



TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN  
**“Propuesta de generación de hologramas en tiempo real mediante inteligencia artificial en entornos virtuales interactivos 2024”**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE  
**Bachiller en Dirección de Tecnologías de la Información**

**PRESENTADO POR:**

Flores Alcantara, Guillermo – Dirección de Tecnologías de la Información

**ASESOR**

Quijano Aranibar, Ivan Ernesto

LIMA, PERÚ

2024

## **ASESOR Y MIEMBROS DEL JURADO**

### **ASESOR:**

Quijano Aranibar, Iván Ernesto

### **MIEMBROS DEL JURADO**

Bedon Lopez, Yaymi

Huertas Valladares, Eduardo Jose

Saco Vertiz Osterloh, Sandra Elizabeth

### DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Guillermo Flores Alcantara, identificado(a) con DNI N°73490509 perteneciente al Programa de Dirección de Tecnologías de la Información, siendo mi asesor el Sr Ivan Ernesto Quijano Aranibar, identificado con DNI N° 45144294, y cuyo código ORCID es 0000-0003-2264-1186.

#### DECLARO BAJO JURAMENTO QUE:

- a) Soy el autor del documento académico titulado: “Propuesta de generación de hologramas en tiempo real mediante inteligencia artificial en entornos virtuales interactivos 2024”
- b) El proyecto de investigación es original y no ha sido difundido en ningún medio académico; por lo tanto, sus resultados son veraces y no es copia de ningún otro.
- c) El proyecto de investigación cumplió con el análisis del sistema TURNITIN, el cual tiene el 12% de similitud. Se ha respetado el uso de las normas internacionales en cuanto a citas y referencias.
- d) Declaro conocer las consecuencias legales y/o administrativas que puedan derivar si se verifica la falsedad total o parcial de la presente declaración, de acuerdo con lo previsto en el artículo 411 del código penal y el numeral 34.3 del artículo 34 del Texto Único Ordenado de la Ley del Procedimiento Administrativo General, aprobado por Decreto Supremo 004-2019-JUS.

Fecha: 20, diciembre, 2024



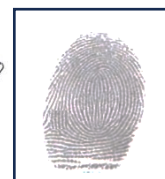
Firma del autor



Huella



Firma del asesor



Huella

### **Dedicatoria**

A mi Dios YHWH y mi familia

### **Agradecimientos**

Quiero agradecer primeramente a mi Dios YHWH que me ayudo a continuar hasta el final esta investigación, también a los docentes que me apoyaron en su momento para hacer realidad esta investigación, especial agradecimiento a mi asesor Ivan Ernesto Quijano Aranibar que siempre me solvento las dudas y estuvo siempre dispuesto a ayudarme.

Extiendo agradecimientos a todos los participantes de la encuesta, ya que a pesar de su apretada agenda y diferencia de idioma fueron muy amables con su interés, participación y tiempo. Fue bastante agradable saber de qué a pesar de que a pesar de que este tema aún está en surgimiento, estos especialistas se dieron el tiempo de apoyarme con sus puntos de vistas sinceros y entusiasmo en que este tema se haga notable en Perú y Latinoamérica en general.

## Índice temático

Asesor y miembros del jurado .....	¡Error! Marcador no definido.
Declaración jurada de originalidad .....	¡Error! Marcador no definido.
Dedicatoria.....	¡Error! Marcador no definido.
Agradecimientos .....	¡Error! Marcador no definido.
Índice temático.....	¡Error! Marcador no definido.
Índice de tablas.....	9
Índice de figuras .....	¡Error! Marcador no definido.2
Resumen .....	¡Error! Marcador no definido.4
Abstract.....	¡Error! Marcador no definido.7
Introducción .....	19
I. Información general .....	20
1.1. Título del proyecto .....	20
1.2. Área estratégica de desarrollo prioritario .....	20
1.3. Actividad económica en la que se aplicaría la investigación .....	21
1.4. Alcance de la solución .....	21
II. Descripción de la investigación aplicada o innovación .....	22
2.1. Planteamiento del problema .....	22
2.1.1 Problemas de investigación .....	24
2.1.1.1. Problema general.....	24
2.1.1.2. Problemas específicos.....	24
2.2. Justificación .....	24
2.2.1. Justificación teórica.....	24
2.2.2. Justificación metodológica .....	25
2.2.3. Justificación práctica.....	25
2.3. Marco referencial .....	26
2.3.1. Antecedentes de la investigación .....	26
2.3.1.1. Antecedentes nacionales.....	26

2.3.1.2. Antecedentes internacionales.....	¡Error! Marcador no definido.
2.3.2. Marco teórico .....	29
2.3.2.1. Generación de Hologramas en tiempo real mediante IA en entornos virtuales interactivos .....	29
2.3.2.1.1 Definición de hologramas en tiempo real en entornos interactivos .....	29
2.3.2.1.2 Importancia de la generación de hologramas en tiempo real.....	30
2.3.3. Teoría de hologramas.....	31
2.3.3.1. Definición de hologramas.....	31
2.3.3.2. Tipos de hologramas.....	32
2.3.3.3. Características o Propiedades de los hologramas.....	32
2.3.3.4. Aplicaciones de los hologramas.....	33
2.3.4. Teórica de la IA.....	34
2.3.5. Entornos Virtuales Interactivos .....	35
2.3.6. Concepto de Deep Learning para holográfica .....	36
2.3.7. Importancia de la IA para la generación de hologramas .....	37
2.3.8. Importancia del Redes convolucionales para la Generación de hologramas ..	38
2.3.9. Glosario de términos.....	39
2.4. Resumen ejecutivo .....	40
2.5. Características técnicas o atributos del proyecto .....	42
2.6. Análisis comparativo de atributos, características, mejoras o novedades de tecnológicas.....	43
2.7. Objetivo general y específicos: propósito del proyecto .....	44
2.7.1. Objetivo general.....	44
2.7.2. Objetivos específicos.....	44
2.8. Componente del proyecto.....	45
2.9. Resultados generales: componente del proyecto.....	46
2.10. Plan de actividades del proyecto .....	49
2.11. Metodología del proyecto .....	50
2.11.1. Hipótesis de investigación .....	50

2.11.1.1. Hipótesis general .....	50
2.11.1.2. Hipótesis específica .....	50
2.11.2. Operacionalización de variables .....	50
2.11.3. Enfoque de investigación.....	50
2.11.4. Tipo de investigación .....	51
2.11.5. Diseño de investigación.....	51
2.11.6. Niveles de investigación .....	51
2.11.7. Población .....	52
2.11.8. Muestreo y muestra .....	52
2.11.9. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	52
2.11.9.1. Técnicas de recolección de datos.....	52
2.11.9.2. Instrumentos de recolección de datos .....	53
2.11.10. Validez y confiabilidad .....	53
2.11.10.1. Validez de la investigación.....	53
2.11.10.2. Confiabilidad de la investigación.....	54
III. Estimación del costo del proyecto .....	55
3.1. Estimación de los costos necesarios para la implementación.....	55
IV. Resultado de investigación .....	58
4.1. Análisis de resultados cuantitativos .....	58
4.2. Análisis de resultados inferenciales.....	86
V. Sustento del mercado .....	86
5.1. Alcance esperado del mercado .....	86
5.2. Descripción del mercado objetivo real o potencial .....	87
5.3. Descripción de la propuesta de innovación o del modelo de negocio .....	89
5.3.1. Diagnóstico situacional .....	89
5.3.2. Propuesta de valor.....	90
5.3.3. Fuentes de ingresos .....	90
5.3.4. Canales de distribución.....	91
5.3.5. Estrategia de penetración en el mercado .....	92

5.3.6. Actividades productivas propias y externas.....	93
5.3.7. Alianzas .....	94
VI. Conclusiones y recomendaciones .....	97
6.1. Conclusiones .....	97
6.1.1. Conclusiones generales.....	97
6.1.2. Conclusiones específicas .....	97
6.2. Recomendaciones .....	99
6.2.1. Recomendaciones generales .....	99
6.2.2. Recomendaciones específicas .....	99
VII. Referencias bibliográficas.....	101
VIII. Anexos.....	106
8.1. Informe Turnitin.....	106
8.2. Registro de impacto y resultados .....	107
8.3. Matriz de consistencia .....	108
8.4. Matriz de operacionalización de variables.....	110
8.5. Instrumentos de recolección de datos .....	111
8.6. Validación de expertos .....	113

### Índice de tablas

Tabla 1	Atributos de un proceso para la generación de hologramas en tiempo real mediante IA para lugares turísticos o arqueológicos	42
Tabla 2	Aleister Hologram	43
Tabla 3	Niveles y valores de validez	53
Tabla 4	Valores del coeficiente de correlación de Pearson	54
Tabla 5	Estimación de costos necesarios para el desarrollo de la investigación	55
Tabla 6	Estimación de costos necesarios para la implementación del proyecto	56
Tabla 7	Latencia de la generación de hologramas	58
Tabla 8	Velocidad de procesamiento del sistema	59
Tabla 9	Resolución espacial de hologramas	60
Tabla 10	Calidad de la imagen holográfica	61
Tabla 11	Señal-ruido en los hologramas	62
Tabla 12	Ruido en los hologramas	63
Tabla 13	Constancia de fps en los hologramas	64
Tabla 14	Tiempo de procesamiento y calidad de la imagen	65

Tabla 15	Fluides de los hologramas	66
Tabla 16	Frecuencia de interrupciones o caídas en FPS	67
Tabla 17	Frecuencia de fps del sistema	69
Tabla 18	Calidad de hardware para hologramas	70
Tabla 19	Avance tecnológico del hardware para los hologramas	71
Tabla 20	Avance en los algoritmos para la generación de hologramas	72
Tabla 21	Efectividad de los algoritmos en calidad de imagen	73
Tabla 22	Efectividad de los algoritmos en los hologramas	74
Tabla 23	Estabilidad del sistema	75
Tabla 24	Inversión para el desarrollo de hologramas	76
Tabla 25	Avance tecnológico en los hologramas globalmente	78
Tabla 26	Avance tecnológico de hologramas en el país	79
Tabla 27	Importancia de los hologramas en la sociedad	80
Tabla 28	Nivel de complejidad para especializarse en hologramas	81
Tabla 29	Importancia de los hologramas con inteligencia artificial para la tecnología	82

Tabla 30	Contexto tecnológico y social	83
Tabla 31	Avance tecnológico actual de la generación de hologramas	84
Tabla 32	Contexto de mercado	87
Tabla 33	Clientes potenciales	88
Tabla 34	Análisis FODA de la generación de hologramas en tiempo real mediante IA en entornos interactivos	89

## Índice de figuras

Figura 1	Latencia de la generación de hologramas	58
Figura 2	Velocidad de procesamiento del sistema	59
Figura 3	Resolución espacial de hologramas	60
Figura 4	Calidad de la imagen holográfica	61
Figura 5	Señal-ruido en los hologramas	63
Figura 6	Ruido en los hologramas	64
Figura 7	Constancia de fps en los hologramas	65
Figura 8	Tiempo de procesamiento y calidad de la imagen	66
Figura 9	Fluides de los hologramas	67
Figura 10	Frecuencia de interrupciones o caídas en FPS	68
Figura 11	Frecuencia de fps del sistema	69
Figura 12	Calidad de hardware para hologramas	70
Figura 13	Avance tecnológico del hardware para los hologramas	71
Figura 14	Avance en los algoritmos para la generación de hologramas	72

Figura 15	Efectividad de los algoritmos en calidad de imagen	73
Figura 16	Efectividad de los algoritmos en los hologramas	74
Figura 17	Estabilidad del sistema	75
Figura 18	Inversión para el desarrollo de hologramas	77
Figura 19	Avance tecnológico en los hologramas globalmente	78
Figura 20	Avance tecnológico de hologramas en el país	79
Figura 21	Importancia de los hologramas en la sociedad	80
Figura 22	Nivel de complejidad para especializarse en hologramas	81
Figura 23	Importancia de los hologramas con inteligencia artificial para la tecnología	82
Figura 24	Contexto tecnológico y social	83
Figura 25	Avance tecnológico actual de la generación de hologramas	84

## RESUMEN

**Introducción.** La presente investigación surge con el objetivo de analizar la eficiencia de la generación de hologramas en tiempo real mediante inteligencia artificial (IA) en entornos virtuales interactivos, enfocándose en evaluar las dimensiones clave que influyen en su desempeño, tales como el tiempo de procesamiento, la calidad de la imagen y la estabilidad del sistema. Este enfoque apoya a mejorar la experiencia del uso de estas herramientas y confirmando su viabilidad de aplicarlo en diferentes campos como el de la educación o entretenimiento como la inmersión cultural. **Objetivo.** Evaluar las dimensiones clave de la tecnología, como el tiempo de procesamiento, la calidad de la imagen y la estabilidad del sistema, para proponer una solución práctica y accesible que permita la implementación de hologramas en diferentes sectores como la educación, el turismo, entre otros. **Metodología.** Se empleó un diseño descriptivo con recolección de datos mediante encuestas a especialistas y análisis de tecnologías existentes. Además, se realizó una comparación con proyectos internacionales similares para determinar su viabilidad técnica y económica. **Resultados.** Los resultados muestran que la tecnología de generación de hologramas en tiempo real es eficiente para sectores como el turismo cultural y la educación, donde se requiere una experiencia inmersiva de calidad alta. Sin embargo, se identificaron limitaciones significativas relacionadas con la estabilidad del sistema y los costos de hardware, lo que dificulta su uso en sectores cruciales como la medicina, donde la precisión y la fiabilidad son imprescindibles. Estas limitaciones resaltan la necesidad de continuar mejorando los algoritmos y explorando alternativas más accesibles en hardware para garantizar su aplicabilidad en entornos más exigentes. En relación con la variable "Generación de hologramas en tiempo real mediante Inteligencia Artificial (IA)" en la tabla 31 y figura 25 respectivas, se observa que el 55.00% de los participantes/encuestados considera que esta variable es "regular". Un 45.00% opina que es "buena".

Esta percepción se alinea con las tres dimensiones clave analizadas previamente:

- Tiempo de procesamiento y calidad de imagen: La mayoría de los encuestados consideró esta dimensión como "regular", lo que sugiere que, aunque hay avances en estos aspectos, aún hay áreas significativas por mejorar.
- Estabilidad del sistema: La mayoría también percibió la estabilidad del sistema como "regular", indicando que, aunque el sistema es funcional, no alcanza un nivel óptimo de confiabilidad y consistencia.
- Contexto Tecnológico y Social: Aquí, la mayoría calificó esta dimensión como "regular" con un buen número que la consideró "buena", lo que refleja un reconocimiento de progreso en el contexto tecnológico y social, aunque no suficiente para ser considerado excelente.

Tomando en cuenta estas dimensiones, la evaluación general de la variable "Generación de hologramas en tiempo real mediante Inteligencia Artificial (IA)" como "regular" sugiere una percepción generalizada de que la tecnología tiene un desempeño aceptable, pero no sobresaliente. Los resultados indican que, aunque hay aspectos positivos reconocidos en la generación de hologramas mediante IA, aún hay mucho por mejorar para alcanzar un nivel de excelencia que cumpla plenamente con las expectativas y demandas de los usuarios. Este análisis subraya la necesidad de seguir innovando y optimizando tanto en el tiempo de procesamiento, la calidad de imagen, la estabilidad del sistema, como en el contexto tecnológico y social para lograr una integración más efectiva y satisfactoria de esta tecnología en entornos reales. **Propuesta de implementación.** Se plantea la creación de experiencias inmersivas en sitios arqueológicos peruanos mediante hologramas, utilizando proyectores optimizados y contenido culturalmente relevante para recrear actividades incaicas, lo que incrementa el valor educativo y turístico de dichos sitios. **Conclusión.** La generación de hologramas en tiempo real mediante IA es técnicamente eficiente en sectores como el turismo cultural y educativo, pero requiere avances significativos en estabilidad y precisión para ser aplicada en sectores más críticos como la medicina. El análisis subraya la importancia de continuar optimizando algoritmos y

explorando soluciones más accesibles para hardware, garantizando un desarrollo sostenible de esta tecnología en el futuro.

**Palabras claves:** Hologramas; inteligencia artificial; entornos interactivos; tecnologías inmersivas; Perú.

## ABSTRACT

**Introduction.** This research aims to analyze the efficiency of real-time hologram generation using artificial intelligence (AI) in interactive virtual environments, focusing on evaluating the key dimensions influencing its performance, such as processing time, image quality, and system stability. This approach seeks to enhance the user experience of these tools, confirming their feasibility for application in various fields, such as education or entertainment, including cultural immersion. **Objective.** To evaluate the key dimensions of the technology processing time, image quality, and system stability to propose a practical and accessible solution that enables the implementation of holograms in different sectors such as education and tourism, among others. **Methodology.** A descriptive design was employed, collecting data through surveys of specialists and analyzing existing technologies. Additionally, a comparison with similar international projects was conducted to assess their technical and economic feasibility. **Results.** The results show that real-time hologram generation technology is efficient for sectors such as cultural tourism and education, where a high-quality immersive experience is required. However, significant limitations related to system stability and hardware costs were identified, making it difficult to use in crucial sectors such as medicine, where precision and reliability are essential. These limitations highlight the need to continue improving algorithms and exploring more accessible hardware alternatives to ensure their applicability in more demanding environments. Regarding the variable "Real-time hologram generation using Artificial Intelligence (AI)" in the respective Variable table and Variable figure, it is observed that 55.00% of the participants/respondents consider this variable to be "regular". 45.00% think it is "good".

This perception aligns with the three key dimensions previously analyzed:

- Processing time and image quality: The majority of respondents considered this dimension as "regular", suggesting that, although there is progress in these aspects, there are still significant areas for improvement.

- System stability: The majority also perceived system stability as "regular", indicating that although the system is functional, it does not reach an optimal level of reliability and consistency.
- Technological and Social Context: Here, the majority rated this dimension as "regular" with a good number considering it "good", reflecting a recognition of progress in the technological and social context, although not sufficient to be considered excellent.

Taking these dimensions into account, the overall evaluation of the variable "Generation of holograms in real time using Artificial Intelligence (AI)" as "regular" suggests a widespread perception that the technology has an acceptable, but not outstanding, performance. The results indicate that, although there are positive aspects recognized in the generation of holograms using AI, there is still much room for improvement to reach a level of excellence that fully meets the expectations and demands of users. This analysis underlines the need to continue innovating and optimizing both in processing time, image quality, system stability, as well as in the technological and social context to achieve a more effective and satisfactory integration of this technology in real environments. **Implementation proposal.**

The creation of immersive experiences in Peruvian archaeological sites through holograms is proposed, using optimized projectors and culturally relevant content to recreate Incan activities, thereby increasing the educational and touristic value of these sites. **Conclusion.**

Real-time hologram generation using AI is technically efficient in sectors such as cultural tourism and education but requires significant advancements in stability and precision to be applied in more critical sectors like medicine. The analysis underscores the importance of continuing to optimize algorithms and exploring more accessible hardware solutions, ensuring the sustainable development of this technology in the future.

**Keywords:** Holograms; artificial intelligence; interactive environments; immersive technologies; Perú.

## Introducción

La presente investigación aborda la propuesta de generación de hologramas en tiempo real mediante inteligencia artificial (IA) en entornos virtuales interactivos, una tecnología emergente con un potencial significativo para transformar la experiencia en campos como la educación, el entretenimiento y el turismo cultural. Este estudio se enfoca en evaluar dimensiones clave de la eficiencia del sistema, como el tiempo de procesamiento, la calidad de la imagen y la estabilidad, con el objetivo de identificar las fortalezas y limitaciones actuales de la tecnología y explorar sus posibles aplicaciones prácticas. La creciente demanda por experiencias inmersivas ha impulsado el interés en el desarrollo de tecnologías holográficas, que se posicionan como una herramienta crucial para enriquecer la interacción con contenidos culturales y educativos. Sin embargo, la generación de hologramas en tiempo real enfrenta desafíos técnicos significativos, como la latencia, el alto costo de hardware y las limitaciones en la resolución y estabilidad del sistema, lo que restringe su adopción en sectores críticos como la medicina. Por lo tanto, esta investigación es de vital importancia, ya que no solo permite entender la eficiencia actual de la tecnología, sino que también sienta las bases para su optimización y aplicación en diferentes contextos. El estudio busca responder a la pregunta central: ¿es eficiente la generación de hologramas en tiempo real mediante inteligencia artificial en entornos interactivos durante el año 2024?

El objetivo principal es analizar la eficiencia de esta tecnología en función de las dimensiones clave mencionadas, permitiendo evaluar su aplicabilidad en distintos sectores. Metodológicamente, se empleó un enfoque descriptivo con recolección de datos a través de encuestas y análisis comparativos con proyectos internacionales.

Por consiguiente, la presente investigación se ha organizado en seis capítulos:

En el capítulo I, se presenta el planteamiento del problema, en el que se describe el contexto general de la investigación, los objetivos planteados y la justificación que sustenta el estudio.

En el capítulo II, se incluye la descripción de la investigación aplicada, abordando el marco teórico que fundamenta la propuesta de la generación de hologramas en tiempo real mediante inteligencia artificial, y las bases metodológicas del proyecto.

En el capítulo III, se presenta la estimación de los costos del proyecto, detallando los recursos técnicos, económicos y logísticos requeridos para su implementación.

En el capítulo IV, se analizan los resultados obtenidos durante la investigación, evaluando la eficiencia de la tecnología en función de las dimensiones clave identificadas.

En el capítulo V, se plantean las conclusiones y recomendaciones, sintetizando los hallazgos del estudio y proponiendo líneas de acción para optimizar la tecnología y su implementación en diferentes sectores.

En el capítulo VI, se presenta la lista de referencias bibliográficas que respalda teórica y metodológicamente la investigación.

La finalidad de este estudio es ser un análisis integral y detallado sobre la eficiencia y viabilidad de la generación de hologramas en tiempo real, aportando tanto al conocimiento científico como a la innovación tecnológica aplicada.

## **I. Información General**

### **1.1. Título del Proyecto**

Propuesta de Generación de Hologramas en tiempo real mediante Inteligencia Artificial en entornos virtuales interactivos 2024.

### **1.2. Área estratégica de desarrollo prioritario**

La presente investigación se sustenta en la línea de investigación titulada Aplicaciones Tecnológicas y Transformación Digital. En este caso, la investigación se centra en el desarrollo de un método de generación de hologramas en tiempo real utilizando técnicas de aprendizaje profundo. Esta elección se basa en la necesidad de explorar y aprovechar las tecnologías emergentes para generar soluciones innovadoras en el campo de la holografía y la visualización tridimensional. Además, esta línea de investigación permite abordar de manera integral el objetivo del proyecto al desarrollar

procesos y soluciones tecnológicas que pueden tener un impacto significativo en diversos ámbitos, como la industria, la educación, la medicina, entre otros.

### **1.3. Actividad económica en la que se aplicaría la investigación**

El campo de las tecnologías digitales ha crecido exponencialmente en los últimos años debido a los avances en inteligencia artificial, realidad aumentada, realidad virtual y visualización 3D. Esta industria se ha expandido recientemente para incluir aplicaciones en educación, salud, entretenimiento y comunicación. Las modificaciones más significativas implican el uso de sistemas basados en inteligencia artificial para optimizar procesos, mejorar la experiencia del usuario e introducir nuevas herramientas como hologramas en tiempo real. Además de la innovación tecnológica, esta industria ha crecido en términos de su influencia económica global, creando nuevos empleos y entrando en nuevos mercados.

La investigación sobre la creación de hologramas en tiempo real mediante inteligencia artificial está directamente relacionada con estas tendencias en este contexto. Este desarrollo es un enfoque novedoso para abordar los desafíos tecnológicos actuales, como la latencia y la calidad de la imagen, y respalda el desarrollo de nuevas tecnologías. La investigación se utiliza principalmente en los sectores de educación, salud y entretenimiento, respondiendo a la creciente demanda de herramientas interactivas e inmersivas, que podrían abrir nuevas puertas en el sector tecnológico.

### **1.4. Alcance de la solución**

El alcance de la solución se centra en abordar los principales desafíos tecnológicos que enfrenta la creación de hologramas en tiempo real utilizando inteligencia artificial. Entre los desafíos identificados se encuentra la alta latencia en la generación de hologramas, lo que dificulta su implementación en aplicaciones que requieren respuestas inmediatas y fluidas, como simulaciones interactivas y diagnósticos médicos. De manera similar, la calidad de los hologramas producidos suele ser inconsistente, lo que da como resultado imágenes con baja resolución o ruido, lo que limita su utilidad en situaciones donde la precisión visual es esencial.

Además, se ha identificado que la continuidad visual puede verse comprometida por fluctuaciones en la velocidad de cuadros por segundo (FPS), particularmente en entornos dinámicos como el entretenimiento o la educación. Finalmente, los altos costos de hardware especializado y las limitaciones de los algoritmos actuales constituyen barreras para una adopción más amplia.

A partir de este análisis, se busca sentar las bases para explorar propuestas que permitan incorporar esta tecnología en contextos prácticos específicos, como el uso educativo o de entretenimiento en sitios turísticos. Esto podría incluir experiencias inmersivas diseñadas para enriquecer el conocimiento cultural y la experiencia del usuario, destacando la relevancia de los avances tecnológicos con una implementación prevista para 2025.

## **II. Descripción de la investigación aplicada o innovación**

### **2.1. Planteamiento del problema**

El desarrollo de la tecnología para la generación de hologramas en tiempo real mediante Inteligencia Artificial (IA) ha abierto nuevas posibilidades en la creación de entornos virtuales interactivos. Según un estudio reciente del equipo de investigación de Microsoft en colaboración con el MIT, esta tecnología tiene el potencial de revolucionar la forma en que interactuamos con la información y los entornos virtuales. Sin embargo, para que esta tecnología se adopte de forma generalizada, es necesario mejorar la eficiencia en la generación de hologramas mediante IA, (Using Artificial Intelligence to Generate 3D Holograms in Real-time [MIT], 2021).

En el contexto internacional, la industria de la realidad virtual y aumentada se esfuerza por superar desafíos tecnológicos y computacionales significativos en la generación de hologramas en tiempo real. A pesar de los esfuerzos de investigación destacados, como los del MIT, que buscan avanzar en esta área, las capacidades actuales de procesamiento de datos y los algoritmos de inteligencia artificial aún no logran satisfacer completamente las demandas para renderizar hologramas con la calidad y velocidad

necesarias. La inversión en investigación y desarrollo varía considerablemente entre regiones, lo que podría afectar el ritmo de avance hacia estas soluciones tecnológicas. Superar estas barreras es vital para lograr aplicaciones prácticas y accesibles de la tecnología holográfica en una amplia gama de campos.

En Perú, la tecnología de IA se está explorando activamente en áreas como la educación y la robótica. La Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), es pionera en investigar y aplicar esta tecnología. Aunque proyecta lanzar una especialización en Ingeniería de IA, reflejando su compromiso con la innovación, la generación de hologramas en tiempo real mediante IA aún no se ha establecido firmemente como área de investigación, limitando el desarrollo de aplicaciones avanzadas en este ámbito. Sin embargo, a pesar de estos esfuerzos, la aplicación específica de IA en la generación de hologramas en tiempo real aún no es un área de investigación ampliamente consolidada en Perú.

En el contexto local, especialmente en instituciones académicas y comunidades tecnológicas en Perú, se observa una marcada carencia de infraestructura adecuada y de conocimientos especializados en el campo de la inteligencia artificial, lo que representa un obstáculo significativo para la adopción y el desarrollo de tecnologías emergentes como la generación de hologramas en tiempo real. Esta situación limita no solo la capacidad de experimentación e innovación en áreas educativas y de entretenimiento, sino que la brecha en la disponibilidad de recursos técnicos y formación especializada impide que los talentos locales exploren plenamente el potencial de la IA y la holografía.

Ante las limitaciones tecnológicas y la eficiencia actual de los algoritmos de IA en la generación de hologramas en tiempo real, este estudio busca identificar y analizar estas barreras dentro de entornos virtuales interactivos. Por lo tanto, la investigación se propone responder a la pregunta: ¿Cómo pueden las mejoras en los algoritmos de inteligencia

artificial y en la infraestructura tecnológica superar las limitaciones existentes y optimizar la generación de hologramas en tiempo real para aplicaciones prácticas en entornos virtuales interactivos hacia el año 2024?

### **2.1.1. Problemas de investigación**

#### **2.1.1.1. Problema general**

¿Es eficiente la generación de hologramas en tiempo real mediante Inteligencia Artificial en entornos interactivos durante el año 2024?

#### **2.1.1.2. Problemas específicos**

- ¿Es eficiente el tiempo de procesamiento y la calidad de la imagen en la eficiencia de la generación de hologramas en tiempo real mediante Inteligencia Artificial (IA) en entornos interactivos durante el año 2024?
- ¿Es eficiente la estabilidad del sistema en la generación de hologramas en tiempo real mediante Inteligencia Artificial (IA) en entornos interactivos durante el año 2024?
- ¿Cómo influye el contexto tecnológico y social en el desarrollo de la generación de hologramas en tiempo real mediante IA?

## **2.2 Justificación**

### **2.2.1 Justificación teórica**

El presente estudio aporta valor teórico al explorar y analizar el uso de la inteligencia artificial (IA) en la generación de hologramas en tiempo real, un campo que, aunque incipiente, está creciendo rápidamente. El análisis longitudinal en un entorno interactivo para el año 2024 permitirá observar cómo las variables como la calidad de la imagen, el tiempo de procesamiento y la estabilidad del sistema afectan la eficiencia de la tecnología de hologramas. Esto proporcionará nuevos conocimientos sobre la evolución de estas tecnologías, sirviendo como una base teórica robusta para optimizar los algoritmos de IA y diseñar soluciones tecnológicas más eficientes. Los resultados podrían generar nuevas

hipótesis sobre cómo mejorar el rendimiento de los hologramas en diversos entornos y aplicaciones.

### **2.2.2 Justificación metodológica**

Metodológicamente, este estudio emplea un diseño no experimental de corte longitudinal con un enfoque descriptivo, permitiendo la observación continua de cómo la generación de hologramas mediante IA evoluciona en el tiempo. Se utilizará la técnica de recolección de datos por encuestas dirigidas a expertos y usuarios especializados, lo que garantiza la obtención de datos tanto cuantitativos. El uso de encuestas con escalas de medición Guttman asegura una estructura sistemática en la recolección de datos, lo que permitirá un análisis más preciso y replicable de los resultados, ofreciendo una metodología robusta que no solo permite comprender el estado actual de la tecnología, sino que también identifica oportunidades clave para su optimización, generando una metodología replicable que puede ser utilizada en investigaciones futuras para validar o expandir estas conclusiones.

### **2.2.3 Justificación práctica**

Desde una perspectiva práctica, los hallazgos de esta investigación ofrecerán una comprensión más clara de los factores técnicos que influyen en la eficiencia de la generación de hologramas en tiempo real. Esto permitirá identificar oportunidades clave para su aplicación en experiencias inmersivas que respondan a necesidades específicas de sectores como el entretenimiento y la educación. Un ejemplo concreto es el diseño de propuestas innovadoras para enriquecer el turismo cultural, como la recreación holográfica de escenas históricas en sitios arqueológicos emblemáticos. Este enfoque no solo amplía el atractivo turístico, sino que también promueve una conexión más profunda entre los visitantes y el patrimonio cultural.

Los resultados de este análisis proporcionarán una base para implementar soluciones tecnológicas realistas y accesibles, adaptadas al contexto social y económico de cada aplicación. Además, al integrar la tecnología en áreas como el turismo educativo,

este estudio contribuirá a cerrar la brecha entre el avance tecnológico y su adopción práctica, generando beneficios tanto culturales como económicos.

## **2.3 Marco referencial**

### **2.3.1 Antecedentes de investigación**

#### **2.3.1.1 Antecedentes nacionales**

La presente investigación al ser un tema nuevo para el caso peruano, no ha evidencia de literatura científica al respecto.

#### **2.3.1.2 Antecedentes internacionales**

Liang et al. (2021), en su estudio "Towards real-time photorealistic 3D holography with deep neural networks [Hacia una holografía 3D fotorrealista en tiempo real con redes neuronales profundas]", tiene por objetivo explorar la capacidad de la computación holográfica para producir escenas tridimensionales con una sensación de profundidad continua, con aplicaciones en realidad virtual y aumentada, interacción humano-computadora, educación y entrenamiento. Respecto a la metodología, se utilizó una red neuronal convolucional para generar hologramas fotorrealistas en tiempo real a partir de una sola imagen RGB-depth. Lograron producir hologramas 3D de alta calidad y naturales, introduciendo un conjunto de datos grande y funciones de pérdida basadas en ondas diferenciables para el entrenamiento del modelo. Se concluye que estos avances prometen desbloquear el potencial completo de la holografía y abrir nuevas aplicaciones en campos como el diseño de metasuperficies, manipulación microscópica basada en pinzas ópticas y acústicas, microscopía holográfica e impresión tridimensional volumétrica con una sola exposición.

Blinder et al. (2021), en su estudio "Real-Time Computation of 3D Wireframes in Computer-Generated Holography [Cómputo en Tiempo Real de Alambres en 3D en Holografía Generada por Computadora]", su objetivo es abordar los desafíos computacionales en la generación de hologramas mediante algoritmos de Holografía Generada por Computadora (CGH). Propusieron una técnica para calcular eficientemente

hologramas de segmentos de línea en 3D, expresando las soluciones de manera analítica y desarrollando una aproximación computacionalmente eficiente adecuada para arquitecturas de cómputo masivamente paralelas. Respecto a su metodología, fue de implementar los algoritmos en una GPU (con CUDA), logrando una aceleración de 70 veces sobre el algoritmo de referencia, con una pérdida de calidad casi imperceptible. Concluyeron que la técnica propuesta podría mejorar los algoritmos de CGH, permitiendo la generación en tiempo real de escenas 3D complejas y sugirieron posibles extensiones para aplicaciones más amplias en teoría de difracción numérica.

Zheng et al. (2023), en su estudio "Diffraction model-driven neural network trained using hybrid domain loss for real-time and high-quality computer-generated holography [Red neuronal impulsada por modelo de difracción entrenada usando pérdida de dominio híbrido para holografía generada por computadora en tiempo real y de alta calidad]", tiene por objetivo abordar el desafío de producir hologramas de alta calidad en tiempo real mediante algoritmos basados en aprendizaje. Respecto a su metodología, se presento Res-Holo, una red neuronal impulsada por modelo de difracción, que utiliza una pérdida de dominio híbrido para la generación de hologramas de fase única. Res-Holo utiliza los pesos de la red pre-entrenada ResNet34 para la inicialización durante la etapa del codificador de la red de predicción de fase inicial para extraer características más genéricas y prevenir el sobreajuste. Además, se agregó una pérdida de dominio de frecuencia para limitar aún más la información que la pérdida de dominio espacial no es sensible. Por conclusión, los resultados de la simulación muestran que Res-Holo puede generar hologramas de fase única de alta fidelidad con una resolución de 2K y un PSNR promedio de 32.88 dB. Los experimentos ópticos en monocromo y a todo color muestran que el método propuesto puede mejorar efectivamente la calidad de las imágenes reproducidas y suprimir los artefactos de imagen.

Chen et al. (2023), en su estudio "Real-time hologram generation using a non-iterative modified Gerchberg-Saxton algorithm [Generación de hologramas en tiempo real

utilizando un algoritmo modificado no iterativo de Gerchberg-Saxton]", sub objetivo es abordar el desafío de equilibrar la velocidad computacional con la precisión en la generación de hologramas utilizando la holografía generada por computadora (CGH). Respecto a su metodología, se propuso un algoritmo no iterativo llamado "DL-GSA", que combina el aprendizaje no supervisado en el aprendizaje automático con redes neuronales convolucionales (CNN) para generar hologramas con alta precisión y complejidad computacional fija. La conclusión de los experimentos demostró que DL-GSA genera hologramas más rápidamente que otros algoritmos, con una precisión superior al 95 %. Estos resultados sugieren un gran potencial para mejorar la generación de hologramas en tiempo real, lo que hace que DL-GSA sea prometedor para futuras aplicaciones.

Rong et al. (2024), en su estudio "Reconstruction efficiency enhancement of amplitude-type holograms by using Single-Scale Retinex algorithm [Mejora de la eficiencia de reconstrucción de hologramas tipo amplitud mediante el uso del algoritmo Single-Scale Retinex] ", tiene por objetivo plantear un método de codificación de hologramas de valor real para cargar en un modulador espacial de luz tipo amplitud basado en el algoritmo Single-Scale Retinex. Respecto a esta metodología, permite que se puede controlar la proporción de los componentes de baja y alta frecuencia del holograma en función de la función de centro y entorno. El contraste de las franjas del holograma se mejora aumentando los componentes de alta frecuencia y disminuyendo los de baja frecuencia, lo que aumenta la eficiencia de difracción. Se concluye que con este método propuesto mejora significativamente la calidad y la eficiencia del holograma tipo amplitud, ofreciendo resultados comparables con los hologramas de solo fase y promoviendo así su aplicación en moduladores espaciales de luz tipo amplitud de alta frecuencia y bajo costo.

Chang et al. (2023), en su estudio "From picture to 3D hologram: end-to-end learning of real-time 3D photorealistic hologram generation from 2D image input [De la imagen al holograma 3D: aprendizaje de extremo a extremo de la generación de hologramas fotorrealistas 3D en tiempo real a partir de imágenes 2D] ", tiene por objetivo

presentar un método basado en aprendizaje profundo capaz de sintetizar un holograma 3D fotorrealista en tiempo real directamente a partir de la entrada de una sola imagen 2D. Respecto a la metodología, diseñaron un pipeline completamente automático para crear conjuntos de datos a gran escala convirtiendo cualquier colección de imágenes de la vida real en pares de imágenes 2D y hologramas 3D correspondientes, y entrenaron su red neuronal convolucional (CNN) de extremo a extremo de manera supervisada. Su método es extremadamente eficiente en términos de computación y memoria para la generación de hologramas 3D simplemente a partir del contenido de imágenes 2D disponibles. Experimentaron con pantallas holográficas 3D libres de moteado y fotorrealistas a partir de una variedad de imágenes de escenas. Se concluye que este método estaría abriendo el camino para crear holografía 3D en tiempo real a partir de imágenes cotidianas.

### **2.3.2 Marco teórico**

#### **2.3.2.1 Generación de Hologramas en tiempo real mediante IA en entornos virtuales interactivos**

##### **2.3.2.1.1 Definición de hologramas en tiempo real en entornos interactivos**

Los hologramas en tiempo real dentro de entornos interactivos son, según Tsai et al. (2023), representaciones tridimensionales que se generan de forma dinámica y permiten la interacción activa e intuitiva del usuario. Gracias a la tecnología de realidad mixta (MR), estos hologramas se convierten en una herramienta rápida, precisa y viable para visualizar y medir estructuras anatómicas en tiempo real.

Gyawali (2023), por otro lado, destaca que los hologramas en tiempo real en entornos interactivos pueden mostrar imágenes de alta definición sin afectar la percepción del entorno del usuario. Además, el nuevo software de MR permite realizar mediciones de objetos tridimensionales mediante gestos de manos y comandos de voz, lo que mejora la usabilidad y la eficiencia del proceso de medición.

Estos descubrimientos ponen de relieve la importancia de los hologramas en tiempo real en diversos campos, como la medicina, la educación y el entretenimiento. En el ámbito médico, esta tecnología abre nuevas posibilidades para visualizar y medir estructuras anatómicas de forma precisa y eficiente, lo que puede tener un impacto significativo en la planificación y evaluación de procedimientos clínicos.

Esta definición refleja cómo los hologramas en tiempo real en entornos interactivos se están utilizando y comprendiendo en diferentes contextos y aplicaciones, lo que confirma su relevancia y aplicabilidad en el campo de la medicina y otras áreas.

#### **2.3.2.1.2 Importancia de la generación de hologramas en tiempo real**

La importancia de la generación de hologramas en tiempo real reside en su capacidad para transformar la manera en que interactuamos con la información tridimensional en diversos campos. Tanto los avances tecnológicos en la generación de hologramas como las aplicaciones prácticas en áreas como la medicina, la educación y la investigación científica destacan su relevancia en la actualidad.

El trabajo de Maruyama et al. (2023) resalta el desarrollo de computadoras especializadas y algoritmos optimizados para la generación rápida y precisa de hologramas, lo que impulsa la adopción de esta tecnología en una variedad de aplicaciones, desde la visualización de datos científicos hasta la creación de experiencias inmersivas en el entretenimiento digital. Además, Altman (2023) destaca el uso de la caracterización holográfica de partículas para rastrear y caracterizar partículas coloidales individuales, lo que tiene aplicaciones importantes en la investigación fundamental y el desarrollo de productos en campos como la biotecnología y la medicina.

La capacidad de generar hologramas en tiempo real ofrece una representación precisa y dinámica de la información tridimensional, lo que facilita la comprensión y el análisis de fenómenos complejos. Esta tecnología tiene el potencial de mejorar

significativamente el diagnóstico y la planificación de procedimientos médicos, así como de enriquecer la experiencia de aprendizaje en entornos educativos.

### **2.3.3 Teoría de hologramas**

#### **2.3.3.1 Definición de hologramas**

La holografía, una técnica innovadora para registrar y reproducir imágenes, nace de la visión de Gabor (1948), plasmada en su obra *A New Microscopic Principle*, y posteriormente desarrollada en el libro *Optical Holography: Principles, Techniques, and Applications* de Hariharan et al. (1996). Esta técnica permite capturar y visualizar objetos en tres dimensiones con una precisión sin igual.

El secreto de la holografía reside en la interferencia de ondas de luz coherente. A diferencia de la fotografía tradicional, que solo registra la amplitud de la luz, la holografía captura tanto la amplitud como la fase de la luz que interactúa con un objeto. Esto permite obtener información completa sobre la forma y la estructura tridimensional del objeto, resultando en una representación más fiel y detallada.

El proceso holográfico comienza iluminando el objeto con un haz de luz coherente, como un láser. La luz dispersada por el objeto se registra en un material fotosensible, como una placa fotográfica o un sensor digital. Esta luz dispersada interfiere con un haz de referencia, creando un "holograma" que codifica información detallada sobre las características ópticas del objeto, incluyendo su forma, textura y profundidad.

Para visualizar la imagen tridimensional del objeto original, se ilumina el holograma con un haz de referencia adecuado. La magia de la holografía se revela: la imagen del objeto se proyecta en el espacio, ofreciendo una representación precisa y realista del objeto capturado.

#### **2.3.3.2 Tipos de hologramas**

Existen diversos tipos de holografías, cada uno con características y aplicaciones específicas. Para la generación de hologramas en tiempo real, algunas de las técnicas más populares son la holografía de reflexión por Gabor (1948) en su trabajo *A New Microscopic Principle*, que se basa en la interferencia entre la luz reflejada por el objeto y una onda de referencia. Esta técnica es fundamental para la formación de hologramas y ha sentado las bases para el desarrollo de la holografía moderna. La holografía volumétrica, descrita por Denisyuk (1962), permite capturar y visualizar objetos tridimensionales en el espacio, siendo útil en aplicaciones como la visualización médica y la investigación científica. La holografía por barrido de línea, presentada por Benton et al. (2008), emplea un proceso de escaneo para capturar información holográfica, siendo adecuada para imágenes en movimiento y visualización dinámica en tiempo real, como en la holografía de video. La holografía especular, introducida por Brand (2011), se enfoca en crear hologramas que reproducen la reflexión especular de objetos, siendo útil para superficies reflectantes y materiales brillantes. La holografía generativa, propuesta por Go et al. (2020), se centra en generar hologramas mediante técnicas computacionales avanzadas. La holografía computacional en tiempo real, mencionada por Garcia et al. (2021), implica el uso de algoritmos para generar hologramas instantáneamente. La holografía de profundidad, abordada por Yang et al. (2022), busca mejorar la percepción tridimensional en la visualización holográfica. Finalmente, la holografía de seguridad, mencionada por Fang et al. (2019), esta se utiliza con fines de seguridad, como la autenticación de documentos y productos. Los autores revisan en su artículo las tecnologías y aplicaciones de la holografía en la prevención del fraude y la protección contra la falsificación, destacando su importancia en el campo de la seguridad.

### **2.3.3.3 Características o Propiedades de los hologramas**

Las características y propiedades de los hologramas son esenciales para comprender el funcionamiento y las aplicaciones de esta tecnología tridimensional según Benton et al. (2008). Los hologramas se forman mediante la superposición de dos haces

de luz: uno proveniente del objeto que se está grabando (haz objeto) y otro de una referencia coherente (haz de referencia), lo que genera patrones de interferencia que codifican información tridimensional completa sobre el objeto. Esta característica única permite que los hologramas reproduzcan la apariencia tridimensional del objeto desde diferentes ángulos de visualización, ofreciendo una sensación de profundidad y realismo. Para garantizar una alta calidad de reproducción, se requiere una fuente de luz coherente, como un láser, que asegure la estabilidad y precisión de los patrones de interferencia. La resolución de un holograma determina la cantidad de detalles que puede reproducir, y los hologramas de alta resolución son capaces de capturar incluso los detalles más pequeños del objeto grabado. Sin embargo, los hologramas son sensibles a la calidad y dirección de la iluminación utilizada durante la grabación y la reproducción, lo que requiere un control cuidadoso de las condiciones de iluminación para garantizar la calidad y visibilidad del holograma. Además, los hologramas tienen una notable capacidad de almacenamiento de información en un espacio tridimensional, lo que los hace útiles en aplicaciones de almacenamiento de datos holográficos y en el desarrollo de sistemas de almacenamiento de información de alta densidad. Estas propiedades únicas hacen que los hologramas sean una herramienta invaluable en una amplia gama de aplicaciones, desde la visualización tridimensional hasta el almacenamiento de datos y la seguridad.

#### **2.3.3.4 Aplicaciones de los hologramas**

La holografía digital ha emergido como una tecnología revolucionaria con aplicaciones potenciales en una amplia variedad de campos, desde las telecomunicaciones y el entretenimiento hasta la medicina y la investigación científica. Según Song et al. (2013), su innovador sistema de generación de hologramas digitales en tiempo real utilizando GPUs tiene el potencial de transformar la forma en que interactuamos y nos comunicamos en el mundo digital. En el sector del entretenimiento y los medios digitales, este sistema podría potenciar la producción de contenido multimedia. Por ejemplo, en la industria cinematográfica, permitiría la creación de efectos visuales avanzados y envolventes,

llevando la experiencia del espectador a un nuevo nivel de inmersión en películas y programas de televisión. Además, en la industria de los videojuegos, permitiría la creación de experiencias de juego más realistas y envolventes, donde los personajes y los entornos virtuales se representarían de manera más fiel a la realidad. Asimismo, en eventos en vivo, como conciertos y espectáculos, el sistema de hologramas digitales de Song podría utilizarse para crear actuaciones visuales sorprendentes y envolventes, donde artistas virtuales cobrarían vida en el escenario, captando la atención del público y creando experiencias memorables.

Por otro lado, según Ichihashi et al. (2012), su sistema diseñado para capturar y reconstruir escenas tridimensionales en vivo mediante imágenes de fotografía integral y paneles de visualización de alta resolución ofrece aplicaciones igualmente diversas y prometedoras. En el sector de la medicina y la educación médica, este sistema podría utilizarse para visualizar modelos anatómicos en tiempo real, proporcionando una herramienta invaluable para la enseñanza y el estudio de procedimientos médicos complejos. Por ejemplo, durante una cirugía, los médicos podrían visualizar en tiempo real modelos 3D de órganos y estructuras anatómicas, lo que les ayudaría a planificar y realizar procedimientos con mayor precisión y seguridad. Además, en el sector del entretenimiento y los eventos en vivo, el sistema de Ichihashi (2012) podría utilizarse para crear experiencias visuales impactantes y envolventes. Por ejemplo, durante un concierto, podrían proyectarse hologramas de artistas en escena, creando un espectáculo visualmente impresionante que cautivaría al público y lo sumergiría en la experiencia musical.

#### **2.3.4 Teórica de la IA**

La teoría de la Inteligencia Artificial (IA) aborda la capacidad de las máquinas para razonar, aprender y actuar de manera autónoma, un concepto que ha sido explorado y definido por destacados expertos en el campo. Russell y Norvig (1995), en su influyente obra, definen la IA como la capacidad de los agentes para realizar tareas que normalmente

requieren inteligencia humana. Su enfoque se centra en comprender y crear entidades inteligentes, ofreciendo una perspectiva formal y técnica sobre el tema.

Por otro lado, Nilsson (2009), en su investigación, describe la IA como la ciencia y la ingeniería detrás de la creación de máquinas inteligentes. Nilsson (2009) adopta una perspectiva histórica, explorando la evolución del campo desde sus inicios hasta los avances actuales, así como los diversos enfoques y desafíos que enfrenta la IA.

Las diferencias en los puntos de vista de estos autores reflejan distintas aproximaciones a la IA. Russell y Norvig (1995) enfatizan la capacidad de la IA para realizar tareas cognitivas como el razonamiento y el aprendizaje, mientras que Nilsson (2009) destaca la importancia de la autonomía y la capacidad de acción de las entidades inteligentes. Además, mientras que Russell y Norvig (1995) ofrecen una visión general y técnica de la IA, cubriendo una amplia gama de temas y técnicas, Nilsson (2009) se centra en la IA simbólica, que utiliza símbolos y reglas para representar el conocimiento.

### **2.3.5 Entornos Virtuales Interactivos**

Los entornos virtuales interactivos han emergido como herramientas poderosas para la exploración y comprensión de datos complejos, incluidas las visualizaciones tridimensionales (3D). Bach et al. (2017) lleva a cabo un estudio controlado que compara tres entornos de visualización para la exploración tridimensional común: un visor de realidad aumentada (Microsoft HoloLens), una tableta portátil y una configuración de escritorio. Cada entorno ofrece diferentes capacidades de percepción e interacción humana, desde la proyección de imágenes estereoscópicas en el mundo real hasta la interacción táctil en una superficie bidimensional. La hipótesis del estudio es que los entornos de visualización que se alinean mejor con las capacidades perceptuales e interactivas humanas mejoran la comprensión de las visualizaciones 3D.

Por otro lado, Caggianese et al. (2017) examina el diseño de interacción en un sistema de proyección holográfica equipado con una interfaz basada en gestos, con un

enfoque en la comunicación cultural en entornos de museos. El estudio investiga las preferencias de los usuarios en cuanto a técnicas de interacción en contextos museísticos, destacando la importancia de la interactividad para una comunicación efectiva del patrimonio cultural digital. Los resultados sugieren la adopción de patrones específicos de tareas en el diseño de interfaces de usuario sin contacto para la exploración de contenido patrimonial digital. Estos estudios resaltan la necesidad de entornos virtuales interactivos que aprovechen las capacidades perceptuales e interactivas humanas para mejorar la experiencia del usuario en la exploración y comprensión de datos complejos y contenido cultural digital.

### **2.3.6 Concepto de Deep Learning para holográfica**

La convergencia entre el aprendizaje profundo y la holografía ha dado lugar a un área de investigación conocida como *deep holography*, que ha sido explorada por destacados investigadores en el campo. En primer lugar, Liu et al. (2021) propone un enfoque innovador para la generación de hologramas en tiempo real mediante el uso de redes neuronales generativas. Su trabajo se centra en la introducción de moduladores de hologramas que permiten que los modelos generativos interpreten directamente datos de frecuencia compleja, lo que posibilita la generación de hologramas con variaciones en las características subyacentes. Esta metodología abre nuevas posibilidades para la generación de hologramas de alta calidad y resolución en tiempo real, superando los desafíos tradicionales asociados con los métodos convencionales de generación de hologramas.

Por otro lado, Situ et al. (2022) proporciona una visión integral de este campo emergente, destacando la estrecha interacción entre el aprendizaje profundo y la holografía. Situ et al. (2022) señala cómo las redes neuronales profundas han demostrado ser herramientas poderosas para la reconstrucción holográfica y la generación de hologramas por computadora. Además, también explora cómo la holografía ha sido aprovechada para implementar redes neuronales ópticas, lo que abre nuevas posibilidades

en el diseño y la implementación de sistemas de procesamiento de información basados en luz. Esta integración entre el aprendizaje profundo y la holografía promete transformar la forma en que se generan, reconstruyen y aplican los hologramas, abriendo nuevas fronteras en campos como la visualización tridimensional, la comunicación visual y la realidad aumentada. En conjunto, estos trabajos ilustran el potencial revolucionario del aprendizaje profundo en el avance de la holografía y sus aplicaciones en una amplia gama de disciplinas.

### **2.3.7 Importancia de la IA para la generación de hologramas**

La inteligencia artificial (IA) desempeña un papel fundamental en el avance de la generación de hologramas, ya que permite desarrollar sistemas más interactivos, precisos y adaptativos. La IA proporciona herramientas y técnicas para procesar grandes volúmenes de datos, comprender patrones complejos y tomar decisiones en tiempo real, lo que resulta especialmente relevante en el contexto de la holografía, donde se requiere la generación rápida y precisa de imágenes tridimensionales. La integración de la IA en la generación de hologramas abre nuevas posibilidades en campos como la educación, la medicina, el entretenimiento y la automatización del hogar, al permitir la creación de experiencias inmersivas y personalizadas para los usuarios.

Patel et al. (2019) propone un sistema de inteligencia artificial interactivo y holográfico en 3D que combina la holografía con la IA para ofrecer una nueva experiencia de usuario. Este sistema utiliza técnicas de procesamiento del lenguaje natural y aprendizaje automático de movimiento para comprender y responder a las consultas de los usuarios, así como para facilitar la interacción gestual en el espacio tridimensional. También destaca la importancia de esta integración para superar las limitaciones de los sistemas de IA tradicionales y ofrecer una experiencia más inmersiva y natural para los usuarios en campos como la educación, la medicina y la automatización del hogar.

Por otro lado, Caggianese et al. (2020) describe un stand holográfico interactivo impulsado por IA para exposiciones de museos, que ofrece representaciones precisas en 3D de las obras de arte de Leonardo Da Vinci y permite la interacción natural con los visitantes. Este sistema utiliza técnicas de inteligencia artificial para comprender y dialogar con los usuarios sobre el arte de Da Vinci, adaptándose a diferentes perfiles y preferencias de los visitantes. Caggianese et al. (2020) resalta cómo la IA potencia la experiencia cultural al ofrecer una forma innovadora de explorar y comprender el arte, lo que destaca la importancia de la IA en la generación de hologramas para aplicaciones educativas y culturales.

### **2.3.8 Importancia del Redes convolucionales para la Generación de hologramas**

Las redes convolucionales juegan un papel crucial en la generación de hologramas, ya que permiten una reconstrucción más eficiente y precisa de las imágenes holográficas, lo que es fundamental para el desarrollo de tecnologías de visualización holográfica de alta calidad y en tiempo real. Estas redes neuronales son especialmente adecuadas para procesar datos multidimensionales, como las imágenes holográficas, al tiempo que reducen la complejidad computacional y mejoran la velocidad de generación.

En el artículo de Khan et al. (2021), se propone un marco novedoso basado en redes generativas adversariales (GAN) para la reconstrucción de imágenes holográficas. Este enfoque utiliza una arquitectura de red neuronal convolucional (CNN) compleja para generar hologramas a partir de imágenes de entrada, lo que permite un proceso no iterativo y un rendimiento en tiempo real. Al utilizar la técnica del aprendizaje profundo, el método GAN-Holo ofrece una alternativa eficaz a los métodos iterativos tradicionales, mejorando la velocidad y precisión de la generación de hologramas.

Por otro lado, Zhong et al. (2023) propone un enfoque basado en redes convolucionales complejas (CCNN) para la generación de hologramas de fase. Este método utiliza una estructura de red neuronal simple pero efectiva, diseñada

específicamente para abordar los desafíos de generación eficiente y de alta calidad de CGH. Al implementar este enfoque, se logra un rendimiento sobresaliente en términos de calidad y velocidad de generación, superando a los métodos convencionales y permitiendo la generación en tiempo real de hologramas de alta calidad para su uso en pantallas holográficas dinámicas.

### 2.3.9 Glosario de términos

- **Aplicaciones:** son las diferentes maneras en que se puede utilizar una tecnología o un producto. Las aplicaciones de una tecnología pueden ser muy diversas, dependiendo de sus características y capacidades (Kelley et al, 2001).
- **Biología:** Es un campo de la ciencia que utiliza los organismos vivos o sus productos para desarrollar nuevas tecnologías y productos. La biología se utiliza en una variedad de sectores, como la medicina, la agricultura y la industria alimentaria (Glick & Pasternak, 2003).
- **DL-GAN:** Son las siglas de "Deep Learning Generative Adversarial Networks". Se trata de un tipo de red neuronal artificial que se utiliza para generar imágenes realistas. Las DL-GAN se basan en dos redes neuronales que compiten entre sí: una red generadora y una red discriminadora (Goodfellow, 2014).
- **Estructuras anatómicas:** Son las estructuras que forman parte del cuerpo de un organismo. Las estructuras anatómicas pueden ser macroscópicas, como los huesos y los músculos, o microscópicas, como las células y los tejidos (DK Publishing, 2012).
- **Hologramas:** Imágenes tridimensionales que se crean utilizando la técnica de la holografía. La holografía permite capturar y reproducir la información de fase de la luz, lo que da como resultado una imagen con profundidad y perspectiva (Gabor, 1948).
- **Inteligencia artificial (IA):** Es un campo de la ciencia que busca comprender y crear entidades inteligentes. La IA abarca una amplia gama de técnicas, desde

el procesamiento del lenguaje natural hasta la visión artificial y el aprendizaje automático (Russell & Norvig, 1995).

- **Pipeline:** Es una secuencia de pasos que se siguen para procesar datos. En el contexto del software, un pipeline se refiere a una serie de operaciones que se realizan sobre los datos para obtener un resultado final (Humble & Farley, 2010).
- **Red neuronal convolucional (CNN):** Son un tipo de red neuronal artificial que se utiliza principalmente para el procesamiento de imágenes. Las CNN se inspiran en la estructura del cerebro humano y son capaces de reconocer patrones complejos en imágenes (Goodfellow, 2016).
- **Single-Scale Retinex:** Es un algoritmo que se utiliza para mejorar la calidad de las imágenes. El algoritmo Single-Scale Retinex se basa en la teoría del retinex, que propone que la percepción del color depende del contexto local de la imagen (Choi et al., 2008).
- **Software de MR:** Son las siglas de Mixed Reality Software. Se trata de software que permite combinar elementos del mundo real con elementos virtuales. El software de MR se utiliza en una variedad de aplicaciones, como la educación, la formación y la medicina (Milgram & Kishino, 1994).
- **Tridimensional:** Se refiere a algo que tiene tres dimensiones: altura, anchura y profundidad. Los objetos tridimensionales tienen volumen y pueden ser representados en modelos físicos o digitales (Gabor, 1948).

## 2.4 Resumen ejecutivo

**Título:** Propuesta de Generación de Hologramas en Tiempo Real mediante Inteligencia Artificial en Entornos Virtuales Interactivos (2024). **Procedencia:** Tesis de Bachillerato en Tecnología e Informática por San Ignacio de Loyola – Escuela ISIL. **Objetivo:** El objetivo principal de esta investigación es analizar la eficiencia de la generación de hologramas en tiempo real mediante inteligencia artificial (IA) en entornos virtuales interactivos, evaluando dimensiones clave como el tiempo de procesamiento, la calidad de la imagen y la estabilidad del sistema, para determinar su aplicabilidad práctica

en sectores como la educación, el entretenimiento y la cultura. **Metodología:** Se realizó un análisis descriptivo basado en encuestas a especialistas del campo y la evaluación de datos técnicos asociados a las dimensiones clave. El estudio incluyó la recopilación de percepciones sobre la eficiencia actual de la tecnología y su potencial en sectores como educación, salud y entretenimiento. **Resultados:** Los resultados muestran que la tecnología de generación de hologramas en tiempo real es eficiente para sectores como el turismo cultural y la educación, donde se requiere una experiencia inmersiva de calidad alta. Sin embargo, se identificaron limitaciones significativas relacionadas con la estabilidad del sistema y los costos de hardware, lo que dificulta su uso en sectores cruciales como la medicina, donde la precisión y la fiabilidad son imprescindibles. Estas limitaciones resaltan la necesidad de continuar mejorando los algoritmos y explorando alternativas más accesibles en hardware para garantizar su aplicabilidad en entornos más exigentes. En relación con la variable "Generación de hologramas en tiempo real mediante Inteligencia Artificial (IA)" en la tabla 31 y figura 25 respectivas, se observa que el 55.00% de los participantes/encuestados considera que esta variable es "regular". Un 45.00% opina que es "buena".

Esta percepción se alinea con las tres dimensiones clave analizadas previamente:

- **Tiempo de procesamiento y calidad de imagen:** La mayoría de los encuestados consideró esta dimensión como "regular", lo que sugiere que, aunque hay avances en estos aspectos, aún hay áreas significativas por mejorar.
- **Estabilidad del sistema:** La mayoría también percibió la estabilidad del sistema como "regular", indicando que, aunque el sistema es funcional, no alcanza un nivel óptimo de confiabilidad y consistencia.
- **Contexto Tecnológico y Social:** Aquí, la mayoría calificó esta dimensión como "regular" con un buen número que la consideró "buena", lo que refleja un

reconocimiento de progreso en el contexto tecnológico y social, aunque no suficiente para ser considerado excelente.

Tomando en cuenta estas dimensiones, la evaluación general de la variable "Generación de hologramas en tiempo real mediante Inteligencia Artificial (IA)" como "regular" sugiere una percepción generalizada de que la tecnología tiene un desempeño aceptable, pero no sobresaliente. Los resultados indican que, aunque hay aspectos positivos reconocidos en la generación de hologramas mediante IA, aún hay mucho por mejorar para alcanzar un nivel de excelencia que cumpla plenamente con las expectativas y demandas de los usuarios. Este análisis subraya la necesidad de seguir innovando y optimizando tanto en el tiempo de procesamiento, la calidad de imagen, la estabilidad del sistema, como en el contexto tecnológico y social para lograr una integración más efectiva y satisfactoria de esta tecnología en entornos reales. **Conclusión:** Esta investigación concluye que la tecnología de generación de hologramas en tiempo real mediante IA tiene un alto potencial de impacto y eficacia para sectores como la educación y entretenimiento, pero requiere mejoras en algoritmos y hardware para alcanzar su máximo rendimiento para que pueda ser aplicable a sectores más complejos como el de medicina.

## 2.5 Características técnicas o atributos del proyecto

**Tabla 1**

*Atributos de un proceso para la generación de hologramas en tiempo real mediante IA para lugares turísticos o arqueológicos.*

<b>Atributos</b>	<b>Descripción</b>
¿Es fácil de usar?	La solución está diseñada para ser intuitiva y sencilla de operar por guías turísticos o educadores.
¿Es confiable?	Sí, se asegura la estabilidad del sistema para evitar interrupciones durante las presentaciones.

¿Es seguro?	Implementa sistemas de protección de datos y seguridad física para evitar fallos o accesos no autorizados.
¿Es preciso?	Ofrece hologramas de alta resolución y calidad, adaptados a las características del entorno.
¿Es rápido?	La generación de hologramas ocurre en tiempo real con latencias mínimas, garantizando fluidez.
¿Se puede personalizar?	Sí, permite la personalización de los hologramas según el sitio turístico o educativo y los requerimientos del cliente

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación de la tabla 1:** La solución planteada no solo es un proceso, sino que está alineada con las necesidades del sector turístico o educativo al integrar características técnicas que garantizan confiabilidad, precisión y facilidad de uso. Además, el sistema es altamente personalizable para adaptarse a diferentes narrativas o contextos históricos en sitios arqueológicos o culturales.

## 2.6 Análisis comparativo de atributos, características, mejoras o novedades de tecnológicas

**Tabla 2**

*Aleister Hologram*

Características	Aleister Hologram	Tower of David Museum
Tecnología Utilizada	Proyectores holográficos optimizados para costos.	Proyectores holográficos de alta definición.
Costo Estimado del Proyecto	\$300,000 - \$400,000 (uso de hardware optimizado y contenido eficiente).	\$1M+ (incluye hardware avanzado y contenido personalizado).
Uso de energía	Moderado, optimizado para proyección en espacios abiertos	Alto debido a tecnología especializada en proyectores

Escalabilidad	Moderada (puede replicarse en sitios arqueológicos con adaptaciones mínimas).	Baja (requiere infraestructura fija y costosa).
Calidad de imagen	Alta (2k-4K y adaptable a condiciones exteriores)	Alta (3K-4K, adaptable a condiciones exteriores)
Mantenimiento	Moderado (hardware accesible con optimización).	Alto (hardware de alta gama y proyecciones de gran escala).

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación de la tabla 2:** El Tower of David Museum emplea proyectores holográficos de alta definición que ofrecen una experiencia inmersiva de gran escala, pero requieren una infraestructura compleja y costosa. En contraste, nuestra propuesta utiliza proyectores holográficos optimizados, diseñados para mantener una calidad de proyección competitiva con un hardware más accesible y eficiente en costos.

Tecnológicamente, nuestra solución prioriza la moderación en el mantenimiento mediante equipos accesibles que mantienen la estabilidad en la proyección, reduciendo los costos operativos. Asimismo, mientras el Tower of David se centra en una interacción activa a gran escala con hardware avanzado, nuestra propuesta equilibra la calidad con la adaptabilidad, permitiendo implementaciones en sitios arqueológicos con mínimas adaptaciones técnicas. Esto posiciona nuestra solución como una alternativa tecnológicamente viable para contextos donde el presupuesto y la escalabilidad son factores críticos.

## 2.7. Objetivo general y específicos: propósito del proyecto

### 2.7.1. Objetivo general

Analizar la eficiencia de la generación de hologramas en tiempo real mediante Inteligencia Artificial (IA) en entornos interactivos durante el año 2024.

### 2.7.2. Objetivos específicos

- Determinar el tiempo de procesamiento y la calidad de imagen requeridos para la generación de hologramas en tiempo real mediante Inteligencia Artificial (IA) en

entornos interactivos durante el año 2024.

- Analizar la estabilidad del sistema durante el proceso de generación de hologramas en tiempo real mediante Inteligencia Artificial (IA) en entornos interactivos durante el año 2024.
- Evaluar la influencia del contexto tecnológico y social en el desarrollo de la generación de hologramas en tiempo real mediante IA.

## **2.8 Componente del proyecto: Aleister hologram**

### **Investigación y diseño del contenido holográfico**

- Identificación y recopilación de datos históricos y culturales relevantes del sitio turístico (ruinas arqueológicas, vida cotidiana de los incas, etc.).
- Colaboración con historiadores, arqueólogos y diseñadores gráficos para la creación de modelos 3D.
- Diseño de escenas interactivas basadas en las actividades cotidianas de las civilizaciones representadas.

### **Desarrollo de la tecnología holográfica**

- Selección de hardware compatible para la proyección holográfica en exteriores (proyectores, sistemas de sensores, procesadores de señal).
- Implementación de algoritmos de proyección optimizados para condiciones exteriores (control de iluminación, ruido ambiental).
- Desarrollo de sistemas de detección de proximidad para interactividad en tiempo real.

### **Pruebas y validación del sistema**

- Instalación de prototipos en un sitio piloto (por ejemplo, Machu Picchu o Cusco).
- Evaluación de la calidad de imagen, estabilidad y capacidad de respuesta en diferentes condiciones ambientales.
- Recopilación de retroalimentación de turistas y operadores para ajustes finales.

### Desarrollo de la infraestructura digital y logística

- Creación de un sistema de gestión de contenido para actualizaciones y mejoras continuas del material holográfico.
- Establecimiento de sistemas de energía y conectividad para garantizar funcionamiento constante.
- Desarrollo de manuales técnicos y operativos para la instalación y uso del sistema.

### Estrategias de implementación y promoción

- Desarrollo de alianzas con operadores turísticos y ministerios de cultura.
- Diseño de campañas publicitarias para destacar la experiencia holográfica como un atractivo turístico innovador.
- Creación de contenido multimedia promocional para redes sociales, plataformas digitales y eventos de turismo.

## 2.9 Resultados generales: componente del proyecto

### Sistema de Proyección Holográfica Adaptado a Sitios Turísticos

- **Hardware utilizado:** Proyector holográfico, cámaras de profundidad (como Kinect Azure), y servidores compactos para procesamiento en tiempo real.
- **Software utilizado:** Unity 3D y Unreal Engine para la simulación y renderización holográfica.
- **Resultado tangible:** Gráficos del sistema instalado en un modelo de sitio arqueológico, destacando el diseño del proyector y la ubicación estratégica en el entorno.

### Recreaciones Holográficas de la Vida Inca

- **Diseños desarrollados:** Animaciones 3D basadas en archivos históricos y arqueológicos que recrean actividades como la agricultura, ceremonias religiosas y construcciones.

- **Herramientas utilizadas:** Blender para modelado 3D y Adobe After Effects para efectos visuales.
- **Resultado tangible:** Presentación visual de las animaciones holográficas en diferentes perspectivas, con ejemplos de escenas renderizadas en 4K.

### Documentación Técnica Completa

**Resultado tangible:** Manual ilustrado que incluye:

- Diagramas de instalación del sistema.
- Esquemas de flujo de datos desde la captura hasta la proyección.
- Ejemplo de programación del contenido holográfico.

### Validación Operativa en un Sitio Piloto

- **Resultado tangible:** Informe con métricas de calidad, como estabilidad de FPS, latencia en la generación de hologramas, y feedback de usuarios finales (visitantes y operadores).
- **Tecnologías utilizadas para pruebas:** Herramientas de benchmarking como OBS Studio para medir FPS y dispositivos como Raspberry Pi para pruebas de bajo costo.

### Guías de Capacitación para Operadores

- **Contenido específico:** Presentaciones interactivas que incluyan simulaciones holográficas para explicar cómo funciona el sistema.
- **Plataforma utilizada:** Moodle para ofrecer cursos de capacitación en línea a operadores locales.

### Material Promocional y Educativo

- **Tecnologías utilizadas:** Canva y Adobe Premiere Pro para diseñar contenido visual atractivo.
- **Resultado tangible:** Videos promocionales y folletos digitales que muestren la experiencia holográfica en acción.

### Modelo de Implementación Replicable

- **Resultado tangible:** Documento PDF que describe cómo replicar la solución en otros sitios arqueológicos, con estimaciones de costos y beneficios.
- **Herramientas utilizadas:** Excel para proyecciones de costos y PowerPoint para presentar el modelo a potenciales inversionistas.

### Informe Final con Impacto Cultural y Económico

- **Resultado tangible:** Documento con gráficos que comparen el flujo de visitantes antes y después de la implementación del sistema, y mapas de calor que muestren el interés en diferentes áreas del sitio turístico.
- **Tecnologías utilizadas:** Tableau para análisis de datos y visualizaciones.

## 2.10 Plan de actividades del proyecto

N°	Actividades	ABR				MAY				JUN				JUL				SET				OCT				NOV				DIC				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1	Elaboración del resumen e introducción.	■	■																															
2	Desarrollo del problema, objetivos e hipótesis de investigación.		■	■	■																													
3	Redacción de la justificación de la investigación				■	■																												
4	Desarrollo de los antecedentes de investigación, marco teórico y glosario de términos.					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																		
5	Desarrollo de la metodología.													■	■																			
6	Identificar las herramientas de recolección de datos.															■	■																	
7	Descripción del público objetivo (población y muestra).																■																	
8	Desarrollar el procesamiento y análisis de las herramientas de recolección.																	■	■	■	■													
9	Elaboración del diagnóstico situacional.																			■	■	■												
10	Elaboración del sustento de mercado.																				■	■	■											
11	Redacción de las conclusiones y recomendaciones.																					■	■											
12	Sustentación ante un jurado externo.																							■										

## 2.11 Metodología del proyecto

### 2.11.1 Hipótesis de investigación

Esta investigación no requiere hipótesis, debido a que es un estudio descriptivo donde no se busca conocer la relación entre variables o su causalidad.

#### 2.11.1.1. Hipótesis general

Esta investigación no requiere hipótesis, debido a que es un estudio descriptivo donde no se busca conocer la relación entre variables o su causalidad.

#### 2.11.1.2. Hipótesis específicas

Esta investigación no requiere hipótesis, debido a que es un estudio descriptivo donde no se busca conocer la relación entre variables o su causalidad.

### 2.11.2. Operacionalización de variables

**Variable1:** Generación de hologramas en tiempo real mediante Inteligencia Artificial (IA)

#### Definición conceptual

La generación de hologramas en tiempo real se refiere a la capacidad de un sistema para producir imágenes tridimensionales de manera instantánea y continua, sin retrasos perceptibles (Russell & Norvig, 1995), ver Anexo 8.3.

#### Definición operacional

Operacionalmente, la generación de hologramas en tiempo real mediante IA se descompone en tres dimensiones: tiempo de procesamiento y calidad de la imagen (ítem 1-7), la estabilidad del sistema (ítem 9-15) y el contexto tecnológico y social (ítem 16-21), ver Anexo 8.3.

### 2.11.3. Enfoque de investigación

El enfoque de investigación es **Cuantitativo**, ya que se centra en la medición y cuantificación de las variables relevantes en el estudio de la generación de hologramas en tiempo real mediante IA en entornos virtuales interactivos. Además, se utilizará el enfoque metodológico descrito por Hernández Sampieri y Mendoza Torres (2023), el cual consiste

en un conjunto de procedimientos sistemáticos que permiten alcanzar los objetivos planteados.

#### **2.11.4. Tipo de investigación**

La investigación es de tipo **aplicada**, ya que se busca no analizar el fenómeno de la generación de hologramas en tiempo real mediante IA, sino también aplicar el conocimiento obtenido en aplicaciones prácticas como del sector del entretenimiento en entornos interactivos. Según Ñaupas et al. (2023), la investigación aplicada tiene como objetivo resolver problemas concretos y generar soluciones prácticas que puedan ser implementadas en situaciones reales. En este caso, los resultados del análisis servirán como base para la creación de experiencias inmersivas de alta calidad, promoviendo la integración de estas tecnologías en entornos prácticos de uso cotidiano.

#### **2.11.5. Diseño de investigación**

El presente estudio se basa en un diseño de investigación no experimental de corte longitudinal, siguiendo los lineamientos de Creswell (1994). A diferencia del diseño transversal, este enfoque no busca manipular variables, sino observar y analizar los cambios a lo largo del tiempo. Los datos se recopilarán durante el año 2024.

#### **2.11.6. Niveles de investigación**

El tipo de investigación es tanto **exploratoria como descriptiva**. Inicialmente, se llevó a cabo una investigación exploratoria para establecer el problema, los objetivos del estudio, tal como indicado por Ñaupas et al. (2023). Este enfoque permitió explorar el fenómeno emergente de la generación de hologramas en tiempo real mediante inteligencia artificial en entornos virtuales interactivos, identificando áreas clave para el análisis. Sin embargo, debido al avance en la comprensión del tema y la identificación de patrones preliminares, la investigación ha evolucionado hacia un nivel **descriptivo**, centrado en **medir y documentar** con precisión los fenómenos observados. Este enfoque permitirá

caracterizar de manera más detallada el uso de esta tecnología. Al combinar ambos niveles de investigación, se podrá obtener una comprensión más completa del fenómeno en estudio y generar nuevas perspectivas para el campo.

#### **2.11.7. Población**

Población se refiere al conjunto total de individuos que comparten ciertas características específicas (Rodríguez-Sosa & Burneo, 2017). En este contexto, la población está compuesta por todos aquellos involucrados directa o indirectamente en el ámbito de la generación de hologramas en tiempo real mediante inteligencia artificial en entornos virtuales interactivos. Esto incluiría a desarrolladores de software, ingenieros de IA, investigadores en holografía, usuarios de tecnología de realidad virtual y aumentada, así como instituciones académicas y empresas relacionadas con el campo tecnológico.

#### **2.11.8. Muestreo y muestra**

La selección de la muestra se basará en criterios específicos establecidos por el investigador por lo tanto es no probabilístico, lo que implica que la cantidad y elección de los participantes será determinada de manera deliberada (Ñaupas et al., 2023). Se utilizará el tipo de muestra por conveniencia, donde los participantes serán seleccionados basados en su disponibilidad y accesibilidad para la investigación (Ñaupas et al., 2023). Este enfoque se elige debido a la necesidad de acceder a individuos que puedan proporcionar información relevante sobre la eficiencia de la generación de hologramas en tiempo real

#### **2.11.9. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

##### **2.11.9.1 Técnicas de recolección de datos**

En cuanto a las técnicas de recolección de datos, se emplearán encuestas. Las encuestas serán distribuidas vía correo electrónico formal, incluyendo un enlace para acceder al cuestionario en línea. Estas encuestas estarán dirigidas tanto a los 10 expertos con experiencia en instituciones académicas y empresas tecnológicas como a los 30 participantes vinculados a comunidades especializadas en el campo. Esta técnica

proporcionará datos cuantitativos que permitirán una comprensión integral de las percepciones de los participantes.

### 2.11.9.2 Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos de recolección de datos incluirán un cuestionario diseñado específicamente para el estudio. El cuestionario validado por juicio de expertos con una escala ordinal tipo Likert de 5 niveles. Este será dirigido a los 10 expertos seleccionados con experiencia en instituciones académicas y empresas tecnológicas y a los 30 participantes vinculados a comunidades especializadas en el campo, proporcionando una forma sistemática de recopilar datos cuantitativos sobre aspectos específicos del estudio. Este instrumento garantizará una recolección de datos efectiva y rigurosa, contribuyendo al logro de los objetivos de la investigación.

#### 2.11.10. Validez y confiabilidad

##### 2.11.10.1. Validez de la investigación

Se aplicó la validez por juicio de expertos, es decir se recurrió a la opinión de un especialista en metodología de la investigación para evaluar el cuestionario con base en criterios como claridad, objetividad/subjetividad, actualidad, organización, suficiencia, intencionalidad, consistencia, coherencia, metodología y pertinencia, ver Anexo 8.5

Los resultados del juicio de expertos han sido comparados con los valores y niveles de la validez, ver Tabla 3.

**Tabla 3**

*Niveles y valores de validez*

<b>Niveles</b>	<b>Valores</b>
Excelente	81-100%
Muy bueno	61-80%
Bueno	41-60%
Regular	21-40%
Deficiente	0-20%

*Nota.* Elaboración propia.

Por consiguiente, el instrumento para medir la variable *Generación de hologramas en tiempo real mediante Inteligencia Artificial (IA)* tiene un nivel de validez muy bueno, dado que el valor obtenido es de 74%, ver Anexo 8.5.

### 2.11.10.2. Confiabilidad de la investigación

Se utilizó la medida de estabilidad (test-retest) para precisar si el instrumento es confiable, es decir si produce resultados coherentes y consistentes. Para ello, se preparó una prueba piloto compuesta por 10 participantes de similares características a la muestra en estudio, donde se les aplicó dos veces el instrumento.

Para determinar la confiabilidad del instrumento, se utilizó la correlación de Pearson donde puede tomar valores que oscilan entre 0 (baja o nula confiabilidad) y 1 (alto o máximo de confiabilidad), ver Tabla 4.

**Tabla 4**

*Valores del coeficiente de correlación de Pearson*

<b>Coeficiente</b>	<b>Interpretación</b>
$r = 1$	Correlación perfecta
$0.80 < r < 1$	Muy alta
$0.60 < r < 0.80$	Alta
$0.40 < r < 0.60$	Moderada
$0.20 < r < 0.40$	Baja
$0 < r < 0.20$	Muy Baja
$r = 0$	Nula

*Nota.* Elaboración propia.

Luego de aplicar el test-retest, se obtuvo un coeficiente de Pearson de 0.989. Por lo tanto, se precisa que el instrumento tiene una muy alta confiabilidad.

### III. Estimación del costo del proyecto

#### 3.1. Estimación de los costos necesarios para la implementación

**Tabla 5**

*Estimación de costos necesarios para el desarrollo de la investigación*

<b>Naturaleza del Gasto</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Precio Total</b>
<b>Personal</b>				
	Asesor(a)	1	S/.0.00	S/.0.00
<b>Bienes</b>				
	Impresiones	80	S/.0.20	S/16.00
	Cuaderno	1	S/.10.00	S/.10.00
	Marcadores	3	S/.3.00	S/.9.00
<b>Servicios</b>				
	Movilidad	20	S/.6.00	S/.120.00
	Entradas biblioteca	5	S/.1.50	S/.7.50
	Google Drive	1	S/.6.49	S/.6.49
	Internet	40	S/.2.00	S/.80.00
<b>RESUMEN</b>				
	Personal			S/.0.00
	Bienes			S/.35.00
	Servicios			S./ 213.99
<b>TOTAL</b>				<b>S/. 248.99</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 6**

*Estimación de costos necesarios para la implementación del proyecto*

<b>Naturaleza del Gasto</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Precio Total</b>
<b>Hardware</b>	Proyectores holográficos	2	\$/15,000.00	\$/30,000.00
	Servidores de procesamiento	1	\$/8,000.00	\$8,000.00
	Estaciones de trabajo	2	\$/2,500.00	\$/5,000.00
	Pantallas reflectoras	2	\$/1,500.00	\$/3,000.00
	Pack de Cableado y conectores	1	\$/500.00	\$/500.00
<b>Software</b>				
	Licencia de software 3D	1	\$/2,000.00	\$/2,000.00
	Software de integración	1	\$/1,500.00	\$/1,500.00
<b>Desarrollo de contenido</b>				
	Creación de animaciones	10	\$/1,500.00	\$/15,000.00
	Consultores históricos	2	\$/2,000.00	\$/4,000.00
<b>Logística e instalación</b>				
	Transporte e instalación	1	\$/5,000.00	\$/5,000.00
	Mantenimiento inicial	1	\$/3,000.00	\$/3,000.00
<b>Difusión y Publicación</b>				
	Pack Material promocional digital	1	\$/2,500.00	\$/2,500.00
	Campaña de lanzamiento	1	\$/5,000.00	\$/5,000.00
<b>Capacitación</b>				
	Entrenamiento técnico	2	\$/2,000.00	\$/2,000.00
<b>RESUMEN</b>				
	Hardware			\$/46,500.00
	Software			\$/3,500.00

Desarrollo de contenido	\$/19,000.00
Logística e instalación	\$/8,000.00
Difusión y Publicación	\$/7,500.00
Capacitación	\$/2,000.00
<b>TOTAL</b>	<b>\$/88,500.00</b>

---

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación de la tabla 6:** El costo estimado para la implementación del proyecto asciende a \$88,500. Este presupuesto incluye hardware especializado, software para diseño y sincronización, así como la creación de contenido histórico y la logística asociada. La inversión más significativa corresponde a los proyectores holográficos y los servidores necesarios para garantizar una proyección de alta calidad y estabilidad. Además, se considera una campaña promocional robusta para maximizar la visibilidad del proyecto en su lanzamiento. Finalmente, se prioriza la capacitación del personal para garantizar el correcto funcionamiento y mantenimiento del sistema.

#### IV. Resultado de investigación

##### 4.1. Análisis de resultados cuantitativos

**Variable:** Generación de hologramas en tiempo real mediante Inteligencia Artificial

**Dimensión 1:** Tiempo de procesamiento y calidad de imagen

**Ítem 1:** ¿Cómo calificaría la latencia en la generación de hologramas en tiempo real?

**Tabla 7**

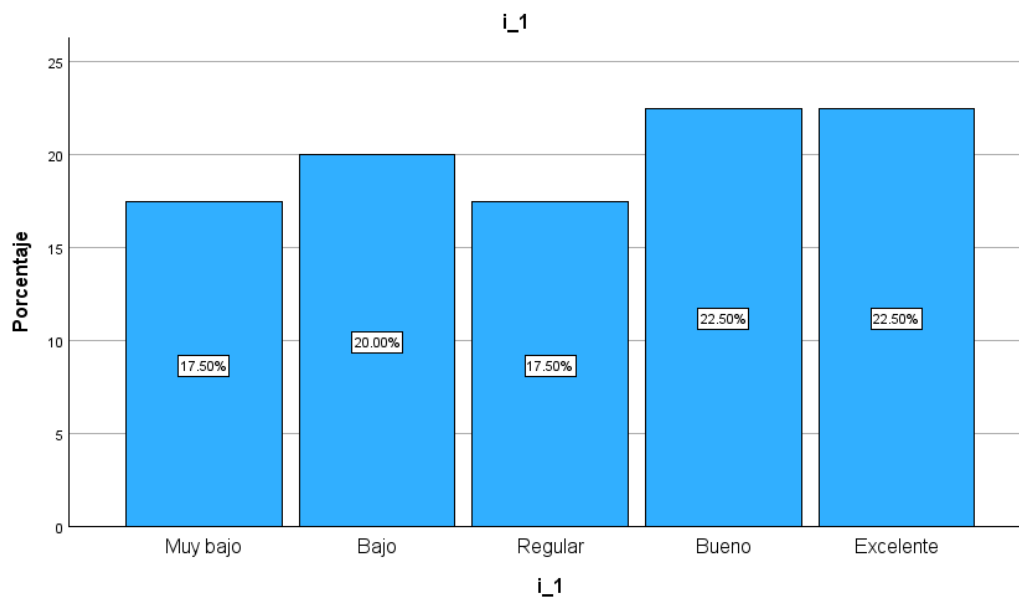
*Latencia de la generación de hologramas*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Muy bajo	7	%17.5	%17.5	%17.5
Bajo	8	%20.0	%20.0	%37.5
Regular	7	%17.5	%17.5	%55.0
Bueno	9	%22.5	%22.5	%77.5
Excelente	9	%22.5	%22.5	%100.0
Total	40	%100.0	%100.0	

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 1**

*Latencia de la generación de hologramas*



Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Se precisa que en la tabla 7 y en la figura 1, el 22.50% de los participantes/encuestados considera que la latencia es "buena" y un 22.50% la califica como "excelente". Un 20.00% opina que la latencia es "baja", mientras que el 17.50% de los encuestados la evalúa como "regular" y otro 17.50% la considera "muy baja". Este análisis sugiere que, aunque hay un grupo significativo de usuarios que perciben la latencia en la generación de hologramas como buena o excelente, una parte considerable aún ve margen de mejora, calificándola como baja, regular o muy baja. La distribución de opiniones resalta la necesidad de optimizar aún más la latencia para satisfacer las expectativas de todos los usuarios y lograr un rendimiento más consistente y satisfactorio en tiempo real.

**Ítem 2:** ¿Qué tan eficiente considera que es el procesamiento del sistema en términos de velocidad de operación?

**Tabla 8**

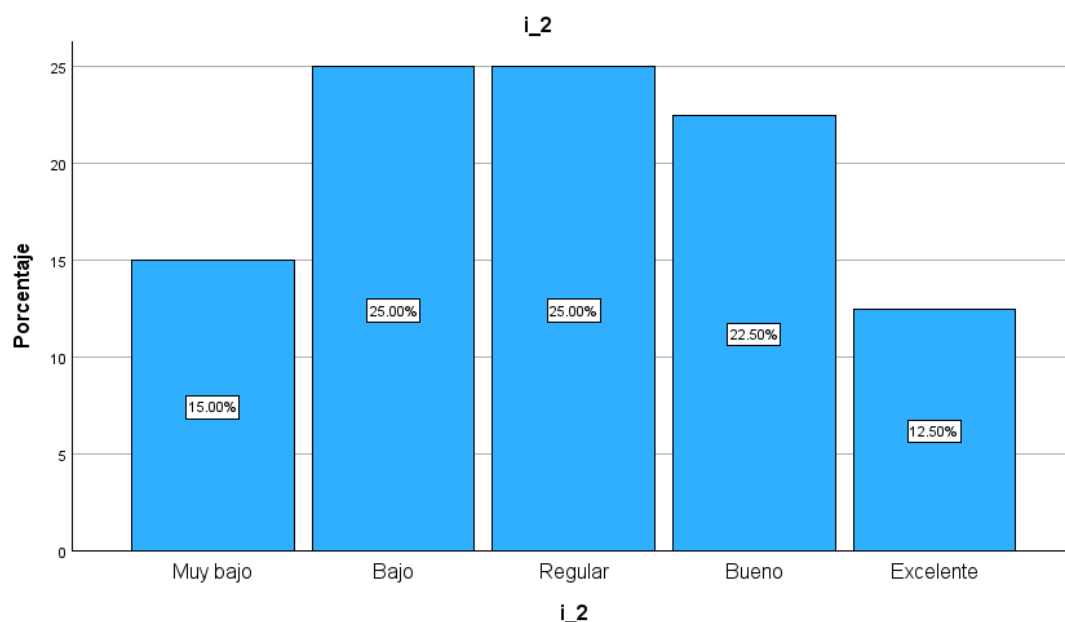
*Velocidad de procesamiento del sistema*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy bajo	6	%15.0	%15.0	%15.0
	Bajo	10	%25.0	%25.0	%40.0
	Regular	10	%25.0	%25.0	%65.0
	Bueno	9	%22.5	%22.5	%87.5
	Excelente	5	%12.5	%12.5	%100.0
	Total	40	%100.0	%100.0	

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 2**

*Velocidad de procesamiento del sistema*



Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Se precisa que en la tabla 8 y en la figura 2, el 25.00% de los participantes/encuestados considera que el procesamiento del sistema es "regular". Un 25.00% opina que es "bajo", mientras que un 22.50% lo evalúa como "bueno". Un 15.00% de los encuestados lo califica como "muy bajo", y un 12.50% lo considera "excelente". Este análisis sugiere que hay una distribución variada de opiniones sobre la eficiencia del procesamiento del sistema. Aunque hay una minoría que lo considera excelente, la mayoría percibe margen de mejora, con una proporción considerable calificándolo como regular o bajo. Esto indica la importancia de seguir optimizando el procesamiento del sistema para mejorar la velocidad de operación y satisfacer mejor las necesidades y expectativas de los usuarios.

**Ítem 3:** ¿Cómo evalúa la resolución espacial de los hologramas generados?

**Tabla 9**

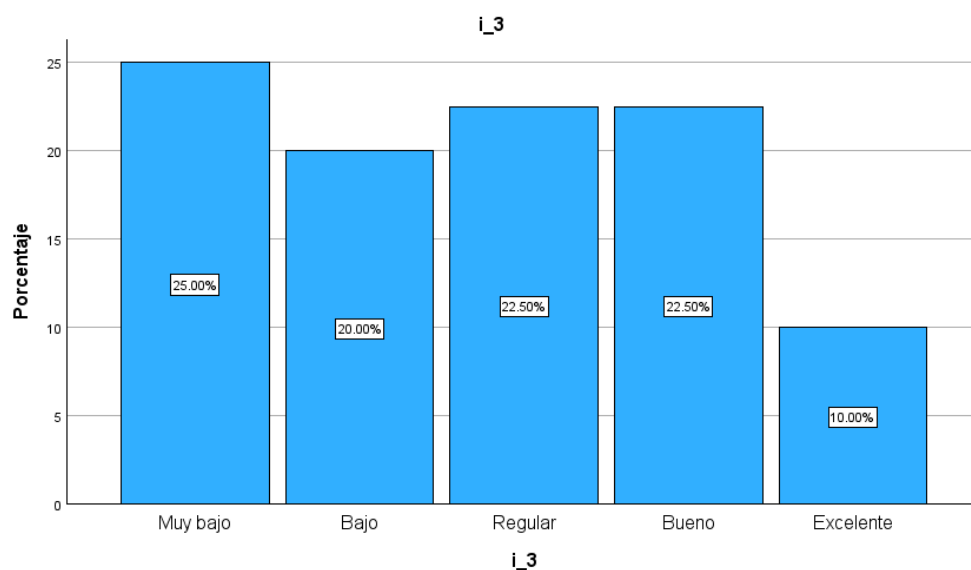
*Resolución espacial de hologramas*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido				
Muy bajo	10	%25.0	%25.0	%25.0
Bajo	8	%20.0	%20.0	%45.0
Regular	9	%22.5	%22.5	%67.5
Bueno	9	%22.5	%22.5	%90.0
Excelente	4	%10.0	%10.0	%100.0
Total	40	%100.0	%100.0	

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 3**

*Resolución espacial de hologramas*



Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Se precisa que en la tabla 9 y en la figura 3, el 25.00% de los participantes/encuestados considera que la resolución espacial es "muy baja". Un 20.00% opina que es "baja", mientras que un 22.50% la evalúa como "regular". Un 22.50% de los encuestados la califica como "buena", y un 10.50% la considera "excelente". Este análisis muestra una distribución variada de percepciones sobre la resolución espacial de los hologramas generados. Aunque una minoría la califica como excelente, la mayoría percibe que hay margen para mejorar, con una parte significativa indicando que la resolución es baja o muy baja. Esto subraya la importancia de mejorar la resolución espacial para proporcionar hologramas más nítidos y detallados, mejorando así la experiencia de usuario en aplicaciones de realidad aumentada y virtual.

**Ítem 4:** ¿Qué tan clara y detallada es la imagen holográfica?

**Tabla 10**

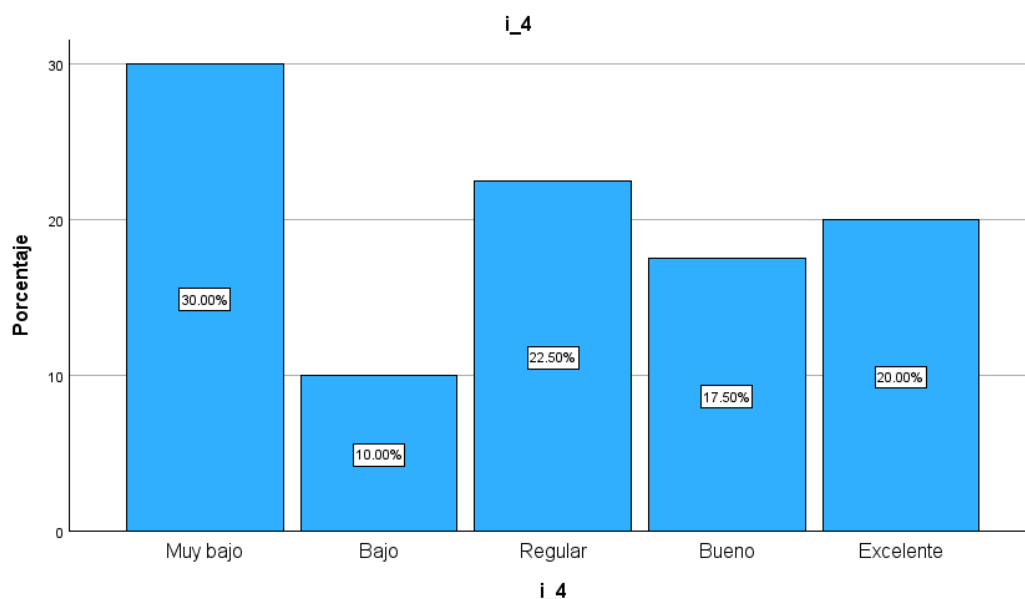
*Calidad de la imagen holográfica*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy bajo	12	%30.0	%30.0	%30.0
	Bajo	4	%10.0	%10.0	%40.0
	Regular	9	%22.5	%22.5	%62.5
	Bueno	7	%17.5	%17.5	%80.0
	Excelente	8	%20.0	%20.0	%100.0
	Total	40	%100.0	%100.0	

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 4**

*Calidad de la imagen holográfica*



Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Se precisa que en la tabla 10 y en la figura 4, el 30.00% de los participantes/encuestados considera que la imagen holográfica es "muy baja" en claridad y detalle. Un 10.00% opina que es "baja", mientras que un 22.50% la evalúa como "regular". Un 17.50% de los encuestados la califica como "buena", y un 20.00% la considera "excelente". Este análisis revela una distribución diversa de opiniones sobre la claridad y detalle de las imágenes holográficas. Aunque hay una proporción significativa que la califica como excelente, la mayoría percibe que hay margen para mejorar, con una parte considerable indicando que la claridad y detalle son bajos o muy bajos. Esto resalta la necesidad de mejorar la tecnología para proporcionar imágenes holográficas más claras y detalladas, mejorando así la experiencia visual y la utilidad de estas tecnologías en diversas aplicaciones.

**Ítem 5:** ¿Cómo calificaría la relación señal-ruido en los hologramas generados?

**Tabla 11**

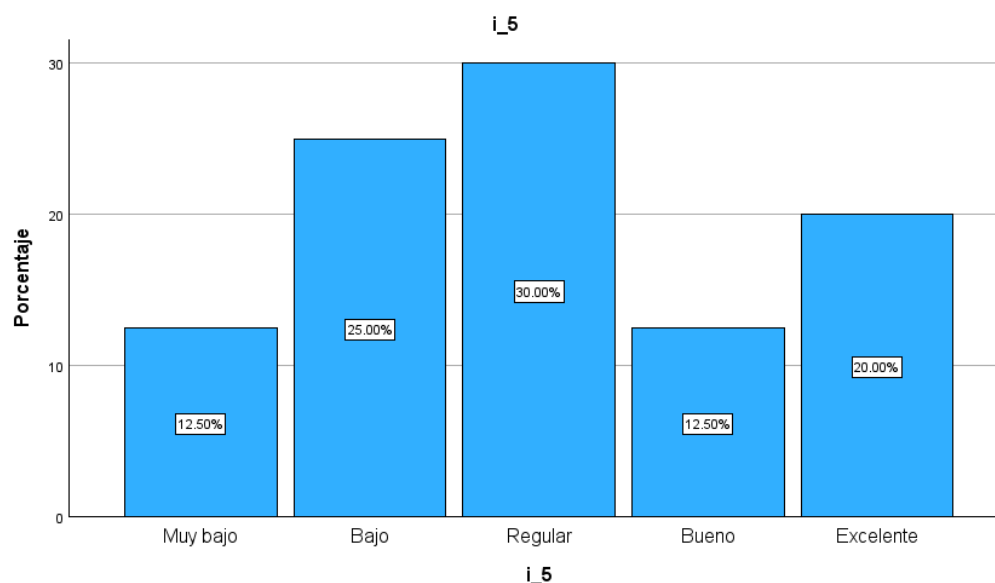
*Señal-ruido en los hologramas*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy bajo	5	%12.5	%12.5
	Bajo	10	%25.0	%37.5
	Regular	12	%30.0	%67.5
	Bueno	5	%12.5	%80.0
	Excelente	8	%20.0	%100.0
	Total	40	%100.0	

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5**

Señal-ruido en los hologramas



Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Se precisa que en la tabla 11 y en la figura 5, el 30.00% de los participantes/encuestados considera que la relación señal-ruido es "regular". Un 25.00% opina que es "baja", mientras que un 20.00% la evalúa como "excelente". Un 12.50% de los encuestados la califica como "muy baja", y otro 12.50% la considera "buena". Este análisis muestra una distribución variada de percepciones sobre la relación señal-ruido en los hologramas generados. Aunque una minoría la califica como excelente, la mayoría percibe que hay margen para mejorar, con una proporción considerable indicando que la relación señal-ruido es baja o regular. Esto destaca la importancia de optimizar la relación señal-ruido para mejorar la calidad de los hologramas y reducir el ruido perceptible, lo que podría mejorar significativamente la experiencia visual y la utilidad de estas tecnologías.

**Ítem 6:** ¿Qué tan ruidosa encuentra la imagen holográfica generada?

**Tabla 12**

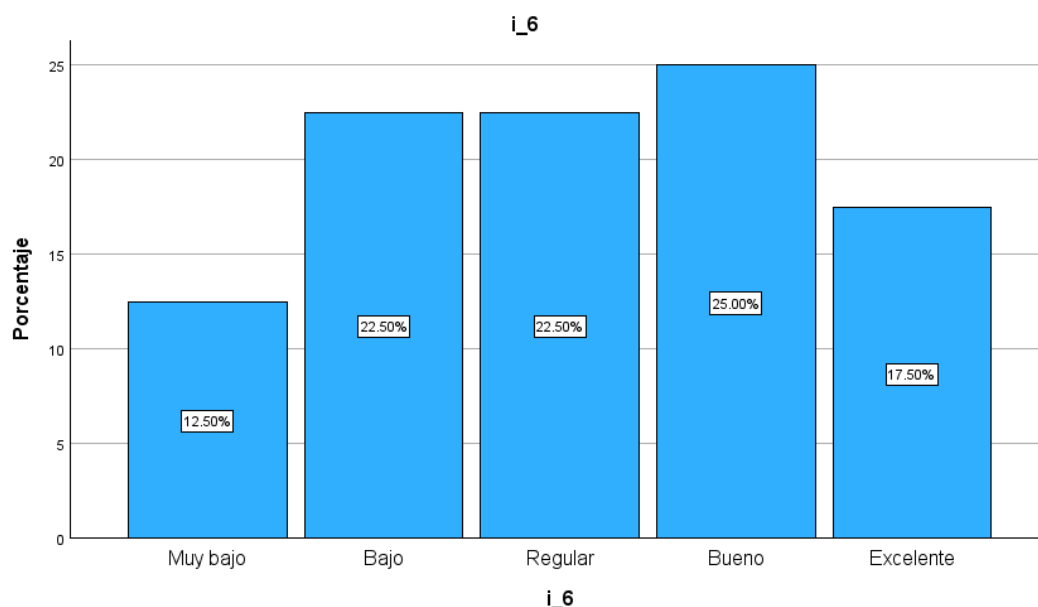
Ruido en los hologramas

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy bajo	5	%12.5	%12.5
	Bajo	9	%22.5	%35.0
	Regular	9	%22.5	%57.5
	Bueno	10	%25.0	%82.5
	Excelente	7	%17.5	%100.0
	Total	40	%100.0	%100.0

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 6**

*Ruido en los hologramas*



Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Se precisa que en la tabla 12 y en la figura 6, el 25.00% de los participantes/encuestados la considera "buena". Un 22.50% opina que es "baja", mientras que un 17.50% la evalúa como "excelente". Un 22.50% de los encuestados la califica como "regular", y otro 12.50% la encuentra "muy baja". Este análisis revela una distribución diversa de opiniones sobre el nivel de ruido en las imágenes holográficas generadas. Aunque hay una parte que la califica como excelente, la mayoría percibe que hay margen para mejorar, con una proporción considerable indicando que la imagen holográfica es baja en ruido o ruidosa en diferentes grados. Esto subraya la importancia de reducir el ruido perceptible en las imágenes holográficas para mejorar su claridad y utilidad en diversas aplicaciones tecnológicas.

**Ítem 7:** ¿Qué tan constante es la frecuencia de cuadros por segundo durante la generación de hologramas?

**Tabla 13**

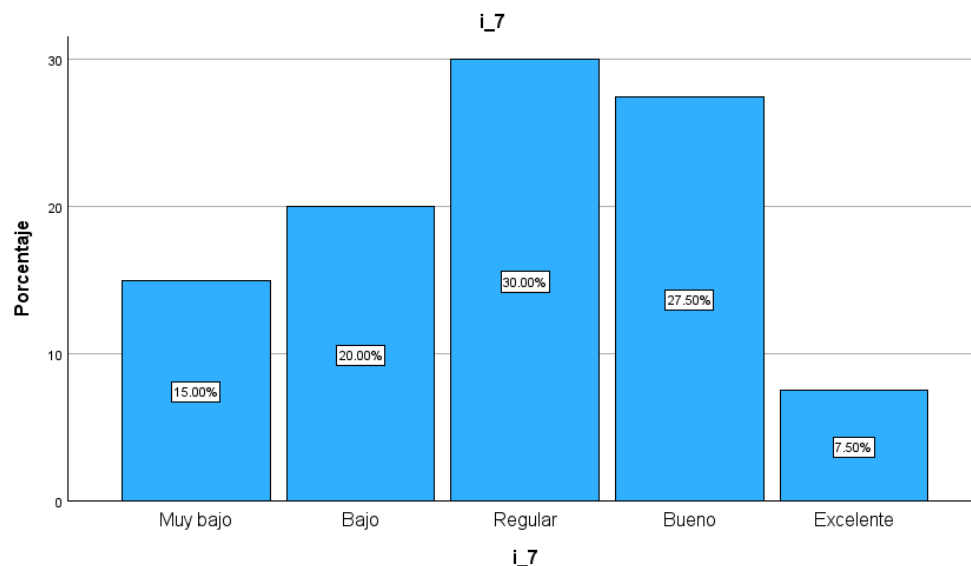
*Constancia de fps en los hologramas*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy bajo	6	%15.0	%15.0
	Bajo	8	%20.0	%35.0
	Regular	12	%30.0	%65.0
	Bueno	11	%27.5	%92.5
	Excelente	3	%7.5	%100.0
	Total	40	%100.0	%100.0

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 7**

*Constancia de fps en los hologramas*



Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Se precisa que en la tabla 13 y en la figura 7, el 30.00% de los participantes/encuestados la considera "regular". Un 27.50% opina que es "buena", mientras que un 15.00% la evalúa como "muy baja". Un 20.00% de los encuestados la califica como "baja", y un 7.50% la encuentra "excelente". Este análisis muestra una distribución variada de percepciones sobre la constancia de la frecuencia de cuadros por segundo en la generación de hologramas. Aunque una minoría la califica como excelente, la mayoría percibe que hay margen para mejorar, con una proporción considerable indicando que la frecuencia de cuadros por segundo es regular o muestra fluctuaciones notables. Esto resalta la importancia de optimizar la consistencia en la frecuencia de cuadros para mejorar la experiencia visual y la estabilidad de los hologramas generados.

A continuación, se precisa la distribución de frecuencias (f), en base a los siete ítems de medición establecidos (i-1; i-7) para la dimensión uno, decisión basada en la información de variable independiente *Generación de hologramas en tiempo real mediante Inteligencia Artificial*:

**Tabla 14**

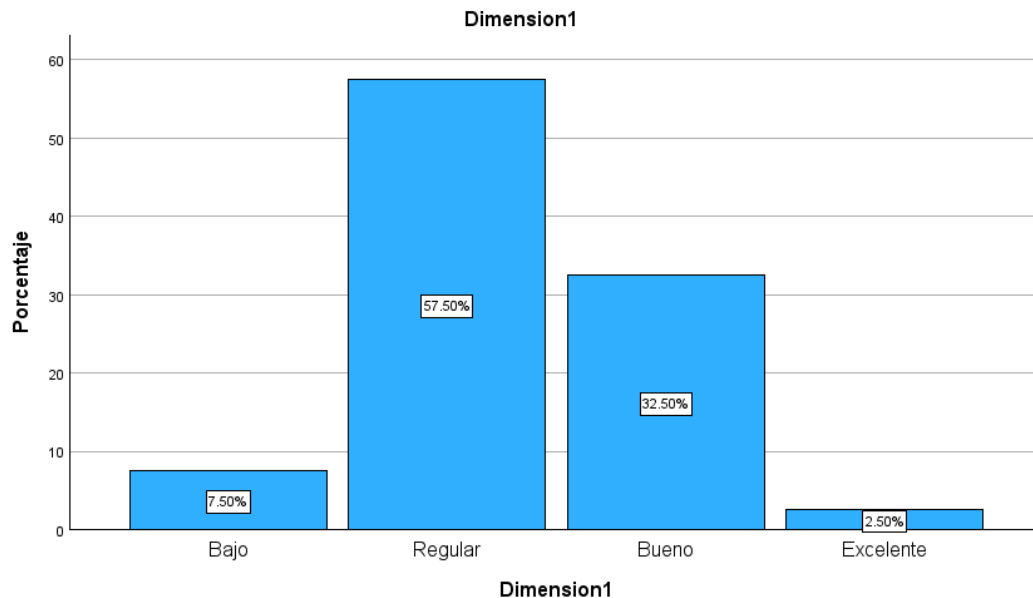
*Tiempo de procesamiento y calidad de la imagen*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	3	%7.5	%7.5
	Regular	23	%57.5	%65.0
	Bueno	13	%32.5	%97.5
	Excelente	1	%2.5	%100.0
	Total	40	%100.0	%100.0

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 8**

*Tiempo de procesamiento y calidad de la imagen*



Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** En relación con la pregunta sobre "Tiempo de procesamiento y calidad de imagen", en la tabla 14 y figura 8 respectivas, se observa que el 57.50% de los participantes/encuestados considera que esta dimensión es "regular". Un 32.50% opina que es "buena" y solo un 2.50% la califica como "excelente". Este resultado sugiere que, aunque hay avances en el tiempo de procesamiento y la calidad de imagen, la mayoría de los encuestados percibe que aún hay aspectos significativos por mejorar para alcanzar un nivel plenamente satisfactorio. La predominancia de la calificación "regular" indica que los usuarios ven un desempeño aceptable, pero no óptimo. El hecho de que una porción significativa lo considere "bueno" muestra que hay elementos positivos, aunque no suficientes para ser considerados excelentes. La baja valoración de "excelente" resalta la necesidad de seguir innovando y optimizando estos aspectos para satisfacer mejor las expectativas de los usuarios.

**Dimensión 2:** Estabilidad del sistema

**Ítem 8:** ¿Cómo evaluaría la fluidez de los hologramas en términos de FPS?

**Tabla 15**

*Fluides de los hologramas*

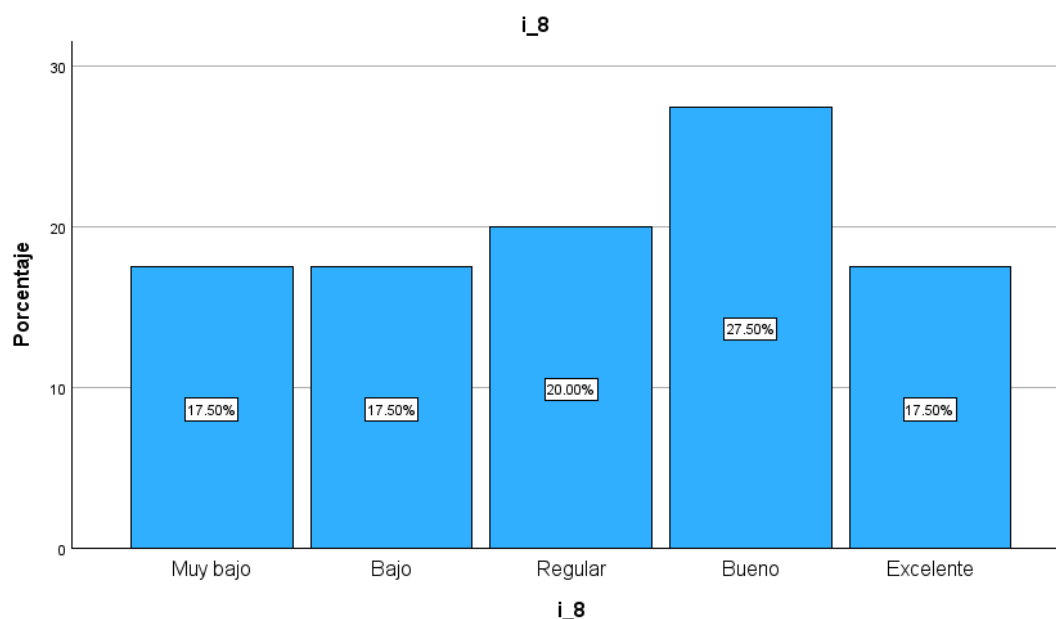
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy bajo	7	%17.5	%17.5
	Bajo	7	%17.5	%35.0

Regular	8	%20.0	%20.0	%55.0
Bueno	11	%27.5	%27.5	%82.5
Excelente	7	%17.5	%17.5	%100.0
Total	40	%100.0	%100.0	

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 9**

*Fluides de los hologramas*



Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Se precisa que en la tabla 15 y en la figura 9, en relación con la pregunta sobre la fluidez de los hologramas en términos de FPS (cuadros por segundo), el 27.50% de los participantes/encuestados considera que la fluidez es "buena". Un 20.00% de los encuestados la evalúa como "regular", mientras que otro 17.50% la encuentra "bajo" fluida y un 17.50% la califica como "muy bajo" fluida. Además, un 17.50% adicional la considera "excelente" fluida. Este contraste indica que las opiniones están distribuidas, pero con una percepción moderadamente positiva de la fluidez de los hologramas.

**Ítem 9:** ¿Con qué frecuencia experimenta interrupciones o caídas en la tasa de FPS?

**Tabla 16**

*Frecuencia de interrupciones o caídas en FPS*

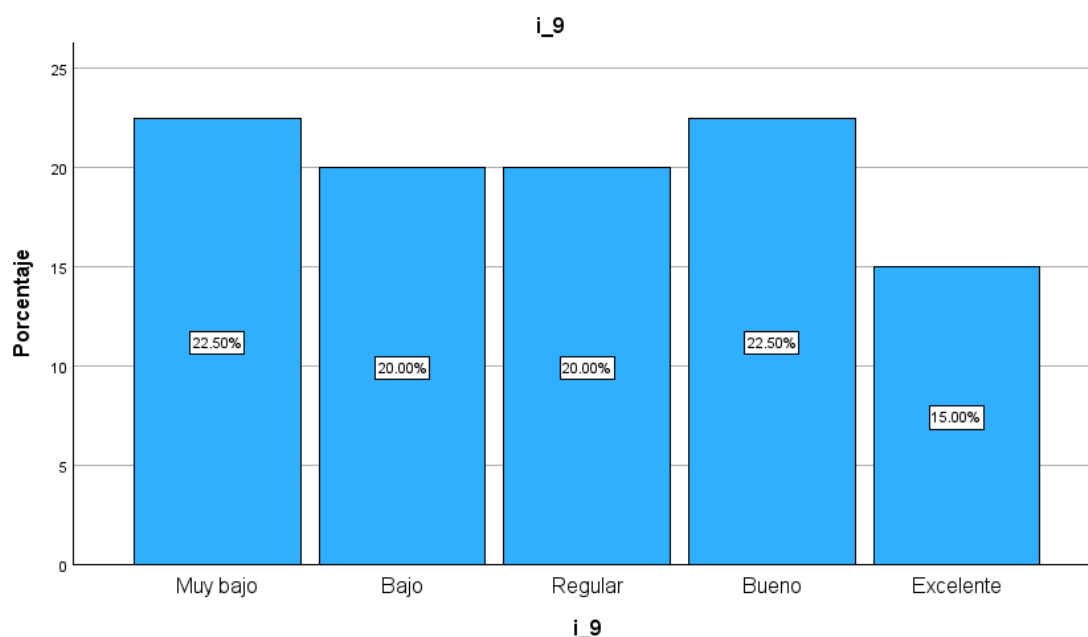
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy bajo	9	%22.5	%22.5
	Bajo	8	%20.0	%42.5

Regular	8	%20.0	%20.0	%62.5
Bueno	9	%22.5	%22.5	%85.0
Excelente	6	%15.0	%15.0	%100.0
Total	40	%100.0	%100.0	

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 10**

*Frecuencia de interrupciones o caídas en FPS*



Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Se precisa que en la tabla 16 y en la figura 10, en relación con la pregunta sobre la frecuencia de interrupciones o caídas en la tasa de FPS (cuadros por segundo), el 22.50% de los participantes/encuestados indica que la experimenta interrupciones "muy bajo" dando a entender que la calidad de esto se tiene que mejorar aún. Otro 22.50% considera que las interrupciones son "buenas", es decir, ocurren con poca frecuencia. Un 20.00% de los encuestados experimenta interrupciones catalogándolo como "bajo" en nivel de calidad, mientras que otro 20.00% las experimenta "regularmente". Un 15.00% adicional experimenta interrupciones "Excelente" dando entender que es muy poco frecuente. Este contraste muestra que, aunque una parte significativa no experimenta interrupciones, una proporción notable reporta problemas ocasionales o frecuentes con la estabilidad de la tasa de FPS.

**Ítem 10:** ¿Qué tan variable es la frecuencia de cuadros por segundo durante el uso del sistema?

**Tabla 17**

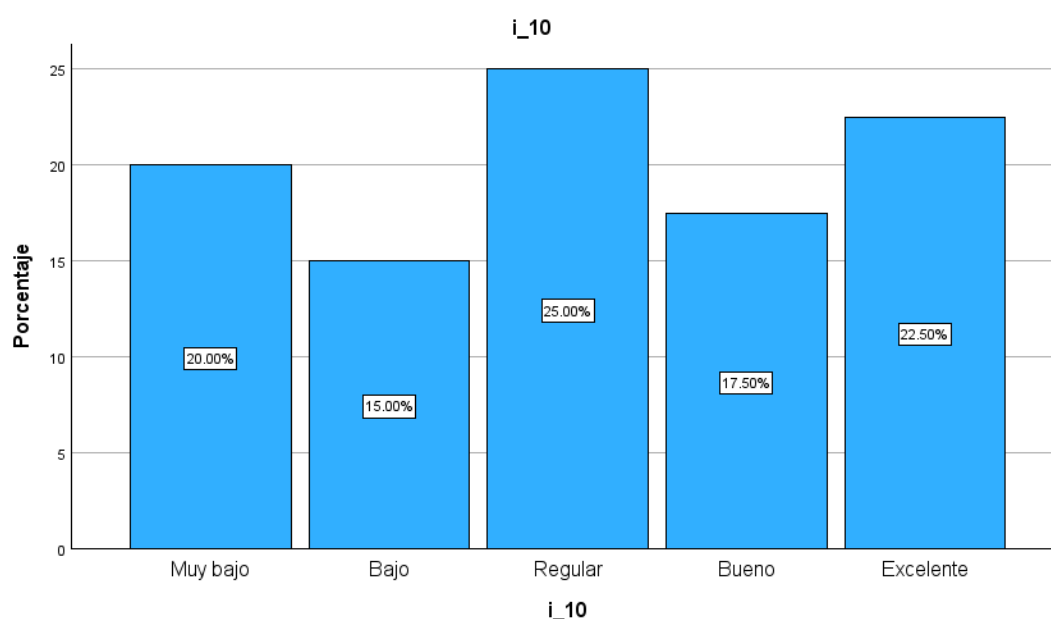
Frecuencia de fps del sistema

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy bajo	8	%20.0	%20.0	%20.0
	Bajo	6	%15.0	%15.0	%35.0
	Regular	10	%25.0	%25.0	%60.0
	Bueno	7	%17.5	%17.5	%77.5
	Excelente	9	%22.5	%22.5	%100.0
	Total	40	%100.0	%100.0	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 11

Frecuencia de fps del sistema



Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Se precisa que en la tabla 17 y en la figura 11, en relación con la pregunta sobre la variabilidad de la frecuencia de cuadros por segundo durante el uso del sistema, el 25.00% de los participantes/encuestados considera que la variabilidad es "regular". Un 22.50% de los encuestados la encuentra "mucho" variable, mientras que un 20.00% indica que no hay variabilidad en poco frecuente "muy bajo". Un 17.50% de los participantes opina que la variabilidad es "buena", y un 15.00% la califica como "bajo". Este contraste indica que las opiniones están distribuidas, con una percepción predominante de variabilidad en la frecuencia de cuadros por segundo, especialmente en las categorías "regular" y "Excelente".

**Ítem 11:** ¿Qué tan adecuado es el hardware que utiliza para la generación de hologramas?

**Tabla 18**

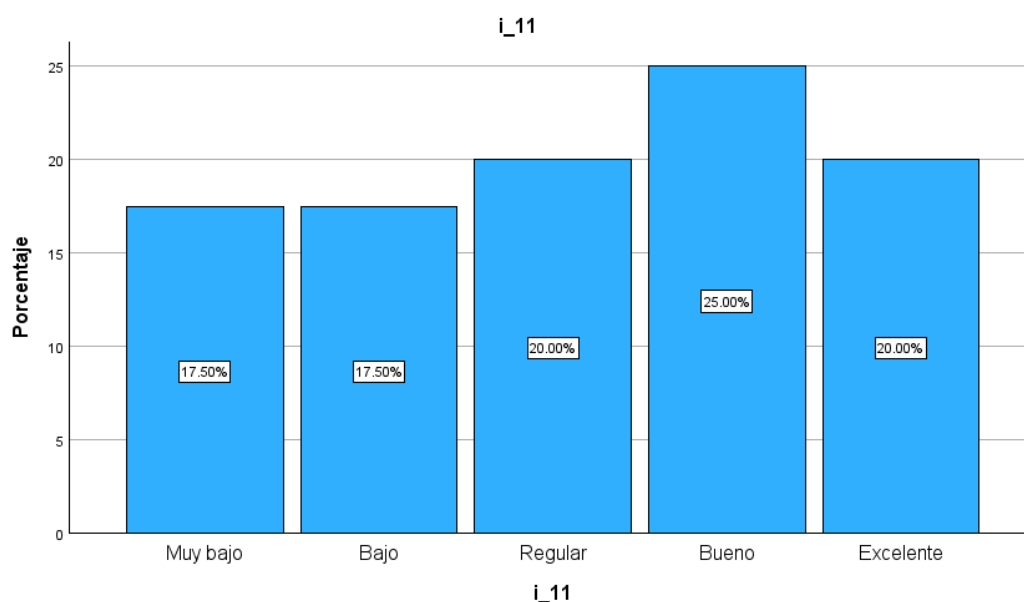
*Calidad de hardware para hologramas*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy bajo	7	%17.5	%17.5	%17.5
	Bajo	7	%17.5	%17.5	%35.0
	Regular	8	%20.0	%20.0	%55.0
	Bueno	10	%25.0	%25.0	%80.0
	Excelente	8	%20.0	%20.0	%100.0
	Total	40	%100.0	%100.0	

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 12**

*Calidad de hardware para hologramas*



Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Se precisa que en la tabla 18 y en la figura 12, en relación con la pregunta sobre la adecuación del hardware utilizado para la generación de hologramas, el 25.00% de los participantes/encuestados considera que es "bueno". Un 20.00% de los encuestados califica el hardware como "excelente", mientras que un 20.00% lo encuentra "regular". Un 17.50% opina que es "muy bajo", y otro 17.50% lo encuentra "bajo". Esta distribución muestra que las opiniones están relativamente distribuidas, con una percepción destacada de que el hardware es adecuado en términos generales, ya que una proporción significativa de encuestados (25.00%) lo considera "bueno".

**Ítem 12:** ¿Consideraría que el hardware actual que se utiliza está preparado para este tipo de tecnologías?

**Tabla 19**

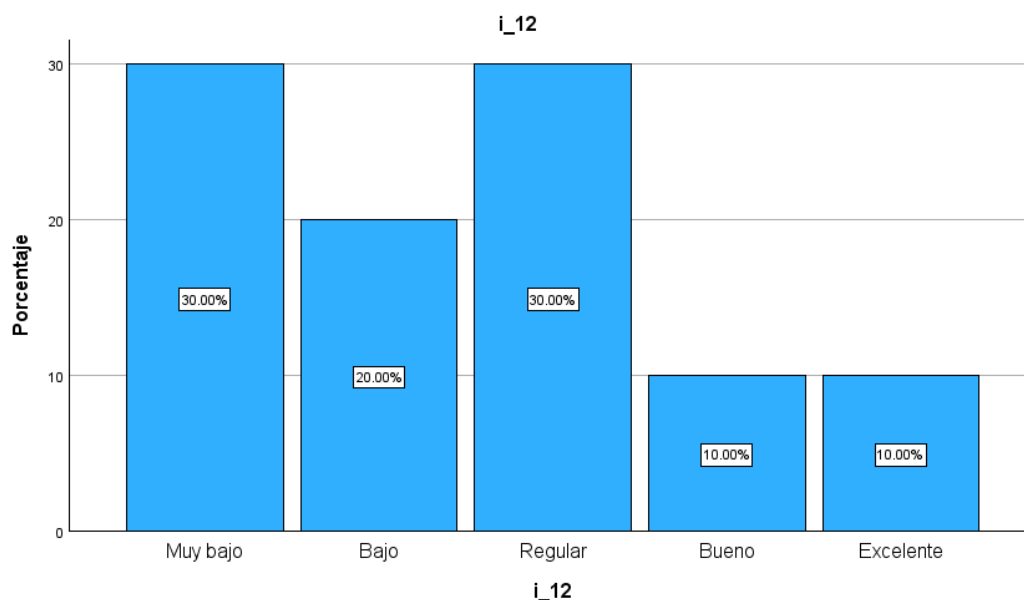
*Avance tecnológico del hardware para los hologramas*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy bajo	12	%30.0	%30.0	%30.0
	Bajo	8	%20.0	%20.0	%50.0
	Regular	12	%30.0	%30.0	%80.0
	Bueno	4	%10.0	%10.0	%90.0
	Excelente	4	%10.0	%10.0	%100.0
	Total	40	%100.0	%100.0	

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 13**

*Avance tecnológico del hardware para los hologramas*



Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Se precisa que en la tabla 19 y en la figura 13, en relación con la pregunta sobre si el hardware actual utilizado está preparado para este tipo de tecnologías, el 30.00% de los participantes/encuestados considera que es "regular". Un 30.00% de los encuestados opina que el hardware está "muy bajo" preparado para estas tecnologías, mientras que otro 20.00% lo encuentra "bajo". Un 10.00% de los participantes califica el hardware como "bueno", y otro 10.00% lo considera "excelente". Esta distribución indica que hay una percepción mixta sobre la preparación del

hardware actual para este tipo de tecnologías, con una proporción considerable que lo ve como menos adecuado ("muy bajo" y "bajo").

**Ítem 13:** ¿Cómo evalúa las mejoras recientes en los algoritmos de generación de hologramas?

**Tabla 20**

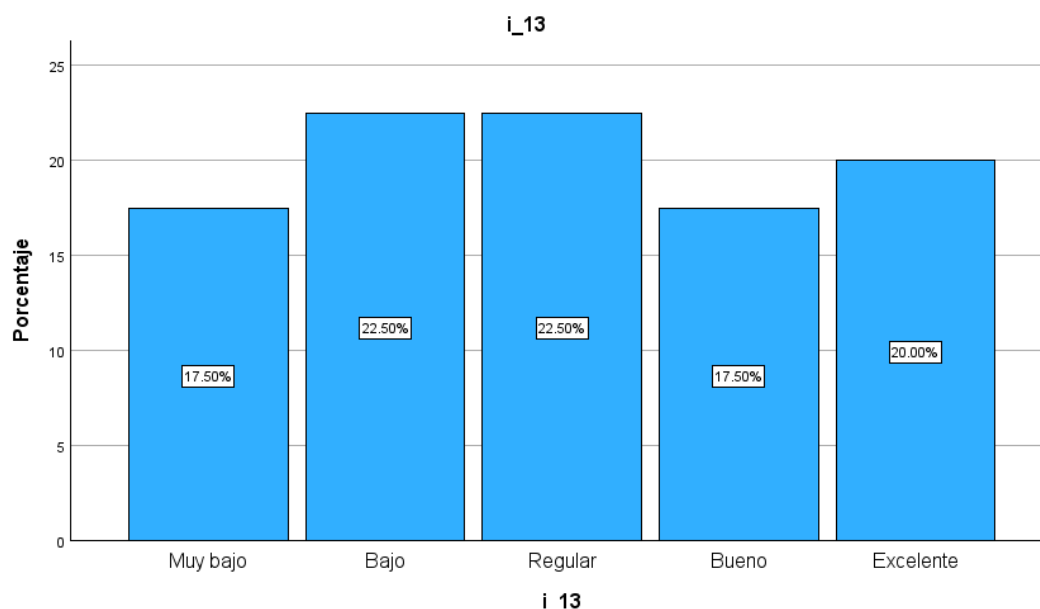
*Avance en los algoritmos para la generación de hologramas*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy bajo	7	%17.5	%17.5
	Bajo	9	%22.5	%40.0
	Regular	9	%22.5	%62.5
	Bueno	7	%17.5	%80.0
	Excelente	8	%20.0	%100.0
	Total	40	%100.0	%100.0

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 14**

*Avance en los algoritmos para la generación de hologramas*



Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Se precisa que en la tabla 20 y en la figura 14, en relación con la pregunta sobre la evaluación de las mejoras recientes en los algoritmos de generación de hologramas, el 22.50% de los participantes/encuestados considera que las mejoras son "regular". Un 20.00% de

los encuestados califica las mejoras como "excelentes", mientras que otro 22.50% las encuentra "bajas". Un 17.50% opina que las mejoras son "buenas", y un 17.50% las considera "muy bajas". Esta distribución muestra una variedad de opiniones, pero con una proporción notable que valora positivamente las mejoras recientes en los algoritmos de generación de hologramas.

**Ítem 14:** ¿Qué tan efectivos considera los algoritmos actuales para la generación de hologramas en términos de calidad de imagen?

**Tabla 21**

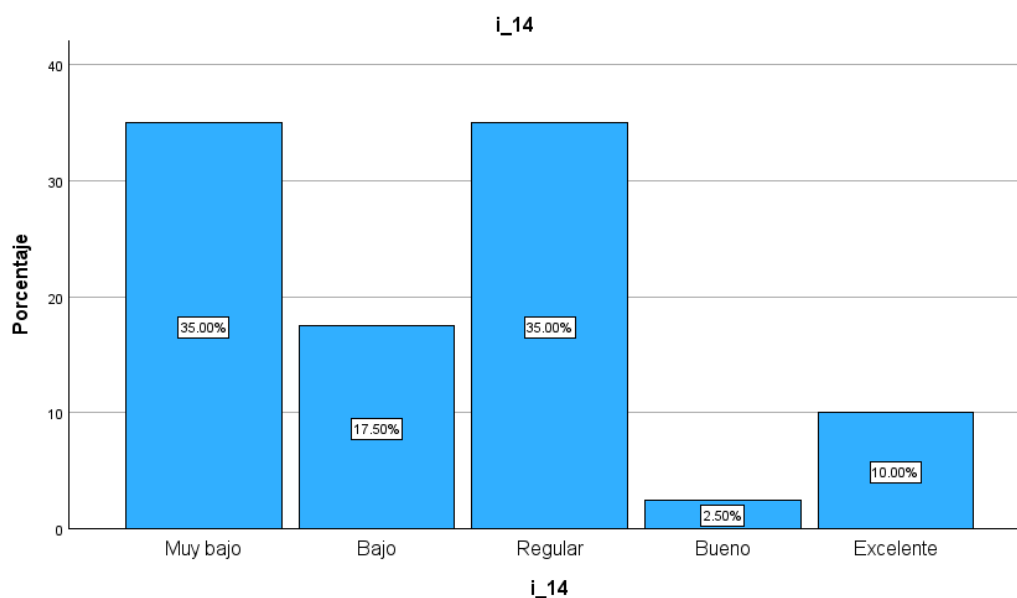
*Efectividad de los algoritmos en calidad de imagen*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy bajo	14	%35.0	%35.0	%35.0
	Bajo	7	%17.5	%17.5	%52.5
	Regular	14	%35.0	%35.0	%87.5
	Bueno	1	%2.5	%2.5	%90.0
	Excelente	4	%10.0	%10.0	%100.0
	Total	40	%100.0	%100.0	

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 15**

*Efectividad de los algoritmos en calidad de imagen*



Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Se precisa que en la tabla 21 y en la figura 15, en relación con la pregunta sobre la efectividad de los algoritmos actuales para la generación de hologramas en términos de calidad de imagen, el 35.00% de los participantes/encuestados considera que la efectividad es "regular". Un 35.00% de los encuestados opina que los algoritmos son "muy bajos" en términos de calidad de imagen, mientras que un 17.50% los encuentra "bajos". Un 10.00% de los participantes califica los algoritmos como "excelentes", y un 2.50% los considera "buenos". Esta distribución muestra una percepción mayoritariamente crítica hacia la efectividad de los algoritmos actuales, con una proporción significativa que los evalúa como poco efectivos en cuanto a la calidad de imagen.

**Ítem 15:** ¿Consideraría que los algoritmos o métodos actuales para la generación de hologramas es lo suficientemente buena para poder cumplir con los resultados que se espera?

**Tabla 22**

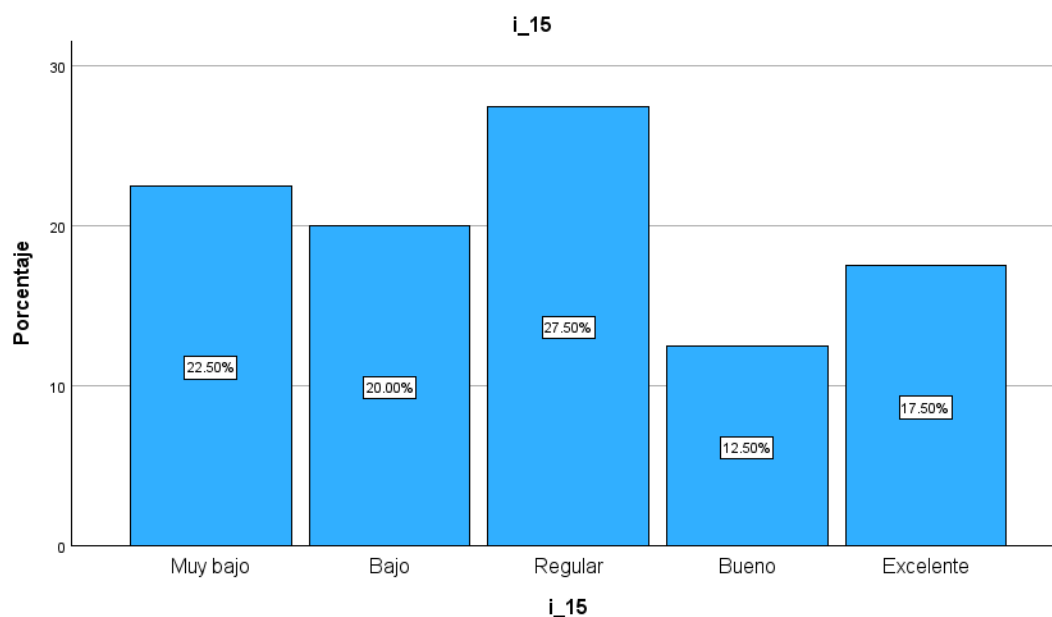
*Efectividad de los algoritmos en los hologramas*

		<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje válido</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
Válido	Muy bajo	9	%22.5	%22.5	%22.5
	Bajo	8	%20.0	%20.0	%42.5
	Regular	11	%27.5	%27.5	%70.0
	Bueno	5	%12.5	%12.5	%82.5
	Excelente	7	%17.5	%17.5	%100.0
	Total	40	%100.0	%100.0	

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 16**

*Efectividad de los algoritmos en los hologramas*



Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Se precisa que en la tabla 22 y en la figura 16, en relación con la pregunta sobre si los algoritmos o métodos actuales para la generación de hologramas son suficientemente buenos para cumplir con los resultados esperados, el 27.50% de los participantes/encuestados considera que son "regulares". Un 22.50% de los encuestados opina que son "muy bajos" en términos de cumplimiento de resultados esperados, mientras que otro 20.00% los encuentra "bajos". Un 17.50% de los participantes califica los algoritmos como "excelentes", y un 12.50% los considera "buenos". Esta distribución muestra una percepción variada, pero con una proporción considerable que no considera que los algoritmos actuales sean suficientemente buenos para cumplir con los resultados esperados.

A continuación, se precisa la distribución de frecuencias (f), en base a los ocho ítems de medición establecidos (i-8; i-15) para la dimensión uno, decisión basada en la información de variable independiente *Generación de hologramas en tiempo real mediante Inteligencia Artificial*:

**Tabla 23**

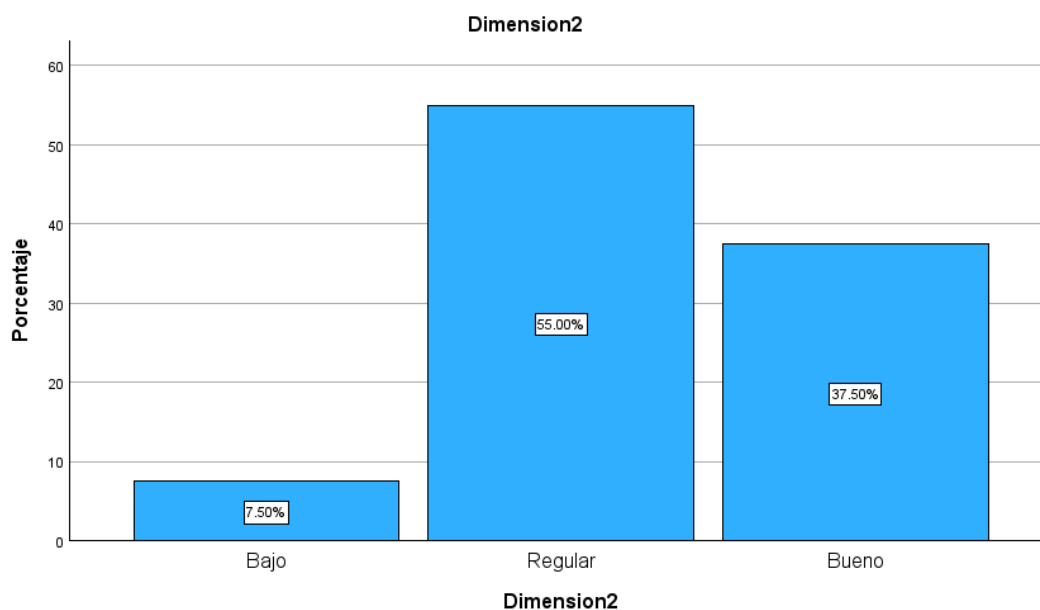
*Estabilidad del sistema*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	3	%7.5	%7.5
	Regular	22	%55.0	%62.5
	Bueno	15	%37.5	%100.0
	Total	40	%100.0	%100.0

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 17**

*Estabilidad del sistema*



Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** En relación con la dimensión "Estabilidad del sistema" en la tabla 23 y figura 17, se observa que el 55.00% de los participantes/encuestados considera que esta dimensión es "regular". Un 37.50% opina que es "buena", mientras que un 7.50% la califica como "baja". Este resultado sugiere que, aunque hay un reconocimiento de estabilidad en el sistema, la mayoría de los encuestados percibe que todavía existen áreas significativas por mejorar para alcanzar un nivel plenamente satisfactorio. La predominancia de la calificación "regular" indica que los usuarios ven la estabilidad del sistema como aceptable, pero no óptima. El hecho de que una porción significativa lo considere "buena" muestra que hay elementos positivos de estabilidad, aunque no suficientes para ser considerados excelentes. La baja valoración de "baja" resalta que una minoría de usuarios tiene experiencias negativas, subrayando la necesidad de seguir optimizando la estabilidad del sistema para satisfacer mejor las expectativas de los usuarios.

### Dimensión 3: Contexto Tecnológico y Social

**Ítem 16:** ¿En la actualidad el nivel de inversión que hay para el desarrollo de estas tecnologías es lo suficientemente buena?

#### Tabla 24

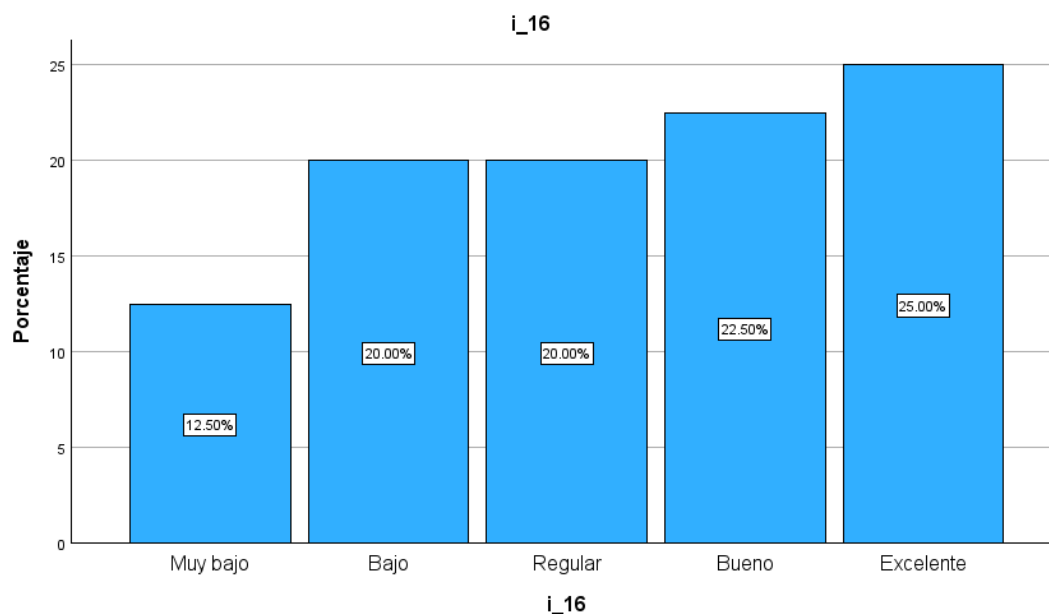
*Inversión para el desarrollo de hologramas*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy bajo	5	%12.5	%12.5	%12.5
	Bajo	8	%20.0	%20.0	%32.5
	Regular	8	%20.0	%20.0	%52.5
	Bueno	9	%22.5	%22.5	%75.0
	Excelente	10	%25.0	%25.0	%100.0
	Total	40	%100.0	%100.0	

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 18**

*Inversión para el desarrollo de hologramas*



Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Se precisa que en la tabla 24 y en la figura 18, en relación con la pregunta sobre si el nivel de inversión actual para el desarrollo de estas tecnologías es suficientemente bueno, el 25.50% de los participantes/encuestados considera que es "excelente". Un 22.50% de los encuestados opina que es "bueno", mientras que otro 20.00% lo encuentra "regular". Un 20.00% de los participantes califica el nivel de inversión como "bajo", y un 12.50% lo considera "muy bajo". Esta distribución muestra una percepción variada, pero con una proporción significativa que valora positivamente el nivel de inversión actual para el desarrollo de estas tecnologías.

**Ítem 17:** ¿Cómo evaluaría el avance hasta el día de hoy en estas tecnologías a nivel mundial?

**Tabla 25**

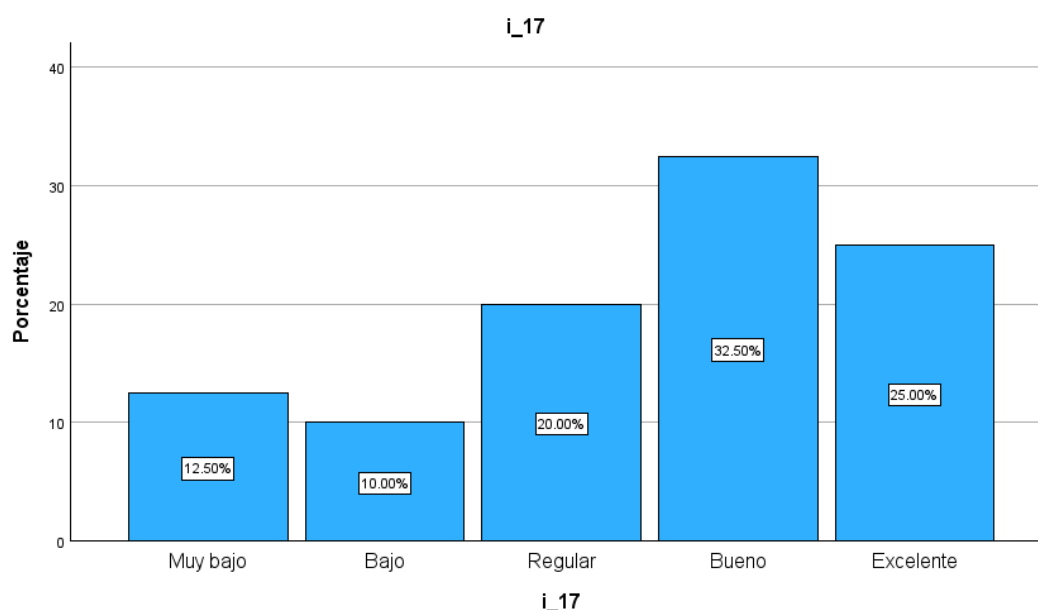
*Avance tecnológico en los hologramas globalmente*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy bajo	5	%12.5	%12.5	%12.5
	Bajo	4	%10.0	%10.0	%22.5
	Regular	8	%20.0	%20.0	%42.5
	Bueno	13	%32.5	%32.5	%75.0
	Excelente	10	%25.0	%25.0	%100.0
	Total	40	%100.0	%100.0	

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 19**

*Avance tecnológico en los hologramas globalmente*



Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Se precisa que en la tabla 25 y en la figura 19, en relación con la pregunta sobre cómo se evaluaría el avance hasta el día de hoy en estas tecnologías a nivel mundial, el 32.50% de los participantes/encuestados considera que el avance es "bueno". Un 25.00% de los encuestados opina que es "excelente", mientras que un 20.00% lo encuentra "regular". Un 12.50% de los participantes califica el avance como "muy bajo", y un 10.00% lo considera "bajo". Esta distribución muestra una percepción predominantemente positiva sobre el avance de estas tecnologías a nivel mundial, con una proporción considerable que lo evalúa como "bueno" o "excelente".

Ítem 18: ¿Cómo evaluaría el avance hasta el día de hoy en estas tecnologías a nivel de su país?

**Tabla 26**

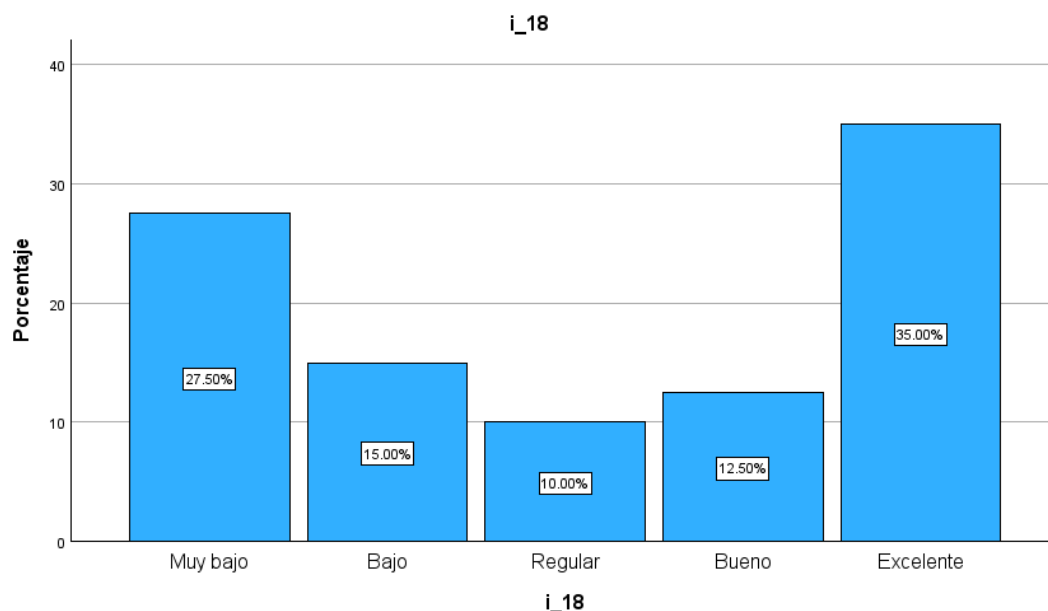
*Avance tecnológico de hologramas en el país*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy bajo	11	%27.5	%27.5	%27.5
	Bajo	6	%15.0	%15.0	%42.5
	Regular	4	%10.0	%10.0	%52.5
	Bueno	5	%12.5	%12.5	%65.0
	Excelente	14	%35.0	%35.0	%100.0
	Total	40	%100.0	%100.0	

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 20**

*Avance tecnológico de hologramas en el país*



Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Se precisa que en la tabla 26 y en la figura 20, en relación con la pregunta sobre cómo se evaluaría el avance hasta el día de hoy en estas tecnologías a nivel de su país, el 35.00% de los participantes/encuestados considera que el avance es "excelente". Un 27.50% de los encuestados opina que es "muy bajo", mientras que un 15.00% lo encuentra "bajo". Un 12.50% de los participantes califica el avance como "bueno", y un 10.00% lo considera "regular". Esta distribución muestra una percepción variada, pero con una proporción notable que valora positivamente el avance de estas tecnologías a nivel nacional.

Ítem 19: ¿En qué medida considera importante el desarrollo de esta tecnología para la sociedad?

Tabla 27

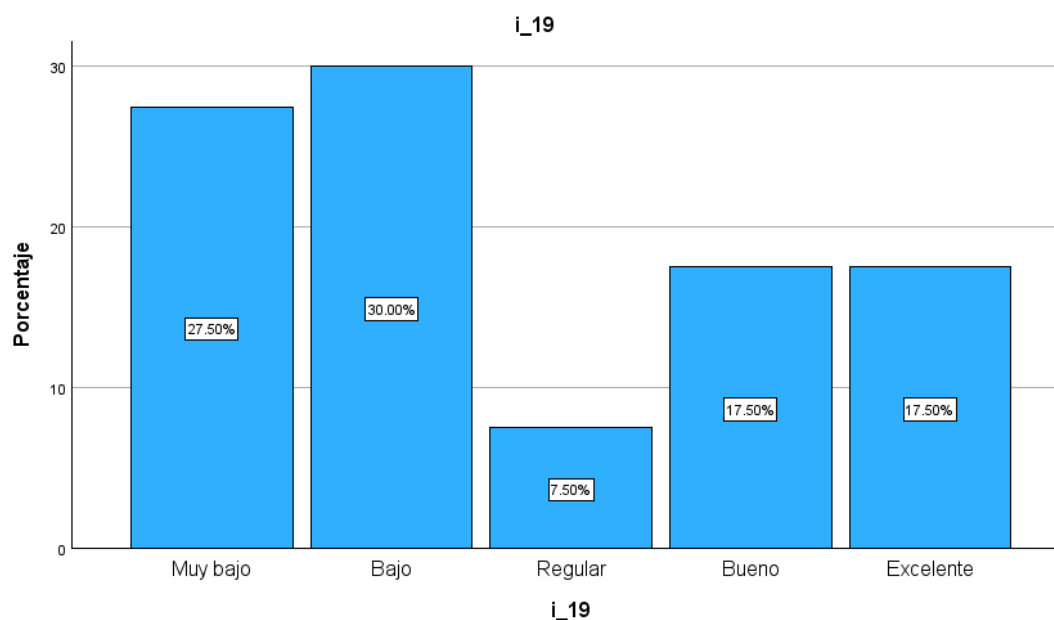
Importancia de los hologramas en la sociedad

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy bajo	11	%27.5	%27.5	%27.5
	Bajo	12	%30.0	%30.0	%57.5
	Regular	3	%7.5	%7.5	%65.0
	Bueno	7	%17.5	%17.5	%82.5
	Excelente	7	%17.5	%17.5	%100.0
	Total	40	%100.0	%100.0	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 21

Importancia de los hologramas en la sociedad



Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Se precisa que en la tabla 27 y en la figura 21, en relación con la pregunta sobre en qué medida se considera importante el desarrollo de esta tecnología para la sociedad, el 30.00% de los participantes/encuestados considera que es "bajo". Un 27.50% opina que es "muy bajo", mientras que un 17.50% lo encuentra "bueno" y otro 17.50% lo evalúa como "excelente". Un 7.50% de los participantes califica la importancia como "regular". Esta distribución muestra una percepción variada sobre la importancia del desarrollo de esta tecnología para la sociedad, con una

proporción significativa que la considera de importancia limitada debido a las limitaciones tecnológicas.

**Ítem 20:** ¿Qué tan complicado o difícil considera que sería dedicarse a este tipo de investigación para alguien con conocimientos de tecnología?

**Tabla 28**

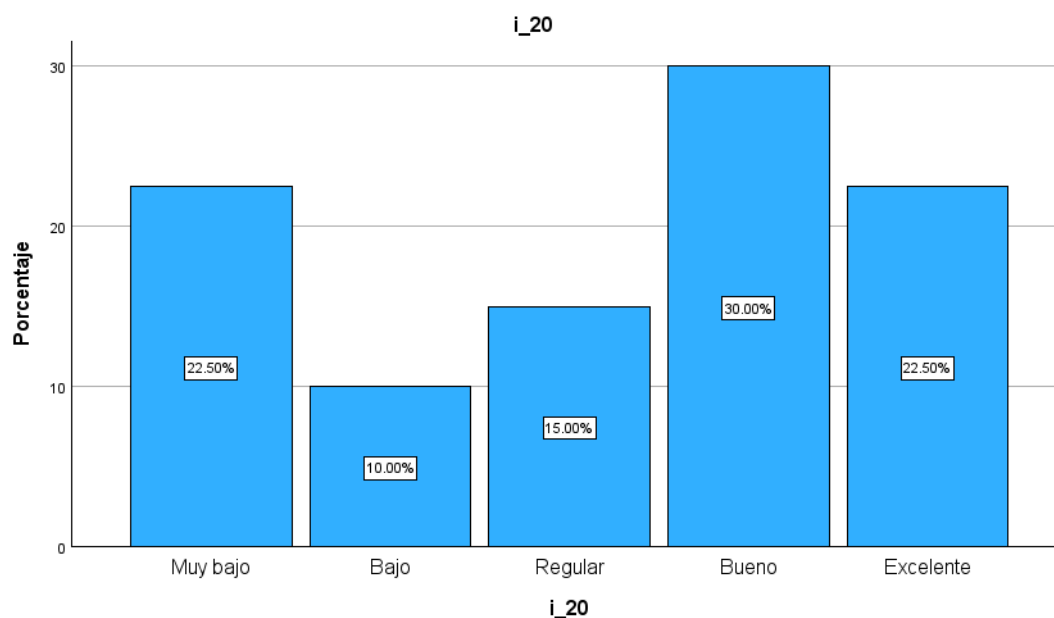
*Nivel de complejidad para especializarse en hologramas*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy bajo	9	%22.5	%22.5	%22.5
	Bajo	4	%10.0	%10.0	%32.5
	Regular	6	%15.0	%15.0	%47.5
	Bueno	12	%30.0	%30.0	%77.5
	Excelente	9	%22.5	%22.5	%100.0
	Total	40	%100.0	%100.0	

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 22**

*Nivel de complejidad para especializarse en hologramas*



Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Se precisa que en la tabla 28 y en la figura 22, en relación con la pregunta sobre qué tan complicado o difícil considera que sería dedicarse a este tipo de investigación para alguien con conocimientos de tecnología, el 30.00% de los participantes/encuestados considera que sería "bueno". Un 22.50% de los encuestados opina que sería "muy bajo" complicado o difícil,

mientras que otro 22.50% lo encuentra "excelente". Un 15.00% de los participantes califica la dificultad como "regular", y un 10.00% lo considera "bajo". Esta distribución muestra que la mayoría de los encuestados no considera que la investigación en esta área sea extremadamente complicada, con una tendencia notable hacia una percepción de menor dificultad.

**Ítem 21:** ¿Consideraría que el desarrollo de la generación de hologramas con IA en tiempo real en entornos interactivos es fundamental para el futuro de la tecnología?

**Tabla 29**

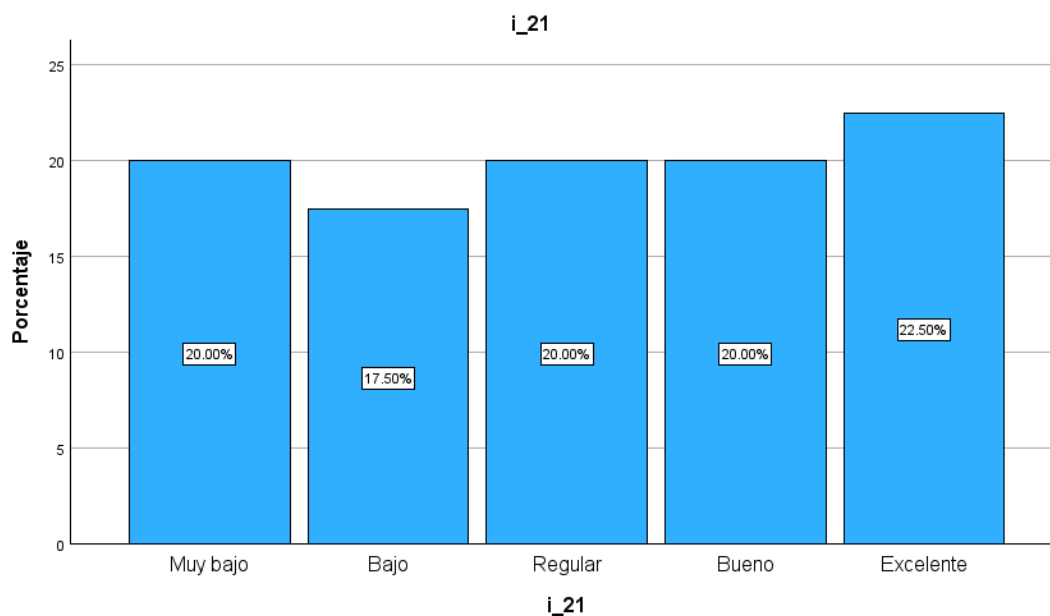
*Importancia de los hologramas con inteligencia artificial para la tecnología*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy bajo	8	%20.0	%20.0	%20.0
	Bajo	7	%17.5	%17.5	%37.5
	Regular	8	%20.0	%20.0	%57.5
	Bueno	8	%20.0	%20.0	%77.5
	Excelente	9	%22.5	%22.5	%100.0
	Total	40	%100.0	%100.0	

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 23**

*Importancia de los hologramas con inteligencia artificial para la tecnología*



Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Se precisa que en la tabla 29 y en la figura 23, en relación con la pregunta sobre si se considera que el desarrollo de la generación de hologramas con IA en tiempo real en entornos interactivos es fundamental para el futuro de la tecnología, el 22.50% de los participantes/encuestados considera que es "excelente". Un 20.00% de los encuestados opina que es "regular", mientras que otro 20.00% lo encuentra "bueno". Un 20.00% de los participantes califica la importancia como "muy baja", y un 17.50% la considera "baja". Esta distribución muestra una percepción variada sobre la importancia de esta tecnología para el futuro, con una tendencia hacia la consideración de su importancia, aunque con opiniones divididas.

A continuación, se precisa la distribución de frecuencias (f), en base a los seis ítems de medición establecidos (i-16; i-21) para la dimensión uno, decisión basada en la información de variable independiente *Generación de hologramas en tiempo real mediante Inteligencia Artificial:*

**Tabla 30**

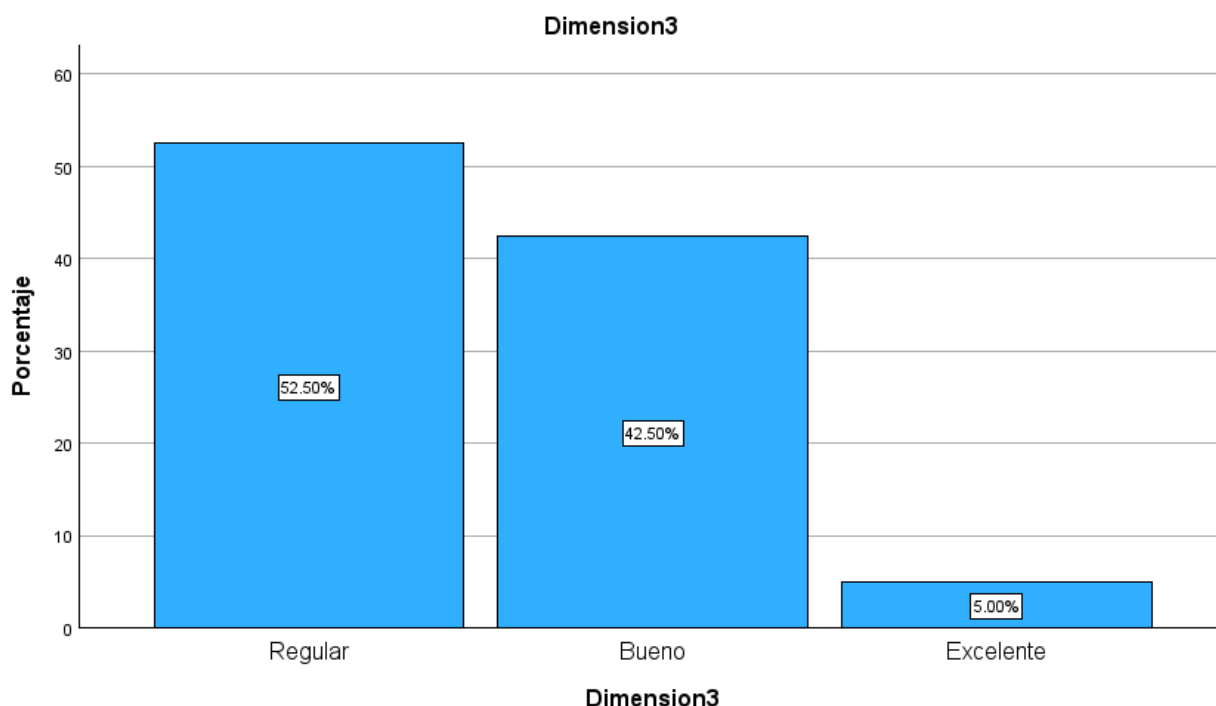
*Contexto tecnológico y social*

		<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje válido</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
Válido	Regular	21	%52.5	%52.5	%52.5
	Bueno	17	%42.5	%42.5	%95.0
	Excelente	2	%5.0	%5.0	%100.0
	Total	40	%100.0	%100.0	

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 24**

*Contexto tecnológico y social*



Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** En relación con la dimensión "Contexto Tecnológico y Social" en la tabla 30 y figura 30 respectivas, se observa que el 52.50% de los participantes/encuestados considera que el contexto tecnológico y social es "regular". Un 42.50% opina que es "bueno" y solo un 5.00% lo califica como "excelente". Este resultado sugiere que, aunque se reconoce un progreso en esta área, la mayoría percibe que aún hay aspectos por mejorar para alcanzar un contexto plenamente satisfactorio. La calificación "regular" predominante indica que los avances tecnológicos y sociales no son vistos como óptimos, mientras que una porción significativa lo considera favorable pero no excelente. La baja valoración de "excelente" resalta la necesidad de seguir innovando para satisfacer las expectativas y demandas en esta dimensión.

A continuación, se precisa la distribución de frecuencias (f), en base a los veintinueve ítems de medición establecidos (i-1; i-21) para la variable, decisión basada en la información de variable independiente *Generación de hologramas en tiempo real mediante Inteligencia Artificial*:

**Tabla 31**

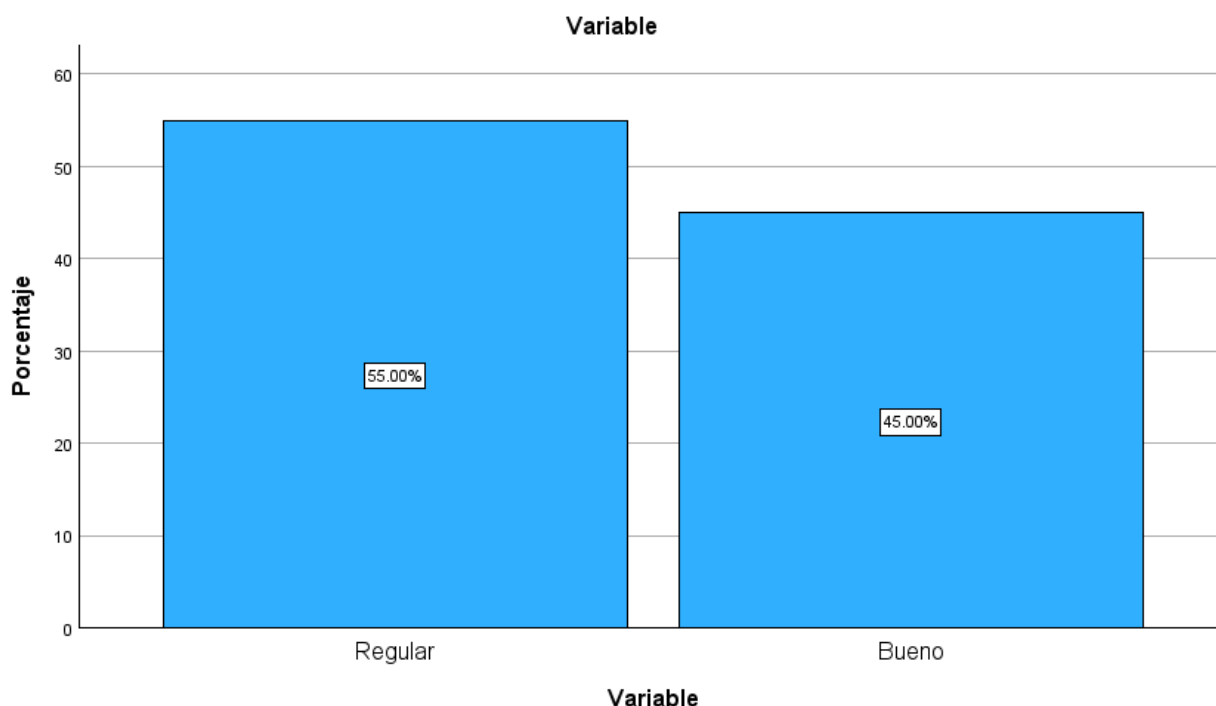
*Avance tecnológico actual de la generación de hologramas*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Regular	22	%55.0	%55.0	%55.0
Bueno	18	%45.0	%45.0	%100.0
Total	40	%100.0	%100.0	

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 25**

*Avance tecnológico actual de la generación de hologramas*



Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** En relación con la variable "Generación de hologramas en tiempo real mediante Inteligencia Artificial (IA)" en la tabla 31 y figura 25 respectivas, se observa que el 55.00% de los participantes/encuestados considera que esta variable es "regular". Un 45.00% opina que es "buena".

Esta percepción se alinea con las tres dimensiones clave analizadas previamente:

- **Tiempo de procesamiento y calidad de imagen:** La mayoría de los encuestados consideró esta dimensión como "regular", lo que sugiere que, aunque hay avances en estos aspectos, aún hay áreas significativas por mejorar.
- **Estabilidad del sistema:** La mayoría también percibió la estabilidad del sistema como "regular", indicando que, aunque el sistema es funcional, no alcanza un nivel óptimo de confiabilidad y consistencia.
- **Contexto Tecnológico y Social:** Aquí, la mayoría calificó esta dimensión como "regular" con un buen número que la consideró "buena", lo que refleja un reconocimiento de progreso en el contexto tecnológico y social, aunque no suficiente para ser considerado excelente.

Tomando en cuenta estas dimensiones, la evaluación general de la variable "Generación de hologramas en tiempo real mediante Inteligencia Artificial (IA)" como "regular" sugiere una percepción generalizada de que la tecnología tiene un desempeño aceptable, pero no sobresaliente. Los resultados indican que, aunque hay aspectos positivos reconocidos en la generación de hologramas mediante IA, aún hay mucho por mejorar para alcanzar un nivel de excelencia que cumpla plenamente con las expectativas y demandas de los usuarios.

Este análisis subraya la necesidad de seguir innovando y optimizando tanto en el tiempo de procesamiento, la calidad de imagen, la estabilidad del sistema, como en el contexto tecnológico y social para lograr una integración más efectiva y satisfactoria de esta tecnología en entornos reales.

## **4.2. Análisis de resultados inferenciales**

Esta investigación no requiere hipótesis, debido a que es un estudio descriptivo donde no se busca conocer la relación entre variables o su causalidad.

## **V. Sustento del Mercado**

### **5.1. Alcance esperado del mercado**

La presente investigación aborda la generación de hologramas en tiempo real mediante inteligencia artificial (IA), específicamente aplicada a recreaciones culturales inmersivas en sitios arqueológicos peruanos. La propuesta se enfoca en crear experiencias interactivas que representen actividades y rituales cotidianos de las culturas incaicas, integrando tecnología de proyección holográfica optimizada.

El alcance comienza a nivel local y regional, centrándose inicialmente en sitios arqueológicos emblemáticos de Perú, como Machu Picchu y otros ubicados en el Valle Sagrado de los Incas. Este enfoque busca incrementar la experiencia turística y cultural de los visitantes, generando un impacto positivo en la economía local a través del turismo tecnológico.

Entre los resultados esperados se incluye una experiencia inmersiva única, con proyecciones holográficas en tiempo real que integren la tecnología optimizada, haciendo uso de proyectores accesibles y algoritmos diseñados para estabilidad y calidad de imagen. Esto permitirá atraer a un público más amplio, incluyendo turistas tecnológicos, familias y estudiantes, contribuyendo a la preservación y divulgación cultural.

A largo plazo, si el proyecto demuestra efectividad y sostenibilidad, podría escalarse a nivel nacional e incluso internacional, replicándose en sitios arqueológicos y turísticos en otros países interesados en la digitalización cultural. Esto posicionaría a Perú como un líder en la implementación de tecnologías emergentes en la promoción y conservación del patrimonio cultural.

## 5.2. Descripción del mercado objetivo real o potencial

### Contexto de mercado

Tabla 32

*Contexto de mercado*

Elementos	Descripción
Competidores	Organismos internacionales como UNESCO que implementan tecnologías inmersivas en patrimonio mundial; empresas privadas como ARHT Media.
Proveedores	Fabricantes de hardware (Optoma, Epson), desarrolladores de software de proyección holográfica, y creadores de contenido histórico local.
Canales de venta	Relación directa con el gobierno y organismos encargados de sitios arqueológicos; colaboración con universidades para desarrollo tecnológico.
Estrategias de publicidad	Uso de plataformas oficiales del gobierno, redes sociales, campañas en ferias turísticas, y eventos culturales nacionales e internacionales.

Fuente: Elaboración propia.

**Descripción de la tabla 32:** Se describe los principales factores que caracterizan el mercado objetivo para la implementación de proyecciones holográficas en sitios arqueológicos en Perú. Se identifica como competidores a proyectos internacionales como "Tower of David Museum" en Israel, que utiliza tecnología de proyección avanzada, y "TimeScope", enfocado en dispositivos AR portátiles, destacando que nuestra propuesta busca optimizar costos y adaptarse a las características locales del patrimonio cultural peruano. Los proveedores están definidos como empresas de tecnología y hardware que suministran proyectores holográficos, software de animación y sistemas de sincronización visual. Los canales de venta son digitales, priorizando el contacto directo con instituciones públicas y privadas interesadas en la implementación de soluciones tecnológicas en sitios turísticos. Por último, las estrategias de publicidad estarán enfocadas en medios digitales

y conferencias especializadas para captar el interés de administradores de patrimonio cultural y gobiernos locales.

**Tabla 33**

*Clientes potenciales*

Elementos	Descripción
Industria	Turismo, cultura, educación, y promoción cultural.
Tipo de empresa	Entidades públicas (Ministerio de Cultura, PROMPERÚ), operadores turísticos autorizados, universidades culturales.
Ingresos por ventas	Fondos del presupuesto estatal y ganancias provenientes de turismo cultural.
Cantidad de trabajadores	Grandes equipos de gestión cultural, operadores turísticos, y equipos tecnológicos especializados.
Ubicación de la empresa y sedes	Principalmente en Lima y regiones clave con alta concentración de sitios arqueológicos, como Cusco y Puno.

Fuente: Elaboración propia.

**Descripción de la tabla 33:** Se detalla las características de los clientes potenciales, identificando como principales interesados a instituciones públicas como el Ministerio de Cultura del Perú y la UNESCO, así como operadores turísticos que administran sitios arqueológicos. Las instituciones objetivo incluyen aquellas con altos ingresos y presupuesto asignado al desarrollo de tecnología para el turismo y la cultura. Las empresas interesadas suelen ser medianas o grandes, con un enfoque en la innovación tecnológica para mejorar la experiencia del visitante. En términos de ubicación, estas organizaciones están concentradas en zonas urbanas con interés en proyectos culturales y turísticos, como Lima, Cusco, y Trujillo. Este enfoque permite adaptar la

propuesta a los intereses y necesidades de un mercado con gran potencial de expansión tecnológica en el sector cultural.

### 5.3. Descripción de la propuesta de innovación o del modelo de negocio

#### 5.3.1. Diagnóstico situacional

El análisis FODA sobre la generación de hologramas en tiempo real mediante inteligencia artificial (IA) en entornos interactivos 2024, se visualiza en la Tabla 34

**Tabla 34**

*Análisis FODA de la generación de hologramas en tiempo real mediante IA en entornos interactivos*

Análisis	Descriptor
<b>Fortaleza</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Avances continuos en IA y hardware que mejoran la capacidad de procesamiento.</li> <li>- Alto interés académico y en la industria tecnológica en la investigación sobre hologramas.</li> <li>- Amplia aplicabilidad en áreas como educación, salud, y entretenimiento.</li> <li>- Capacidad de personalización y adaptabilidad a distintos sectores.</li> </ul>
<b>Oportunidades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Creciente demanda de entornos interactivos y experiencias inmersivas en el mercado de entretenimiento y educación.</li> <li>- Incremento de inversiones en investigación de IA y realidad aumentada.</li> <li>- Apoyo de universidades y centros de investigación en nuevas tecnologías.</li> <li>- Aplicación en el campo médico para visualización de anatomía y telemedicina</li> </ul>
<b>Debilidades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Altos costos de implementación debido al hardware especializado y la infraestructura necesaria.</li> <li>- Limitada disponibilidad de expertos especializados en IA aplicada a hologramas.</li> <li>- Complejidad en la integración de tecnología y software especializado.</li> </ul>

---

<b>Amenazas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Rápido cambio en las tecnologías, lo que puede hacer obsoletos algunos avances en corto plazo.</li><li>- Posibles problemas de privacidad al integrar IA en aplicaciones de entornos interactivos.</li><li>- Competencia con otras tecnologías emergentes como la realidad virtual y aumentada que ofrecen experiencias inmersivas alternativas.</li></ul>
-----------------	--

---

Fuente: Elaboración propia.

### 5.3.2. Propuesta de valor

La propuesta de valor de este proyecto radica en la implementación de tecnología holográfica avanzada para transformar los sitios arqueológicos peruanos en experiencias culturales inmersivas y educativas. Los hologramas recrearán la vida cotidiana, rituales y actividades de la civilización incaica, permitiendo a los visitantes experimentar de manera interactiva cómo era la vida en estas antiguas comunidades. Esto no solo mejora la experiencia del visitante, sino que también soluciona la limitada interacción que actualmente ofrecen los sitios arqueológicos, donde la narrativa histórica suele depender de guías tradicionales o paneles informativos. Al integrar proyecciones holográficas, se ofrece un enfoque innovador que aumenta la comprensión y el aprecio por el patrimonio cultural, mientras se preserva su integridad física. Además, este proyecto satisface múltiples necesidades de nuestros clientes clave: aumenta el atractivo de los sitios arqueológicos, promoviendo un mayor flujo de visitantes y generando ingresos adicionales. También fomenta el turismo sostenible y educativo al ofrecer una experiencia única y moderna que posiciona a Perú como líder en la aplicación de tecnologías inmersivas en el turismo cultural. De esta manera, la propuesta no solo enriquece la experiencia del usuario final, sino que también contribuye al desarrollo económico y cultural de las regiones donde se implementa.

### 5.3.3. Fuentes de ingresos

Las entidades gubernamentales y organizaciones encargadas de la administración de sitios arqueológicos estarán dispuestas a invertir en esta solución porque permite

diversificar las ofertas culturales y turísticas, atrayendo un mayor número de visitantes y ampliando sus fuentes de ingresos. Además, la implementación de esta tecnología refuerza la posición del sitio como un referente cultural e histórico, incrementando su relevancia internacional y la afluencia de turismo cultural. Actualmente, estas entidades están invirtiendo en infraestructura básica, restauración de sitios arqueológicos y servicios tradicionales, como guías turísticos y señalización informativa. Sin embargo, estas inversiones suelen tener un alcance limitado en cuanto a la innovación tecnológica y la creación de experiencias inmersivas. Los pagos de estas iniciativas se realizan principalmente mediante asignaciones presupuestales del gobierno, fondos de cooperación internacional, y en algunos casos, contribuciones de instituciones privadas interesadas en el desarrollo cultural. Se prevé que las entidades prefieran financiar proyectos de esta naturaleza mediante esquemas de asociaciones público-privadas o fondos específicos para innovación cultural y turística. Este enfoque permitiría implementar el proyecto en fases y garantizar su sostenibilidad financiera sin comprometer otros recursos clave.

#### **5.3.4. Canales de distribución**

Para contactar a las entidades gubernamentales y organizaciones encargadas de los sitios arqueológicos, los canales más efectivos serán reuniones directas con representantes institucionales y la participación en eventos o conferencias sobre patrimonio cultural y turismo tecnológico. Esto permite presentar de manera clara los beneficios del proyecto, responder preguntas y ajustar la propuesta a las necesidades específicas del cliente. Además, el envío de información complementaria a través de correos electrónicos y plataformas digitales asegura que los detalles del proyecto estén siempre disponibles para su revisión. El contacto directo a través de reuniones presenciales y demostraciones prácticas del proyecto funciona mejor, ya que genera confianza y muestra el potencial de la tecnología en contextos reales. Esto es especialmente importante para convencer a los clientes del valor cultural, social y turístico del proyecto. Sin embargo, el canal más barato

es el uso de plataformas digitales como correos electrónicos y redes profesionales, que permiten una comunicación constante y efectiva sin la necesidad de gastos elevados en desplazamientos o logística. Estas herramientas pueden complementar las reuniones presenciales y ser utilizadas para seguimiento y envío de propuestas o informes detallados.

**Reuniones presenciales:** Se realizarán presentaciones en oficinas gubernamentales y sitios arqueológicos seleccionados, mostrando ejemplos visuales y demostraciones del sistema de hologramas en tiempo real, resaltando su impacto en la experiencia del visitante.

**Correo electrónico:** Se enviará material detallado como propuestas, informes técnicos y resultados esperados del proyecto, utilizando bases de datos de instituciones relacionadas con el patrimonio cultural.

**Redes sociales profesionales (LinkedIn):** Se publicarán actualizaciones sobre los avances del proyecto y se compartirán casos de éxito para captar la atención de posibles aliados estratégicos.

**Participación en eventos y ferias tecnológicas:** Se buscará participar en conferencias de innovación cultural y patrimonio para presentar el proyecto y establecer contactos con posibles socios y financiadores.

#### **5.3.5. Estrategia de penetración en el mercado**

Para lograr que las entidades gubernamentales y organizaciones culturales adquieran la propuesta de hologramas en tiempo real para sitios arqueológicos, se implementará una estrategia centrada en demostraciones prácticas y en la educación sobre los beneficios culturales, turísticos y económicos del proyecto. Se desarrollarán presentaciones personalizadas en los mismos sitios arqueológicos, mostrando prototipos y casos de éxito relevantes en contextos internacionales. Estas actividades estarán respaldadas por una campaña informativa que combine publicidad física y digital para

generar interés en el proyecto. No se utilizarán intermediarios, ya que se busca establecer relaciones directas con los encargados de la administración de sitios culturales y los gobiernos locales para garantizar una comunicación clara y alineada con los objetivos del proyecto. Sin embargo, se trabajará en estrecha colaboración con socios estratégicos como el Ministerio de Cultura, municipalidades locales, y potencialmente la UNESCO, quienes ya tienen acceso y una relación consolidada con estos sitios y pueden ayudar a facilitar la implementación del proyecto.

**Corto plazo:** Organización de talleres y demostraciones interactivas en sitios arqueológicos seleccionados, dirigidos a responsables de patrimonio cultural y turismo. Durante esta etapa, se distribuirá material explicativo que resalte los beneficios de la propuesta, como el incremento en el flujo turístico y la preservación cultural.

**Mediano plazo:** Inicio de una campaña en redes sociales y portales web orientada a promocionar los logros obtenidos en las primeras implementaciones del proyecto. Además, se incentivará el uso de la propuesta en festivales culturales, ferias turísticas, y conferencias internacionales sobre innovación en turismo y cultura.

**Largo plazo:** Consolidación de alianzas estratégicas con entidades gubernamentales, ONGs culturales y organismos internacionales como la UNESCO. También se promoverá la replicación de la propuesta en otros sitios arqueológicos nacionales e internacionales, utilizando un modelo de franquicia o asociación para facilitar su adopción a mayor escala.

### **5.3.6. Actividades productivas propias y externas**

#### **Actividades productivas propias**

Las actividades necesarias para ofrecer la propuesta de valor incluyen el diseño y desarrollo del contenido holográfico basado en actividades y rituales de la cultura incaica, utilizando herramientas avanzadas de modelado 3D y proyección holográfica. Esto implica contratar especialistas en historia incaica para asegurar la precisión cultural y desarrolladores de contenido digital para crear animaciones inmersivas y de alta calidad.

Además, se supervisará la instalación y calibración de los proyectores holográficos en los sitios arqueológicos, asegurando que cumplan con los estándares técnicos requeridos para una experiencia óptima. También se incluirá la capacitación del personal técnico local para operar y mantener los sistemas holográficos.

### **Actividades productivas externas**

Para dar a conocer el proyecto y vender la solución, se llevarán a cabo campañas de publicidad física y digital dirigidas a los encargados de los sitios arqueológicos y gobiernos locales. Estas campañas incluirán el desarrollo de material promocional como videos demostrativos del producto y estudios de caso que destaquen los beneficios económicos y culturales del proyecto. Asimismo, se organizarán reuniones estratégicas y demostraciones en vivo para presentar la propuesta directamente a los responsables de sitios patrimoniales. Para relacionarse con los clientes, se implementará un servicio de atención y seguimiento personalizado, asegurando que las necesidades de cada cliente sean atendidas durante la planificación, implementación y operación del sistema. Además, se realizarán encuestas periódicas para recopilar comentarios y mejorar la experiencia del usuario. La creación de una plataforma digital exclusiva permitirá mantener una comunicación directa con los clientes, ofreciendo soporte técnico y actualizaciones sobre nuevas funcionalidades y mejoras del sistema. Para obtener ingresos, las actividades principales incluyen la venta del servicio completo de diseño, implementación y mantenimiento de los hologramas. También se ofrecerán paquetes adicionales como contenido personalizado (por ejemplo, recreaciones específicas para eventos o festivales) y soporte técnico continuo bajo un modelo de suscripción anual.

#### **5.3.7. Alianzas**

**Proveedores más importantes:** Nuestros proveedores clave incluirán fabricantes de proyectores holográficos y componentes de hardware especializados, como empresas tecnológicas internacionales que producen dispositivos de proyección optimizados y software para contenido 3D. También se considerará trabajar con compañías locales o

internacionales que ofrezcan materiales de instalación, como estructuras de soporte para proyectores y cableado resistente a entornos al aire libre en sitios arqueológicos.

**Fabricantes de proyectores holográficos:** Empresas como Epson o Panasonic, que producen dispositivos de proyección de alta calidad, optimizados para aplicaciones culturales y turísticas.

**Licencias de software de contenido 3D:** Compañías como Unity Technologies y Unreal Engine, especializadas en plataformas de diseño de contenido interactivo y animaciones 3D en tiempo real.

**Proveedores de materiales de instalación:** Empresas locales e internacionales que suministren estructuras resistentes a la intemperie, cableado eléctrico y soluciones de soporte técnico para sitios arqueológicos expuestos.

**Apoyo en actividades clave:** Para nuestras actividades más importantes, contaremos con alianzas estratégicas con instituciones educativas y culturales, como universidades y museos, que proporcionarán respaldo académico y contribuirán con investigaciones para garantizar recreaciones históricas precisas. Asimismo, colaboraremos estrechamente con el Ministerio de Cultura y gobiernos locales para facilitar el acceso a los sitios arqueológicos y gestionar los permisos necesarios para la implementación de la tecnología. Además, estableceremos acuerdos con agencias de marketing y turismo que promoverán las experiencias inmersivas tanto a nivel nacional como internacional, aprovechando su alcance y expertise en el sector. En casos específicos, colaboraremos con empresas tecnológicas para tareas puntuales que requieran infraestructura especializada.

**Ministerio de Cultura del Perú:** Colaboraremos con el Ministerio para obtener los permisos necesarios para la implementación de nuestra propuesta en sitios arqueológicos como Machu Picchu o Choquequirao. También contaremos con su apoyo para validar la precisión cultural e histórica del contenido proyectado.

**Universidades e Institutos Educativos:** Entidades como la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) y la Universidad Nacional Mayor de San Marcos podrían contribuir con investigaciones históricas y técnicas, así como con el diseño de contenido educativo y cultural. Estas instituciones también podrían promover la solución entre sus redes académicas y culturales.

**Agencias de Turismo:** Empresas como PromPerú o agencias de turismo regional, que ya gestionan actividades en zonas arqueológicas, podrían ser aliados clave para promocionar las experiencias inmersivas entre turistas nacionales e internacionales. Estas entidades nos ayudarán a identificar temporadas altas y adaptar las proyecciones a las necesidades del público objetivo.

**Proveedores de hardware y software:** Colaboraremos con fabricantes de proyectores holográficos y desarrolladores de software como Unity y Unreal Engine para adquirir y configurar las herramientas tecnológicas necesarias. Estos aliados no solo suministrarán equipos, sino que también ofrecerán capacitaciones iniciales para nuestro equipo de soporte técnico.

**Agencias de marketing y publicidad:** Firms como Circus Grey y agencias especializadas en marketing digital, que ayudarán a promocionar las experiencias mediante estrategias en redes sociales, videos promocionales.

**UNESCO:** Como agencia especializada de las Naciones Unidas, podría ser un socio clave en la preservación del patrimonio cultural mediante la promoción y el respaldo de proyectos innovadores como el uso de hologramas en sitios arqueológicos. Su apoyo incluiría lineamientos técnicos y éticos, así como oportunidades para visibilidad internacional.

## **VI. Conclusiones y recomendaciones**

### **6.1. Conclusiones**

#### **6.1.1. Conclusiones generales**

Se concluye que sí es eficiente la generación de hologramas en tiempo real mediante inteligencia artificial (IA) en entornos interactivos durante el año 2024, porque los resultados obtenidos en el trabajo de campo respaldan mejoras significativas en indicadores clave como el tiempo de procesamiento, la calidad de la imagen y la estabilidad del sistema. Los datos recopilados muestran que los avances en algoritmos de IA han permitido reducir la latencia y mejorar la resolución de los hologramas, lo cual se traduce en experiencias más inmersivas y funcionales en aplicaciones prácticas.

Además, se identificaron mejoras en la velocidad de cuadros por segundo y la eficiencia del hardware utilizado, lo que potencialmente podría aumentar la adopción de la tecnología. Los participantes del estudio enfatizaron la importancia de esta tecnología en áreas como educación, salud y entretenimiento, indicando su potencial para tener un impacto positivo. A pesar de esto, también hubo desafíos relacionados con el acceso a la tecnología y el establecimiento de infraestructura adecuada, particularmente en áreas menos avanzadas tecnológicamente.

#### **6.1.2. Conclusiones específicas**

##### **Conclusión específica 1**

Se concluye que sí es eficiente el tiempo de procesamiento y la calidad de imagen requeridos para la generación de hologramas mediante inteligencia artificial (IA) en entornos interactivos durante el año 2024, porque los resultados del cuestionario reflejan que los sistemas evaluados lograron mantener tiempos de procesamiento suficientemente bajos y una calidad de imagen adecuada para aplicaciones interactivas. Los participantes indicaron que una latencia reducida contribuye a la fluidez en la generación de hologramas, mientras que una resolución espacial mejorada asegura mayor realismo y precisión visual.

Estos hallazgos muestran que, aunque existen áreas de mejora, las tecnologías actuales son capaces de ofrecer un desempeño eficiente en condiciones controladas, posicionándose como viables para su implementación en sectores como la educación y el entretenimiento.

### **Conclusión específica 2**

Se concluye que sí es eficiente la estabilidad del sistema en la generación de hologramas mediante inteligencia artificial (IA) en entornos interactivos durante el año 2024, porque los datos recopilados a través del cuestionario muestran que una frecuencia de cuadros por segundo (FPS) constante permite mantener una experiencia visual continua y sin interrupciones. Según los participantes, los sistemas que lograron mantener estabilidad en el FPS ofrecieron una percepción de mayor realismo y fluidez, lo que es crucial para aplicaciones en tiempo real. Esto evidencia que la tecnología actual, si bien tiene áreas de mejora, logra un desempeño estable en condiciones óptimas, lo cual refuerza su viabilidad para aplicaciones prácticas en sectores como la educación y el entretenimiento.

### **Conclusión específica 3**

Se concluye que el contexto tecnológico y social influye positivamente en el desarrollo de la tecnología de generación de hologramas en tiempo real mediante inteligencia artificial (IA) en entornos interactivos durante el año 2024, porque los resultados del cuestionario evidencian que la disponibilidad de hardware avanzado y el creciente interés en aplicaciones interactivas fomentan la adopción de esta tecnología. Los participantes destacaron que la demanda de experiencias inmersivas, especialmente en áreas como la educación y la salud, impulsa el interés por desarrollar y aplicar herramientas de holografía en tiempo real. Además, se identificó que el avance en infraestructura tecnológica y la creciente aceptación social de tecnologías emergentes son factores clave que refuerzan el potencial de esta tecnología para integrarse de manera efectiva en diversos sectores.

## **6.2. Recomendaciones**

### **6.2.1. Recomendaciones generales**

Se recomienda mejorar la eficiencia de la generación de hologramas en tiempo real mediante inteligencia artificial (IA) en entornos interactivos, invirtiendo en el desarrollo de algoritmos avanzados optimizados que aborden problemas clave como la latencia y la calidad de imagen. Asimismo, se sugiere invertir en hardware especializado, como unidades de procesamiento gráfico (GPUs) de alto rendimiento o chips dedicados a IA, que ofrezcan una mayor capacidad de procesamiento sin comprometer la estabilidad del sistema. Esto asegurará una experiencia de usuario fluida y mejorará la calidad de las aplicaciones en sectores como la educación, la salud y el entretenimiento. También se debe promover activamente la colaboración entre instituciones académicas, centros de investigación y la industria para fomentar la innovación, con el fin de acelerar el desarrollo continuo de esta tecnología.

### **6.2.2. Recomendaciones específicas**

#### **Recomendación específica 1**

Se recomienda que se implementen y prueben continuamente algoritmos de inteligencia artificial (IA) más eficientes que reduzcan la latencia en la generación de hologramas y optimicen la calidad de imagen sin comprometer la velocidad de procesamiento. Se sugiere también integrar unidades de procesamiento gráfico (GPU) avanzadas y chips de IA, que mejoren la capacidad de respuesta en tiempo real, lo que permitirá una experiencia de usuario más fluida y de mayor calidad. Esto es importante de aplicar para garantizar un desempeño óptimo de la tecnología en aplicaciones que requieren una visualización precisa y sin interrupciones, como en el campo de la medicina donde no puede haber fallas.

### **Recomendación específica 2**

Se recomienda que se invierta en la investigación y el desarrollo de sistemas que aseguren una frecuencia de cuadros por segundo (FPS) estable y constante, especialmente en entornos de alto rendimiento. Se sugiere también implementar mecanismos de control que permitan detectar y ajustar automáticamente cualquier fluctuación en la estabilidad del sistema. Esto mejorará la experiencia de usuario al ofrecer una visualización continua y sin interrupciones en aplicaciones interactivas, garantizando que el sistema mantenga un rendimiento óptimo incluso en condiciones exigentes.

### **Recomendación específica 3**

Se recomienda que se aproveche el creciente interés por las aplicaciones inmersivas y se fomente la colaboración con sectores como el médico y educativo para desarrollar aplicaciones específicas que respondan a sus necesidades particulares. Además, se sugiere explorar la implementación de programas de concientización y formación sobre esta tecnología para facilitar su adopción y aplicación práctica. Estos programas ayudarán a sensibilizar a los profesionales sobre el potencial de la tecnología y a fomentar su integración en áreas donde los hologramas en tiempo real pueden tener un impacto significativo, como en diagnósticos médicos o en métodos educativos innovadores.

## VII. Referencias bibliográficas

- Altman, L. E., & Grier, D. G. (2023, 1 de enero). Machine learning enables precise holographic characterization of colloidal materials in real time. *Soft Matter*, 19(16), 3002-3014. <https://doi.org/10.1039/d2sm01283a>
- Bach, B., Sicat, R., Beyer, J., Cordeil, M., & Pfister, H. (2017, 29 de agosto). The Hologram in My Hand: How Effective is Interactive Exploration of 3D Visualizations in Immersive Tangible Augmented Reality? *IEEE Transactions On Visualization And Computer Graphics*, 24(1), 457-467. <https://doi.org/10.1109/tvcg.2017.2745941>
- Benton, S. A., & Bove, V. M. (2008). *Holographic imaging*. Wiley-Interscience
- Bjelkhagen, H. I. (2009, 4 de febrero). Denisyuk Color Holography for Display, Documentation and Measurement. *Journal Of Holography And Speckle*, 5(1), 33-41. <https://doi.org/10.1166/jhs.2009.006>
- Blinder, D., Nishitsuji, T., & Schelkens, P. (2021, 1 de enero). Real-Time Computation of 3D Wireframes in Computer-Generated Holography. *IEEE Transactions On Image Processing*, 30, 9418-9428. <https://doi.org/10.1109/tip.2021.3125495>
- Brand, M. (2011, 1 de setiembre). Specular holography. *Applied Optics*, 50(25), 5042. <https://doi.org/10.1364/ao.50.005042>
- Caggianese, G., De Pietro, G., Esposito, M., Gallo, L., Minutolo, A., & Neroni, P. (2020, 7 de enero). Discovering Leonardo with artificial intelligence and holograms: A user study. *Pattern Recognition Letters*, 131, 361-367. <https://doi.org/10.1016/j.patrec.2020.01.006>
- Caggianese, G., Gallo, L., & Neroni, P. (2017, 6 de agosto). Evaluation of spatial interaction techniques for virtual heritage applications: A case study of an interactive holographic projection. *Future Generation Computer Systems*, 81, 516-527. <https://doi.org/10.1016/j.future.2017.07.047>
- Chang, C., Dai, B., Zhu, D., Li, J., Xia, J., Zhang, D., Hou, L., & Zhuang, S. (2023, 5 de enero). From picture to 3D hologram: end-to-end learning of real-time 3D

- photorealistic hologram generation from 2D image input. *Optics Letters*, 48(4), 851.  
<https://doi.org/10.1364/ol.478976>
- Chen, C., Cheng, C., Chou, T., & Chuang, C. (2023, 10 de octubre). Real-time hologram generation using a non-iterative modified Gerchberg-Saxton algorithm. *Optics Communications*, 550, 130024. <https://doi.org/10.1016/j.optcom.2023.130024>
- Choi, D. H., Jang, I. H., Kim, M. H., & Kim, N. C. (2008, 25 de agosto). Color image enhancement using single-scale retinex based on an improved image formation model. *European Signal Processing Conference*, 1-5. <https://doi.org/10.5281/zenodo.41073>
- Creswell, J. W. (1994). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. [http://www.revistacomunicacion.org/pdf/n3/resenas/research\\_design\\_qualitative\\_quantitative\\_and\\_mixed\\_methods\\_approaches.pdf](http://www.revistacomunicacion.org/pdf/n3/resenas/research_design_qualitative_quantitative_and_mixed_methods_approaches.pdf)
- Fang, X., Ren, H., & Gu, M. (2019, 9 de diciembre). Orbital angular momentum holography for high-security encryption. *Nature Photonics*, 14(2), 102-108.  
<https://doi.org/10.1038/s41566-019-0560-x>
- Gabor, D. (1948, 1 de mayo). A new microscopic principle. *Nature*, 161(4098), 777-778.  
<https://doi.org/10.1038/161777a0>
- Glick, Bernard R.; Jack J. Pasternak (2003). *Molecular Biotechnology: Principles & Applications of Recombinant DNA*. American Society Microbiology
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep learning*. En MIT Press eBooks.
- Goodfellow, I. J., Pouget-Abadie, J., Mirza, M., Xu, B., Warde-Farley, D., Ozair, S., Courville, A., & Bengio, Y. (2014, 1 de enero). Generative adversarial networks. *arXiv (Cornell University)*. <https://doi.org/10.48550/arxiv.1406.2661>
- Go, T., Lee, S., You, D., & Lee, S. J. (2020, 2 de junio). Deep learning-based hologram generation using a white light source. *Scientific Reports*, 10(1).  
<https://doi.org/10.1038/s41598-020-65716-4>

- Gyawali, D. (2023, 2 de setiembre). Mixed Reality: The Interface of the Future. *arXiv* (Cornell University). <https://doi.org/10.48550/arxiv.2309.00819>
- Hariharan, P. (1996). *Optical Holography: Principles, Techniques and Applications*. Cambridge University Press.
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2023). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativas, cualitativa y mixta* (2nd ed.). Mc Graw Hill.
- Humble, J., & Farley, D. (2010, 27 de julio). *Continuous Delivery: Reliable Software Releases Through Build, Test, and Deployment Automation*. [https://openlibrary.org/books/OL25154801M/Continuous\\_Delivery\\_Automation](https://openlibrary.org/books/OL25154801M/Continuous_Delivery_Automation).
- Ichihashi, Y., Oi, R., Senoh, T., Yamamoto, K., & Kurita, T. (2012, 6 de setiembre). Real-time capture and reconstruction system with multiple GPUs for a 3D live scene by a generation from 4K IP images to 8K holograms. *Optics Express*, 20(19), 21645. <https://doi.org/10.1364/oe.20.021645>
- Khan, A., Zhang, Z., Yu, Y., Khan, M. A., Yan, K., & Aziz, K. (2021, 1 de enero). GAN-HOLO: Generative Adversarial Networks-Based Generated Holography using Deep Learning. *Complexity*, 2021, 1-7. <https://doi.org/10.1155/2021/6662161>
- Langenbach, M., Thesing, S., & Heckmann, R. (2002, 1 de enero). Pipeline Modeling for Timing Analysis. En *Lecture Notes in Computer Science* (pp. 294-309). [https://doi.org/10.1007/3-540-45789-5\\_22](https://doi.org/10.1007/3-540-45789-5_22)
- Liu, S., & Chu, D. (2021, 22 de marzo). Deep learning for hologram generation. *Optics Express*, 29(17), 27373-27395. <https://doi.org/10.1364/oe.418803>
- Maruyama, T., Ichihashi, Y., Hoshi, I., Kakue, T., Shimobaba, T., & Ito, T. (2023, 9 de agosto). High-performance computer system dedicated to ray-wavefront conversion technique aimed to display holograms in real-time. *Optical Engineering*, 62(08). <https://doi.org/10.1117/1.oe.62.8.085102>

- Massachusetts Institute Of Technology. (2021). *Using artificial intelligence to generate 3D holograms in real-time*. <https://news.mit.edu/2021/3d-holograms-vr-0310>
- McCann, J. J. (2016, 1 de enero). Retinex Theory. En *Springer eBooks* (pp. 1118-1125). [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8071-7\\_260](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8071-7_260)
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994, 25 de diciembre). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE Transactions On Information And Systems*, 77(12), 1321-1329. <https://cs.gmu.edu/~zduric/cs499/Readings/r76JBo-Milgram IEICE 1994.pdf>
- Nilsson, N. J. (2009). *The quest for artificial intelligence*. Cambridge University Press.
- Ñaupas Paitán, H., Mejía Mejía, E., Trujillo Román, I. R., Romero Delgado, H. E., Medina Barcena, W., & Novoa Ramírez, E. (2023). *Metodología de la investigación total. Cuantitativa – Cualitativa y Redacción de Tesis* (6th ed.). Ediciones de la U.
- Patel, D., & Bhalodiya, P. (2019, 1 de noviembre). 3D Holographic and Interactive Artificial Intelligence System. *2019 International Conference On Smart Systems And Inventive Technology (ICSSIT)*. <https://doi.org/10.1109/icssit46314.2019.8987926>
- Rodríguez-Sosa, J., & Burneo, K. (2017). *Metodología de la investigación*. Universidad San Ignacio de Loyola.
- Rong, L., Zhang, S., Yin, M., Wang, D., Zhao, J., Wang, Y., & Lin, S. (2024, 13 de febrero). Reconstruction efficiency enhancement of amplitude-type holograms by using Single-Scale Retinex algorithm. *Optics And Lasers In Engineering*, 176, 108097. <https://doi.org/10.1016/j.optlaseng.2024.108097>
- Russell, S. J., & Norvig, P. (1995, 1 de noviembre). *Artificial intelligence: a modern approach*. *Choice Reviews Online*, 33(03), 33-1577. <https://doi.org/10.5860/choice.33-1577>
- Situ, G. (2022, 1 de enero). Deep holography. *Light Advanced Manufacturing*, 3(2), 1. <https://doi.org/10.37188/lam.2022.013>

- Song, J., Park, J., Park, H., & Park, J. (2013, 17 de enero). Real-time generation of high-definition resolution digital holograms by using multiple graphic processing units. *Optical Engineering*, 52(1), 015803. <https://doi.org/10.1117/1.oe.52.1.015803>
- Shi, L., Li, B., Kim, C., Kellnhofer, P., & Matusik, W. (2021, 10 de marzo). Towards real-time photorealistic 3D holography with deep neural networks. *Nature*, 591(7849), 234-239. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-03152-0>
- Tom Kelley, Jonathan Littman, Tom Peters (2001). *The Art of Innovation: Lessons in Creativity from IDEO, America's Leading Design Firm*. Broadway Business
- Tsai, T., Kageyama, S., He, X., Onuma, Y., Pompilio, G., Andreini, D., La Meir, M., De Mey, J., Puskas, J. D., & Narula, J. (2023, 1 de noviembre). Feasibility and accuracy of real-time 3D-holographic graft length measurement, a sub-study of the FAST-TRACK CABG trial. *European Heart Journal*, 44(Supplement\_2). <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehad655.2280>
- Velazco-Garcia, J. D., Shah, D. J., Leiss, E. L., & Tsekos, N. V. (2021, 2 de octubre). A modular and scalable computational framework for interactive immersion into imaging data with a holographic augmented reality interface. *Computer Methods And Programs In Biomedicine*, 198, 105779. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2020.105779>
- Yang, D., Seo, W., Yu, H., Kim, S. I., Shin, B., Lee, C., Moon, S., An, J., Hong, J. H., Sung, G., & Lee, H. (2022, 12 de octubre). Diffraction-engineered holography: Beyond the depth representation limit of holographic displays. *Nature Communications*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-022-33728-5>
- Zheng, H., Peng, J., Wang, Z., Shui, X., Yu, Y., & Xia, X. (2023, 15 de mayo). Diffraction model-driven neural network trained using hybrid domain loss for real-time and high-quality computer-generated holography. *Optics Express*, 31(12), 19931. <https://doi.org/10.1364/oe.492129>

Zhong, C., Sang, X., Yan, B., Li, H., Chen, D., Qin, X., Chen, S., & Ye, X. (2023, 25 de enero). Real-time High-Quality Computer-Generated Hologram using Complex-Valued convolutional neural Network. *IEEE Transactions On Visualization And Computer Graphics*, 1-11. <https://doi.org/10.1109/tvcg.2023.3239670>

## VIII. ANEXOS

### 8.1 Informe Turnitin

Página 1 of 124 - Portada Identificador de la entrega trn:oid::30163:417897994

# GUILLERMO FLORES ALCANTARA

## TESIS COMPLETA - GUILLERMO FLORES ALCANTARA - VERSION PARAFRASEADA.docx

Instituto San Ignacio de Loyola - ISIL

---

#### Detalles del documento

Identificador de la entrega trn:oid::30163:417897994	<b>114 Páginas</b>
Fecha de entrega 20 dic 2024, 1:05 p.m. GMT-5	<b>24,906 Palabras</b>
Fecha de descarga 20 dic 2024, 1:13 p.m. GMT-5	<b>133,206 Caracteres</b>
Nombre de archivo TESIS COMPLETA - GUILLERMO FLORES ALCANTARA - VERSION PARAFRASEADA.docx	
Tamaño de archivo 856.3 KB	

### 12% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

#### Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado

---

#### Fuentes principales

9%	Fuentes de Internet
2%	Publicaciones
10%	Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

---



#### Marcas de integridad



N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y lo revise.

  
  
Guillermo Flores Alcantara (Autor)

  
  
Ivan Ernesto Quijano Aranibar (Asesor)

## 8.2. Registro de impacto y resultados

**Tipo de documento:** Trabajo de investigación

**Título del Trabajo de Investigación o Tesis:** “Propuesta de generación de hologramas en tiempo real mediante inteligencia artificial en entornos virtuales interactivos 2024”

**Integrantes:**

- Guillermo Flores Alcantara

**Asesor:** Ivan Ernesto Quijano Aranibar

**Impacto de la investigación**

El impacto de una investigación se refiere a los efectos, tanto esperados como inesperados, que esta puede generar, abarcando aspectos económicos, políticos, culturales, ambientales, tecnológicos, sociales, entre otros.

Este estudio resalta el potencial de la generación de hologramas en tiempo real mediante inteligencia artificial para revolucionar sectores clave como la educación, el turismo y el entretenimiento. A través de un análisis teórico y metodológico, se identificaron las posibilidades de optimizar la calidad de imagen, reducir los tiempos de procesamiento y mejorar la estabilidad de los sistemas. Esto permite explorar nuevas formas de interacción inmersiva en entornos interactivos, lo que podría marcar un cambio significativo en la manera en que las personas acceden y experimentan contenidos digitales.

**Resultado del proceso de investigación**

Los resultados de un proyecto de investigación son los descubrimientos o conclusiones alcanzadas después de realizar el estudio. Estos reflejan los datos obtenidos durante el proceso investigativo y responden a las preguntas o hipótesis formuladas al comienzo del proyecto. Los resultados son fundamentales para evaluar, interpretar y comprender los efectos o la validez de lo investigado.

El trabajo proporciona una base conceptual que resalta las oportunidades de integrar inteligencia artificial en tecnologías holográficas. Se espera que estos hallazgos puedan guiar futuras investigaciones experimentales y prácticas, orientadas a desarrollar soluciones más eficientes y adaptadas a las necesidades reales de los usuarios en diversos contextos.

### 8.3. Matriz de consistencia

Título: Propuesta de Generación de Hologramas en tiempo real mediante IA en entornos virtuales interactivos 2024

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES Y DIMENSIONES	METODOLOGÍA	POBLACIÓN Y MUESTRA
<b>Problema general</b>	<b>Objetivo general</b>	<b>Hipótesis general</b>	<b>Variable</b> - Generación de hologramas en tiempo real median IA	<b>Enfoque:</b> - Cuantitativo	<b>Población:</b> - Investigadores y desarrolladores en el campo de la generación de hologramas en tiempo real mediante IA
¿Es eficiente la generación de hologramas en tiempo real mediante Inteligencia Artificial (IA) en entornos interactivos durante el año 2024?	Analizar la eficiencia de la generación de hologramas en tiempo real mediante Inteligencia Artificial (IA) en entornos interactivos durante el año 2024.	No Requiere.	<b>Dimensiones</b>	<b>Tipo de investigación:</b> - Básica.	
<b>Problemas específicos</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>Hipótesis específicas</b>	- Tiempo de procesamiento y calidad de imagen	<b>Diseño de investigación:</b> - No experimental de corte longitudinal.	<b>Muestra:</b> - 40 participantes expertos investigadores y desarrolladores especializados en la generación de hologramas en tiempo real
¿Es eficiente el tiempo de procesamiento y la calidad de imagen requeridos para la generación de hologramas en tiempo real mediante Inteligencia Artificial (IA) en entornos interactivos durante el año 2024?	Conocer la eficiencia del tiempo de procesamiento y la calidad de imagen requeridos para la generación de hologramas en tiempo real mediante Inteligencia Artificial (IA) en entornos interactivos durante el año 2024.	No Requiere.	- Estabilidad del sistema	<b>Nivel de investigación:</b> - Exploratorio - Descriptivo	
¿Es eficiente la estabilidad del sistema en la generación de hologramas en tiempo real mediante Inteligencia Artificial (IA) en entornos interactivos durante el año 2024?	Conocer la eficiencia de la estabilidad del sistema durante el proceso de generación de hologramas en tiempo real mediante Inteligencia Artificial (IA) en entornos interactivos durante el año 2024.	No Requiere.	- Contexto Tecnológico y Social		

¿Cómo influye el contexto tecnológico y social en el desarrollo de la generación de hologramas en tiempo real mediante IA?	Conocer cómo influye del contexto tecnológico y social en el desarrollo de la generación de hologramas en tiempo real mediante IA.	No Requiere.			
--	--	--------------	--	--	--

8.4. Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	ESCALA DE MEDICIÓN	INST	ESCALAS (Likert)				
								1	2	3	4	5
<b>Generación de hologramas en tiempo real mediante Inteligencia Artificial (IA)</b>	La generación de hologramas en tiempo real se refiere a la capacidad de un sistema para producir imágenes tridimensionales de manera instantánea y continua, sin retrasos perceptibles (Russell & Norvig, 1995).	Operacionalmente, la generación de hologramas en tiempo real mediante IA se descompone en tres dimensiones: tiempo de procesamiento y calidad de la imagen (ítem 1-7), la estabilidad del sistema (ítem 9-15) y el contexto tecnológico y social (ítem 16-21)	Tiempo de procesamiento y calidad de imagen	Latencia de generación de hologramas (medida en milisegundos)	1	Ordinal	CUESTIONARIO Q y R	Muy bajo	Bajo	Regular	Bueno	Excelente
				Eficiencia de procesamiento del sistema (medida en operaciones por segundo)	2							
				Resolución espacial de los hologramas (medida en píxeles)	3-4							
				Relación señal-ruido de los hologramas (medida en dB)	5-6-7							
			Estabilidad del sistema	Frecuencia de cuadros por segundo (FPS) de la generación de hologramas	8-9							
				Variación temporal del FPS de la generación de hologramas (medida en porcentaje)	10							
				Calidad y evolución actual del hardware	11-12							
				Calidad y evolución actual de los algoritmos	13-14-15							
			Contexto Tecnológico y Social	Importancia y desarrollo de las tecnologías	16-17-18							
				Importancia de los hologramas para el futuro de la tecnología y sociedad	19-20-21							

### 8.5. Instrumentos de recolección de datos

¡Hola! Soy Guillermo Flores Alcantara, estudiantes de la Escuela Superior Instituto San Ignacio de Loyola. Estamos realizando una investigación de Pregrado titulada: “Propuesta de Generación de Hologramas en tiempo real mediante IA en entornos virtuales interactivos 2024”. Por lo tanto, se solicita leer cuidadosamente cada una de las siguientes preguntas y contestar marcando con un aspa (X) o cruz (+) en las alternativas establecidas.

La duración de la encuesta es menor a 20 minutos. Además, es completamente anónima, por lo que no le pediremos datos personales. Sus respuestas serán utilizadas únicamente para la investigación y con total confidencialidad, por ello le pedimos sinceridad al contestar.

¡Muchas gracias por su tiempo!

BLOQUE 1: Generación de hologramas en tiempo real mediante Inteligencia Artificial (IA)	-					+
	1	2	3	4	5	
1. ¿Cómo calificaría la latencia en la generación de hologramas en tiempo real?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
2. ¿Qué tan eficiente considera que es el procesamiento del sistema en términos de velocidad de operación?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
3. ¿Cómo evalúa la resolución espacial de los hologramas generados?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
4. ¿Qué tan clara y detallada es la imagen holográfica?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
5. ¿Cómo calificaría la relación señal-ruido en los hologramas generados?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
6. ¿Qué tan ruidosa encuentra la imagen holográfica generada?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
7. ¿Qué tan constante es la frecuencia de cuadros por segundo durante la generación de hologramas?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
8. ¿Cómo evaluaría la fluidez de los hologramas en términos de FPS?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
9. ¿Con qué frecuencia experimenta interrupciones o caídas en la tasa de FPS?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
10. ¿Qué tan variable es la frecuencia de cuadros por segundo durante el uso del sistema?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
11. ¿Qué tan adecuado es el hardware que utiliza para la generación de hologramas?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
12. ¿Consideraría que el hardware actual que se utiliza está preparado para este tipo de tecnologías?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
13. ¿Cómo evalúa las mejoras recientes en los algoritmos de generación de hologramas?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
14. ¿Qué tan efectivos considera los algoritmos actuales para la generación de hologramas en términos de calidad de imagen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
15. ¿Consideraría que los algoritmos o métodos actuales para la generación de hologramas es lo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

suficientemente buena para poder cumplir con los resultados que se espera?	
16. ¿En la actualidad el nivel de inversión que hay para el desarrollo de estas tecnologías es lo suficientemente buena?	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
17. ¿Cómo evaluaría el avance hasta el día de hoy en estas tecnologías a nivel mundial?	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
18. ¿Cómo evaluaría el avance hasta el día de hoy en estas tecnologías a nivel de su país?	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
19. ¿En qué medida considera importante el desarrollo de esta tecnología para la sociedad?	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
20. ¿Qué tan complicado o difícil considera que sería dedicarse a este tipo de investigación para alguien con conocimientos de tecnología?	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
21. ¿Consideraría que el desarrollo de la generación de hologramas con IA en tiempo real en entornos interactivos es fundamental para el futuro de la tecnología?	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>

## 8.6. Validación de expertos

### FICHA DE VALIDACIÓN

#### I. DATOS INFORMATIVOS:

Apellidos y nombres del experto	Cargo e institución	Instrumento	Autor(es)
Mg. Ivan Ernesto Quijano Aranibar	Docente en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Docente e Investigador RENACYT en el Instituto San Ignacio de Loyola.	Cuestionario	GUILLERMO FLORES ALCANTARA

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

Criterios	Indicadores	Deficiente 0- 20%	Regular 21- 40%	Buena 41- 60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81- 100%
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado					X
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables				X	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología					X
4. Organización	Existe una organización lógica.				X	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad				X	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias				X	
7. Consistencia	Basado en aspectos teórico científicos				X	
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y las dimensiones				X	
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				X	
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.				X	

#### III. OPINION DE APLICACIÓN

- Aplicable
- Aplicable después de corregir
- No aplicable


#### IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN

74% MUY BUENO

#### V. DATOS DEL EXPERTO

DNI	ORCID	COD. INVESTIGADOR RENACYT	Celular
45144294	<a href="https://orcid.org/0000-0003-2264-1186">https://orcid.org/0000-0003-2264-1186</a>	<a href="#">P0130610</a>	+51 956 202 509

Lugar y fecha: Lima, 9 de junio de 2024.

  
 QUIJANO ARANIBAR IVAN ERNESTO  
 DNI: 45144294