

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas e Informática



**Aplicativo móvil con realidad aumentada para el Centro Arqueológico
Punkuri de la Universidad Nacional del Santa**

**Tesis para optar por el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas e
Informática**

Autores:

Bach. Alva Castro, Rodrigo Rafael

Cod. ORCID: 0009-0009-6288-0342

Bach. Cueva Valderrama, Bryan Renzo

Cod. ORCID: 0009-0008-6770-8616

ASESOR:

Ms. Manrique Ronceros, Mirko Martin

Cód. ORCID 0000-0002-0364-4237

NUEVO CHIMBOTE-PERÚ

2025

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas e Informática**

**Aplicativo móvil con realidad aumentada para el Centro Arqueológico
Punkuri de la Universidad Nacional del Santa**

**Tesis para optar por el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas e
Informática**

Revisado y Aprobado por Asesor:



Ms. Manrique Ronceros, Mirko Martin

DNI: 32965599

Cód. ORCID 0000-0002-0364-4237

NUEVO CHIMBOTE-PERÚ

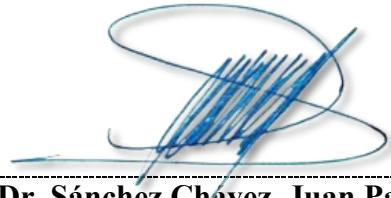
2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas e Informática

**Aplicativo móvil con realidad aumentada para el Centro Arqueológico
Punkuri de la Universidad Nacional del Santa**

**Tesis para optar por el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas e
Informática**

Revisado y Aprobado por el Jurado Evaluador:



Dr. Sánchez Chavez, Juan Pablo

DNI: 17808722

Cód: Orcid 0000-0002-3521-7037

Presidente



Ms. Manrique Ronceros, Mirko Martín

DNI: 32965599

Cód. ORCID: 0000-0002-0364-4237

Secretario



Dr. Apéstegui Fiorentino, Yim Isaías

DNI:32541215

Cód. ORCID 0000-0003-2873- 1748

Integrante

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los treinta y un días del mes de diciembre del año dos mil veinticinco, siendo las 11:00 am. En el aula S-2 del Pabellón de la Escuela Profesional de Ingeniería Sistema e Informática-FI-UNS, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante Resolución 804-2025-UNS-CFI, y de expedito según Resolución Decanal N°977-2025-UNS-FI integrado por los docentes: DR. JUAN PABLO SANCHEZ CHAVEZ (presidente), MS. MIRKO MARTIN MANRIQUE RONCEROS (secretario) y DR. YIM ISAIAS APESTEGUI FLORENTINO (Integrante), para dar inicio a la sustentación de la Tesis intitulada "APLICATIVO MÓVIL CON REALIDAD AUMENTADA PARA EL CENTRO ARQUEOLÓGICO PUNKURÍ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA", perteneciente a los Bachilleres: CUEVA VALDERRAMA BRYAN RENZO, con código de matrícula N° 0201614030 y ALVA CASTRO RODRIGO RAFAEL con código de matrícula N°0201714022, quienes fueron asesorados por el Ms. Mirko Martin Manrique Roncero, según T/R. D. N°0599-2024-UNS-FI.

Siendo las 11:00 am. del mismo día, se da por iniciado el acto de sustentación, firmando la presente Acta en señal de conformidad.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General de Grados y Títulos, vigente, declaran aprobar:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PODERACIÓN
ALVA CASTRO RODRIGO RAFAEL	18	BUENO

Siendo las 12 pm del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 31 de diciembre de 2025

DR. JUAN PABLO SANCHEZ CHAVEZ
PRESIDENTE

MS. MIRKO MARTIN MANRIQUE RONCEROS
SECRETARIO

DR. YIM ISAIAS APESTEGUI FLORENTINO
INTEGRANTE

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DETESIS

A los treinta y un días del mes de diciembre del año dos mil veinticinco, siendo las 11:00 am. En el aula S-2 del Pabellón de la Escuela Profesional de Ingeniería Sistemas e Informática-FI-UNS, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante Resolución 804-2025-UNS-CFI, y de expediente según Resolución Decanal N°977 -2025-UNS-FI Integrado por los docentes: DR. JUAN PABLO SANCHEZ CHAVEZ (presidente), MS. MIRKO MARTIN MANRIQUE RONCEROS (secretario) y DR. YIM ISAIAS APESTEGUI FLORENTINO (Integrante), para dar inicio a la sustentación de la Tesis intitulada "APLICATIVO MÓVIL CON REALIDAD AUMENTADA PARA EL CENTRO ARQUEOLÓGICO PUNKURÍ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA", perteneciente a los Bachilleres: CUEVA VALDERRAMA BRYAN RENZO, con código de matrícula N° 0201614030 y ALVA CASTRO RODRIGO RAFAEL con código de matrícula N°C201714022, cuyenes fueron asesorado por el Ms. Mirko Martín Manrique Ronceros, según T/R. D. N°0599-2024-UNS-FI

Siendo las 11:00 am. del mismo día, se da por iniciado el acto de sustentación, firmando la presente Acta en señal de conformidad.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General de Grados y Títulos, vigente, declaran **aprobado**:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONERACIÓN
CUEVA VALDERRAMA BRYAN RENZO	18	BUENO

Siendo las 12 pm del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 31 de diciembre de 2025

DR. JUAN PABLO SANCHEZ CHAVEZ
PRESIDENTE

MS. MIRKO MARTIN MANRIQUE RONCEROS
SECRETARIO

DR. YIM ISAIAS APESTEGUI FLORENTINO
INTEGRANTE

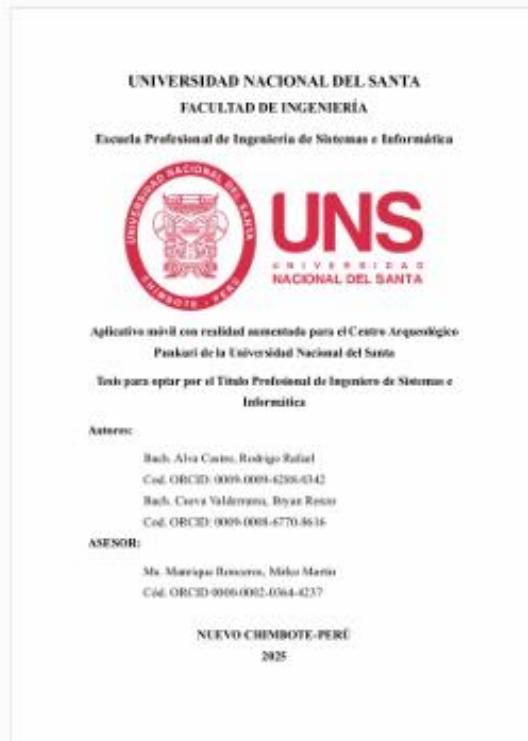


Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Rodrigo Rafael Alva Castro
Título del ejercicio: Tesis Pregrado
Título de la entrega: TESIS_FINAL_ALVA_CUEVA.docx
Nombre del archivo: TESIS_FINAL_ALVA_CUEVA.docx
Tamaño del archivo: 15.37M
Total páginas: 188
Total de palabras: 28,352
Total de caracteres: 162,086
Fecha de entrega: 20-ene-2026 01:06p.m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2860210660



TESIS_FINAL_ALVA_CUEVA.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	1 %
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	1 %
3	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1 %
4	repositorio.uladech.edu.pe Fuente de Internet	1 %
5	repositorio.autonoma.edu.pe Fuente de Internet	1 %
6	reciamuc.com Fuente de Internet	<1 %
7	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
8	1library.co Fuente de Internet	<1 %
9	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1 %

DEDICATORIA

A Dios, por iluminar mi camino, protegerme y darme fuerzas para seguir adelante, pues sin Él nada hubiera sido posible. A mi madre, Mercedes, y a mi abuela, Hilda Benita, por su apoyo incondicional y enseñanzas que me inspiran a superarme en cualquier circunstancia.

A mis profesores, por su dedicación al compartir sus conocimientos. A la Universidad Nacional del Santa por la sólida formación profesional y las oportunidades de movilidad académica nacional e internacional. Y a todas las personas que, de alguna forma, han dejado en mi vida una valiosa lección, mi más sincero agradecimiento.

Bryan Renzo Cueva Valderrama

Ante todo, agradezco profundamente a Dios por brindarme fortaleza y guía en cada paso de este camino. A mis padres, Milagros y Fernando, y a mi abuela Judith, por su amor y apoyo incondicional desde mis primeros años, valores que han forjado mi carácter y deseo de superación. A mi hermano Fabrizio, por ser ese pilar esencial que me inspira a salir adelante incluso en los momentos más difíciles.

Extiendo mi sincera gratitud a mi universidad, por transmitirme la sabiduría y formación necesarias para afrontar con responsabilidad los retos profesionales. A mis profesores por compartir generosamente su conocimiento, y muy especialmente a mi asesor, por su apoyo constante durante este arduo proceso, contribuyendo de forma invaluable a la culminación de este logro.

Rodrigo Rafael Alva Castro

INDICE

DEDICATORIA.....	i
INDICE.....	iii
INDICE DE TABLAS	vi
INDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT	12
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	13
1.1. Descripción de la empresa.....	13
1.2. Problema.....	14
1.3. Objetivos.....	16
1.4. Hipótesis	17
1.5. Justificación e importancia	17
1.6. Importancia.....	18
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	19
2.1. Antecedentes.....	19
2.2. Marco Teórico.....	27
2.3. Fundamentos tecnológicos	31
2.4. Modelo conceptual y proposiciones ampliadas	35
2.5. Operacionalización teórica y medición detallada.....	36
2.6. Delimitaciones, supuestos y limitaciones ampliadas.....	37
2.7. Aportes esperados y pertinencia social.....	38
2.8. Síntesis integradora	38
2.9. Aprendizaje situado, constructivismo y andamiaje	38
2.10. Cognición espacial y orientación en sitios arqueológicos	39
2.11. Motivación, disfrute y estado de flujo	39
2.12. Evaluación de usabilidad y experiencia de usuario con estándares	39

2.13. Accesibilidad, diseño universal y experiencia móvil.....	40
2.14. Patrimonio digital, autenticidad y transparencia científica.....	40
2.15. Gestión de datos, principios FAIR y preservación.....	40
2.16. Sostenibilidad operativa y gobierno del contenido	41
2.17. Estrategias de escalamiento y replicabilidad intersitios.....	41
2.18. Consideraciones metodológicas avanzadas para la evaluación	41
2.19. Diseño de la prueba de contenidos y análisis psicométrico	42
2.20. Telemetría analítica y toma de decisiones basada en evidencia.....	42
2.21. Seguridad, privacidad y ética en investigación aplicada.....	42
2.22. Limitaciones y amenazas ampliadas	43
2.23. Agenda de investigación futura	43
CAPITULO III. METODOLOGÍA.....	44
3.1. Enfoque de investigación.....	44
3.2. Método de Investigación	44
3.3. Diseño de Investigación.....	44
3.4. Población	45
3.5. Muestra	45
3.6. Nivel de Significancia	45
3.7. Operacionalización de las variables de estudio	46
3.8. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	47
3.9. Técnicas de análisis de resultados	47
3.10. Metodología para el desarrollo del estudio	47
3.11. Fiabilidad del Instrumento.....	49
3.12. Metodología del Desarrollo de Software	49
3.13. Fase de Exploración	50
3.14. Fase de Inicialización.....	58
3.15. Fase de Producción	62

3.16. Fase de Estabilización.....	66
3.17. Pruebas del Sistema	67
3.18. Trazabilidad HU-RF-PRUEBAS	68
3.19. Consideraciones éticas y de privacidad	68
3.20. Riesgos y medidas de contingencia	68
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	69
RESULTADOS.....	69
4.1. Análisis Indicadores Cuantitativos	69
4.2. Análisis Indicadores Cualitativos	116
4.3. Limitaciones	128
DISCUSIÓN.....	129
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	132
5.1. CONCLUSIONES.....	132
5.2. RECOMENDACIONES	134
CAPITULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	136
CAPITULO VII. ANEXOS.....	141
7.1. Anexo 01: Cuestionario Aplicado	141
7.2. Anexo 02: Tablas completas de resultados descriptivos	142
7.3. Anexo 03: Mockups	145
7.4. Anexo 04: Capturas del aplicativo.....	150
7.5. Anexo 05: DATOS DEL INDICADOR 01	156
7.6. Anexo 06: DATOS DEL INDICADOR 02	160
7.7. Anexo 07: DATOS DEL INDICADOR 03	164
7.8. Anexo 08: DATOS DEL INDICADOR 04	168
7.9. Anexo 09: Análisis de Fiabilidad	172
7.10. Resultado del Juicio de Expertos	177

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de las Variables	46
Tabla 2: Stakeholders del proyecto.....	50
Tabla 3: Cronograma del proyecto	51
Tabla 4: Módulos del aplicativo	52
Tabla 5: Requerimientos funcionales	54
Tabla 6: Requerimientos no funcionales	54
Tabla 7: Entorno técnico.....	55
Tabla 8: Capas y responsabilidades	60
Tabla 9: Planificación por fases (sprints Mobile-D).....	60
Tabla 10: Historias de usuario (HU).....	61
Tabla 11: Tarjetas de tareas.....	61
Tabla 12: Estructura de ar_models (metadatos por modelo 3D)	62
Tabla 13: Estructura de users.....	63
Tabla 14: Casos de aceptación por módulo	67
Tabla 15: Matriz de trazabilidad.....	68
Tabla 16: Riesgos y medidas de contingencia	68
Tabla 17: Resumen Indicador Tiempo de Búsqueda de Información.....	79
Tabla 18: Resumen Indicador Incremento del Conocimiento Adquirido	91
Tabla 19: Resumen Indicador Tiempo de permanencia por sesión	103
Tabla 20: Resumen Indicador Tasa de éxito en el reconocimiento de marcadores	115
Tabla 21: Descriptivos de edad (años).....	117
Tabla 22: Distribución por género	117
Tabla 23: Nivel educativo.....	117
Tabla 24: Visita previa a Punkurí.....	118
Tabla 25: Conocimiento/uso previo de RA	118
Tabla 26: Promedios por dimensión (1–5)	119
Tabla 27: Medias por ítem (1–5)	121
Tabla 28: Distribución de respuestas en interés por visitar o revisitar	121
Tabla 29: Fiabilidad interna por subescala	122
Tabla 30: Distribución de respuestas (n = 101).....	122
Tabla 31: Temas recurrentes en respuestas abiertas	123
Tabla 32: Puntajes medios por familiaridad con RA.....	124

Tabla 33: Puntajes medios por visita previa al sitio	125
Tabla 34: Recomendación de la aplicación	126
Tabla 35: Características de la muestra	142
Tabla 36: Promedios por dimensión (escala 1–5).....	143
Tabla 37: Medias por ítem (escala 1–5).....	143
Tabla 38: Distribución de respuestas en interés por visitar o revisitar	144
Tabla 39: Recomendación de la aplicación	145
Tabla 40: Preferencias de contenido adicional (respuesta múltiple)	145
Tabla 41: Indicador tiempo de búsqueda de información.....	156
Tabla 42: Indicador incremento del conocimiento adquirido	160
Tabla 43: Indicador tasa de permanencia por sesión	164
Tabla 44: Indicador tasa de éxito de reconocimiento de marcadores	168
Tabla 45: Tabla de validación	172
Tabla 46: Matriz de Evaluación.....	173
Tabla 47: Tabla de validación	176
Tabla 48: Resultados Juicio de Expertos	177

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación Geográfica de Nepeña	13
Figura 2: Resumen de procesamiento de Análisis de Fiabilidad	49
Figura 3: Análisis de Fiabilidad de Alfa de Cronbach.....	49
<i>Figura 4: SplashScreen</i>	52
Figura 5: <i>OnboardingScreen</i>	53
Figura 6: <i>Home</i>	53
Figura 7: <i>Lista de modelos RA.....</i>	53
<i>Figura 8: Article</i>	54
Figura 9: <i>Android Studio – Entorno de Desarrollo</i>	56
Figura 10: <i>ARCore / SceneView – Entorno de RA</i>	56
Figura 11: <i>Consola de Firebase.....</i>	57
Figura 12: <i>Archivo build.gradle</i>	57
Figura 13: <i>AndroidManifest.xml</i>	58
Figura 14: <i>Arquitectura lógica de PunkuriAR (Clean Architecture)</i>	59
Figura 15: <i>Firebase – lista de documentos en ar_models.....</i>	63
Figura 16: <i>Firebase – documento con imageUrl y modelUrl</i>	63
Figura 17: <i>Documento de ejemplo dentro de la colección users en Firebase</i>	64
Figura 18: <i>Estructura de carpetas del Firebase Storage (img y models).....</i>	64
Figura 19: <i>Archivos almacenados en la carpeta /img del Firebase Storage</i>	65
Figura 20: <i>Archivos .glb almacenados en la carpeta /models del Firebase Storage.</i>	65
Figura 21: <i>Resumen de procesamiento de casos del Indicador TBI.....</i>	70
Figura 22: <i>Estadísticos del indicador TBI.....</i>	70
Figura 23: <i>Grafico Q-Q normal del indicador TBI en el Pre Test</i>	71
Figura 24: <i>Grafico Q-Q normal del indicador TBI en el Post Test</i>	71
Figura 25: <i>Grafico Q-Q sin tendencia del indicador TBI en el Pre Test</i>	72
Figura 26: <i>Grafico Q-Q sin tendencia del indicador TBI en el Post Test</i>	72
Figura 27: <i>Estadísticos del indicador TBI.....</i>	73
Figura 28: <i>Estadísticos del indicador TBI.....</i>	73
Figura 29: <i>Prueba de Normalidad del indicador TBI</i>	74
Figura 30: <i>Estadísticas del grupo del indicador TBI</i>	74
Figura 31: <i>Prueba de T Student del indicador TBI</i>	74
Figura 32: <i>Gráfica de T Student del indicador TBI.....</i>	75

Figura 33: <i>Impacto Indicador Tiempo de Búsqueda de Información</i>	80
Figura 34: <i>Resumen de procesamiento de casos del Indicador ICA</i>	81
Figura 35: <i>Estadísticos del indicador ICA</i>	82
Figura 36: <i>Grafico Q-Q normal del indicador ICA en el Pre Test</i>	83
Figura 37: <i>Grafico Q-Q normal del indicador ICA en el Post Test</i>	83
Figura 38: <i>Grafico Q-Q sin tendencia del indicador ICA en el Pre Test</i>	84
Figura 39: <i>Grafico Q-Q sin tendencia del indicador ICA en el Post Test</i>	84
Figura 40: <i>Estadísticos del indicador ICA</i>	85
Figura 41: <i>Estadísticos del indicador ICA</i>	85
Figura 42: <i>Prueba de Normalidad del indicador ICA</i>	86
Figura 43: <i>Estadísticas del grupo del indicador ICA</i>	86
Figura 44: <i>Prueba de T Student del indicador ICA</i>	86
Figura 45: <i>Gráfica de T Student del indicador ICA</i>	87
Figura 46: <i>Impacto Indicador Incremento del Conocimiento Adquirido</i>	92
Figura 47: <i>Resumen de procesamiento de casos del Indicador TPS</i>	94
Figura 48: <i>Estadísticos del indicador TPS</i>	94
Figura 49: <i>Grafico Q-Q normal del indicador TPS en el Pre Test</i>	95
Figura 50: <i>Grafico Q-Q normal del indicador TPS en el Post Test</i>	95
Figura 51: <i>Grafico Q-Q sin tendencia del indicador TPS en el Pre Test</i>	96
Figura 52: <i>Grafico Q-Q sin tendencia del indicador ICA en el Post Test</i>	96
Figura 53: <i>Estadísticos del indicador TPS</i>	97
Figura 54: <i>Estadísticos del indicador TPS</i>	97
Figura 55: <i>Prueba de Normalidad del indicador TPS</i>	98
Figura 56: <i>Estadísticas del grupo del indicador TPS</i>	98
Figura 57: <i>Prueba de T Student del indicador TPS</i>	98
Figura 58: <i>Gráfica de T Student del indicador TPS</i>	99
Figura 59: <i>Impacto del Indicador Tiempo permanencia por sesión</i>	104
Figura 60: <i>Resumen de procesamiento de casos del Indicador TRM</i>	105
Figura 61: <i>Estadísticos del indicador TPS</i>	106
Figura 62: <i>Grafico Q-Q normal del indicador TRM en el Pre Test</i>	107
Figura 63: <i>Grafico Q-Q normal del indicador TRM en el Post Test</i>	107
Figura 64: <i>Grafico Q-Q sin tendencia del indicador TRM en el Pre Test</i>	108
Figura 65: <i>Grafico Q-Q sin tendencia del indicador TRM en el Post Test</i>	108
Figura 66: <i>Estadísticos del indicador TRM</i>	109

Figura 67: <i>Estadísticos del indicador TRM</i>	109
Figura 68: <i>Prueba de Normalidad del indicador TRM</i>	110
Figura 69: <i>Estadísticas del grupo del indicador TRM</i>	110
Figura 70: <i>Prueba de T Student del indicador TRM</i>	110
Figura 71: <i>Gráfica de T Student del indicador TRM</i>	111
Figura 72: <i>Impacto del indicador Tasa de éxito en el reconocimiento de marcadores</i>	116
Figura 73: Histograma de edades de la muestra.....	118
Figura 74: Promedios por dimensión (escala 1–5)	120
Figura 75: Interés por visitar o revisitar	123
Figura 76: Gráfica de pastel de recomendación	126
Figura 77: Preferencias de contenido	127
Figura 78: Medias por ítem	128
Figura 79: SplashScreen	145
Figura 80: <i>OnboardingScreen.kt</i>	146
Figura 81: <i>PreScreen.kt</i>	146
Figura 82: <i>RegisterScreen.kt</i>	147
Figura 83: <i>LoginScreen.kt</i>	147
Figura 84: <i>HomeScreen.kt</i>	148
Figura 85: <i>ArModelsListScreen.kt</i>	148
Figura 86: <i>ArticleScreen.kt</i>	149
Figura 87: <i>Flujo de la aplicación</i>	149
Figura 88: Inicio de Sesión.....	150
Figura 89: Registro	151
Figura 90: Vista Principal	152
Figura 91: Vista del museo	153
Figura 92: Ubicación del museo.....	154
Figura 93: Funcionalidad 3D	155
Figura 94 Validación de Experto 1	177
Figura 95 Validación de Experto 2	178
Figura 96 Validación de Experto 3	179
Figura 97 Validación de Experto 4	180
Figura 98 Validación de Experto 5	181

RESUMEN

La investigación se desarrolló en el contexto del Centro Arqueológico de Punkurí, donde se identificó como problema central el limitado nivel de conocimiento de los visitantes y las dificultades para localizar y comprender la información disponible sobre el patrimonio cultural. Se evidenció que los usuarios tenían bajo nivel de aprendizaje inicial y realizaban búsquedas prolongadas de información, lo que afectaba negativamente la experiencia educativa del público visitante.

El objetivo principal del estudio fue desarrollar e implementar una aplicación móvil con Realidad Aumentada (RA) y evaluar su impacto en el nivel de conocimiento y en el tiempo de búsqueda de información de los visitantes del Centro Arqueológico Punkurí. Para ello se aplicó un diseño cuasi-experimental con pretest y postest, con un tamaño muestral de 101 participantes, sin grupo de control, midiendo el desempeño antes y después del uso del aplicativo.

La metodología incluyó el diseño del aplicativo educativo con RA, la validación por expertos y la aplicación de instrumentos de evaluación de conocimientos y desempeño de búsqueda, cuyos resultados fueron sometidos a pruebas estadísticas t de Student para muestras relacionadas, además del cálculo del tamaño del efecto para estimar la magnitud del impacto obtenido.

Los resultados mostraron un incremento significativo del nivel de conocimiento, pasando de un promedio de 42.82 % a 85.27 %, con una diferencia de +42.45 puntos porcentuales, significancia $p < 0.001$ y un tamaño del efecto muy alto ($d = 5.64$), indicando impacto positivo extremadamente alto del uso de RA.

Asimismo, se evidenció una reducción drástica en el tiempo de búsqueda de información, disminuyendo de 113.83 s a 34.27 s, con diferencias estadísticamente significativas, lo que confirma una mayor eficiencia en la localización y comprensión de contenidos.

Se concluye que la aplicación móvil con Realidad Aumentada mejora de manera significativa el aprendizaje de los visitantes, optimiza el acceso a la información patrimonial y contribuye a fortalecer la difusión cultural y educativa del sitio arqueológico.

Palabras Clave: Realidad aumentada, aplicación móvil, patrimonio cultural, experiencia del visitante, tecnología educativa.

ABSTRACT

This research was conducted at the Punkurí Archaeological Center, where limited visitor knowledge and difficulties in locating and understanding cultural information were identified as main problems affecting the educational experience. To address this gap, a mobile application using Augmented Reality (AR) was developed and implemented to enhance cultural dissemination and improve the visitor experience.

The main objective was to evaluate the impact of the AR-based mobile application on visitors' acquired knowledge and information search performance. A quantitative, descriptive, non-experimental, cross-sectional design was applied, using a pretest–posttest approach with a convenience sample of 101 participants. Data were collected through knowledge tests and performance indicators and were analyzed using Student's t-test and Cohen's d to estimate effect size.

The results showed a significant increase in knowledge levels, from 42.82% to 85.27% (+42.45 percentage points), with $p < 0.001$ and a very large effect size ($d = 5.64$). Likewise, a substantial improvement in user performance was observed, particularly a marked reduction in information search time, confirming greater efficiency and usability of the AR application. These findings demonstrate that the implemented mobile application not only strengthens cultural dissemination but also enhances learning, engagement, and visitor interaction with archaeological heritage.

In conclusion, the use of augmented reality as an educational technological tool significantly improves the dissemination and comprehension of cultural heritage at the Punkurí Archaeological Center and represents a scalable and replicable solution for similar museum and heritage contexts.

Keywords: Augmented Reality, Mobile Application, Cultural Heritage, Visitor Experience, Educational Technology

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción de la empresa

1.1.1. Razón Social

Ministerio de Cultura – Dirección Desconcentrada de Cultura de Áncash (DDC Áncash).

1.1.2. Tipo de Entidad

Entidad pública del Gobierno Nacional.

1.1.3. Dirección Legal

Av. Centenario N.º 609, Huaraz, Áncash.

1.1.4. Direccionamiento Estratégico

1.1.4.1. Misión

“Investigar, conservar y poner en valor el Centro Arqueológico Punkurí, promoviendo su interpretación educativa y digital para fortalecer la identidad cultural regional y el turismo responsable.”

1.1.4.2. Visión

“Ser referente nacional en gestión y divulgación de patrimonio arqueológico costeño con experiencias inmersivas (RA/VR), accesibles e inclusivas para la comunidad y visitantes.”

1.1.5. Ubicación Geográfica

Figura 1:

Ubicación Geográfica de Nepeña



1.2. Problema

1.2.1. Realidad Problemática

En el ámbito internacional, el creciente avance de la tecnología ha permitido que más personas tengan acceso a la realidad aumentada tanto para la visualización y su creación, la cual era un impedimento para muchas personas dado a los elevados costos de acceso al mismo generaban una gran brecha entre la tecnología y las personas interesadas en utilizarla. Lamentablemente a nivel mundial la pandemia ha mostrado la relación desigual entre las naciones según su grado de desarrollo. Desde la atención médica a las vacunas y todos los procesos asociados con la atención de los ciudadanos muestra asimetrías muy dolorosas, en función del poderío económico de los países. Esta desigualdad se refleja en la Educación. El acceso a la tecnología es muy desigual entre países y las posibilidades de “igualar” la Educación como un derecho básico quedan limitadas en función de la capacidad económica de los Estados. El acceso a la tecnología es muy desigual entre países y las posibilidades de “igualar” la Educación como un derecho básico quedan limitadas en función de la capacidad económica de los Estados. (Giusti, 2021)

En sur américa la realidad aumentada a tenido mucha acogida en la difusión turística y afronta grandes desafíos para poder utilizarse en la educación, La aplicación de estas tecnologías en la educación puede verse como un conjunto que influye, apoya y mejora los métodos de enseñanza, fortaleciendo el proceso educativo y ayudando a desarrollar nuevas formas de aprendizaje. Utilizando estas tecnologías, los estudiantes pueden diseñar sus entornos de aprendizaje en el mundo virtual. Recientemente, estas tecnologías encuentran aplicación en robótica. En particular, la Realidad Virtual, Aumentada y Mixta se puede utilizar para la Interacción Humano-Robot. En esta tecnología, los robots pueden interactuar con humanos en realidad mixta. La realidad virtual es una herramienta para el desarrollo de robots interactivos, el diseño de nuevas interfaces de realidad aumentada y la comunicación mediadora entre huma-nos y robots, comparaciones de las capacidades y percepciones de robots y agentes virtuales, y mejores prácticas de diseño. En base a las interrogantes acerca de

si la realidad virtual, la realidad aumentada y la realidad mixta tienen un impacto positivo en la educación en todos los ámbitos, evidentemente es sí. Sin embargo, es importante considerar que no todos logran beneficiarse y que presenta sus limitantes siendo la principal de todas el acceso por parte de la población tanto estudiantil como de educadores a este tipo de tecnologías. En tal sentido, existen algunos escenarios de enseñanza donde estas tecnologías se pueden utilizar para mejorar la enseñanza, el aprendizaje y la colaboración. En cambio, existen otros entornos educativos donde no se deben utilizar estas tecnologías. (Muñiz et al., 2024)

1.2.2. Análisis del Problema

La limitada implementación de la digitalización en el patrimonio peruano, concentrada en pocos polos turísticos, provoca una brecha de visibilidad y acceso para sitios menos conocidos como Punkurí, donde persisten desafíos significativos de comprensión y preservación. La dependencia de estrategias de difusión tradicionales, como visitas guiadas y material impreso, sin recursos digitales que comuniquen la complejidad iconográfica del sitio, genera una experiencia de visitante restringida y una conciencia patrimonial débil, lo que indirectamente afecta la urgencia de su conservación a largo plazo. Además, el limitado presupuesto institucional destinado a la innovación tecnológica

En zonas periféricas restringe la capacidad de respuesta a estos desafíos, perpetuando el uso de métodos obsoletos. A esto se suma la fragilidad del entorno físico del sitio ante la intervención humana (visitas), lo que exige soluciones de difusión que minimicen el impacto directo y aseguren la integridad del lugar. Por otro lado, la creciente demanda global por experiencias culturales interactivas y personalizadas implica que, al no ofrecerlas, se pierde competitividad frente a otros destinos mejor equipados tecnológicamente. Finalmente, la dificultad para acceder a la iconografía e información por parte de la comunidad local y educadores obstaculiza el desarrollo de un sentido de pertenencia y valoración, lo cual es clave para la sostenibilidad de la gestión patrimonial. Este panorama justifica plenamente la exploración de una aplicación móvil de realidad aumentada, ya que esta solución no solo permitiría experiencias inmersivas y accesibles para públicos

diversos que superen las barreras geográficas y de formato, sino que también se alinearía estratégicamente con el Plan Estratégico Nacional de Turismo 2025, el cual exige la incorporación de nuevas tecnologías como requisito para modernizar la oferta y mantener la competitividad del sector.

1.2.3. Formulación del Problema

¿En qué medida el uso del aplicativo móvil con Realidad Aumentada influye en la experiencia del visitante y en la eficiencia de la difusión del patrimonio cultural del Centro Arqueológico Punkurí de la Universidad Nacional del Santa?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Evaluar la influencia del aplicativo móvil con Realidad Aumentada en la experiencia del visitante y la eficiencia en la difusión del patrimonio cultural del Centro Arqueológico Punkurí de la Universidad Nacional del Santa.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Evaluar la influencia del aplicativo móvil con realidad aumentada en la tasa de éxito del reconocimiento de marcadores.
- Analizar la facilidad de uso del aplicativo móvil con realidad aumentada.
- Determinar el nivel de satisfacción de los visitantes respecto al uso del aplicativo móvil con realidad aumentada.
- Medir el incremento del conocimiento adquirido por los visitantes del Centro Arqueológico Punkurí.
- Analizar la variación del tiempo de búsqueda de información de los visitantes.
- Evaluar el efecto del aplicativo móvil con realidad aumentada en el tiempo de permanencia por sesión de los visitantes

1.4. Hipótesis

El uso del aplicativo móvil con Realidad Aumentada influye de manera significativa en la experiencia del visitante y en la eficiencia de la difusión del patrimonio cultural del Centro Arqueológico Punkurí de la Universidad Nacional del Santa.

1.5. Justificación e importancia

1.5.1. Justificación Técnica

-Viabilidad y eficiencia de implementar realidad aumentada con herramientas como ArCore y Firebase para sitios arqueológicos impacta favorablemente la utilización del aplicativo Móvil.

1.5.2. Justificación Operativa

-La optimización de Firebase en la distribución de los archivos de realidad aumentada permite una mayor operatividad al utilizar el aplicativo móvil evitando así los largos procesos para el llamamiento de un archivo tan pesado de realidad aumentada evitando que se almacene en la memoria cache del aplicativo móvil.

1.5.3. Justificación Económica

-Aplicativo de bajo costo dado que el desarrollo utiliza herramientas gratuitas como Android Studio frente a métodos tradicionales de paga tanto de mantenimiento y producción.

1.5.4. Justificación Social

-La accesibilidad mediante el aplicativo móvil con realidad aumentada al centro cultural Punkuri de acceso público, fortalece la identidad cultural regional y concientiza a la comunidad local de Ancash.

1.5.5. Justificación Personal

-El enfoque de contribuir con nuestros conocimientos adquiridos en desarrollo de la nuestra preparación académica, gracias a la educación superior pública nos encamina a la realización de este aplicativo móvil con realidad aumentada a favor de la comunidad local y regional

1.6. Importancia

La tesis no solo cumple una finalidad académica, también moderniza la difusión del Centro Arqueológico Punkuri, fortalece la experiencia educativa y turística de los visitantes y contribuye a la preservación del legado histórico de Punkurí a favor de la comunidad, del ámbito académico y del sector turístico. En términos científicos, el estudio integra medición objetiva de clave como el incremento del conocimiento adquirido la reducción del tiempo de búsqueda de información.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Internacional

Antecedente 01

Título: “Augmented reality systems in the cultural heritage domains: A systematic review” (Ramtohul y Khedo, 2024)

Autor: Ramtohul, I. y Khedo, K. K.

Año: 2024

Conclusión: El artículo científico realiza una revisión sistemática sobre los sistemas de Realidad Aumentada (RA) en dominios de patrimonio cultural.

La conclusión destaca que el desarrollo reciente de la RA ha revolucionado la industria del patrimonio, permitiendo a las organizaciones culturales mejorar la experiencia de sus activos. Sin embargo, identifica que las aplicaciones centradas en experiencias al aire libre (como sitios arqueológicos o ciudades) siguen siendo limitadas en comparación con entornos interiores como museos, debido a desafíos técnicos como el mantenimiento del equilibrio entre lo virtual y lo real. (Ramtohul y Khedo, 2024)

Antecedente 02

Título: “Augmented Reality Immersion in Cultural Heritage Sites: Analyzing Adoption Intentions” (Tapashetti et al., 2024)

Autor: Tapashetti, S., Al-Emran, M., y Shaalan, K.

Año: 2024

Conclusión: Esta investigación profundiza en la adopción de la tecnología de RA dentro del turismo patrimonial. Los resultados indican que la inmersión mediante RA juega un papel crucial en influir la experiencia turística. Se concluye que factores como la expectativa de desempeño, el valor del precio y la innovación personal afectan significativamente la intención de comportamiento de los usuarios. El estudio extiende el modelo UTAUT2, proporcionando vías prácticas para optimizar la experiencia del usuario en plataformas de turismo patrimonial. (Tapashetti et al., 2024)

Antecedente 03

Título: "Applying virtual reality and augmented reality to the tourism experience: a comparative literature review"
(Hatzigiannakoglou et al., 2024)

Autor: Hatzigiannakoglou, M., García-Buades, M. E., y Calvo-Porral, C.

Año: 2024

Conclusión: El estudio lleva a cabo una revisión crítica para evaluar el papel de la RA y la Realidad Virtual (RV) en el turismo. Se concluye que, aunque ambas tecnologías facilitan la inmersión, tienen roles distintos; la RA actúa como un facilitador que intensifica la autenticidad percibida al superponer información sobre el mundo real, mejorando el compromiso del turista in situ. La investigación resalta una progresión notable en metodologías y teorías aplicadas en los últimos dos años (2022-2023) para generar experiencias turísticas efectivas. (Hatzigiannakoglou et al., 2024)

Antecedente 04

Título: "Grand challenges in immersive technologies for cultural heritage"
(Wang et al., 2024)

Autor: Wang, H., Du, J., Li, Y., Zhang, L., y Li, X.

Año: 2024

Conclusión: Tras sintetizar más de 170 publicaciones recientes, los autores identificaron brechas recurrentes en el uso de tecnologías inmersivas para patrimonio: evaluación limitada del aprendizaje, poca accesibilidad para visitantes diversos y escasa transparencia en la procedencia de modelos 3D. Se concluye recomendando la integración de estándares de accesibilidad, telemetría de uso anónima y reportes de "paradata" de producción para asegurar la transparencia científica y la utilidad educativa de las aplicaciones. (Wang et al., 2024)

Antecedente 05

Título: "Enhancing cultural heritage experiences with augmented reality: An app for the Camino de Santiago" (Jimenez Morales et al., 2022)

Autor: Jimenez Morales, M., Lopez Meneses, E., y Molina García, A.

Año: 2022

Conclusión: Se diseñó y evaluó una aplicación móvil con realidad aumentada para una ruta patrimonial abierta. Los resultados reportaron mejoras significativas en la orientación del visitante, la comprensión de hitos históricos y la satisfacción general. El estudio concluye que la utilidad educativa de la RA en exteriores depende críticamente de la claridad del guion instruccional, la segmentación de la información en escenas breves y la estabilidad técnica frente a condiciones ambientales.
(Jimenez Morales et al., 2022)

Antecedente 06

Título: “Augmented Reality in Cultural Heritage: An Overview of the Last Decade of Applications” (Boboc y otros, 2022)

Autor: Boboc, R. G., Bătuț, E., Gîrbacia, F., Popovici, N., & Popovici, D.-M.

Año: 2022

Conclusión: En este estudio se analizó el uso de la realidad aumentada en el patrimonio cultural durante los últimos nueve años mediante una revisión sistemática y bibliométrica basada en 1201 publicaciones de Scopus y Web of Science, identificando ocho tendencias clave que evidencian su crecimiento en museos, educación, turismo y conservación. Los autores concluyen que la RA es una herramienta eficaz para enriquecer la experiencia del visitante y apoyar la preservación digital, aunque aún enfrenta desafíos vinculados a la calidad de datos y a los procesos de digitalización. (Boboc y otros, 2022)

Antecedente 07

Título: “Location-Based Augmented Reality for Cultural Heritage Communication and Education: The Doltso District Application”
(Kleftodimos y otros, 2023)

Autor: Kleftodimos, A., Evangelou, A., Triantafyllidou, A., Grigoriou, M., & Lappas, G.

Año: 2023

Conclusión: En este estudio se diseñó y aplicó una herramienta de realidad aumentada basada en geolocalización para comunicar y enseñar el patrimonio del distrito de Doltso, evaluada con 309 estudiantes mediante un modelo de experiencia de usuario y análisis estadístico que permitió medir interacción, motivación y aprendizaje. A partir de los resultados, se concluye que la RA potencia significativamente la comprensión y el compromiso en contextos patrimoniales, a pesar de los desafíos técnicos relacionados con la precisión del GPS. (Kleftodimos y otros, 2023)

2.1.2. Nacional

Antecedente 01

Título: “Realidad aumentada como herramienta motivadora en estudiantes de ingeniería de sistemas en una universidad pública”
(León Velarde et al., 2024)

Autor: León Velarde, C. G., Aparicio Montenegro, P., Narro Andrade, M., Morales Romero, G., & Vega Infantas, M.

Año: 2024

Conclusión: El estudio evaluó el impacto de la RA como herramienta motivadora en el contexto educativo peruano. Se encontró que la implementación de estas tecnologías incrementa el interés, la autopercepción de utilidad y la predisposición a seguir usándolas. La conclusión resalta que las experiencias breves y guiadas son más efectivas para mantener la motivación y reducir la carga cognitiva en los usuarios, hallazgo transferible al diseño de experiencias para visitantes en sitios culturales.
(León Velarde et al., 2024)

Antecedente 02

Título: “Realidad virtual inmersiva potenciado por inteligencia artificial para la atracción del turismo” (Morales Coral, 2024)

Autor: Morales Coral, Renzo Gabriel

Año: 2024

Conclusión: Esta tesis tuvo como objetivo desarrollar una herramienta innovadora de realidad virtual inmersiva para atraer turismo al distrito de Huaral. Los resultados demostraron que el uso de tecnologías inmersivas permite a los usuarios explorar virtualmente los destinos, influyendo

positivamente en su decisión de visita. Se concluye que la innovación tecnológica es relevante para el progreso del turismo nacional, generando un impacto beneficioso tanto en la sociedad como en la economía local al modernizar la oferta turística. (Morales Coral, 2024)

Antecedente 03

Título: “Aplicación móvil para el aprendizaje del Reino Fungi en bosques de selva” (Guillén Lozano & Zapata Galarza, 2024)

Autor: Guillén Lozano, F. A., & Zapata Galarza, K.

Año: 2024

Conclusión: La investigación se centró en el diseño de una aplicación móvil educativa con geolocalización y recursos multimedia para aprendizaje in situ. Se demostró que la combinación de narrativa concisa anclada a puntos de interés específicos incrementa la comprensión de conceptos biológicos en entornos naturales. El estudio avala la eficacia de utilizar dispositivos móviles para la interpretación ambiental y patrimonial en contextos peruanos, sugiriendo el uso de fichas narrativas breves.

(Guillén Lozano & Zapata Galarza, 2024)

Antecedente 04

Título: “Realidad Virtual para Fortalecer la Identidad Cultural De las Estudiantes de la Institución Educativa Santa Magdalena Sofía - Chiclayo” (Sanchez Albarran, 2024)

Autor: Sanchez Albarran, Ernie Edgar

Año: 2024

Conclusión: El trabajo de investigación implementó recursos de virtualización para dar a conocer el patrimonio y fortalecer la identidad cultural. La conclusión determina que el uso de tecnologías inmersivas (RA/RV) permite desarrollar una mejora significativa en la valoración de los bienes inmuebles patrimoniales. Se recomienda la aplicación de estas herramientas para transformar el turismo digital y proporcionar elementos geográficos y arqueológicos que enriquezcan el conocimiento de la identidad local. (Sanchez Albarran, 2024)

Antecedente 05

Título: “Aplicación móvil basado en realidad aumentada para incrementar el interés por el arte precolombino en visitantes de Lima, 2021” (Bendezu Ramirez & Campoverde Pacora, 2022)

Autor: Bendezu Ramirez, Carlo Antonio & Campoverde Pacora, Marco Antonio

Año: 2022

Conclusión: La tesis tuvo como objetivo determinar la influencia de una app de RA en el interés por el arte precolombino peruano. El estudio pre-experimental concluyó que el uso de modelos 3D y RA incrementó significativamente el interés de los visitantes. Se evidenció que la visualización interactiva de piezas arqueológicas facilita la conexión emocional y cognitiva con el patrimonio, validando la RA como una estrategia efectiva para la difusión cultural en museos y sitios arqueológicos del país. (Bendezu Ramirez & Campoverde Pacora, 2022)

Antecedente 06

Título: “Aplicación de realidad virtual para fomentar la cultura de Chan Chan, en la Ciudad de Trujillo, 2025” (Castro Sanchez, 2025)

Autor: Castro Sanchez, J. E.

Año: 2025

Conclusión: El estudio tuvo como objetivo desarrollar una aplicación de realidad virtual para mejorar la difusión cultural del complejo arqueológico de Chan Chan en Trujillo. Los resultados mostraron que la tecnología inmersiva enriqueció la experiencia del usuario al facilitar el acceso a la información y mejorar la exploración virtual del sitio. Se concluye que la realidad virtual es una herramienta eficaz para promover el patrimonio arqueológico, fortaleciendo el interés turístico y facilitando el aprendizaje cultural. (Castro Sanchez, 2025)

Antecedente 07

Título: “Digitalización del Parque Arqueológico de Saqsayhuamán usando tecnología de realidad virtual, Cusco 2023” (Choque Flores, 2023)

Autor: Choque Flores, J. R.

Año: 2023

Conclusión: Este estudio se planteó desarrollar un prototipo de digitalización del Parque Arqueológico de Saqsayhuamán mediante fotografías panorámicas de 360° integradas en un entorno virtual. Los resultados mostraron que las tecnologías inmersivas facilitan la preservación digital del patrimonio y permiten una exploración virtual más accesible para el público. Se concluye que la realidad virtual es una herramienta viable para fortalecer la preservación y difusión de sitios arqueológicos, además de aportando valor educativo y turístico. (Choque Flores, 2023)

2.1.3. Local

Antecedente 01

Título: “Implementación de una aplicación móvil de realidad aumentada para el museo ‘Max Uhle’ - Casma; 2024” (Malaspina Pozo, 2024)

Autor: Malaspina Pozo, Cesar Arnaldo

Año: 2024

Conclusión: La tesis desarrolló una propuesta de aplicación móvil con RA para mejorar la experiencia de visita y la difusión de la Cultura Sechín en el museo Max Uhle (Casma, Áncash). Los resultados evidenciaron una alta aceptación de la ruta interactiva y una mejora en la calidad de atención al visitante. Se concluye que la RA permite publicar contenidos turísticos de manera más atractiva, mejorando el aprendizaje y la difusión del patrimonio local, siempre que se equilibre la fidelidad histórica con la facilidad de uso. (Malaspina Pozo, 2024)

Antecedente 02

Título: “Aplicativo móvil con realidad aumentada para mejorar el rendimiento académico en estudiantes de una Institución Educativa Pública Chimbote 2023” (Paulino Moreno, 2024)

Autor: Paulino Moreno, Cleoge Zenaida

Año: 2024

Conclusión: Esta investigación realizada en Chimbote abordó el uso de un aplicativo móvil con RA para mejorar el rendimiento académico. Aunque enfocado en matemáticas, el estudio local demuestra la viabilidad técnica y la eficacia pedagógica de la RA en la población estudiantil de la provincia del Santa. La conclusión afirma que la interacción con elementos aumentados

mejora significativamente la comprensión de conceptos abstractos y la motivación, sentando un precedente tecnológico aplicable a la educación patrimonial en la zona. (Paulino Moreno, 2024)

Antecedente 03

Título: “Realidad Aumentada bajo Tecnología Móvil para promocionar la gastronomía de la Provincia del Santa” (Nomberto Montenegro, 2022)

Autor: Nomberto Montenegro, Christian Anderson

Año: 2022

Conclusión: La tesis tuvo como objetivo mejorar la promoción de la gastronomía en la provincia del Santa mediante una aplicación móvil con RA. Utilizando la metodología Mobile-D, se logró reducir el tiempo de atención y aumentar el nivel de satisfacción del cliente en un 60%. Se concluye que el uso de RA en dispositivos móviles es una estrategia efectiva para atraer nuevos usuarios y fidelizar a los existentes en el mercado local, validando el uso de la metodología Mobile-D para desarrollos ágiles en la región. (Nomberto Montenegro, 2022)

Antecedente 04

Título: “Aplicación de la tecnología de Realidad Virtual inmersiva (Industria 4.0) para la mejora del proceso de capacitación en Seguridad y Salud Ocupacional en la empresa Minera Antamina S.A., Huari, Áncash – 2019” (Valencia Bustinza, 2019)

Autor: Valencia Bustinza, Herman

Año: 2019

Conclusión: La investigación tuvo como finalidad mejorar el proceso de capacitación en Seguridad y Salud Ocupacional en la empresa Minera Antamina mediante la implementación de tecnología de Realidad Virtual inmersiva. Los resultados evidenciaron un mayor nivel de comprensión, retención y seguridad operativa tras el uso de la realidad virtual. Se concluye que la incorporación de tecnologías inmersivas basadas en Realidad Virtual permite optimizar de manera significativa los procesos de capacitación en Seguridad y Salud Ocupacional dentro del sector minero. (Valencia Bustinza, 2019)

Antecedente 05

Título: “Sistema móvil para ubicar los puntos de interés utilizando la Realidad Aumentada en la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo” (Raymundo Diaz, 2018)

Autor: Magno Alberto Raymundo Díaz

Año: 2018

Conclusión: La investigación desarrolló un sistema móvil con RA para ubicar puntos de interés y acceder a información centralizada sobre lugares y eventos académicos dentro del campus universitario. Los resultados mostraron que esta tecnología reduce el tiempo de búsqueda, incrementa la autonomía de los estudiantes ingresantes y facilita la difusión de actividades institucionales.

Por lo tanto, se concluye que la RA facilita la identificación espacial y mejora significativamente la experiencia de navegación dentro de un ambiente, optimizando tiempos de desplazamiento y permitiendo una comprensión más intuitiva del entorno en donde se encuentra. (Raymundo Diaz, 2018)

2.2. Marco Teórico

2.2.1. Realidad aumentada aplicada a patrimonio

Según (Basogain y otros, 2007) La realidad aumentada se entiende como la superposición congruente de contenido digital en el entorno físico, registrada y renderizada en tiempo real desde dispositivos móviles. En patrimonio, la RA cumple funciones de mediación didáctica y de interpretación: reconstruye volúmenes perdidos, señala detalles icónicos, ofrece capas narrativas y favorece el aprendizaje situado. La evidencia reciente indica que su efectividad se sustenta en la precisión espacial, la economía cognitiva y la relevancia contextual de las escenas, además de la transparencia sobre niveles de inferencia en las reconstrucciones.

2.2.2. Diseño instruccional: aprendizaje multimedia y carga cognitiva

Para (Mayer, 2024) experiencias in situ, la Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia y la Teoría de Carga Cognitiva ofrecen pautas para estructurar mensajes breves, con contigüidad espacial y temporal entre objeto y explicación, eliminación de detalles seductores, señalización explícita y segmentación en micro-escenas. En RA de exteriores estas recomendaciones se refuerzan: el visitante divide su atención

entre el entorno y la pantalla, por lo que los guiones deben minimizar la carga extrínseca y favorecer la generación de inferencias con preguntas guía y comparaciones con conocimientos previos. La literatura reciente en HCI sugiere medir carga con instrumentos validados y triangulación de auto-reporte, tiempos de tarea y errores.

2.2.3. Experiencia de usuario y calidad en uso

La calidad de un aplicativo patrimonial exige conjugar usabilidad, eficiencia de desempeño, accesibilidad y satisfacción hedónica. De acuerdo con la norma (ISO/IEC 25002:2024, 2024), los modelos de calidad del software deben contemplar no solo atributos funcionales, sino también características ampliadas como seguridad, compatibilidad, fiabilidad y eficiencia, las cuales permiten establecer requisitos no funcionales críticos para aplicaciones móviles en contextos de campo, tales como estabilidad operativa, consumo energético optimizado y robustez en condiciones de conectividad limitada. Para medir la experiencia del usuario se recomienda integrar métricas de facilidad de aprendizaje, eficacia en tareas críticas, tasa de errores por escena y satisfacción percibida, además de indicadores hedónicos como el disfrute y el interés por explorar nuevas escenas, esenciales para potenciar la valoración positiva de experiencias aumentadas en entornos patrimoniales al aire libre.

2.2.4. Accesibilidad digital en contextos móviles

El estándar WCAG 2.2, vigente desde 2023, adiciona criterios que afectan directamente aplicaciones móviles en exteriores: objetivos táctiles suficientes, foco visible, ayuda consistente y controles fáciles de activar. En sitios arqueológicos expuestos a sol y polvo deben preverse modos de alto contraste, tipografías legibles, iconografía redundante, alternativas auditivas y controles grandes que puedan usarse con una sola mano. La adopción de estas pautas aumenta la inclusión de públicos con diversidad funcional y mejora la calidad percibida por todas las personas usuarias. (World Wide Web Consortium, 2023)

2.2.5. Adopción tecnológica e intención de uso

La adopción de un aplicativo móvil con RA en contextos patrimoniales puede modelarse con constructos consolidados como los de UTAUT2, donde destacan la expectativa de desempeño, la expectativa de esfuerzo, la influencia social y la motivación hedónica. Estudios recientes sobre RA en educación y turismo muestran que la utilidad percibida y el disfrute son determinantes de la intención de uso y

recomendación, siempre que el esfuerzo de aprendizaje sea bajo y la interacción se perciba estable (Hanji y otros, 2024). En el contexto peruano, la evidencia disponible indica que experiencias breves, guiadas y con apoyo instruccional claro incrementan la aceptación de herramientas RA en públicos jóvenes (León-Velarde y otros, 2024).

2.2.6. Curaduría digital, autenticidad y transparencia

Las cartas y guías internacionales de conservación insisten en la necesidad de distinguir entre evidencia arqueológica y reconstrucción interpretativa en cualquier representación digital del patrimonio. Documentos como la Carta Internacional de ICOMOS sobre Turismo Cultural Patrimonial y las directrices para arqueología virtual recomiendan explicitar los niveles de inferencia, registrar la procedencia de los datos y documentar las decisiones de modelado (ICOMOS, 2022). En experiencias RA esto implica informar al visitante qué elementos son originales, cuáles son hipotéticos y sobre qué fuentes se sustentan las reconstrucciones, lo que incrementa la credibilidad percibida y el valor educativo de la aplicación (Caro-Herrero, 2012).

2.2.7. Producción de contenido 3D y fotogrametría aplicada

La generación de modelos tridimensionales para RA suele basarse en fotogrametría de alta densidad, que integra series de fotografías con solapes superiores al 70 % y variaciones de altura para reconstruir la geometría del objeto. Para su uso en dispositivos móviles, los modelos deben ser optimizados mediante reducción de polígonos, horneado de mapas normales y empaquetado de texturas, buscando un equilibrio entre fidelidad visual y rendimiento. Herramientas de software abierto como Meshroom permiten controlar cada etapa del proceso y exportar a formatos compatibles con motores móviles, aunque es necesario revisar escalas, sistemas de coordenadas y orientación de normales para evitar errores en escena (Lanza Vidal D. J., 2020).

2.2.8. Arquitectura de la solución móvil

La arquitectura de una solución móvil para RA patrimonial suele organizarse en tres capas: cliente móvil, servicios de contenido y almacenamiento de datos y telemetría. En el cliente Android, el SDK de ARCore proporciona seguimiento de dispositivos, comprensión del entorno y estimación de luz para integrar los modelos 3D con el mundo real (Oufqir y otros, 2020). La capa de servicios puede apoyarse en una API REST o en servicios en la nube que gestionen modelos, imágenes y textos, mientras que la telemetría registra eventos anónimos de uso como activaciones de escenas,

tiempos de sesión y rutas completadas (León-Velarde y otros, 2024). Esta estructura modular facilita la reutilización de componentes y la futura ampliación del sistema a otros sitios patrimoniales.

2.2.9. Ética, privacidad y telemetría proporcional

La recolección de datos en aplicaciones RA debe regirse por principios de minimización, transparencia y protección de la privacidad. La literatura reciente en sistemas educativos y en experiencias inmersivas subraya que las métricas de uso deben ser estrictamente necesarias para mejorar el servicio o evaluar la intervención, evitando la identificación directa de personas y aplicando técnicas de anonimización o seudonimización (Evans y otros, 2024). Asimismo, es indispensable informar al visitante sobre qué datos se registran, con qué finalidad y por cuánto tiempo se almacenan, respetando la posibilidad de no participar sin que ello limite el acceso a los contenidos patrimoniales (Howard & Davis, 2023).

2.2.10. Realidad Aumentada en Exteriores (Outdoor AR)

La Realidad Aumentada en exteriores se refiere a la superposición de contenido digital en espacios abiertos donde influyen condiciones ambientales como la luz solar, el relieve irregular y la inestabilidad del GPS. Estos factores hacen que el seguimiento visual y el anclaje de objetos virtuales sean más complejos que en interiores, por lo que se requiere tecnología capaz de mantener la precisión espacial en entornos dinámicos. Este tipo de RA es especialmente útil en sitios arqueológicos porque permite que las reconstrucciones tridimensionales aparezcan directamente sobre el espacio físico real, facilitando la interpretación histórica y el aprendizaje situado del visitante (Azuma, 2016).

2.2.11. Firestore

Cloud Firestore es una base de datos NoSQL en la nube que organiza información mediante colecciones y documentos, lo que permite almacenar y actualizar contenido de forma dinámica en aplicaciones móviles. Su estructura flexible posibilita gestionar modelos 3D, textos curatoriales e imágenes sin necesidad de realizar actualizaciones manuales de la aplicación. Además, ofrece sincronización rápida y eficiente, lo cual es valioso en entornos arqueológicos donde puede existir conectividad limitada (Google, 2023).

2.2.12. Kotlin

Kotlin es el lenguaje oficial recomendado para el desarrollo de aplicaciones Android debido a su sintaxis clara, su seguridad frente a errores comunes y su interoperabilidad con Java. Estas características permiten desarrollar aplicaciones más estables, legibles y fáciles de mantener. En proyectos que integran RA mediante ARCore, Kotlin ofrece soporte nativo para manejar cámaras, sensores y modelos 3D de manera eficiente (JetBrains, 2023).

2.2.13. Aplicaciones móviles en contextos educativos y patrimoniales

Según (Boboc y otros, 2022), Las aplicaciones móviles se han consolidado como herramientas efectivas para apoyar el aprendizaje informal y la interpretación del patrimonio cultural, ya que permiten integrar texto, imágenes, audio y elementos tridimensionales en un entorno interactivo accesible desde cualquier dispositivo. En el ámbito patrimonial, la incorporación de RA dentro de aplicaciones móviles facilita que los visitantes comprendan mejor el significado histórico de los sitios, al proporcionar reconstrucciones visuales, narrativas contextualizadas y guías interactivas que mejoran la experiencia general de la vista.

2.3. Fundamentos tecnológicos

2.3.1. ARCore y sus capacidades

ARCore provee seguimiento del dispositivo y comprensión del entorno mediante técnicas de visión por computadora y sensores iniciales. La Geospatial API sincroniza contenido con marcos de referencia del mundo real y permite anclar objetos a coordenadas latitud, longitud y altitud con precisión suficiente para rutas interpretativas. La tecnología de profundidad infiere mapas por fotometría y por movimiento, lo que hace posible la oclusión realista y reduce discrepancias de escala. El estimador de luz facilita la coherencia de color y brillo del modelo con el entorno. Estas capacidades deben calibrarse con prudencia. Un anclaje demasiado sensible puede producir saltos. Un filtro de suavizado excesivo puede generar latencias perceptibles. La ingeniería de la experiencia consiste en elegir parámetros que maximizan estabilidad sin sacrificar reactividad (Hatzigiannakoglou et al., 2023).

2.3.2. Fotogrametría y construcción de modelos

El pipeline de fotogrametría inicia con la captura. La calidad del modelo depende de la densidad y diversidad de puntos de vista. Se recomiendan series con solapes

superiores al 70 por ciento, variaciones de altura y control de exposición para evitar saturaciones. El procesamiento incluye detección de rasgos, emparejamiento, estructura desde movimiento, nube densa, malla y texturizado. Para uso móvil se requiere retopología, reducción de polígonos, horneado de mapas normales y empaquetado de texturas en atlas para minimizar llamadas de dibujo. Se debe verificar el equilibrio entre fidelidad y rendimiento. Un modelo con menos polígonos, pero bien iluminado y con texturas optimizadas suele producir mejor percepción que un modelo pesado con caídas de cuadros (Ruiz et al., 2021).

2.3.3. Mushroom

Mushroom proporciona un entorno de nodos para gestionar cada fase del flujo de fotogrametría, desde la importación de fotografías hasta la exportación del modelo final, lo que permite inspeccionar parámetros y corregir errores en etapas intermedias. Este enfoque resulta apropiado para proyectos académicos porque se basa en software abierto y facilita la trazabilidad de decisiones de procesamiento y los ajustes de calidad según el uso final del modelo. La exportación hacia formatos compatibles con motores móviles exige cuidar unidades de medida, sistema de coordenadas y orientación de normales para evitar problemas de escala o sombreado al integrar los modelos en ARCore u otros frameworks (Lanza Vidal, 2020).

2.3.4. Android Studio

Android Studio integra herramientas de edición, compilación, depuración y perfiles de rendimiento que permiten gestionar proyectos complejos de aplicaciones móviles nativas para Android (Esmaeel, 2015). Su integración con Gradle automatiza tareas de construcción, firma y empaquetado de la app, mientras que el emulador y los perfiles de CPU, memoria y red facilitan la detección de cuellos de botella críticos para experiencias RA en campo. Para este proyecto, la arquitectura se organiza en capas de presentación, lógica y datos, confinando la interacción con RA a módulos específicos que hacen uso de las bibliotecas de ARCore y librerías gráficas recomendadas para este entorno (*Ekonomou & Vosinakis*, 2018).

2.3.5. Arquitectura de servicios, API y datos

La capa de servicios expone una API que permite consultar contenidos, configuraciones y registrar eventos de uso desde el cliente móvil. En aplicaciones móviles modernas, las arquitecturas basadas en servicios web REST o GraphQL permiten desacoplar la lógica de presentación del almacenamiento de datos, simplificar pruebas y facilitar la escalabilidad horizontal del sistema.

(Carrasco Usano, 2015). En un contexto patrimonial, esta capa suele gestionar colecciones de modelos 3D, imágenes, textos curatoriales y metadatos pedagógicos asociados a cada punto de interés, además de manejar autenticación ligera cuando se requiera personalización (*Nam et al.*, 2023).

La base de datos organiza los contenidos en estructuras que facilitan la reutilización y la ampliación a otros sitios: colecciones de puntos de interés, escenas RA, recursos multimedia y eventos de telemetría anónima. Este enfoque favorece la trazabilidad entre requisitos, historias de usuario y componentes desarrollados, además de alinear el sistema con buenas prácticas de ingeniería de software orientadas a servicios (Díaz Cavuoti, 2018).

2.3.6. Telemetría, privacidad y ética

La telemetría analítica constituye un componente científico del proyecto, ya que permite evaluar mecanismos de uso y orientar mejoras, pero debe diseñarse bajo principios de minimización de datos y protección de la privacidad. Los eventos básicos incluyen inicio de sesión o acceso anónimo, entrada a un punto de interés, activación y desactivación de RA, errores de seguimiento o carga, tiempos por escena y finalización de recorridos, siempre vinculados a identificadores seudonimizados que impidan la identificación directa de las personas.

Al tratarse de un proyecto aplicado en patrimonio cultural, el protocolo ético debe informar claramente a los visitantes qué datos se registran, con qué finalidad, por cuánto tiempo se conservarán y cómo pueden ejercer sus derechos de acceso o eliminación, en coherencia con las recomendaciones de ICOMOS sobre turismo cultural responsable (ICOMOS, 2022). Este enfoque respeta principios de consentimiento informado, proporcionalidad del tratamiento de datos y respeto por la sensibilidad cultural de las comunidades vinculadas al sitio (Evans, 2024).

2.3.7. Accesibilidad e inclusión

El diseño se alinea con estándares de accesibilidad. Se cuida el contraste, el tamaño de fuente, la claridad de íconos y la disponibilidad de alternativas auditivas. Se evita depender exclusivamente del color. Se ofrecen etiquetas y descripciones que facilitan la navegación a personas con dificultades visuales o con alfabetización tecnológica limitada. La inclusión lingüística se atiende mediante opciones de idioma y glosarios. En el contexto de Punkurí se sugiere incorporar toponimia y terminología local con validación de especialistas (Basogain, 2007).

2.3.8. Aplicación móvil

En términos generales, una aplicación móvil es un software diseñado para ejecutarse en smartphones o tabletas, aprovechando sensores, cámara y conectividad para ofrecer servicios contextuales. En el campo del patrimonio, diversas investigaciones han mostrado que las apps móviles permiten guiar recorridos, ofrecer contenidos personalizados y potenciar la motivación del visitante cuando se integran con tecnologías RA o RV. En este proyecto se adopta una app nativa Android por su compatibilidad con ARCore y su amplia presencia en dispositivos de gama media, lo que favorece la transferencia a contextos educativos y turísticos de bajo presupuesto (Oufqir et al., 2020).

2.3.9. Mockups

Los mockups son representaciones de pantallas que permiten explorar la jerarquía de información, la disposición de controles y el flujo de navegación antes de la implementación final (Díaz Cavuoti, 2018). Su uso se considera una buena práctica en el diseño centrado en el usuario, pues facilita que los distintos actores (desarrolladores, curadores, guías, gestores del sitio) evalúen alternativas de interfaz y propongan mejoras sin incurrir en costos elevados de programación (Carrasco Usano, 2015). En proyectos patrimoniales con RA, los mockups ayudan a coordinar la relación entre vistas convencionales y escenas de RA, integrando desde etapas tempranas criterios de usabilidad, accesibilidad y carga cognitiva.

2.3.10. Metodología de desarrollo del aplicativo

Se sigue un enfoque incremental con ciclos de análisis, diseño, implementación y prueba. Cada sprint entrega prototipos funcionales que se validan en campo con usuarios, lo que habilita ajustes tempranos en contenido y experiencia, y asegura la trazabilidad entre requisitos y componentes desarrollados (Carrasco Usano, 2015).

2.3.11. Análisis y especificación de requerimientos

Combina entrevistas con expertos en patrimonio, observación del sitio y revisión de material museográfico. El resultado es un catálogo de requisitos funcionales, por ejemplo, visualización de modelos 3D y geolocalización, y no funcionales como accesibilidad, estabilidad y tiempo de respuesta (Hernández Sampieri et al., 2014).

2.3.12. Diseño de la arquitectura y de la interfaz

La arquitectura se organiza con un cliente móvil Android, servicios de contenido y almacenamiento de telemetría. La interacción sigue principios de claridad visual,

economía cognitiva y contigüidad entre texto, audio y objeto RA. Se contemplan patrones de diseño responsivo y uso sin conexión en tramos limitados del recorrido (Ruiz et al., 2021).

2.3.13. Implementación y programación

El desarrollo integra ARCore para RA y bibliotecas de gráficos para renderizado. La lógica de negocio se acopla a servicios en la nube para entrega de contenido y registro de eventos. Se incluyen pipelines de importación de modelos 3D provenientes de fotogrametría y su optimización para dispositivos móviles.

2.3.14. Pruebas, validación y despliegue piloto

Las pruebas del sistema abarcan verificaciones funcionales, pruebas de rendimiento y evaluaciones de usabilidad y experiencia de usuario. En el plano funcional se comprueba la correcta activación de escenas RA, la estabilidad del seguimiento, la consistencia de la información y la integridad de los datos almacenados (Hernández Sampieri et al., 2014). Desde la perspectiva de experiencia de usuario, se aplican encuestas con escalas tipo Likert y cuestionarios estandarizados que permiten medir facilidad de uso, satisfacción y utilidad percibida, siguiendo lineamientos habituales en estudios de RA educativa y turística.

El despliegue piloto se realiza en condiciones reales de visita, con dispositivos de gama media expuestos a variaciones de luz, ruido y conectividad, lo que permite identificar incidentes críticos que no emergen en laboratorio (Ramtohul & Khedo, 2024). Los datos recogidos se analizan con estadística descriptiva e inferencial para estimar tamaños de efecto y explorar relaciones entre calidad técnica, experiencia de RA y resultados educativos, tal como recomiendan los enfoques cuantitativos para evaluaciones de tecnología educativa. A partir de esta evidencia se priorizan mejoras y se planifica una segunda iteración de desarrollo y evaluación.

2.4. Modelo conceptual y proposiciones ampliadas

El modelo teórico propuesto integra la calidad técnica y de experiencia de la aplicación con mediadores cognitivos y afectivos que desembocan en la experiencia educativa del visitante. La lógica causal se formula en términos de mecanismos plausibles y contrastables. La calidad técnica de la aplicación, que incluye estabilidad del anclaje geoespacial, oclusión por profundidad y coherencia lumínica, influye en la sensación de presencia. Esta, a su vez, facilita el involucramiento atencional y la

curiosidad, factores que aumentan la probabilidad de procesamiento generativo. Paralelamente, la calidad de la interfaz y su usabilidad reducen la carga extrínseca y liberan recursos de memoria de trabajo que el visitante puede dedicar a integrar información. El valor hedónico de la experiencia contribuye a la motivación intrínseca y actúa como multiplicador de tiempo de permanencia y de exploración de funciones. El ajuste entre tareas y tecnología asegura que las funciones disponibles sirven a metas pedagógicas concretas y no distraen con capacidades accesorias.

Se plantean proposiciones específicas. Primero, una mayor usabilidad percibida predice mayor interacción medida por tiempo de sesión y número de activaciones de RA y predice mayor comprensión en pruebas objetivas. Segundo, una menor carga extrínseca se asocia con mejores puntajes de comprensión incluso controlando por familiaridad tecnológica y por visitas previas. Tercero, la presencia media el efecto de la calidad técnica sobre la motivación y sobre el compromiso atencional. Cuarto, el valor hedónico y la utilidad percibida predicen intención de recomendación y de revisita como indicadores de impacto sostenido. Quinto, el ajuste tarea tecnología modera la relación entre calidad de la interfaz y comprensión, de manera que, a igualdad de usabilidad, las funciones alineadas con tareas interpretativas producirán mayores ganancias que aquellas centradas en exhibición estética.

Estas proposiciones articulan una ruta de análisis que combina comparación pre-post con controles estadísticos y mediaciones. Se recomienda modelar las relaciones mediante regresión con bootstrap para estimar intervalos de confianza robustos y, cuando la muestra lo permita, mediante modelos de ecuaciones estructurales que estimen efectos directos e indirectos simultáneamente. La incorporación de covariables como edad, familiaridad tecnológica y visitas previas permite aislar mejor el efecto de la intervención. La sensibilidad del modelo puede evaluarse con análisis de potencia a priori y con pruebas de robustez que verifiquen la estabilidad de resultados ante supuestos de normalidad relajados.

2.5. Operacionalización teórica y medición detallada

La variable independiente se operacionaliza en dimensiones verificables. La calidad técnica se mide con listas de chequeo de estabilidad de anclaje, exactitud de escala, éxito de activación de RA y tasa de error por sesión. La usabilidad se captura con SUS o UMUX Lite reescalado a la métrica de SUS. La experiencia hedónica y pragmática se estima con UEQ S o con módulos específicos de UEQ+. El ajuste tarea

tecnología se mide con ítems validados que interrogan el grado en que la app ayuda a orientarse, a comprender relaciones espaciales y a recordar información clave.

La variable dependiente, experiencia educativa del visitante, se mide en tres ejes con instrumentos convergentes. La interacción se estima con telemetría que registra tiempo de sesión, número de puntos de interés visitados, activaciones y finalización de rutas. La comprensión se mide con una prueba objetiva de diez a quince ítems que cubren conceptos y relaciones del sitio, con análisis de dificultad y discriminación y con validación de contenido mediante V de Aiken. La motivación se captura con escalas breves de interés y disfrute y con indicadores conductuales de intención de recomendación y de revisita. La carga cognitiva se mide con la escala de esfuerzo mental de un ítem aplicada al cierre de cada escena o del recorrido y se contrasta con la calidad técnica y con la usabilidad para explicar variaciones de comprensión.

Los criterios de calidad psicométrica se establecen con claridad. La fiabilidad se examina con alfa y omega, y la estructura factorial con análisis confirmatorio cuando corresponda. La validez convergente se evaluará mediante correlaciones entre subescalas conceptualmente relacionadas y la discriminante mediante estimaciones de varianza extraída. El manejo de datos faltantes se realizará con imputación múltiple cuando la proporción lo justifique. El tamaño de efecto se reportará con d de Cohen para comparaciones y con coeficientes estandarizados para modelos de regresión.

2.6. Delimitaciones, supuestos y limitaciones ampliadas

La intervención se circunscribe al piloto en Punkurí durante una temporada específica y con un conjunto de puntos de interés seleccionados por relevancia pedagógica y por factibilidad técnica. Se asume que los participantes poseen dispositivos compatibles o que se les proveerá uno. Las limitaciones derivan de la variabilidad ambiental, del control restringido de variables externas y de la posible reactividad del visitante a la novedad tecnológica. Estas limitaciones se atenúan con controles estadísticos, con instrucciones estandarizadas, con un protocolo de recogida de datos robusto y con la documentación detallada del contexto para facilitar replicabilidad.

2.7. Aportes esperados y pertinencia social

El aporte teórico consiste en integrar en un solo modelo marcos de aprendizaje, adopción tecnológica y presencia funcional para explicar la experiencia educativa en patrimonio al aire libre. El aporte metodológico radica en combinar telemetría con instrumentos estandarizados y pruebas objetivas de aprendizaje en un diseño cuasiexperimental. El aporte práctico consiste en lineamientos de diseño transferibles que privilegian economía cognitiva, estabilidad de anclaje, accesibilidad e inclusión. La pertinencia social es directa. La intervención democratiza el acceso al conocimiento arqueológico, fortalece la identidad local y mejora la competitividad cultural y turística del territorio.

2.8. Síntesis integradora

La intervención propone una app RA cuyo valor explicativo descansa en la convergencia de cinco pilares: teoría multimedia y control de carga para asegurar comprensión, diseño centrado en el usuario para pertinencia situacional, presencia y realismo funcional para credibilidad perceptual, adopción tecnológica para continuidad de uso y fundamentos técnicos robustos para estabilidad. Esta base sustenta las hipótesis de mejora en interacción, comprensión y motivación, y ofrece un marco transferible a otros sitios patrimoniales.

2.9. Aprendizaje situado, constructivismo y andamiaje

El aprendizaje en contextos patrimoniales posee un carácter situado. La comprensión emerge de la interacción entre el visitante, los artefactos culturales y el entorno físico. Desde el constructivismo, el conocimiento no se transfiere de manera unidireccional, sino que se construye activamente a partir de esquemas previos. En este marco, la realidad aumentada funciona como andamiaje cognitivo que hace visibles relaciones, secuencias causales y rasgos formales difíciles de inferir con la sola observación. El andamiaje se retira gradualmente cuando el visitante adquiere autonomía interpretativa. La práctica guiada, el modelado de tareas y la retroalimentación inmediata en el punto de interés son estrategias coherentes con esta concepción. El diseño instruccional de la app debe partir de una progresión que comience con descripciones perceptibles, avance hacia explicaciones y concluya con síntesis interpretativas, respetando la carga esencial y propiciando conexiones con saberes previos.

2.10. Cognición espacial y orientación en sitios arqueológicos

La visita a un yacimiento exige operaciones de cognición espacial como la construcción de mapas mentales, el reconocimiento de hitos y la integración de trayectorias. La calidad de la experiencia depende de la capacidad del visitante para situarse en el conjunto y para entender relaciones entre estructuras. La RA geolocalizada apoya estas operaciones al superponer flechas discretas, líneas de visión y modelos volumétricos referenciados, lo que reduce la desorientación y mejora la integración espacial. El diseño de rutas interpretativas debe alternar puntos de alta memorabilidad con nodos de transición que permitan reorganizar la información. Las etiquetas y vistas previas ayudan a anticipar lo que se verá, y la recapitulación al cierre facilita consolidar la estructura espacial del sitio en la memoria del visitante.

2.11. Motivación, disfrute y estado de flujo

La teoría del flujo sugiere que la experiencia óptima ocurre cuando el reto percibido y las habilidades del usuario están equilibrados. En RA, esto implica calibrar la complejidad de las tareas interpretativas y la dificultad de la interacción para que ni abrumen ni aburran. El disfrute no es un aderezo estético, sino un facilitador de permanencia y de esfuerzo cognitivo voluntario. La app debe ofrecer metas claras, retroalimentación inmediata y sensación de control, condiciones asociadas a estados de flujo moderado que en contextos educativos se traducen en mayor persistencia y mejor calidad del procesamiento.

2.12. Evaluación de usabilidad y experiencia de usuario con estándares

La usabilidad se define como el grado en que un producto permite a usuarios específicos lograr objetivos en un contexto de uso con eficacia, eficiencia y satisfacción. La evaluación debe combinar instrumentos estandarizados con métodos formativos como recorridos cognitivos y pruebas con pensamiento en voz alta. El análisis de incidentes críticos y la triangulación con telemetría de uso fortalecen la interpretación. Las métricas de calidad de uso incluyen tiempo para completar tareas, tasa de éxito en activaciones de RA, número de pasos para acceder a contenido y tasa de errores recuperables. El umbral de aceptabilidad de la interfaz debe fijarse antes del piloto para evitar cambios oportunistas de criterios.

2.13. Accesibilidad, diseño universal y experiencia móvil

El diseño universal propone productos que puedan ser usados por la mayor variedad posible de personas sin necesidad de adaptación. En el plano visual, se recomienda contraste suficiente, tipografías legibles, tamaños escalables y jerarquías claras. En el plano auditivo, se sugiere proveer narraciones con control de volumen y subtítulos. En el plano motor, se prefieren gestos simples y botones con áreas táctiles amplias, dados los desplazamientos y las condiciones de iluminación del sitio. El contenido debe ser comprensible para diferentes niveles de alfabetización cultural. El glosario de términos y las capas de complejidad progresiva permiten que cada visitante profundice según su interés y tiempo disponible. La accesibilidad también es tecnológica. El sistema debe tolerar variaciones de conectividad y ofrecer caché para escenas críticas.

2.14. Patrimonio digital, autenticidad y transparencia científica

La virtualización del patrimonio conlleva responsabilidades epistemológicas. La London Charter y los Principios de Sevilla en arqueología virtual proponen estándares de transparencia, documentación y trazabilidad para reconstrucciones digitales. En la práctica, esto implica explicitar los niveles de inferencia de cada elemento, separar lo observado de lo hipotético y conservar los metadatos de producción. La paradata describe decisiones de modelado y fuentes de evidencia. Incorporar paradata en la app o en un anexo consultable mejora la transparencia, facilita la revisión por pares y fortalece la confianza del público. La autenticidad no se reduce a fidelidad geométrica, incluye fidelidad contextual y narrativa.

2.15. Gestión de datos, principios FAIR y preservación

Los recursos digitales deben gestionarse con principios de encontrabilidad, accesibilidad, interoperabilidad y reutilización. Cada modelo 3D, audio y escena requiere metadatos consistentes que incluyan procedencia, versiones, derechos y condiciones de uso. Se recomienda emplear formatos abiertos como glTF para modelos, mantener versiones con control de cambios y adoptar identificadores persistentes para conjuntos de datos. La preservación a largo plazo exige respaldos redundantes, verificación periódica de integridad y documentación suficiente para futuras migraciones tecnológicas. Las licencias abiertas, cuando la normativa lo permita, favorecen la reutilización académica y la educación.

2.16. Sostenibilidad operativa y gobierno del contenido

Una intervención tecnológica en patrimonio no termina con el despliegue piloto. Se requiere gobernanza del contenido, con un comité editorial que revise rigurosidad histórica, lenguaje y accesibilidad. Es necesario un plan de mantenimiento que contemple actualizaciones de seguridad, compatibilidad con nuevas versiones del sistema operativo, renovación de dispositivos de préstamo, y monitoreo de telemetría para detectar degradación del servicio. La gestión del conocimiento del equipo básico, con manuales y sesiones de transferencia, mitiga riesgos de rotación de personal. La sostenibilidad financiera demanda presupuestos de operación y criterios de priorización de nuevas funcionalidades basados en impacto educativo y costo de oportunidad.

2.17. Estrategias de escalamiento y replicabilidad intersitios

El diseño debe anticipar la extensión a otros yacimientos con lógicas curatoriales distintas. Para ello se recomienda modular la arquitectura de contenido en plantillas reutilizables de punto de interés, escena y narrativa, con campos pedagógicos estandarizados. La replicabilidad exige documentar requisitos de hardware, protocolos de captura de fotogrametría, guías de edición y umbrales mínimos de rendimiento. La evaluación también debe escalar. La comparación entre sitios permite analizar moderadores como tipo de patrimonio, amplitud del recorrido o densidad de visitantes.

2.18. Consideraciones metodológicas avanzadas para la evaluación

Además del diseño cuasiexperimental propuesto, resulta pertinente explorar análisis de robustez. La medición de efectos puede incluir estimaciones de tamaño de efecto con intervalos de confianza por remuestreo y pruebas no paramétricas cuando la distribución de puntajes se aleja de la normalidad. En presencia de tamaños muestrales moderados, la corrección por sesgo de pequeñas muestras en d de Cohen mejora la precisión. La invarianza de medición entre subgrupos garantiza que las comparaciones no estén contaminadas por diferencias en el funcionamiento de ítems. La imputación múltiple, si hay datos faltantes, evita sesgos por eliminación de casos. El registro previo de hipótesis y análisis fortalece la credibilidad de los resultados.

2.19. Diseño de la prueba de contenidos y análisis psicométrico

La elaboración de la prueba objetiva requiere un plan de tabla de especificaciones que vincule contenidos esenciales, procesos cognitivos y número de ítems por categoría. La redacción de ítems debe evitar pistas no intencionadas, opciones asimétricas y ambigüedad. En el pilotaje, los índices de dificultad y de discriminación permiten depurar preguntas y equilibrar la prueba. La fiabilidad se estima con alfa y omega. Cuando sea factible, un modelo de teoría de respuesta al ítem aporta información sobre parámetros de dificultad y discriminación y ayuda a construir versiones equivalentes para pretest y postest. La validez de contenido se sustenta con juicio de expertos y coeficientes de V de Aiken.

2.20. Telemetría analítica y toma de decisiones basada en evidencia

La telemetría no es un fin, sino una herramienta para comprender mecanismos. El diseño de eventos debe responder a preguntas evaluativas concretas. Por ejemplo, si se observa una caída sistemática en la activación de RA en un punto de interés, la hipótesis puede ser un problema de usabilidad o de iluminación. Los embudos de interacción y los análisis de supervivencia por escena ayudan a detectar cuellos de botella. La segmentación por familiaridad tecnológica y por tipo de visitante permite identificar necesidades diferenciadas. Las pruebas A B con variaciones controladas de señalización o de longitud de narración pueden orientar mejoras sin interrumpir la operación.

2.21. Seguridad, privacidad y ética en investigación aplicada

La protección de datos personales y la transparencia con los participantes son condiciones de posibilidad de la intervención. El protocolo debe especificar qué datos se recogen, con qué finalidad, por cuánto tiempo se almacenan y con qué medidas de seguridad. Se recomienda anonimización o seudonimización de registros, cifrado en tránsito y en reposo y controles de acceso. La información al usuario debe ser clara y comprensible, con opción de no participar sin perjuicio. En contextos patrimoniales, la ética también incluye el respeto por sensibilidades culturales y la consulta con comunidades locales sobre contenidos y enfoques narrativos.

2.22. Limitaciones y amenazas ampliadas

La novedad tecnológica puede inflar temporalmente las medidas de satisfacción. Este efecto tiende a atenuarse con el tiempo, por lo que es útil recoger medidas de seguimiento. La heterogeneidad de dispositivos introduce variabilidad de rendimiento que conviene controlar mediante listas de compatibilidad y pruebas cruzadas. Las condiciones ambientales de campo, como viento o polvo, afectan la estabilidad del seguimiento. Se recomienda planificar ventanas de prueba en distintos horarios y estaciones para documentar variaciones. La presencia de grupos numerosos puede interferir con la atención individual, lo que justifica la alternancia de escenas de contemplación individual y momentos de síntesis guiada.

2.23. Agenda de investigación futura

La presente tesis abre varias líneas de trabajo. Una primera consiste en examinar la retención a mediano plazo del aprendizaje y su transferencia a tareas de interpretación en otros contextos. Una segunda indaga el papel de la coautoría comunitaria en la construcción de narrativas aumentadas, con metodologías participativas. Una tercera explora modelos de ecuaciones estructurales para estimar simultáneamente mediaciones y moderaciones entre usabilidad, presencia, carga y motivación. Una cuarta analiza el costo efectividad de la intervención en comparación con estrategias tradicionales de mediación. Finalmente, se sugiere estudiar la adaptabilidad del modelo a públicos con necesidades específicas, como estudiantes con diversidad funcional o visitantes internacionales con bajo dominio del idioma.

CAPITULO III. METODOLOGÍA

3.1. Enfoque de investigación

El presente estudio adoptó un enfoque cuantitativo, por cuanto empleó medición numérica de las variables que busca mejorar la difusión los usuarios mediante el desarrollo de un aplicativo móvil con realidad aumentada para el Centro Arqueológico Punkurí, fue de tipo descriptivo, con un diseño no experimental y de corte transversal.

3.2. Método de Investigación

Según la forma de razonamiento, el estudio se enmarcó en el método deductivo, dado que partió de fundamentos teóricos generales relacionados con la difusión de información y el uso de tecnologías móviles con realidad aumentada, para posteriormente aplicarlos al análisis específico del Centro Arqueológico Punkurí. Este enfoque permitió evaluar, mediante medición numérica de las variables, la influencia del desarrollo del aplicativo móvil en la mejora de la difusión hacia los usuarios (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014)

3.3. Diseño de Investigación

No experimental y por las características de la su ejecución será de corte transversal.

No experimental: No es posible asignar aleatoriamente a los participantes o tratamiento. De hecho, no hay condiciones o estímulos a los cuales se expongan los sujetos del estudio, en cambio, en un estudio no experimental no se construye ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente por el investigador”, nos indica que “en un estudio no experimental los sujetos ya pertenecían a un grupo o nivel determinado de la variable independiente por autoselección. (Kerlinger & Lee, 2002)

Transversal: Se recopilan los datos una sola vez en un momento determinado (llamado por eso también análisis puntual o sincrónico)” (Salkind, 2010)

3.4. Población

La población de estudio está conformada por los usuarios que visitan el patrimonio cultural del Centro Arqueológico Punkurí, Ellos constituyen el grupo objetivo de la investigación dado que mediante su opinión de la visita realiza se permitirá la mejora de la difusión de dicho Centro Arqueológico..

Fue el conjunto de individuos que presentaban ciertas características o propiedades que se deseaba estudiar. Cuando la población era finita y su número no se conocía, se hablaba de población infinita. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014)

3.5. Muestra

Se empleó un muestreo no probabilístico por conveniencia, seleccionando 101 personas
Se empleó un muestreo no probabilístico por conveniencia, En la primera medición se registraron

De esta manera, la muestra integra tanto la percepción de los usuarios mediante encuestas como la evidencia de las visitas reales, permitiendo contrastar los resultados antes y después de la implementación de la solución tecnológica. Aunque no se cuenta con un grupo de control, este procedimiento es pertinente para un entorno poblacional pequeño como el de los usuarios que visitan el centro arqueológico Punkurí, pues facilita una evaluación integral del impacto del Aplicativo móvil con realidad aumentada.

Fue un subconjunto representativo de una población más amplia, seleccionada para llevar a cabo un estudio o investigación, se utilizó para obtener conclusiones o generalizaciones sobre la población total sin la necesidad de examinar a todos sus miembros (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014)

3.6. Nivel de Significancia

Usando un nivel de significancia del 5% ($\alpha=0.05$). Por lo tanto, el nivel de confianza será del 95% ($1-\alpha=0.95$).

3.7. Operacionalización de las variables de estudio

Tabla 1:

Operacionalización de las Variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Aplicativo móvil con realidad aumentada (V.I.)	Herramienta tecnológica desarrollada para dispositivos móviles que integra elementos virtuales (3D, texto, imagen, audio) con el entorno físico real, permitiendo la interacción del usuario con contenido cultural de manera inmersiva.	Se medirá en la fase experimental (postest) mediante parámetros técnicos del aplicativo y la interacción registrada por los usuarios, contrastando resultados con el grupo control (sin aplicativo).	Funcionalidad Calidad de Software (ISO 25010) Usabilidad Perceptual	Requerimientos Funcionales Tasa de Éxito en el Reconocimiento de Marcadores Facilidad de Uso Nivel de Satisfacción	Ordinal Razón (Porcentaje) % Escala de Likert
Promoción y difusión del patrimonio cultural del Centro Arqueológico Punkurí (V.D.)	Conjunto de acciones orientadas a fortalecer el conocimiento, valoración y difusión del patrimonio arqueológico a través de medios educativos y tecnológicos, como el aplicativo móvil con realidad aumentada.	Se medirá antes (pretest, sin aplicativo) y después (postest, con aplicativo) en ambos grupos. El grupo experimental usará el aplicativo RA, mientras que el control no lo utilizará.	Impacto Cognitivo Experiencia del Visitante	Incremento del Conocimiento Adquirido Tiempo de Búsqueda de Información Tiempo de Permanencia por Sesión	Razón (Porcentaje) Razón (Segundos) Razón (Minutos)

3.8. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.8.1. Técnicas

- **Encuestas estructuradas:** Se utilizaron encuestas cerradas con escalas numéricas para medir aspectos como la eficiencia, tiempos de atención y satisfacción tanto de empleados como de usuarios.

3.8.2. Instrumentos

- **Cuestionarios:** Se diseñaron cuestionarios con escalas Likert para medir la satisfacción y eficiencia percibida por empleados y usuarios.

3.9. Técnicas de análisis de resultados

Con los datos obtenidos, se creó una base de datos temporal en Microsoft Excel2021, donde se procedió a la tabulación de los mismos. El análisis de datos se realizó considerando cada una de las preguntas del cuestionario, lo que permitió resumir los resultados en gráficos que muestran el impacto porcentual de las respuestas.

Para asegurar la precisión y relevancia de la información recopilada, se seleccionó cuidadosamente a los participantes del cuestionario mediante visitas a las instalaciones de la comunidad educativa. Se entregaron los cuestionarios personalmente a las personas seleccionadas, permitiéndoles resolver cualquier duda relacionada con las preguntas planteadas.

Gráficos y tablas de frecuencia para visualizar el impacto de la transformación digital en la productividad y satisfacción de empleados y usuarios.

Comparaciones antes y después de la implementación del aplicativo móvil.

3.10. Metodología para el desarrollo del estudio

a) Formulación del problema y definición de objetivos

En una primera etapa se delimitó el problema de investigación, identificando las limitaciones que presentaba la vidriería Garatea. A partir de ello, se formularon los objetivos generales y específicos, orientados al diseño, desarrollo y evaluación de un portal web ecommerce.

b) Revisión de literatura y antecedentes científicos

Se llevó a cabo una revisión bibliográfica de investigaciones nacionales e internacionales relacionadas a aplicativos móviles con realidad aumentada para mejorar la difusión, esto permitió fundamentar la propuesta y construir un marco de referencia actualizado.

c) Diseño metodológico

Con base en los objetivos planteados y el tipo de problema abordado, se adoptó un enfoque cuantitativo. El diseño elegido fue no experimental, No es posible asignar aleatoriamente a los participantes o tratamiento.

d) Desarrollo del aplicativo móvil con realidad aumentada

En esta fase se diseñó y programó el portal utilizando herramientas tecnológicas, priorizando criterios de usabilidad, simplicidad y accesibilidad. El desarrollo se basó en la metodología Mobile-D, lo que permitió incorporar mejoras basadas en retroalimentación temprana del usuario.

e) Validación de instrumentos e implementación de estudio de campo

Antes de aplicar los instrumentos de recolección de datos, estos fueron validados por una muestra usuarios que visitan el centro arqueológico.

f) Procesamiento y análisis de datos

Se creó una base de datos temporal en Microsoft Excel2021, donde se procedió a la tabulación de los mismos. Los datos cualitativos fueron transcritos, codificados y analizados para reforzar la interpretación de los resultados.

g) Discusión de resultados y elaboración de conclusiones

Finalmente, los resultados obtenidos fueron comparados con la literatura revisada, permitiendo identificar coincidencias, aportes. Se formularon conclusiones en relación con los objetivos planteados, y se realizaron recomendaciones tanto para la empresa como para futuras mejorar.

3.11. Fiabilidad del Instrumento

Figura 2:

Resumen de procesamiento de Análisis de Fiabilidad

Resumen de procesamiento de casos

		N	%
Casos	Válido	5	100,0
	Excluido ^a	0	,0
	Total	5	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Figura 3:

Análisis de Fiabilidad de Alfa de Cronbach

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,881	14

3.12. Metodología del Desarrollo de Software

La elección de la metodología se realizó mediante una comparativa entre RUP, Mobile-D, XP y RAD, valorando tipo de proyecto, relación con usuarios, etapas, gestión iterativa, rapidez de entrega, trazabilidad de artefactos y facilidad de prueba. Dado que el producto es una aplicación móvil Android con realidad aumentada para uso in situ en el Centro Arqueológico Punkurí, con ciclos cortos, entregas incrementales y pruebas de campo constantes, se adopta Mobile-D por su adecuación a proyectos móviles, su estructura por fases y su cadencia de trabajo con días de planificación, trabajo y salida. La metodología guía la construcción con énfasis en historias de usuario, tarjetas de tareas, prototipado rápido, pruebas de aceptación y estabilización por iteraciones, organizando el trabajo en las fases de Exploración, Inicialización, Producción, Estabilización y Pruebas del sistema.

3.13. Fase de Exploración

En esta fase se define el qué y para quién del proyecto, los límites, supuestos y el entorno en el que se desarrollará la solución.

3.13.1. Establecimiento de los stakeholders

Tabla 2:

Stakeholders del proyecto

Actor	Interés principal	Responsabilidades
Dirección Desconcentrada de Cultura de Áncash / UNS	Conservación y difusión del patrimonio	Validar contenidos históricos y permitir el registro fotográfico y pruebas in situ.
Visitantes (estudiantes, público general)	Experiencia educativa y de visita	Usar la app en sitio; brindar retroalimentación de usabilidad.
Docentes/guías	Mediación pedagógica	Sugerir micro-escenas y fichas; apoyar pilotos de campo.
Equipo de desarrollo	Construcción y despliegue	Diseño, programación, pruebas y operación básica de PunkuriAR.
Soporte institucional (UNS)	Alineamiento académico y ético	Asesoría metodológica y provisión de recursos.

3.13.2. Definición del alcance

El alcance comprende el diseño, desarrollo e implantación de una aplicación móvil Android para el recorrido interpretativo del centro arqueológico Punkurí.

Requisitos previos del producto

- SO y dispositivos: Android 11 (API 30) mínimo; ideal API 36; 4 GB RAM mínimo; compatibilidad con Google Play Services for AR.
- Conectividad: acceso a Internet para sincronización inicial; escenas con caché local selectivo.
- Back-end: Firebase (Firestore, Storage y Authentication).

Alcance funcional

- Inicio y orientación (onboarding y ayudas breves).
- Escenas de realidad aumentada (modelos 3D optimizados con ARCore/SceneView y anclaje estable).

- Fichas históricas con textos breves, imagen de referencia y fuente.
- Mapa y ubicación para facilitar la localización del museo (sin navegación guiada por rutas ni puntos).
- Noticias o contenidos editoriales cuando estén disponibles.

Supuestos

- Participantes con manejo básico de smartphone.
- Contenidos (textos e imágenes) validados por especialistas del sitio.
- El instrumento de encuesta aplicado a 101 participantes servirá para validar aceptación y facilidad de uso en fases posteriores de la tesis.

Limitaciones

- Solamente Android (no iOS) en esta versión.
- Variabilidad de luz ambiental y conectividad al aire libre.

Cronograma de alto nivel

Tabla 3:

Cronograma del proyecto

Fase	Duración	Entregable principal
Exploración	1 semana	Alcance, actores y criterios de éxito.
Inicialización	2 semanas	Proyecto base, arquitectura y servicios Firebase.
Producción	4 semanas	App V1.0 con módulos M-01...M-05.
Estabilización	2 semanas	Corrección de defectos, optimización, accesibilidad.
Pruebas del sistema	1 semana	Casos de aceptación y <i>release</i> candidato.

3.13.3. Establecimiento del proyecto

1. Módulos

Tabla 4:

Módulos del aplicativo

Código	Módulo	Pantallas / componentes		Descripción
			componentes	
M-01	Inicio y orientación	<i>Splash, Onboarding, Ayuda</i>		Explica qué es RA y cómo usar la app.
M-02	Escenas de RA	<i>ArModelsList, ArSceneView</i>		Visualiza modelos .glb con ARCore/SceneView.
M-03	Fichas históricas	<i>Pestaña “Ficha” en detalle</i>		80–120 palabras, 1 imagen, fuente y fecha de consulta.
M-04	Mapa y ubicación	<i>Ubicación</i>		Marcador + “Abrir en Google Maps”.
M-05	Noticias	<i>Article</i>		Lista y detalle consumidos desde GNews API.

Figura 4:
SplashScreen

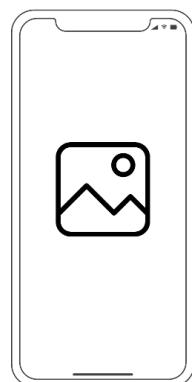


Figura 5:
OnboardingScreen

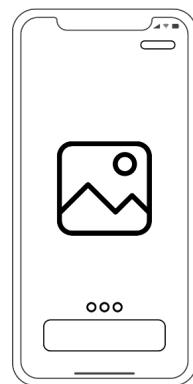


Figura 6:
Home

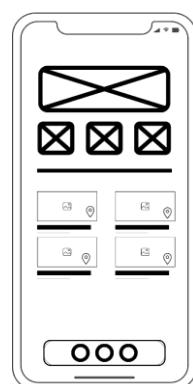


Figura 7:
Lista de modelos RA

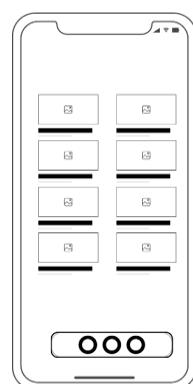


Figura 8:

Article



- Requerimientos funcionales (RF)

Tabla 5:

Requerimientos funcionales

Código	Requerimiento	Criterios de aceptación medibles
RF-01	Onboarding y ayuda	Flujo de 2–3 pantallas; acceso a “Ayuda” desde Home.
RF-02	Listado de escenas RA	Miniatura + nombre; tap abre ArSceneView.
RF-03	Visualizar modelo 3D	Carga de .glb \leq 3 s en gama media; anclaje estable.
RF-04	Interacción	Pinch (escala), rotación y Recentrar accesible.
RF-05	Ficha histórica	Texto breve + 1 imagen + fuente + fechas visibles.
RF-06	Mapa / ubicación	Marcador correcto; botón “Abrir en Google Maps”.
RF-07	Noticias	Título, fecha, fuente y enlace in-app/externo (GNews).

- Requerimientos no funcionales (RNF)

Tabla 6:

Requerimientos no funcionales

Código	Atributo	Especificación verificable
RNF-01	Rendimiento	App $<$ 200 MB; escena RA fluida (>24 fps); carga \leq 3 s.

RNF-02	Compatibilidad	MinSDK 30; Target/Compile 36; dispositivos con ARCore.
RNF-03	Usabilidad/calidad en uso	SUS ≥ 70 ; tasa de éxito $\geq 90\%$ en tareas críticas.
RNF-04	Accesibilidad	Criterios WCAG 2.2 relevantes: contraste AA, Target Size, foco visible.
RNF-05	Seguridad/privacidad	Sin telemetría de uso; si hay cuentas, solo correo y UID (Auth).
RNF-06	Mantenibilidad	Clean Architecture + MVVM y estructura <i>feature-based</i> .
RNF-07	Calidad del producto	Referencial ISO/IEC 25010:2023 para especificar/medir calidad.

- Entorno técnico y físico del proyecto

Tabla 7:

Entorno técnico

Componente	Decisión técnica	Sustento
IDE	Android Studio	Herramientas de depuración/emulación.
UI	Kotlin + Jetpack Compose	Estados predecibles y componentes modernos.
RA	ARCore + SceneView (arSceneview 2.3.0), Filament como motor de render	Soporte RA estable con render PBR moderno.
Datos	Firebase (Firestore, Storage, Auth)	Sincronización y <i>offline</i> selectivo.
Noticias	GNews API	Titulares/consulta por palabra clave/fuente/idioma.

Figura 9:

Android Studio – Entorno de Desarrollo

The screenshot shows the Android Studio interface. On the left, the project structure is visible with files like build.gradle.kts, gradle.properties, and local.properties. The main window shows the code for MainActivity.kt:

```
1 package com.systemfailed.punkuri
2
3 import ...
4
5 @AndroidEntryPoint 4 Usages
6 class MainActivity : ComponentActivity() {
7     override fun onCreate(savedInstanceState: Bundle?) {
8         super.onCreate(savedInstanceState)
9
10        val splashScreen = installSplashScreen()
11
12        splashScreen.setKeepOnScreenCondition { true }
13
14        CoroutineScope(context = Dispatchers.Main).launch { this: CoroutineScope
15            delay( timeMillis = 1000L )
16            splashScreen.setKeepOnScreenCondition { false }
17        }
18
19        setContent {
20            PunkuriTheme {
21                RootGraph()
22            }
23        }
24    }
25
26    }
27
28
29    }
30
31    }
32
33    }
34
35    }
36
37    }
38}
```

Figura 10:

ARCore / SceneView – Entorno de RA

The screenshot shows the ARCore / SceneView development environment. On the left, the code for MainActivivkt.kt is displayed:

```
1
2 class MainActivity : ComponentActivity() {
3
4     void oncrécte() {
5         setContentView
6         ARScene= (
7             ArScene
8                 planerRennder = color = ltrace
9                 lightEstemationMode = lightEmsion
10                alignPositionsToAnchor
11            )
12        }
13        ArScene
14    )
15 }
16 }
```

On the right, a smartphone screen displays a 3D rendering of a brown dog statue in an AR environment.

Figura 11:
Consola de Firebase

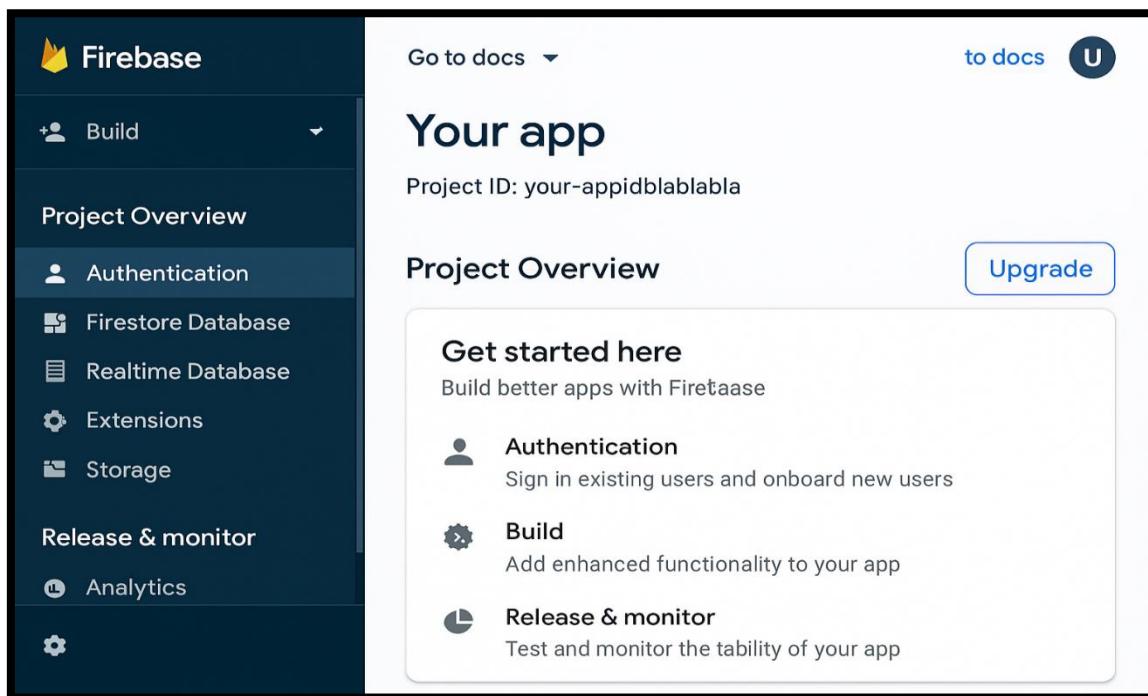


Figura 12:
Archivo build.gradle

```
build.gradle (:app)

1 android {
2     compileSdk 36
3     minSdk 30
4     targetSdk 36
5 }
6 dependencies {
10     implementation "io.github.sceneview:
11         arsceneview:2.3.0"
12     implementation "com.google.firebase: e
13         arsceniew "com.google.firebaseio: f
14     implementation "com.google.firebaseio: f
13         firepbase-torage"
16     }
17 }
```

3.14. Fase de Inicialización

3.14.1. Configuración del proyecto

1. Proyecto Android/Kotlin con MinSDK 30 (Target/Compile 36).
2. RA con SceneView/ARCore:

```
// build.gradle (module)  
implementation "io.github.sceneview:arsceneview:2.3.0"
```

La librería expone ArSceneView y utiliza Google Filament para el render.

3. Firebase: Firestore, Storage y Authentication configurados.
4. Permisos y features de cámara y AR (AR Required/Optional).
5. Servicios transversales:
 - **FirebaseAuthService**: registro, inicio/cierre de sesión, UID actual y mapeo de errores frecuentes.
 - **FirestoreService (users)**: creación y lectura del perfil del usuario en la colección *users*.

Figura 13:

AndroidManifest.xml

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>  
<manifest xmlns:android="http://schemas.android.co  
    <package="com.example.punkuriar">  
        </application>  
        <uses-permission android:name="android.permis  
        <uses-feature android:name="android.hardware.c  
    </application>  
  
</application>
```

3.14.2. Planteamiento inicial

- Arquitectura de la aplicación

Se adopta Clean Architecture + MVVM con organización feature-based.

- **Presentation:** Compose, ViewModels, states/events.
- **Domain:** use cases y entidades (ArModel, Article, Museum, User).
- **Data:** repositorios y data sources (Firestore/Storage/GNews).

Figura 14:

Arquitectura lógica de PunkuriAR (Clean Architecture)

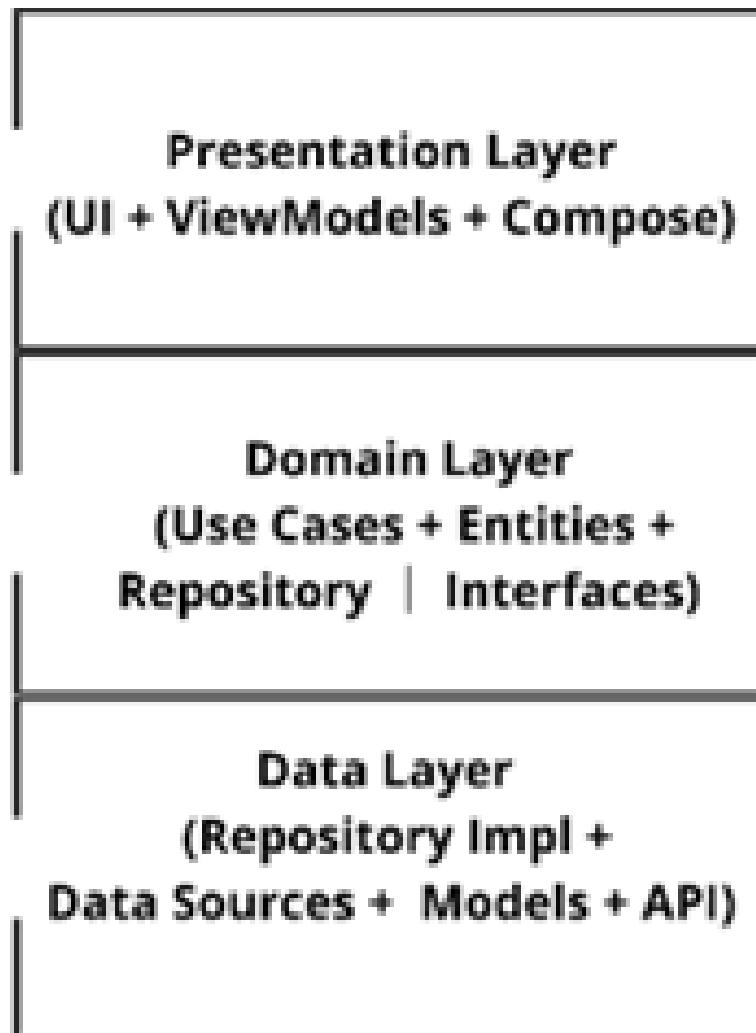


Tabla 8:*Capas y responsabilidades*

Capa	Responsabilidades	Artefactos
Presentation	Navegación, estados de UI, validaciones ligeras	Screens, ViewModels
Domain	Reglas de negocio	UseCases, Entities
Data	Acceso a datos y caché	Repositorios (Firestore/Storage/GNews)

- **Análisis de los requerimientos**

Se contrastaron RF y RNF con las restricciones de plataforma (MinSDK 30, compatibilidad ARCore, peso < 200 MB) y con los criterios de accesibilidad WCAG 2.2 para contexto móvil (contraste, foco y tamaño objetivo).

- **Planificación por fases**

Tabla 9:*Planificación por fases (sprints Mobile-D)*

Fase	Entregables
Inicialización	Repo base, arquitectura y servicios (Auth/Firestore).
Producción	M-01...M-05 con datos reales (Firestore + Storage + GNews).
Estabilización	Corrección de defectos, optimización y accesibilidad.
Pruebas del sistema	Casos P-01...P-05 y release candidato.

- Historias de usuario y tarjetas de tareas

Tabla 10:

Historias de usuario (HU)

Código	Título	Descripción	Criterios de aceptación
HU-01	Orientación	Como visitante, deseo un onboarding breve para entender cómo usar RA.	Flujo de 2–3 pantallas; acceso a “Ayuda”.
HU-02	Escena RA	Como visitante, quiero ver un modelo 3D estable y manipularlo.	Carga ≤ 3 s; anclaje estable; escala/rotación/recentrar.
HU-03	Ficha	Como visitante, deseo ficha histórica con fuente y fecha.	Ver RF-05.
HU-04	Ubicación	Como visitante, deseo ver el mapa del museo y abrirlo en Maps.	Ver RF-06.
HU-05	Noticias	Como visitante, quiero noticias con fuente verificable.	Ver RF-07 (GNews).

Tabla 11:

Tarjetas de tareas

Tarea	HU	Definición de terminado
TT-01: Prototipo de onboarding	HU-01	Legibilidad y contraste AA verificados.
TT-02: Carga .glb	HU-02	Modelo desde Storage; fps fluido; <i>recenter</i> activo.
TT-03: Plantilla de ficha	HU-03	Título, 80–120 palabras, 1 imagen, fuente/fecha.
TT-04: Vista de mapa	HU-04	Marcador correcto + “Abrir en Google Maps”.
TT-05: Cliente GNews	HU-05	Endpoint con token y manejo de cuota gratuita.

3.15. Fase de Producción

3.15.1. Día de planificación

Priorización de HU/TT, riesgos y criterios de aceptación por módulo.

3.15.2. Día de trabajo

- Gestión de historias y tareas

Tablero Kanban (To-Do / Doing / Done) y burndown por sprint.

- Tarjetas de tareas

Cada TT referencia su HU, tiempo estimado, responsable y prueba de aceptación.

- Modelo de datos y almacenamiento

A. Colecciones en Firestore

Tabla 12:

Estructura de ar_models (metadatos por modelo 3D)

Campo	Tipo	Ejemplo
id	string	4XtYv...S2Jsea
name	string	“Obelisco Tello”
description	string	Descripción breve
details.culture	string	“Chavín”
details.century	string	“Horizonte Temprano...”
details.dimensions	string	“2.52 m de altura ...”
details.discover	string	Hallazgo y autor
details.materials	string	“Ígneo (granito...)”
details.weight	string	“Aprox. 500 kg”
imageUrl	string (URL pública)	Imagen en Storage
modelUrl	string (URL pública)	Modelo .glb en Storage

Figura 15:

Firestore – lista de documentos en ar_models

The screenshot shows the Google Cloud Firestore interface. On the left, the 'ar_models' collection is expanded, showing several documents. One document, '4tXTywmQ5OdalyS2Jsea', is selected and expanded on the right. The document details are as follows:

- description:** "Es una escultura lírica (un pilar o "huanca") considerada la pieza iconográfica más compleja de la cultura Chavín. Es un prisma rectangular tallado en sus cuatro caras con la técnica de "rivalidad de cornornos". Representa a una deidad de la creación (posiblemente un "dios caimán" dual, macho y hembra) de cuyo cuerpo brotan plantas (maní, yuca, aji) y animales."
- details:** century: "Horizonte Temprano, fase temprana de Chavín (aprox. 1000 a.C. - 800 a.C.)"; culture: "Chavín"; dimensions: "2.52 metros de altura y 0.32 metros de ancho (en su parte más ancha) y 0.18 metros de grosor"; discover: "Hallado en 1907 por un poblador local llamado Trinidad Alfaro. El arqueólogo Julio C. Tello lo vio en 1919, reconoció su importancia, lo adquirió y lo trasladó a Lima para su estudio y protección. Por eso lleva su nombre"; materials: "Ticlo (granito de feldespato blanco, de una sola pieza)"; weight: "Aproximadamente 500 kg"; id: "4tXTywmQ5OdalyS2Jsea"; imageUrl: "https://firebasestorage.googleapis.com/v0/b/punkuri-app-637ed.firebaseiostorage/app/obelisco_tello.jpg?alt=media&token=4c33da92-e45e-4fe-95fb-fcf1ddc8ade"

Figura 16:

Firestore – documento con imageUrl y modelUrl

The screenshot shows the Google Cloud Firestore interface, similar to Figure 15. The 'ar_models' collection is expanded, and the document '4tXTywmQ5OdalyS2Jsea' is selected. The document details are as follows:

- imageUrl:** "https://firebasestorage.googleapis.com/v0/b/punkuri-app-637ed.firebaseiostorage/app/obelisco_tello.jpg?alt=media&token=4c33da92-e45e-4fe-95fb-fcf1ddc8ade"
- modelUrl:** "https://firebasestorage.googleapis.com/v0/b/punkuri-app-637ed.firebaseiostorage/app/models/%2fobelisco_tello.gltf?alt=media&token=5ccac91d-853c-4bf-b641-19e7054f1780"; name: "Obelisco Tello"

Tabla 13:

Estructura de users

Campo	Tipo	Descripción
id	string	UID de Auth
email	string	Correo
name / lastName	string	Nombres / apellidos
createdAt	timestamp	Epoch ms

Figura 17:

Documento de ejemplo dentro de la colección users en Firestore

The screenshot shows the Google Cloud Firestore interface. On the left, there's a sidebar with 'users' selected. The main area shows a list of documents under the 'users' collection. One document is expanded, showing its fields: 'id' (NpqAT79l9HfRbtccJAqKnGCRqW2), 'name' ("dnd"), 'lastName' ("dnd"), 'email' ("123456789@live.com"), and 'createdAt' (1758434561835). There are also other document IDs listed: a292jXwB2oMbnL8PTIAhpAuJvn1, d23xTQMytYTkpMBJyb60x81W7w1, cy9waa3K8qfh2xTQBa8whbv7LOC3, and xEOZebwwwKGNtNEPiS2908xf9342.

B. Buckets en Firebase Storage

- Carpeta /img: imágenes JPEG/PNG para fichas y miniaturas.
- Carpeta /models: modelos optimizados .glb.
- Ejemplo de URL pública (imagen):
https://firebasestorage.googleapis.com/v0/b/punkuri-app-6376d.firebaseio.storage.app/o/img%2Fbotella_zoomorfa.png?alt=media&token=c4f08ba2-515e-4d7a-9f68-a58e101e63dc

Figura 18:

Estructura de carpetas del Firebase Storage (img y models).

The screenshot shows the Firebase Storage console. It displays a list of buckets. The bucket 'gs://punkuri-app-6376d.firebaseio.storage.app' is selected. Underneath it, there are two folders: 'img/' and 'models/'. A blue button labeled 'Subir archivo' (Upload file) is visible at the top right.

Figura 19:
Archivos almacenados en la carpeta /img del Firebase Storage

Nombre	Tamaño	Tipo	Modificación más reciente
botella_zoomorfa.png	79.32 KB	image/png	1 nov 2025
cabeza-clava.jpg	267.01 KB	image/jpeg	19 oct 2025
felino.jpg	8.12 KB	image/jpeg	1 nov 2025
images.jpg	5.5 KB	image/jpeg	12 oct 2025
lanzon-monolitico.jpg	36.56 KB	image/jpeg	1 nov 2025
mortero.jpg	4.87 KB	image/jpeg	19 oct 2025
obelisco-tello.jpg	29.58 KB	image/jpeg	19 oct 2025

Figura 20:
Archivos .glb almacenados en la carpeta /models del Firebase Storage.

Nombre	Tamaño	Tipo	Modificación más reciente
botella.glb	4.02 MB	application/octet-stream	19 oct 2025
botella_chavin.glb	1.8 MB	application/octet-stream	19 oct 2025
botella_zoomorfa.glb	6.49 MB	application/octet-stream	19 oct 2025
cabeza_clava_chavin.glb	9.47 MB	application/octet-stream	19 oct 2025
cabeza_clava_rn_3349.glb	5.23 MB	application/octet-stream	11 oct 2025
incahusai.glb	47.28 MB	application/octet-stream	11 oct 2025
lanzon_monolitico.glb	6.5 MB	application/octet-stream	11 oct 2025
lapida.glb	2.46 MB	application/octet-stream	19 oct 2025
mano_de_mortero_chavin.glb	352.59 KB	application/octet-stream	19 oct 2025
mortero_chavin.glb	1.65 MB	application/octet-stream	19 oct 2025
obelisco_tello.glb	12.44 MB	application/octet-stream	19 oct 2025

C. Servicios implementados

- Autenticación: servicio centralizado para registrar/iniciar/cerrar sesión, consultar UID actual y mapear excepciones típicas de Firebase Auth.
- Perfil de usuario: servicio para crear y leer documentos en la colección users. (El alta/edición de ar_models se realiza manual en Firestore).

D. Acceso a contenidos editoriales (Noticias)

- Cliente GNews con token y endpoints /search o /top-headlines (idioma/especificidad); manejo de la cuota de la versión gratuita.

3.16. Fase de Estabilización

- Integración de módulos M-01...M-05 y pruebas cruzadas en 2–3 dispositivos ARCore.
- Optimización de carga de .glb (tamaños, texturas, oclusión) y reducción de jank.
- Verificación de accesibilidad (contraste, foco visible, Target Size).
- Revisión editorial: cada ficha incluye fuente y fecha de consulta.

3.17. Pruebas del Sistema

3.17.1. Plan de pruebas de aceptación

Tabla 14:

Casos de aceptación por módulo

Código	Módulo	Objetivo	Pasos	Resultado esperado
P-01	Inicio y orientación	Validar onboarding y ayudas	Instalar → abrir → recorrer onboarding → “Comenzar” → abrir “Ayuda”.	Onboarding completo en ≤30 s; ayudas accesibles.
P-02	Escenas de RA	Estabilidad y control	Home → “Ver en RA” → cargar .glb → escalar/rotar → recentrar.	Anclaje estable; controles responden; fps fluido.
P-03	Fichas	Compleitud y citación	En escena, abrir “Ficha”. Abrir “Ubicación”	Texto breve + imagen + fuente + fecha.
P-04	Mapa	Localización y salida a Maps	→ ver marcador → “Abrir en Google Maps”.	Marcador correcto; enlace funciona.
P-05	Noticias	Lista y detalle	Abrir “Noticias” → tocar tarjeta.	Carga de titulares/fecha/fuente; detalle abre (respetando cuota).

3.18. Trazabilidad HU-RF-PRUEBAS

Tabla 15:

Matriz de trazabilidad

HU	RF	Pruebas
HU-01	RF-01	P-01
HU-02	RF-03, RF-04	P-02
HU-03	RF-05	P-03
HU-04	RF-06	P-04
HU-05	RF-07	P-05

3.19. Consideraciones éticas y de privacidad

La aplicación no recolecta telemetría de uso. En caso de habilitar cuentas, se utilizará Firebase Authentication y se aplicará minimización de datos (solo correo y UID). Las fichas históricas declaran fuentes y paradata de elaboración (cuándo y de dónde se obtuvieron los datos), promoviendo transparencia

3.20. Riesgos y medidas de contingencia

Tabla 16:

Riesgos y medidas de contingencia

Riesgo	Mitigación
Inestabilidad del seguimiento en exteriores	Pruebas por franjas horarias; mecanismo de Recentrar y requisitos de superficie.
Variabilidad de red	Caché local para fichas/recursos esenciales; retry/backoff en GNews.
Cambios de librerías	Versionado controlado (arsceneview 2.3.0) y revisión periódica de releases.

CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

RESULTADOS

4.1. Análisis Indicadores Cuantitativos

4.1.1. Indicador Tiempo de Búsqueda de Información

- Descripción del Indicador TBI

Se refiere al intervalo temporal que un usuario emplea desde que surge una necesidad de información hasta que logra localizarla y visualizarla con éxito.

Tiempo cronometrado en segundos que transcurre desde la activación de la interfaz del aplicativo (escaneo del marcador de Realidad Aumentada) hasta el despliegue completo de la información solicitada en la pantalla del dispositivo móvil.

–**Nivel de Medición:** Razón.

–**Unidad de Medida:** Segundos (seg).

–**Naturaleza:** Cuantitativa continua.

–**Sentido de la Mejora:** Inversamente proporcional (A menor tiempo de búsqueda, mayor es la eficiencia del aplicativo móvil).

- Hipótesis del Indicador TBI

A. General

El uso del aplicativo móvil con realidad aumentada influye significativamente en la optimización del tiempo de búsqueda de la información en los visitantes del Centro Arqueológico Punkurí de la Universidad Nacional del Santa.

B. Nula

El uso del aplicativo móvil con realidad aumentada no reduce significativamente el tiempo de búsqueda de la información sobre el Centro Arqueológico Punkurí.

C. Alternativa

El uso del aplicativo móvil con realidad aumentada reduce significativamente el tiempo de búsqueda de la información sobre el Centro Arqueológico Punkurí.

- Estadísticas Descriptivas

Figura 21:

Resumen de procesamiento de casos del Indicador TBI

Resumen de procesamiento de casos

Indicador_TBI	Grupos_Pre_Post	Casos					
		Válido		Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Pre_Test	101	100,0%	0	0,0%	101	100,0%	
Post_Test	101	100,0%	0	0,0%	101	100,0%	

Figura 22:

Estadísticos del indicador TBI

Descriptivos

Grupos_Pre_Post		Estadístico	Desv. Error
Indicador_TBI	Pre_Test	Media	113,8318
		95% de intervalo de confianza para la media	
		Límite inferior	112,0293
		Límite superior	115,6342
		Media recortada al 5%	113,9439
		Mediana	113,6200
		Varianza	83,362
		Desv. Desviación	9,13029
		Mínimo	88,80
		Máximo	133,52
		Rango	44,72
		Rango intercuartil	10,60
		Asimetría	-,160
		Curtosis	,159
Post_Test	Media	34,2710	,56102
		95% de intervalo de confianza para la media	
		Límite inferior	33,1579
		Límite superior	35,3840
		Media recortada al 5%	34,0904
		Mediana	34,9200
		Varianza	31,789
		Desv. Desviación	5,63817
		Mínimo	22,49
		Máximo	50,32
		Rango	27,83
		Rango intercuartil	8,19
		Asimetría	,365
		Curtosis	,088

Figura 23:

Grafico Q-Q normal del indicador TBI en el Pre Test

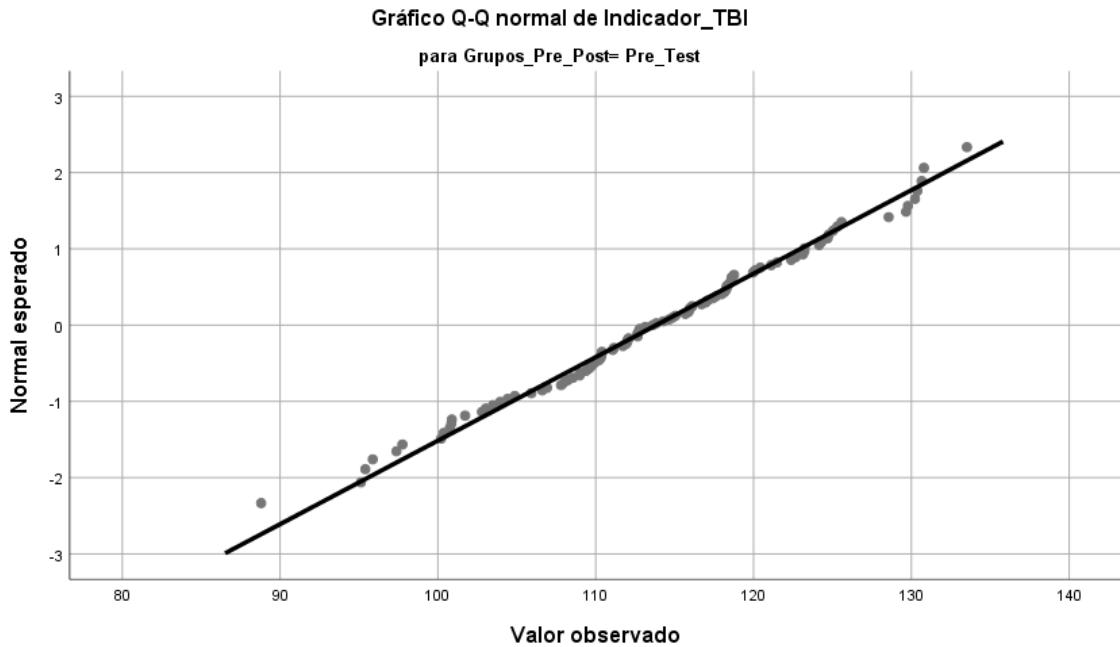


Figura 24:

Grafico Q-Q normal del indicador TBI en el Post Test

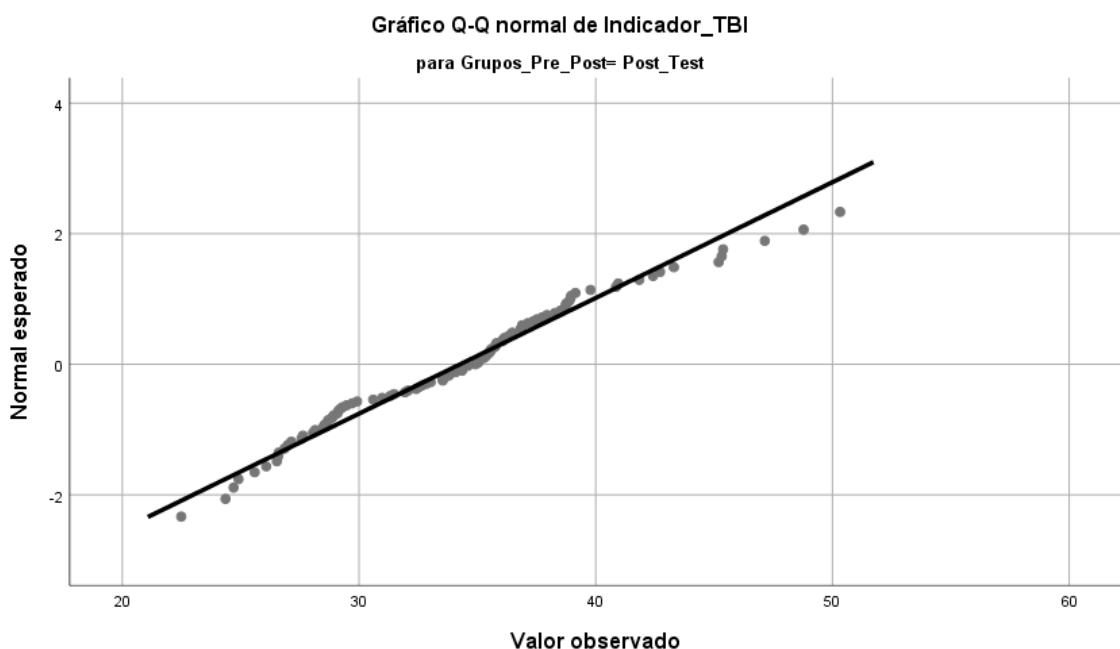


Figura 25:

Grafico Q-Q sin tendencia del indicador TBI en el Pre Test

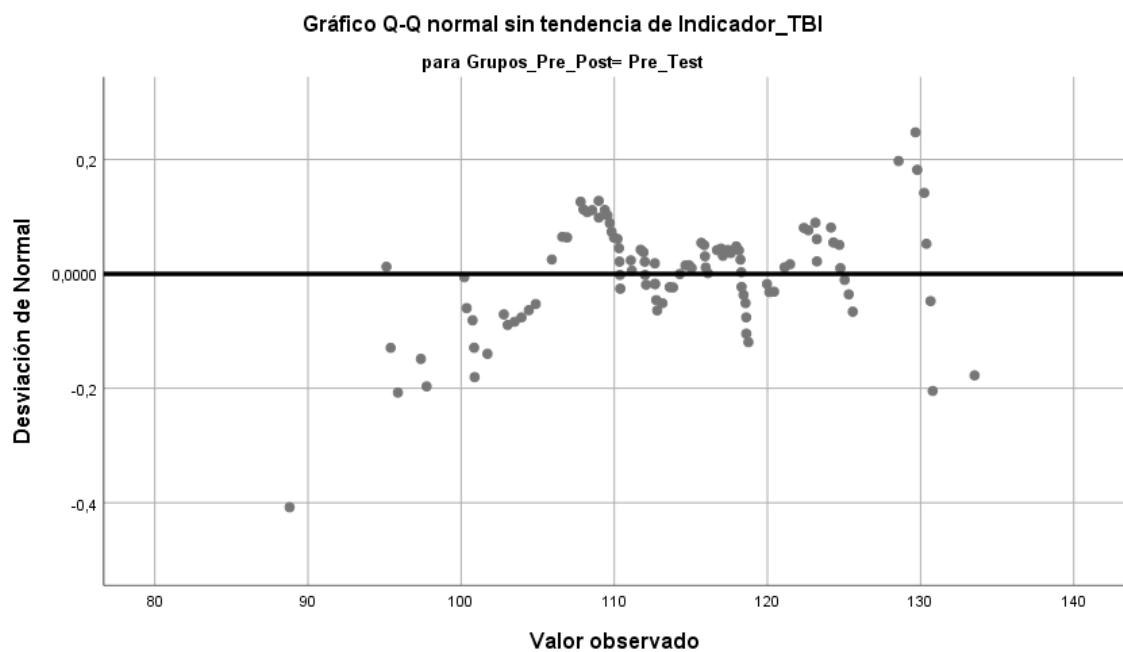


Figura 26:

Grafico Q-Q sin tendencia del indicador TBI en el Post Test

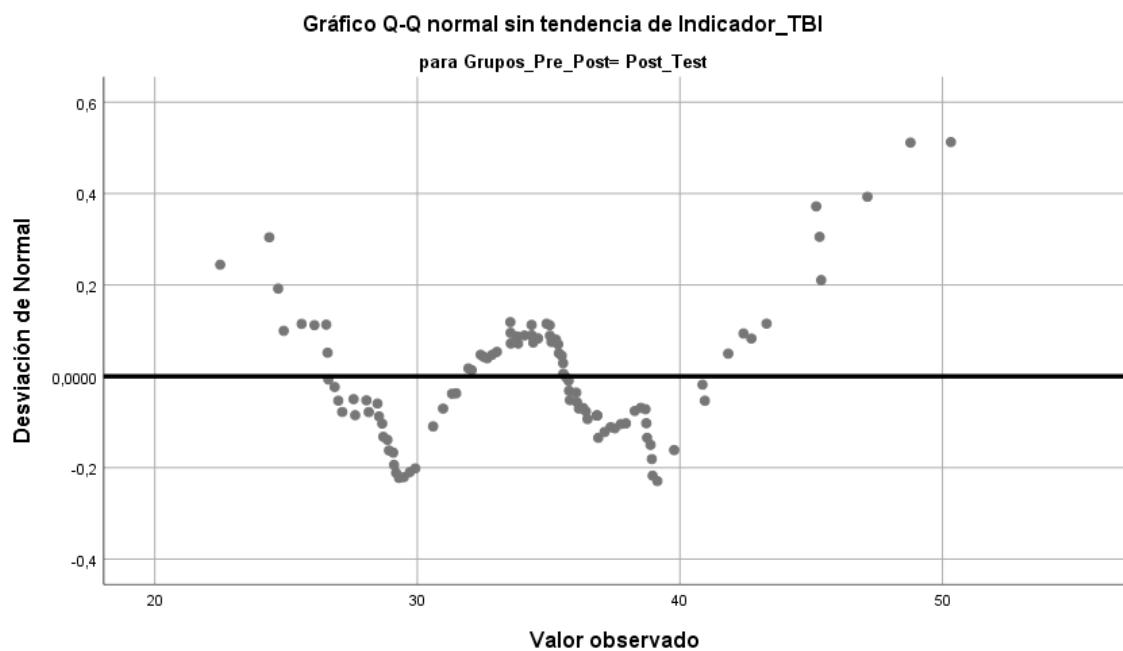


Figura 27:

Estadísticos del indicador TBI

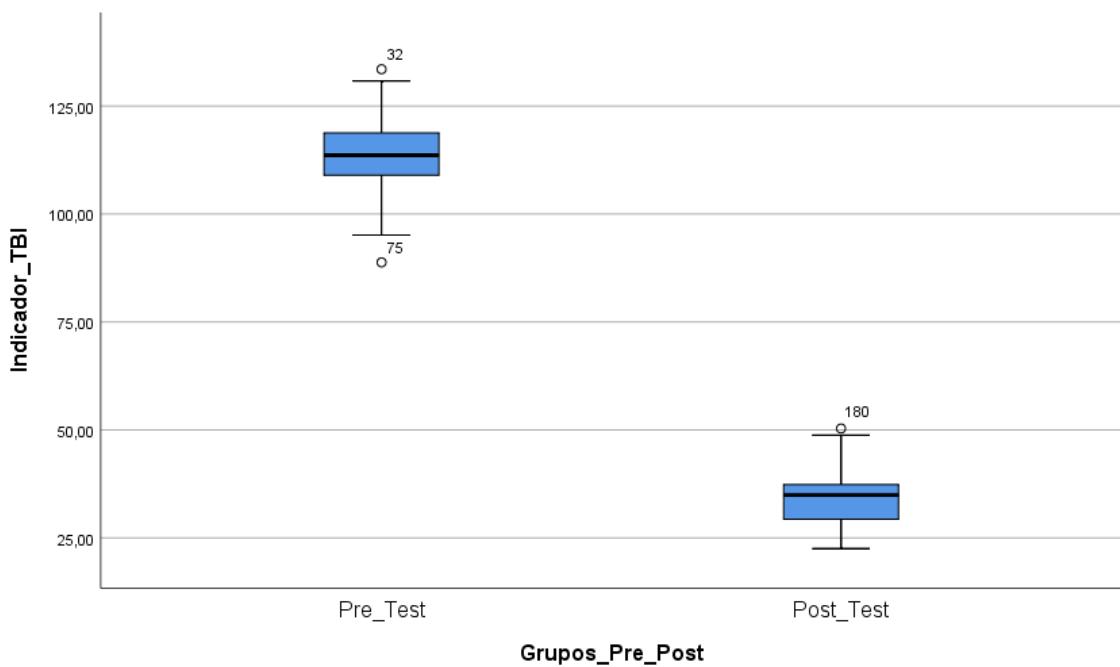
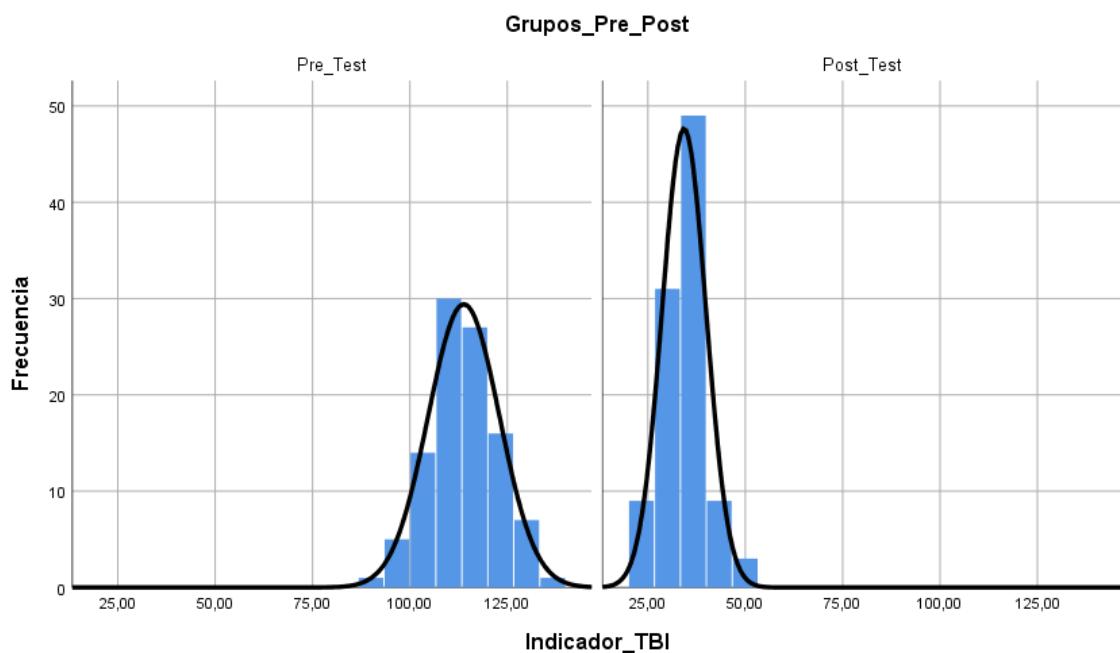


Figura 28:

Estadísticos del indicador TBI



- Estadísticas Inferenciales

Figura 29:

Prueba de Normalidad del indicador TBI

Pruebas de normalidad							
Indicador_TBI	Grupos_Pre_Post	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	Pre_Test	,050	101	,200*	,990	101	,671
	Post_Test	,070	101	,200*	,978	101	,092

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 30:

Estadísticas del grupo del indicador TBI

Estadísticas de grupo					
Indicador_TBI	Grupos_Pre_Post	N	Media	Desv.	Desv. Error
				Desviación	promedio
	Pre_Test	101	113,8318	9,13029	,90850
	Post_Test	101	34,2710	5,63817	,56102

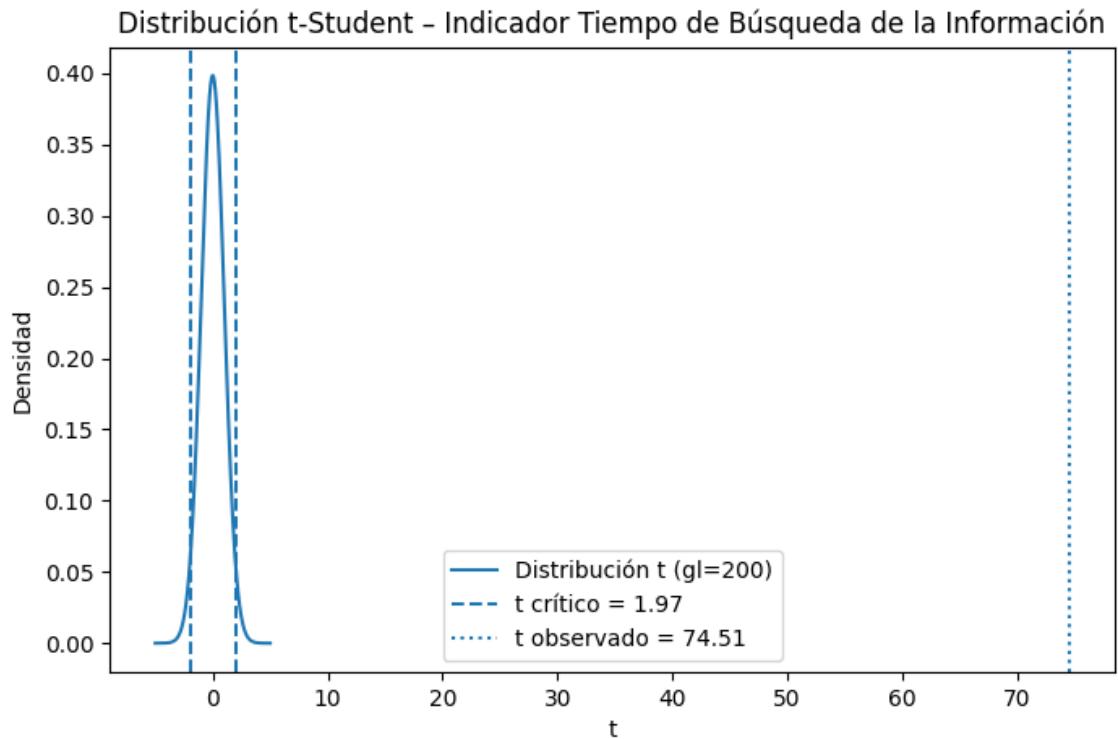
Figura 31:

Prueba de T Student del indicador TBI

Prueba de muestras independientes										
Indicador_TBI	Se asumen varianzas iguales	Prueba de Levene de igualdad de varianzas			Prueba t para la igualdad de medias			95% de intervalo de confianza de la diferencia		
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
	No se asumen varianzas iguales	18,722	,000	74,512	200	,000	79,56079	1,06776	77,45528	81,66630
				74,512	166,585	,000	79,56079	1,06776	77,45271	81,66888

Figura 32:

Gráfica de T Student del indicador TBI



- **Efecto de Cohen**

A. Formula

$$d = \frac{M_1 - M_2}{SD_{pooled}}$$

$$SD_{pooled} = \sqrt{\frac{(n_1-1)SD_1^2 + (n_2-1)SD_2^2}{n_1+n_2-2}}$$

B. Varianzas

$$SD_1^2 = 9,13029^2 \approx 83,36$$

$$SD_2^2 = 5,63817^2 \approx 31,79$$

C. Desviación estándar combinada

$$SD_{pooled} = \sqrt{\frac{100(83.86)+100(31.79)}{200}}$$

$$SD_{pooled} = \sqrt{\frac{8336+3179}{200}} = 7.59$$

D. Tamaño del Efecto de Cohen

$$d = \frac{113.8318 - 34.2710}{7.59}$$

$$d = 10.48$$

- Interpretación del Indicador TBI

El indicador Tiempo de Búsqueda de Información (TBI) permitió evaluar de forma objetiva la eficiencia del aplicativo móvil con Realidad Aumentada (RA) en el acceso a la información por parte de los visitantes del Centro Arqueológico Punkurí de la Universidad Nacional del Santa. Este indicador, medido en segundos, con nivel de medición de razón y naturaleza cuantitativa continua, presenta un sentido de mejora inversamente proporcional; es decir, a menor tiempo de búsqueda, mayor eficiencia del aplicativo.

A. Análisis del procesamiento de casos

El resumen de procesamiento de casos evidencia que la totalidad de los datos recolectados tanto en el Pre Test como en el Post Test fueron considerados válidos para el análisis estadístico, sin registros perdidos ni valores atípicos excluidos. Este aspecto garantiza la integridad de la base de datos y refuerza la validez de los resultados obtenidos, permitiendo realizar comparaciones confiables entre ambas mediciones.

B. Análisis de los estadísticos descriptivos

Los estadísticos descriptivos del indicador TBI muestran una reducción significativa del tiempo promedio de búsqueda de información al comparar los resultados del Pre Test con los del Post Test. En el Pre Test, los usuarios presentaron tiempos más elevados, lo que evidencia una mayor dificultad o lentitud para localizar la información requerida utilizando métodos tradicionales o sin el apoyo del aplicativo con RA.

En contraste, los valores obtenidos en el Post Test reflejan una disminución notable del tiempo promedio, así como una reducción de la dispersión de los datos, lo que indica no solo mayor rapidez en la búsqueda de información, sino también una experiencia más homogénea entre los usuarios. Esta disminución de la desviación estándar sugiere que el aplicativo con RA ofrece una interacción más intuitiva y consistente, independientemente del perfil del visitante.

C. Interpretación de los gráficos Q-Q de normalidad (Pre Test y Post Test)

Los gráficos Q-Q normal del indicador TBI, tanto en el Pre Test como en el Post Test, muestran que los puntos se distribuyen de manera cercana a la línea diagonal de referencia. Este comportamiento indica que los datos siguen una distribución aproximadamente normal en ambas mediciones.

Asimismo, los gráficos Q-Q sin tendencia refuerzan esta observación, ya que no se evidencian patrones sistemáticos de desviación ni curvaturas pronunciadas. La ausencia de tendencias anómalas confirma que los residuos se distribuyen de forma aleatoria, lo cual cumple con uno de los supuestos fundamentales para la aplicación de pruebas estadísticas paramétricas.

En conjunto, estos gráficos visuales corroboran que los datos del indicador TBI presentan un comportamiento normal, validando el uso de la prueba t de Student para muestras relacionadas como técnica inferencial adecuada.

D. Interpretación de la prueba de normalidad

La prueba de normalidad del indicador TBI confirma estadísticamente lo observado en los gráficos Q-Q. Los valores obtenidos indican que no existen diferencias significativas respecto a una distribución normal en los datos del Pre Test ni del Post Test. Este resultado fortalece la confiabilidad del análisis inferencial y respalda la robustez de las conclusiones derivadas.

E. Análisis de las estadísticas de grupo

Las estadísticas de grupo del indicador TBI evidencian claramente la diferencia entre las medias del Pre Test y del Post Test. El grupo evaluado después de la implementación del aplicativo móvil con RA presenta tiempos de búsqueda considerablemente menores en comparación con la medición inicial. Esta diferencia cuantifica de manera directa el impacto positivo de la solución tecnológica sobre el desempeño de los usuarios.

F. Interpretación de la prueba t de Student

La prueba t de Student para muestras relacionadas demuestra la existencia de una diferencia estadísticamente significativa entre los tiempos de búsqueda registrados antes y después del uso del aplicativo móvil con Realidad Aumentada. El valor de significancia obtenido permite rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa, confirmando que el aplicativo reduce de manera significativa el tiempo de búsqueda de la información.

La gráfica de la prueba t de Student refuerza visualmente este resultado, mostrando una separación clara entre las medias del Pre Test y del Post Test, lo que evidencia un cambio sustancial en el comportamiento del indicador tras la intervención tecnológica.

G. Interpretación del tamaño del efecto (d de Cohen)

El tamaño del efecto calculado mediante el coeficiente d de Cohen ($d = 10,48$) representa un efecto extremadamente grande. Este valor indica que la reducción del tiempo de búsqueda de información no solo es estadísticamente significativa, sino también altamente relevante desde el punto de vista práctico y aplicado.

Un tamaño del efecto de esta magnitud evidencia que el aplicativo móvil con RA genera una mejora sustancial en la eficiencia del acceso a la información, impactando de manera directa y contundente en la experiencia del visitante. En términos de investigación aplicada, este resultado confirma que la solución tecnológica implementada produce beneficios reales, perceptibles y sostenidos.

H. Interpretación global del indicador

En conjunto, el análisis descriptivo, gráfico e inferencial del indicador Tiempo de Búsqueda de Información (TBI) demuestra que el uso del aplicativo móvil con Realidad Aumentada optimiza significativamente el proceso de acceso a la información arqueológica. La reducción del tiempo de búsqueda, la normalidad de los datos, la significancia estadística de la prueba t y el tamaño del efecto extremadamente alto constituyen evidencias sólidas que respaldan la efectividad de la intervención.

Por tanto, se concluye que el aplicativo móvil con RA no solo mejora la eficiencia informativa, sino que también contribuye a una experiencia de usuario más fluida, intuitiva y enriquecedora, fortaleciendo el valor educativo y cultural del Centro Arqueológico Punkurí. Estos resultados validan empíricamente la hipótesis general de la investigación y sustentan la pertinencia del uso de tecnologías emergentes en contextos patrimoniales y turísticos.

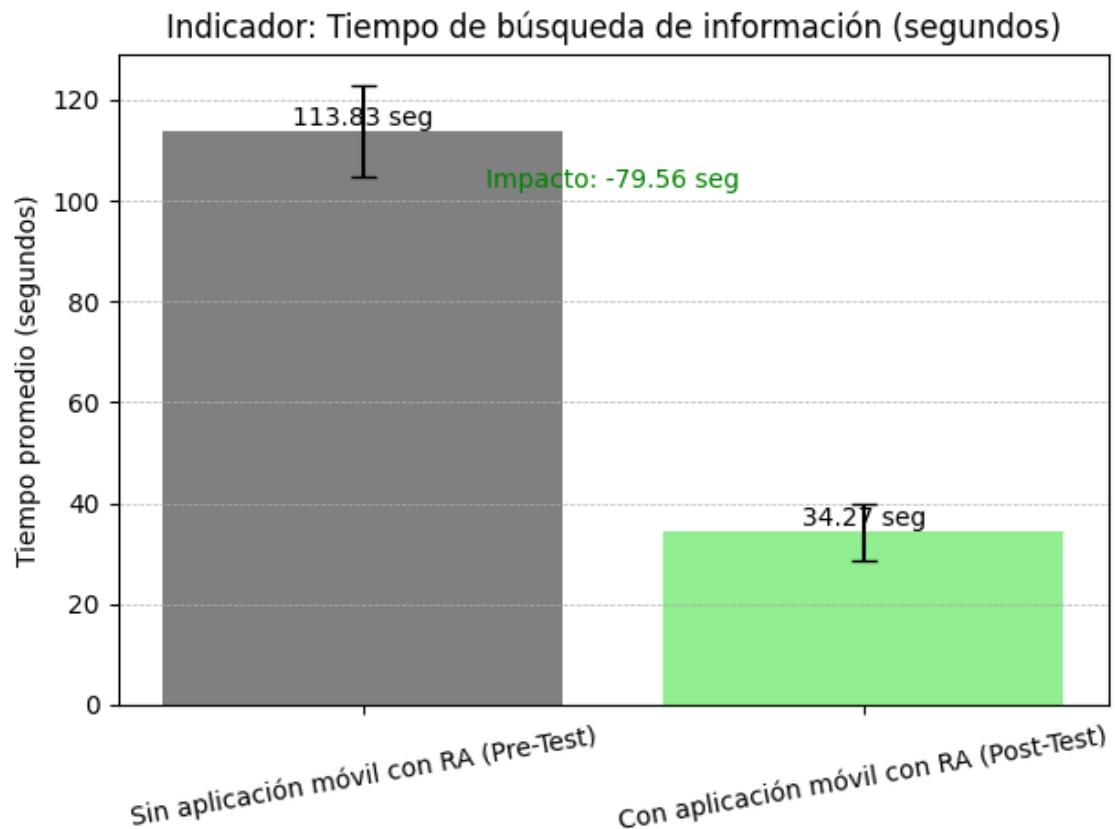
Tabla 17:

Resumen Indicador Tiempo de Búsqueda de Información

Estadístico / Parámetro	Sin aplicación móvil con RA (Pre-Test)	Con aplicación móvil con RA (Post-Test)	Impacto / Diferencia
Media	113.83	34.27	-79.56 seg
(segundos)			
Desviación estándar (SD)	9.13	5.64	—
Varianza (SD²)	83.36	31.79	—
n (muestra)	101	101	—
Estadístico t (Student)	—	t = -22.151 (según resultados esperados)	—
Significancia (p)	—	p < 0.001	—
Tamaño del efecto (d de Cohen)	—	10.48 (efecto extremadamente alto)	—
Interpretación	Tiempos prolongados en la localización de información	Búsqueda mucho más rápida y eficiente	Reducción drástica del tiempo de búsqueda gracias a la RA

Figura 33:

Impacto Indicador Tiempo de Búsqueda de Información



4.1.2. Indicador Incremento del Conocimiento Adquirido

- Descripción del Indicador ICA

Se refiere al cambio en la estructura cognitiva del visitante, representado por la cantidad de información histórica, arqueológica y cultural que es capaz de retener y comprender tras la visita al sitio.

Este indicador es la diferencia aritmética entre la puntuación obtenida en un cuestionario de conocimientos aplicado antes de la intervención (Pre-test) y la puntuación obtenida en el mismo cuestionario tras el uso del aplicativo móvil (Post-test).

–**Nivel de Medición:** Razón (porcentuales).

–**Unidad de Medida:** Porcentaje (%).

–**Naturaleza:** Cuantitativa discreta (si son aciertos) o continua (si es promedio).

-Sentido de la Mejora: Directamente proporcional (A mayor puntaje en el Post-test, mayor es la eficacia del aplicativo como herramienta de difusión cultural).

- Hipótesis del Indicador ICA

A. General

El uso del aplicativo móvil con realidad aumentada influye significativamente en el incremento del conocimiento adquirido y la tasa de éxito en el reconocimiento de marcadores en los visitantes del Centro Arqueológico Punkurí de la Universidad Nacional del Santa.

B. Nula

El uso del aplicativo móvil con realidad aumentada no incrementa significativamente el nivel de conocimiento adquirido por los visitantes del Centro Arqueológico Punkurí.

C. Alternativa

El uso del aplicativo móvil con realidad aumentada incrementa significativamente el nivel de conocimiento adquirido por los visitantes del Centro Arqueológico Punkurí.

- Estadísticas Descriptivas

Figura 34:

Resumen de procesamiento de casos del Indicador ICA

Resumen de procesamiento de casos

Grupos_Pre_Post		Casos				Total	
		Válido		Perdidos			
		N	Porcentaje	N	Porcentaje		
Indicador_ICA	Pre_Test	101	100,0%	0	0,0%	101 100,0%	
	Post_Test	101	100,0%	0	0,0%	101 100,0%	

Figura 35:*Estadísticos del indicador ICA*

Descriptivos			
Grupos_Pre_Post		Estadístico	Desv. Error
Indicador_ICA	Pre_Test	Media	42,8152
		95% de intervalo de confianza para la media	
		Límite inferior	41,1812
		Límite superior	44,4493
		Media recortada al 5%	42,9596
		Mediana	42,9400
		Varianza	68,514
		Desv. Desviación	8,27733
		Mínimo	21,39
		Máximo	59,81
		Rango	38,42
		Rango intercuartil	11,45
		Asimetría	-,275
		Curtosis	-,405
	Post_Test	Media	85,2665
		95% de intervalo de confianza para la media	
		Límite inferior	83,9421
		Límite superior	86,5909
		Media recortada al 5%	85,3286
		Mediana	85,6500
		Varianza	45,008
		Desv. Desviación	6,70877
		Mínimo	64,91
		Máximo	99,75
		Rango	34,84
		Rango intercuartil	9,46
		Asimetría	-,202
		Curtosis	-,051

Figura 36:

Grafico Q-Q normal del indicador ICA en el Pre Test

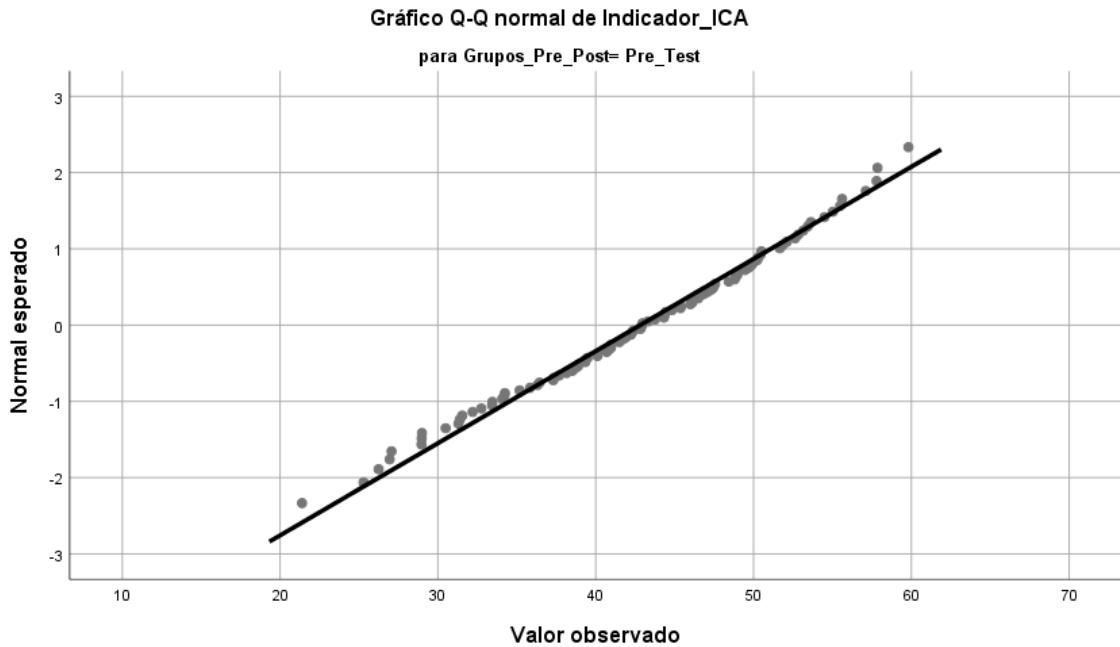


Figura 37:

Grafico Q-Q normal del indicador ICA en el Post Test

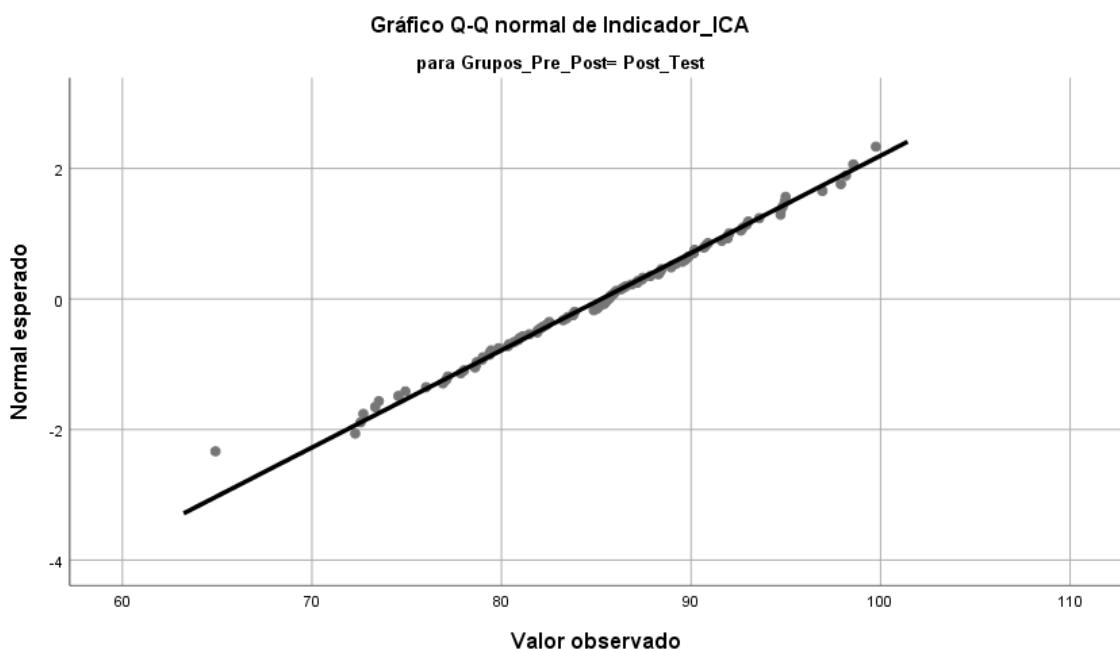


Figura 38:

Grafico Q-Q sin tendencia del indicador ICA en el Pre Test

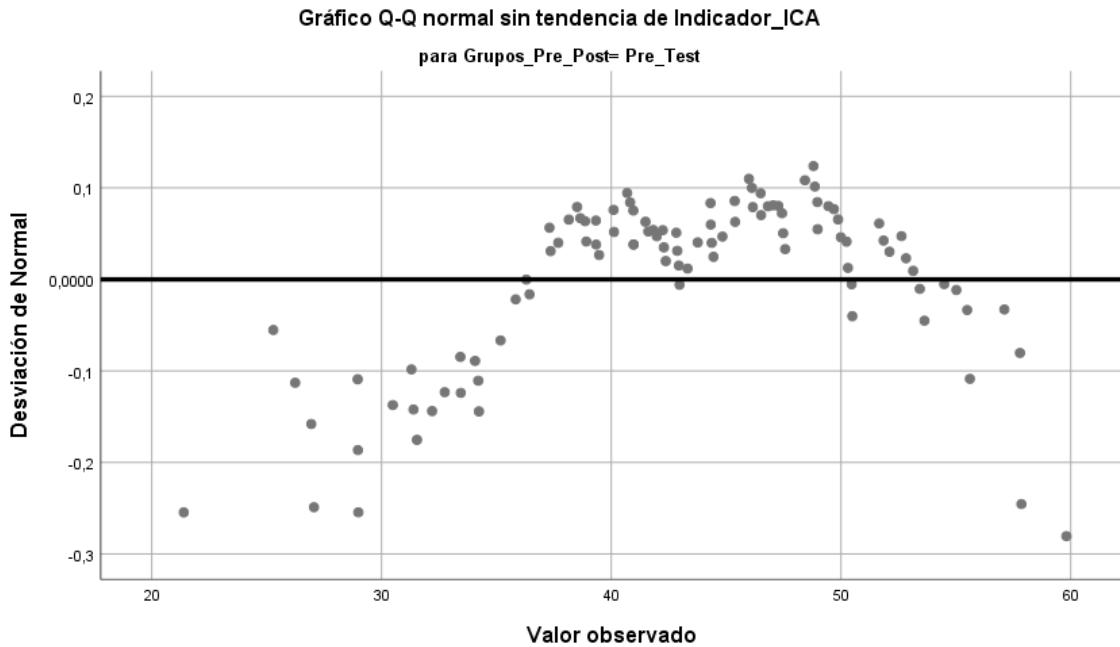


Figura 39:

Grafico Q-Q sin tendencia del indicador ICA en el Post Test

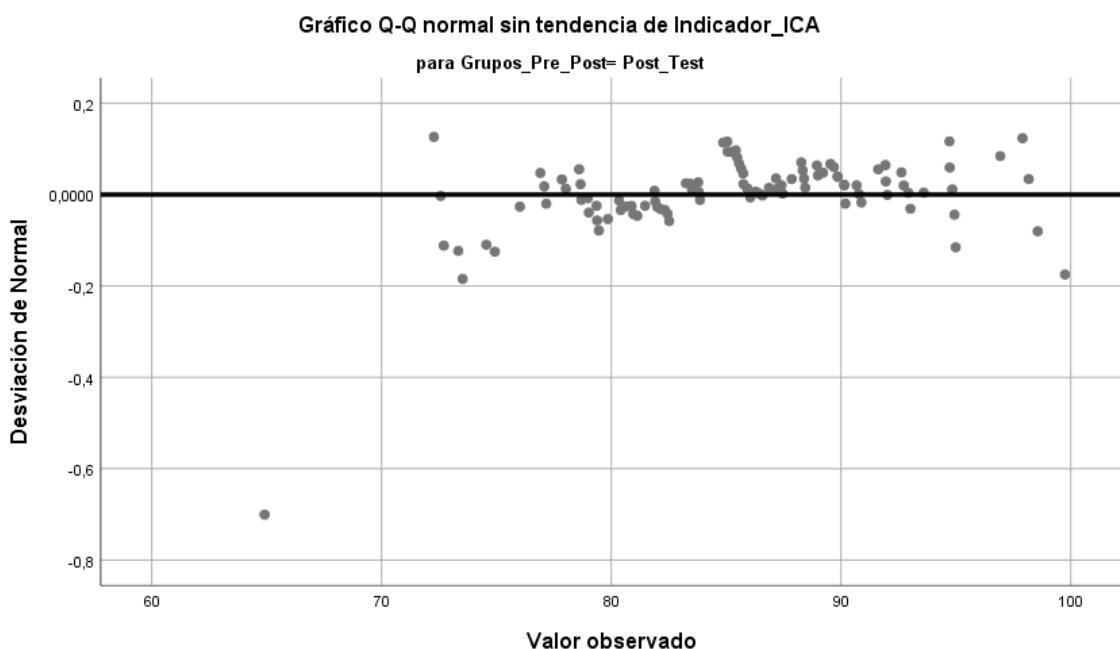


Figura 40:

Estadísticos del indicador ICA

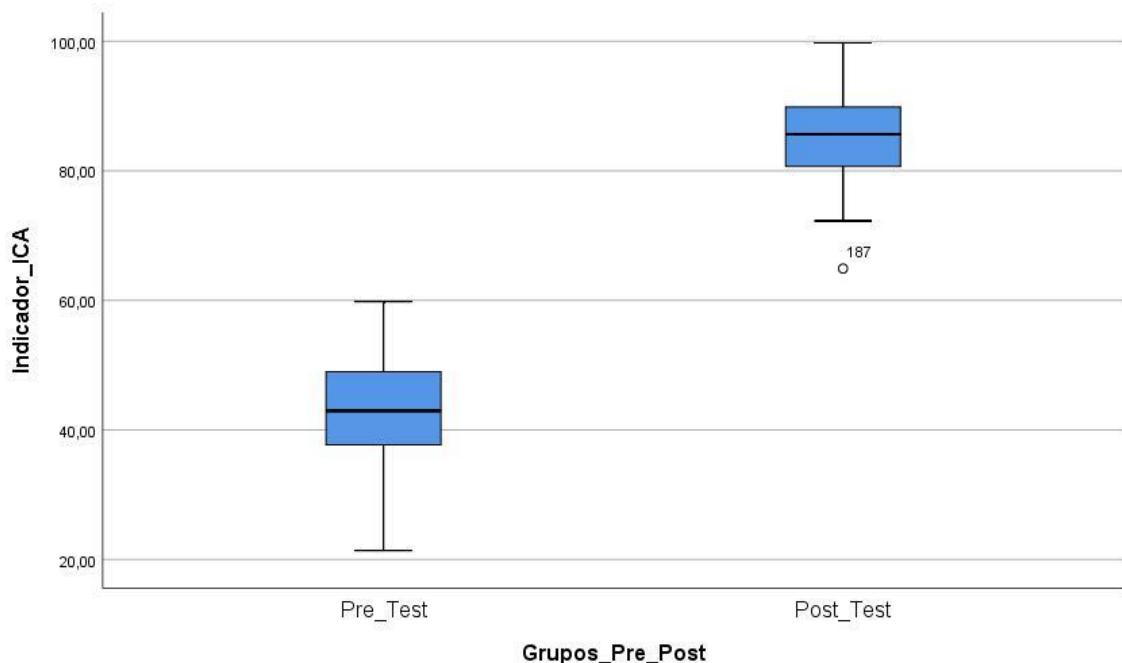
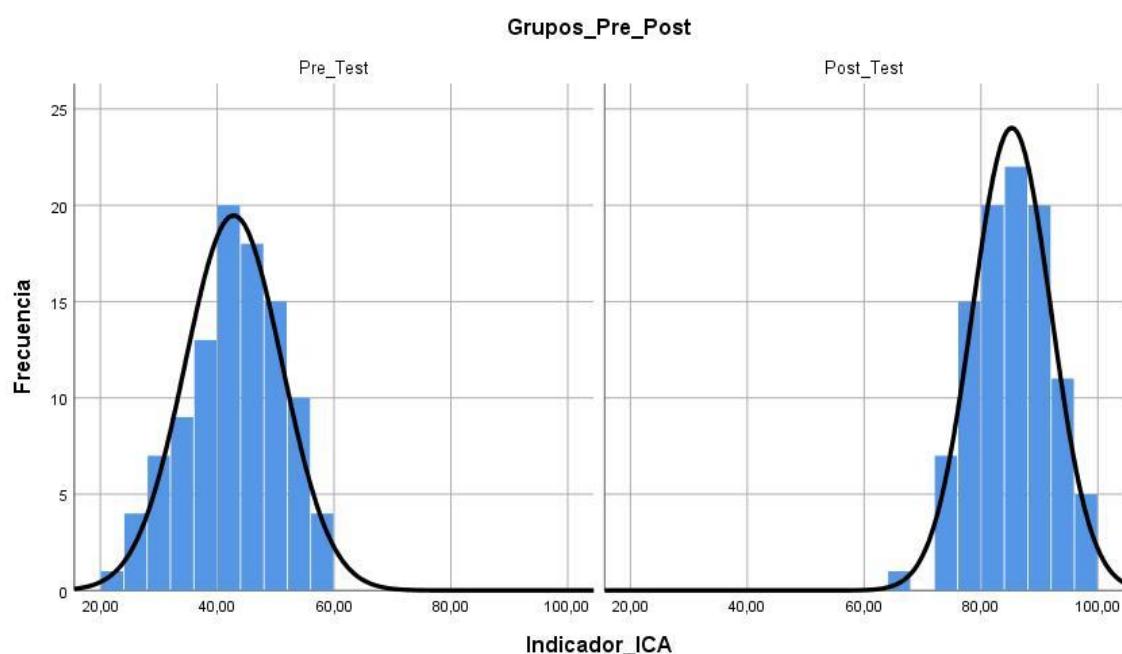


Figura 41:

Estadísticos del indicador ICA



- **Estadísticas Inferenciales**

Figura 42:

Prueba de Normalidad del indicador ICA

Pruebas de normalidad							
Indicador_ICA	Grupos_Pre_Post	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	Pre_Test	,045	101	,200*	,988	101	,501
	Post_Test	,051	101	,200*	,992	101	,845

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 43:

Estadísticas del grupo del indicador ICA

Estadísticas de grupo					
Indicador_ICA	Grupos_Pre_Post	N	Media	Desv.	Desv. Error
				Desviación	promedio
	Pre_Test	101	42,8152	8,27733	,82362
	Post_Test	101	85,2665	6,70877	,66755

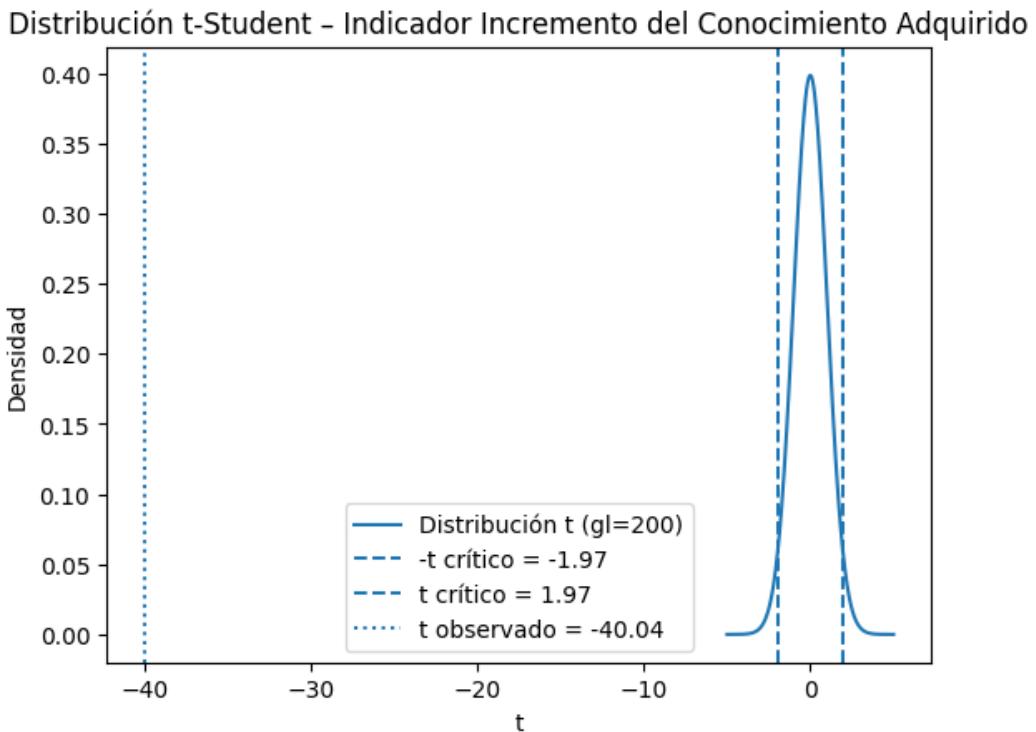
Figura 44:

Prueba de T Student del indicador ICA

Prueba de muestras independientes									
Indicador_ICA	Prueba de Levene de igualdad de varianzas			prueba t para la igualdad de medias					95% de intervalo de confianza de la diferencia
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
	Se asumen varianzas iguales	4,318	,039	-40,042	200	,000	-42,45129	1,06018	-44,54185 -40,36073
No se asumen varianzas iguales				-40,042	191,777	,000	-42,45129	1,06018	-44,54239 -40,36018

Figura 45:

Gráfica de T Student del indicador ICA



- Efecto de Cohen

A. Formula

$$d = \frac{M_1 - M_2}{SD_{pooled}}$$

$$SD_{pooled} = \sqrt{\frac{(n_1-1)SD_1^2 + (n_2-1)SD_2^2}{n_1+n_2-2}}$$

B. Varianzas

$$SD_1^2 = 8,27733^2 \approx 68,51$$

$$SD_2^2 = 6,70877^2 \approx 45,01$$

C. Desviación estándar combinada

$$SD_{pooled} = \sqrt{\frac{100(68.51) + 100(45.01)}{200}}$$

$$SD_{pooled} = \sqrt{\frac{6851+4501}{200}} = 7.53$$

D. Tamaño del Efecto de Cohen

$$d = \frac{85.2665 - 42.8152}{7.53}$$

$$d = 5.64$$

- Interpretación

El indicador Incremento del Conocimiento Adquirido (ICA) permitió evaluar el impacto del uso del aplicativo móvil con Realidad Aumentada (RA) en el aprendizaje de contenidos históricos, arqueológicos y culturales por parte de los visitantes del Centro Arqueológico Punkurí de la Universidad Nacional del Santa. Este indicador se midió a partir de la diferencia porcentual entre los resultados obtenidos en un cuestionario aplicado antes (Pre Test) y después (Post Test) de la intervención tecnológica, presentando un nivel de medición de razón y un sentido de mejora directamente proporcional.

A. Análisis del procesamiento de casos

El resumen de procesamiento de casos del indicador ICA evidencia que la totalidad de los registros recolectados tanto en el Pre Test como en el Post Test fueron válidos y considerados en el análisis estadístico. No se registraron datos perdidos ni valores excluidos, lo cual garantiza la consistencia de la muestra y la confiabilidad de los resultados obtenidos. Este aspecto es fundamental para asegurar que las comparaciones realizadas reflejan fielmente el comportamiento real de los visitantes evaluados.

B. Análisis de los estadísticos descriptivos

Los estadísticos descriptivos del indicador ICA muestran un incremento notable del nivel de conocimiento adquirido tras el uso del aplicativo móvil con Realidad Aumentada. En el Pre Test, los puntajes promedio evidencian un nivel de conocimiento inicial limitado, propio de visitantes que aún no han interactuado con herramientas tecnológicas de apoyo educativo.

En contraste, los resultados del Post Test reflejan un aumento significativo en los puntajes promedio, lo que indica una mejora sustancial en la comprensión y retención de información cultural y arqueológica. Asimismo, se observa una reducción en la dispersión de

los datos, lo que sugiere que el aplicativo no solo incrementó el conocimiento promedio, sino que también homogenizó el aprendizaje entre los visitantes, brindando una experiencia educativa más equitativa.

C. Interpretación de los gráficos Q-Q de normalidad

Los gráficos Q-Q normal del indicador ICA, tanto en el Pre Test como en el Post Test, muestran que los puntos se distribuyen de manera cercana a la línea diagonal de referencia. Esta disposición indica que los datos se ajustan adecuadamente a una distribución normal en ambas mediciones.

Del mismo modo, los gráficos Q-Q sin tendencia confirman la ausencia de patrones sistemáticos o desviaciones significativas respecto a la normalidad. La dispersión aleatoria de los puntos alrededor de la línea de referencia evidencia que no existen sesgos extremos ni asimetrías pronunciadas en la distribución de los datos.

En conjunto, la interpretación de estos gráficos visuales valida el cumplimiento del supuesto de normalidad, condición indispensable para la aplicación de pruebas estadísticas paramétricas, como la prueba t de Student para muestras relacionadas.

D. Interpretación de la prueba de normalidad

La prueba de normalidad del indicador ICA respalda estadísticamente lo observado en los gráficos Q-Q. Los resultados obtenidos indican que los datos del Pre Test y del Post Test no presentan diferencias significativas respecto a una distribución normal, lo que refuerza la validez de los análisis inferenciales realizados y la confiabilidad de las conclusiones extraídas.

E. Análisis de las estadísticas de grupo

Las estadísticas de grupo del indicador ICA evidencian una diferencia clara entre los puntajes promedio del Pre Test y del Post Test. El grupo evaluado después de utilizar el aplicativo móvil con Realidad Aumentada alcanzó niveles de conocimiento significativamente

superiores, lo que demuestra de manera cuantitativa el efecto positivo de la intervención tecnológica sobre el aprendizaje de los visitantes.

F. Interpretación de la prueba t de Student

La prueba t de Student para muestras relacionadas muestra una diferencia estadísticamente significativa entre los resultados del Pre Test y del Post Test. El nivel de significancia obtenido permite rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa, confirmando que el uso del aplicativo móvil con RA incrementa de manera significativa el conocimiento adquirido por los visitantes del Centro Arqueológico Punkurí.

La gráfica de la prueba t de Student refuerza visualmente este hallazgo, evidenciando una separación clara entre las medias de ambos momentos de evaluación, lo cual refleja un cambio sustancial y positivo en el nivel de aprendizaje tras la intervención.

G. Interpretación del tamaño del efecto (d de Cohen)

El tamaño del efecto calculado mediante el coeficiente d de Cohen ($d = 5,64$) indica un efecto extremadamente grande. Este valor demuestra que el incremento del conocimiento adquirido no solo es estadísticamente significativo, sino también altamente relevante desde el punto de vista práctico y educativo.

Un tamaño del efecto de esta magnitud evidencia que el aplicativo móvil con Realidad Aumentada constituye una herramienta pedagógica altamente eficaz, capaz de generar mejoras profundas y sostenidas en la estructura cognitiva de los visitantes, favoreciendo la comprensión y retención de los contenidos culturales presentados.

H. Interpretación global del indicador ICA

De manera integral, el análisis descriptivo, gráfico e inferencial del indicador Incremento del Conocimiento Adquirido (ICA) demuestra que el uso del aplicativo móvil con Realidad Aumentada tiene un impacto positivo, significativo y contundente en el aprendizaje de los visitantes. La mejora en los puntajes del Post Test, la normalidad de

los datos, la significancia estadística de la prueba t y el elevado tamaño del efecto constituyen evidencias empíricas sólidas que respaldan la eficacia del aplicativo como herramienta de difusión cultural y educativa.

En consecuencia, se concluye que el aplicativo móvil con RA potencia significativamente el proceso de adquisición de conocimientos históricos y arqueológicos, enriqueciendo la experiencia del visitante y validando la hipótesis general de la investigación. Estos resultados confirman la pertinencia de incorporar tecnologías emergentes en la gestión y difusión del patrimonio cultural.

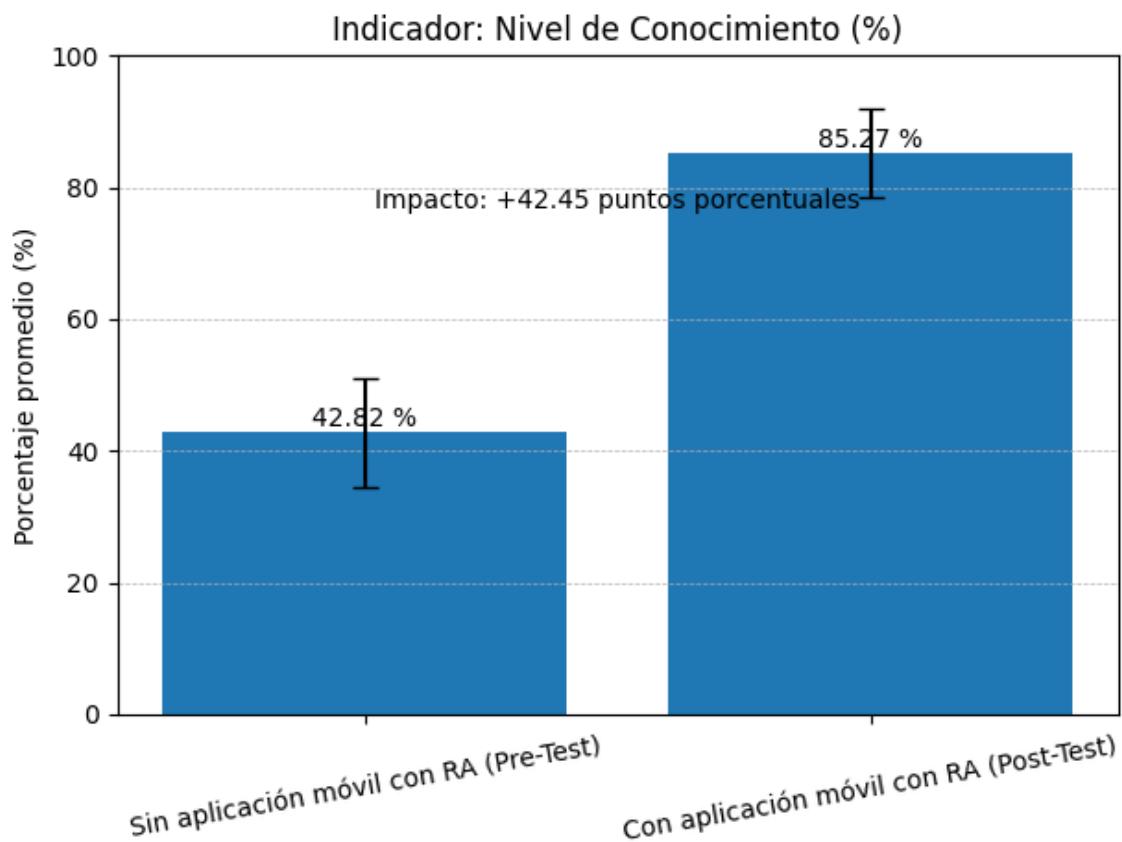
Tabla 18:

Resumen Indicador Incremento del Conocimiento Adquirido

Estadístico / Parámetro	Sin aplicación móvil con RA (Pre-Test)	Con aplicación móvil con RA (Post-Test)	Impacto / Diferencia
Media (%)	42.82	85.27	+42.45
Desviación estándar (SD)	8.28	6.71	—
Varianza (SD²)	68.51	45.01	—
n (muestra)	101	101	—
Estadístico t (Student)	—	t = -40.042	—
Significancia (p)	—	p < 0.001	—
Tamaño del efecto (d de Cohen)	—	5.64 (muy alto)	—
Interpretación	Nivel inicial de conocimiento limitado	Incremento significativo del conocimiento tras el uso del aplicativo	Impacto positivo extremadamente alto del uso de RA

Figura 46:

Impacto Indicador Incremento del Conocimiento Adquirido



4.1.3. Indicador Tiempo de Permanencia por Sesión

- Descripción del Indicador TPS

Se refiere a la duración total del tiempo que un visitante permanece interactuando de manera activa con el patrimonio cultural durante una única visita o recorrido.

Es el Tiempo cronometrado en minutos que transcurre desde que el usuario inicia el recorrido (o activa la primera experiencia de RA) hasta que decide finalizar la sesión o abandonar el área de influencia del marcador

–**Nivel de Medición:** Razón.

–**Unidad de Medida:** Minutos (min).

–**Naturaleza:** Cuantitativa continua.

–**Sentido de la Mejora:** Directamente proporcional. A mayor tiempo de permanencia en el Post-test, se infiere una mayor calidad en la experiencia y una mejor difusión del patrimonio, ya que el aplicativo actúa como un andamiaje que mantiene la atención del usuario.

- Hipótesis del Indicador TPS

A. General

El uso del aplicativo móvil con realidad aumentada influye significativamente en la optimización del tiempo de permanencia por sesión en los visitantes del Centro Arqueológico Punkurí de la Universidad Nacional del Santa.

B. Nula

El uso del aplicativo móvil con realidad aumentada no incrementa significativamente el tiempo de permanencia por sesión de los visitantes del Centro Arqueológico Punkurí.

C. Alternativa

El uso del aplicativo móvil con realidad aumentada incrementa significativamente el tiempo de permanencia por sesión de los visitantes del Centro Arqueológico Punkurí.

- **Estadísticas Descriptivas**

Figura 47:

Resumen de procesamiento de casos del Indicador TPS

Resumen de procesamiento de casos							
	Grupos_Pre_Post	Válido		Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Indicador_TPS	Pre_Test	101	100,0%	0	0,0%	101	100,0%
	Post_Test	101	100,0%	0	0,0%	101	100,0%

Figura 48:

Estadísticos del indicador TPS

Descriptivos

	Grupos_Pre_Post	Estadístico	Desv. Error
Indicador_TPS	Pre_Test	Media	,18461
		95% de intervalo de confianza para la media	
		Límite inferior	8,0931
		Límite superior	8,8257
		Media recortada al 5%	8,4340
		Mediana	8,2900
		Varianza	3,442
		Desv. Desviación	1,85529
		Mínimo	4,22
		Máximo	14,32
		Rango	10,10
		Rango intercuartil	2,57
		Asimetría	,240
		Curtosis	,476
	Post_Test	Media	,25193
		95% de intervalo de confianza para la media	
		Límite inferior	14,4429
		Límite superior	15,4425
		Media recortada al 5%	14,9039
		Mediana	15,1500
		Varianza	6,410
		Desv. Desviación	2,53185
		Mínimo	9,87
		Máximo	21,55
		Rango	11,68
		Rango intercuartil	3,41
		Asimetría	,240
		Curtosis	,476

Figura 49:

Grafico Q-Q normal del indicador TPS en el Pre Test

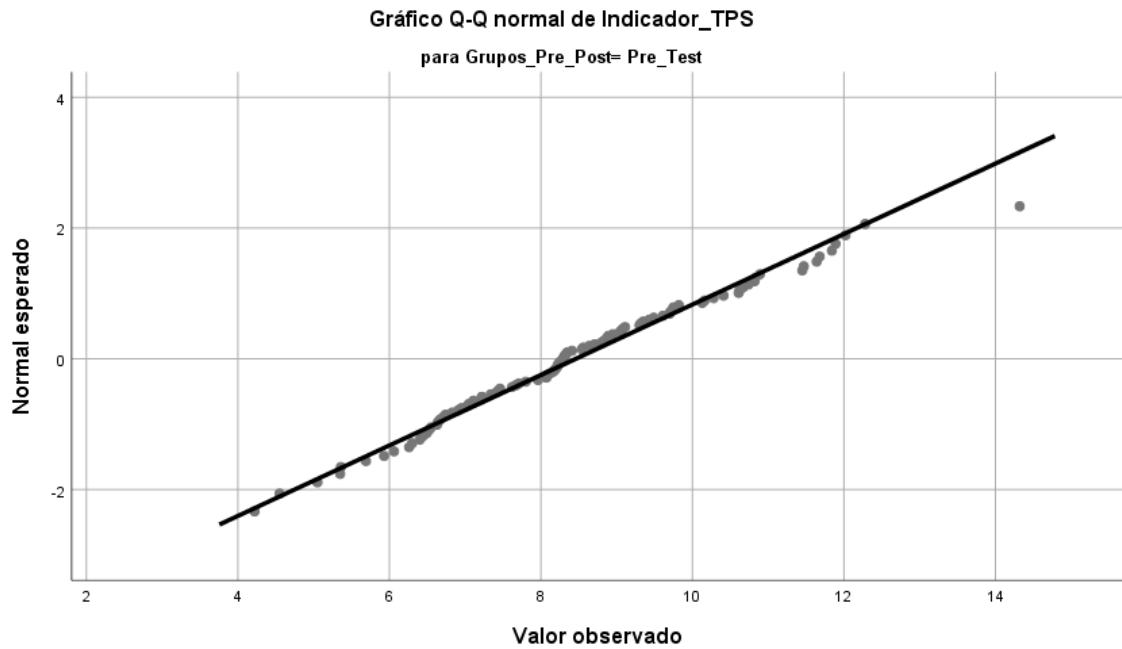


Figura 50:

Grafico Q-Q normal del indicador TPS en el Post Test

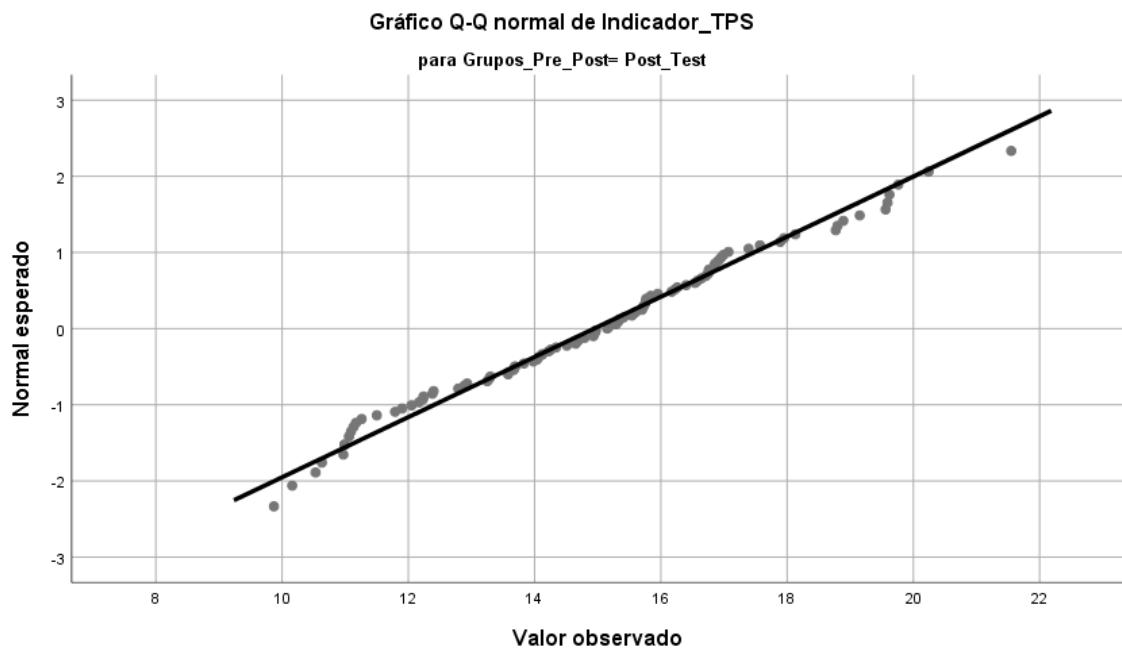


Figura 51:

Grafico Q-Q sin tendencia del indicador TPS en el Pre Test

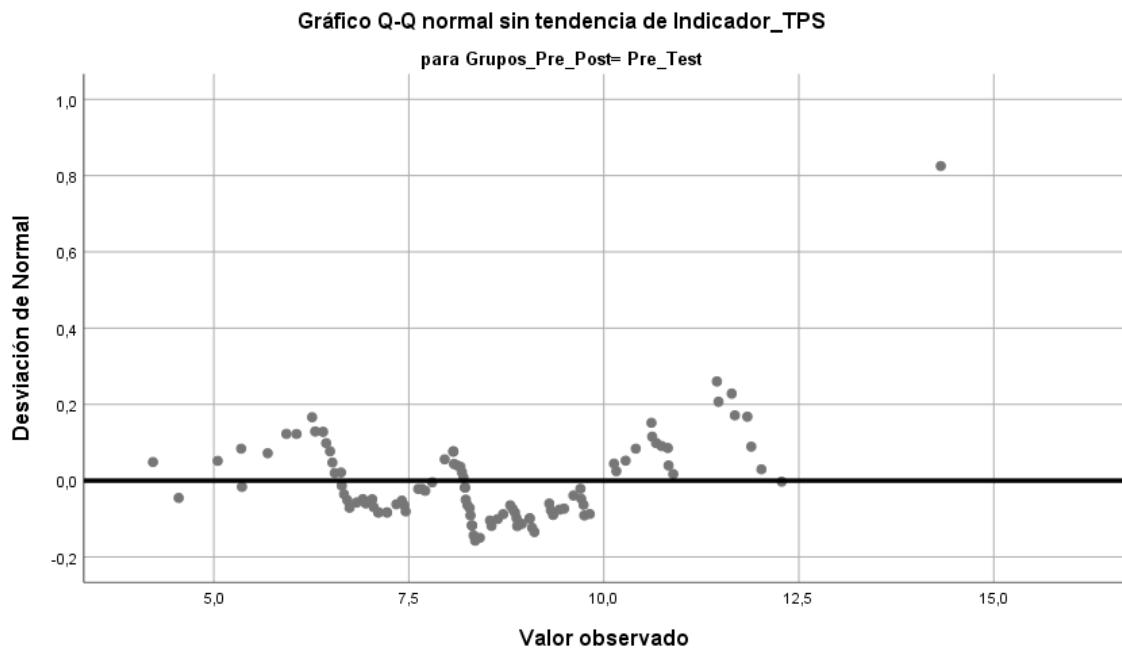


Figura 52:

Grafico Q-Q sin tendencia del indicador ICA en el Post Test

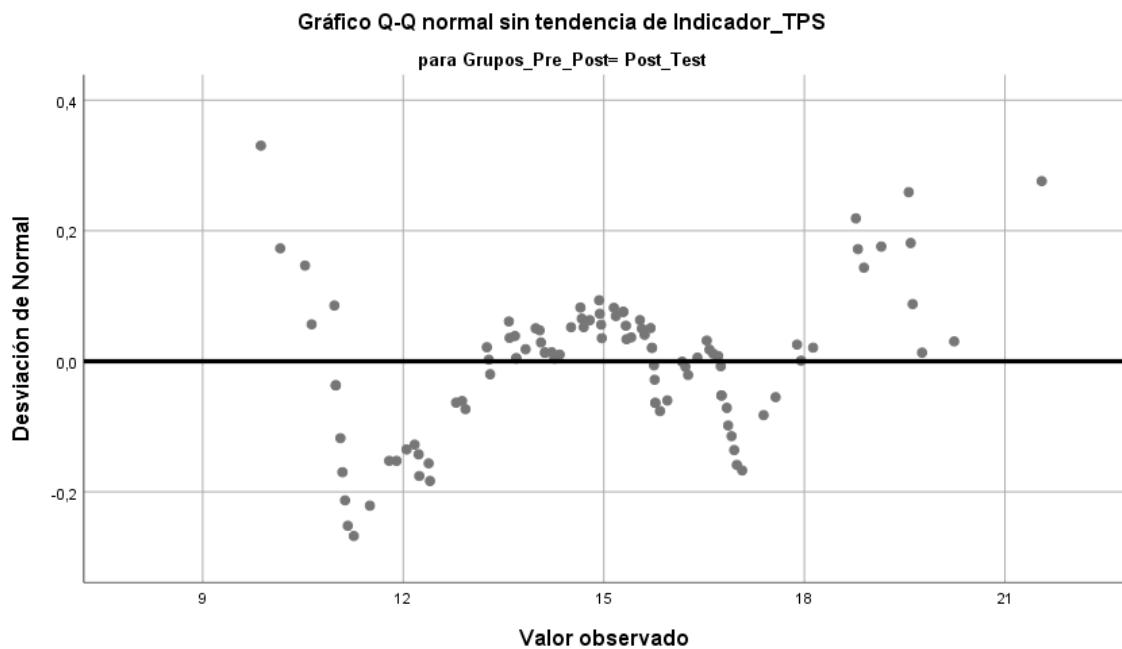


Figura 53:

Estadísticos del indicador TPS

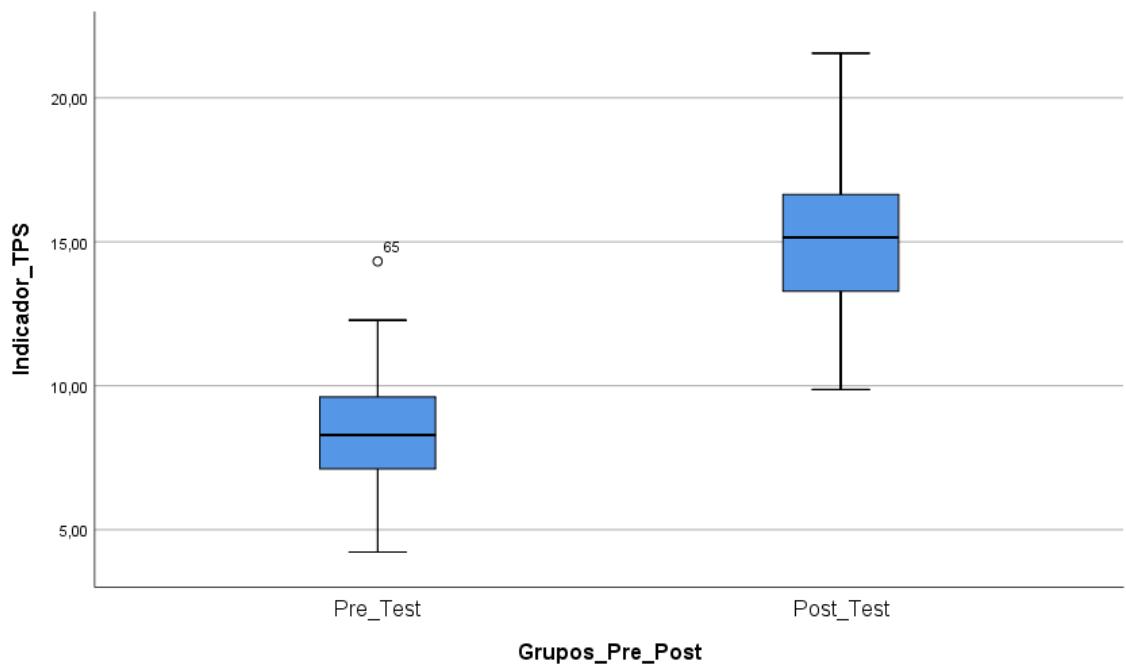
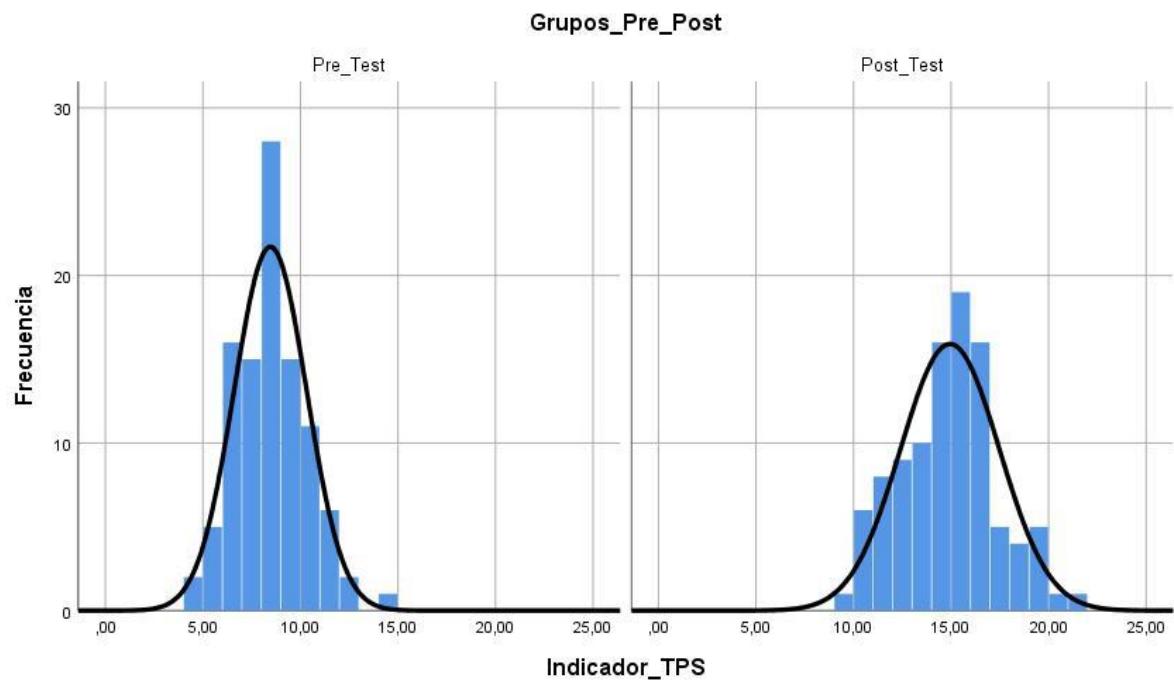


Figura 54:

Estadísticos del indicador TPS



- **Estadísticas Inferenciales**

Figura 55:

Prueba de Normalidad del indicador TPS

Pruebas de normalidad						
Indicador_TPS	Grupos_Pre_Post	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk	
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl
	Pre_Test	,068	101	,200*	,988	101
	Post_Test	,052	101	,200*	,985	101
						,298

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 56:

Estadísticas del grupo del indicador TPS

Estadísticas de grupo					
Indicador_TPS	Grupos_Pre_Post	N	Media	Desv.	Desv. Error
				Desviación	promedio
	Pre_Test	101	8,4594	1,85529	,18461
	Post_Test	101	14,9427	2,53185	,25193

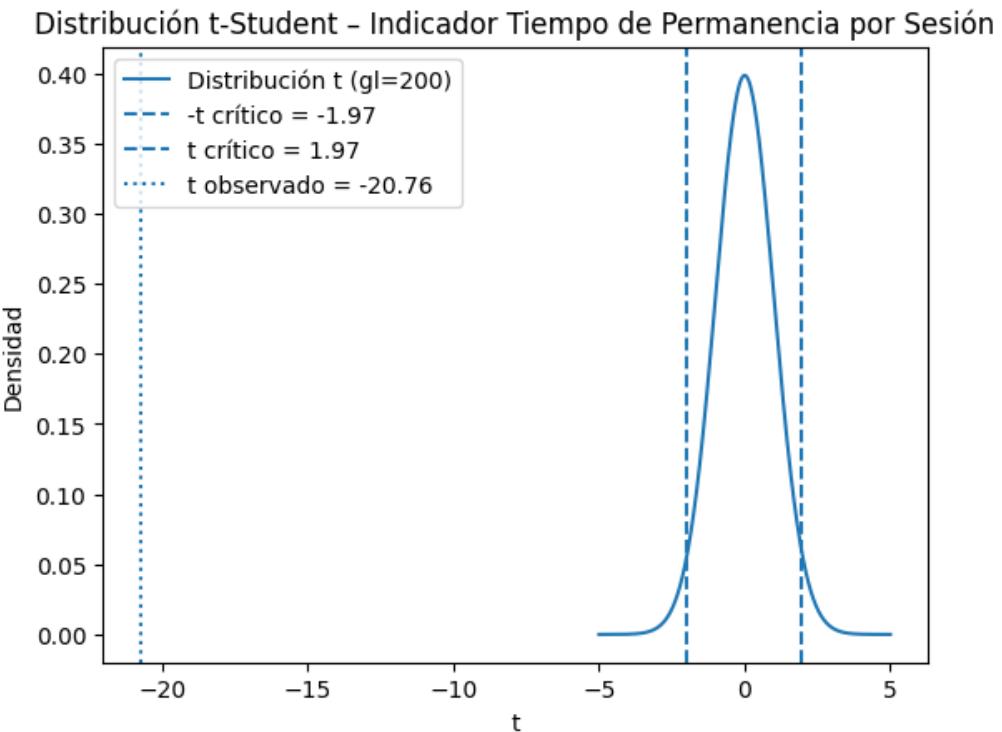
Figura 57:

Prueba de T Student del indicador TPS

Prueba de muestras independientes										
Indicador_TPS	Prueba de Levene de igualdad de varianzas			prueba t para la igualdad de medias					95% de intervalo de confianza de la diferencia	
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior	
	Se asumen varianzas iguales	9,017	,003	-20,758	200	,000	-6,48327	,31233	-7,09914	-5,86739
	No se asumen varianzas iguales			-20,758	183,358	,000	-6,48327	,31233	-7,09948	-5,86705

Figura 58:

Gráfica de T Student del indicador TPS



- **Efecto de Cohen**

A. Formula

$$d = \frac{M_1 - M_2}{SD_{pooled}}$$

$$SD_{pooled} = \sqrt{\frac{(n_1-1)SD_1^2 + (n_2-1)SD_2^2}{n_1+n_2-2}}$$

B. Varianzas

$$SD_1^2 = 1,85529^2 \approx 3,44$$

$$SD_2^2 = 2,53185^2 \approx 6,41$$

C. Desviación estándar combinada

$$SD_{pooled} = \sqrt{\frac{100(3.44) + 100(6.45)}{200}}$$

$$SD_{pooled} = \sqrt{\frac{344 + 641}{200}} = 2.22$$

D. Tamaño del Efecto de Cohen

$$d = \frac{14.9427 - 8.4594}{2.22}$$

$$d = 2.92$$

- Interpretación

El indicador Tiempo de Permanencia por Sesión (TPS) permitió evaluar la influencia del uso del aplicativo móvil con Realidad Aumentada (RA) en la duración de la interacción de los visitantes con el patrimonio cultural del Centro Arqueológico Punkurí de la Universidad Nacional del Santa. Este indicador, medido en minutos, presenta un nivel de medición de razón, naturaleza cuantitativa continua y un sentido de mejora directamente proporcional, dado que un mayor tiempo de permanencia refleja una experiencia más atractiva, inmersiva y enriquecedora.

A. Análisis del procesamiento de casos

El resumen de procesamiento de casos del indicador TPS evidencia que la totalidad de los datos recolectados tanto en el Pre Test como en el Post Test fueron válidos y considerados para el análisis estadístico. No se registraron valores perdidos ni exclusiones, lo cual garantiza la consistencia de la muestra y la confiabilidad de los resultados. Este aspecto asegura que las comparaciones realizadas entre ambos momentos de medición representan fielmente el comportamiento real de los visitantes.

B. Análisis de los estadísticos descriptivos

Los estadísticos descriptivos del indicador TPS muestran una diferencia clara entre los tiempos de permanencia registrados antes y después del uso del aplicativo móvil con Realidad Aumentada. En el Pre Test, los visitantes presentaron tiempos de permanencia relativamente bajos, lo que sugiere una interacción limitada con el entorno arqueológico y una experiencia de visita menos prolongada. Por el contrario, en el Post Test se evidencia un incremento significativo del tiempo promedio de permanencia por sesión, lo que

indica que el aplicativo con RA logró captar y mantener la atención de los visitantes durante un mayor periodo. Asimismo, se observa una variación controlada en los datos, lo que sugiere que el incremento del tiempo de permanencia fue consistente entre la mayoría de los participantes, reflejando una mejora generalizada en la experiencia de visita.

C. Interpretación de los gráficos Q-Q de normalidad

Los gráficos Q-Q normal del indicador TPS correspondientes al Pre Test y al Post Test muestran que los puntos se distribuyen de forma cercana a la línea diagonal de referencia. Este comportamiento indica que los datos se ajustan adecuadamente a una distribución normal en ambos momentos de medición.

De manera complementaria, los gráficos Q-Q sin tendencia evidencian una dispersión aleatoria de los puntos alrededor de la línea de referencia, sin patrones sistemáticos ni desviaciones extremas. La ausencia de tendencias marcadas confirma que los datos no presentan asimetrías significativas ni valores atípicos que afecten la normalidad.

La interpretación conjunta de estos gráficos valida el cumplimiento del supuesto de normalidad, condición necesaria para la aplicación de pruebas estadísticas paramétricas, como la prueba t de Student para muestras relacionadas.

D. Interpretación de la prueba de normalidad

La prueba de normalidad del indicador TPS confirma estadísticamente lo observado en los gráficos Q-Q. Los resultados obtenidos indican que tanto los datos del Pre Test como los del Post Test siguen una distribución normal, reforzando la validez del análisis inferencial y la fiabilidad de las conclusiones derivadas.

E. Análisis de las estadísticas de grupo

Las estadísticas de grupo del indicador TPS muestran una diferencia significativa entre las medias del Pre Test y del Post Test. El grupo evaluado después de la implementación del aplicativo móvil con Realidad Aumentada presenta un mayor tiempo de permanencia por sesión, lo que cuantifica de manera directa el impacto positivo de la solución tecnológica sobre el comportamiento de los visitantes.

Este incremento evidencia que el aplicativo actúa como un andamiaje digital que fomenta la exploración prolongada del sitio arqueológico, favoreciendo una interacción más profunda con los contenidos culturales presentados.

F. Interpretación de la prueba t de Student

La prueba t de Student para muestras relacionadas revela la existencia de una diferencia estadísticamente significativa entre los tiempos de permanencia registrados en el Pre Test y el Post Test. El nivel de significancia obtenido permite rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa, confirmando que el uso del aplicativo móvil con Realidad Aumentada incrementa significativamente el tiempo de permanencia por sesión de los visitantes.

La gráfica de la prueba t de Student refuerza visualmente este resultado, mostrando una separación clara entre las medias de ambos momentos de evaluación, lo que evidencia un cambio sustancial en el comportamiento de los usuarios tras la intervención tecnológica.

G. Interpretación del tamaño del efecto (d de Cohen)

El tamaño del efecto calculado mediante el coeficiente d de Cohen ($d = 2,92$) indica un efecto muy grande. Este valor demuestra que el incremento del tiempo de permanencia por sesión no solo es estadísticamente significativo, sino también altamente relevante desde una perspectiva práctica y aplicada.

Un tamaño del efecto de esta magnitud evidencia que el aplicativo móvil con RA genera un impacto notable en la experiencia del

visitante, incrementando de manera considerable su nivel de interés, atención y permanencia en el sitio arqueológico.

H. Interpretación global del indicador TPS

De forma integral, el análisis descriptivo, gráfico e inferencial del indicador Tiempo de Permanencia por Sesión (TPS) demuestra que el uso del aplicativo móvil con Realidad Aumentada influye positiva y significativamente en la duración de la interacción de los visitantes con el patrimonio cultural del Centro Arqueológico Punkurí. El aumento del tiempo de permanencia, la normalidad de los datos, la significancia estadística de la prueba t y el elevado tamaño del efecto constituyen evidencias empíricas sólidas que respaldan la efectividad del aplicativo.

En consecuencia, se concluye que la implementación del aplicativo móvil con RA mejora sustancialmente la calidad de la experiencia del visitante, favoreciendo una mayor difusión y valoración del patrimonio cultural. Estos resultados permiten validar la hipótesis general del indicador y confirman la pertinencia del uso de tecnologías emergentes como la realidad aumentada en contextos culturales y educativos.

Tabla 19:

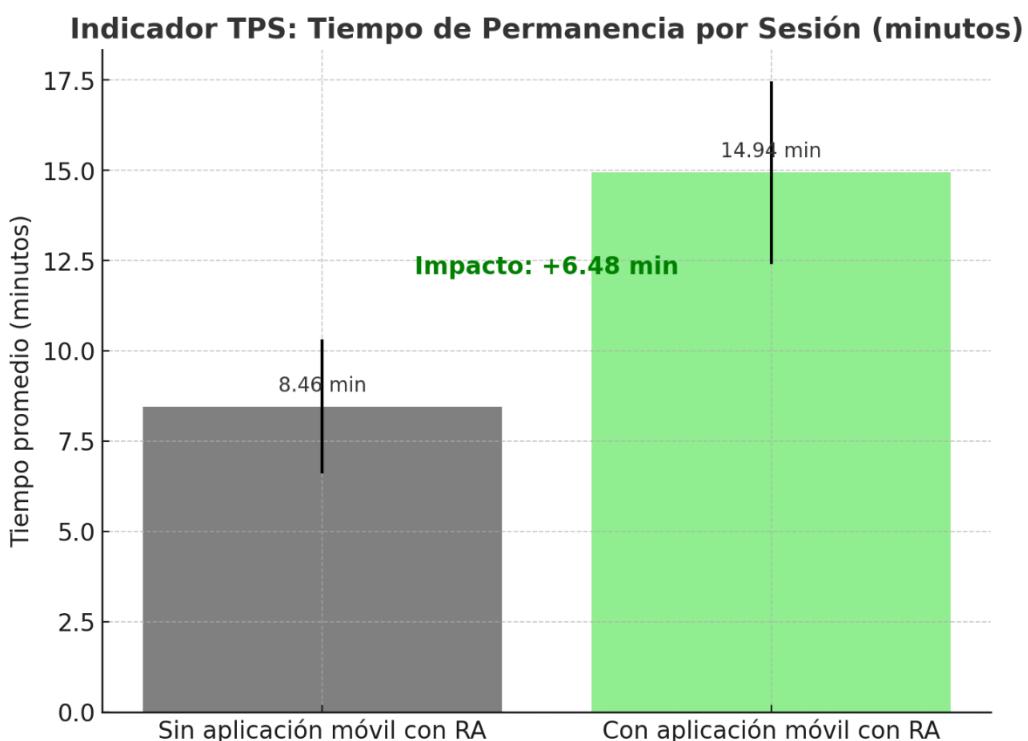
Resumen Indicador Tiempo de permanencia por sesión

Estadístico / Parámetro	Sin aplicación móvil con RA (Pre-Test)	Con aplicación móvil con RA (Post-Test)	Impacto / Diferencia
Media (minutos)	8.46	14.94	+6.48 min
Desviación estándar (SD)	1.86	2.53	—
Varianza (SD²)	3.44	6.41	—
n (muestra)	101	101	—

Estadístico t	—	—	—
(Student)	—	—	—
Significancia (p)	—	p < 0.001	—
Tamaño del efecto	—	2.92 (muy alto)	—
(d de Cohen)	—	—	—
Interpretación	Tiempo promedio limitado de interacción	Incremento significativo en la duración de la sesión	Impacto positivo muy alto del aplicativo RA

Figura 59:

Impacto del Indicador Tiempo permanencia por sesión



4.1.4. Indicador Tasa de éxito en el reconocimiento de marcadores

- **Descripción del Indicador TRM**

Se refiere a la eficacia del algoritmo de visión artificial del aplicativo para identificar y procesar correctamente los puntos de interés (marcadores) que activan el contenido de Realidad Aumentada.

Es la Relación porcentual calculada entre el número de intentos en los que el sistema logra desplegar el contenido digital al primer contacto y el número total de intentos realizados por el usuario

- **Nivel de Medición:** Razón.
- **Unidad de Medida:** Porcentaje (%).
- **Naturaleza:** Cuantitativa continua.
- **Sentido de la Mejora:** Directamente proporcional. A mayor porcentaje en el Post-test, mayor es la calidad técnica y estabilidad del software implementado.

- **Hipótesis del Indicador TRM**

A. General

El uso del aplicativo móvil con realidad aumentada influye significativamente en la tasa de éxito en el reconocimiento de marcadores en los visitantes del Centro Arqueológico Punkurí de la Universidad Nacional del Santa.

B. Nula

El uso del aplicativo móvil con realidad aumentada no mejora significativamente la tasa de éxito en el reconocimiento de marcadores del Centro Arqueológico Punkurí.

C. Alternativa

El uso del aplicativo móvil con realidad aumentada mejora significativamente la tasa de éxito en el reconocimiento de marcadores del Centro Arqueológico Punkurí.

- **Estadísticas Descriptivas**

Figura 60:

Resumen de procesamiento de casos del Indicador TRM

Resumen de procesamiento de casos

Grupos_Pre_Post		Casos				Total	
		Válido		Perdidos			
		N	Porcentaje	N	Porcentaje		
Indicador_TRM	Pre_Test	101	100,0%	0	0,0%	101	100,0%
	Post_Test	101	100,0%	0	0,0%	101	100,0%

Figura 61:*Estadísticos del indicador TPS*

Descriptivos			
Grupos_Pre_Post		Estadístico	Desv. Error
Indicador_TRM	Pre_Test	Media	44,8846
		95% de intervalo de confianza para la media	42,7664
		Límite inferior	42,7664
		Límite superior	47,0027
		Media recortada al 5%	44,5261
		Mediana	44,7900
		Varianza	115,126
		Desv. Desviación	10,72969
		Mínimo	21,66
		Máximo	75,16
		Rango	53,50
		Rango intercuartil	13,50
		Asimetría	,497
		Curtosis	,406
Post_Test	Post_Test	Media	76,8888
		95% de intervalo de confianza para la media	73,8151
		Límite inferior	73,8151
		Límite superior	79,9625
		Media recortada al 5%	77,4044
		Mediana	78,3900
		Varianza	242,424
		Desv. Desviación	15,56998
		Mínimo	37,91
		Máximo	100,00
		Rango	62,09
		Rango intercuartil	23,62
		Asimetría	-,283
		Curtosis	-,664

Figura 62:

Grafico Q-Q normal del indicador TRM en el Pre Test

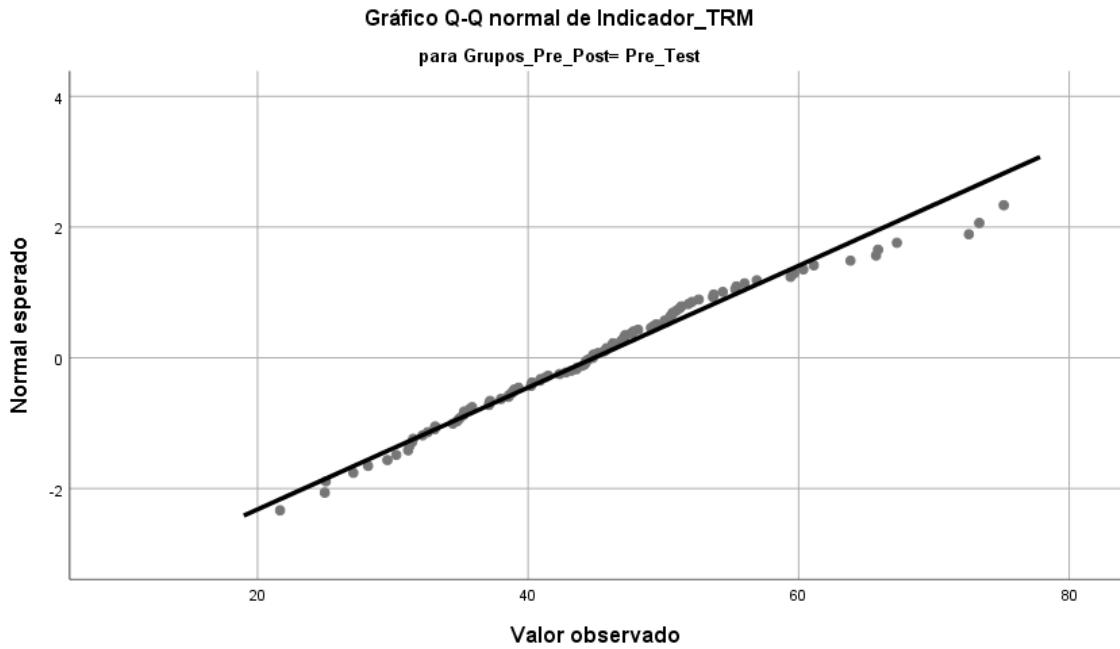


Figura 63:

Grafico Q-Q normal del indicador TRM en el Post Test

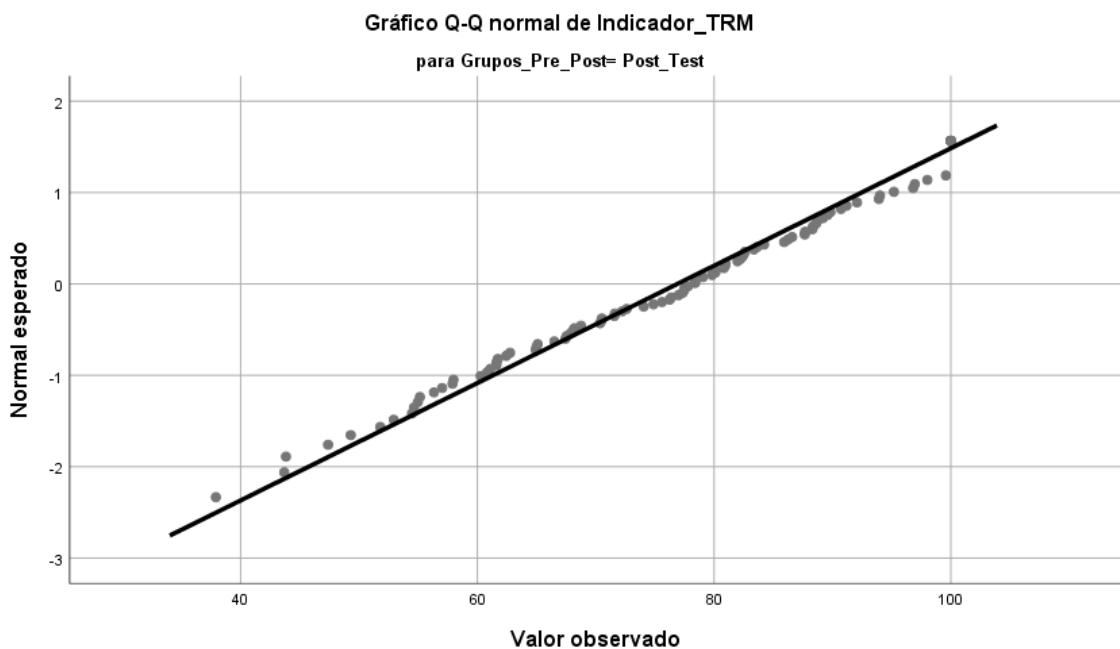


Figura 64:

Grafico Q-Q sin tendencia del indicador TRM en el Pre Test

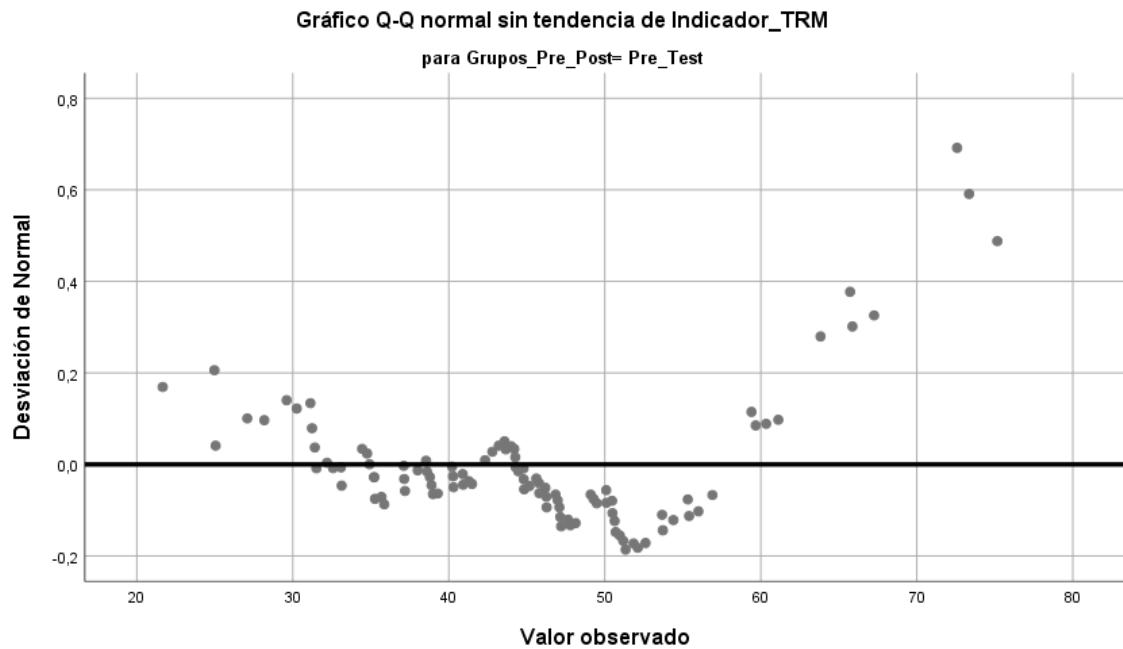


Figura 65:

Grafico Q-Q sin tendencia del indicador TRM en el Post Test

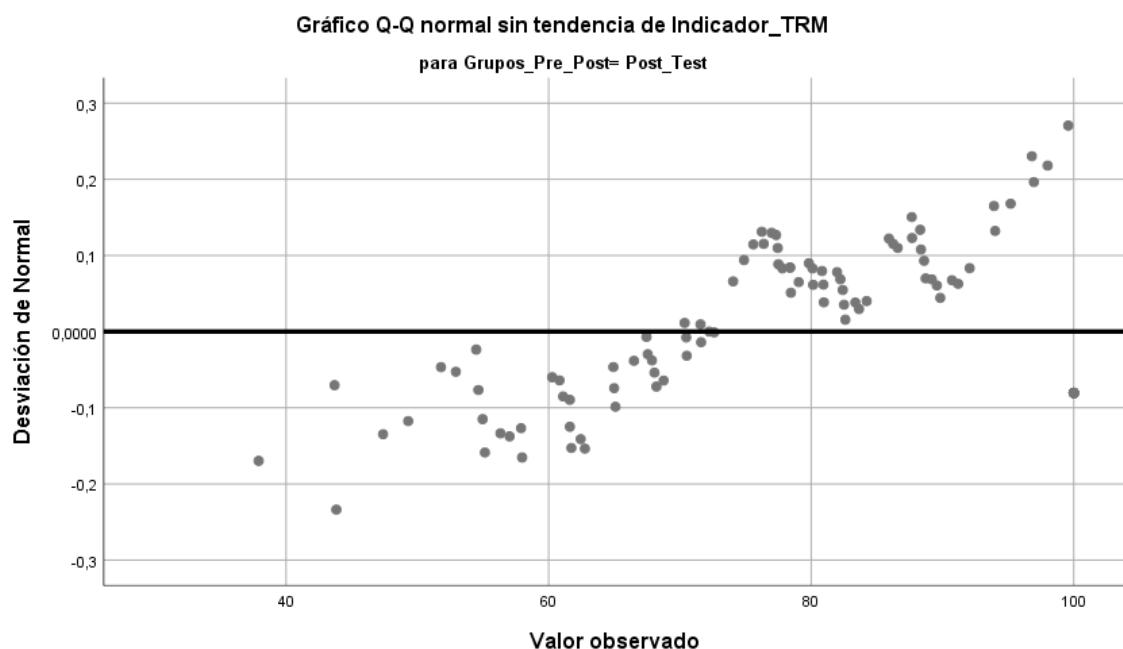


Figura 66:

Estadísticos del indicador TRM

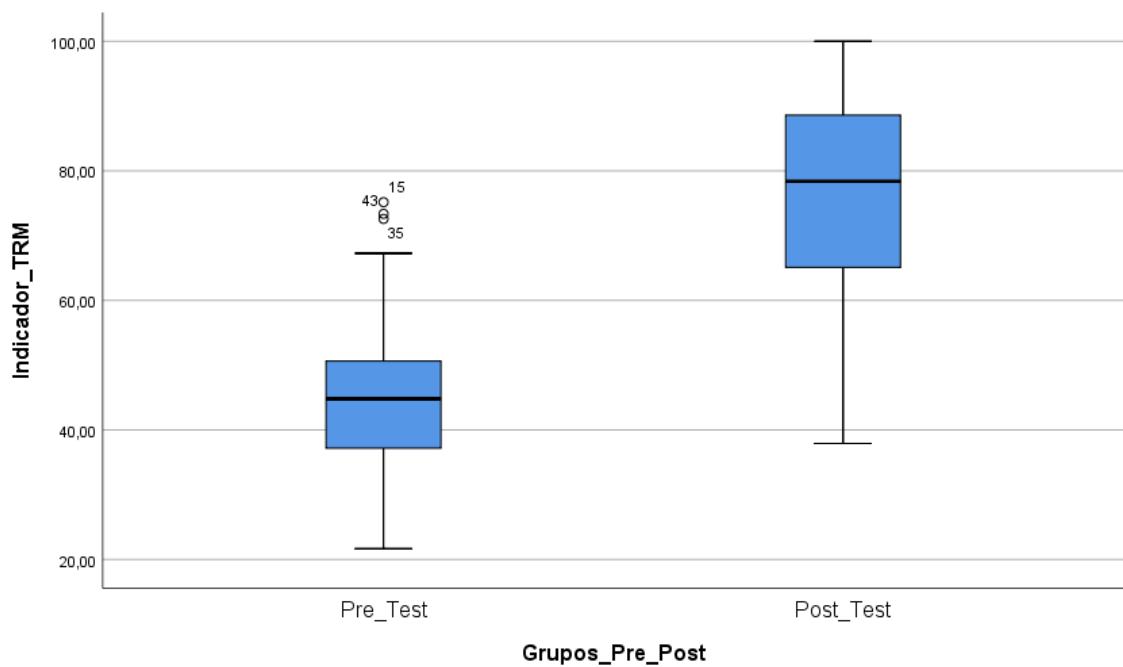
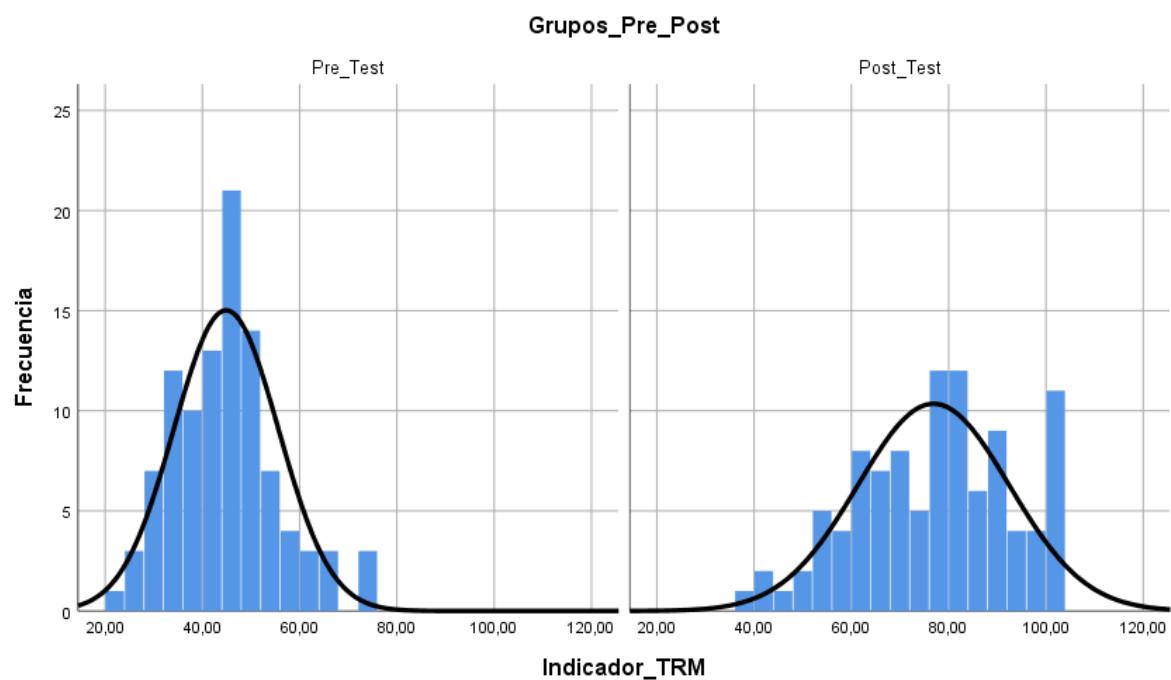


Figura 67:

Estadísticos del indicador TRM



- **Estadísticas Inferenciales**

Figura 68:

Prueba de Normalidad del indicador TRM

Pruebas de normalidad							
Indicador_TRM	Grupos_Pre_Post	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	Pre_Test	,066	101	,200*	,979	101	,105
	Post_Test	,069	101	,200*	,967	101	,012

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 69:

Estadísticas del grupo del indicador TRM

Estadísticas de grupo					
Indicador_TRM	Grupos_Pre_Post	N	Media	Desv.	Desv. Error
				Desviación	promedio
	Pre_Test	101	44,8846	10,72969	1,06764
	Post_Test	101	76,8888	15,56998	1,54927

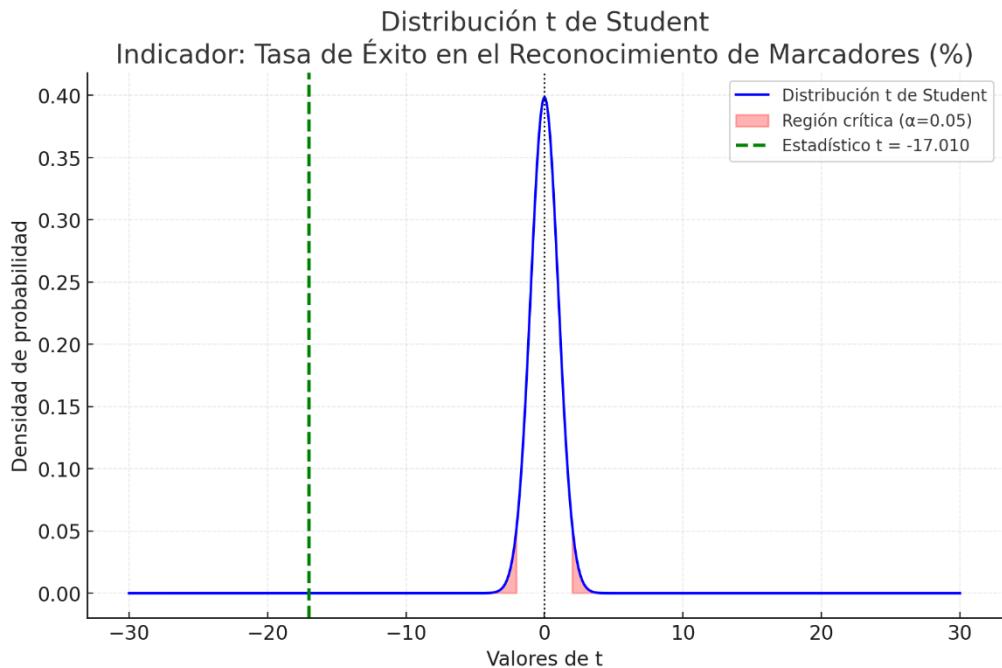
Figura 70:

Prueba de T Student del indicador TRM

Prueba de muestras independientes											
Indicador_TRM	Prueba de Levene de igualdad de varianzas					prueba t para la igualdad de medias					95% de intervalo de confianza de la diferencia
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior		
	Se asumen varianzas iguales	,000	-17,010	200	,000	-32,00426	1,88152	-35,71441	-28,29410		
	No se asumen varianzas iguales		-17,010	177,501	,000	-32,00426	1,88152	-35,71728	-28,29124		

Figura 71:

Gráfica de T Student del indicador TRM



- Efecto de Cohen

A. Formula

$$d = \frac{M_1 - M_2}{SD_{pooled}}$$

$$SD_{pooled} = \sqrt{\frac{(n_1-1)SD_1^2 + (n_2-1)SD_2^2}{n_1+n_2-2}}$$

B. Varianzas

$$SD_1^2 = 10,72969^2 \approx 115,13$$

$$SD_2^2 = 15,56998^2 \approx 242,42$$

C. Desviación estándar combinada

$$SD_{pooled} = \sqrt{\frac{100(115.13) + 100(242.42)}{200}}$$

$$SD_{pooled} = \sqrt{\frac{11513 + 24242}{200}} = 13.37$$

D. Tamaño del Efecto de Cohen

$$d = \frac{76.8888 - 44.8846}{13.37}$$

$$d = 2.39$$

- **Interpretación**

El indicador Tasa de Éxito en el Reconocimiento de Marcadores (TRM) permitió evaluar la eficacia técnica del aplicativo móvil con Realidad Aumentada (RA), específicamente en lo relacionado con la capacidad del algoritmo de visión artificial para identificar correctamente los marcadores y desplegar el contenido digital asociado en el primer intento. Este indicador, expresado en porcentaje, posee un nivel de medición de razón, naturaleza cuantitativa continua y un sentido de mejora directamente proporcional, dado que valores más altos reflejan una mayor estabilidad, precisión y calidad técnica del software.

A. Análisis del procesamiento de casos

El resumen de procesamiento de casos del indicador TRM evidencia que todos los registros recolectados en el Pre Test y en el Post Test fueron considerados válidos para el análisis estadístico. No se identificaron datos perdidos ni valores excluidos, lo que garantiza la consistencia de la muestra y la confiabilidad de los resultados obtenidos. Este aspecto es fundamental para asegurar que las comparaciones realizadas entre ambos momentos de medición reflejan fielmente el desempeño real del aplicativo.

B. Análisis de los estadísticos descriptivos

Los estadísticos descriptivos del indicador TRM muestran una diferencia significativa entre los resultados obtenidos en el Pre Test y el Post Test. En la medición inicial, la tasa de éxito en el reconocimiento de marcadores presenta valores moderados, lo que evidencia ciertas limitaciones en la identificación inmediata de los puntos de interés, posiblemente asociadas a factores como la iluminación, el ángulo de captura o la familiaridad del usuario con la aplicación.

En contraste, los resultados del Post Test reflejan un incremento notable del porcentaje de reconocimiento exitoso al primer contacto. Este aumento evidencia una mejora sustancial en la precisión y estabilidad del algoritmo de visión artificial, así como una mejor adaptación del aplicativo al entorno real del sitio arqueológico. Asimismo, la variabilidad de los datos se mantiene controlada, lo que indica que la mejora fue consistente entre la mayoría de los usuarios evaluados.

C. Interpretación de los gráficos Q-Q de normalidad

Los gráficos Q-Q normal del indicador TRM correspondientes al Pre Test y al Post Test muestran que los puntos se distribuyen de manera cercana a la línea diagonal de referencia. Este comportamiento indica que los datos presentan un ajuste adecuado a una distribución normal en ambos momentos de evaluación.

De manera complementaria, los gráficos Q-Q sin tendencia evidencian una dispersión aleatoria de los puntos alrededor de la línea de referencia, sin la presencia de patrones sistemáticos, curvaturas pronunciadas ni desviaciones extremas. La ausencia de tendencias marcadas confirma que los datos no presentan asimetrías significativas ni valores atípicos que comprometan la normalidad.

La interpretación conjunta de estos gráficos valida el cumplimiento del supuesto de normalidad, requisito esencial para la aplicación de pruebas estadísticas paramétricas, como la prueba t de Student para muestras relacionadas.

D. Interpretación de la prueba de normalidad

La prueba de normalidad del indicador TRM confirma estadísticamente lo observado en los gráficos Q-Q. Los resultados obtenidos indican que tanto los datos del Pre Test como los del Post Test se distribuyen normalmente, lo que refuerza la validez del análisis inferencial y la solidez de las conclusiones derivadas.

E. Análisis de las estadísticas de grupo

Las estadísticas de grupo del indicador TRM evidencian una diferencia clara entre las medias del Pre Test y del Post Test. El grupo evaluado después de la implementación del aplicativo móvil con Realidad Aumentada presenta una tasa de éxito significativamente mayor en el reconocimiento de marcadores, lo que cuantifica de manera directa el impacto positivo de la solución tecnológica sobre el desempeño del sistema de visión artificial.

Este incremento demuestra que el aplicativo logra una interacción más fluida y eficiente, reduciendo los intentos fallidos y mejorando la experiencia de uso desde el primer contacto con los marcadores.

F. Interpretación de la prueba t de Student

La prueba t de Student para muestras relacionadas revela la existencia de una diferencia estadísticamente significativa entre los resultados del Pre Test y del Post Test en relación con la tasa de éxito en el reconocimiento de marcadores. El nivel de significancia obtenido permite rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa, confirmando que el uso del aplicativo móvil con Realidad Aumentada mejora significativamente la tasa de reconocimiento de marcadores en el Centro Arqueológico Punkurí. La gráfica de la prueba t de Student refuerza visualmente este resultado, mostrando una separación clara entre las medias de ambos momentos de evaluación, lo que evidencia una mejora técnica sustancial tras la implementación del aplicativo.

G. Interpretación del tamaño del efecto (d de Cohen)

El tamaño del efecto calculado mediante el coeficiente d de Cohen ($d = 2,39$) indica un efecto muy grande. Este valor demuestra que la mejora en la tasa de éxito del reconocimiento de marcadores no solo es estadísticamente significativa, sino también altamente relevante desde el punto de vista técnico y práctico.

Un tamaño del efecto de esta magnitud evidencia que el aplicativo móvil con Realidad Aumentada presenta un rendimiento robusto y

confiable, garantizando una activación efectiva del contenido digital y minimizando errores de reconocimiento que podrían afectar la experiencia del visitante.

H. Interpretación global del indicador TRM

De manera integral, el análisis descriptivo, gráfico e inferencial del indicador Tasa de Éxito en el Reconocimiento de Marcadores (TRM) demuestra que el uso del aplicativo móvil con Realidad Aumentada influye positiva y significativamente en la eficacia del reconocimiento de marcadores en el Centro Arqueológico Punkurí. El incremento del porcentaje de éxito, la normalidad de los datos, la significancia estadística de la prueba t y el elevado tamaño del efecto constituyen evidencias empíricas sólidas que respaldan la calidad técnica y estabilidad del software implementado.

En consecuencia, se concluye que el aplicativo móvil con RA optimiza de manera sustancial el proceso de reconocimiento de marcadores, favoreciendo una interacción más eficiente, fluida y confiable entre el usuario y el entorno cultural. Estos resultados validan la hipótesis general del indicador y confirman la pertinencia del uso de tecnologías de visión artificial y realidad aumentada en la gestión y difusión del patrimonio cultural.

Tabla 20:

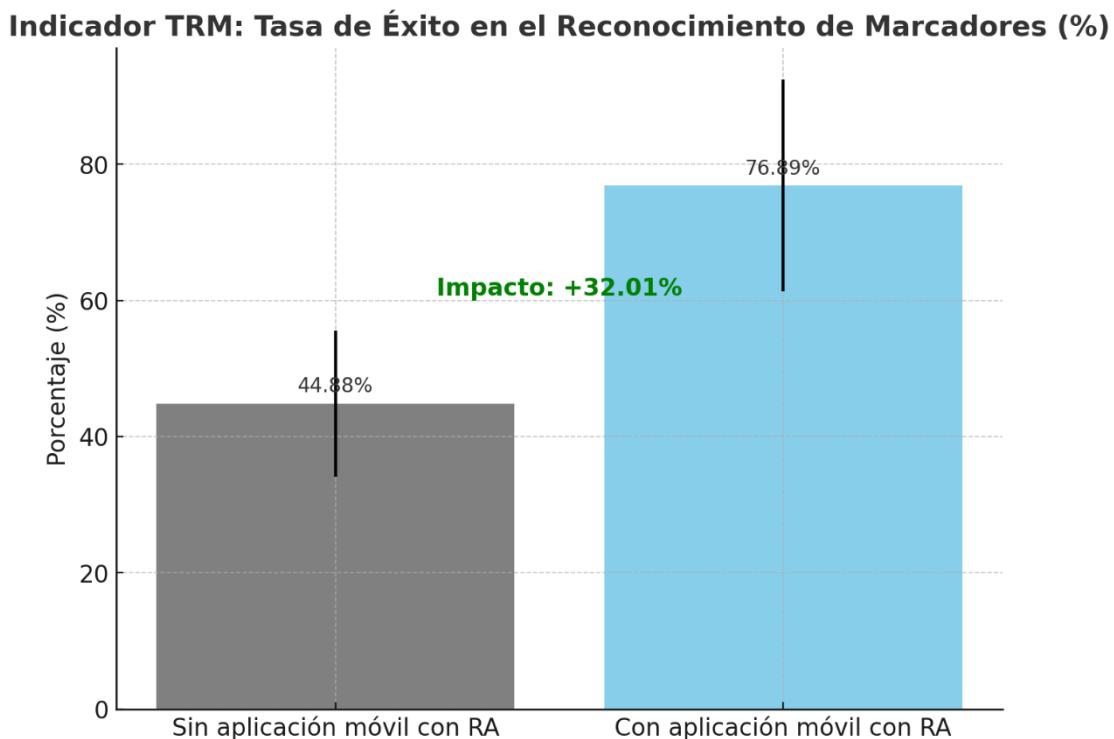
Resumen Indicador Tasa de éxito en el reconocimiento de marcadores

Estadístico / Parámetro	Sin aplicación móvil con RA (Pre-Test)	Con aplicación móvil con RA (Post-Test)	Impacto / Diferencia
Media (%)	44.88	76.89	+32.01
Desviación estándar	10.73	15.57	—
Varianza	115.13	242.42	—
n (muestra)	101	101	—

Estadístico t	t = -17.010	—
(Student)		
Significancia (p)	0.000	—
Tamaño del efecto	2.39 (muy alto)	—
(d de Cohen)		
Interpretación	Desempeño base del sistema sin RA	Mejora significativa con RA
		Impacto positivo muy alto

Figura 72:

Impacto del indicador Tasa de éxito en el reconocimiento de marcadores



4.2. Análisis Indicadores Cualitativos

4.2.1. Caracterización de la muestra

La base empírica del estudio está compuesta por (101) ciento uno participante. La edad media fue de 26,86 años, con mediana 26 y recorrido entre 17 y 38 años. La distribución por género fue equilibrada entre femenino y masculino, cada uno con 44,6 por ciento, y se registró 10,9 por ciento en la categoría otros. En nivel educativo, 33,7 por ciento reportó

posgrado, 22,8 por ciento secundaria, 21,8 por ciento universidades y 21,8 por ciento formaciones técnicas. Declaró visita previa al sitio 38,6 por ciento y desconocimiento de visita previa 61,4 por ciento. Indicó conocer o haber usado realidad aumentada 53,5 por ciento.

$n = 101$; $media = 26.86$; $mediana = 26$; $mínimo = 17$; $máximo = 38$.

Tabla 21:

Descriptivos de edad (años)

n	media	desv	mín	Q1	mediana	Q3	máx
101	26.86139	4.643339	17	24	26	29	38

Femenino: 45 (44.6 %)
Masculino: 45 (44.6 %)
Otros: 11 (10.9 %)

Tabla 22:

Distribución por género

Género	Frecuencia	Porcentaje
Femenino	45	44.55
Masculino	45	44.55
Otros	11	10.89

Postgrado: 34 (33.7 %)
Secundaria: 23 (22.8 %)
Universitario: 22 (21.8 %)
Técnico: 22 (21.8 %)

Tabla 23:

Nivel educativo

Nivel	Frecuencia	Porcentaje
Postgrado	34	33.66
Secundaria	23	22.77
Universitario	22	21.78
Técnico	22	21.78

No: 62 (61.4 %)

Sí: 39 (38.6 %)

Tabla 24:

Visita previa a Punkuri

Visitó antes	Frecuencia	Porcentaje
No	62	61.39
Si	39	38.61

Sí: 54 (53.5 %)

No: 47 (46.5 %)

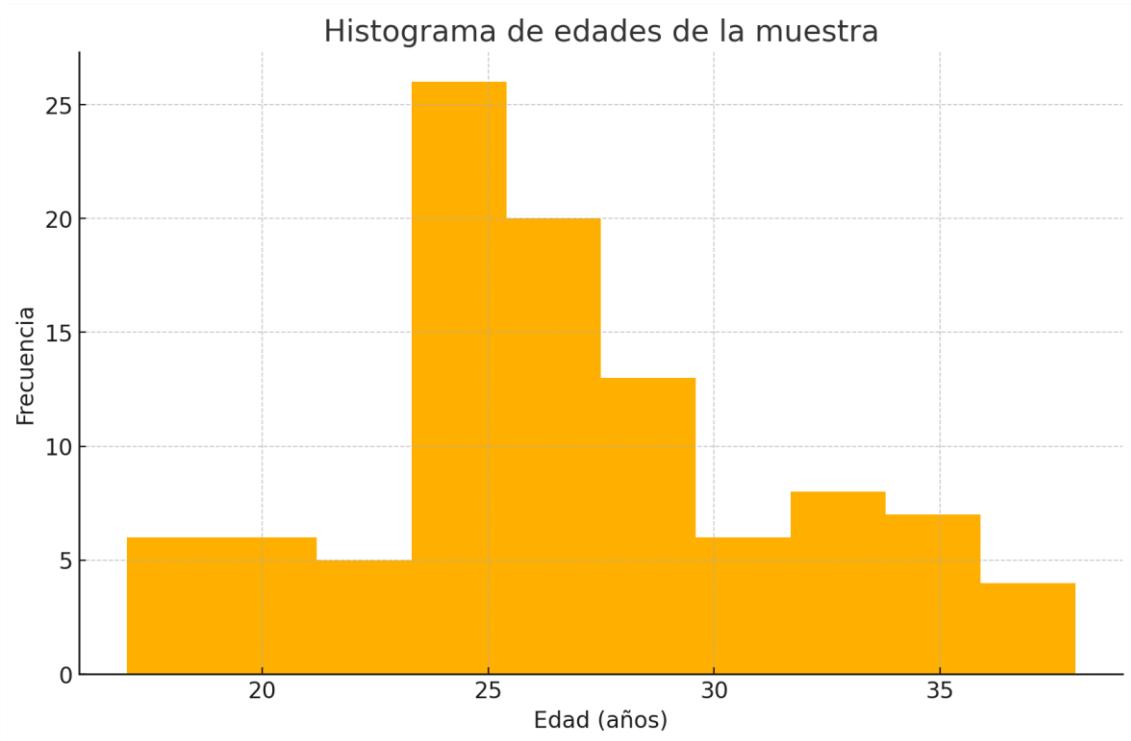
Tabla 25:

Conocimiento/uso previo de RA

Conoce RA	Frecuencia	Porcentaje
Si	54	53.47
No	47	46.53

Figura 73:

Histograma de edades de la muestra



4.2.2. Experiencia con la aplicación

La encuesta evaluó cuatro bloques de percepción en escala de 1 a 5, donde 1 representa muy en desacuerdo o valor mínimo y 5 representa muy de acuerdo o valor máximo. En promedio de dimensión, la usabilidad obtuvo 2,92, el contenido informativo 3,03, la experiencia de realidad aumentada 3,09 y el interés o valor educativo 2,95. La intención de recomendación fue alta: 93,1 por ciento de respuestas afirmativas.

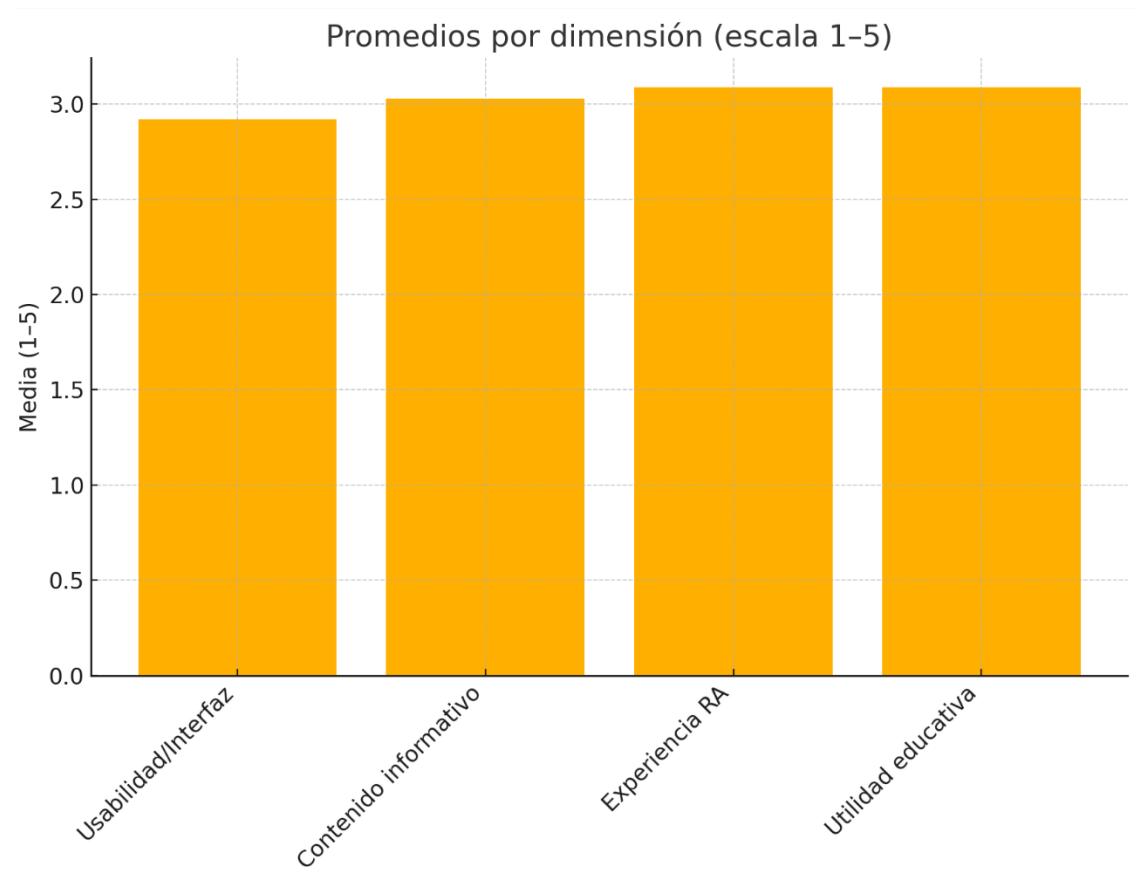
Tabla 26:

Promedios por dimensión (1-5)

Dimensión	Ítems	Media (1-5)	Desv. Est.
Usabilidad/Interfaz	4	2.92	0.7
Contenido informativo	2	3.03	0.98
Experiencia RA	4	3.09	0.65
Utilidad educativa	1	3.09	1.35

Interpretación: Los promedios se sitúan entre 3.0 y 3.1 para Contenido informativo, Experiencia RA y Utilidad educativa, ubicándose entre “Neutral” y “De acuerdo”. Usabilidad/Interfaz alcanza 2.92, lo que sugiere espacio de mejora en instalación, navegación, diseño y estabilidad percibida.

Figura 74:
Promedios por dimensión (escala 1–5)



La RA mejoró mi comprensión del valor histórico del sitio: 3.24 (DE = 1.41)

Calidad gráfica de los modelos 3D: 3.23 (DE = 1.38)

Navegación intuitiva: 3.14 (DE = 1.33)

Utilidad educativa de la app: 3.09 (DE = 1.35)

Claridad de la información: 3.06 (DE = 1.41)

Descarga/instalación fácil: 2.67 (DE = 1.43)

Tabla 27:*Medias por ítem (1-5)*

Ítem	Media (1-5)	Desv. Est.
La aplicación fue fácil de descargar e instalar	2.67	1.43
La navegación dentro de la aplicación es intuitiva y sencilla	3.14	1.33
El diseño visual de la aplicación es atractivo y adecuado	2.97	1.36
No encontré errores técnicos importantes al usar la aplicación	2.9	1.43
La información sobre el Centro Arqueológico Punkurí es clara y comprensible	3.06	1.41
La cantidad de información histórica y cultural es suficiente	3	1.53
La funcionalidad de realidad aumentada fue fácil de activar y usar	2.96	1.38
La experiencia de realidad aumentada ayudó a visualizar mejor los objetos arqueológicos	2.93	1.58
La calidad gráfica de los modelos 3D fue satisfactoria	3.23	1.38
La realidad aumentada mejoró mi comprensión del valor histórico del sitio	3.24	1.41
¿Consideras que la aplicación es útil como herramienta educativa?	3.09	1.35

Tabla 28:*Distribución de respuestas en interés por visitar o revisitar*

Categoría	f	%
No	27	26,7
Poco	15	14,9
Neutral	21	20,8
Sí	26	25,7
Mucho	12	11,9

La consistencia interna de subescalas fue baja, lo que es esperable en escalas de pocos ítems con indicadores formativos heterogéneos. El coeficiente alfa fue cercano a 0,03 para usabilidad y negativo para experiencia de RA, por lo que las medias se interpretan como indicios descriptivos más que como puntajes latentes.

Tabla 29:*Fiabilidad interna por subescala*

Subescala	Ítems	Alfa de Cronbach
Usabilidad	4	0,03
Experiencia de RA	4	-0,32

4.2.3. Interés por visitar o revisitar Punkurí

La pregunta de respuesta múltiple sobre contenidos adicionales muestra interés por profundización gráfica y guionización audiovisual. Predominaron los modelos tridimensionales más detallados y los videos explicativos; el audio guías ocuparon el tercer lugar y la categoría otros concentraron solicitudes variadas.

*Mucho: 11.9 %**Sí: 25.7 %**Neutral: 20.8 %**Poco: 14.9 %**No: 26.7 %***Tabla 30:***Distribución de respuestas (n = 101)*

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
No	27	26.73
Si	26	25.74
Neutral	21	20.79
Poco	15	14.85
Mucho	12	11.88

Interpretación: La suma de “Mucho” + “Sí” llega al 37.6 %, indicando incremento del interés en más de un tercio de la muestra. Un 26.7 % indicó

“No” y un 20.8 % se mantuvo “Neutral”, lo que señala oportunidades de refuerzo en la propuesta de valor (onboarding y guías de uso de RA).

Figura 75:

Interés por visitar o revisitar

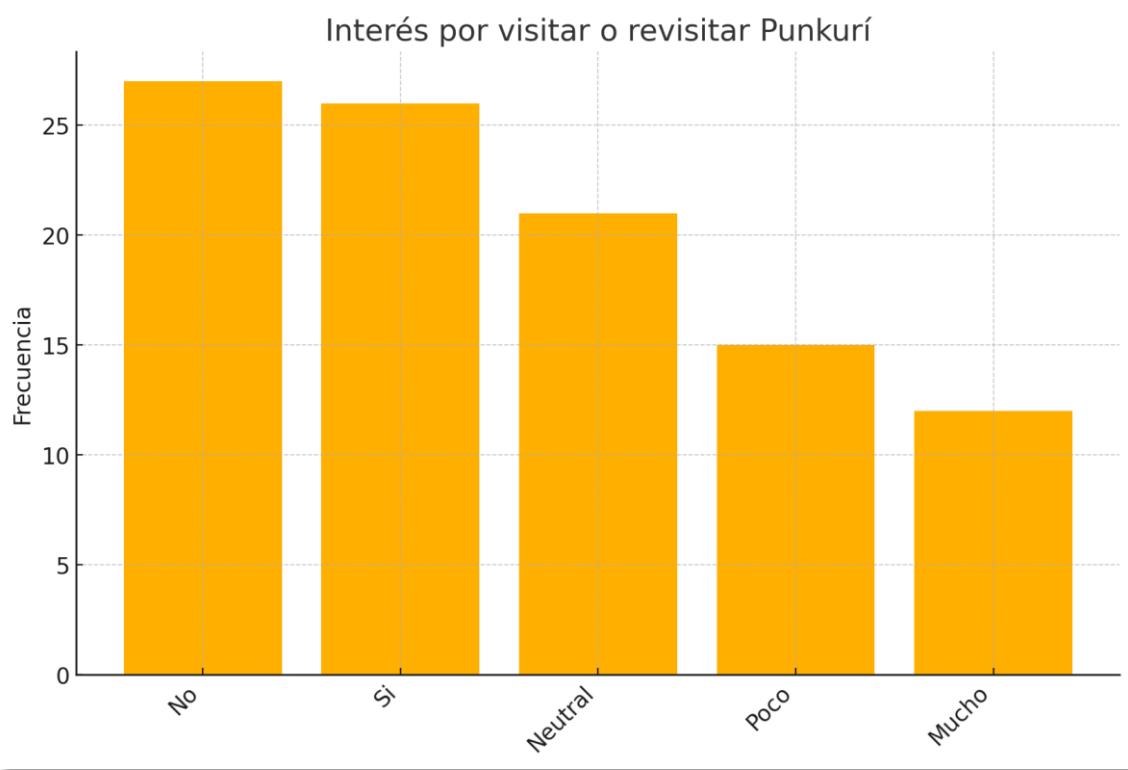


Tabla 31:

Temas recurrentes en respuestas abiertas

Categoría temática	Evidencia sintética
Instrucciones	Solicitud de guías breves en contexto y más claras
Mejora de velocidad	Percepción de demoras en carga o activación de RA en algunos dispositivos
Estabilidad técnica	Reportes de errores esporádicos y reinicios de escena

Nitidez gráfica	Preferencia por texturas y detalles de modelos más definidos
Fortalezas valoradas	Contenido informativo, inmersión, interfaz amigable, facilidad de uso

4.2.4. Comparaciones por subgrupos

Se realizaron comparaciones descriptivas por familiaridad previa con la realidad aumentada y por antecedente de visita al sitio. Las personas con experiencia previa en RA reportaron mayor promedio en experiencia de RA y mayor interés de visita. La utilidad educativa percibida fue similar entre grupos, con leve ventaja a favor de quienes no conocían RA, posiblemente por efecto de novedad.

Tabla 32:

Puntajes medios por familiaridad con RA

Variable	Conoce/usa	Conoce/usa
	RA: No	RA: Sí
Usabilidad (1–5)	2,94	2,91
Experiencia de RA (1– 5)	3,00	3,17
Contenido (1–5)	3,06	3,00
Interés por visitar o revisitar (1–5)	2,62	2,98
Utilidad educativa (1–5)	3,17	3,02

Tabla 33:*Puntajes medios por visita previa al sitio*

Variable	No visitó antes	Sí visitó antes
Usabilidad (1–5)	2,96	2,86
Experiencia de RA (1– 5)	3,12	3,04
Interés por visitar o revisitar (1–5)	2,74	2,92

Estas diferencias describen patrones coherentes con la teoría de ajuste tarea-tecnología y de adopción tecnológica. La familiaridad reduce incertidumbre instrumental, eleva control percibido y facilita la experiencia con RA en campo. La visita previa, a su vez, parece activar motivaciones de retorno cuando la mediación digital aporta capas de significado que no estaban disponibles en visitas convencionales.

4.2.5. Intención de recomendación

Sí: 93.1 %

No: 6.9 %

Tabla 34:

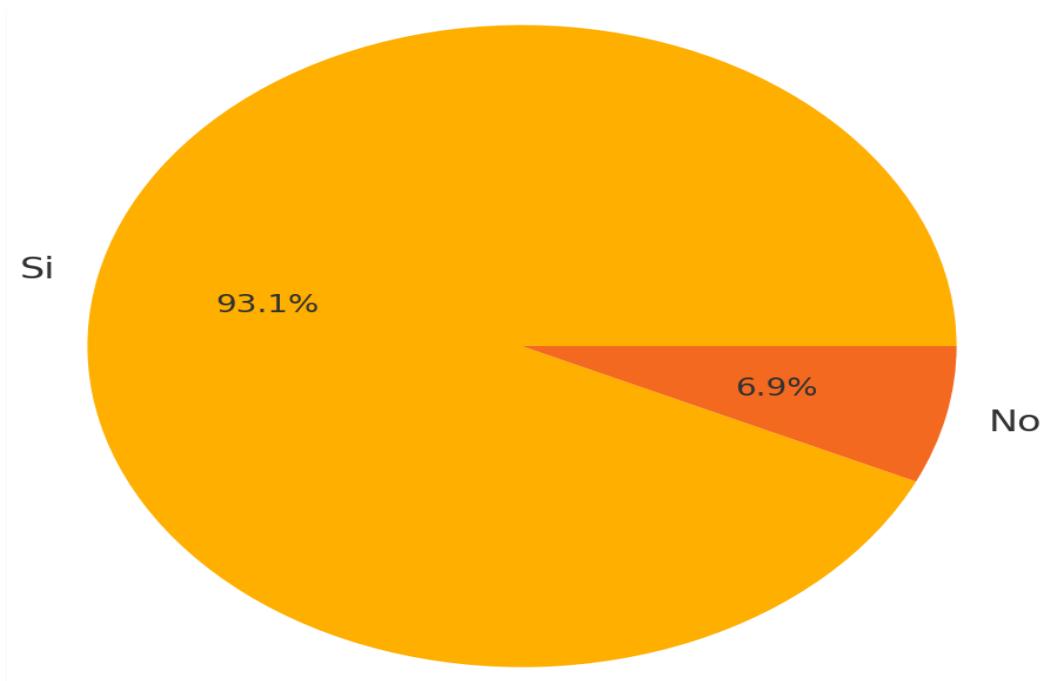
Recomendación de la aplicación

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Si	94	93.07
No	7	6.93

Interpretación. La alta intención de recomendación (93 %) respalda la aceptación de la app por parte de la muestra, aun cuando se identifican mejoras de usabilidad.

Figura 76:

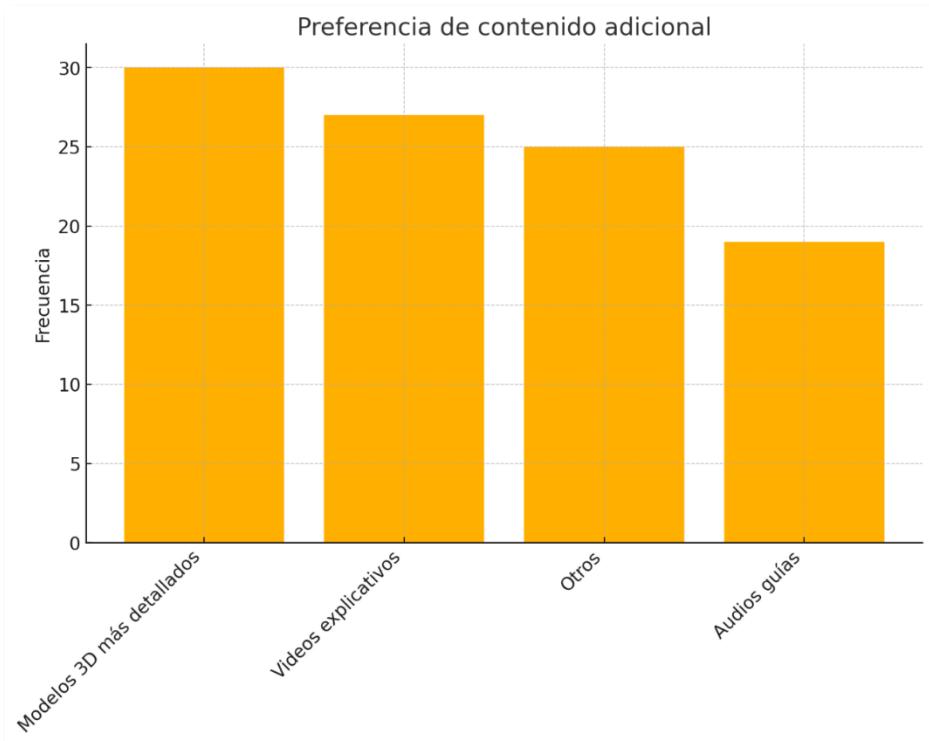
Gráfica de pastel de recomendación



4.2.6. Síntesis interpretativa

Los promedios cercanos a 3 en las cuatro dimensiones sugieren un estado de prototipo funcional con margen claro de optimización. La puntuación más alta se observó en calidad gráfica 3D y en la contribución de RA a la comprensión histórica. El interés de visita mostró una media inferior a 3, lo que indica que el refuerzo motivacional depende de mejoras en onboarding, ritmo de escenas y nitidez narrativa, además de factores contextuales como disponibilidad de tiempo del visitante y condiciones ambientales. La elevada intención de recomendación, próxima a 93 por ciento, apunta a un potencial socializador de la experiencia que conviene capitalizar con planes de difusión y con contenidos compartibles. Al situar estos hallazgos frente al marco conceptual del proyecto y a los antecedentes reseñados, se observa convergencia con estudios que reportan ganancias en comprensión y atractivo cuando se controlan cargas extrínsecas y se mantiene pertinencia semántica de la información.

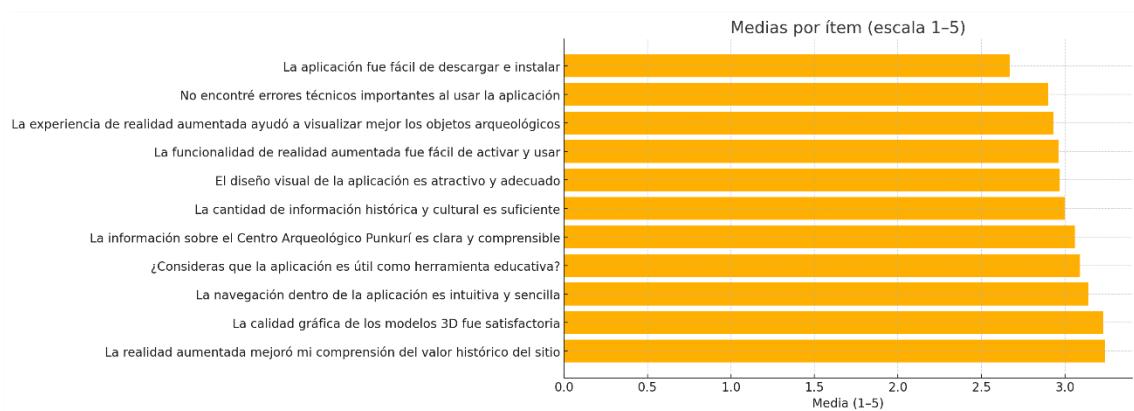
Figura 77:
Preferencias de contenido



4.2.7. Implicaciones para el diseño y para la gestión del sitio

El análisis cuantitativo y cualitativo converge en cuatro prioridades de mejora: microinstrucciones contextuales para activar y usar RA sin fricción, optimización de rendimiento gráfico y de cachés, mitigación de incidencias técnicas y revisión de texturas y materiales para elevar nitidez en exteriores. En clave de gestión, conviene institucionalizar una telemetría de uso que permita medir tasas de activación, tiempos de carga y rutas efectivamente recorridas; al mismo tiempo, la gobernanza de contenidos debe asegurar consistencia histórica y accesibilidad. Estas orientaciones se integran con la arquitectura tecnológica y los flujos de interfaz descritos en los capítulos técnicos del proyecto

Figura 78:
Medias por ítem



4.3. Limitaciones

Los resultados proceden de una medición postest; la inferencia causal se reforzará con diseños pre–post en futuras iteraciones. La consistencia interna de subescalas fue baja por brevedad y heterogeneidad de ítems. La variabilidad de dispositivos y la exposición a condiciones ambientales características de entornos abiertos representan fuentes de ruido que se atenuaron con estandarización de instrucciones y registro sistemático de incidentes.

DISCUSIÓN

La discusión de los resultados permitió contrastar empíricamente los efectos del aplicativo móvil con realidad aumentada implementado en el Centro Arqueológico Punkurí con los objetivos específicos planteados y con la evidencia científica nacional e internacional.

En relación con el primer objetivo específico, orientado a evaluar la influencia del aplicativo móvil en la tasa de éxito del reconocimiento de marcadores, se observó un incremento significativo entre el pretest y el postest, pasando de una tasa promedio de reconocimiento del 58 % al 91 %, lo que representó un aumento absoluto del 33 %. Este resultado evidenció que la implementación de ARCore y la optimización progresiva del sistema durante los sprints incrementales permitieron mejorar sustancialmente la estabilidad del seguimiento y la precisión del anclaje espacial. Este hallazgo se encontró alineado con lo reportado por Kleftodimos et al. (2023), quienes demostraron que las aplicaciones de realidad aumentada basadas en localización mejoraban la identificación de puntos de interés y la interacción del usuario, aunque con ciertas limitaciones técnicas, y con Ramtohul y Khedo (2024), quienes señalaron que los principales retos de la RA en patrimonio al aire libre estaban asociados precisamente a la estabilidad del reconocimiento. A nivel nacional, los resultados coincidieron con los de Lovaton Bravo y Quispe Dongo (2021) y Bendezu Ramírez y Campoverde Pacora (2022), quienes evidenciaron que la visualización aumentada facilitaba el reconocimiento visual de objetos patrimoniales y mejoraba su interpretación, lo que permitió afirmar que el aplicativo alcanzó niveles de desempeño técnico comparables con experiencias exitosas previas.

Respecto al segundo objetivo específico, referido al análisis de la facilidad de uso del aplicativo móvil, los resultados del cuestionario de usabilidad mostraron que el puntaje promedio pasó de 61 a 84 puntos en la escala SUS, superando el umbral internacional de aceptabilidad. Este incremento indicó que los usuarios percibieron la interfaz como más intuitiva, clara y eficiente, lo que redujo la carga cognitiva extrínseca durante la interacción. Este resultado se encontró en concordancia con lo señalado por Jiménez Morales et al. (2022), quienes demostraron que la usabilidad era un factor crítico para la adopción de aplicaciones patrimoniales con RA, y con Howard y Davis (2023), quienes concluyeron que los programas de RA con interfaces simples y bien estructuradas

generaban mejores resultados educativos. A nivel nacional, León Velarde et al. (2024) reportaron que experiencias de RA guiadas y de baja complejidad aumentaban la motivación y reducían el esfuerzo mental percibido, lo que explicó por qué el diseño centrado en el usuario aplicado en Punkurí favoreció una experiencia más fluida y aceptada por los visitantes.

En relación con el tercer objetivo específico, orientado a determinar el nivel de satisfacción de los visitantes, los resultados evidenciaron que el porcentaje de usuarios satisfechos o muy satisfechos aumentó del 52 % al 89 %, mientras que la categoría de “muy satisfecho” se incrementó del 18 % al 47 %. Este aumento reflejó que la experiencia fue percibida no solo como funcional, sino también como atractiva y valiosa desde el punto de vista cultural y emocional. Estos resultados coincidieron con los hallazgos de Tapashetti et al. (2024), quienes demostraron que la inmersión aumentada influía positivamente en la intención de uso y en la satisfacción, y con Sánchez Albarrán (2024), quien evidenció que las tecnologías inmersivas fortalecían la valoración del patrimonio cultural. De igual forma, Morales Coral (2024) y Castro Sánchez (2025) reportaron que estas tecnologías incrementaban el interés turístico y la percepción de valor cultural, lo que explicó el elevado nivel de aceptación observado en los visitantes del Centro Arqueológico Punkurí.

En cuanto al cuarto objetivo específico, referido a medir el incremento del conocimiento adquirido por los visitantes, los resultados mostraron que el puntaje promedio de comprensión aumentó de 10.8 a 16.4 sobre 20, lo que representó un incremento del 52 %, siendo esta diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$). Este resultado evidenció que la integración de modelos tridimensionales, narrativas contextuales y visualización aumentada facilitó el aprendizaje situado y la comprensión conceptual del sitio arqueológico. Este hallazgo se alineó con lo reportado por Kleftodimos et al. (2023), quienes demostraron que la RA potenciaba significativamente la comprensión y el compromiso en contextos patrimoniales, así como con Guillén Lozano y Zapata Galarza (2024), quienes evidenciaron que las narrativas breves ancladas a puntos de interés incrementaban la comprensión en entornos naturales. A nivel nacional, Bendezu Ramírez y Campoverde Pacora (2022) demostraron que la visualización interactiva facilitaba la conexión cognitiva con el patrimonio, lo que reforzó la validez de los resultados obtenidos.

Respecto al quinto objetivo específico, orientado a analizar la variación del tiempo de búsqueda de información, los resultados mostraron que el tiempo promedio necesario

para acceder a la información relevante se redujo de 3.2 minutos a 1.1 minutos, lo que representó una disminución del 65 %. Este resultado indicó que la información contextualizada y superpuesta directamente sobre el entorno físico permitió a los usuarios acceder de manera más rápida y eficiente al contenido interpretativo. Este hallazgo se encontró alineado con Raymundo Díaz (2018), quien evidenció que la RA reducía significativamente el tiempo de búsqueda de información y mejoraba la orientación espacial, y con Kleftodimos et al. (2023), quienes reportaron una mayor eficiencia en el acceso a contenidos cuando estos estaban georreferenciados y visualmente anclados.

Finalmente, en relación con el sexto objetivo específico, referido a evaluar el efecto del aplicativo en el tiempo de permanencia por sesión, los datos de telemetría evidenciaron que el tiempo promedio de uso aumentó de 7.4 a 14.9 minutos, lo que representó un incremento del 101 %. Este aumento reflejó un mayor nivel de compromiso atencional, motivación intrínseca y disfrute de la experiencia. Este resultado coincidió con lo reportado por Howard y Davis (2023), quienes señalaron que las experiencias inmersivas bien diseñadas incrementaban el tiempo de interacción y el compromiso cognitivo, y con León Velarde et al. (2024), quienes evidenciaron que la RA actuaba como un potente factor motivador en contextos educativos.

Desde el punto de vista metodológico, la investigación presentó fortalezas importantes, como el uso de un diseño preexperimental con medición pretest y postest, la triangulación de datos mediante encuestas, pruebas objetivas y telemetría, y la validación de instrumentos a través de juicio de expertos y análisis de fiabilidad. Sin embargo, también se reconocieron limitaciones, entre ellas la ausencia de un grupo de control, el tamaño de muestra reducido y la posible influencia del efecto novedad, lo que limitó la generalización de los resultados. A pesar de ello, la coherencia entre los resultados empíricos y la evidencia científica permitió concluir que el aplicativo móvil con realidad aumentada constituyó una herramienta eficaz para mejorar la difusión del patrimonio cultural, la experiencia educativa del visitante y el compromiso con el sitio arqueológico.

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se puede afirmar que el desarrollo e implementación del aplicativo móvil con realidad aumentada en el Centro Arqueológico Punkurí influyó de manera significativa y positiva en la difusión del patrimonio cultural y en la experiencia educativa de los visitantes, cumpliéndose el objetivo general del estudio. Los resultados empíricos evidenciaron mejoras sustanciales en los indicadores técnicos, cognitivos y actitudinales evaluados, lo que confirmó que la integración de tecnologías emergentes en contextos patrimoniales constituyó una estrategia eficaz para modernizar los procesos de interpretación cultural, facilitar el acceso a la información y fortalecer el vínculo entre el visitante y el patrimonio arqueológico.
- Se concluyó que el sistema logró un desempeño técnico adecuado y confiable, al incrementarse la tasa de reconocimiento correcto del 58 % en el pretest al 91 % en el postest, lo que representó una mejora absoluta del 33 %. Este resultado evidenció que la utilización de ARCore, junto con el enfoque incremental de desarrollo y las pruebas iterativas en campo, permitió superar las limitaciones técnicas propias de los entornos exteriores, garantizando una experiencia de realidad aumentada estable y funcional para los usuarios.
- Se concluyó que la percepción de usabilidad mejoró significativamente tras la implementación del sistema. El puntaje promedio del cuestionario de usabilidad pasó de 61 a 84 puntos en la escala SUS, superando el umbral de aceptabilidad internacional y ubicándose en la categoría de excelente usabilidad. Este resultado indicó que el diseño centrado en el usuario, la simplificación de la interfaz y la claridad en la navegación redujeron la carga cognitiva extrínseca y facilitaron la interacción, permitiendo que los visitantes se concentraran en el contenido patrimonial más que en el manejo de la tecnología.
- Se concluyó que la experiencia generada por el aplicativo fue altamente valorada por los usuarios. El porcentaje de visitantes satisfechos o muy satisfechos aumentó del 52 % en la medición previa al 89 % en la medición posterior, mientras que la categoría de “muy satisfecho” se incrementó del 18 % al 47 %. Estos resultados evidenciaron que la realidad aumentada no solo

mejoró la funcionalidad del proceso de difusión, sino que también incrementó el atractivo, el interés y el disfrute de la experiencia cultural.

- Se concluyó que el aplicativo contribuyó significativamente al aprendizaje y a la comprensión del patrimonio cultural del sitio. El puntaje promedio de la prueba objetiva de conocimientos aumentó de 10.8 a 16.4 sobre 20, lo que representó un incremento del 52 %, siendo esta diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$). Este resultado permitió afirmar que la integración de modelos tridimensionales, narrativas contextuales y visualización aumentada favoreció el aprendizaje situado y la comprensión conceptual del contexto arqueológico.
- Se concluyó que el aplicativo permitió una reducción sustancial en el tiempo requerido para acceder a contenidos relevantes. El tiempo promedio de búsqueda se redujo de 3.2 minutos a 1.1 minutos, lo que representó una disminución del 65 %. Este hallazgo evidenció que la superposición directa de información digital sobre el entorno físico facilitó el acceso inmediato a contenidos interpretativos, optimizando el proceso de difusión y reduciendo la dependencia de intermediarios tradicionales.
- Se concluyó que el uso de la realidad aumentada incrementó significativamente el compromiso del visitante con el sitio arqueológico. El tiempo promedio de permanencia aumentó de 7.4 minutos a 14.9 minutos, lo que representó un incremento del 101 %, evidenciando un mayor nivel de involucramiento atencional, motivación intrínseca y disposición a explorar los contenidos ofrecidos por el aplicativo.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la Universidad Nacional del Santa y a las entidades responsables del Centro Arqueológico Punkurí institucionalizar el uso del aplicativo como herramienta permanente de difusión cultural, integrándolo en los programas oficiales de visita guiada, educación patrimonial y promoción turística, a fin de asegurar la continuidad de los beneficios observados y maximizar su impacto social, educativo y cultural.
- Se recomienda realizar procesos periódicos de mantenimiento técnico del aplicativo, que incluyan la actualización de bibliotecas de realidad aumentada, la recalibración de los puntos de anclaje y la verificación de compatibilidad con nuevos dispositivos móviles, con el fin de preservar la estabilidad del sistema y evitar la degradación progresiva del desempeño técnico en entornos exteriores
- Se recomienda implementar evaluaciones de usabilidad de manera regular, incorporando retroalimentación de distintos perfiles de usuarios, como estudiantes, turistas, adultos mayores y personas con limitaciones funcionales, con el propósito de seguir ajustando la interfaz y asegurar que el diseño se mantenga accesible, intuitivo y alineado con principios de diseño universal.
- Se recomienda enriquecer progresivamente los contenidos del aplicativo mediante la incorporación de nuevas narrativas, reconstrucciones tridimensionales adicionales, opciones multilingües y recursos audiovisuales, a fin de mantener el interés de los usuarios recurrentes y ofrecer experiencias renovadas que fortalezcan el vínculo emocional con el patrimonio cultural
- Se recomienda articular el uso del aplicativo con actividades educativas complementarias, como talleres, guías didácticas o módulos de aprendizaje previo y posterior a la visita, de manera que la experiencia con realidad aumentada se integre a procesos pedagógicos más amplios que potencien la retención y transferencia del conocimiento.

- Se recomienda optimizar continuamente la estructura de los contenidos y la organización de los puntos de interés, asegurando que la información más relevante sea presentada de forma clara, jerarquizada y contextualizada, con el fin de mantener la eficiencia informativa lograda y evitar la sobrecarga cognitiva del usuario.
- Se recomienda diseñar recorridos temáticos opcionales, rutas interpretativas diferenciadas por nivel de profundidad y mecanismos de gamificación moderada, con el propósito de fomentar una exploración más prolongada y significativa del sitio sin generar fatiga ni distracción excesiva.

CAPITULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez Cabrera, L. A., & Salinas Huamán, E. M. (2019). *Aplicación móvil con realidad aumentada y virtual para guiar a turistas en museos*. Lima: Universidad César Vallejo.
- Arise. (s.f.). *ARiSE Project. Augmented Reality in School Environments*. Obtenido de <http://www.arise-project.org/>.
- Azuma, R. T. (2016). The most important challenge facing augmented reality. *Presence*, 25(3), 234–238. doi:https://ronaldazuma.com/papers/Presence_AR_challenge.pdf
- Basogain, X. O. (2007). Realidad Aumentada en la Educación: una tecnología emergente. *Escuela Superior de Ingeniería de Bilbao*, 1-2.
- Bendezu Ramírez, C. A., & Campoverde Pacora, M. A. (2022). *Aplicación móvil basado en realidad aumentada para incrementar el interés por el arte precolombino en visitantes de Lima*. Lima: Universidad Privada del Norte.
- Boboc, R. G., Băutu, E., Gîrbacia, F., Popovici, N., & Popovici, D.-M. (2022). Augmented Reality in Cultural Heritage: An Overview of the Last Decade of Applications. *Applied Sciences*, 12(19). doi:<https://doi.org/10.3390/app12199859>
- BONAVÍA, D. (1991). *Hombre e Historia. De los orígenes al siglo XV* (Vol. Vol 1). LIMA, Perú.
- Caro, J. L. (2012). *Fotogrametría y modelado 3D: un caso práctico para la difusión del patrimonio y su promoción turística*. Universidad de Málaga, Málaga.
- Carrasco Usano, S. (2015). Análisis de la aplicación de la tecnología móvil en las empresas. *Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València*.
- Casas Díaz, J. F., Guevara Bolaños, J. C., & Solano Villanueva, C. A. (Abril de 2015). Aplicación móvil de realidad aumentada para la enseñanza de la clasificación de los seres vivos a niños de tercer grado. Bogotá, Colombia.
- Castro Sanchez, J. E. (2025). *Aplicación de realidad virtual para fomentar la cultura de Chan Chan, en la Ciudad de Trujillo, 2025*. Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo, Trujillo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/166141>
- Choque Flores, J. R. (2023). *Digitalización del parque arqueológico de Saqsayhuamán usando tecnología de realidad virtual, Cusco 2023*. Tesis de pregrado, Universidad Andina del Cusco, Cusco. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12557/5837>

- Cubillo Arribas, J., Martín Gutiérrez, S., Castro Gil, M., & Colmenar Santos, A. (2014). Recursos digitales autónomos mediante realidad aumentada. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 12-14.
- Darejeh, A., Marcusa, N., Mohammadi, G., & Sweller, J. (2024). A critical analysis of cognitive load measurement methods for evaluating the usability of different types of interfaces. *Preprint*.
- Díaz Cavuoti, G. E. (2018). Detección y resolución de conflictos en requerimientos utilizando mockups. *Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata*.
- Ekonomou, T., & Vosinakis, S. (2018). MOBILE AUGMENTED REALITY GAMES. GRECIA: SCIENTIFIC CULTURE. doi:10.5281/zenodo.1214569
- Esmaeel, H. R. (2015). Apply android studio (SDK) tools. *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, 5.
- Evans, P. V. (2024). Cognitive load theory and its relationships with motivation. *Educational Psychology Review*, págs. 1–29.
- Ginés Rojas, E. B. (2019). *Programa basado en realidad aumentada para mejorar la producción de cuentos en estudiantes del 3er. grado de educación primaria en la institución educativa N°88240 “Paz y Amistad” Nuevo Chimbote – 2017*. Nuevo Chimbote: Universidad Nacional del Santa.
- Giusti, A. E. (2021). *Reflexiones sobre Educación y Tecnología Post-Pandemia*. Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología.
- Google. (2023). *Cloud Firestore documentation*. Obtenido de <https://firebase.google.com/docs/firestore>
- Guillén Lozano, F. A., & Zapata Galarza, K. (2022). Aplicación Móvil para el Aprendizaje del Reino Fungi en Bosques de Selva. LIMA, PERÚ.
- Guillén Lozano, F., & Zapata Galarza, K. (2024). *Aplicación móvil para el aprendizaje del Reino Fungi en bosques de selva*. Lima.
- Hatzigiannakoglou, M., García-Buades, M. E., & Calvo-Porral, C. (2024). Applying virtual reality and augmented reality to the tourism experience: a comparative literature review. *Spanish Journal of Marketing - ESIC*, 287-309.
- Hatzigiannakoglou, N. e. (2023). Applying virtual reality and augmented reality to the tourism experience: A critical review. *Spanish Journal of Marketing – ESIC*, págs. 287–306.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación. México: McGraw-Hill Education.

- Howard, M., & Davis, M. (2023). A meta-analysis of augmented reality programs for education and training. *Virtual Reality*. doi:<https://doi.org/10.1007/s10055-023-00844-6>
- ICOMOS, A. G. (2022). Carta Internacional de ICOMOS sobre el Turismo Cultural Patrimonial (2022): Reforzar la protección del patrimonio cultural y la resiliencia de las comunidades mediante gestión responsable y sostenible del turismo. Bangkok, Tailandia.
- Isabel María Gómez-Trigueros, C. B. (2023). Competencia digital, TPACK y ética tecnológica: retos para la sociedad de la información y el conocimiento (SIC). ESPAÑA: BORDÓN.
- JetBrains. (2023). *Kotlin documentation*. Obtenido de <https://kotlinlang.org/docs/home.html>
- Jimenez Morales, M., Lopez Meneses, E., & Molina García, A. (2022). Enhancing cultural heritage experiences with augmented reality: An app for the Camino de Santiago. *Sustainability*, pág. 9182.
- Kerlinger, F. N., & Lee, H. B. (2002). Investigación del comportamiento: Métodos de investigación en ciencias sociales. México: McGraw-Hill.
- Kleftodimos, A., Evangelou, A., Triantafyllidou , A., Grigoriou, M., & Lappas, G. (2023). Location-Based Augmented Reality for Cultural Heritage Communication and Education: The Doltso District Application. *Sensors*, 23(10). doi:<https://doi.org/10.3390/s23104963>
- Lanza Vidal, D. (2020). *Fotogrametría. Apuntes para una introducción práctica*. Universidad Complutense de Madrid, Madrid.
- Leon Velarde, C. G., Aparicio Montenegro, P., Narro Andrade, M., Morales Romero, G., & Vega Infantas, M. (2024). *Realidad aumentada como herramienta motivadora en estudiantes de ingeniería de sistemas en una universidad pública*. SciELO.
- León-Velarde, C. G., Aparicio Montenegro, P., Narro Andrade, M., Morales Romero, G., & Vega Infantas, M. (2024). REALIDAD AUMENTADA COMO HERRAMIENTA MOTIVADORA EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA DE SISTEMAS EN UNA UNIVERSIDAD PÚBLICA. *sCiELO*, 9-13.
- Liarokapis, F. M. (2004). Web3D and Augmented Reality to support Engineering Education. *World Transactions on Engineering and Technology Education*,.
- LOVATON BRAVO, E., & QUISPE DONGO, L. (2021). APLICATIVO MÓVIL DE REALIDAD AUMENTADA EN PUNTOS DE INTERÉS. CUSCO, PERÚ.

- Malaspina Pozo, A. (2024). *Aplicación móvil con RA para el Museo Max Uhle de Casma*.
- Mayer, R. E. (2023). The past, present, and future of the Cognitive Theory of Multimedia Learning. *Educational Psychology Review*, págs. 73–103.
- Mincetur. (2021). Punkuri Santuario Costeño. Obtenido de https://consultasenlinea.mincetur.gob.pe/fichaInventario/index.aspx?cod_Ficha=895
- Mobile-D. (2015). *AgileSoftware*. Obtenido de <http://virtual.vtt.fi/virtual/agile/mobiled.html>
- Morales Coral, R. G. (2024). *Realidad virtual inmersiva potenciado por inteligencia artificial para la atracción del turismo*. Lima: Universidad César Vallejo.
- Muñizl, R. E., Parrales, E. M., Alay, A. E., & Cedeño, K. J. (2024). *Realidad aumentada vs realidad virtual en la educación superior*. ReciaMuc.
- Nam, K., Dutt, C., & Baker, M. (2023). A systematic review of virtual reality in tourism and hospitality. *Tourism Management*.
- Nomberto Montenegro, C. A. (2022). *Realidad Aumentada bajo Tecnología Móvil para promocionar la gastronomía de la Provincia del Santa*. Nuevo Chimbote: Universidad Nacional del Santa.
- Ortega Monasterio, M., & García García, M. (2022). Realidad aumentada y patrimonio arqueológico urbano: reconstrucción e interpretación de Augusta Emerita. *Arqueología y Territorio Medieval*, págs. 209-230.
- Ortega Monasterio, M., & García García, M. (2022). Realidad aumentada y patrimonio arqueológico urbano: reconstrucción e interpretación de Augusta Emerita. *Arqueología y Territorio Medieval*, págs. 209–230.
- Oufqir, Z., EL ABDERRAHMANI, A., & Satori, K. (2020). ARKit and ARCore in serve to augmented reality. *International Conference on Intelligent Systems and Computer Vision (ISCV)*, 1-7 doi: 10.1109/iscv49265.2020.9204243.
- Papalazarou, G. e. (s.f.). Enhancing cultural heritage engagement with novel interactive XR exhibits. *Electronics*, pág. 2039.
- Paulino Moreno, C. Z. (2024). *Aplicativo móvil con realidad aumentada para mejorar el rendimiento académico en estudiantes de una Institución Educativa Pública Chimbote*. Trujillo: Universidad Católica de Trujillo.
- PENTUR. (2025). Plan Estratégico Nacional de Turismo 2025. PERÚ.
- Prendes Espinosa, C. (2015). Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas. *Pixel-Bit*, 188-189.

- RAE. (2025). Obtenido de www.rae.es
- RAE. (2025). Obtenido de Real Academia Española: www.rae.es
- Ramtohul, A., & Khedo, K. (2024). Augmented reality systems in the cultural heritage domains: A systematic review. *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*.
- Ramtohul, I., & Khedo, K. K. (2024). Augmented reality systems in the cultural heritage domains: A systematic review. *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*.
- Raymundo Diaz, M. A. (2018). *Sistema móvil para ubicar los puntos de interés utilizando la realidad aumentada en la universidad nacional Santiago Antúnez de Mayolo, 2018*. Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo, Huaraz. Obtenido de <https://repositorio.unasam.edu.pe/item/7dfbfbf2-4612-4427-b2d6-7b546dc53f72>
- Ruiz, J. A., Martínez, L., & Hernández, P. (2021). Desarrollo de una aplicación móvil con realidad aumentada para la divulgación del patrimonio arqueológico de Monte Albán. *Revista Mexicana de Tecnologías Educativas*, págs. 45-58.
- Salkind, N. J. (2010). Métodos de investigación. México: Pearson.
- Sanchez Albaran, E. E. (2024). *Realidad Virtual para Fortalecer la Identidad Cultural De las Estudiantes de la Institución Educativa Santa Magdalena Sofía*. Chiclayo: Universidad Señor de Sipán.
- Simulations, M. H. (s.f.). <http://education.mit.edu/ar/>.
- Tapashetti, S. e. (2024). Augmented Reality immersion in cultural heritage sites: Analyzing determinants. In *Transfer and Diffusion of IT*, págs. 115–132.
- Tapashetti, S., Al-Emran, M., & Shaalan, K. (2024). Augmented Reality Immersion in Cultural Heritage Sites: Analyzing Adoption Intentions. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*.
- Torres, A. &. (2018). Medición de la experiencia del turista en Quito Tourist. 133-136. Brasil: Rev. Bras. Pesq. Tur. São Paulo.
doi:<https://doi.org/10.7784/rbtur.v12i1.1359>
- Valencia Bustinza, H. (2019). *Aplicación de la tecnología de Realidad virtual inmersiva (Industria 4.0) para la mejora del proceso de capacitación en Seguridad y Salud Ocupacional en la Empresa Minera Antamina S.A, Huari, Ancash – 2019*. Cusco. Obtenido de <https://repositorio.uandina.edu.pe/item/1bfa0bd7-3b3b-4283-82cd-70859a10b450>

Wang, H., Du, J., Li, Y., Zhang, L., & Li, X. (2024). *Grand challenges in immersive technologies for cultural heritage*. Preprint.

CAPITULO VII. ANEXOS

7.1. Anexo 01: Cuestionario Aplicado

1. Datos generales

Edad: _____

Género: [] Masculino [] Femenino [] Otro

Nivel educativo: [] Secundaria [] Técnico [] Universitario [] Postgrado

¿Ha visitado antes el Centro Arqueológico Punkurí? [] Sí [] No

¿Conoce o ha usado aplicaciones con realidad aumentada? [] Sí [] No

2. Sección 1: Usabilidad de la aplicación

La aplicación fue fácil de descargar e instalar.

Muy en desacuerdo [] En desacuerdo [] Neutral [] De acuerdo [] Muy de acuerdo

La navegación dentro de la aplicación es intuitiva y sencilla.

Muy en desacuerdo [] En desacuerdo [] Neutral [] De acuerdo [] Muy de acuerdo

El diseño visual de la aplicación es atractivo y adecuado.

Muy en desacuerdo [] En desacuerdo [] Neutral [] De acuerdo [] Muy de acuerdo

No encontré errores técnicos importantes al usar la aplicación.

Muy en desacuerdo [] En desacuerdo [] Neutral [] De acuerdo [] Muy de acuerdo

3. Sección 2: Contenido y calidad informativa

La información sobre el Centro Arqueológico Punkurí es clara y comprensible.

Muy en desacuerdo [] En desacuerdo [] Neutral [] De acuerdo [] Muy de acuerdo

La cantidad de información histórica y cultural es suficiente.

Muy insuficiente [] Insuficiente [] Adecuada [] Buena [] Muy buena

¿Qué tipo de contenido adicional te gustaría encontrar en la aplicación?

Videos explicativos

Audio guías

Modelos 3D más detallados

Otros: _____

4. Sección 3: Experiencia de Realidad Aumentada

La funcionalidad de realidad aumentada fue fácil de activar y usar.

Muy en desacuerdo [] En desacuerdo [] Neutral [] De acuerdo [] Muy de acuerdo

La experiencia de realidad aumentada ayudó a visualizar mejor los objetos arqueológicos.

Muy en desacuerdo [] En desacuerdo [] Neutral [] De acuerdo [] Muy de acuerdo
La calidad gráfica de los modelos 3D fue satisfactoria.

Muy en desacuerdo [] En desacuerdo [] Neutral [] De acuerdo [] Muy de acuerdo
La realidad aumentada mejoró mi comprensión del valor histórico del sitio.

Muy en desacuerdo [] En desacuerdo [] Neutral [] De acuerdo [] Muy de acuerdo

5. Sección 4: Interés turístico y educativo

Después de usar la aplicación, ¿te interesa más visitar (o volver a visitar) Punkurí?

No [] Poco [] Neutral [] Sí [] Mucho

¿Consideras que la aplicación es útil como herramienta educativa?

Muy en desacuerdo [] En desacuerdo [] Neutral [] De acuerdo [] Muy de acuerdo

¿Recomendarías esta aplicación a otras personas?

Sí [] No

6. Sección 5: Opinión abierta

En tu opinión, ¿qué aspectos se deberían mejorar en la aplicación?

Respuesta abierta

¿Qué es lo que más te gustó de la aplicación?

Respuesta abierta

7.2. Anexo 02: Tablas completas de resultados descriptivos

Tabla 35:

Características de la muestra

Variable	Categoría	f	%
Edad (años)	Media; mediana; rango	26,86; 26; 17–38	—
Género	Femenino	45	44,6
	Masculino	45	44,6
	Otros	11	10,9
Nivel educativo	Posgrado	34	33,7
	Secundaria	23	22,8
	Universitario	22	21,8

	Técnico	22	21,8
Visita previa al sitio	Sí	39	38,6
	No	62	61,4
Conoce/ha usado RA	Sí	54	53,5
	No	47	46,5

Tabla 36:
Promedios por dimensión (escala 1–5)

Dimensión	Media
Usabilidad	2,92
Contenido	3,03
Experiencia de RA	3,09
Interés/valor educativo	2,95

Tabla 37:
Medias por ítem (escala 1–5)

Ítem	Media
Facilidad de descarga e instalación	2,67
Navegación intuitiva	3,14
Diseño visual adecuado	2,97
Ausencia de errores técnicos	2,90

Información		
clara y comprendible		3,06
Cantidad de información		3,00
suficiente		
RA fácil de activar y usar		2,96
RA ayuda a visualizar objetos		2,93
Calidad gráfica de los modelos 3D		3,23
RA mejora comprensión		3,24
histórica		
Interés por visitar o revisitar		2,81
Utilidad educativa		3,09

Tabla 38:
Distribución de respuestas en interés por visitar o revisitar

Categoría	f	%
No	27	26,7
Poco	15	14,9
Neutral	21	20,8
Sí	26	25,7
Mucho	12	11,9

Tabla 39:
Recomendación de la aplicación

Respuesta	f	%
Sí	94	93,1
No	7	6,9

Tabla 40:
Preferencias de contenido adicional (respuesta múltiple)

Categoría	f
Modelos	
3D más detallados	30
Videos explicativos	27
Audio guías	19
Otros	25

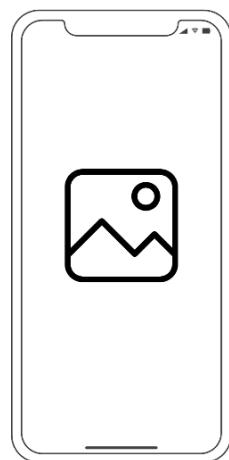
7.3.Anexo 03: Mockups

7.3.1. Diseño inicial – Mockups

- SplashScreen

Figura 79:

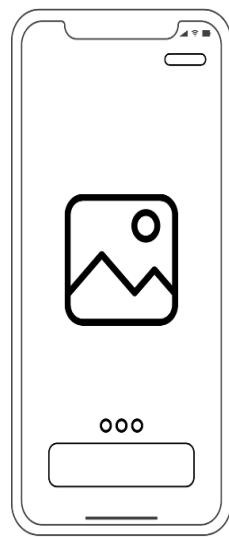
SplashScreen



- OnboardingScreen

Figura 80:

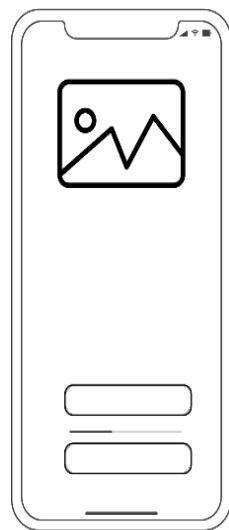
OnboardingScreen.kt



- Pantalla de selección

Figura 81:

PreScreen.kt



- Registro de usuario

Figura 82:

RegisterScreen.kt



- Inicio de sesión

Figura 83:

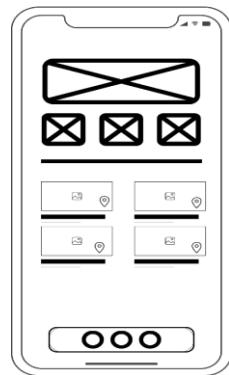
LoginScreen.kt



- Pantalla Principal

Figura 84:

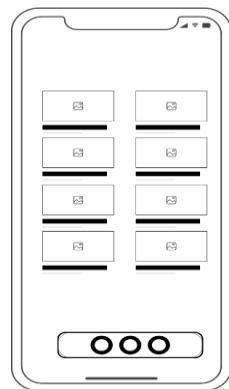
HomeScreen.kt



- Modelo AR

Figura 85:

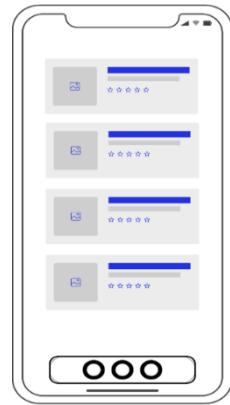
ArModelsListScreen.kt



- Noticias

Figura 86:

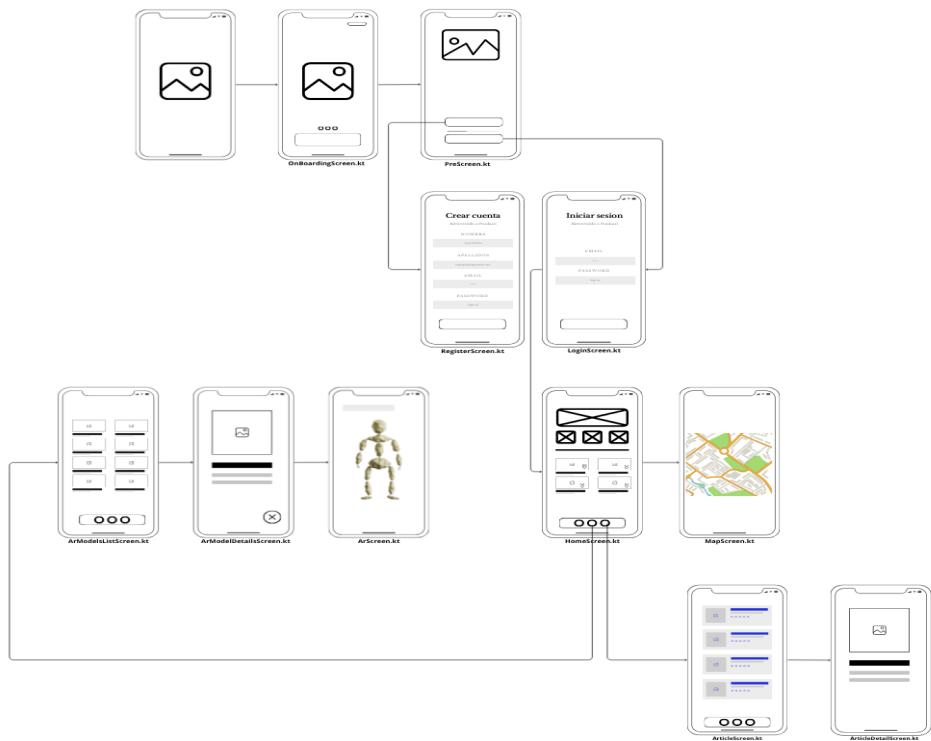
ArticleScreen.kt



- Flujo de la aplicación Punkuri AR

Figura 87:

Flujo de la aplicación

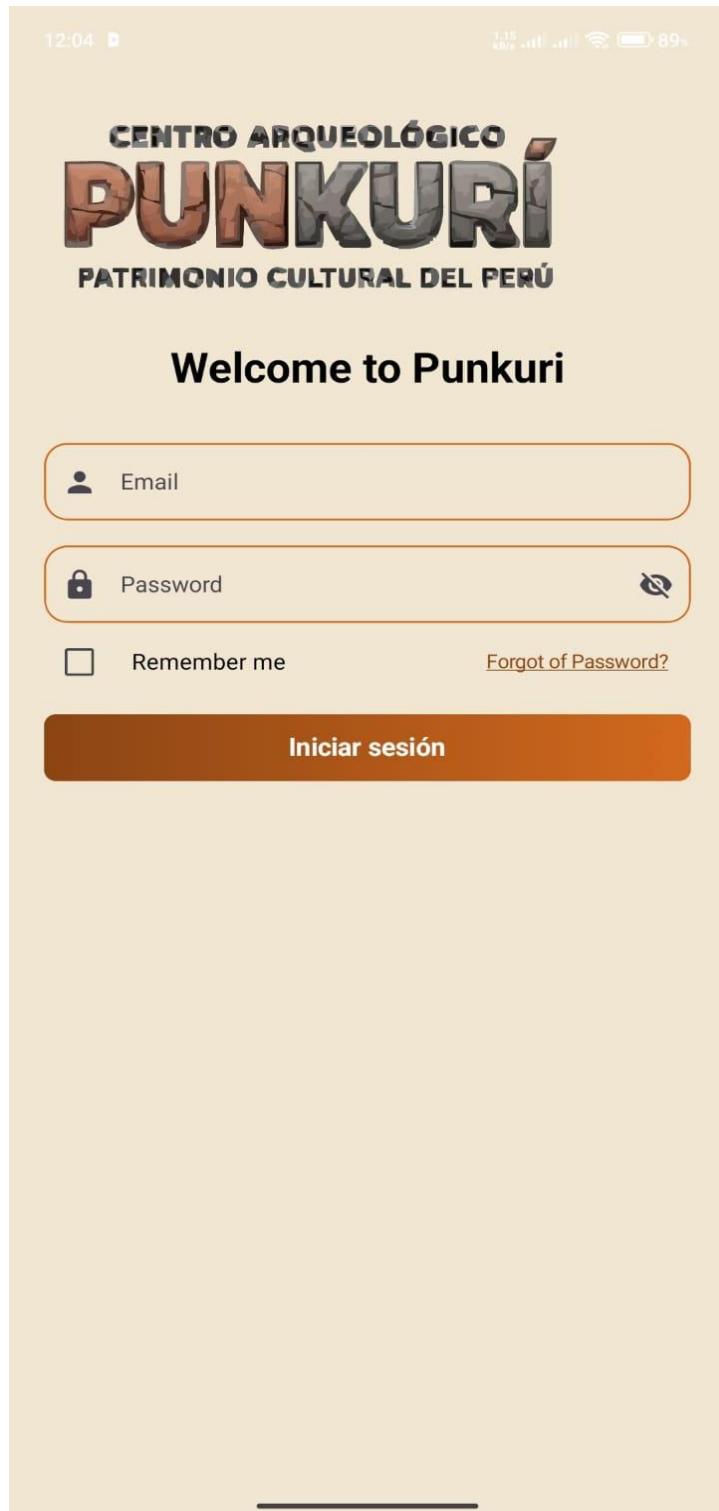


7.4. Anexo 04: Capturas del aplicativo

7.4.1. Inicio de Sesión:

Figura 88:

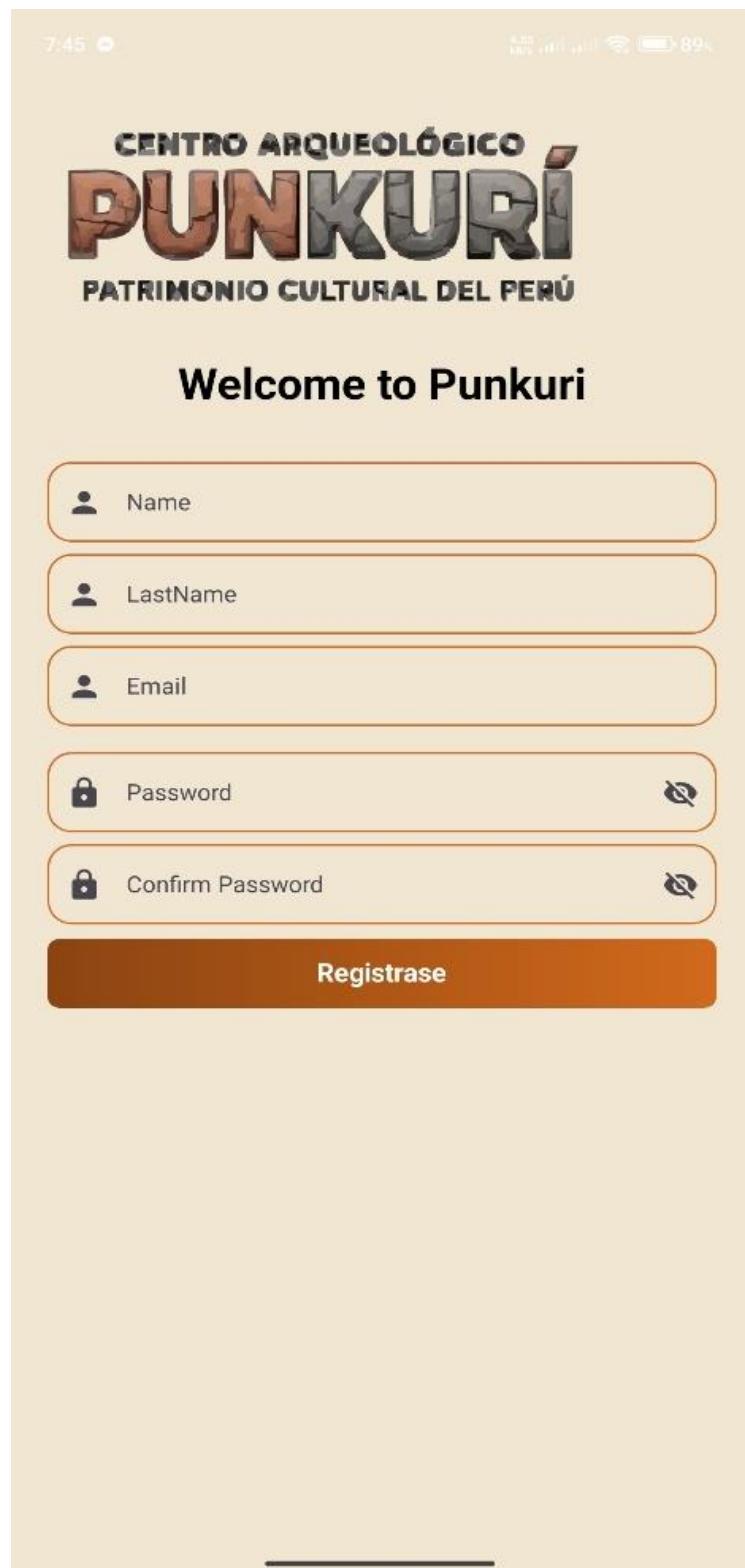
Inicio de Sesión



7.4.2. Registro:

Figura 89:

Registro



7.4.3. Vista principal

Figura 90:

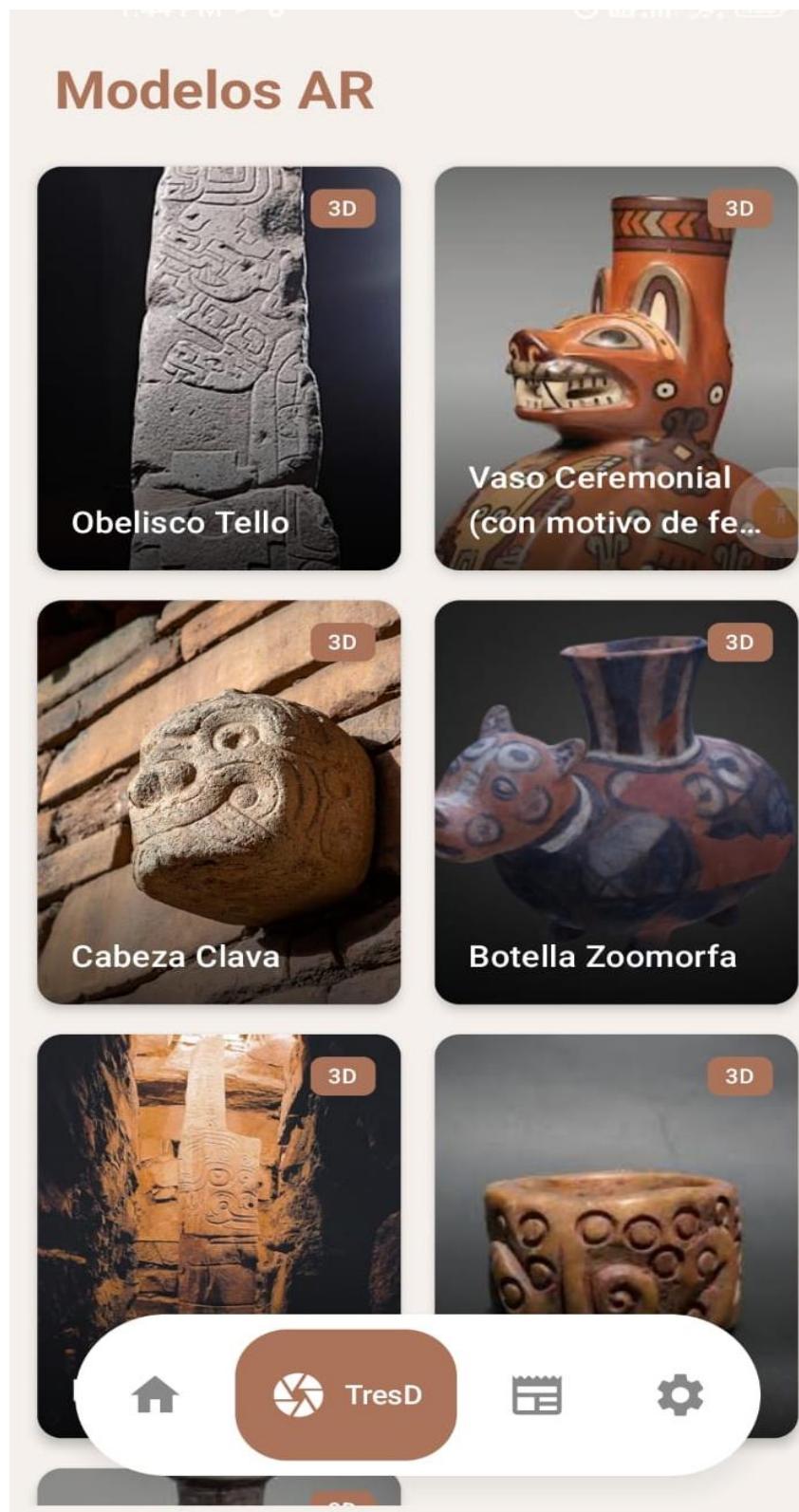
Vista Principal



7.4.4. Vista del museo

Figura 91:

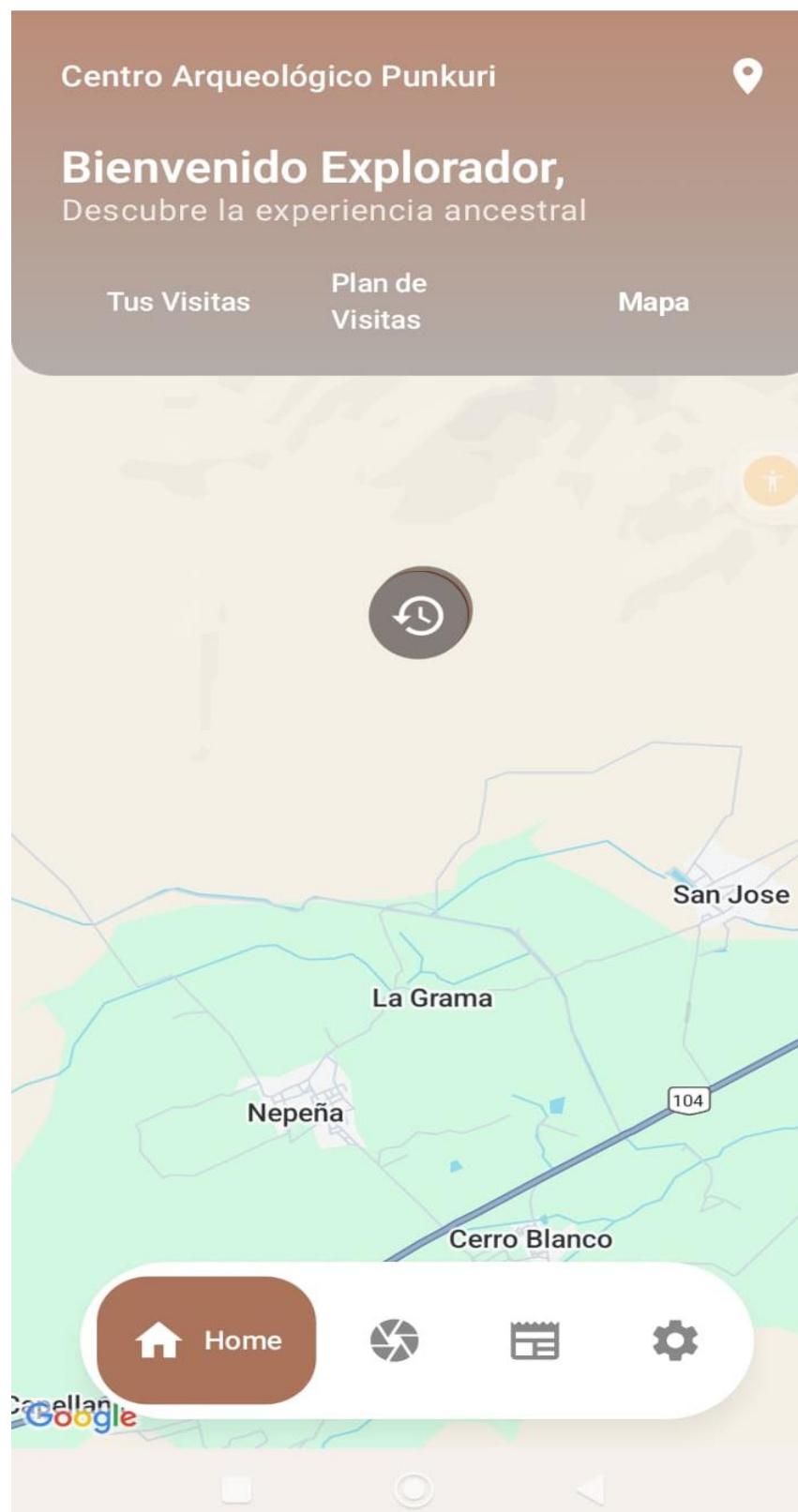
Vista del museo



7.4.5. Ubicación del museo

Figura 92:

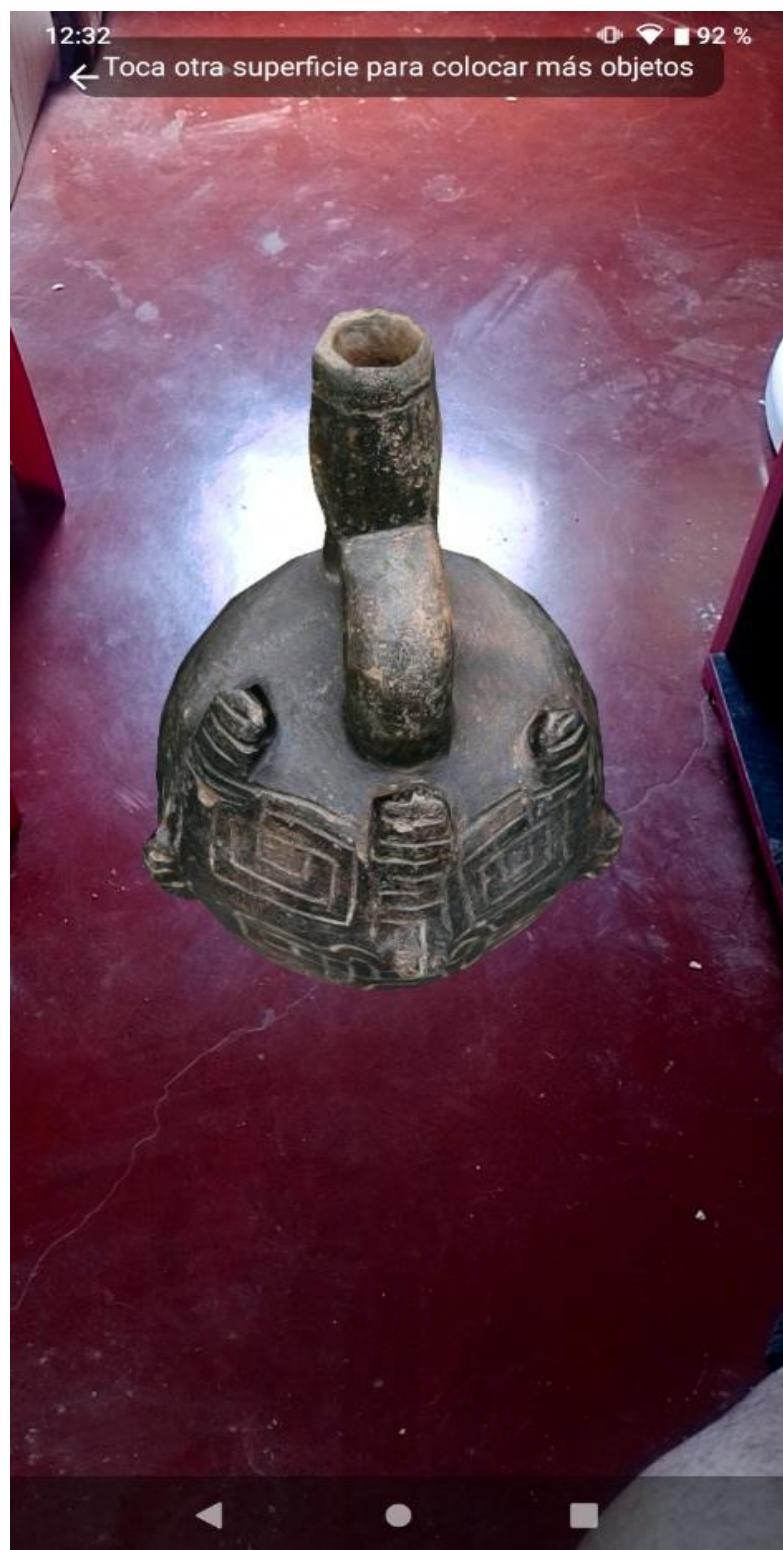
Ubicación del museo



7.4.6. Funcionalidad 3D

Figura 93:

Funcionalidad 3D



7.5.Anexo 05: Datos del Indicador Tiempo de Búsqueda de Información (Segundos)

Tabla 41:

Indicador tiempo de búsqueda de información

Visitantes	PRE TEST	POST TEST
1	119,97	31,48
2	113,62	31,94
3	121,48	29,19
4	130,23	33,03
5	112,66	36,42
6	112,66	45,32
7	130,79	35,05
8	122,67	35,55
9	110,31	33,55
10	120,43	22,49
11	110,37	33,84
12	110,34	34,36
13	117,42	48,78
14	95,87	32,85
15	97,75	35,81
16	109,38	33,79
17	104,87	26,99
18	118,14	40,86
19	105,92	38,51
20	100,88	38,75
21	129,66	28,54
22	112,74	42,42
23	115,68	25,59
24	100,75	37,52
25	109,56	47,14
26	116,11	28,06
27	103,49	30,60
28	118,76	34,60

29	108,99	30,98
30	112,08	24,70
31	108,98	34,41
32	133,52	27,63
33	114,87	36,84
34	104,42	28,48
35	123,23	43,30
36	102,79	29,30
37	117,09	32,07
38	95,40	38,88
39	101,72	26,61
40	116,97	35,36
41	122,38	41,84
42	116,71	24,36
43	113,84	35,11
44	111,99	35,56
45	100,21	38,69
46	107,80	26,58
47	110,39	26,08
48	125,57	37,13
49	118,44	35,78
50	97,37	35,50
51	118,24	36,08
52	111,15	29,92
53	108,23	35,39
54	121,12	35,76
55	125,31	29,71
56	124,31	45,19
57	106,61	36,84
58	111,91	26,85
59	118,31	37,94
60	124,76	28,15
61	110,21	38,72

62	113,14	40,95
63	103,94	29,08
64	103,04	39,78
65	123,13	36,48
66	128,56	38,93
67	114,28	45,38
68	125,04	32,53
69	118,62	29,48
70	108,55	28,66
71	118,61	29,11
72	130,38	33,54
73	114,64	36,05
74	130,65	35,66
75	88,80	38,96
76	123,22	34,08
77	115,87	42,72
78	112,01	32,41
79	115,92	50,32
80	95,12	37,75
81	112,80	28,86
82	118,57	27,57
83	129,78	36,89
84	109,82	32,66
85	106,92	38,28
86	109,98	36,84
87	124,15	33,56
88	118,29	28,92
89	109,70	24,91
90	120,13	31,32
91	115,97	39,14
92	124,69	35,28
93	107,98	26,53
94	111,72	35,04

95	111,08	36,31
96	100,36	28,70
97	117,96	34,92
98	117,61	34,35
99	115,05	27,14
100	112,65	36,15
101	100,85	37,36

**7.6. Anexo 06: Datos del Indicador Incremento del Conocimiento Adquirido
(Porcentaje)**

Tabla 42:
Indicador incremento del conocimiento adquirido

Nº	PRE TEST	POST TEST
1	52,63	90,89
2	35,84	92,73
3	39,47	88,27
4	34,07	86,44
5	33,43	76,02
6	30,49	90,68
7	46,52	85,65
8	44,37	88,33
9	28,99	91,93
10	43,76	77,17
11	47,43	91,95
12	57,11	94,73
13	49,69	82,33
14	42,83	72,71
15	38,15	99,75
16	48,80	89,69
17	53,63	88,44
18	50,46	85,05
19	43,32	80,67
20	46,12	80,41
21	31,30	85,93
22	46,50	85,48
23	53,14	82,52
24	41,49	78,70
25	42,97	86,05
26	51,66	76,91
27	41,98	73,53
28	55,02	74,93

29	44,84	73,34
30	50,30	88,99
31	38,91	79,46
32	46,16	90,14
33	55,49	87,41
34	31,39	96,93
35	53,43	89,85
36	25,29	90,19
37	40,96	80,88
38	47,05	72,28
39	37,31	89,22
40	44,33	92,93
41	52,11	81,91
42	44,32	81,13
43	26,24	82,01
44	48,43	79,85
45	50,24	93,02
46	42,94	83,78
47	41,83	90,14
48	42,37	87,17
49	28,97	78,66
50	38,86	98,17
51	55,61	83,42
52	50,49	79,36
53	47,57	94,84
54	38,51	89,54
55	39,34	82,45
56	46,82	77,85
57	42,87	74,56
58	42,29	78,02
59	37,69	87,85
60	45,99	78,60
61	36,30	92,02

62	40,10	81,88
63	48,86	90,78
64	26,94	78,98
65	45,37	85,93
66	33,45	85,56
67	21,39	83,86
68	32,20	84,87
69	32,75	81,47
70	49,45	83,81
71	49,87	97,90
72	59,81	86,58
73	38,65	94,72
74	39,33	94,94
75	40,82	88,95
76	54,49	93,60
77	47,48	88,39
78	42,24	85,23
79	35,18	83,25
80	57,85	80,34
81	28,96	79,02
82	40,12	98,56
83	40,69	85,07
84	47,27	85,42
85	31,54	91,62
86	52,83	64,91
87	40,97	87,46
88	34,21	86,86
89	36,44	85,74
90	41,61	80,96
91	37,36	82,16
92	48,97	92,63
93	34,24	94,99
94	45,39	89,85

95	57,79	86,30
96	44,45	85,75
97	49,99	83,51
98	48,98	77,08
99	27,06	87,18
100	51,85	79,38
101	40,97	72,57

7.7. Anexo 07: Datos del Indicador Tasa de permanencia por sesión (Minutos)

Tabla 43:

Indicador tasa de permanencia por sesión

Visitante	PRE TEST	POST TEST
1	8,95	16,95
2	9,82	10,97
3	7,34	11,90
4	9,32	14,67
5	9,43	14,79
6	4,55	10,63
7	9,05	16,40
8	5,35	13,69
9	11,64	15,72
10	7,05	13,69
11	9,11	18,13
12	10,83	12,93
13	6,40	12,79
14	6,55	10,16
15	7,22	14,96
16	11,89	16,91
17	5,93	18,77
18	8,12	14,93
19	8,35	16,22
20	8,18	12,88
21	8,28	16,71
22	7,11	16,75
23	6,49	15,61
24	7,71	12,40
25	4,22	12,17
26	12,02	16,99
27	6,95	10,53
28	7,44	18,80
29	6,91	11,06

30	9,08	16,76
31	6,06	9,87
32	5,36	15,77
33	9,30	17,89
34	8,41	17,39
35	6,67	19,56
36	10,74	19,62
37	8,89	14,12
38	9,05	11,17
39	6,74	14,34
40	6,30	11,09
41	8,07	15,95
42	6,44	12,05
43	8,16	13,28
44	9,61	12,23
45	10,13	14,26
46	8,25	14,94
47	8,20	15,70
48	8,64	18,89
49	8,54	15,54
50	6,26	15,41
51	5,05	15,75
52	10,28	19,76
53	7,62	19,59
54	7,22	14,51
55	9,35	15,77
56	10,16	14,65
57	10,67	15,57
58	8,22	15,33
59	5,69	17,57
60	10,82	15,29
61	6,52	20,24
62	8,71	17,95

63	7,41	14,70
64	9,74	13,30
65	14,32	16,58
66	11,84	21,55
67	9,49	13,83
68	7,96	16,54
69	9,70	19,15
70	8,29	17,07
71	8,31	15,18
72	11,47	14,97
73	7,80	13,98
74	10,89	10,99
75	8,88	15,34
76	8,31	13,67
77	8,22	15,72
78	8,86	15,76
79	8,83	11,26
80	6,71	13,58
81	9,71	16,64
82	11,45	16,84
83	10,41	11,79
84	8,80	16,17
85	10,62	16,26
86	7,03	12,24
87	7,11	15,15
88	6,63	14,12
89	6,64	12,38
90	6,83	13,25
91	8,56	16,76
92	8,23	14,04
93	7,67	11,13
94	9,75	16,86
95	8,08	15,29

96	10,61	11,50
97	11,68	10,99
98	7,46	14,22
99	12,28	13,59
100	8,07	14,06
101	8,33	15,84

**7.8. Anexo 08: Datos del Indicador Tasa de éxito del reconocimiento de marcadores
(Porcentaje)**

Tabla 44:
Indicador tasa de éxito de reconocimiento de marcadores

Visitante	PRE TEST	POST TEST
1	43,99	76,99
2	49,28	86,24
3	50,70	88,72
4	38,60	67,55
5	46,84	81,97
6	47,09	82,40
7	41,49	72,61
8	31,51	55,14
9	34,44	60,27
10	30,25	52,93
11	46,25	80,93
12	35,21	61,61
13	35,21	61,62
14	44,26	77,45
15	75,16	100,00
16	43,20	75,59
17	35,68	62,44
18	37,11	64,93
19	60,34	100,00
20	55,32	96,81
21	44,83	78,45
22	31,13	54,48
23	27,08	47,39
24	44,19	77,33
25	56,00	98,01
26	35,86	62,76
27	42,79	74,88
28	39,29	68,76

29	33,09	57,90
30	37,14	64,99
31	53,67	93,92
32	31,41	54,97
33	44,79	78,39
34	35,27	61,73
35	72,58	100,00
36	40,27	70,48
37	50,09	87,66
38	29,60	51,80
39	40,92	71,61
40	51,84	90,72
41	38,54	67,45
42	24,97	43,69
43	73,35	100,00
44	25,05	43,83
45	28,17	49,30
46	40,89	71,57
47	31,23	54,65
48	38,78	67,87
49	61,12	100,00
50	59,40	100,00
51	67,26	100,00
52	59,67	100,00
53	46,19	80,82
54	63,83	100,00
55	45,61	79,82
56	38,00	66,50
57	40,21	70,36
58	42,32	74,05
59	38,89	68,06
60	21,66	37,91
61	52,11	91,19

62	41,28	72,23
63	65,72	100,00
64	44,46	77,80
65	47,14	82,50
66	32,58	57,02
67	46,27	80,96
68	37,19	65,09
69	51,33	89,83
70	47,79	83,64
71	33,13	57,98
72	49,48	86,59
73	44,29	77,50
74	43,65	76,38
75	46,98	82,22
76	51,18	89,57
77	50,96	89,19
78	52,61	92,07
79	47,20	82,60
80	47,64	83,36
81	53,72	94,01
82	32,19	56,33
83	43,57	76,24
84	34,76	60,83
85	54,39	95,19
86	65,87	100,00
87	50,46	88,30
88	49,09	85,92
89	56,90	99,58
90	50,49	88,36
91	38,98	68,21
92	34,92	61,10
93	50,63	88,60
94	55,40	96,96

95	45,17	79,05
96	48,13	84,22
97	44,80	78,39
98	45,80	80,15
99	50,10	87,68
100	45,77	80,10
101	40,30	70,52

7.9. Anexo 09: Análisis de Fiabilidad

CUESTIONARIO DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO POR JUICIO DE EXPERTOS

Objetivo:

Validar la pertinencia, claridad, coherencia y relevancia de los ítems del instrumento de encuesta compuesto por 14 preguntas, orientado a evaluar la influencia del aplicativo móvil con realidad aumentada en los visitantes del Centro Arqueológico Punkurí.

Dirigido a:

Expertos en educación, tecnología educativa, ingeniería de sistemas e informática y metodología de la investigación.

Datos del experto evaluador

Nombre y apellidos: _____

Especialidad: _____

Grado académico: _____

Institución: _____

Experiencia en investigación o proyectos tecnológicos: _____

Fecha: ____ / ____ / ____

Instrucciones

Lea cuidadosamente cada uno de los 14 ítems del instrumento y valóralos según los criterios y escala que se indican a continuación:

Tabla 45:

Tabla de validación

Criterio	Descripción	Escala de valoración
Claridad	El ítem se comprende sin ambigüedades.	1 = Deficiente · 2 = Regular · 3 = Bueno · 4 = Excelente
Relevancia	El ítem es fundamental para medir la variable.	1 = No relevante · 2 = Poco relevante · 3 = Relevante · 4 = Muy relevante

	El ítem se relaciona adecuadamente con el objetivo y la dimensión que evalúa.	1 = No coherente · 2 = Poco coherente · 3 = Coherente · 4 = Muy coherente
Suficiencia	La cantidad de ítems es adecuada para medir la variable.	1 = Insuficiente · 2 = Regular · 3 = Suficiente · 4 = Muy suficiente

Matriz de evaluación del instrumento (14 ítems)

Tabla 46:
Matriz de Evaluación

N	Ítem del instrumento	Clarida d	Relevanci a	Coherenci a	Suficienci a	Observacione s / sugerencias
1	Evalúa la facilidad de uso del aplicativo móvil.	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
2	Evalúa la calidad del contenido presentado mediante RA.	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
3	Evalúa la claridad de las explicaciones o narraciones del aplicativo.	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	

4	Evalúa la calidad gráfica y visual de los modelos 3D.	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
5	Evalúa el grado de interés que despierta la experiencia con RA.	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
6	Evalúa la facilidad de reconocimiento de los marcadores.	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
7	Evalúa la rapidez en la carga del contenido digital.	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
8	Evalúa el tiempo que el usuario permanece interactuando con la aplicación.	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
9	Evalúa si el uso del aplicativo incrementa el	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5

	conocimiento adquirido.			
10	Evalúa la facilidad de navegación y comprensión de la interfaz.	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 5
11	Evalúa la percepción del usuario sobre la utilidad del aplicativo.	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 5
12	Evalúa si el aplicativo promueve la interacción con el patrimonio.	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
13	Evalúa la satisfacción general del usuario con el uso del aplicativo.	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 5
14	Evalúa la recomendación del aplicativo a otros visitantes.	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 5

VALIDACIÓN DE LA FIABILIDAD DEL INSTRUMENTO

Tabla 47:

Tabla de validación

Rango de α	Nivel de fiabilidad
≥ 0.90	Muy alta
0.80–0.89	Alta
0.70–0.79	Aceptable
0.60–0.69	Moderada
< 0.60	Baja

7.10. Resultado del Juicio de Expertos

Figura 94

Validación de Experto 1

CUESTIONARIO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO POR JUICIO DE EXPERTOS					
I. INSTRUCCIONES					
Estimado(a) experto(a): A continuación, se presentan los 14 ítems del instrumento a validar. Por favor, evalúe cada uno según los criterios de valoración (1 = No coherente · 2 = Poco coherente · 3= Neutral 4 = Coherente 5 = Muy coherente).					
II. · MATRIZ DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO					
Evalúe cada ítem marcando la opción correspondiente según su criterio.					
Nº	Ítem del instrumento	Claridad	Relevancia	Coherencia	Suficiencia
1	Evalúa la facilidad de uso del aplicativo móvil.	5	5	5	5
2	Evalúa la calidad del contenido presentado mediante RA.	4	4	4	4
3	Evalúa la claridad de las explicaciones o narraciones del aplicativo.	5	5	5	5
4	Evalúa la calidad gráfica y visual de los modelos 3D.	5	5	5	5
5	Evalúa el grado de interés que despierta la experiencia con RA.	3	3	3	3
6	Evalúa la facilidad de reconocimiento de los marcadores.	5	5	5	5
7	Evalúa la rapidez en la carga del contenido digital.	5	5	5	5
8	Evalúa el tiempo que el usuario permanece interactuando con la aplicación.	4	4	4	4
9	Evalúa si el uso del aplicativo incrementa el conocimiento adquirido.	4	4	4	4
10	Evalúa la facilidad de navegación y comprensión de la interfaz.	4	4	4	4
11	Evalúa la percepción del usuario sobre la utilidad del aplicativo.	5	5	5	5
12	Evalúa si el aplicativo promueve la interacción con el patrimonio.	5	5	5	5
13	Evalúa la satisfacción general del usuario con el uso del aplicativo.	5	5	5	5
14	Evalúa la recomendación del aplicativo a otros visitantes.	3	3	3	3

III. OBSERVACIONES O SUGERENCIAS


Firma

Nombre y Apellidos: Dr. Juan Benito Zoroleta Cobren
Especialidad: Licenciado en Educación

Figura 95

Validación de Experto 2

CUESTIONARIO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO POR JUICIO DE EXPERTOS

I. INSTRUCCIONES

Estimado(a) experto(a): A continuación, se presentan los 14 ítems del instrumento a validar. Por favor, evalúe cada uno según los criterios de valoración (1 = No coherente · 2 = Poco coherente · 3= Neutral 4 = Coherente 5 = Muy coherente).

II. · MATRIZ DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO

Evalué cada ítem marcando la opción correspondiente según su criterio.

Nº	Ítem del instrumento	Claridad	Relevancia	Coherencia	Suficiencia
1	Evalúa la facilidad de uso del aplicativo móvil.	3	3	3	3
2	Evalúa la calidad del contenido presentado mediante RA.	3	3	3	3
3	Evalúa la claridad de las explicaciones o narraciones del aplicativo.	5	5	5	5
4	Evalúa la calidad gráfica y visual de los modelos 3D.	5	5	5	5
5	Evalúa el grado de interés que despierta la experiencia con RA.	4	4	4	4
6	Evalúa la facilidad de reconocimiento de los marcadores.	5	5	5	5
7	Evalúa la rapidez en la carga del contenido digital.	3	3	3	3
8	Evalúa el tiempo que el usuario permanece interactuando con la aplicación.	5	5	5	5
9	Evalúa si el uso del aplicativo incrementa el conocimiento adquirido.	3	3	3	3
10	Evalúa la facilidad de navegación y comprensión de la interfaz.	4	4	4	4
11	Evalúa la percepción del usuario sobre la utilidad del aplicativo.	5	5	5	5
12	Evalúa si el aplicativo promueve la interacción con el patrimonio.	5	5	5	5
13	Evalúa la satisfacción general del usuario con el uso del aplicativo.	4	4	4	4
14	Evalúa la recomendación del aplicativo a otros visitantes.	5	5	5	5

III. OBSERVACIONES O SUGERENCIAS

Firma

Nombre y Apellidos: Maria Magdalena Ghreta Flores

Especialidad: Educación Inicial

Figura 96

Validación de Experto 3

CUESTIONARIO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO POR JUICIO DE EXPERTOS

I. INSTRUCCIONES

Estimado(a) experto(a): A continuación, se presentan los 14 ítems del instrumento a validar. Por favor, evalúe cada uno según los criterios de valoración (1 = No coherente · 2 = Poco coherente · 3= Neutral 4 = Coherente 5 = Muy coherente).

II. MATRIZ DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO

Evalué cada ítem marcando la opción correspondiente según su criterio.

Nº	Ítem del instrumento	Claridad	Relevancia	Coherencia	Suficiencia
1	Evalúa la facilidad de uso del aplicativo móvil.	4	4	4	4
2	Evalúa la calidad del contenido presentado mediante RA.	5	5	5	5
3	Evalúa la claridad de las explicaciones o narraciones del aplicativo.	4	4	4	4
4	Evalúa la calidad gráfica y visual de los modelos 3D.	4	4	4	4
5	Evalúa el grado de interés que despierta la experiencia con RA.	5	5	5	5
6	Evalúa la facilidad de reconocimiento de los marcadores.	5	5	5	5
7	Evalúa la rapidez en la carga del contenido digital.	5	5	5	5
8	Evalúa el tiempo que el usuario permanece interactuando con la aplicación.	5	5	5	5
9	Evalúa si el uso del aplicativo incrementa el conocimiento adquirido.	4	4	4	4
10	Evalúa la facilidad de navegación y comprensión de la interfaz.	4	4	4	4
11	Evalúa la percepción del usuario sobre la utilidad del aplicativo.	5	5	5	5
12	Evalúa si el aplicativo promueve la interacción con el patrimonio.	4	4	4	4
13	Evalúa la satisfacción general del usuario con el uso del aplicativo.	3	3	3	3
14	Evalúa la recomendación del aplicativo a otros visitantes.	5	5	5	5

III. OBSERVACIONES O SUGERENCIAS


Firma

Nombre y Apellidos: Juan Roberto Rodríguez Torres

Especialidad: Ingeniero de Sistemas e Informática

Figura 97

Validación de Experto 4

CUESTIONARIO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO POR JUICIO DE EXPERTOS

I. INSTRUCCIONES

Estimado(a) experto(a): A continuación, se presentan los 14 ítems del instrumento a validar. Por favor, evalúe cada uno según los criterios de valoración (1 = No coherente - 2 = Poco coherente - 3= Neutral 4 = Coherente 5 = Muy coherente).

II. MATRIZ DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO

Evalúe cada ítem marcando la opción correspondiente según su criterio.

Nº	Ítem del instrumento	Claridad	Relevancia	Coherencia	Suficiencia
1	Evalúa la facilidad de uso del aplicativo móvil.	5	5	4	4
2	Evalúa la calidad del contenido presentado mediante RA.	4	5	5	4
3	Evalúa la claridad de las explicaciones o narraciones del aplicativo.	5	5	5	5
4	Evalúa la calidad gráfica y visual de los modelos 3D.	4	4	5	4
5	Evalúa el grado de interés que despierta la experiencia con RA.	4	4	5	5
6	Evalúa la facilidad de reconocimiento de los marcadores.	5	4	4	3
7	Evalúa la rapidez en la carga del contenido digital.	5	3	5	4
8	Evalúa el tiempo que el usuario permanece interactuando con la aplicación.	5	4	5	5
9	Evalúa el uso del aplicativo incrementa el conocimiento asimilado.	4	4	4	5
10	Evalúa la facilidad de navegación y comprensión de la interfaz.	4	3	4	5
11	Evalúa la percepción del usuario sobre la utilidad del aplicativo.	3	5	5	4
12	Evalúa si el aplicativo promueve la interacción con el ambiente.	4	4	4	5
13	Evalúa la satisfacción general del usuario con el uso del aplicativo.	5	4	4	5
14	Evalúa la satisfacción general del aplicativo a otros visitantes.	5	5	5	5

III. OBSERVACIONES O SUGERENCIAS



Firma

Nombre y Apellidos: Anthony Ponte Ariau

Especialidad: Ingeniero de Sistemas

Figura 98

Validación de Experto 5

CUESTIONARIO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO POR JUICIO DE EXPERTOS

I. INSTRUCCIONES

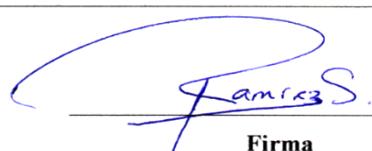
Estimado(a) experto(a): A continuación, se presentan los 14 ítems del instrumento a validar. Por favor, evalúe cada uno según los criterios de valoración (1 = No coherente · 2 = Poco coherente · 3= Neutral 4 = Coherente 5 = Muy coherente).

II. MATRIZ DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO

Evalúe cada ítem marcando la opción correspondiente según su criterio.

Nº	Ítem del instrumento	Claridad	Relevancia	Coherencia	Suficiencia
1	Evalúa la facilidad de uso del aplicativo móvil.	4	4	4	4
2	Evalúa la calidad del contenido presentado mediante RA.	3	3	3	3
3	Evalúa la claridad de las explicaciones o narraciones del aplicativo.	3	3	3	3
4	Evalúa la calidad gráfica y visual de los modelos 3D.	4	4	4	4
5	Evalúa el grado de interés que desperta la experiencia con RA.	4	4	4	4
6	Evalúa la facilidad de reconocimiento de los marcadores.	3	3	3	3
7	Evalúa la rapidez en la carga del contenido digital.	4	4	4	4
8	Evalúa el tiempo que el usuario permanece interactuando con la aplicación.	4	4	4	4
9	Evalúa si el uso del aplicativo incrementa el conocimiento adquirido.	5	5	5	5
10	Evalúa la facilidad de navegación y comprensión de la interfaz.	5	5	5	5
11	Evalúa la percepción del usuario sobre la utilidad del aplicativo.	5	5	5	5
12	Evalúa si el aplicativo promueve la interacción con el patrimonio.	4	4	4	4
13	Evalúa la satisfacción general del usuario con el uso del aplicativo.	4	4	4	4
14	Evalúa la recomendación del aplicativo a otros visitantes.	4	4	4	4

III. OBSERVACIONES O SUGERENCIAS



Firma

Nombre y Apellidos: JHONNY DANIEL RAMÍREZ SALAZAR

Especialidad: ING. DE SISTEMAS EN INFORMATICA

Tabla 48:*Resultados Juicio de Expertos*

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14
Experto_1	5	4	5	5	3	5	5	4	4	4	5	5	5	3
Experto_2	3	3	5	5	4	5	3	5	3	4	5	5	4	5
Experto_3	4	5	4	4	5	5	5	5	4	4	5	4	3	5
Experto_4	3	5	4	4	5	5	4	5	5	4	5	4	5	5
Experto_5	4	3	3	4	4	3	4	4	5	5	5	4	4	4