicadores basados en preguntas del cuestionario que no midan del todo la variable en cuestión, afectando a la interpretación del análisis estadístico. Lo cual se podría reflejar en resultados que no tengan la significancia para sostener una correlación y que, por su propia formulación, no mide tan bien el efecto sobre la transparencia y racionalidad.

Otra cuestión importante es la relativa a la construcción de algunas de las preguntas del cuestionario. Como se observa por los resultados, algunas cuestiones medidas a partir de escalas Likert (con rango de valores del 1, mínimo,

al 7, máximo), han llevado a que una parte de la muestra se situase en el valor central (3) en algunas preguntas, aportando menor información en relación con los resultados de dicha pregunta. De la misma forma, es posible que el hecho de que los rangos de la escala estén definidos entre el 1 y el 7 afecte también a la variabilidad, por lo que en futuros trabajos se debería reconsiderar el rango de la escala, y reducirla algo más (por ejemplo, en un rango del 1 al 5). Se deben reseñar también algunos límites presentes en la selección de la muestra, tanto en el caso del estudio empírico-explicativo (primera fase del análisis de datos), como en los estudios estadísticos (segunda fase del análisis de datos de la investigación). Como ya se ha señalado anteriormente, la selección de la muestra de los ingenieros civiles relacionados a la obra pública ha tenido que limitarse a aquellos colegas y estudiantes inscritos en un posgrado de la facultad de ingeniería civil de la Universidad Nacional de Ingeniería.

Tamaño de la muestra

Debido a que se conoce el tamaño de la población, se utilizará la siguiente fórmula para calcular el tamaño de la muestra:

$$n = \frac{N * Z_a^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_a^2 * p * q}$$

Donde:

- n: tamaño de la muestra
- N: tamaño de población (79443)
- Za: nivel de confianza (1.962) Distribución normal, correspondiente al nivel de confianza será del 95.0%
- p: probabilidad de éxito, o proporción esperada (50%)
- q: probabilidad de fracaso (50%)
- d: precisión (error máximo admisible) (6.0%)

De la operación, se obtiene el tamaño de la muestra n igual a 266.

El tamaño de muestra alcanzado por la presente investigación es de 267, por lo tanto, el tamaño muestral utilizado para el presente estudio es considerado como confiable de acuerdo al cálculo realizado previamente.

Alcance temporal

La investigación tiene un alcance temporal que abarcó desde noviembre de 2022 hasta diciembre de 2023, se estableció un alcance temporal que comprendió un periodo de 13 meses. Durante esta duración, se llevaron a cabo diversas fases fundamentales para cumplir con los objetivos planteados. En las etapas iniciales, se realizó una revisión bibliográfica exhaustiva durante los primeros dos meses para definir y refinar los objetivos, así como para identificar metodologías y herramientas relevantes. Los meses 3 y 4 se dedicaron al desarrollo de los instrumentos de recopilación de datos, incluyendo encuestas específicas para medir percepciones, expectativas y desafíos. La recolección de datos se llevó a cabo entre los meses marzo hasta noviembre 2023, entregando la encuesta a los participantes identificados y gestionando sus respuestas. En las fases posteriores, los meses 10 y 11 se dedicaron al procesamiento y análisis de datos, aplicando técnicas estadísticas para evaluar percepciones, expectativas y correlaciones. Finalmente, en los últimos meses (12-13), se presentaron y discutieron los resultados obtenidos, elaborando informes detallados y proporcionando conclusiones y recomendaciones para investigaciones futuras. Por lo tanto, el alcance temporal de esta investigación respecto al cuestionario abarca 8 meses, y de 13 meses para la ejecución de la investigación, adaptándose al periodo establecido para la toma de datos y asegurando la calidad y validez de los resultados.

Sesgo potencial

El hecho de seleccionar encuestados podría generar sesgos en el estudio de los casos, si bien, hay también motivos para seleccionar los casos más positivos (Brady y Collier, 2010). Por una parte, y puesto que no es el objetivo determinar el nivel de gestión o de experiencias educativas con los ingenieros civiles, no se debería estar poniendo en riesgo la validez externa. Por otra parte, seleccionar los casos más positivos es deseable en este trabajo, en tanto a que será más sencillo observar los impactos de la visibilidad como capacidad de la IA de implementarse en la obra pública (Villodre J., 2021).

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Esta sección tiene como propósito analizar y mostrar el procedimiento y los resultados obtenidos a través del análisis estadístico, que contribuyen a la conceptualización de las dimensiones,

Las técnicas empleadas en este capítulo se fundan en una triangulación entre técnicas cuantitativas que se basan en el empleo de estadísticos descriptivos, así como también en la utilización de modelos clásicos de regresión lineal, utilizados durante la primera fase de este capítulo como herramienta para la validación de las hipótesis planteadas. Así mismo, se analizan las variables independientes y dependientes con sus estadígrafos de manera individual para luego ir creando las diversas dimensiones de estudio, una técnica de investigación que permite estudiar de qué forma se correlacionan estas dimensiones mediante representaciones estadísticas y gráficas de la información relacional (Needham y Hodler, 2019; Hennig et al., 2012).

El capítulo se ha estructurado de la siguiente manera: inicialmente, se realiza un análisis de datos generales, destacando características particulares encontradas. Posteriormente, se describe cada variable que constituye una fuente de datos fundamental para la operacionalización de algunas de las variables empleadas. A continuación, se detallan cada variable como una dimensión compuesta por subdimensiones, las cuales se correlacionan estadísticamente para formar la dimensión correspondiente. El análisis estadístico continúa con la correlación entre las variables independientes y dependientes, presentando los efectos de influencia y el nivel de correlación entre ellas de manera definitiva. Finalmente, el capítulo discute los resultados, enfocándose en los efectos e impacto sobre la transparencia y la racionalidad, y aborda consideraciones éticas y de privacidad que se han tenido en cuenta en el desarrollo de la investigación.

Se recopilaron y agruparon los resultados de las encuestas, a fin de realizar el análisis cuantitativo de los datos que permitió identificar los factores más importantes en los profesionales de la obra pública. Se denominaron variables al conjunto de los componentes obtenidos por los enunciados de cada ítem utilizada. Asimismo, se verificó la fiabilidad de los datos a través de la estimación de la consistencia interna de los resultados por medio del coeficiente alfa de Cronbach para cada factor. Posteriormente, se utilizó la estrategia de validez de constructos (correlaciones y análisis factorial) por medio de la matriz de correlaciones, a fin de determinar la confiabilidad de los resultados a través de la

relación entre las componentes. Finalmente, se agruparon la información en dimensiones y analizaron los datos con estadística descriptiva e inferencial. Todos los cálculos estadísticos se realizaron con los softwares SPSS y Excel.

El capítulo concluye con una contrastación de los hallazgos obtenidos y la literatura expuesta en la sección 3.2, encaminada a destacar las fortalezas y debilidades derivadas del diseño del instrumento cuantitativo diseñado.

4.1 Análisis del perfil de los ingenieros civiles encuestados

Este estudio aborda el estudio de la inteligencia artificial en la obra pública peruana mediante el conocimiento y experiencia del profesional, en este caso, del ingeniero civil para analizar de qué manera los conceptos, ideas, y principales funciones de la obra pública son afectadas y como su relación generaría un impacto en la obra pública por lo cual es importante analizar los resultados de la dimensión datos generales que involucran el género, edad, nivel de manejo de herramientas tecnológicas y en qué sectores de la obra pública ha desempeñado su experiencia profesional, los cuales mostramos a continuación.

4.1.1 Datos demográficos

La Tabla 13 muestra los resultados a la primera pregunta que permite determinar la composición de nuestra muestra en cuanto al género.

Tabla 13

Género de los ingenieros civiles encuestados.

¿Cuál es su género?		
Género	Cantidad de encuestados	% de la muestra
Masculino	208	77.90%
Femenino	59	22.10%
Total	267	100%

Nota. Fuente: Elaboración propia.

La Tabla proporcionada detalla la distribución de género entre ingenieros civiles encuestados, evidenciando una marcada disparidad en la representación de hombres y mujeres en esta profesión. Este desequilibrio subraya la prevalencia de la participación masculina en la ingeniería civil, subrayando la importancia de abordar y promover la diversidad de género en este campo. En general, persiste una brecha de género en la ingeniería, con un ejemplo específico proporcionado por la carrera de Ingeniería Civil en Cajamarca, donde el 74% de los estudiantes

son hombres y solo el 26% son mujeres (UPN Sede Cajamarca, 2020). La información mostrada en la Tabla 13 destaca el género confirma que nuestra muestra es significativamente representativa y refleja muy bien esta proporción con información existente.

Tabla 14

Edad de los ingenieros civiles encuestados.

¿Cuál es su edad?		
Rango de edad	Cantidad de encuestados	% de la muestra
Menores a 20 años	0	0%
Entre 20 y 30 años	37	13.86%
Entre 30 y 40 años	76	28.46%
Entre 40 y 50 años	46	17.23%
Entre 50 y 60 años	65	24.34%
Entre 60 y 70 años	35	13.11%
Mayor a 70 años	8	3.00%
Total	267	100%

Nota. Fuente: Elaboración propia.

El análisis de los datos generales muestra un rango de edad entre los 30 y 40 años, seguido de otro rango predominante de entre 50 y 60 años. Esta cantidad de ingenieros ubicados en esos intervalos nos dará información de calidad referente a la obra pública, ver Tabla 14.

4.1.2 Herramientas tecnológicas de los ingenieros civiles

La Tabla 15 muestra los resultados el nivel que los ingenieros civiles presentan en cuanto al manejo de herramientas tecnológicas, puesto que la IA en su aplicación involucra un nivel alto de manejo tecnológico por parte del personal.

Tabla 15

Nivel de manejo de herramientas tecnológicas.

¿Qué nivel consideras que tiene sobre el manejo de herramientas tecnológicas?		
NIVEL	Cantidad de encuestados	% de la muestra
Muy bajo	14	5.24%
Bajo	17	6.37%
Indiferente	49	18.35%

Alto	89	33.33%
Muy alto	98	36.70%
Total	267	100%

Nota. Fuente: Elaboración propia.

El análisis de los datos generales en las herramientas tecnológica que los ingenieros civiles indican se sitúa en un nivel alto, para nuestra investigación es muy favorable esta disposición puesto que la IA como herramienta tecnológica demanda un mayor conocimiento en área de la computación tanto en software y hardware, ver Tabla 15.

4.1.3 Experiencia profesional en obra pública

La Tabla 16 muestra los resultados a la pregunta sobre, años de experiencia profesional en obras públicas que tienen los ingenieros civiles.

Tabla 16

Rango de años de experiencia profesional en obras públicas.

¿Años de experiencia profesional en obras públicas?		
Años de experiencia	Cantidad de encuestados	% de la muestra
Menor a 3 años	39	14.61%
Entre 3 y 5 años	45	16.85%
Entre 5 y 10 años	60	22.47%
Mayor a 10 años	123	46.07%
Total	267	100%

Nota. Fuente: Elaboración propia.

La mayor parte de los encuestados indica contar con una cantidad de años de experiencia profesional en obras públicas mayor a 10 años.

La Tabla 17 muestra los resultados a la pregunta sobre, que sectores de la obra pública el ingeniero civil ha desempeñado o desarrollado su experiencia profesional.

Tabla 17

Sector de experiencia de la obra pública.

¿En qué sector de la obra pública ha desarrollado su experiencia?
<i>Puede seleccionar más de una opción</i>

Sector	% de la muestra
Salud	14.23%
Vivienda	42.32%
Transportes	56.93%
Educación	35.21%
Gobiernos regionales	24.72%

Nota. Fuente: Elaboración propia.

El sector de transportes alberga la mayor cantidad de los ingenieros civiles encuestados en referencia a ser el sector en el que desarrollan su experiencia.

4.1.4 Relación entre experiencia y sector en la obra pública

El marco de esta dimensión que analiza el estudio sobre la aplicación de inteligencia artificial (IA) en la obra pública peruana, resulta esencial comprender a fondo el perfil de los ingenieros civiles que desempeñan un papel fundamental en este sector. A través del análisis detallado de los datos demográficos, nivel de manejo de herramientas tecnológicas, experiencia profesional y sectores de especialización, se revelan aspectos significativos que moldean el panorama de la obra pública desde la perspectiva de los ingenieros civiles.

Género:

La mayoría de los ingenieros civiles encuestados son hombres, representando un 77.90% de la muestra. Se evidencia una disparidad de género en el campo de la ingeniería civil en obras públicas, donde los hombres son predominantemente representados.

Edad:

La distribución de la edad muestra una variedad de rangos, pero destaca que hay una proporción significativa de encuestados en los rangos de 30 a 60 años. Esto sugiere que la población de ingenieros civiles en obras públicas tiende a ser experimentada y de mediana edad.

Herramientas Tecnológicas:

La mayoría de los encuestados consideran que tienen un nivel alto o muy alto de manejo de herramientas tecnológicas. Esto puede indicar que los ingenieros civiles en obras públicas están familiarizados y cómodos con el uso de

tecnologías, lo cual es relevante para la implementación de la inteligencia artificial en este campo.

Experiencia Profesional en Obras Públicas:

Un porcentaje significativo de ingenieros civiles tiene más de 10 años de experiencia en obras públicas (46.07%). Esto sugiere que la muestra está compuesta en su mayoría por profesionales experimentados, lo que puede afectar la percepción y disposición hacia la adopción de nuevas tecnologías como la inteligencia artificial.

Sectores de Experiencia:

Los sectores de experiencia en obras públicas varían, con una mayor proporción de ingenieros civiles que han trabajado en los sectores de Transportes (56.93%), Vivienda (42.32%), y Educación (35.21%).

4.2 Análisis de las percepciones

La dimensión Percepciones está compuesta por las preguntas N.º 01, 02 y 03 en el cuestionario, fueron planteadas en escala Likert, Siendo 1 totalmente en desacuerdo y 7 totalmente de acuerdo, se presentan a continuación los resultados indicando los estadígrafos descriptivos como la media, desviación estándar, asimetría y curtosis, que permiten analizar el comportamiento a cada uno de los ítems.

Pregunta 01: La Tabla 18 muestra los resultados a la pregunta: ¿Hasta qué punto estás de acuerdo con las siguientes ideas respecto a la inteligencia artificial?

Tabla 18

Resultados de la encuesta a la pregunta N.º1.

	Media	Desviación estándar	Asimetría	Curtosis
Estoy totalmente abierto a la adopción de la IA en la obra pública	5.92	1.52	-1.33	0.74
La IA en la obra privada debe ser muy diferente a la IA en la obra pública	4.81	2.03	-0.64	-0.96
Asumo con naturalidad que la IA y el personal desarrollará actividades en conjunto.	5.40	1.41	-0.80	-0.07
Las nuevas profesiones en la obra pública deberán ser abordadas en profundidad.	5.45	1.47	-1.05	0.58

El monitoreo a través de la IA incide en la transparencia de la obra pública	5.35	1.55	-0.75	-0.37
El monitoreo a través de la IA incide en la racionalidad de la obra pública	5.20	1.67	-0.79	-0.37
Promedio	5.36	1.61		

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Los resultados del análisis de la pregunta 01 (ver Tabla 18), sobre Hasta qué punto estás de acuerdo con las siguientes ideas respecto a la inteligencia artificial revela patrones interesantes a través de los seis ítems presentados en la Tabla 18. En general, la apertura hacia la adopción de inteligencia artificial (IA) es evidente, siendo más notoria en afirmaciones como "Estoy totalmente abierto a la adopción de la IA en la obra pública," con una alta media de 5.92. Sin embargo, hay variabilidad en las respuestas, como se refleja en las desviaciones estándar y las asimetrías. Las nuevas profesiones en la obra pública deberán ser abordadas en profundidad, también presenta una inclinación positiva (media de 5.45), pero con una menor variabilidad. La curtosis positiva de 0.74 y 58 respectivamente para las 2 afirmaciones anteriores sugieren una distribución ligeramente más puntiaguda que la normal, indicando una concentración de respuestas en torno a la media. Al analizar la afirmación sobre la diferencia entre IA en la obra privada y pública, se observa una media de 4.81, indicando cierta divergencia de opiniones.

En conjunto, estos resultados muestran una apertura positiva y alta hacia la adopción de inteligencia artificial.

Pregunta 02: La Tabla 19 muestra los resultados a la pregunta: Respecto a esta clasificación de responsables de obra pública, ¿En qué medida está de acuerdo, en que su función apoyada parcialmente con la inteligencia artificial haría más racional la toma de decisiones en la obra pública?

Tabla 19

Resultados de la encuesta a la pregunta N.º2.

	Media	Desviación estándar	Asimetría	Curtosis
Monitor de obra	5.61	1.54	-0.90	-0.18
Residente de obra	3.87	2.19	-0.09	-1.50
Supervisor de obra	5.07	1.73	-0.72	-0.42

Administrador de obra	4.48	2.09	-0.45	-1.13
Proyectista	5.16	1.60	-0.77	-0.15
Promedio	4.84	1.83		

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Los resultados del análisis de la pregunta 02, sobre en qué medida los ingenieros civiles están de acuerdo en que su función apoyada parcialmente con la inteligencia artificial haría más racional la toma de decisiones en la obra pública; se detalla en la Tabla 19, mostrando resultados variados entre los distintos roles profesionales. El ítem "Monitor de obra" destaca con la mayor media de 5.61, sugiriendo que los encuestados tienden a considerar que la integración de la IA en la función de monitoreo de obra puede hacer más racional la toma de decisiones. Este hallazgo es respaldado por una desviación estándar de 1.54, indicando la mínima variabilidad en las respuestas, lo que significa que, aunque existe una tendencia hacia la racionalidad, hay una mínima diversidad de opiniones con respecto a las demás funciones.

Contrastando con esto, "Residente de obra" presenta la menor media de 3.87, indicando que este grupo específico es menos propenso a percibir que la IA mejora significativamente la toma de decisiones en la obra pública. La desviación estándar elevada de 2.19 sugiere una mayor dispersión en las respuestas para esta categoría, señalando una divergencia significativa de opiniones entre los residentes de obra en relación con la influencia de la IA en la racionalidad, esta situación puede sugerir que la función de residente de obra está estrechamente asociada con actividades que presentan una baja tecnificación o una escasa implementación de la tecnología. Esto se debe a que dicha función demanda habilidades humanas basadas en experiencias y en la resolución de problemas complejos, aspectos que los ingenieros civiles de nuestro estudio perciben como no susceptibles de ser apoyados por la Inteligencia Artificial.

La función "Proyectista" también se destaca con una media considerable de 5.16, indicando una percepción positiva hacia la racionalidad con la ayuda de la IA. Las desviaciones estándar y las medidas de asimetría y curtosis sugieren cierta consistencia en las respuestas, aunque con un grado moderado de variabilidad.

Los resultados de la Pregunta 02 sugieren que los roles que muestran una fuerte inclinación positiva de la IA en la racionalidad de la toma de decisiones son aquellos en los cuales su función de seguimiento es fácilmente apoyada con la tecnología existente como los softwares, metodologías existentes y que en situaciones en donde se han implementado brinda excelentes resultados.

Pregunta 03: La Tabla 20 muestra los resultados a la pregunta: ¿En qué medida está de acuerdo que las distintas etapas de la obra pública monitoreadas por la IA serían más transparentes?

Tabla 20

Resultados de la encuesta a la pregunta N.º3.

	Media	Desviación estándar	Asimetría	Curtosis
En la etapa de Preinversión	5.54	1.63	-0.94	-0.18
En la etapa de elaboración de expediente técnico de la obra	5.19	1.52	-0.64	-0.41
En la etapa de adjudicación de contrato	5.09	1.64	-0.69	-0.38
En la etapa de la ejecución de la obra	4.58	2.00	-0.48	-1.04
En la etapa de recepción y entrega	4.55	1.98	-0.46	-1.00
En la etapa de controversias y arbitraje	4.77	1.88	-0.50	-0.93
Promedio	4.96	1.78		

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Los resultados del análisis de la pregunta 03, sobre en qué medida está de acuerdo que las distintas etapas de la obra pública monitoreadas por la IA serían más transparentes; se muestran en la Tabla 20 y ofrece una visión detallada de las respuestas en diferentes etapas de la obra pública.

La etapa de Preinversión muestra la mayor media de 5.54, indicando una percepción generalmente positiva sobre cómo la inteligencia artificial podría mejorar la transparencia en esta etapa temprana de la obra pública. La desviación estándar de 1.63 señala una cierta variabilidad en las respuestas, sugieren opiniones divergentes mínimas en relación a las otras etapas entre los participantes, pero la media relativamente alta refleja una tendencia positiva en general.

En contraste, la etapa de ejecución de la obra presenta la media más baja de 4.58, sugiriendo que los encuestados tienen una percepción menor, pero, aun así, creen que es posible lograr la transparencia en esta fase específica a través de la inteligencia artificial. La desviación estándar de 2.00 indica una variabilidad significativa en las respuestas, reflejando una amplia gama de opiniones para esta etapa que requiere procedimientos constructivos complejos y que muchas veces puede verse limitada por factores como el presupuesto, infraestructura disponible en el Perú, etc.

Estos resultados para esta pregunta reflejan una percepción positiva sobre la mejora de la transparencia mediante la inteligencia artificial en la etapa de Preinversión y elaboración de expedientes técnicos de obra, esta percepción varía significativamente entre las diferentes etapas de la obra pública.

4.3 Análisis expectativas

La dimensión Expectativas está compuesta por las preguntas N.º 04, 05 y 06 en el cuestionario, fueron planteadas en opción de respuesta múltiple, pudiendo seleccionar desde 3 opciones en adelante se presentan a continuación los resultados de cada una de las opciones son seleccionadas por los encuestados.

Pregunta 04: La figura 2 muestra los resultados a la pregunta: ¿Qué dominios de la obra pública será más transparentes con el uso de la Inteligencia Artificial?

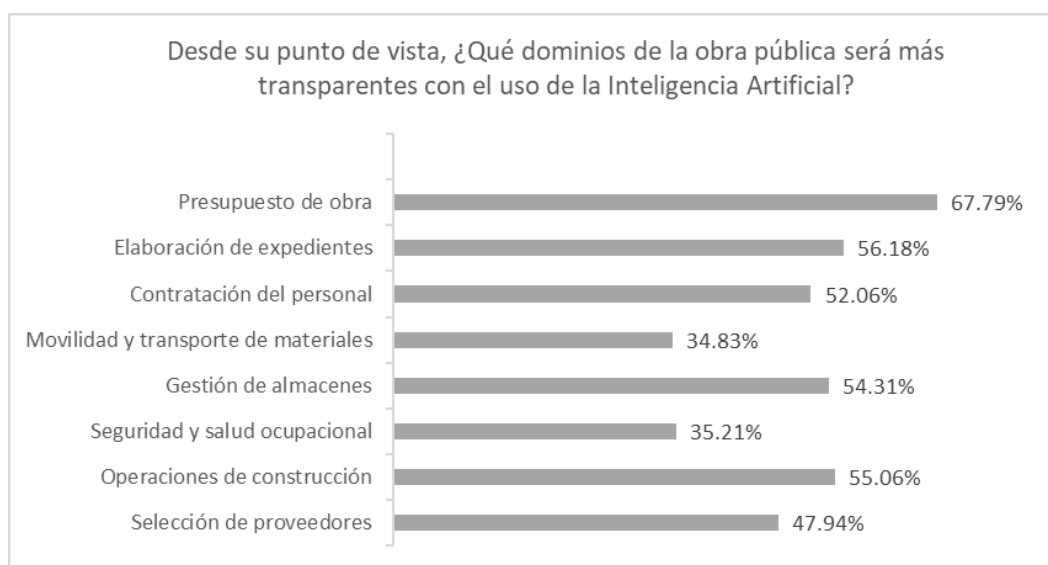


Figura 2. Resultados de la encuesta a la pregunta N.º 4.

Nota. Fuente: Elaboración propia.

La Pregunta 04 indaga sobre las expectativas de los ingenieros civiles respecto a los dominios de la obra pública que serán más transparentes con el uso de la Inteligencia Artificial. Los resultados, presentados en la Figura 2, revelan ciertos dominios que destacan en cuanto a las expectativas de transparencia generadas por la implementación de la IA:

Presupuesto de obra (67.79%): Este dominio lidera en la percepción de ser más transparente con el uso de la IA. La mayoría de los ingenieros civiles espera que la IA aporte mayor claridad y apertura en la transparencia presupuestaria de proyectos de obra pública.

Elaboración de expedientes (56.18%): Un dominio destacado es la elaboración de expedientes, con más de la mitad de los encuestados mostrando expectativas de que la IA contribuirá a una mayor transparencia en esta área específica.

Movilidad y transporte de materiales (34.83%): Este dominio obtuvo el porcentaje más bajo de respuestas afirmativas, indicando que una proporción significativamente menor de los encuestados espera que la Inteligencia Artificial contribuya a la transparencia en la movilidad y transporte de materiales en proyectos de obra pública.

Estos resultados sugieren que los encuestados tienen altas expectativas de que la implementación de la Inteligencia Artificial impactará positivamente en la transparencia, esta puede ser fundamental para orientar futuras implementaciones de tecnologías de IA en el contexto de la obra pública, enfocándose en las áreas percibidas como más beneficiadas en términos de transparencia.

La menor expectativa en el dominio de movilidad y transporte de materiales puede sugerir que los encuestados perciben que la aplicación de la IA puede tener un impacto menor en la transparencia en comparación con otras áreas. Esto podría deberse a factores como la complejidad de la logística en movilidad y transporte, o quizás la falta de claridad sobre cómo la IA podría abordar eficazmente los desafíos específicos asociados con esta función. Esta información resalta áreas donde enfocar esfuerzos adicionales para comunicar los beneficios potenciales de la IA.

Pregunta 05: La figura 3 muestra los resultados a la pregunta: ¿Qué dominios de la obra pública será más racionales con el uso de la Inteligencia Artificial?

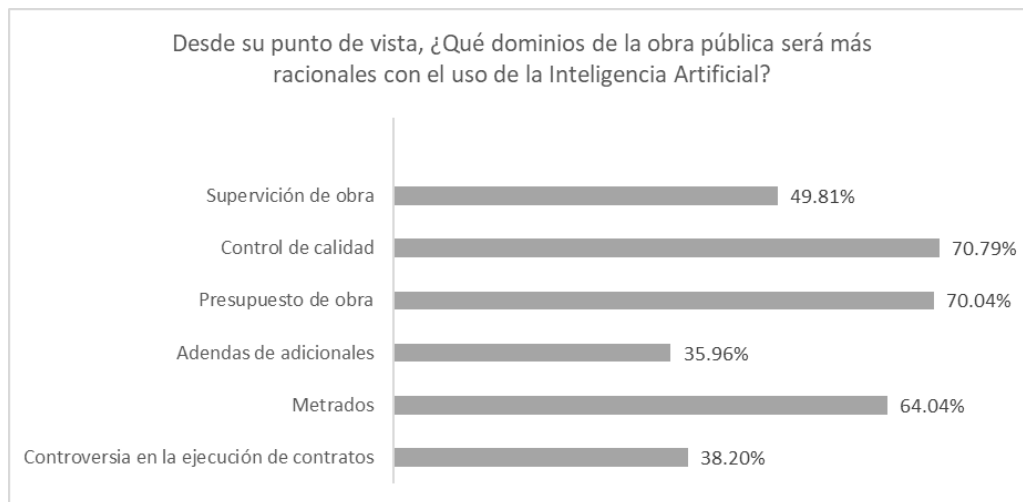


Figura 3. Resultados de la encuesta a la pregunta N.º5.

Nota. Fuente: Elaboración propia.

La Pregunta 05 indaga sobre las expectativas de los ingenieros civiles respecto a qué dominios de la obra pública serán más racionales con el uso de la Inteligencia Artificial. Los resultados, presentados en la Figura 3, ofrecen información particular sobre los diversos campos que se detallan a continuación:

Control de calidad (70.79%): Este dominio mejorará con el uso de Inteligencia Artificial lo cual se atribuye a la capacidad de la IA para automatizar procesos de inspección y detección de defectos de manera más rápida y precisa que los métodos tradicionales. Los algoritmos de aprendizaje automático pueden analizar grandes conjuntos y ofrecer una mejora sustancial y racional en la eficiencia y la precisión de los procesos de control de calidad (Pappas, 2023). Los ingenieros civiles esperan que la IA tenga un impacto significativo en la mejora del control de calidad y uso racional en proyectos de obra pública.

Presupuesto de obra (70.04%): Similar al control de calidad, la gestión del presupuesto de obra es otro dominio donde se esperan mejoras sustanciales en la racionalidad de la obra pública. La IA pueden analizar históricos de costos, estimaciones y otros datos para proporcionar proyecciones más precisas y ayudar en la toma de decisiones para optimizar el uso de los recursos financieros. Esto podría resultar en una planificación más eficiente y en la identificación de posibles ahorros y eficiencias en la gestión presupuestaria de la obra pública.

Estas áreas pueden ser consideradas como prioritarias al planificar la implementación de tecnologías de IA en proyectos de obra pública.

Adendas de adicionales (35.96%): Este dominio puede sugerir que los ingenieros civiles perciben que la aplicación de la IA puede tener un impacto menor en la racionalidad asociada con las adendas de adicionales. Esto podría deberse a la complejidad y naturaleza específica de este aspecto de la gestión de proyectos de construcción, o posiblemente reflejar una menor claridad sobre cómo la IA podría abordar eficazmente los desafíos particulares relacionados con las adendas de adicionales. Esta información resalta áreas donde las expectativas pueden variar, lo que sugiere la necesidad de enfocar esfuerzos adicionales y explorar alternativas en este dominio específico.

Pregunta 06: La figura 4 muestra los resultados a la pregunta: ¿Cuál de las siguientes funciones se verá más afectada por la IA a corto plazo?

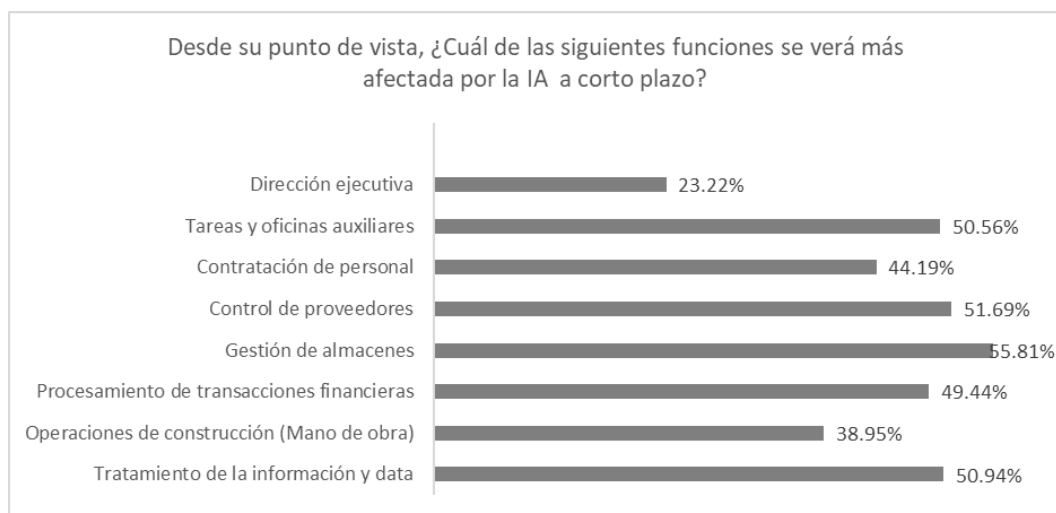


Figura 4. Resultados de la encuesta a la pregunta N.º6.

Nota. Fuente: Elaboración propia.

La Pregunta 06 indaga sobre las expectativas de los ingenieros civiles respecto las funciones específicas que se verá más afectada por la Inteligencia Artificial a corto plazo. Los resultados, presentados en la Figura 4, ofrecen información clave sobre las áreas que se espera que experimenten un impacto significativo con la implementación de la IA:

Gestión de almacenes (55.81%): La expectativa de que la gestión de almacenes se vea significativamente afectada por la IA refleja la percepción de que esta área puede experimentar mejoras sustanciales en términos de eficiencia

operativa, seguimiento de inventario y optimización de los flujos logísticos con la aplicación de tecnologías inteligentes.

Control de proveedores (51.69%): La mayoría de los encuestados anticipa que la gestión de proveedores se beneficiará significativamente de la implementación de la IA, posiblemente en términos de optimización de procesos, evaluación de desempeño y toma de decisiones estratégicas relacionadas con la selección y gestión de proveedores.

Dirección ejecutiva (23.22%): La menor expectativa en este dominio puede sugerir que la dirección ejecutiva puede ser menos impactada por la implementación de la IA en el corto plazo en comparación con otras funciones específicas. Esto podría deberse a la complejidad y la naturaleza estratégica de las decisiones tomadas a nivel ejecutivo, así como a la necesidad de considerar factores más amplios que pueden no ser totalmente abordados por las aplicaciones actuales de la IA. Esta información destaca una perspectiva donde las expectativas varían y puede proporcionar informaciones útiles para la planificación y la implementación de tecnologías de IA en el contexto de la dirección ejecutiva en proyectos de obra pública.

Estas expectativas en general se centran en áreas críticas para la obra pública. Se espera una mayor transparencia en el presupuesto y la elaboración de expedientes. La racionalidad se anticipa especialmente en el control de calidad. A corto plazo, la gestión de proveedores y de almacenes se perciben como las funciones más impactadas y con una visión optimista a mejorar por la Inteligencia Artificial.

4.4 Análisis de retos y oportunidades

La dimensión Retos y Oportunidades está compuesta por las preguntas N.º 07 y 08 en el cuestionario, fueron planteadas en opción de respuesta múltiple, los encuestados pueden seleccionar 3 opciones o más; se presentan a continuación los resultados.

Pregunta 07: La figura 5 muestra los resultados a la pregunta: ¿Cuáles son los principales inhibidores para la implementación de la IA en la obra pública?



Figura 5. Resultados de la encuesta a la pregunta N.º7.

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Los resultados del análisis de la pregunta 07, sobre los inhibidores en la adopción de la IA en la obra pública, muestra que existen 2 inhibidores clave los cuales se muestran en la Figura 5 y se detallan a continuación:

Resistencia al cambio (59.93%): Es el principal inhibidor que destaca la importancia de abordar las barreras culturales y organizativas al implementar nuevas tecnologías.

Brecha digital y tecnológica (53.93%): La alta elección refleja la preocupación predominante sobre la disparidad en el acceso y la adopción de tecnologías necesarias para integrar la IA de manera efectiva en la obra pública peruana.

Estos resultados resaltan la importancia de superar barreras culturales y tecnológicas para aprovechar las oportunidades de la Inteligencia Artificial en proyectos de construcción, destacando la necesidad de estrategias que aborden la resistencia organizativa, fomenten la educación tecnológica y reduzcan la disparidad informática para lograr implementaciones en beneficio de la obra pública.

Pregunta 08: La figura 6 muestra los resultados a la pregunta: ¿Cuáles son los principales habilitadores para la implementación de la IA en la obra pública?

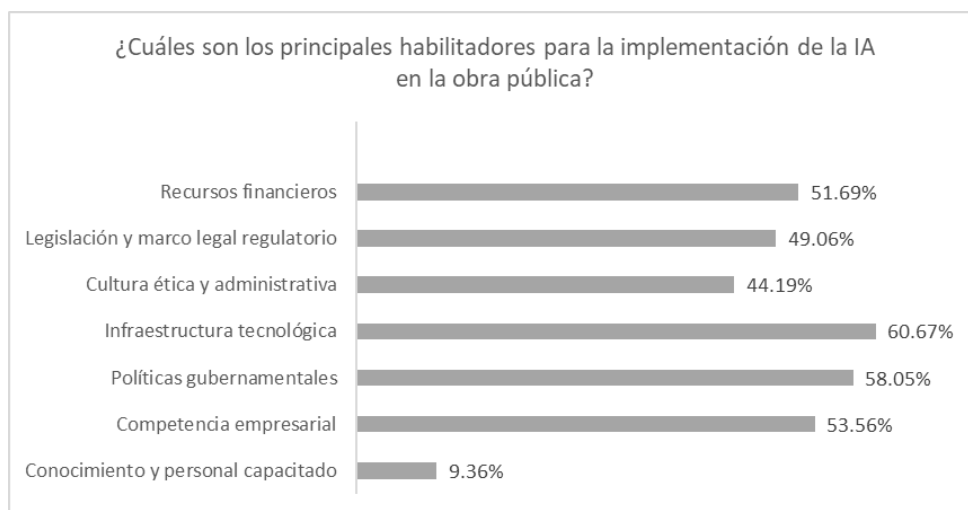


Figura 6. Resultados de la encuesta a la pregunta N.º8.

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Los resultados del análisis de la pregunta 08, sobre los habilitadores para la implementación de la IA en la obra pública, muestra que existen 3 inhibidores clave los cuales se muestran en la Figura 6 y se detallan a continuación:

Infraestructura tecnológica (60.67%): Identificada como el habilitador más significativo, la infraestructura tecnológica es crucial para la implementación exitosa de la IA en la obra pública. La alta selección de esta opción sugiere que los encuestados reconocen la importancia de contar con una base tecnológica sólida para respaldar las aplicaciones de la IA y de asignar mayores esfuerzos en reducir las brechas tecnológicas.

Políticas gubernamentales (58.05%): Señala la relevancia de marcos regulatorios y directrices claras para respaldar la integración efectiva de la IA en proyectos de la obra pública. Este resultado resalta la importancia del apoyo gubernamental para fomentar la adopción tecnológica.

Competencia empresarial (53.56%): En opinión de los ingenieros civiles la competencia entre empresas puede actuar como un impulsor para adoptar tecnologías innovadoras como la IA.

Estos resultados destacan la necesidad crítica de inversión en infraestructura tecnológica, el respaldo de políticas gubernamentales y la promoción de una competencia empresarial saludable para impulsar la adopción efectiva de la IA en proyectos de construcción.

4.5 Análisis estadístico de las variables

En esta sección se desarrolla el análisis estadístico descriptivo del instrumento cuantitativo. Debido a que cada variable de estudio al cual se le asocia una dimensión está compuesta por varios ítems, se debe realizar una verificación de correlación y de esta manera poder crear la variable de estudio.

Bolívar (2012) “el tratamiento de la información en una investigación es fundamental, cuando hablamos del tratamiento de datos, se refiere al conjunto de medios aplicados para llegar a la esencia de una información, bien porque ésta no se conozca o porque se encuentra alterada por otros elementos”.

Para este instrumento se han consignado 3 variables independientes y 2 variables dependientes como se muestra en la Figura 7.

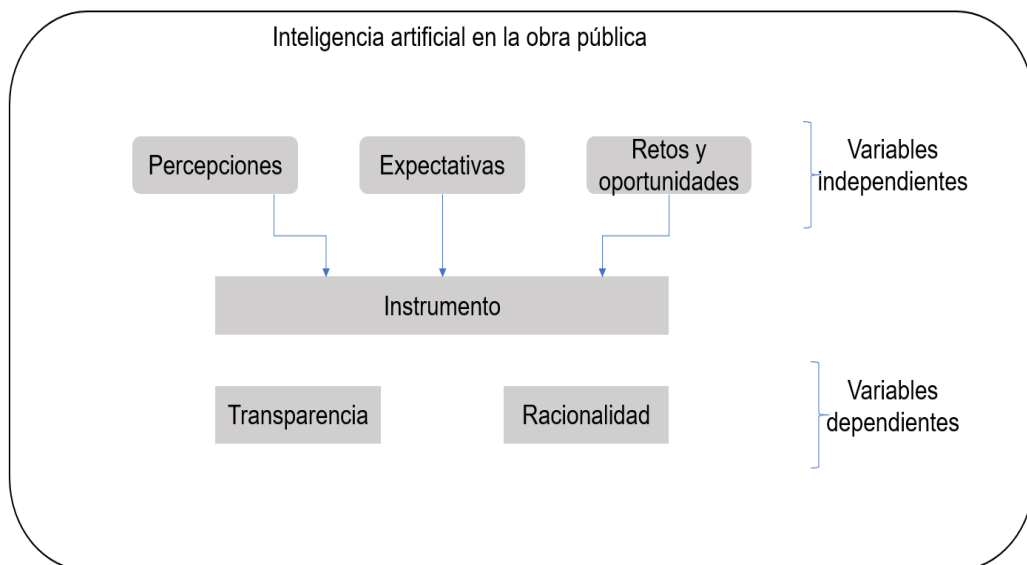


Figura 7. Relación de variable independiente y dependiente.

Nota. Fuente: Elaboración propia.

4.5.1 Creación de variables de estudio

Se plantea la validación de las variables de estudio: percepciones, expectativas, retos y oportunidades, transparencia y racionalidad. La elección de utilizar una prueba paramétrica para analizar una muestra se fundamenta en la adecuación de los datos a los supuestos requeridos por este tipo de pruebas estadísticas. Como señala Cohen (1992), "las pruebas paramétricas, como el coeficiente de correlación de Pearson, son apropiadas cuando los datos siguen una distribución normal" (p. 45). En situaciones donde se cumple con estos supuestos, la elección de una prueba paramétrica se justifica, permitiendo una

interpretación más precisa de la relación entre las variables. Esta consideración resalta la importancia de evaluar la normalidad y homogeneidad de los datos antes de aplicar pruebas paramétricas para garantizar resultados válidos y confiables (Cohen, 1992).

La elección de utilizar una prueba no paramétrica para el análisis de una muestra se justifica cuando los datos no cumplen con los supuestos de normalidad o cuando las variables son de tipo ordinal. Siguiendo las palabras de Conover (1999), "las pruebas no paramétricas, como el coeficiente de correlación de Spearman o Kendall, son preferibles en situaciones donde los datos no siguen una distribución normal o cuando se trabaja con variables ordinales" (p. 78). En presencia de asimetrías o variables que no cumplen con los requisitos para pruebas paramétricas, la elección de pruebas no paramétricas se convierte en una opción metodológica adecuada para preservar la validez de los resultados (Conover, 1999).

Creación de la variable percepción

Tabla 21

Dimensión de la variable independiente Percepciones.

Percepciones de los ingenieros civiles sobre el concepto de la IA en la obra pública		Escala Likert
¿Hasta qué punto estás de acuerdo con las siguientes ideas respecto a la inteligencia artificial?	1. Estoy totalmente abierto a la adopción de la IA en la obra pública 2. La IA en la obra privada debe ser muy diferente a la IA en la obra pública 3. Asumo con naturalidad que la IA y el personal desarrollará actividades en conjunto. 4. Las nuevas profesiones en la obra pública deberán ser abordadas en profundidad. 5. El monitoreo a través de la IA incide en la transparencia de la obra pública 6. El monitoreo a través de la IA incide en la racionalidad de la obra pública	1-7
Respecto a esta clasificación de responsables de obra pública, ¿en qué medida está de acuerdo que su función apoyada parcialmente con la inteligencia artificial haría más racional la toma de decisiones en la obra pública?	1. Monitor de obra (Administrador de Contratos de obra) 2. Residente de obra 3. Supervisor de obra 4. Administrador de obra 5. Proyectista	1-7

¿En qué medida está de acuerdo que las distintas etapas de la obra pública monitoreadas por la IA serían más transparentes?	1. En la etapa de Preinversión 2. En la etapa de elaboración de expediente técnico de la obra 3. En la etapa de adjudicación de contrato 4. En la etapa de la ejecución de la obra 5. En la etapa de recepción y entrega 6. En la etapa de controversias y arbitraje	1-7
---	---	-----

Nota. Fuente: Elaboración propia.

El cuestionario de la variable: Percepciones sobre el concepto de la IA en la obra pública; posee 3 subdimensiones tales como: ¿Hasta qué punto estás de acuerdo con las siguientes ideas respecto a la inteligencia artificial?, ¿En qué medida está de acuerdo que su función apoyada parcialmente con la inteligencia artificial, haría más racional la toma de decisiones en la obra pública? y ¿En qué medida está de acuerdo que las distintas etapas de la obra pública monitoreadas por la IA serían más transparentes?; en cada una de ellas se plantearon ítems y se utilizó la escala tipo Likert. Teniendo el orden mostrado en la Tabla 21.

Análisis de confiabilidad.

Mejía (2005) estima que un instrumento de medición es confiable cuando permite determinar que el mismo, mide lo que el investigador quiere medir, y que, aplicado varias veces, replique el mismo resultado. Hernández (2016) indican que: “la confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo sujeto u objeto producen iguales resultados”. Por tanto, para la confiabilidad del instrumento se emplea una muestra de 267 ingenieros civiles los cuales respondieron al instrumento, se codificó y se procesó los datos con el coeficiente Alfa de Cronbach en el programa SPSS. versión 25. La Tabla 22. muestra que si el valor de alfa de Cronbach es cercano a la unidad se trata de un instrumento confiable que hace mediciones estables y consistentes. Si su valor está por debajo de 0,7 el instrumento que se está evaluando presenta una variabilidad heterogénea en sus ítems y por tanto nos llevará a conclusiones erradas.

Tabla 22

Confiabilidad del alfa de Cronbach.

Rango de alfa de Cronbach	
A > 0.9	Excelente
0.8 A < 0.9	Buena
0.7 A < 0.8	Aceptable

0.6 A < 0.7	Cuestionable
0.5 A < 0.6	Pobre
A < 0.5	Inaceptable
Nota. Fuente: Bolívar 2002.	

Se procede a obtener el alfa de Cronbach para cada una de las subdimensiones de percepciones; la Tabla 23 muestra que los 6 ítems que conforman la subdimensión de percepciones ¿Hasta qué punto estás de acuerdo con las siguientes ideas respecto a la inteligencia artificial?

Tabla 23

Escala: ¿Hasta qué punto estás de acuerdo con las siguientes ideas respecto a la inteligencia artificial?

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach de variable estandarizada	N.º Elementos
0.814	0.829	6

Nota. Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 24 muestra que los 5 ítems que conforman la subdimensión de percepciones. Respecto a esta clasificación de responsables de obra pública, ¿en qué medida está de acuerdo que su función apoyada parcialmente con la inteligencia artificial, haría más racional la toma de decisiones en la obra pública?

Tabla 24

Escala: ¿En qué medida está de acuerdo que su función apoyada parcialmente con la inteligencia artificial haría más racional la toma de decisiones en la obra pública?

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach de variable estandarizada	N.º Elementos
0.780	0.788	5

Nota. Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 25 muestra que los 6 ítems que conforman la subdimensión de percepciones: ¿En qué medida está de acuerdo que las distintas etapas de la obra pública monitoreadas por la IA serían más transparentes?

Tabla 25

Escala: ¿En qué medida está de acuerdo que las distintas etapas de la obra pública monitoreadas por la IA serían más transparentes?

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach de variable estandarizada	N.º Elementos
------------------	--	---------------

0.806	0.808	6
-------	-------	---

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Alfas de Cronbach como muestran las Tablas 23, 24 y 25, mayores de 0.7, significa que los elementos de cada dimensión apuntan hacia un mismo sentido, lo que sugiere sumar las respuestas de los elementos de cada dimensión para formar las dimensiones de la variable “Percepciones sobre el concepto de la IA en la obra pública”.

Validación de la creación de la variable Percepciones.

En la Tabla 26 observa que los coeficientes correlaciones lineales son positivas y significativas entre los subdimensiones de la variable PERCEPCIONES, implica que podrían sumarse para formar la variable PERCEPCIONES, para ello, estandarizaremos previamente cada dimensión.

Tabla 26

Validez de las subdimensiones y prueba de significancia.

Subdimensiones	P*	P**	α	N.º
Nivel de acuerdo con las siguientes ideas respecto a la IA – Nivel de acuerdo que su función apoyada por la IA haría más racional la toma de decisiones en la obra pública	0.565	0.469	0	267
Nivel de acuerdo con las siguientes ideas respecto a la IA – Nivel de acuerdo que las distintas etapas de la obra pública monitoreadas por la IA serían más transparentes	0.602	0.502	0	267
Nivel de acuerdo que su función apoyada por la IA haría más racional la toma de decisiones en la obra pública – Nivel de acuerdo que las distintas etapas de la obra pública monitoreadas por la IA serían más transparentes	0.732	0.705	0	267

Nota 1. Fuente: Elaboración propia.

Nota 2 * Correlación de Pearson.

Nota 3 ** Correlación de Spearman.

Nota 4. Nivel de significancia α

La Tabla 26 muestra que todas las correlaciones son estadísticamente significativas en $\alpha < 0,05$. La magnitud del coeficiente de Cronbach para las medidas de ítems múltiples es consistente.

Mejía (2005) “la validez es una cualidad en que consiste en que las pruebas midan lo que pretende medir”. Las pruebas deben medir las características específicas de las variables para las cuales son diseñadas. Las pruebas que no tienen validez no tienen utilidad alguna. La validez también se denomina veracidad, exactitud, autenticidad, o solidez de la prueba” (p.132).

Los procedimientos estadísticos según Mejía (2005), señalan a establecer probabilísticamente grupos de ítems que deberán definirse como dimensiones. Estas deben ser conceptuadas de forma consensuada para brindarles el carácter de útiles y científicamente válidos, por cuanto no existe una prueba patrón. Si los dominios se construyeron teóricamente, la estadística comprueba la idoneidad de dichas agrupaciones generando una dimensión o variable.

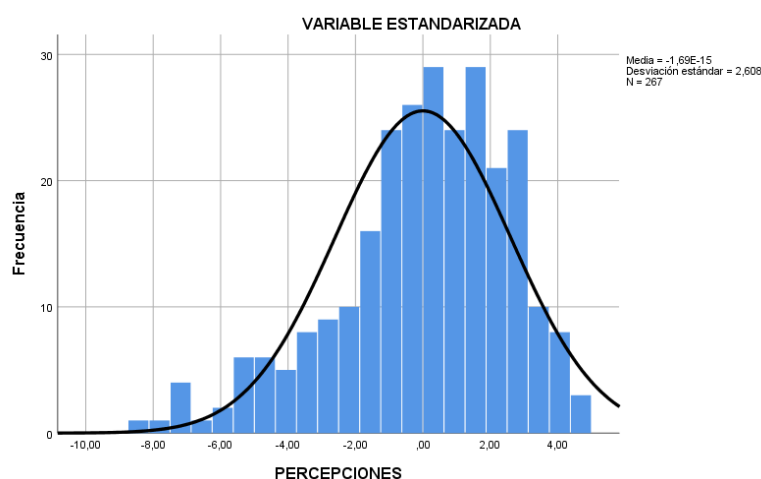


Figura 8. Variable Percepciones estandarizada.

Nota. Fuente: Elaboración propia.

La figura 8 muestra la variable percepciones estandarizada en donde a la izquierda de la media se encuentran las percepciones en desacuerdo sobre el concepto de la IA en la obra pública y a la derecha las percepciones de acuerdo sobre el concepto de la IA en la obra pública. Los ingenieros civiles muestran un nivel de acuerdo positivo sobre los conceptos planteados de la IA en la obra pública.

Creación de la variable expectativas

El cuestionario de la variable: Expectativas de los ingenieros civiles sobre la incidencia de la IA en la transparencia y racionalidad en la obra pública, posee 3 subdimensiones tales como: desde su punto de vista, ¿Qué dominios de la obra pública será más transparentes con el uso de la Inteligencia Artificial?; desde su punto de vista, ¿Qué dominios de la obra pública será más racionales con el uso de la Inteligencia Artificial?; desde su punto de vista, ¿Cuál de las siguientes funciones se verá más afectada por la IA a corto plazo?.

En estas subdimensiones se plantearon en total 22 ítems y se utilizó la escala de selección múltiple. Teniendo el orden mostrado en la Tabla 27.

Tabla 27

Dimensión de la variable independiente Expectativas.

Expectativas de los ingenieros civiles sobre la incidencia de la IA en la transparencia y racionalidad en la obra pública		Opción múltiple
Desde su punto de vista, ¿Qué dominios de la obra pública será más transparentes con el uso de la Inteligencia Artificial?	1.Presupuesto de obra 2.Elaboración de expedientes 3.Contratación del personal 4.Movilidad y transporte de materiales 5.Gestión de almacenes 6.Seguridad y salud ocupacional 7.Operaciones de construcción 8.Selección de proveedores	Mayor a 3
Desde su punto de vista, ¿Qué dominios de la obra pública será más racionales con el uso de la Inteligencia Artificial?	1.Supervisión de obra 2.Control de calidad 3.Presupuesto de obra 4.Adendas de adicionales 5.Metrados 6.Controversias en la ejecución del contrato	Mayor a 3
Desde su punto de vista, ¿Cuál de las siguientes funciones se verá más afectada por la IA a corto plazo?	1.Dirección ejecutiva 2.Tareas y oficinas auxiliares 3.Contratación de personal 4.Control de proveedores 5.Gestión de almacenes 6.Procesamiento de transacciones financieras 7.Operaciones de construcción (Mano de obra) 8.Tratamiento de la información y data	Mayor a 3

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Validación de la creación de la variable Expectativas.

En la Tabla 28 observa que los coeficientes correlaciones lineales son positivas y significativas entre los subdimensiones de la variable EXPECTATIVAS, implica que podrían sumarse para formar la variable EXPECTATIVAS, para ello, estandarizaremos previamente cada subdimensión.

Tabla 28

Validez de las subdimensiones y prueba de significancia.

Subdimensiones	P*	P**	α	N.º
Cantidad de dominios de la obra pública que será más transparentes con el uso de la Inteligencia Artificial – Cantidad de dominios de la obra pública será más racionales con el uso de la Inteligencia Artificial	0.399	0.292	0	267

Cantidad de dominios de la obra pública que será más transparentes con el uso de la Inteligencia Artificial – Cantidad de funciones que se verá más afectada por la IA a corto plazo	0.437	0.477	0	267
--	-------	-------	---	-----

Cantidad de dominios de la obra pública que será más transparentes con el uso de la Inteligencia Artificial – Cantidad de funciones que se verá más afectada por la IA a corto plazo	0.284	0.218	0	267
--	-------	-------	---	-----

Nota 1. Fuente: Elaboración propia.
Nota 2 * Correlación de Pearson.
Nota 3 ** Correlación de Spearman.
Nota 4. Nivel de significancia α

La Tabla 28 muestra que todas las correlaciones son estadísticamente significativas en $\alpha < 0,05$.

La figura 9 muestra la variable expectativa estandarizada en donde a la izquierda de la media se encuentran la menor cantidad de dominios que se cree que serán más transparentes y racionales, y menor cantidad de funciones que se cree que serán más afectadas por la IA y a la derecha la mayor cantidad de dominios que se cree que serán más transparentes y más racionales, y mayor cantidad de funciones que se cree que serán más afectadas por la IA.

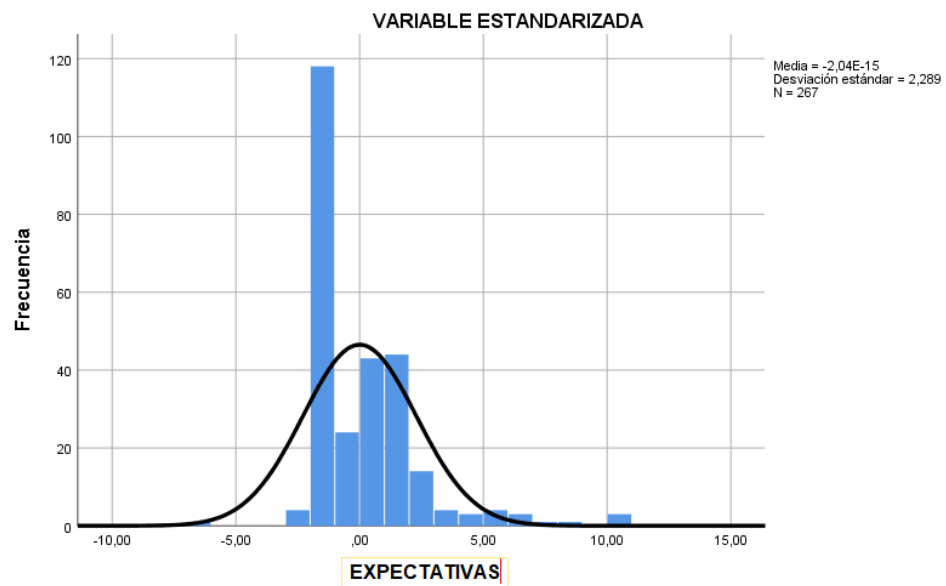


Figura 9. Variable Expectativa estandarizada.

Nota. Fuente: Elaboración propia.

La Figura 9, indica que las expectativas como una variable estandarizada tiene una ligera inclinación hacia una mayor cantidad de dominios que volverán

más transparentes y racionales la obra pública, el mismo efecto sucede para las funciones que se cree que serán más afectadas por la IA.

Creación de la variable retos y oportunidades

El cuestionario de la variable: Retos y oportunidades de los ingenieros civiles sobre la incidencia de la IA en la transparencia y racionalidad en la obra pública, posee 2 subdimensiones tales como: ¿Cuáles son los principales inhibidores para la implementación de la IA en la obra pública? Y ¿Cuáles son los principales habilitadores para la implementación de la IA en la obra pública?

En total se plantearon 15 ítems y se utilizó la escala de selección múltiple. Teniendo el siguiente orden mostrado en la Tabla 29.

Tabla 29

Dimensión de la variable independiente Retos y oportunidades.

Retos y oportunidades de los ingenieros civiles sobre la aplicación de la IA en la obra pública		Opción múltiple
¿Cuáles son los principales inhibidores para la implementación de la IA en la obra pública?	1.Limitaciones presupuestarias	Mayor a 3
	2.Transparencia de datos	
	3.Desconocimiento social	
	4.Brecha digital y tecnológica	
	5.Legislación	
	6. Privacidad y seguridad de datos	
	7.Resistencia al cambio	
	8.Eliminación del trabajo humano	
¿Cuáles son los principales habilitadores para la implementación de la IA en la obra pública?	1.Recursos financieros	Mayor a 3
	2.Legislación y marco legal regulatorio	
	3.Cultura ética y administrativa	
	4.Infraestructura tecnológica	
	5.Políticas gubernamentales	
	6.Competencia empresarial	
	7.Conocimiento y personal capacitado	

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Validación de la creación de la variable Retos y oportunidades.

En la Tabla 30 observa que los coeficientes correlaciones lineales son positivas y significativas entre los subdimensiones de la variable RETOS Y OPORTUNIDADES, implica que podrían sumarse para formar la variable RETOS Y OPORTUNIDADES, para ello, estandarizaremos previamente cada subdimensión.

Tabla 30

Validez de las subdimensiones y prueba de significancia.

Subdimensiones	P*	P**	α	N.º
Cantidad de inhibidores para la implementación de la IA en la obra pública – Cantidad de habilitadores para la implementación de la IA en la obra pública	0.412	0.360	0	267
Nota 1. Fuente: Elaboración propia.				
Nota 2 * Correlación de Pearson.				
Nota 3 ** Correlación de Spearman.				
Nota 4. Nivel de significancia α				

La Tabla 30 muestra que todas las correlaciones son estadísticamente significativas en $\alpha < 0,05$.



Figura 10. Variable Retos y oportunidades estandarizada.

Nota. Fuente: Elaboración propia.

La figura 10 muestra la variable retos y oportunidades estandarizada en donde a la izquierda de la media se encuentran menor cantidad de retos y oportunidades de los ingenieros civiles sobre la aplicación de la IA en la obra pública a la derecha mayor cantidad de retos y oportunidades de los ingenieros civiles sobre la aplicación de la IA en la obra pública.

Creación de la variable transparencia

El cuestionario de la variable Transparencia posee 2 subdimensiones tales como: ¿En qué medida está de acuerdo que las distintas etapas de la obra pública monitoreadas por la IA serían más transparentes; ¿Desde su punto de vista, Qué dominios de la obra pública será más transparentes con el uso de la Inteligencia

Artificial? En conjunto se plantearon 14 ítems y se utilizó la escala de selección múltiple. Teniendo el siguiente orden mostrado en la Tabla 31.

Tabla 31

Dimensión de la variable dependiente Transparencia.

Nivel de transparencia: Etapas y dominios de la obra pública que serán más transparentes con el uso de la IA		Opción múltiple
¿En qué medida está de acuerdo que las distintas etapas de la obra pública monitoreadas por la IA serían más transparentes?	1.En la etapa de Preinversión 2.En la etapa de elaboración de expediente técnico de la obra 3.En la etapa de adjudicación de contrato 4.En la etapa de la ejecución de la obra 5.En la etapa de recepción y entrega 6.En la etapa de controversias y arbitraje	Likert 1-7
Desde su punto de vista, ¿Qué dominios de la obra pública será más transparentes con el uso de la Inteligencia Artificial?	1.Presupuesto de obra 2.Elaboración de expedientes 3.Contratación del personal 4.Movilidad y transporte de materiales 5.Gestión de almacenes 6.Seguridad y salud ocupacional 7.Operaciones de construcción 8.Selección de proveedores	Mayor a 3

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Validación de la creación de la variable Transparencia.

En la Tabla 32 observa que los coeficientes correlaciones lineales son positivas y significativas entre los subdimensiones de la variable TRANSPARENCIA, implica que podrían sumarse para formar la variable TRANSPARENCIA, para ello, estandarizaremos previamente cada subdimensión.

Tabla 32

Validez de las subdimensiones y prueba de significancia.

Subdimensiones	P*	P**	α	N.º
Nivel de acuerdo en que las distintas etapas de la obra pública monitoreadas por la IA serían más transparentes – Cantidad de dominios de la obra pública que será más transparentes con el uso de la Inteligencia Artificial	0.196	0.192	0.002	267

Nota 1. Fuente: Elaboración propia.

Nota 2 * Correlación de Pearson.

Nota 3 ** Correlación de Spearman.

Nota 4. Nivel de significancia α

La Tabla 32 muestra que todas las correlaciones son estadísticamente significativas en $\alpha < 0,05$.

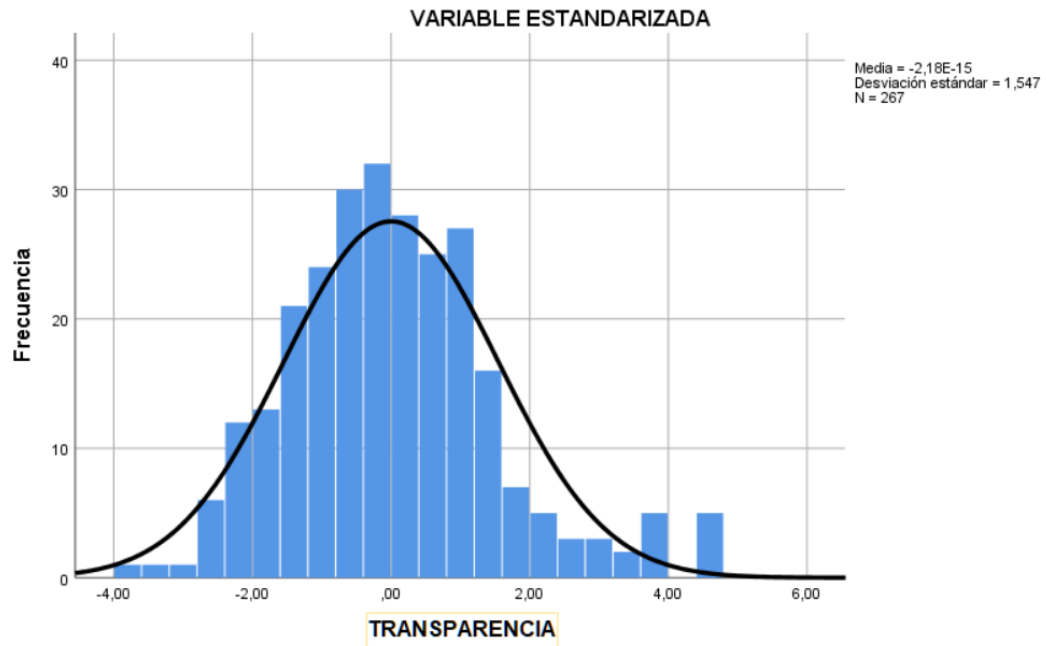


Figura 11. Variable Transparencia estandarizada.

Nota. Fuente: Elaboración propia.

La figura 11 muestra la variable transparencia estandarizada en donde a la izquierda de la media se encuentran el menor nivel de acuerdo en que la obra pública monitoreada por la IA será más transparente y menor cantidad de dominios que se cree que serán más transparentes con el uso de la IA a la derecha el mayor nivel de acuerdo que la obra pública monitoreada por la IA será más transparente y mayor cantidad de dominios que se cree que serán más transparentes con el uso de la IA.

Creación de la variable racionalidad

El cuestionario de la variable Racionalidad posee 2 subdimensiones tales como: ¿En qué medida está de acuerdo que su función apoyada parcialmente con la inteligencia artificial haría más racional la toma de decisiones en la obra pública? Y ¿Qué dominios de la obra pública será más racionales con el uso de la Inteligencia Artificial? En conjunto se plantearon 11 ítems y se utilizó la escala de selección múltiple. Teniendo el siguiente orden mostrado en la Tabla 33.

Tabla 33

Dimensión de la variable dependiente Racionalidad.

Nivel de Racionalidad: Funciones y dominios de la obra pública que serán más racionales con el uso de la IA	Opción múltiple
---	-----------------

Respecto a esta clasificación de responsables de obra pública, ¿en qué medida está de acuerdo que su función apoyada parcialmente con la inteligencia artificial haría más racional la toma de decisiones en la obra pública?	1. Monitor de obra (Administrador de Contratos de obra) 2. Residente de obra 3. Supervisor de obra 4. Administrador de obra 5. Proyectista	Likert 1-7
Desde su punto de vista, ¿Qué dominios de la obra pública será más racionales con el uso de la Inteligencia Artificial?	1. Supervisión de obra 2. Control de calidad 3. Presupuesto de obra 4. Adendas de adicionales 5. Metrados 6. Controversias en la ejecución del contrato	Mayor a 3

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Validación de la creación de la variable Racionalidad

En la Tabla 34 observa que los coeficientes correlaciones lineales son positivas y significativas entre los subdimensiones de la variable Racionalidad, implica que podrían sumarse para formar la variable Racionalidad, para ello, estandarizaremos previamente cada subdimensión.

Tabla 34

Validez de las subdimensiones y prueba de significancia.

Subdimensiones	P*	P**	α	N.º
Nivel de acuerdo en que su función apoyada parcialmente con la inteligencia artificial haría más racional la toma de decisiones en la obra pública – Cantidad de dominios de la obra pública será más racionales con el uso de la Inteligencia Artificial	0.133	0.089	0.148	267

Nota 1. Fuente: Elaboración propia.
Nota 2 * Correlación de Pearson.
Nota 3 ** Correlación de Spearman.
Nota 4. Nivel de significancia α

La Tabla 34 muestra que las correlaciones no son estadísticamente significativas en $\alpha > 0,05$, significa ausencia de correlación.

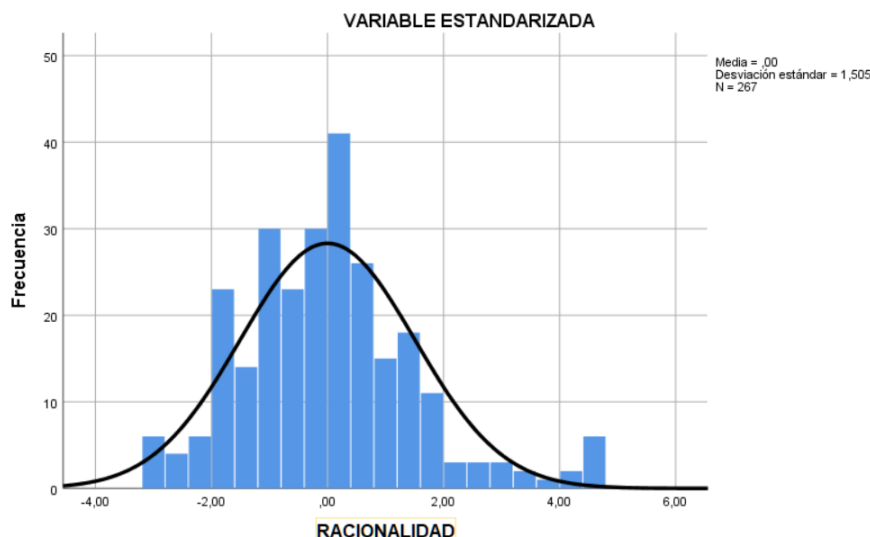


Figura 12. Variable Racionalidad estandarizada.

Nota. Fuente: Elaboración propia.

La figura 12 muestra la variable racionalidad estandarizada en donde a la izquierda de la media se encuentran el menor nivel de acuerdo en que la obra pública apoyada con la IA haría más racional la toma de decisiones y menor cantidad de dominios que se cree que serán más racionales con el uso de la IA; a la derecha mayor nivel de acuerdo en que la obra pública apoyada con la IA haría más racional la toma de decisiones y mayor cantidad de dominios que se cree que serán más racionales con el uso de la IA.

Análisis factorial

Stevens (2002) y Hair et al. (2014) explican que el análisis factorial ayuda a comprender la estructura subyacente de los datos al identificar factores latentes.

La Tabla 35 proporciona los resultados de dos pruebas fundamentales para evaluar la idoneidad de los datos para realizar un análisis factorial: la Medida Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y la Prueba de Esfericidad de Bartlett.

Tabla 35

Prueba de KMO y Bartlett.

Análisis Factorial		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin		0.50
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	4.694
	gl.	1
	Sig.	0.03

Nota. Fuente: Elaboración propia.

A pesar de la medida KMO marginal ($KMO > 0.5$), la prueba de esfericidad de Bartlett sugiere que hay correlaciones significativas en los datos ($\alpha < 0,05$), lo que respalda la idoneidad para realizar un análisis factorial, ver Tabla 35. Sin embargo, es recomendable interpretar estos resultados en conjunto y considerar posibles mejoras en la calidad de los datos si es necesario (Bartlett, 1937).

En la Tabla 36 se muestra las comulidades extraídas del análisis factorial para la variable Racionalidad.

Tabla 36

Análisis factorial - Comulidades.

Subdimensiones	Inicial	Extracción
Nivel de acuerdo en que su función apoyada parcialmente con la inteligencia artificial haría más racional la toma de decisiones en la obra pública	1.0	56.66%
Cantidad de dominios de la obra pública será más racionales con el uso de la Inteligencia Artificial	1.0	56.66%

Nota. Fuente: Elaboración propia.

El porcentaje de varianza explicado por cada factor, denominado comunalidad, indica la proporción de la varianza de una variable que es explicada por los factores comunes. Usando el análisis factorial, se puede verificar que, si existiera el factor RACIONALIDAD que pueda explicar estas dos dimensiones, este factor logra explicar a cada dimensión en un 56.6% de su varianza en cada dimensión, esto sugiere una relación significativa, ver Tabla 36.

4.5.2 Análisis de correlación lineal entre las variables de estudio

Luego de definir las variables de estudio, se procede al análisis correlacional entre ellas, la prueba de normalidad de los datos se evalúa mediante la prueba de Kolmogórov-Smirnov, que compara la distribución empírica de los datos con la distribución teórica normal. Esta prueba es ampliamente utilizada para determinar si un conjunto de datos sigue una distribución normal y es especialmente útil cuando el tamaño de la muestra es moderado a grande (Stephens, 1974). Para lo cual se plantean hipótesis nula (H_0) y alterna (H_a) para luego evaluarlas mediante la prueba de normalidad.

Tabla 37

Prueba de normalidad para las variables de estudio estandarizadas.

Prueba de Kolmogorov - Smirnov

	Percepción	Expectativa	Retos y oportunidades	Transparencia	Racionalidad
Media	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Desv. estándar	2.61	2.89	1.68	1.55	1.51
Sig.	0.002	0.000	0.000	0.004	0.000

Nota. Fuente: Elaboración propia.

La prueba de normalidad explica la hipótesis nula que se plantea a continuación

Hipótesis Nula (H0): La hipótesis nula establece que los datos siguen una distribución normal.

Hipótesis Alterna (Ha): Los datos no tiene una distribución normal.

Criterio de decisión:

$\alpha < 0,05$ Rechazamos la Ho y aceptamos la Ha

$\alpha \geq 0,05$ Aceptamos la Ho y rechazamos la Ha

Nivel de Significancia (alfa): Para todas las variables el nivel de significancia resulta ser menor a 0.05

Resultado de la Prueba: El resultado indica que la hipótesis nula ha sido rechazada y se acepta la hipótesis alterna Ha.

Interpretación:

Hay evidencia estadística significativa para afirmar que los datos no siguen una distribución normal a un nivel de significancia del 0.05, ver Tabla 37; como menciona Conover (1999), pruebas no paramétricas, como el coeficiente de correlación de Spearman o Kendall, son preferibles en situaciones donde los datos no siguen una distribución normal o cuando se trabaja con variables ordinales. Por lo tanto, para determinar las correlaciones lineales existentes entre nuestras variables emplearemos el coeficiente de correlación de Spearman o Kendall.

Tabla 38

Correlación lineal entre variables independientes y dependientes.

Coeficiente de correlación de Spearman - Kendall				
		Percepción	Expectativa	Retos y oportunidades
Transparencia	Coeficiente de correlación	0.712	0.526	0.337
Racionalidad	Coeficiente de correlación	0.723	0.355	0.065

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Las correlaciones entre parejas de variables deben interpretarse con cautela, debido a que en estas correlaciones no se toma en cuenta el efecto de la presencia de las otras variables.

4.6 Discusión de resultados

Con base en nuestros resultados, argumentamos que las obras públicas necesitan fortalecer sus capacidades analíticas asociadas a la implementación de políticas en diferentes áreas, asociadas a la inteligencia artificial, por lo que es importante discutir sobre este tema y relacionarlo con los principales resultados antes expuestos.

La adopción de la inteligencia artificial en obras públicas en Perú es vista como una necesidad crítica para mejorar la calidad de las obras públicas (Figura 3).

Además, se destaca la importancia de la inversión en infraestructura tecnológica, el respaldo de políticas gubernamentales y la promoción de una competencia empresarial saludable para impulsar la adopción efectiva de la IA en proyectos de construcción (Figura 6).

En cuanto al análisis estadístico descriptivo del instrumento cuantitativo, se utilizaron estadígrafos descriptivos como la media, desviación estándar, asimetría y curtosis para analizar el comportamiento de cada uno de los ítems. También se realizó una verificación de correlación para crear cada una de las variables de estudio en la cual finalmente se obtiene las correlaciones lineales significativas entre las variables independientes y dependientes.

4.6.1 Presentación de hallazgos

Impacto de la IA en la transparencia de la obra pública

En el Capítulo 4 de esta investigación se presentan los resultados del análisis estadístico descriptivo del instrumento cuantitativo aplicado a los participantes, en el que se evaluó el impacto de la Inteligencia Artificial (IA) en la transparencia de la obra pública, considerando variables independientes como percepciones, expectativas, retos y oportunidades, con variables dependientes de transparencia y racionalidad. Mediante el análisis estadístico y correlacional se pone a discusión los principales efectos de estas dimensiones denominadas variables independientes sobre la transparencia en la obra pública.

Los resultados obtenidos para la variable "Transparencia" en el contexto de la obra pública, evaluaron su nivel de impacto en diferentes etapas y dominios mediante un cuestionario de 14 ítems. Se emplea una prueba no paramétrica para validar la creación de esta variable, destacando correlaciones positivas y significativas entre las subdimensiones, ver Tabla 32.

Variables Independientes: Percepciones, Expectativas, Retos y Oportunidades.

Percepciones: Las respuestas indican una apertura significativa a la adopción de IA en la obra pública, promoviendo el monitoreo de la IA en las etapas de Preinversión y elaboración de expedientes técnicos de obra. La etapa de Preinversión muestra la mayor media de 5.54, indicando una percepción generalmente positiva sobre cómo la inteligencia artificial podría mejorar la transparencia en esta etapa temprana de la obra pública. Además, la desviación estándar de 1.63 señala una cierta variabilidad en las respuestas, sugiriendo opiniones divergentes mínimas en relación a las otras etapas entre los participantes, pero la media relativamente alta refleja una tendencia positiva en general, ver Tabla 20.

Expectativas (Figura 4.1): Las expectativas revelan la anticipación de mayor transparencia en áreas específicas de la obra pública, presupuestos de obra y elaboración de expedientes.

Retos y Oportunidades: La resistencia al cambio, desconocimiento social y brecha tecnológica emergen como los principales inhibidores. Los habilitadores claves incluyen la infraestructura tecnológica y las políticas gubernamentales (Figura 6).

Variables Dependiente: Transparencia.

Correlación: Las correlaciones indican asociaciones positivas entre percepciones, expectativas, retos y oportunidades y transparencia. Destacando la fuerte influencia entre las percepciones de los ingenieros civiles sobre como las tecnologías emergentes ofrecen un impacto positivo en la transparencia de la obra pública, La correlación significativa (0.712) con la transparencia (Tabla 38) respalda la relación positiva entre las percepciones y la transparencia.

Prueba de Normalidad (Tabla 37): La prueba rechaza la hipótesis nula de normalidad para todas las variables. Se opta por análisis no paramétricos. La elección de correlación de Spearman o Kendall se basa en la naturaleza no normal

de los datos. Como resultado de esta prueba se confirma que los datos no siguen una distribución normal, justificando el uso de pruebas no paramétricas como el coeficiente de correlación de Spearman o Kendall.

Estos hallazgos sugieren que el impacto de la IA en la transparencia de la obra pública está intrínsecamente vinculado; así lo manifiestan los ingenieros civiles mediante un análisis cuantitativo y estadístico sobre las percepciones y expectativas hacia la IA, determinando que a través de estas variables independientes se pueden potenciar la transparencia en la obra pública, la cual es demostrada debido a la existencia de una correlación positiva que refuerza la relación entre constructos favorables hacia la adopción de a IA en la obra pública y la transparencia.

La resistencia al cambio destaca como un desafío crucial que, una vez abordado, podría facilitar la adopción exitosa de la IA y mejorar la transparencia en el sector, así como la necesidad de superar desafíos como una mejor transparencia de datos, un mayor conocimiento por parte de los ingenieros a cargo de la obra pública y un respaldo legislativo a través de reglamentos o normas para garantizar procedimientos transparentes en la obra pública.

Impacto de la IA en la racionalidad de la obra pública

Del instrumento analizado se presentan los resultados del estudio estadístico descriptivo del instrumento cuantitativo en la cual otros hallazgos permitieron obtener respuestas respecto al impacto de la Inteligencia Artificial (IA) en la racionalidad de la obra pública, considerando las variables independientes como percepciones, expectativas, retos y oportunidades, y sus efectos con variables dependientes de transparencia y racionalidad. Mediante el análisis estadístico y correlacional se pone a discusión los principales efectos de estas dimensiones denominadas variables independientes sobre la racionalidad en la obra pública.

Los resultados obtenidos para la variable "Racionalidad" en el contexto de la obra pública, evaluaron su nivel de impacto en diferentes etapas y dominios mediante un cuestionario de 11 ítems (Tabla 33). Se emplea una prueba no paramétrica para validar la creación de esta variable, destacando correlaciones positivas y significativas entre las subdimensiones, ver Tabla 34.

Variables Independientes: Percepciones, Expectativas, Retos y Oportunidades

Percepciones: La disposición a la adopción de la IA y la diversas funciones en las que esta herramienta tecnológica apoya parcialmente sugieren una actitud positiva hacia la mejora de la racionalidad en la obra pública. "Monitor de obra" destaca con la mayor media de 5.61, sugiriendo que los ingenieros civiles consideran esta función de monitoreo de obra puede hacer más racional la toma de decisiones en la obra pública, ver Tabla 19.

Expectativas: La anticipación de mayor racionalidad en áreas específicas, como control de calidad y presupuesto, refuerza la conexión entre las expectativas y la mejora de procesos racionales, ver Figura 3.

Retos y Oportunidades: Los desafíos identificados, como la resistencia al cambio y la brecha tecnológica, subrayan la necesidad de superar barreras para lograr mejoras significativas en la racionalidad, a su vez extender los esfuerzos en mejora de la infraestructura tecnológica y las políticas de gobierno se consideran como los principales habilitadores para la adopción de esta herramienta en la obra pública peruana. ver Figura 6.

Variables Dependiente: Racionalidad

Correlación: La correlación positiva entre percepciones, expectativas y racionalidad respalda la idea de que actitudes y expectativas favorable hacia la IA también se traducen en decisiones más racionales en la obra pública, ver Tabla 38.

Prueba de Normalidad: La no normalidad de los datos, respaldada por la prueba de Kolmogorov-Smirnov, justifica el uso de pruebas no paramétricas, como el coeficiente de correlación de Spearman o Kendall (Tabla 37), para analizar la relación entre las variables, sin embargo para la relación de retos y oportunidades esta correlación tiende a una dispersión, por lo que se estima que los ingenieros civiles carezcan ideas consensuadas sobre los desafíos y oportunidades para el incremento de la racionalidad en este ámbito.

Estos hallazgos han permitido la identificación de desafíos, especialmente la resistencia al cambio, para lo cual los ingenieros civiles indican que se deben plantear estrategias efectivas para superar obstáculos y maximizar la mejora de la racionalidad en los proyectos de la obra pública; también se debe poner un mayor impulso en mejoras de la Infraestructura Tecnológica puesto que ha sido identificada como un habilitador clave, ya que se subraya la importancia de inversiones para respaldar mejoras racionales en la toma de decisiones.

Una percepción favorable del concepto de la IA en la obra pública lleva a creer que la toma de decisiones en la obra pública apoyada por la IA será más racional, así como también, en la mayor cantidad de dominios de obra pública. (efecto positivo). Una expectativa favorable de la incidencia de la IA en la obra pública lleva a creer que la toma de decisiones en la obra pública apoyada por la IA será más racional, así como también, en la mayor cantidad de dominios de obra pública. (efecto positivo). Mayores retos y oportunidades de los ingenieros civiles sobre la aplicación de la IA en la obra pública llevan a creer que la toma de decisiones en la obra pública apoyada por la IA será menos racional, así como también, menos racional en la mayor cantidad de dominios de obra pública. (efecto negativo)

Impacto positivo en la racionalidad de la obra pública en Perú, especialmente en áreas como la gestión de proyectos, la toma de decisiones y la gestión de riesgos. Los encuestados tienen una percepción positiva sobre el impacto de la IA en la racionalidad de la obra pública, lo que sugiere que la IA puede mejorar la eficiencia y calidad de las obras públicas en Perú. Este análisis integral revela que la IA tiene el potencial de influir positivamente en la racionalidad de la obra pública, pero su impacto depende significativamente de la disposición, expectativas y la capacidad para abordar los desafíos identificados.

4.6.2 Contrastación con la literatura existente

Los resultados obtenidos en la investigación sobre la implementación de Inteligencia Artificial (IA) en la obra pública peruana muestran una tendencia positiva hacia la adopción de tecnologías avanzadas para mejorar la eficiencia y transparencia en la gestión de proyectos. Este hallazgo contrasta con estudios previos que señalaban resistencia al cambio en entornos gubernamentales, sugiriendo un cambio de actitud hacia la innovación en el sector público (Gobierno de Castilla-La Mancha, 2016).

En relación a la percepción de los profesionales de la obra pública sobre la utilidad de la IA, los resultados revelan una aceptación creciente de estas herramientas tecnológicas para optimizar procesos y tomar decisiones informadas. Este hallazgo contrasta con investigaciones anteriores que indicaban escepticismo y falta de confianza en la IA en contextos similares, evidenciando una evolución en la mentalidad de los actores involucrados (Fernando, 2021).

La discusión de los resultados incide en los efectos e impacto de la IA sobre la transparencia y racionalidad en la gestión de obras públicas. Este análisis contrasta con estudios previos que destacaban la opacidad y falta de criterios objetivos en la toma de decisiones en el sector público, sugiriendo que la IA puede contribuir a mejorar la rendición de cuentas y la eficacia en la ejecución de proyectos (Mayer-Schönberger y Cukier, 2013).

La triangulación de técnicas cuantitativas utilizadas en la investigación, como el análisis estadístico y modelos de regresión lineal, permitió validar hipótesis planteadas y profundizar en la comprensión de las dimensiones estudiadas y con la revisión de la literatura. Este enfoque metodológico contrasta con enfoques tradicionales que podrían no captar la complejidad de las interacciones entre variables en el contexto de la obra pública, resaltando la importancia de métodos rigurosos en la investigación empírica (Needham y Hodler, 2019).

En resumen, los hallazgos de esta investigación sugieren que la IA tiene el potencial de transformar la gestión de la obra pública en términos de eficiencia, transparencia y toma de decisiones fundamentadas. Estos resultados contrastan con visiones previas que podrían subestimar el impacto positivo de la tecnología en entornos gubernamentales, destacando la necesidad de seguir explorando y promoviendo la adopción de herramientas innovadoras en el sector público (Commission Staff Working, 2018).

CONCLUSIONES

Los objetivos de la investigación se han alcanzado, dado que se lograron identificar hallazgos significativos con relación a las percepciones de los ingenieros civiles sobre la Inteligencia Artificial en la obra pública. Además, se elaboró el estado del arte de la IA en la obra pública y se analizaron sus efectos en la implementación de la IA en el monitoreo de la obra pública desde la perspectiva de los ingenieros civiles en Perú. La investigación proporciona evidencia empírica que apoya la hipótesis general. Los resultados indican que la IA tiene el potencial de mejorar significativamente la transparencia y racionalidad en la gestión de obras públicas en Perú. Los ingenieros civiles encuestados expresaron una percepción favorable hacia la adopción de IA, destacando su potencial para mejorar la eficiencia y la calidad de los proyectos. Además, se identificaron correlaciones positivas entre las variables independientes (percepciones, expectativas, retos y oportunidades) y las variables dependientes (transparencia y racionalidad). Estos hallazgos sugieren que una actitud favorable hacia la IA y la existencia de condiciones propicias para su adopción se asocian con una mayor transparencia y racionalidad en la obra pública.

Se planteó una hipótesis para cada objetivo específico de la investigación. A continuación, se contrastará los resultados obtenidos con las hipótesis planteadas.

▪ **Hipótesis 1:** Al realizar un análisis exhaustivo del estado actual de la Inteligencia Artificial en la medición y evaluación de la transparencia y racionalidad en las unidades ejecutoras de obras públicas, se obtendrá una base sólida que permita comprender la evolución y las teorías que sustentan esta tecnología y su potencial aplicación en obras públicas.

Se pueden extraer las siguientes conclusiones:

Evolución y Teorías de la IA en Obras Públicas

El desarrollo del estado del arte de la IA en el ámbito de las obras públicas ha puesto de manifiesto la evolución constante de esta tecnología y sus teorías. Se ha observado cómo la IA ha pasado de ser una herramienta emergente para convertirse en un pilar fundamental para la gestión eficiente de proyectos de infraestructura. La capacidad de la IA para analizar grandes volúmenes de datos y generar etiquetas valiosas que ha demostrado su potencial para mejorar la

calidad y eficacia de la gestión de recursos públicos en el sector de la construcción.

Potencial aplicación de la IA para medir Transparencia y Racionalidad

El análisis detallado del estado del arte de la Inteligencia Artificial (IA) en el contexto de las obras públicas revela que con una correcta implementación se obtiene un elevado potencial para medir la transparencia y racionalidad en las unidades ejecutoras. La IA ofrece herramientas avanzadas que permiten recopilar, analizar y visualizar datos de manera eficiente, lo que facilita la identificación de aspectos críticos en la gestión de proyectos de infraestructura. Esta base sólida proporcionada por la IA puede ser fundamental para mejorar la toma de decisiones y optimizar los procesos en el entorno local.

Beneficios Tangibles de la IA en Obras Públicas

La focalización de la IA en la transparencia y racionalidad en las obras públicas ofrece beneficios tangibles en términos de eficiencia operativa, reducción de costos y aumento de la confianza en la gestión de proyectos de infraestructura. La capacidad predictiva y analítica de la IA permite identificar posibles áreas de mejora, optimizar la asignación de recursos y mitigar riesgos potenciales en la ejecución de obras públicas. Estos beneficios sugieren que la adopción de la IA en el sector de la construcción puede conducir a una mayor transparencia, eficacia y sostenibilidad en la gestión de proyectos de infraestructura pública.

La investigación realizada, que incluyó una revisión exhaustiva de la literatura y el análisis de las encuestas a ingenieros civiles, apoya esta hipótesis. Se logró identificar las principales aplicaciones de la IA en la obra pública, así como los beneficios potenciales y los retos asociados a su implementación. Esta base de conocimiento sólida permitirá a los actores involucrados en el sector de la obra pública tomar decisiones informadas sobre la adopción de IA y maximizar su impacto positivo.

Resultado: Se cumplió la hipótesis.

▪ **Hipótesis 2:** La implementación de la Inteligencia Artificial en la medición y monitoreo de la transparencia y racionalidad en las unidades ejecutoras de obras públicas tiene el potencial de generar beneficios significativos, incluyendo una mayor eficiencia en la toma de decisiones, una mejor asignación de recursos y un aumento en la confianza pública.

Los beneficios que la IA puede brindar en el ámbito de las obras públicas en el Perú son diversos y significativos. Desde una mayor eficiencia operativa hasta una reducción de costos y una mayor transparencia en la gestión de recursos, la adopción de esta tecnología promete transformar radicalmente la forma en que se planifican, ejecutan y supervisan los proyectos de infraestructura pública. Además, la IA puede mejorar la calidad de las decisiones tomadas por las unidades ejecutoras, al proporcionar información precisa y oportuna para optimizar los procesos y recursos involucrados en las obras públicas.

Los resultados de la investigación respaldan esta hipótesis. Los ingenieros civiles encuestados identificaron diversos beneficios potenciales de la IA, como una mayor eficiencia en la toma de decisiones, una mejor asignación de recursos y un aumento en la confianza pública. El análisis de la literatura existente también corrobora estos beneficios, destacando el potencial de la IA para mejorar la transparencia, la rendición de cuentas y la calidad general de la gestión de obras públicas. La adopción de la IA en este contexto representa un paso crucial hacia una mayor innovación y excelencia en el sector de la construcción, allanando el camino hacia un futuro más transparente, racional y exitoso en el desarrollo de obras públicas peruanas.

Resultado: Se cumplió la hipótesis.

▪ **Hipótesis 3:** La encuesta a ingenieros civiles peruanos sobre el uso de la Inteligencia Artificial para el monitoreo de la transparencia y racionalidad en las obras públicas proporcionará información valiosa sobre las percepciones y actitudes de este grupo profesional, permitiendo identificar posibles resistencias o preocupaciones, así como oportunidades para fomentar la adopción de esta tecnología.

La encuesta a ingenieros civiles peruanos resultó ser una herramienta valiosa para comprender las percepciones y actitudes de este grupo profesional sobre la adopción de IA en la obra pública. Los resultados de la encuesta revelaron una percepción generalmente positiva hacia la IA, con un reconocimiento de sus potenciales beneficios para mejorar la transparencia y racionalidad en el sector. Sin embargo, también se identificaron algunos retos y preocupaciones, como la resistencia al cambio y la brecha tecnológica. Esta información es fundamental para desarrollar estrategias efectivas para promover la adopción de IA en la obra pública peruana y abordar los obstáculos potenciales.

Además, el análisis estadístico ha permitido identificar patrones y tendencias en las respuestas de los encuestados, destacando la confianza en la capacidad de la IA para optimizar la toma de decisiones, identificar posibles irregularidades y mejorar la eficiencia en la ejecución de obras públicas. Estos hallazgos respaldan la idea de que la IA puede ser una herramienta valiosa para promover la transparencia y la racionalidad en el sector de la construcción.

Estos hallazgos respaldan la importancia de seguir explorando y promoviendo el uso de la IA como una herramienta clave para mejorar la gestión y supervisión de proyectos de infraestructura, garantizando un desarrollo más transparente, eficiente y sostenible en el sector de la construcción.

Resultado: Se cumplió la hipótesis. Según el análisis estadístico.

Conclusiones sobre la identificación de la percepción de los ingenieros civiles sobre el desarrollo y adopción de la Inteligencia Artificial, específicamente para monitorear la transparencia y racionalidad en la obra pública:

- **Sobre la transparencia**

Los resultados mostraron que en base al estado del arte y la percepción de los ingenieros (según la encuesta), la implementación de la Inteligencia Artificial (IA) en la transparencia y racionalidad de la obra pública puede dar resultados significativos.

Según los datos recopilados y analizados, a través de un cuestionario de 14 ítems evalúan la variable "Transparencia" en diversas etapas y dominios de la obra pública. En cuanto a las variables independientes, se observa una apertura significativa a la adopción de la IA en la obra pública, especialmente en la etapa de Preinversión, con una media de 5.54 (1: No estoy de acuerdo & 7: Estoy de acuerdo) y una desviación estándar de 1.63, indicando percepciones generalmente positivas. Las expectativas revelan una anticipación de mayor transparencia en áreas específicas, como presupuestos y elaboración de expedientes.

Los principales retos identificados son la resistencia al cambio, desconocimiento social y brecha tecnológica, mientras que los habilitadores claves incluyen la infraestructura tecnológica y las políticas gubernamentales. Las correlaciones entre percepciones, expectativas, retos y oportunidades, y la variable dependiente "Transparencia", respaldan la fuerte influencia de las

percepciones de los ingenieros civiles en la transparencia de la obra pública, con una correlación significativa de 0.712.

La prueba de normalidad confirma la falta de distribución normal de los datos, justificando el uso de análisis no paramétricos. Estos resultados sugieren que el impacto positivo en la implementación de la IA para monitorear la transparencia de la obra pública está vinculado a percepciones y expectativas favorables. La resistencia al cambio destaca como un desafío crucial, y abordar este aspecto podría facilitar la adopción exitosa de la IA y mejorar la transparencia en el sector.

- **Sobre la racionalidad**

Las conclusiones derivadas del análisis estadístico descriptivo y correlacional proporcionan información positiva sobre la implementación de la IA para monitorear la racionalidad de la obra pública.

En cuanto a las percepciones, se observa una disposición significativa a la adopción de la IA, especialmente en la función de "Monitor de obra", que destaca con la mayor media de 5.61 (1: No estoy de acuerdo & 7: Estoy de acuerdo). Esto sugiere que los ingenieros civiles consideran que esta función de monitoreo de obra puede hacer más racional la toma de decisiones en la obra pública.

Las expectativas refuerzan la conexión entre las expectativas y la mejora de procesos racionales, anticipando una mayor racionalidad en áreas específicas como control de calidad y presupuesto. Los retos identificados, como la resistencia al cambio y la brecha tecnológica, subrayan la necesidad de superar barreras para lograr mejoras significativas en la racionalidad.

La correlación positiva entre percepciones, expectativas y racionalidad respalda la idea de que actitudes y expectativas favorables hacia la IA se traducen en decisiones más racionales en la obra pública. Sin embargo, la relación de retos y oportunidades muestra una dispersión, indicando que los ingenieros civiles pueden carecer de consenso sobre estos aspectos.

Se concluye por lo tanto que la IA tiene potencial para lograr un impacto significativo en la transparencia y racionalidad de la obra pública, y que las percepciones y expectativas de los profesionales juegan un papel crucial en este proceso. Estos hallazgos proporcionan una base sólida para futuras

investigaciones y para la implementación efectiva de la IA en el sector de la obra pública.

Aunque existe una percepción positiva sobre el impacto de la IA, su efectividad dependerá de la disposición para abordar los desafíos identificados, destacando la necesidad de estrategias efectivas para superar obstáculos y monitorear de manera óptima la transparencia y racionalidad en los proyectos de la obra pública.

La investigación proporciona evidencia empírica que apoya la hipótesis general. Los resultados indican que la IA tiene el potencial de mejorar significativamente la transparencia y racionalidad en la gestión de obras públicas en Perú. Los ingenieros civiles encuestados expresaron una percepción favorable hacia la adopción de IA, destacando su potencial para mejorar la eficiencia y la calidad de los proyectos. Además, se identificaron correlaciones positivas entre las variables independientes (percepciones, expectativas, retos y oportunidades) y las variables dependientes (transparencia y racionalidad). Estos hallazgos sugieren que una actitud favorable hacia la IA y la existencia de condiciones propicias para su adopción se asocian con una mayor transparencia y racionalidad en la obra pública.

RECOMENDACIONES

La adopción de la Inteligencia Artificial (IA) en la obra pública representa una oportunidad única para mejorar la transparencia, eficiencia y sostenibilidad en las obras públicas peruanas. Para garantizar la adecuada implementación de la IA en este ámbito, en base a la investigación realizada, se presentan las siguientes recomendaciones:

Estrategias para la implementación de la IA en la obra pública

- Es fundamental desarrollar un plan estratégico detallado que defina claramente los objetivos, alcance y recursos necesarios para la implementación exitosa de la IA en las obras públicas. Establecer alianzas con empresas tecnológicas especializadas en IA y capacitar al personal involucrado en el uso de estas herramientas son pasos cruciales para asegurar una transición efectiva hacia la adopción de esta tecnología.

Nuevas profesiones y funciones en la obra pública apoyadas en la IA

- Identificar las nuevas competencias y habilidades requeridas para las profesiones del sector en el contexto de la IA es esencial. Desarrollar programas de formación y capacitación especializados, así como fomentar la creación de roles especializados en IA dentro de las unidades ejecutoras de obras públicas, permitirá optimizar el uso de esta tecnología y mejorar la gestión de proyectos de infraestructura.

Limitaciones del estudio y posibles sesgos

- Para garantizar la objetividad y fiabilidad de los resultados obtenidos, es crucial realizar análisis adicionales para identificar posibles sesgos en la percepción de los ingenieros civiles respecto a la IA en las obras públicas. Ampliar la muestra de encuestados, diversificar los perfiles profesionales consultados y abordar las limitaciones metodológicas del estudio, optar por modelos estadísticos que involucren el análisis de una determinada variable en función de la variación de las otras, proponer modelos de ecuaciones estructuradas para un análisis inferencial más preciso e incluso optar por un modelo a través de redes neuronales multicapa para incrementar la precisión del modelo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aker, J. y Mbiti, I. (2010). Mobile Phones and Economic Development in Africa. *Journal of economic perspective*, 24(3), 207-232. <https://doi.org/10.1257/jep.24.3.207>.
- Álvarez-Ochoa, J. (2022). La inteligencia artificial en la gestión de proyectos de inversión pública del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. *Revista de la facultad de Ingeniería Industrial*, 99-121. <https://doi.org/10.26439/ing.ind2022.n.5802>
- Andresen, S. (2002). John McCarthy: padre de la IA. *Sistemas inteligentes IEEE*, 17(5), 84–85. <https://doi.org/10.1109/mis.2002.1039837>.
- Anduiza, E., Crespo, I. y Méndez, M. (2012). *Metodología de la ciencia política* (2a ed.). Centro de Investigaciones Sociológicas.
- Aoki, N. (2020). Un estudio experimental de la confianza pública en los chatbots de IA en el sector público. *Información Gubernamental Trimestral*, 37(4), 10. doi:10.1016/j.giq.2020.101490.
- Arévalo-Ronal, R. (2020, 21 de noviembre). *La transparencia en la administración de los recursos públicos*. <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/705/975>
- Bartlett, M.S. (1937) Properties of Sufficiency and Statistical Test. *Proceedings of the Royal Society A*, 160, 268-282. <https://doi.org/10.1098/rspa.1937.0109>
- Berryhill, J. (2019), “Hello, World: Artificial intelligence and its use in the public sector”, *OECD Working Papers on Public Governance*, No. 36, OECD Publishing, <https://doi.org/10.1787/726fd39d-en>.
- Brahmi, H., Ammar, B. y Alimi, A. (2013), Intelligent path planning algorithm for autonomous robot based on recurrent neural networks, *2013 International Conference on Advanced Logistics and Transport, Sousse, Tunisia, 2013*, pp. 199-204, doi: 10.1109/ICAdLT.2013.6568459.
- Cabrol, M., González-Alarcón, N., y Sánchez-Ávalos, R. (2020). fAIr LAC: *Adopción ética y responsable de la inteligencia artificial en América Latina y el Caribe*. Banco interamericano de desarrollo]. <https://doi.org/10.18235/0002169>.
- Campos-Medina, A., y Hinostroza-Sobrevilla, L. (2008). El contrato de obra

- pública: Lo que no dice la Ley de Contrataciones y Adquisiciones del Estado, pero debería decir. *Revista De Derecho Administrativo*, 5, 297-308. <https://doi.org/15.1787/75fgrd39d-en>.
- Chaves, J. (2020). *Regreso al futuro de las Administraciones Publicas ante la cuarta revolución industrial*. Secretaria de Estado de Presupuestos y Gastos, Instituto de Estudios Fiscales.
- Chui M. (2017). A Novel Deep Learning-Based Visual Search Engine in Digital Marketing for Tourism E-Commerce Platforms. *Journal of Organizational and End User Computing (JOEUC)*, 36(1), 1-27. <https://doi.org/10.4018/JOEUC.340386>.
- Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin*, 112(1), 155-159. <https://doi.org/18.1745/726fd39d-d55>.
- Coheur, L. (2020). Procesamiento de la Información y Gestión de la Incertidumbre en Sistemas Basados en el Conocimiento. *Comunicaciones en informática y ciencias de la información*, 1237, 29-41. https://doi.org/10.1007/978-3-030-50146-4_3.
- Conover, W. J. (1999). *Practical nonparametric statistics* (3rd ed.). Wiley.
- Crernova, S., y Thomaz, A. L. (2014). *Robot learning from human teachers*. Springer Nature. <https://10.1007/978-3-031-01570-0>
- Creswell, J. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. SAGE Publications.
- Cruz-Alemán, G. (2022, 25 de Abril). *Impacto potencial del uso de la inteligencia artificial en el empleo público en América Latina*. Sciotea. <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/1895>
- Cruz-Valle, D., Sandoval-Almazán, R. y Gil-García, R. (2016). *Percepciones ciudadanas sobre el impacto del uso de las tecnologías de la información en la transparencia. La eficiencia y la corrupción en los gobiernos locales*, 21(3), 321–334. <https://doi.org/10.3233/IP-160393>
- Flyvbjerg, B. (2001). *Making Social Science Matter: Why Social Inquiry Fails and How it Can Succeed Again*. Cambridge. Cambridge University Press.
- Fountain, J. (2014). *La construcción del estado virtual: tecnologías de información y cambio institucional*. (3a ed.). Centro de Investigación y Docencia Económicas.

- Garrido, J. y Zafra, J. (2017). *Evaluación del nivel de transparencia municipal. Aplicación al caso andaluz*. Auditoría Pública, 69, 85–94.
- Gobierno de Castilla-La Mancha. (2016, 25 de marzo). Guía de gobierno abierto IV plan de gobierno abierto. Transparencia España. <https://transparencia.gob.es/transparencia/dam/jcr:2d903bb2-9e4f-4f9f-95f6-07829fbec325/Guia+del+gobierno+abierto%20CEPC.pdf>
- Heaton, J., Goodfellow, L., Yoshua, B. y Aaron, C. (2018) Aprendizaje profundo. *Programa Genet Evolvable Mach*, 19, 305–307. <https://doi.org/10.1007/s10710-017-9314-z>
- Haward-Prialé, G. (2021). La gestión del gasto público en obras. (2a ed.). Universidad Continental, Fondo Editorial. <https://doi.org/10.18259/978-612-4443-31-2>
- Hair, J., Black, W.C., Babin, B.J. and Anderson, R.E. (2014) *Multivariate Data Analysis*. (7th, Edition), Pearson Education.
- Heckman, J. (1979). Sample Selection Bias as a Specification Error. *Econometrica*, 47(1), 153–161. <https://doi.org/10.162/908d2.e06c7e61>
- Hennig, M., Brandes, U., Pfeffer, J., y Mergel, I. (2012). *Studying Social Networks: A Guide to Empirical Research*. Campus Verlag.
- Hurley W. (2016). *Métodos de Investigación Fundamentos de una práctica clínica basada en la evidencia*. (3a, ed). Barcelona: Lippincott Williams & Wilkins
- Hwang, B., (2020). Entrega digital integrada: Estado de implementación y desempeño del proyecto en la industria de la construcción de Singapur. *Productor más limpio*, 262(5), 1-4. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121396>.
- Isasi, P., y Galván, I. (2004). *Redes neuronales artificiales: Un enfoque práctico*. Pearson Education.
- Jordan, M. (2019). Artificial Intelligence-The Revolution Hasn't Happened Yet. *Harvard Data Science Review*, 1(1). <https://doi.org/10.1162/99608f92.f06c6e61>
- Kurzweil, R. (1999). *La era de las máquinas espirituales: predicciones hasta el 2099*. Penguin Random House Grupo Editorial.
- Liu, D., Lu, W. y Niu, Y. (2018). Modelo ampliado de aceptación de tecnología para

- que los sistemas de construcción inteligentes tengan éxito. *J Construcciones*, 144 (6), [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001487](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001487)
- Maita-Cruz, Y., Flores-Sotelo, W., Maita-Cruz, Y., y Cotrina-Aliaga, J. (2022). Inteligencia artificial en la gestión pública en tiempos de Covid-19. *Revista de Ciencias Sociales*, 28, 331-330. <https://doi.org/10.31876/racs.v28i.38167>
- March, J. y Olsen, J. (1989). *Redescubrir las instituciones: la base organizativa de la política*. Prensa libre.
- Márquez-Díaz, J. (2020). Inteligencia artificial y Big Data como soluciones frente a la COVID-19. *Revista de Bioética y Derecho*, 2(50), 315-331. <https://doi.org/10.1101/2020.05.05.20092098>.
- Matas, A. (2018). Diseño del formato de escalas tipo Likert: un estado de la cuestión. *Revista electrónica de investigación educativa*, 20(1), 38-47. <https://doi.org/10.1002/spe.2341>.
- Mayer-Schönberger, V. y Cukier, K. (2013). Big Data. *La revolución de los datos masivos*, 5(2). <https://doi.org/10.25009/clivajes-racs.v0i9.2536>
- McCarthy, J., Minsky, M. , Rochester, N., y Shannon, C. (2006). A proposal for the dartmouth summer research. *Project on artificial intelligence*, 27(4), 12-12. <https://doi.org/10.1609/AIMAG.V27I4.1904>.
- Mejía-Mejía, E. (2005). Técnicas e Instrumentos de Investigación. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Educación. Unidad de Post Grado.
- Miranda-Hospinal, O., Valle-Cruz, D., Yrivarren-Lazo, J., Yula-Inca, C. y Ronceros-Ponce, K. (2023). Enhancing Productivity in Peru's Public Works Value Chain Through AI Monitoring. *A Paradigm Shift* 5(2), 8-9. https://doi.org/10.1007/978-3-031-43940-7_12.
- Needham, M. y Hodler, A. (2019). Graph Algorithms: Practical Examples in Apache Spark and Neo4j.
- Oesterreich, T. y Teuteberg, F. (2016). Comprender las implicaciones de digitalización y automatización en el contexto de la Industria 4.0. *Un enfoque de triangulación y elementos de una agenda de investigación para la industria de la construcción*, 83(1), 121-139.
- Orlikowski, W. (1992). The Duality of technology: Rethinking the concept of

- technology in organizations. *Sloan School Management, Massachusetts Institute of technology*, 50 Memorial Drive (3a ed.). Cambridge Massachusetts.
- Orlikowski, W. y Gash, D. (1994). Technological Frames: Making Sense of Information Technology in Organizations. *Transactions on Information Systems*, 12(2), 174-207. <https://doi.org/10.1145/196734.196745>
- Pappas, C. (2023, 12 de diciembre), *Ai implementation challenges and how to overcome them*. Elearning industry. <https://elearningindustry.com/ai-implementation-challenges-and-how-to-overcome-them>
- Presidencia de la República. (2023, 15 de diciembre). Ley N° 31814: Ley que promueve el uso de la inteligencia artificial en favor del desarrollo económico y social del país. <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/ley-que-promueve-el-uso-de-la-inteligencia-artificial-en-fav-ley-n-31814-2192926-1/>
- Ricalde-Palomino, H. (2021). *Importancia del control simultáneo para la transparencia en el proceso de contratación de bienes por la modalidad de adjudicación simplificada en la Unidad Ejecutora 401* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Santiago Abad del Cusco]. Repositorio de tesis. <http://hdl.handle.net/20.500.12918/6023>
- Rodríguez-Bolívar, M. P. y Meijer, A. (2015). Smart Governance. Using a Literature Review and Empirical Analysis to Build a Research Model. *Social Science Computer Review*, 34(6), 673–692. <http://doi.org/10.1186/s12864-018-4924-2>.
- Ruiz-Bolivar, C. (2002). Instrumentos de investigación educativa. *Procedimientos para su diseño y validación*. CIDEG.
- Shalev-Shwartz, S. y Ben-David, S. (2014). Comprender el aprendizaje automático: de la teoría a los algoritmos. Prensa de la Universidad de Cambridge. <http://doi:10.1017/CBO9781107298019>
- Solís-Villanueva, R. (2013). *Técnicas de inteligencia artificial para optimizar la eficiencia del sistema de contrataciones de obras públicas en la fase de selección*. En Anuario de Investigaciones 2013 (pp. 102 -103). Universidad de Lima, Instituto de Investigación Científica.
- Solís-Villanueva, R. (2018). Técnicas de inteligencia artificial para optimizar la

- eficiencia del procedimiento de selección para la contratación de obras públicas. *Interfases*, 11(011), 13-42. <https://doi.org/10.26439/interfases2018.n011.2951>
- Stephens, M. (1974). EDF Statistics for Goodness of Fit and Some Comparisons. *Journal of the American Statistical Association*, 69(347), 730–737. <https://doi.org/10.2307/2286009>
- Stevens, J. (2002). Applied multivariate statistics for the social sciences. *Mahwah, NJ: Lawrence*, 09(37), 30–37. <https://doi.org/150.2207/26009>.
- Trejo-Carvajal, N. (2018). *Estudio de impacto del uso de la metodología BIM en la planificación y control de proyectos de ingeniería y construcción*. [Tesis de maestría, Universidad de Chile]. Repositorio de tesis Universidad de Chile. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/168599>
- Ubaldi, B. (2019), *State of the art in the use of emerging technologies in the public sector*, OECD Working Papers on Public Governance, No. 31, OECD Publishing, <https://doi.org/10.1787/932780bc-en>; OPSI
- Venkatesh, V., Morris, M., Davis, G., y Davis, F. (2003). *User acceptance of information technology: Toward a unified view*. *MIS quarterly*, p. 425-478.
- Villodre, J. (2021). *Transparencia mediada por redes sociales en las administraciones públicas: Un análisis comparado de los ayuntamientos españoles* [Tesis doctoral, Universidad de Salamanca]. Repositorio Institucional de la Universidad autónoma de Madrid. <http://hdl.handle.net/10486/702962>
- Zle-Cun, Y., Bengio, Y. y Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*, 521, 436–444. <https://doi.org/10.1038/nature14539>

ANEXOS

Anexo 01: Cuestionariox|

IDENTIFICACIÓN DE LA PERCEPCIÓN DE LOS INGENIEROS CIVILES			
Propósito de la investigación	Identificar la percepción de los ingenieros civiles respecto al monitoreo de la transparencia y racionalidad por medio de la Inteligencia Artificial en		
PREGUNTAS DE LA INVESTIGACIÓN			
P1: ¿Cuál es la percepción de los ingenieros civiles sobre el concepto de la IA en el monitoreo de la obra pública en el Perú?			
P2: ¿Cuáles son las expectativas de los ingenieros civiles sobre la incidencia de la IA en la transparencia y racionalidad en el desarrollo de la obra pública?			
P3: ¿Cuáles son los principales retos y oportunidades de los ingenieros civiles en la aplicación de la IA en la obra pública?			
CONCEPTOS REFERENCIALES DE LA ENCUESTA			
Inteligencia Artificial	Sistemas computacionales autónomos capaces de aprender y realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana, como el aprendizaje, el razonamiento y la percepción. (Shalev-Shwartz & Ben-David, 2014, p. 3)		
Transparencia	Obligación de los poderes públicos de rendir cuentas de sus acciones, es decir, a exponer y someter al juicio de la población la información relativa a su administración, a las bases de formulación de sus decisiones, al destino de los recursos que la sociedad les ha confiado y al desempeño de sus agentes (Arévalo R, 2020).		
Racionalidad	La racionalidad en la obra pública se refiere al enfoque y proceso de toma de decisiones basado en la lógica, la eficiencia y la objetividad. Implica la utilización de métodos analíticos y criterios racionales para evaluar y seleccionar las opciones más adecuadas en la planificación, diseño, ejecución y seguimiento de proyectos de infraestructura y servicios públicos. No dejarse llevar por emociones, sentimientos o realizar elecciones personales (Bent Flyvbjerg, 2001).		
Obra pública	Es el resultado de actividades materiales para la construcción, demolición, renovación, entre otras, de bienes inmuebles destinados a satisfacer necesidades públicas, como edificaciones, carreteras y puentes. (Contraloría General de la República, 2018, p. Anexo N01)		
INFORMACIÓN BÁSICA DE ENCUESTADOS			
DIMENSIÓN	Preguntas	Artículos	Opciones de respuestas
Datos generales	¿Que edad tiene?	-Ingrese edad	Ingrese respuesta
	¿Cual es su genero?	-Masculino -Femenino	Selecciones 1 opción
	¿Que nivel consideras que tiene sobre el manejo de herramientas tecnológicas?	-Nivel de dominio en herramientas tecnológicas	Siendo 1 muy poco y 7 muy alto
	¿Cuantos años tiene de experiencia profesional en obras públicas?	- Menor a 3 años - Entre 3 y 5 años - Entre 5 y 10 años - Mayor a 10 años	Selecciones 1 opción
	¿En que sector de la obra pública ha desarrollado su experiencia?	- Salud - Vivienda - Educación - Transportes - Gobiernos regionales	Puede seleccionar mas de una opcion
DIMENSIONES DE LA ESTRATEGIA ANALÍTICA Y PREGUNTAS DE LA ENCUESTA			
DIMENSIÓN	Preguntas	Artículos	Opciones de respuestas
Percepciones de los ingenieros civiles sobre el concepto de la IA en la obra pública	¿Hasta que punto estas de acuerdo con la siguientes ideas respecto a la inteligencia artificial?	-Estoy totalmente abierto a la adopción de la IA en la obra pública -La IA en la obra privada debe ser muy diferente a la IA en la obra pública -Asumo con naturalidad que la IA y el personal desarrollará actividades en conjunto. -Las nuevas profesiones en la obra pública deberán ser abordadas en profundidad. -El monitoreo a través de la IA incide en la transparencia de la obra pública -El monitoreo a través de la IA incide en la racionalidad de la obra pública	Siendo 1 totalmente en desacuerdo y 7 totalmente de acuerdo.
	Respecto a esta clasificación de responsables de obra pública, ¿en qué medida está de acuerdo que su función apoyada parcialmente con la inteligencia artificial, haría más racional la toma de decisiones en la obra pública?	-Logístico de obra (Miembro del Comité de selección) -Monitor de obra (Administrador de Contratos de obra) -Residente de obra -Supervisor de obra -Administrador de obra -Proyectista	Siendo 1 totalmente en desacuerdo y 7 totalmente de acuerdo.
	¿En qué medida está de acuerdo que las distintas etapas de la obra pública monitoreadas por la IA serían más transparente ?	-En la etapa de Preinversión -En la etapa de elaboración de expediente técnico de la obra -En la etapa de adjudicación de contrato -En la etapa de la ejecución de la obra -En la etapa de recepción y entrega -En la etapa de controversias y arbitraje	Siendo 1 totalmente en desacuerdo y 7 totalmente de acuerdo.

Expectativas de los ingenieros civiles sobre la incidencia de la IA en la transparencia y racionalidad en la obra pública	Desde su punto de vista, ¿Qué dominios de la obra pública será mas transparentes con el uso de la Inteligencia Artificial?	-Presupuesto de obra -Elaboración de expedientes -Contratación del personal -Movilidad y transporte de materiales -Gestión de almacenes -Seguridad y salud ocupacional -Operaciones de construcción -Selección de proveedores	Seleccione al menos 3 opciones
	Desde su punto de vista, ¿Qué dominios de la obra pública será mas racionales con el uso de la Inteligencia Artificial?	-Supervisión de obra -Control de calidad -Presupuesto de obra -Adicionales -Ampliaciones de plazo -Controversias en la ejecución del contrato	Seleccione al menos 3 opciones
	Desde su punto de vista, ¿Cuál de las siguientes funciones se verá mas afectada por la IA a corto plazo?	-Dirección ejecutiva -Tareas y oficinas auxiliares -Contratación de personal -Control de proveedores -Gestión de almacenes -Procesamiento de transacciones financieras -Operaciones de construcción (Mano de obra) -Tratamiento de la información y data	Seleccione al menos 3 opciones
Retos y oportunidades de los ingenieros civiles sobre la aplicación de la IA en la obra pública	¿Cuales son los principales inhibidores para la implementación de la IA en la obra pública?	-Limitaciones presupuestarias -Transparencia de datos -Desconocimiento social -Legislación -Privacidad y seguridad de datos -Resistencia al cambio -Eliminación del trabajo humano -Desarrollo digital -Control de proveedores -Cultura administrativa -Capacitación del personal -Infraestructura tecnológica	Seleccione al menos 3 opciones
	¿Cuales son los principales habilitadores para la implementación de la IA en la obra pública?	-Recursos financieros -Legislación y marco legal regulatorio -Cultura ética y administrativa -Infraestructura tecnológica -Políticas gubernamentales -Competencia empresarial -Conocimiento y personal capacitado -Transferencia tecnológica - Alfabetización ciudadana	Seleccione al menos 3 opciones
Referencias			
Arévalo Ronal, (2020). La transparencia en la administración de los recursos públicos. Recuperado de https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/705/975			
Shalev-Shwartz, S. y Ben-David, S. (2014). Comprender el aprendizaje automático: de la teoría a los algoritmos. Prensa de la Universidad de Cambridge. doi:10.1017/CBO9781107298019			
Flyvbjerg, B. (2001). Making Social Science Matter: Why Social Inquiry Fail and How it Can Succeed Again (pp. 9-24). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9780511810503.002			

Anexo 02: Validación por expertos

Validación por expertos del cuestionario						
Título de la investigación:						
Identificación de la percepción de los ingenieros civiles sobre el desarrollo y adopción de la inteligencia artificial para obras públicas						
Investigador: Bach. Carlos Ciro Yula Inca						
N°	Nombres	Apellidos	Título/Grado académico	Contacto	Email	Experiencia profesional
1	Wilder Eder	Patricio Melgarej	Maestro en ingeniería civil	940402069	wpatriciom@uni.pe	7 años
2	Cesar Eduard	Díaz Tasaico	Ing Civil, Master	971142443	eduardo.diaz tasaico@gmail.com	8 años
3	Andrei Vladi	Flores Miranda	Bach en estadística, MBA en administración	967949302	afloresm@uni.edu.pe	6 años
En las siguientes páginas los expertos evalúan el cuestionario. En las respuestas de las escalas tipo Likert, marque con una X la respuesta escogida de entre las seis opciones que se presentan en los casilleros, siendo: 1 = muy en desacuerdo 2 = en desacuerdo 3 = en desacuerdo más que en acuerdo 4 = de acuerdo más que en desacuerdo 5 = de acuerdo 6 = muy de acuerdo Si el promedio de puntuaciones de los expertos es 4 o más, entonces la pregunta se considera validada*. * Arquer, M. Isabel, 2018. NTP 401: Fiabilidad humana: métodos de cuantificación, juicio de expertos. Instituto Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo						
N°	Dimensión	Preguntas	Experto N°1	Experto N°2	Experto N°3	Promedio
1	Datos generales	Edad-Género-Nivel de manejo de herramientas tecnológicas- Años de experiencia profesional-Sector de la obra pública en que desarrollo su experiencia profesional	6	6	6	6.0
2	Percepciones	¿Hasta que punto estas de acuerdo con la siguientes ideas respecto a la inteligencia artificial?	5	6	5	5.3
3	Percepciones	Respecto a esta clasificación de responsables de obra pública, ¿en qué medida está de acuerdo que su función apoyada parcialmente con la inteligencia artificial, haría más racional la toma de decisiones en la obra pública?	3	6	6	5.0
4	Percepciones	¿En qué medida está de acuerdo que las distintas etapas de la obra pública monitoreadas por la IA serían más transparente ?	5	4	6	5.0
5	Expectativas	Desde su punto de vista, ¿Qué dominios de la obra pública será mas transparentes con el uso de la Inteligencia Artificial?	6	5	4	5.0
6	Expectativas	Desde su punto de vista, ¿Qué dominios de la obra pública será mas racionales con el uso de la Inteligencia Artificial?	6	6	3	5.0
7	Expectativas	Desde su punto de vista, ¿Cuál de las siguientes funciones se verá mas afectada por la IA a corto plazo?	6	6	5	5.7
8	Retos y oportunidades	¿Cuales son los principales inhibidores para la implementación de la IA en la obra pública?	5	4	5	4.7
9	Retos y oportunidades	¿Cuales son los principales habilitadores para la implementación de la IA en la obra pública?	4	6	6	5.3