



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

Aplicativo móvil para monitorear una rutina de ejercicios de fortalecimiento mediante la estimación de poses humanas

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero de Sistemas**

**AUTORES:**

Yangua Merino, Diego Arturo ([orcid.org/0000-0003-0411-6695](https://orcid.org/0000-0003-0411-6695))  
Zapata Culquicondor, Olga Isabel ([orcid.org/0000-0002-9447-7381](https://orcid.org/0000-0002-9447-7381))

**ASESOR:**

Mgtr. Tavera Ramos, Anthony Paul ([orcid.org/0000-0002-4159-930X](https://orcid.org/0000-0002-4159-930X))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Sistemas de Información y Comunicaciones

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

PIURA — PERÚ

2024

# DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

## **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, TAVARA RAMOS ANTHONY PAUL, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA DE SISTEMAS de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis titulada: "Aplicativo móvil para monitorear una rutina de ejercicios de fortalecimiento mediante la estimación de poses humanas", cuyos autores son YANGUA MERINO DIEGO ARTURO, ZAPATA CULQUICONDOR OLGA ISABEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 12%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

PIURA, 01 de Junio del 2024

| <b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>                                   | <b>Firma</b>   |
|--|--|
| TAVARA RAMOS ANTHONY PAUL<br>DNI: 40784283<br>ORCID: 0000-0002-4159-930X | Firmado electrónicamente<br>por: ATAVARAR el 08-06-<br>2024 10:09:32 |

Código documento Trilce: TRI - 0755321

## DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR/ AUTORES



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

### Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, YANGUA MERINO DIEGO ARTURO, ZAPATA CULQUICONDOR OLGA ISABEL estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA DE SISTEMAS de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "APLICATIVO MÓVIL PARA MONITOREAR UNA RUTINA DE EJERCICIOS DE FORTALECIMIENTO MEDIANTE LA ESTIMACIÓN DE POSES HUMANAS", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

| Nombres y Apellidos  | Firma  |
|--|--|
| DIEGO ARTURO YANGUA MERINO<br>DNI: 75954109<br>ORCID: 0000-0003-0411-6695      | Firmado electrónicamente<br>por: DYANGUA el 02-06-<br>2024 13:25:30  |
| OLGA ISABEL ZAPATA CULQUICONDOR<br>DNI: 72880110<br>ORCID: 0000-0002-9447-7381 | Firmado electrónicamente<br>por: OZAPATAC el 02-06-<br>2024 13:33:50 |

Código documento Trilce: TRI - 0755396

## **DEDICATORIA**

Esta tesis está dedicada con profundo agradecimiento a nuestras familias, por su apoyo incondicional y amor en este viaje académico, y a nuestras queridas mascotas, cuya compañía y cariño han sido un consuelo invaluable en los momentos difíciles. Su amor ha sido nuestro impulso para alcanzar nuestros objetivos.

## **AGRADECIMIENTO**

Nos sentimos profundamente agradecidos por el apoyo brindado durante nuestra vida universitaria, queremos expresar nuestro agradecimiento a nuestros maestros por su invaluable instrucción y orientación, así como a nuestro tutor de tesis por su apoyo fundamental. También agradecemos a nuestros compañeros de clase y amigos por su compañerismo y apoyo incondicional. Sin ustedes, no habríamos llegado tan lejos.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|   |      |
|---|------|
| CARÁTULA .....  | i    |
| DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR .....         | ii   |
| DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR/ AUTORES ..... | iii  |
| DEDICATORIA .....                                     | iv   |
| AGRADECIMIENTO .....                                  | v    |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS .....                            | vi   |
| ÍNDICE DE TABLAS .....                                | vii  |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....                               | viii |
| RESUMEN .....   | ix   |
| ABSTRACT .....  | x    |
| I. INTRODUCCIÓN .....                                 | 11   |
| II. METODOLOGÍA .....                                 | 21   |
| III. RESULTADOS .....                                 | 25   |
| IV. DISCUSIÓN .....                                   | 33   |
| V. CONCLUSIONES .....                                 | 35   |
| VI. RECOMENDACIONES .....                             | 36   |
| REFERENCIAS .....                                     | 37   |
| ANEXOS  |      |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                  |  |    |
|------------------|--|----|
| <b>Tabla 1.</b>  | Modificación de la calificación de ratio de percepción de esfuerzo .....   | 23 |
| <b>Tabla 2.</b>  | Matriz del indicador pre y post test de proporción de identificación.....  | 25 |
| <b>Tabla 3.</b>  | Análisis descriptivo del primer indicador.....   | 26 |
| <b>Tabla 4.</b>  | Análisis descriptivo del primer indicador por grupo experticia .....   | 27 |
| <b>Tabla 5.</b>  | Prueba de normalidad del primer indicador.....   | 27 |
| <b>Tabla 6.</b>  | Prueba de rangos con signo de Wilcoxon del primer indicador .....  | 28 |
| <b>Tabla 7.</b>  | Estadístico de prueba de pre y post test .....   | 28 |
| <b>Tabla 8.</b>  | Matriz del indicador pre y post test de percepción de rutina.....  | 29 |
| <b>Tabla 9.</b>  | Análisis descriptivo del segundo indicador .....   | 29 |
| <b>Tabla 10.</b> | Análisis descriptivo del segundo indicador según experticia .....  | 30 |
| <b>Tabla 11.</b> | Prueba de normalidad del segundo indicador. ....   | 31 |
| <b>Tabla 12.</b> | Estadística de muestras emparejadas del segundo indicador.....   | 31 |
| <b>Tabla 13.</b> | Prueba de muestras emparejadas del segundo indicador.....  | 32 |
| <b>Tabla 14.</b> | Matriz de operacionalización de variables.....   | 46 |
| <b>Tabla 15.</b> | Instrumento de ficha de registro del ratio de malas posturas .....   | 47 |
| <b>Tabla 16.</b> | Ficha técnica de cuestionario de percepción de rutina.....   | 48 |
| <b>Tabla 17.</b> | Confiabilidad de cuestionario con software SPSS.....   | 49 |
| <b>Tabla 18.</b> | Instrumento de cuestionario de percepción de rutina .....  | 49 |
| <b>Tabla 19.</b> | Datos de escala del primer instrumento .....   | 50 |
| <b>Tabla 20.</b> | Datos de escala del segundo instrumento.....   | 51 |
| <b>Tabla 21.</b> | Soporte teórico de escalas .....   | 51 |
| <b>Tabla 22.</b> | Instructivo de evaluación de ítems e indicadores .....   | 52 |
| <b>Tabla 23.</b> | Ítems de calificación .....  | 54 |
| <b>Tabla 24.</b> | Matriz de consistencia. ....   | 64 |
| <b>Tabla 25.</b> | Registro de participantes con consentimiento informado. ....   | 65 |
|                  | El registro de .....   | 65 |
| <b>Tabla 26.</b> | Información de la revista científica donde se postulará el artículo<br>proveniente de los resultados de la presente investigación..... | 68 |
| <b>Tabla 27.</b> | Matriz de datos no relacionados.....   | 69 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1.</b> Gráfico del promedio de puntuación de posturas incorrectas.....            | 26 |
| <b>Figura 2.</b> Gráfico de barras del promedio de puntuación de percepción de rutina<br>30 |    |
| <b>Figura 3.</b> Datos generales del primer juez.....                                       | 54 |
| <b>Figura 4.</b> Datos generales del segundo juez. ....                                     | 55 |
| <b>Figura 5.</b> Datos generales del tercer juez. ....                                      | 55 |
| <b>Figura 6.</b> Validación del primer juez del primer instrumento. ....                    | 56 |
| <b>Figura 7.</b> Validación del segundo juez del primer instrumento. ....                   | 56 |
| <b>Figura 8.</b> Validación del tercer juez del primer instrumento. ....                    | 57 |
| <b>Figura 9.</b> Validación del primer juez del segundo instrumento. ....                   | 59 |
| <b>Figura 10.</b> Validación del segundo juez del segundo instrumento. ....                 | 60 |
| <b>Figura 11.</b> Validación del tercer juez del segundo instrumento. ....                  | 61 |



## RESUMEN

La creciente integración de la tecnología en la actividad física ha llevado al desarrollo de aplicaciones móviles que utilizan la estimación de poses humanas para monitorear rutinas de ejercicios. Este estudio tuvo como objetivo determinar el impacto de una aplicación móvil con esta tecnología en la precisión y percepción del usuario al realizar ejercicios de fortalecimiento. Se empleó un diseño preexperimental con una muestra de 27 participantes. Los resultados revelaron una reducción significativa del 80.61% en la identificación de poses incorrectas y una mejora en la satisfacción del usuario al usar la aplicación. Además, se encontró una disminución significativa ( $p < 0.001$ ) en la puntuación de posturas incorrectas y un aumento en la percepción de la rutina ( $p < 0.001$ ) al comparar las mediciones pre y post intervención. Estos hallazgos sugieren que la aplicación móvil con estimación de poses humanas contribuye a mejorar la precisión y experiencia del usuario en rutinas de ejercicios de fortalecimiento, lo que resalta su potencial para promover la práctica adecuada de actividad física y prevenir lesiones. Se recomienda realizar estudios futuros con muestras más grandes y diversas, así como explorar la integración de esta tecnología en diferentes contextos de entrenamiento físico.

**Palabras clave:** Estimación de poses humanas, aplicación móvil, deporte, ejercicios físicos, Blazepose.

## **ABSTRACT**

The increasing integration of technology into physical activity has led to development of mobile applications utilizing human pose estimation to monitor exercise routines. This study aimed to determine the impact of such a technology-enabled mobile application on both the accuracy and user perception during strength exercises. A pre-experimental design was employed with a sample of 27 participants. The results unveiled a significant 80.61% reduction in the misidentification of incorrect poses, alongside an enhancement in user satisfaction. Furthermore, a noteworthy decrease ( $p < 0.001$ ) in the score of incorrect postures and an elevation in routine perception ( $p < 0.001$ ) were found when comparing pre- and post-intervention measurements. These findings suggest that the mobile application incorporating human pose estimation contributes to refining both the precision and user experience in strength exercise routines, underscoring its potential to foster proper physical activity and prevent injuries. Future studies are recommended to encompass larger and more diverse samples, as well as to explore the integration of this technology across varied physical training contexts.

**Keywords:** Human pose estimation, mobile application, sports, physical exercises, blazepose.

## I. INTRODUCCIÓN

Los ejercicios isométricos son empleados en una amplia variedad de fines, ya sea rehabilitación, desarrollar fuerza muscular, mejorar la actividad metabólica, entre otros beneficios. (Widodo et al. 2022). En un mundo cada vez más permeado por la tecnología, su influencia en las actividades cotidianas ha generado un impacto significativo, especialmente en el ámbito del bienestar físico que decreció gracias al aumento del sedentarismo postpandemia (Rodrigues et al. 2022). Según («Cisco Annual Internet Report (2018–2023) White Paper» 2020), el número de personas con conectividad mediante dispositivos móviles crecerá del 66% al 71% de la población entre 2018 y 2023, lo que subraya la creciente integración de la tecnología en las vidas diarias. En este entorno, las herramientas tecnológicas han transformado la manera en que las personas abordan sus objetivos de salud física, con especial énfasis en el ámbito del fitness (Valcarce-Torrente, Arroyo-Nieto, et al. 2022; Valcarce-Torrente, Veiga, et al. 2022). Las aplicaciones móviles, en particular, se han destacado como herramientas versátiles que no solo mejoran la experiencia de ejercicio, sino que también ofrecen asistencia en tiempo real (Zhu 2021), considerando que estas son percibidas como fáciles de usar, lo que las hace más accesibles y convenientes para las personas, que influye positivamente en su actitud y en su intención de utilizarlas (García-Fernández et al. 2020). Además, la aplicación de la visión computacional en la evaluación durante el entrenamiento deportivo ha facilitado la recopilación de datos de rendimiento, esto representa un progreso notable dentro de esta área (Fernandez-Cervantes et al. 2018).

Sin embargo, a pesar de los avances tecnológicos, persiste una falta de entendimiento acerca del efecto real de estas tecnologías en la monitorización de rutinas de ejercicio de fortalecimiento (Haberkamp, Garcia y Bazett-Jones 2022a). En un momento en que la población busca mantenerse activa y saludable, es fundamental explorar nuevas herramientas que mejoren el desempeño físico y cambien la percepción del entrenamiento (Rimmer y Lai 2017; Heo y Jee 2024). La escasa investigación disponible plantea un desafío importante, para conocer si estas tecnologías están cumpliendo su promesa de mejorar el desempeño de las rutinas de ejercicio y, por lo tanto, la salud en general (Beltrán Vásquez 2023).

Particularmente en regiones como Latinoamérica, donde las tecnologías de monitoreo en el ejercicio aún no están ampliamente difundidas, esta falta de acceso se convierte en una limitación. En recientes estudios se observa una estrecha relación entre los estilos de vida electrónicos de los consumidores y su disposición a utilizar estas aplicaciones (García-Fernández et al. 2020). Más cuando la región posee un comportamiento sedentario elevado, lo cual es algo preocupante, dada la asociación positiva entre el comportamiento sedentario y los indicadores de salud desfavorables (Pereira et al. 2023). La necesidad de comprender el impacto de estas tecnologías en diferentes contextos se vuelve aún más relevante en vista de la creciente conciencia sobre la importancia del ejercicio y la salud física en todas las etapas de la vida (Shahtahmasebi et al. 2022a). En estudios previos ya se ha observado que en el campo del análisis de la marcha, la estimación de la postura humana puede contener el potencial de reducir los esfuerzos para realizar análisis biomecánicos (Fukushima et al. 2024).

De acuerdo con el estudio sobre Tendencias de Fitness en Colombia del 2022, se identificó que las actividades más populares incluyen rutinas de ejercicio para jóvenes, entrenamientos en circuito, prácticas con el propio peso del cuerpo, ejercicios funcionales y programas diseñados para la tercera edad. (Valcarce-Torrente, Arroyo-Nieto, et al. 2022) Esto refleja la diversidad de necesidades y preferencias en términos de actividad física en diferentes grupos de edad. La actividad física y los ejercicios representan enfoques no farmacológicos respaldados por una sólida base científica, que tienen el potencial de reducir el riesgo de enfermedades en la población en general (Trujillo G. et al. 2020). El ejercicio regular no solo está relacionado con la reducción del riesgo de lesiones, sino que también se ha demostrado que contribuye a fortalecer el sistema inmunológico, mejorar la salud cardiovascular y metabólica, y promover una mejor calidad de vida en general (Rodrigues et al. 2022).

Dado que la salud física y el bienestar general son preocupaciones de carácter fundamental para las personas a medida que van creciendo, tener un enfoque de desarrollo sólido y efectivo para aplicaciones que fomenten la actividad física se convierte en una necesidad imperiosa (Song et al. 2021). El problema central de esta investigación radica en ¿Cómo puede contribuir un aplicativo móvil

mediante la estimación de poses humanas a monitorear una rutina de ejercicios de fortalecimiento? Para abordar este problema, se han definido una serie de problemas específicos que guiarán la investigación: ¿En qué medida impacta la precisión al monitorear una rutina de ejercicios de fortalecimiento? y ¿En qué medida impacta la percepción al monitorear una rutina de ejercicios de fortalecimiento? La posibilidad de llevar un control más efectivo o mejorar la precisión de las rutinas de ejercicio se convierte en un aspecto clave en la búsqueda de una población más saludable. Este enfoque podría permitir a las personas llevar un registro más preciso de su actividad física, establecer metas realistas y medir su progreso.

El contexto actual revela una creciente conciencia sobre la importancia de mantenerse activo en todas las etapas de la vida. En este sentido, las aplicaciones móviles se han convertido en aliados versátiles que prometen mejorar las rutinas de entrenamiento y brindar asistencia en tiempo real (Barahona 2019). Y aunque las preferencias de ejercicio varían ampliamente, desde programas para niños y adolescentes hasta entrenamiento con el peso corporal y programas para adultos mayores (Valcarce-Torrente, Arroyo-Nieto, et al. 2022), la tecnología de reconocimiento de poses humanas, en particular, tiene el potencial de facilitar y potenciar estos beneficios al ofrecer un monitoreo y análisis de las rutinas de ejercicio (Fukushima et al. 2024). De los problemas relacionados se llega al objetivo general de esta investigación: determinar el impacto del uso de un aplicativo móvil mediante la estimación de poses humanas al monitorear una rutina de ejercicios de fortalecimiento. Para lograr este objetivo, se han definido los siguientes objetivos específicos: evaluar la precisión de rutina al monitorear una rutina de ejercicios de fortalecimiento y evaluar la percepción de rutina al monitorear una rutina de ejercicios de fortalecimiento.

Bhamidipati et al. (2023); Chaudhary et al. (2023) en sus investigaciones presentaron modelos de entrenamiento con un enfoque que busca lograr una estimación precisa de la postura en tiempo real utilizando aprendizaje profundo y visión por computadora. En la que ambos usaron Mediapipe potenciado con la librería OpenCV como la base del sistema propuesto, ofreciendo una retroalimentación en tiempo real al usuario sobre su postura y sugerencias de

medidas reparadoras. Ambos sugieren que los sistemas propuestos cumplen la función de entrenador IA o tutor IA, asistiendo a entusiastas para mejorar tanto su forma como su técnica, a la vez que disminuyen la probabilidad de sufrir lesiones.

Recientes estudios que desarrollaron “exergames” para el monitoreo del ejercicio físico en adultos, ya sea, para rehabilitación, supervisión o motivar a los usuarios a realizar ejercicios físicos, se relacionan positivamente al encontrar un gran potencial en dichos sistemas. (Fernandez-Cervantes et al. 2018; Dorado et al. 2019; Mateo et al. 2018) No obstante, estos se desarrollaron con el uso de Microsoft Kinect, que, a diferencia de un aplicativo móvil, estos no son versátiles y su precisión y rendimiento están directamente relacionadas con el número de Kinects conectados al sistema. (Pathirana et al. 2016; Wang et al. 2022) Todos los autores mencionados anteriormente llegaron a la conclusión que existe un potencial en los sistemas propuestos de monitoreo de ejercicio físico, a pesar de ello, y aunque Kinects ofrece métricas robustas, se desestima su inclusión ya que puede influir en la satisfacción final del usuario.

Haberkamp, Garcia y Bazett-Jones (2022); Lidstone et al. (2021); Itokazu (2022) investigaron la validez y confiabilidad del análisis de movimiento del cuerpo humano proporcionado por OpenPose en comparación a técnicas y modelos similares, en los tres estudios se aplicó una comparación de OpenPose y otras tecnologías de software de análisis convencional, en las que con muestras seleccionadas de 22, 40 y 9 personas respectivamente se llegaron a resultados similares que apuntan a que OpenPose y tecnologías similares son una alternativa aceptable al análisis de movimiento 3D y 2D tradicional demostrando así que se pueden sustituir sistemas robusto que son difíciles de replicar en un entorno cotidiano.

Liang et al. (2022); Van Hooren et al. (2023) investigaron la precisión de las técnicas de visión por computadora (OpenPose) para evaluar la propuesta de un sistema de estimación de poses sin marcadores. En ambos estudios, se utilizaron métricas de precisión como los errores cuadráticos medios (RMSE) para medir las diferencias entre los enfoques basados en marcadores y sin marcadores, con una muestra de 30 y 40 participantes, sin previa estimación del tamaño de muestra (Posteriormente se consideró suficiente información), y con resultados que

corroboran el potencial de los algoritmos de estimación, si bien se observaron algunas diferencias significativas en ciertas condiciones, especialmente a velocidades más altas, los resultados indican que estas técnicas tienen un rendimiento comparable a los enfoques basados en marcadores, lo que las convierte en herramientas prometedoras tanto en entornos clínicos como de investigación. Lo que da paso a adoptar los sistemas de estimación de poses sin marcadores como técnicas de utilidad para facilitar la recopilación de datos a gran escala en investigaciones de grupo.

Sitar, Saadat y Sur (2022) y Xu y Zhu (2023) llevaron a cabo investigaciones centradas en la estimación de la postura humana y la salud utilizando tecnología avanzada y técnicas de aprendizaje automático, en ambos artículos se destaca su enfoque en la población objetivo, que incluyó individuos realizando ejercicios físicos con el objetivo de lograr una mayor precisión en sus resultados. Utilizaron tecnología inalámbrica para recopilar datos, ya sea a través de señales de ondas milimétricas o nano biosensores, y emplearon métodos de aprendizaje automático para procesar esta información. En cuanto a los resultados, ambos artículos buscaban mejorar la precisión en la estimación, ya sea en la clasificación de ejercicios, la estimación de repeticiones o la evaluación de parámetros de salud.

Según ASALE y RAE (2023), la rutina es una secuencia de instrucciones invariable que se puede usar repetidamente en un programa, lo que permite comprender a una rutina de ejercicios o también llamado programa de entrenamiento como un conjunto de ejercicios dirigido a activar ciertos músculos en un determinado periodo de tiempo. (Wan 2023; Quezada-Muñoz et al. 2021) Esta visión ayuda a comprender que las rutinas de ejercicio buscan mejorar una aptitud física en concreto siendo de gran apoyo para el rendimiento en ciertas disciplinas y salud física.

Los ejercicios que trabajan los músculos principales, como piernas, caderas, espalda, abdomen, etc., se denominan ejercicios de fortalecimiento. (World Health Organization 2019). Este tipo de ejercicios se distinguen por involucrar el empleo de resistencia o carga para desafiar y fortalecer los músculos, lo que resulta en una serie de ventajas notables. La práctica constante de ejercicios de fortalecimiento favorece el incremento de la masa muscular, la mejora de la fuerza, la resistencia

y la estabilidad en estas áreas musculares fundamentales. Estos han demostrado ser de excelente ayuda al mantener una composición corporal favorable (Feter et al. 2023; Heo y Jee 2024) puesto que como ejemplo de impactos positivos, se demostró que en adultos mayores se tiende a preservar la cognición y la movilidad (Heo y Jee 2024; Shahtahmassebi et al. 2022b), lo cual se convierte en ventajas para la salud de las personas que la ejecutan de forma recurrente.

El diseño de ejercicio se refiere a la creación de programas de actividad física personalizados y continuos para personas con discapacidades o diagnósticos de salud, con el propósito de aumentar la función física y mejorar la calidad de vida. (Rimmer y Lai 2017; González-Hernández et al. 2019) se basa en la identificación de objetivos a corto y largo plazo y se enfoca en la mejora y la prevención de la salud, maximizando los beneficios y evitando el deterioro futuro de la salud.

El modelo cinemático incluye una serie de posiciones y orientaciones de las extremidades para representar la estructura del cuerpo humano, aunque puede representar texturas e información de forma, tiene la ventaja de ser una representación gráfica flexible (Toshpulatov et al. 2022). Pese a estas consideraciones que pueden señalar otros modelos complementarios que puedan abordar tanto la estructura como los aspectos visuales del cuerpo humano, no se considera oportuno ya que son factores que no se tienen en cuenta durante los ejercicios de fortalecimiento.

El concepto de una aplicación móvil es fundamental en el contexto de esta investigación, ya que constituye el punto de partida para comprender su relevancia en el desarrollo de un aplicativo dedicado al monitoreo de rutinas de ejercicios de fortalecimiento. En esencia, una aplicación móvil se puede definir como un diminuto conjunto de programas y funcionalidades diseñado específicamente para ejecutarse en dispositivos móviles, como teléfonos inteligentes y tabletas (Serna 2016). Estas aplicaciones están destinadas a facilitar la realización de tareas concretas, ofreciendo una amplia gama de utilidades que van desde la gestión de datos hasta la interacción en tiempo real.

Las redes neuronales convolucionales (CNN) representan un algoritmo del aprendizaje profundo, que constituye una especialización dentro del ámbito del Machine Learning, sobresaliendo notablemente por su habilidad para identificar,



clasificar y/o cotejar imágenes (Armada Carrión 2021). A diferencia de las redes neuronales estándar, las CNN procesan información de manera distintiva. Emplean filtros, a menudo llamados "kernels", que examinan porciones específicas de una imagen. A medida que la información se desplaza por las capas consecutivas de la red, estas son capaces de detectar detalles y patrones cada vez más elaborados en el contenido visual. Gracias a esta estructura multicapa y organizada, las CNN son particularmente efectivas en actividades vinculadas a la interpretación de imágenes y el reconocimiento visual.

El aprendizaje profundo, también conocido como deep learning, se puede describir como un enfoque en el ámbito del aprendizaje automático que se apoya en el empleo de redes neuronales artificiales con múltiples capas para afrontar tareas complejas. (Janiesch, Zschech y Heinrich 2021). Su rendimiento ha sido excepcional en una diversidad de aplicaciones, superando con frecuencia a los modelos de aprendizaje automático más superficiales y a las metodologías tradicionales de análisis de datos. Los avances más recientes en el ámbito de la visión por computadora (CV) han utilizado el aprendizaje profundo para dotar a las computadoras de la capacidad de reconocer imágenes de manera equiparable al discernimiento humano (Ward et al. 2021), aunque para los seres humanos esta tarea resulta natural y se lleva a cabo sin esfuerzo, cuando se intenta que una máquina la realice, se enfrenta a una serie de desafíos que requieren soluciones (Caballero Barriga 2017), estos desafíos exigen soluciones creativas y avanzadas para lograr que las máquinas puedan equipararse al nivel de percepción visual humano.

Los métodos tradicionales de análisis de movimiento se ven restringidos por su incapacidad para adquirir datos precisos de ubicación y seguimiento de movimiento (Liu et al. 2023). Este obstáculo se convierte en una limitación fundamental, ya que, para lograr una comprensión profunda y precisa del movimiento humano, es necesario obtener información detallada sobre las poses y trayectorias. Aquí es donde el aprendizaje profundo, como se menciona en investigaciones previas, emerge como una solución prometedora, al permitir que las computadoras analicen y comprendan de manera más completa y precisa las poses y movimientos humanos en imágenes y videos. La alta precisión en el

seguimiento de IMU tiene una amplia gama de aplicaciones potenciales, que incluyen la navegación en espacios interiores, la detección de gestos y la entrada de texto (Song et al. 2021), la navegación de vehículos autónomos y la estabilidad de drones hasta el monitoreo de movimientos humanos en el ámbito deportivo y del fitness. La estimación de la pose humana es un método para identificar los puntos clave del cuerpo de una persona y puede usarse para clasificar diferentes poses. (Kulkarni et al. 2023)

Este viene siendo un tema de investigación popular que incluye una amplia gama de enfoques en la que su importancia radica en particular que permite un razonamiento de alto nivel en el contexto de la interacción humano-computadora y el reconocimiento de actividades. (Zhang et al. 2021) Estos avances auguran aplicaciones y desarrollos prometedores en esta área de investigación en constante evolución.

Un aplicativo móvil mediante la estimación de poses humanas se comprende como el software desarrollado para dispositivos móviles con algoritmos de visión por computadora que ayudan a las cámaras inteligentes a "ver y comprender" la escena. (Del Sole 2018) Entendiendo como "ver" a los algoritmos capaces de segmentar, clasificar e identificar objetos, mientras que en "comprender" se utilizan algoritmos de aprendizaje más complejos para modelar y rastrear objetos. Por ello, gracias a los aportes de Kulkarni et al. (2023); Zhang et al. (2021); Del Sole (2018) se extiende que un aplicativo móvil con visión computacional para la estimación de poses humanas se define como aquel software con la capacidad de ver e identificar los puntos clave del cuerpo humano, ofreciendo gratos beneficios por ejemplo para la medición de actividades físicas o la interacción entre el humano y su dispositivo móvil. La dimensión que se emplea para la variable independiente se definen como la fiabilidad de los resultados que de acuerdo a (Sahu y Srivastava 2019) se considera como un proceso que implica evaluar metodologías establecidas, identificar factores clave de confiabilidad y brindar la capacidad de anticipar la calidad del software con un riesgo mínimo.

El monitoreo de poses se define como la capacidad de rastrear y examinar la postura y movimiento del cuerpo humano mientras se realizan movimientos, este es crucial para garantizar una ejecución adecuada y prevenir lesiones. La

integración de la estimación de las poses humanas en un aplicativo móvil facilita este proceso, proporcionando una retroalimentación en tiempo real a los usuarios sobre su desempeño (Taware et al. 2021). A través de un aplicativo móvil con estimación de poses humanas, se simplifica el proceso de reconocer y corregir la postura en tiempo real, lo cual es beneficioso para mejorar el rendimiento y evitar lesiones.

Las dimensiones que se emplearán para monitorear una rutina de ejercicios de fortalecimiento se definen como: la precisión de la rutina que es esencial para asegurar que los ejercicios se ejecuten de manera adecuada. Un análisis en la epidemiología de los ejercicios de fortalecimiento muscular indica que los estudios venideros deberían enfocarse en la creación de evaluaciones respaldadas por dispositivos tecnológicos para perfeccionar la precisión en las mediciones (Bennie, Shakespear-Druery y De Cocker 2020) y las limitaciones que implican en una revisión literal indica que la reducida tasa de participación y los obstáculos particulares para el entrenamiento de fuerza, como el saber especializado y el equipo requerido, pueden impactar en la eficacia de las intervenciones de entrenamiento de fuerza (Ma et al. 2022), adicionalmente, para asegurar una adaptación precisa y focalizada con un riesgo reducido de lesiones, es crucial entender claramente las condiciones de carga específicas del participante, así como la cinemática y la cinética tanto externa como interna de los ejercicios de resistencia (Schellenberg, Taylor y Lorenzetti 2017).

La precisión de rutina como dimensión consta de indicadores como la proporción de identificación que como establecen (Tsai, Chang y Huang 2001; Stead, Preece y Brown 2006) se utilizan en varios campos, incluido el cálculo de las razones de probabilidad para los datos genéticos, la evaluación de las relaciones señal-ruido en la espectrometría de masas y los métodos de identificación de hablantes, y la percepción de rutina como (Pentland 1984; Kenyon y Sen 2015) sugieren, es el proceso en el que un individuo interpreta la información sensorial para comprender e interactuar con el entorno, involucrando el aprendizaje, la memoria y las experiencias subjetivas.

De los objetivos mencionados se permitió formular la siguiente hipótesis general: contribuye significativamente un aplicativo móvil mediante la estimación de

poses humanas a monitorear una rutina de ejercicios de fortalecimiento. Y las siguientes hipótesis específicas: la precisión al monitorear una rutina de ejercicios de fortalecimiento con un aplicativo móvil mediante la estimación de poses humanas es significativa y la percepción de las rutinas de ejercicio de fortalecimiento con un aplicativo móvil mediante la estimación de poses humanas es significativa.

## II. METODOLOGÍA

El presente proyecto de investigación se relacionó con el campo de la investigación aplicada práctica, siguiendo la propuesta de Lozada (2014) de fomentar la generación de sabiduría aplicable de manera inmediata a cuestiones sociales o económicas, utilizando los avances tecnológicos como base.

Se empleó un enfoque cuantitativo, ya que se recolectaron y analizaron datos numéricos para responder a las preguntas de investigación y probar hipótesis relacionadas con la efectividad del aplicativo móvil. Este enfoque permitió medir con precisión las variables involucradas y analizar estadísticamente los resultados obtenidos, lo cual es fundamental para evaluar la validez y fiabilidad de los hallazgos. (Ishtiaq 2019).

Se empleó un diseño preexperimental de corte transversal, realizando investigaciones controladas en entornos específicos para determinar si un tratamiento específico producía resultados positivos bajo condiciones ideales (Serna 2020).

El presente estudio consideró dos variables principales: la variable independiente, definida como el uso de una aplicación móvil basada en la estimación de poses humanas, y la variable dependiente, que comprende la precisión y percepción del usuario al realizar ejercicios de fortalecimiento. La aplicación móvil se conceptualizó como una herramienta que utiliza algoritmos de visión por computadora para identificar y analizar las poses del cuerpo humano durante la ejecución de ejercicios (Chen, Tian y He 2020). La precisión se operacionalizó como la sumatoria de poses ejecutadas erróneamente por su valor de error (Day et al. 2004), mientras que la percepción del usuario se midió a través de un cuestionario que evaluaba aspectos como la satisfacción, facilidad de uso y utilidad percibida (Masoner, Lang y Melcher 2011).

La población objetivo estuvo compuesta por individuos interesados en practicar ejercicios de fortalecimiento. Los criterios de inclusión y exclusión se determinaron por la edad, la experiencia en ejercicio físico y las condiciones de salud generales. Los criterios de inclusión fueron: individuos entre 18 y 50 años que expresaran su interés, deseo y voluntad de participar, y que se encontraron en uno

de los siguientes grupos de experticia: sedentarios, ocasionales y activos. Los criterios de exclusión incluyeron a aquellos individuos que no cumplieran con los criterios de inclusión, presentaban contraindicaciones médicas para realizar ejercicio físico o tenían discapacidades que afectaban la movilidad.

La muestra estuvo compuesta por un subconjunto de individuos que cumplieran con los criterios de inclusión. Se estimó como recomendable un total de 27 individuos para obtener resultados preliminares significativos. Se empleó un método de muestreo no probabilístico por cuotas, seleccionando individuos accesibles y dispuestos a participar en la investigación, y que se encuentren accesibles en el lugar y momento de la investigación. La unidad de análisis fue el individuo que está interesado en realizar ejercicios de fortalecimiento, con el objetivo de monitorizar su postura y movimientos durante la ejecución de los ejercicios.

El proceso de reclutamiento de los participantes se realizó mediante comunicación con familiares, amigos, compañeros y conocidos, invitándolos a participar en el estudio. Se les proporcionó información detallada sobre el estudio, sus objetivos, procedimientos y el compromiso requerido. Aquellos interesados en participar fueron evaluados para verificar que cumplieran con los criterios de inclusión y exclusión. Antes de su inclusión en el estudio, los participantes seleccionados firmaron un consentimiento informado, que aseguró que los participantes comprendan la naturaleza, los beneficios y los riesgos del estudio (Emanuel, Wendler y Grady 2000)

El estudio del monitoreo en rutinas de ejercicios se enfocó en la precisión, desglosada en dos indicadores: la proporción de identificación y la percepción de la rutina. La proporción de identificación hace referencia a la habilidad de discernir y detectar adecuadamente las poses humanas durante los ejercicios. Por su parte, la percepción de la rutina hace referencia a cómo el individuo interpreta y siente la rutina, es decir, una alta precisión en el monitoreo no solo garantiza una identificación adecuada de las poses, sino que también potencia una percepción más nítida y ajustada de la rutina. Para medir estos indicadores, se optó por una técnica de observación directa y la encuesta.

Durante este proceso, los observadores utilizaron una ficha de registro y el cuestionario, que permitió registrar sistemáticamente los datos relevantes. El acto

de observar se facilitó con materiales básicos como papel y lapicero, y se complementó con grabaciones de las rutinas, que ofrecen una oportunidad de revisar y validar las observaciones en un momento posterior.

Para la investigación de la precisión en el monitoreo en rutinas de ejercicios de fortalecimiento mediante una aplicación móvil con estimación de poses humanas, se recopilaron datos mediante la técnica de observación directa y grabaciones de las sesiones.

En este estudio, la precisión de ejecución de rutina se calcula mediante la proporción de identificación que es una modificación de la escala de calificación de ratio de categorías de percepción de esfuerzo (RPE), esta para centrarse en las poses y no tanto en el esfuerzo de realización, por ello se definió el siguiente cuadro de rating:

**Tabla 1.** Modificación de la calificación de ratio de percepción de esfuerzo

| <b>Código</b> | <b>Descripción</b>  | <b>Rating</b> |
|---------------|---|---------------|
| M01           | Una extremidad incorrecta                                 | 0,9           |
| M02           | Dos extremidades incorrectas                              | 1             |
| M03           | Dorso o espalda incorrecta                                | 1,1           |
| M03           | Posición incorrecta o tres o más extremidades incorrectas | 1,2           |

Fuente: Elaboración propia

Para realizar las fichas de registro se indicó una rutina de ejercicios de fortalecimientos con un total de seis ejercicios de fortalecimiento: plancha, planchas laterales en ambos lados, bird dog en ambos lados y puente, con una duración de 5 minutos a más. Cada una con 30 segundos de ejecución a excepción del puente que requiere un minuto y un corto periodo de tiempo de 20 segundos a un minuto de descanso en cada una dependiendo de la experticia. Las observaciones se catalogaron en fichas de registro y cuestionarios, enfocándose en la proporción de identificación y la percepción de la rutina. Los datos recopilados se introdujeron en un software especializado para evaluar su concordancia con las expectativas. Se utilizó la prueba T de Student para determinar diferencias estadísticas significativas entre los grupos pre y post intervención, porque es capaz de evaluar si las medias de los dos grupos son estadísticamente diferentes, lo que es fundamental para comprender el verdadero impacto de la intervención. Una vez analizada y

contrastada toda la información, se presentaron los resultados de manera gráfica, destacando los hallazgos más relevantes por cada indicador.

Durante la ejecución de este proyecto, se siguieron los estándares éticos de la Universidad César Vallejo, garantizando la integridad y transparencia del participante, a lo largo de la investigación, se mantuvo un compromiso inquebrantable con la honestidad y la objetividad. Se obtuvo el consentimiento informado de los participantes, asegurando su autonomía y bienestar. Todos fueron tratados con justicia, evitando discriminaciones y respetando la propiedad intelectual ajena y se aseguró un almacenamiento seguro de los datos y su privacidad. Dado el involucramiento humano, se siguió un protocolo estricto de ética, asegurando la dignidad y bienestar de los participantes. Al finalizar, se compartirán los resultados con ellos y con las instituciones asociadas, valorando su contribución y buscando siempre la transparencia.



### III. RESULTADOS

Se presentan los resultados de acuerdo a los indicadores: Proporción de identificación y percepción de rutina. Por medio de pre y post test se evaluó los 2 primeros indicadores, donde el Pre-test identificó el estado inicial de la ejecución de la rutina de ejercicios previo al aplicativo móvil y el Post-test es donde se conoció el estado final de la ejecución de la rutina de ejercicios a la par del aplicativo móvil.

Se tabulo la información obtenida de los cuestionarios y se realizó un análisis descriptivo e inferencial del indicador de proporción de identificación de la rutina:

**Tabla 2.** Matriz del indicador pre y post test de proporción de identificación

| Núm.     | Pre-test | Post-test | Diferencia |
|----------|----------|-----------|------------|
| 1        | 115      | 17,1      | 97,9       |
| 2        | 119,7    | 15,3      | 104,4      |
| 3        | 38,5     | 8,8       | 29,7       |
| 4        | 50       | 12        | 38         |
| 5        | 27,2     | 9,1       | 18,1       |
| 6        | 136,5    | 12        | 124,5      |
| 7        | 120,5    | 20,4      | 100,1      |
| 8        | 66,6     | 15        | 51,6       |
| 9        | 33,5     | 13,1      | 20,4       |
| 10       | 35,7     | 8,9       | 26,8       |
| 11       | 98,6     | 26,7      | 71,9       |
| 12       | 68,2     | 13,4      | 54,8       |
| 13       | 22       | 10,4      | 11,6       |
| 14       | 46,1     | 16,8      | 29,3       |
| 15       | 37,4     | 5,8       | 31,6       |
| 16       | 29,7     | 7,1       | 22,6       |
| 17       | 108,9    | 16,5      | 92,4       |
| 18       | 64       | 13,4      | 50,6       |
| 19       | 134      | 21,6      | 112,4      |
| 20       | 58,9     | 18,1      | 40,8       |
| 21       | 120      | 21,5      | 98,5       |
| 22       | 162      | 22,5      | 139,5      |
| 23       | 15,3     | 9         | 6,3        |
| 24       | 28,5     | 10,5      | 18         |
| 25       | 55,5     | 10,9      | 44,6       |
| 26       | 90       | 10,9      | 79,1       |
| 27       | 87       | 14,5      | 72,5       |
| Promedio | 72.93    | 14.12     | 58.81      |

Fuente: elaboración propia.

Los análisis descriptivos de las pruebas pre y post del indicador de proporción de

identificación se presentan a continuación:

**Tabla 3.** Análisis descriptivo del primer indicador

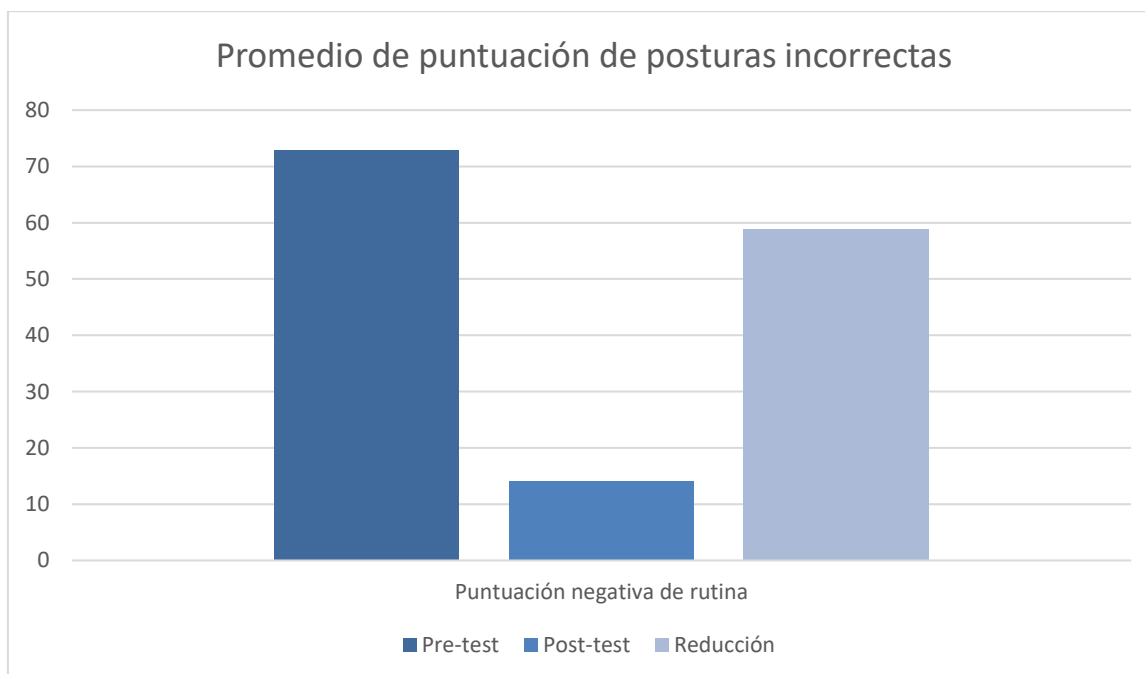
| Prueba           | Núm. | Mínimo | Máximo | Suma    | Media   | Desviación |          |
|------------------|------|--------|--------|---------|---------|------------|----------|
|                  |      |        |        |         |         | estándar   | Varianza |
| <b>Pre-test</b>  | 27   | 15,30  | 162,00 | 1969,30 | 72,9370 | 41,92867   | 1758,013 |
| <b>Post-test</b> | 27   | 5,80   | 26,70  | 381,30  | 14,1222 | 5,19773    | 27,016   |

Fuente: elaboración propia.

En el Pre test, se analizaron un total de 27 unidades, obteniendo un puntaje mínimo de 15,3 en posturas incorrectas y un máximo de 162. La puntuación total sumó 1969,3 posturas incorrectas, con una media de 72,94, una desviación estándar de 41,93 y una varianza de 1758,01.

En el Post test, se analizaron 27 unidades, registrando un puntaje mínimo de 5,8 en posturas incorrectas y un máximo de 26,7. La suma total de puntuaciones fue de 381,3 posturas incorrectas, con una media de 14,12, una desviación estándar de 5,2 y una varianza de 27,02.

**Figura 1.** Gráfico del promedio de puntuación de posturas incorrectas



Fuente: elaboración propia.

Según la figura, se hace alusión a la puntuación promedio de rutina, es

evidente una reducción del 80.71% en las posturas incorrectas en el post test con respecto al pre test.

**Tabla 4.** Análisis descriptivo del primer indicador por grupo experticia

| Prueba      | Núm.       | Mínimo | Máximo | Suma   | Media  | Desviación |          |          |
|-------------|------------|--------|--------|--------|--------|------------|----------|----------|
|             |            |        |        |        |        | estándar   | Varianza |          |
| <b>Pre</b>  | Activo     | 8      | 15,30  | 90,00  | 378,20 | 47,28      | 23,70122 | 561,748  |
|             | Ocasional  | 10     | 22,00  | 115,00 | 626,30 | 62,63      | 30,48187 | 929,145  |
|             | Sedentario | 9      | 29,70  | 162,00 | 964,80 | 107,20     | 45,43894 | 2064,697 |
| <b>Post</b> | Activo     | 8      | 5,80   | 16,80  | 84,70  | 10,59      | 3,32842  | 11,078   |
|             | Ocasional  | 10     | 8,90   | 26,70  | 146,60 | 14,66      | 5,16596  | 26,687   |
|             | Sedentario | 9      | 7,10   | 22,50  | 150,00 | 16,67      | 5,28654  | 27,948   |

Fuente: Elaboración propia

En todos los grupos de experticia se evidencia una mejora descriptiva en relación a la media, para el grupo de personas activas es una mejora en la realización de la rutina del 77.47%, en el grupo de ocasionales es una mejora del 76.63% y para el grupo sedentario es una mejora del 84.41%.

Con el propósito de evaluar si los datos recopilados exhiben una distribución normal, se realiza la prueba de normalidad utilizando el software estadístico SPSS, en la presente investigación se usa una variable calculada que corresponde a la diferencia de las pruebas para obtener una sola significancia, donde los datos son los siguientes:

**Tabla 5.** Prueba de normalidad del primer indicador.

|            | Pruebas de normalidad |    |      |              |    |      |
|------------|-----------------------|----|------|--------------|----|------|
|            | Kolmogórov-Smirnov    |    |      | Shapiro-Wilk |    |      |
|            | Estadístico           | gl | Sig. | Estadístico  | gl | Sig. |
| Diferencia | ,134                  | 27 | ,200 | ,929         | 27 | ,045 |

Fuente: elaboración propia.

Como se observa, al referirse de una muestra menor a 50 unidades, se considera la prueba de Shapiro Wilk, se puede observar también que los datos no son normales o no siguen una distribución normal, ya que el p-valor < 0.05, se empleó la prueba de Wilcoxon.

Para ello definiremos la hipótesis nula como la afirmación de igualdad o

superioridad entre la puntuación de posturas incorrectas tradicional frente a la puntuación de posturas incorrectas con aplicativo móvil basado en la estimación de poses humanas ( $H_0 = PPIA - PPID \geq 0$ ), siendo así la hipótesis alternativa la afirmación de disminución entre la puntuación de posturas incorrectas tradicional frente a la puntuación de posturas incorrectas con aplicativo móvil basado en la estimación de poses humanas ( $H_1 = PPIA - PPID < 0$ ).

Se empleó un nivel de significancia del 5%, lo que implica un nivel de confianza del 95%. Dado que  $N = 27$ , los grados de libertad  $(N-1) = 26$ , que sería el valor crítico.

**Tabla 6.** Prueba de rangos con signo de Wilcoxon del primer indicador

|         |                  | N               | Rango promedio | Suma de rangos |
|---------|------------------|-----------------|----------------|----------------|
| Pruebas | Rangos negativos | 27 <sup>a</sup> | 14,00          | 378,00         |
|         | Rangos positivos | 0 <sup>b</sup>  | ,00            | ,00            |
|         | Empates          | 0 <sup>c</sup>  |                |                |
|         | Total            | 27              |                |                |

Fuente: Elaboración propia

- a. Post-test < Pre-test
- b. Post-test > Pre-test
- c. Post-test = Pre-test

De acuerdo a los resultados, tenemos los datos de los rangos obtenidos, el conjunto total de 27 unidades de análisis se encuentra dentro de los rangos negativos, es decir, la muestra en su totalidad obtuvo menores puntajes de posturas incorrectas en el post test en observancia al pre test.

**Tabla 7.** Estadístico de prueba de pre y post test

| Estadísticos de prueba <sup>a</sup> |                      |
|-------------------------------------|----------------------|
|                                     | Pre-test - Post-test |
| Z                                   | -4,541 <sup>b</sup>  |
| Sig. asin. (bilateral)              | <,001                |

Fuente: Elaboración propia

- a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon
- b. Se basa en rangos positivos.

En última instancia, la tabla revela un valor de significancia bilateral inferior

al 0.001%, que corresponde al p-valor. Al compararlo con el nivel de significancia establecido (0.05%), podemos notar que es menor. En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0: PPIA - PPID \geq 0$ ) y se acepta la hipótesis alternativa ( $H_1: PPIA - PPID < 0$ ). Por lo tanto, la puntuación de posturas incorrectas tradicional es menor que la puntuación de posturas incorrectas con el aplicativo móvil basado en la estimación de poses humanas.

Se tabulo la información obtenida de los cuestionarios y se realizó un análisis descriptivo e inferencial del indicador de percepción de rutina:

**Tabla 8.** Matriz del indicador pre y post test de percepción de rutina

| Núm.     | Pre-test  | Post-test | Diferencia  |
|----------|-----------|-----------|-------------|
| Ítem 1   | 3,3 pts.  | 3,85 pts. | - 0,56 pts. |
| Ítem 2   | 3,37 pts. | 4,26 pts. | - 0,89 pts. |
| Ítem 3   | 3,22 pts. | 4,07 pts. | - 0,85 pts. |
| Ítem 4   | 3,41 pts. | 4,44 pts. | - 1,04 pts. |
| Ítem 5   | 3,52 pts. | 4,3 pts.  | - 0,78 pts. |
| Ítem 6   | 3,96 pts. | 4,67 pts. | - 0,7 pts.  |
| Promedio | 3,46 pts. | 4,27 pts. | - 0,8 pts.  |

Fuente: Elaboración propia

Los análisis descriptivos de las pruebas pre y post del indicador de percepción de rutina se presentan a continuación:

**Tabla 9.** Análisis descriptivo del segundo indicador

| Prueba    | Núm. | Mínimo | Máximo | Suma  | Media  | Desviación estándar | Varianza |
|-----------|------|--------|--------|-------|--------|---------------------|----------|
| Pre-test  | 6    | 3,22   | 3,96   | 20,78 | 3,4630 | ,26476              | ,070     |
| Post-test | 6    | 3,85   | 4,67   | 25,59 | 4,2654 | ,28344              | ,080     |

Fuente: elaboración propia.

En el Pre test, se observa que se obtuvo una media de 3,46 puntos en el puntaje de percepción de rutina. Además, se registra un puntaje de valoración de satisfacción con un mínimo de 3,22 y un máximo de 3,96, alcanzando una sumatoria total de 20,78 puntos, con una desviación estándar de 0,26 y una varianza de 0,07.

En el Post test, considerando los mismos ítems, se obtiene una media de 4,26 puntos, con un puntaje mínimo de 3,85 y un máximo de 4,67 puntos. La sumatoria total alcanza los 25,59 puntos, con una desviación estándar de 0,28 y

una varianza de 0,08.

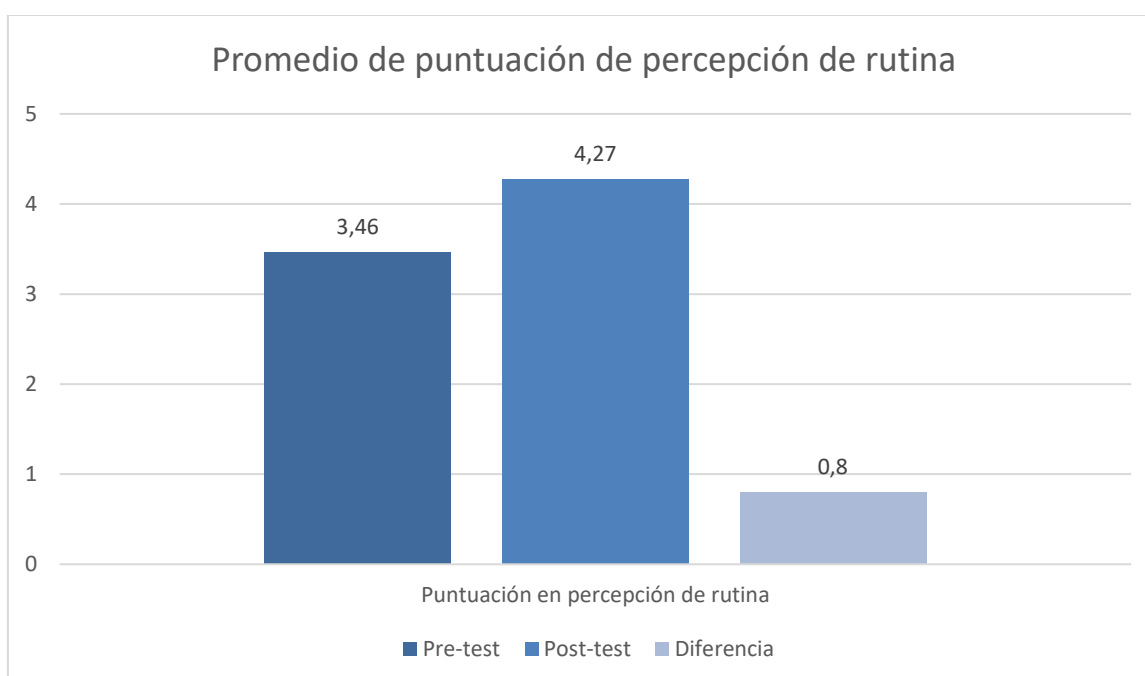
**Tabla 10.** Análisis descriptivo del segundo indicador según experticia

| Prueba      |            | Núm. | Mínimo | Máximo | Suma  | Media | Desviación |          |
|-------------|------------|------|--------|--------|-------|-------|------------|----------|
|             |            |      |        |        |       |       | estándar   | Varianza |
| <b>Pre</b>  | Activo     | 8    | 3.50   | 4.00   | 31.00 | 3.88  | 0.19376    | 0.038    |
|             | Ocasional  | 10   | 3.00   | 4.17   | 35.50 | 3.55  | 0.34293    | 0.118    |
|             | Sedentario | 9    | 2.33   | 3.67   | 26.99 | 2.30  | 0.46563    | 0.217    |
| <b>Post</b> | Activo     | 8    | 4.17   | 4.50   | 34.99 | 4.37  | 0.11771    | 0.014    |
|             | Ocasional  | 10   | 3.83   | 4.50   | 41.49 | 4.15  | 0.21408    | 0.046    |
|             | Sedentario | 9    | 3.83   | 4.83   | 38.65 | 4.29  | 0.32055    | 0.103    |

Fuente: Elaboración propia

En todos los grupos de experticia se evidencia un mayor nivel de satisfacción, para el grupo de personas activas se percibe una mayor satisfacción en un 12.62%, en el grupo de ocasionales un aumento en la satisfacción del 23.10% y para el grupo sedentario es una mejora del 84.41%.

**Figura 2.** Gráfico de barras del promedio de puntuación de percepción de rutina



Fuente: Elaboración propia

Según la figura, se nota un ligero incremento promedio de 0.8 puntos en el

post test en comparación con el pre test.

Con el propósito de evaluar si los datos recopilados exhiben una distribución normal, se realiza la prueba de normalidad utilizando el software estadístico SPSS, en la presente investigación se usa una variable calculada que corresponde a la diferencia de las pruebas para obtener una sola significancia, donde los datos son los siguientes:

**Tabla 11.** Prueba de normalidad del segundo indicador.

|            | Pruebas de normalidad |    |      |              |    |      |
|------------|-----------------------|----|------|--------------|----|------|
|            | Kolmogórov-Smirnov    |    |      | Shapiro-Wilk |    |      |
|            | Estadístico           | gl | Sig. | Estadístico  | gl | Sig. |
| Diferencia | ,134                  | 6  | ,200 | ,994         | 6  | ,997 |

Fuente: elaboración propia.

Al analizar una muestra de menos de 50 unidades, se optó por utilizar la prueba de Shapiro-Wilk para evaluar la normalidad de los datos. Se observa que los datos siguen una distribución normal, ya que el valor  $p \geq 0.05$ . Por lo tanto, se aplicó la prueba t de Student para muestras relacionadas.

Para ello definiremos la hipótesis nula como la afirmación de igualdad o superioridad entre la percepción de rutinas sin intervención frente a la puntuación de la percepción de rutinas con aplicativo móvil basado en la estimación de poses humanas ( $H_0 = PPRA - PPRD \geq 0$ ), siendo así la hipótesis alternativa la afirmación de disminución entre la puntuación de la percepción de rutina sin intervención frente a la puntuación de la percepción de la rutina con aplicativo móvil basado en la estimación de poses humanas ( $H_1 = PPRA - PPRD < 0$ ).

Se empleó un nivel de significancia del 5%, lo que establece un nivel de confianza del 95%. Dado que el número de ítems es 6, los grados de libertad (N-1) son 5, lo cual determina el valor crítico.

**Tabla 12.** Estadística de muestras emparejadas del segundo indicador

|       | Pruebas   | Media  | N | Desviación estándar | Media de error estándar |
|-------|-----------|--------|---|---------------------|-------------------------|
| Par 1 | Pre-test  | 3,4630 | 6 | ,26476              | ,10809                  |
|       | Post-test | 4,2654 | 6 | ,28344              | ,11571                  |

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 13.** Prueba de muestras emparejadas del segundo indicador

|       |      | Diferencias emparejadas |                |                         |  | t        | gl      | Significación  |                   |       |
|-------|------|-------------------------|----------------|-------------------------|--|----------|---------|----------------|-------------------|-------|
|       |      | Media                   | Desv. estándar | Media de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |          |         | P de un factor | P de dos factores |       |
|       |      |                         |                |                         | Inferior                                       | Superior |         |                |                   |       |
| Par 1 | Test | -,80247                 | ,16508         | ,06739                  | -,97571  | -,62923  | -11,907 | 5              | <,001             | <,001 |

Fuente: elaboración propia.

Concluimos que la significación es menor a 0.001, es decir, es inferior al nivel de significancia ,05%. Por tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. En este caso, de acuerdo al supuesto: La puntuación de la percepción de la rutina sin intervención es menor a la puntuación de la percepción de la rutina con aplicativo móvil basado en la estimación de poses humanas.



#### IV. DISCUSIÓN

El objetivo de la investigación fue determinar el impacto del uso de un aplicativo móvil mediante la estimación de poses humanas al monitorear una rutina de ejercicios de fortalecimiento, en este estudio, analizamos tanto la precisión del monitoreo de rutinas como la percepción de los usuarios sobre el uso de esta tecnología.

La práctica tradicional para monitorear rutinas de ejercicios es el análisis visual realizado por especialistas. Según investigaciones anteriores, como las de Fernandez-Cervantes et al. (2018), el enfoque se centró en automatizar pruebas funcionales con un análisis completo del movimiento. En contraste, el estudio se enfocó en ofrecer retroalimentación durante la realización de pruebas funcionales.

En esta investigación relacionada (Fernandez-Cervantes et al. 2018), se contó con la realización de tres cuestionarios que recopilan indicadores de la percepción individual para determinar qué tan cómodos se sentían los participantes en la ejecución de los ejercicios, se observó una diferencia significativa en el esfuerzo físico entre el ensayo 1 y el ensayo 2. El valor de Z es 2.146 y el valor p es menor que 0.05, lo que significa que la diferencia encontrada es estadísticamente significativa indicando que el esfuerzo físico fue menor en el ensayo, de manera similar, el estudio utilizó un cuestionario para captar la percepción de la rutina con y sin el uso del aplicativo móvil, encontramos una disminución entre la puntuación de la percepción de rutina sin intervención frente a la puntuación de la percepción de la rutina con aplicativo móvil basado en la estimación de poses humanas, indicando una mejora en la comodidad y la experiencia general durante la ejecución de la rutina de ejercicios cuando se utiliza la tecnología de monitoreo.

Por otro lado, en estudios previos (Albert y Arnrich 2024), utilizan árboles de regresión de aumento de gradiente predijeron mejor el esfuerzo percibido con un error porcentual absoluto medio del 8,08 % y un método de Spearman  $p=0.74$ . Los resultados mostrados en la tabla indican una significación bilateral menor al 0.001%, lo cual es considerablemente más bajo que el nivel de significancia estándar del 0.05%. Esto implica que el p-valor obtenido es suficientemente pequeño para rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna ( $H_1= PPIA$

– PPID < 0). Específicamente, esto significa que la puntuación de posturas incorrectas utilizando el aplicativo móvil basado en la estimación de poses humanas es significativamente menor que la puntuación de posturas incorrectas tradicionales, lo que complementa los hallazgos de Albert y Arnrich en términos de mejorar la experiencia y reducir el esfuerzo físico.

Los estudios de Albert y Arnrich (2024) demuestran que los modelos de aprendizaje automático, como los árboles de regresión de aumento de gradiente, pueden predecir el esfuerzo percibido con alta precisión. Aunque el presente estudio no utilizó exactamente el mismo modelo, sus resultados también indican una alta precisión en la estimación de poses humanas, reflejada en la significación estadística de dichas pruebas ( $p < 0.001\%$ ).

Los resultados del estudio indican que el aplicativo móvil basado en la estimación de poses humanas proporciona una retroalimentación efectiva que mejora la ejecución de las rutinas de ejercicios. La precisión en la estimación de poses no solo ayuda a reducir las posturas incorrectas, sino que también aumenta la comodidad percibida por los usuarios. Esta mejora en la experiencia del usuario es crucial para la adherencia a largo plazo a las rutinas de ejercicios.

La aplicabilidad del aplicativo móvil es amplia, pudiendo ser utilizado en gimnasios, clínicas de fisioterapia y para uso personal en casa. La capacidad de proporcionar retroalimentación inmediata sobre la postura ayuda a prevenir lesiones y mejorar la efectividad de los ejercicios.

Es importante destacar que al implementar una sola serie por ejercicio durante las sesiones de ejercicio da resultados que indican la efectividad del aplicativo móvil en la mejora de la ejecución de las rutinas de ejercicios, la inclusión de múltiples series de ejercicios es fundamental para la progresión continua (Baechle y Earle 2007), especialmente en individuos intermedios a avanzados en su entrenamiento de resistencia. Por lo tanto, futuros estudios podrían abordar esta limitación metodológica.

## **V. CONCLUSIONES**

Partiendo de los resultados adquiridos, junto a la discusión de resultados se concluye en relación al objetivo general que existe un impacto significativo del uso de un aplicativo móvil mediante la estimación de poses humanas al monitorear una rutina de ejercicios de fortalecimiento. Es decir, este impacto se evidencia en una reducción de las poses mal ejecutadas al usar un aplicativo móvil basado en la estimación de poses humanas, al igual que la percepción de la rutina se incrementa de manera positiva en aquellos que monitorizan su rutina con el aplicativo móvil basado en la estimación de poses humanas.

La estimación de poses humanas ha demostrado que su implementación en aplicaciones móviles genera un impacto significativo en la proporción de identificación durante la monitorización de ejercicios de fortalecimiento frente a un usuario que no posee el apoyo de agentes externos que puedan brindar un servicio similar, en promedio se puede rescatar que el aplicativo móvil propuesto genera una reducción del 80.61% en la identificación de poses.

De igual manera, la estimación de poses humanas ha demostrado que su implementación en aplicaciones móviles genera un impacto significativo en la percepción de la rutina de ejercicios de fortalecimiento frente a un usuario que no posee el apoyo de agentes externos que puedan brindar un servicio similar, en promedio se puede rescatar que el aplicativo móvil propuesto genera un punto más de satisfacción en los usuarios finales.

La propuesta desarrollada no solo brinda control en tiempo real de sus ejercicios, sino que también aumenta la confianza de los usuarios y la percepción positiva de sus propias prácticas. Este descubrimiento destaca la importancia de su incorporación en el ámbito del fitness y la salud al proporcionar una herramienta fácil de usar que podría revolucionar la forma en que las personas supervisan y mejoran su entrenamiento. Además, la significativa reducción en la identificación de poses incorrectas y el aumento en la satisfacción del usuario resaltan la facilidad de aprendizaje autónomo y una corrección de errores que reduce la necesidad de un instructor presente.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Este estudio abre la puerta a futuras investigaciones sobre el impacto de la tecnología en la automejora y el entrenamiento personal, sugiriendo que la sinergia entre innovación tecnológica y bienestar personal puede llevar a avances significativos en la calidad de vida.

Algunas recomendaciones como sugerencias para futuras investigaciones se relacionan a la elección de indicadores y el tratamiento de la información, es así que se recomienda como primer inciso explorar tecnologías de diferentes plataformas que son compatibles a Flutter como Windows y web para examinar el comportamiento y rendimiento de las mismas. Además de probar en diferentes plataformas, se incentiva a probar nuevas tecnologías o arquitecturas para examinar el comportamiento y rendimiento de las mismas.

Se sugiere aumentar el número de la muestra para futuras investigaciones y abundar en los grupos de experticia para examinar los cambios e información relevante ya sea como análisis descriptivo o inferencial para aplicaciones más personalizadas o consideraciones posteriores.

Se plantea mantener el uso de frameworks como Flutter por su amplio ecosistema y la enorme comunidad que tiene como apoyo, además se agradece y se recomienda el uso de paquetes como wakelock, flutter\_tts, hive, entre otros que facilitan y alivian las tareas de los desarrolladores.

Por último, se recomienda un análisis profundo de la rutina o conjunto de poses a diseñar basado en la población que se busca analizar, la metodología a emplear, la duración de la investigación u otros factores de importancia que puedan afectar a la unidad de análisis, con el fin de evitar cambios o correcciones durante la recopilación de datos.

## REFERENCIAS

- ALBERT, J.A. y ARNRICH, B., 2024. A computer vision approach to continuously monitor fatigue during resistance training. *Biomedical Signal Processing and Control*, vol. 89, ISSN 1746-8094. DOI 10.1016/j.bspc.2023.105701.
- ARMADA CARRIÓN, B., 2021. Utilización de técnicas de Machine Learning para mejorar la detección de infracción de marcas. En: Accepted: 2020-06-11T09:17:35Z [en línea], [consulta: 5 octubre 2023]. Disponible en: <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/handle/11531/46947>.
- ASALE, R.- y RAE, 2023. rutina | Diccionario de la lengua española. «*Diccionario de la lengua española*» - Edición del Tricentenario [en línea]. [consulta: 26 septiembre 2023]. Disponible en: <https://dle.rae.es/rutina>.
- BAECHLE, T.R. y EARLE, R.W., 2007. *Principios del entrenamiento de la fuerza y del acondicionamiento físico*. S.l.: Ed. Médica Panamericana. ISBN 978-84-9835-007-4.
- BARAHONA, J.D., 2019. Challenges and opportunities of mobile technology in physical education. *Retos*, vol. 40, no. 9, ISSN 1579-1726. DOI 10.47197/RETOS.V37I37.68851. Scopus
- BELTRÁN VÁSQUEZ, S.J., 2023. La satisfacción de la imagen corporal y la práctica del ejercicio físico en los adolescentes: Satisfaction of body image and the practice of physical exercise in adolescents. *Satisfação com a imagem corporal e a prática de exercícios físicos em adolescentes.*, vol. 18, no. 2, ISSN 19962452.
- BENNIE, J.A., SHAKESPEAR-DRUERY, J. y DE COCKER, K., 2020. Muscle-strengthening Exercise Epidemiology: a New Frontier in Chronic Disease Prevention. *Sports Medicine - Open*, vol. 6, ISSN 2199-1170. DOI 10.1186/s40798-020-00271-w.
- BHAMIDIPATI, V.S.P., SAXENA, I., SAISANTHIYA, D. y RETNADHAS, M., 2023. Robust Intelligent Posture Estimation for an AI Gym Trainer using Mediapipe and OpenCV. *Proceedings of the 1st IEEE International Conference on Networking and Communications 2023, ICNWC 2023*. S.l.: s.n., ISBN 9798350336009. DOI 10.1109/ICNWC57852.2023.10127264. Scopus
- BRUCKER, D.L., HOUTENVILLE, A.J. y LAUER, E.A., 2016. Using Sensory, Functional, and Activity Limitation Data to Estimate Employment Outcomes for Working-Age Persons With Disabilities in the United States. *Journal of Disability Policy Studies*, vol. 27, no. 3, ISSN 1044-2073. DOI 10.1177/1044207315578949.
- CABALLERO BARRIGA, E.R., 2017. Aplicación Práctica de la Visión Artificial para el Reconocimiento de Rostros en una Imagen, Utilizando Redes Neuronales y Algoritmos de Reconocimiento de Objetos de la Biblioteca OPENCV. En: Accepted: 2017-07-31T17:28:45Z [en línea], [consulta: 27

septiembre 2023]. Disponible en:  
<http://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/6104>.

CAREL, H., 2021. 'Creatures of a Day': Contingency, Mortality, and Human Limits. *Royal Institute of Philosophy Supplements*, vol. 90, ISSN 1358-2461, 1755-3555. DOI 10.1017/S1358246121000369.

CHAUDHARY, I., THOIBA SINGH, N., CHAUDHARY, M. y YADAV, K., 2023. Real-Time Yoga Pose Detection Using OpenCV and MediaPipe. *2023 4th International Conference for Emerging Technology, INCET 2023*. S.l.: s.n., ISBN 9798350335750. DOI 10.1109/INCET57972.2023.10170485. Scopus

CHEN, Y., TIAN, Y. y HE, M., 2020. Monocular human pose estimation: A survey of deep learning-based methods. *Computer Vision and Image Understanding*, vol. 192, ISSN 1077-3142. DOI 10.1016/j.cviu.2019.102897.

Cisco Annual Internet Report (2018–2023) White Paper. *Cisco* [en línea], 2020. [consulta: 18 abril 2024]. Disponible en:  
<https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/executive-perspectives/annual-internet-report/white-paper-c11-741490.html>.

DAY, M.L., MCGUIGAN, M.R., BRICE, G. y FOSTER, C., 2004. MONITORING EXERCISE INTENSITY DURING RESISTANCE TRAINING USING THE SESSION RPE SCALE. *The Journal of Strength & Conditioning Research* [en línea], vol. 18, no. 2, [consulta: 1 junio 2024]. ISSN 1064-8011. Disponible en: [https://journals.lww.com/nsca-jscr/abstract/2004/05000/monitoring\\_exercise\\_intensity\\_during\\_resistance.27.aspx](https://journals.lww.com/nsca-jscr/abstract/2004/05000/monitoring_exercise_intensity_during_resistance.27.aspx).

DEL SOLE, A., 2018. Computer Vision on Mobile Apps with Xamarin. En: A. DEL SOLE (ed.), *Microsoft Computer Vision APIs Distilled : Getting Started with Cognitive Services* [en línea]. Berkeley, CA: Apress, pp. 43-67. [consulta: 28 septiembre 2023]. ISBN 978-1-4842-3342-9. Disponible en: [https://doi.org/10.1007/978-1-4842-3342-9\\_4](https://doi.org/10.1007/978-1-4842-3342-9_4).

DORADO, J., DEL TORO, X., SANTOFIMIA, M.J., PARREÑO, A., CANTARERO, R., RUBIO, A. y LOPEZ, J.C., 2019. A computer-vision-based system for at-home rheumatoid arthritis rehabilitation. *International Journal of Distributed Sensor Networks* [en línea], vol. 15, no. 9, [consulta: 27 septiembre 2023]. ISSN 1550-1329. DOI 10.1177/1550147719875649. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/1550147719875649>.

FERNANDEZ-CERVANTES, V., NEUBAUER, N., HUNTER, B., STROULIA, E. y LIU, L., 2018. VirtualGym: A kinect-based system for seniors exercising at home. *Entertainment Computing* [en línea], vol. 27, [consulta: 27 septiembre 2023]. ISSN 1875-9521. DOI 10.1016/j.entcom.2018.04.001. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1875952117300666>.

- FETER, N., SCHAUN, G.Z., SMITH, E.C., CASSURIAGA, J., ALT, R., REDIG, L., ALBERTON, C.L., COOMBES, J.S. y ROMBALDI, A.J., 2023. High-velocity resistance training improves executive function in mobility-limited older adults. *Archives of Gerontology and Geriatrics* [en línea], vol. 114, [consulta: 26 septiembre 2023]. ISSN 0167-4943. DOI 10.1016/j.archger.2023.105081. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167494323001590>.
- FUKUSHIMA, T., BLAUBERGER, P., GUEDES RUSSOMANNO, T. y LAMES, M., 2024. The potential of human pose estimation for motion capture in sports: a validation study. *Sports Engineering*, vol. 27, no. 1, ISSN 1460-2687. DOI 10.1007/s12283-024-00460-w.
- GARCÍA-FERNÁNDEZ, J., GÁLVEZ-RUIZ, P., GRIMALDI-PUYANA, M., ANGOSTO, S., FERNÁNDEZ-GAVIRA, J. y BOHÓRQUEZ, M.R., 2020. The Promotion of Physical Activity from Digital Services: Influence of E-Lifestyles on Intention to Use Fitness Apps. *International Journal of Environmental Research and Public Health* [en línea], vol. 17, no. 18, [consulta: 5 octubre 2023]. ISSN 1660-4601. DOI 10.3390/ijerph17186839. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1660-4601/17/18/6839>.
- GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, J., GÓMEZ-LÓPEZ, M., PÉREZ-TURPIN, J.A., MUÑOZ-VILLENA, A.J. y ANDREU-CABRERA, E., 2019. Perfectly Active Teenagers. When Does Physical Exercise Help Psychological Well-Being in Adolescents? *International Journal of Environmental Research and Public Health* [en línea], vol. 16, no. 22, [consulta: 28 septiembre 2023]. ISSN 1660-4601. DOI 10.3390/ijerph16224525. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1660-4601/16/22/4525>.
- HABERKAMP, L.D., GARCIA, M.C. y BAZETT-JONES, D.M., 2022a. Validity of an artificial intelligence, human pose estimation model for measuring single-leg squat kinematics. *Journal of Biomechanics*, vol. 144, ISSN 0021-9290. DOI 10.1016/j.jbiomech.2022.111333. Scopus
- HABERKAMP, L.D., GARCIA, M.C. y BAZETT-JONES, D.M., 2022b. Validity of an artificial intelligence, human pose estimation model for measuring single-leg squat kinematics. *Journal of Biomechanics*, vol. 144, ISSN 0021-9290. DOI 10.1016/j.jbiomech.2022.111333. Scopus
- HEO, S.-J. y JEE, Y.-S., 2024. Intensity-effects of strengthening exercise on thigh muscle volume, pro- or anti-inflammatory cytokines, and immunocytes in the older adults: A randomized controlled trial. *Archives of Gerontology and Geriatrics* [en línea], vol. 116, [consulta: 26 septiembre 2023]. ISSN 0167-4943. DOI 10.1016/j.archger.2023.105136. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167494323002145>.
- ITOKAZU, M., 2022. Reliability and accuracy of 2D lower limb joint angles during a standing-up motion for markerless motion analysis software using deep learning. *Medicine in Novel Technology and Devices* [en línea], vol. 16, [consulta: 27 septiembre 2023]. ISSN 2590-0935. DOI

- 10.1016/j.medntd.2022.100188. Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590093522000753>.
- JANIESCH, C., ZSCHECH, P. y HEINRICH, K., 2021. Machine learning and deep learning. *Electronic Markets*, vol. 31, no. 3, ISSN 1422-8890. DOI 10.1007/s12525-021-00475-2.
- KENYON, G.N. y SEN, K.C., 2015. The Perception Process. En: G.N. KENYON y K.C. SEN (eds.), *The Perception of Quality: Mapping Product and Service Quality to Consumer Perceptions* [en línea]. London: Springer, pp. 41-50. [consulta: 15 diciembre 2023]. ISBN 978-1-4471-6627-6. Disponible en: [https://doi.org/10.1007/978-1-4471-6627-6\\_5](https://doi.org/10.1007/978-1-4471-6627-6_5).
- KULKARNI, S., DESHMUKH, S., FERNANDES, F., PATIL, A. y JABADE, V., 2023. PoseAnalyser: A Survey on Human Pose Estimation. *SN Computer Science* [en línea], vol. 4, no. 2, [consulta: 27 septiembre 2023]. ISSN 2661-8907. DOI 10.1007/s42979-022-01567-2. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s42979-022-01567-2>.
- LIANG, S., ZHANG, Y., DIAO, Y., LI, G. y ZHAO, G., 2022. The reliability and validity of gait analysis system using 3D markerless pose estimation algorithms. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology* [en línea], vol. 10, [consulta: 27 septiembre 2023]. ISSN 2296-4185. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fbioe.2022.857975>.
- LIDSTONE, D.E., ROCHOWIAK, R., PACHECO, C., TUNÇGENÇ, B., VIDAL, R. y MOSTOFSKY, S.H., 2021. Automated and scalable Computerized Assessment of Motor Imitation (CAMI) in children with Autism Spectrum Disorder using a single 2D camera: A pilot study. *Research in Autism Spectrum Disorders* [en línea], vol. 87, [consulta: 27 septiembre 2023]. ISSN 1750-9467. DOI 10.1016/j.rasd.2021.101840. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S175094672100115X>.
- LIU, J., HUANG, G., HYYPPÄ, J., LI, J., GONG, X. y JIANG, X., 2023. A survey on location and motion tracking technologies, methodologies and applications in precision sports. *Expert Systems with Applications*, vol. 229, ISSN 0957-4174. DOI 10.1016/j.eswa.2023.120492.
- LOZADA, J., 2014. Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria. *CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*, vol. 3, no. 1, ISSN 1390-9592.
- MA, J.K., LEESE, J., THERRIEN, S., HOENS, A.M., TSUI, K. y LI, L.C., 2022. A scoping review of interventions to improve strength training participation. *PLOS ONE*, vol. 17, no. 2, ISSN 1932-6203. DOI 10.1371/journal.pone.0263218.
- MASONER, M.M., LANG, S.S. y MELCHER, A.J., 2011. A meta-analysis of information system success: A reconsideration of its dimensionality. *International Journal of Accounting Information Systems*, vol. 12, no. 2,



ISSN 1467-0895. DOI 10.1016/j.accinf.2010.09.002.

MATEO, F., SORIA-OLIVAS, E., CARRASCO, J.J., BONANAD, S., QUEROL, F. y PÉREZ-ALENDA, S., 2018. HemoKinect: A Microsoft Kinect V2 Based Exergaming Software to Supervise Physical Exercise of Patients with Hemophilia. *Sensors* [en línea], vol. 18, no. 8, [consulta: 27 septiembre 2023]. ISSN 1424-8220. DOI 10.3390/s18082439. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1424-8220/18/8/2439>.

MAULDIN, R.L., 2020. 8.2 Quasi-experimental and pre-experimental designs. En: Book Title: Foundations of Social Work Research [en línea], [consulta: 9 octubre 2023]. Disponible en: <https://uta.pressbooks.pub/foundationsofsocialworkresearch/chapter/8-2-quasi-experimental-and-pre-experimental-designs/>.

PATHIRANA, P.N., LI, S., TRINH, H.M. y SENEVIRATNE, A., 2016. Robust Real-Time Bio-Kinematic Movement Tracking Using Multiple Kinects for Tele-Rehabilitation. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 63, no. 3, ISSN 0278-0046. DOI 10.1109/TIE.2015.2497662. Scopus

PENTLAND, A.P., 1984. Models (fractal and otherwise) for perception and generation of images. *Proceedings of the 1984 annual conference of the ACM on The fifth generation challenge* [en línea]. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, pp. 228-229. [consulta: 15 diciembre 2023]. ACM '84, ISBN 978-0-89791-144-3. DOI 10.1145/800171.809632. Disponible en: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/800171.809632>.

PEREIRA, L.J., HINNIG, P. de F., MATSUO, L.H., PIETRO, P.F.D., ASSIS, M.A.A. de y VIEIRA, F.G.K., 2023. Association between lifestyle patterns and overweight and obesity in adolescents: a systematic review. *British Journal of Nutrition*, vol. 129, no. 9, ISSN 0007-1145, 1475-2662. DOI 10.1017/S0007114522000228.

QUEZADA-MUÑOZ, Y., RODRÍGUEZ-ARTIGAS, P., ARAVENA-SAGARDIA, P., BARRAMUÑO, M., HERRERA-VALENZUELA, T., GUZMÁN-MUÑOZ, E., MAGNANI-BRANCO, B.H., VALDÉS-BADILLA, P., QUEZADA-MUÑOZ, Y., RODRÍGUEZ-ARTIGAS, P., ARAVENA-SAGARDIA, P., BARRAMUÑO, M., HERRERA-VALENZUELA, T., GUZMÁN-MUÑOZ, E., MAGNANI-BRANCO, B.H. y VALDÉS-BADILLA, P., 2021. Effects of a High-Intensity Interval Training Program on Body Composition and Physical Fitness in Female Field Hockey Players. *International Journal of Morphology* [en línea], vol. 39, no. 5, [consulta: 26 septiembre 2023]. ISSN 0717-9502. DOI 10.4067/S0717-95022021000501323. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0717-95022021000501323&lng=en&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0717-95022021000501323&lng=en&nrm=iso&tlng=en).

RIMMER, J. y LAI, B., 2017. Framing new pathways in transformative exercise for individuals with existing and newly acquired disability. *Disability and Rehabilitation* [en línea], vol. 39, no. 2, [consulta: 28 septiembre 2023]. ISSN 0963-8288. DOI 10.3109/09638288.2015.1047967. Disponible en:

<https://doi.org/10.3109/09638288.2015.1047967>.

- RODRIGUES, G.D., LIMA, L.S., DA SILVA, N.C.S., TELLES, P.G.L., DA MOTA SILVA ROCHA, T.M., DE ARAGÃO PORTO, V.Q., CARDOSO, V.V. y DA SILVA SOARES, P.P., 2022. Are home-based exercises effective to reduce blood pressure in hypertensive adults? A systematic review. *Clinical Hypertension*, vol. 28, no. 1, ISSN 2056-5909. DOI 10.1186/s40885-022-00211-8.
- SAHU, K. y SRIVASTAVA, R.K., 2019. Revisiting Software Reliability. En: V.E. BALAS, N. SHARMA y A. CHAKRABARTI (eds.), *Data Management, Analytics and Innovation*. Singapore: Springer, pp. 221-235. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, ISBN 9789811314025. DOI 10.1007/978-981-13-1402-5\_17.
- SCHELLENBERG, F., TAYLOR, W.R. y LORENZETTI, S., 2017. Towards evidence based strength training: a comparison of muscle forces during deadlifts, goodmornings and split squats. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, vol. 9, ISSN 2052-1847. DOI 10.1186/s13102-017-0077-x.
- SCOTT, B.R., DUTHIE, G.M., THORNTON, H.R. y DASCOMBE, B.J., 2016. Training Monitoring for Resistance Exercise: Theory and Applications. *Sports Medicine* [en línea], vol. 46, no. 5, [consulta: 2 junio 2024]. ISSN 1179-2035. DOI 10.1007/s40279-015-0454-0. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0454-0>.
- SERNA, S., 2016. *Diseño de interfaces en aplicaciones móviles*. S.l.: Ra-Ma Editorial. ISBN 978-84-9964-350-2.
- SHAHTAHMASSEBI, B., HATTON, J., HEBERT, J.J., HECIMOVICH, M., CORREIA, H. y FAIRCHILD, T.J., 2022a. The effect of the inclusion of trunk-strengthening exercises to a multimodal exercise program on physical activity levels and psychological functioning in older adults: secondary data analysis of a randomized controlled trial. *BMC Geriatrics*, vol. 22, no. 1, ISSN 1471-2318. DOI 10.1186/s12877-022-03435-3. Scopus
- SHAHTAHMASSEBI, B., HATTON, J., HEBERT, J.J., HECIMOVICH, M., CORREIA, H. y FAIRCHILD, T.J., 2022b. The effect of the inclusion of trunk-strengthening exercises to a multimodal exercise program on physical activity levels and psychological functioning in older adults: secondary data analysis of a randomized controlled trial. *BMC Geriatrics*, vol. 22, no. 1, ISSN 1471-2318. DOI 10.1186/s12877-022-03435-3. Scopus
- SITAR, E.M., SAADAT, M.S. y SUR, S., 2022. A millimeter-wave wireless sensing approach for at-home exercise recognition. *MobiSys 2022 - Proceedings of the 2022 20th Annual International Conference on Mobile Systems, Applications and Services*. S.l.: s.n., pp. 555-556. ISBN 978-1-4503-9185-6. DOI 10.1145/3498361.3538781. Scopus

- SONG, Z., CAO, Z., LI, Z., WANG, J. y LIU, Y., 2021. Inertial motion tracking on mobile and wearable devices: Recent advancements and challenges. *Tsinghua Science and Technology*, vol. 26, no. 5, ISSN 1007-0214. DOI 10.26599/TST.2021.9010017.
- STEAD, D.A., PREECE, A. y BROWN, A.J.P., 2006. Universal Metrics for Quality Assessment of Protein Identifications by Mass Spectrometry\*. *Molecular & Cellular Proteomics*, vol. 5, no. 7, ISSN 1535-9476. DOI 10.1074/mcp.M500426-MCP200.
- TAWARE, G., AGRAWAL, R., DHENDE, P., JONDHALEKAR, P. y HULE, S., 2021. AI-based Workout Assistant and Fitness guide. *International Journal of Engineering Research & Technology* [en línea], vol. 10, no. 11, [consulta: 5 octubre 2023]. ISSN 2278-0181. DOI 10.17577/IJERTV10IS110154. Disponible en: <https://www.ijert.org/research/ai-based-workout-assistant-and-fitness-guide-IJERTV10IS110154.pdf>, <https://www.ijert.org/ai-based-workout-assistant-and-fitness-guide>.
- TOSHPULATOV, M., LEE, W., LEE, S. y HAGHIGHIAN ROUDSARI, A., 2022. Human pose, hand and mesh estimation using deep learning: a survey. *Journal of Supercomputing* [en línea], vol. 78, no. 6, [consulta: 19 septiembre 2023]. ISSN 09208542. DOI 10.1007/s11227-021-04184-7. Disponible en: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=iih&AN=156108763&lang=es&site=eds-live>.
- TRUJILLO G., L.M., OETINGER G., A. von, GARCÍA L., D., TRUJILLO G., L.M., OETINGER G., A. von y GARCÍA L., D., 2020. Ejercicio físico y COVID-19: la importancia de mantenernos activos. *Revista chilena de enfermedades respiratorias* [en línea], vol. 36, no. 4, [consulta: 21 septiembre 2023]. ISSN 0717-7348. DOI 10.4067/S0717-73482020000400334. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0717-73482020000400334&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0717-73482020000400334&lng=es&nrm=iso&tlng=es).
- TSAI, W.H., CHANG, W.W. y HUANG, C.S., 2001. Text-independent speaker identification based on explicit exploitation of stochastic characteristics of test utterance. *Electronics Letters*, vol. 37, no. 25, ISSN 1350-911X. DOI 10.1049/el:20011044.
- VALCARCE-TORRENTE, M., ARROYO-NIETO, Á., VEIGA, O.L. y MORALES-RINCÓN, C., 2022. Encuesta Nacional de Tendencias de Fitness en Colombia para el Año 2022 (National Survey of Fitness Trends in Colombia for 2022). *Retos* [en línea], vol. 45, [consulta: 18 septiembre 2023]. ISSN 15791726. DOI 10.47197/retos.v45i0.93100. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/2699556955/abstract/581C2C857ED342BCPQ/4>.
- VALCARCE-TORRENTE, M., VEIGA, O.L., ARROYO-NIETO, Á. y MORALES-RINCÓN, C., 2022. Encuesta Nacional de Tendencias de Fitness en Colombia para el Año 2021 (National Survey of Fitness Trends in Colombia

for 2021). *Retos* [en línea], vol. 43, [consulta: 18 septiembre 2023]. ISSN 15791726. DOI 10.47197/retos.v43i0.88528. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/2699548116/abstract/581C2C857ED342BCPQ/2>.

- VAN HOOREN, B., PECASSE, N., MEIJER, K. y ESSERS, J.M.N., 2023. The accuracy of markerless motion capture combined with computer vision techniques for measuring running kinematics. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* [en línea], vol. 33, no. 6, [consulta: 27 septiembre 2023]. ISSN 1600-0838. DOI 10.1111/sms.14319. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/sms.14319>.
- WAN, H., 2023. IMPROVEMENT OF PHYSICAL FITNESS BY THE MARTIAL ARTS TRAINING PROGRAM. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte* [en línea], vol. 29, [consulta: 26 septiembre 2023]. ISSN 1517-8692, 1806-9940. DOI 10.1590/1517-8692202329012022\_0646. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/rbme/a/wcDMX9zhNVJy35rjLHzGR6k/?lang=en>.
- WANG, Y., CHANG, F., WU, Y., HU, Z., LI, L., LI, P., LANG, P. y YAO, S., 2022. Multi-Kinects fusion for full-body tracking in virtual reality-aided assembly simulation. *International Journal of Distributed Sensor Networks* [en línea], vol. 18, no. 5, [consulta: 27 septiembre 2023]. ISSN 1550-1329. DOI 10.1177/15501329221097591. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/15501329221097591>.
- WARD, T.M., MASCAGNI, P., BAN, Y., ROSMAN, G., PADOY, N., MEIRELES, O. y HASHIMOTO, D.A., 2021. Computer vision in surgery. *Surgery*, vol. 169, no. 5, ISSN 0039-6060. DOI 10.1016/j.surg.2020.10.039.
- WIDODO, A.F., TIEN, C.-W., CHEN, C.-W. y LAI, S.-C., 2022. Isotonic and Isometric Exercise Interventions Improve the Hamstring Muscles' Strength and Flexibility: A Narrative Review. *Healthcare*, vol. 10, no. 5, ISSN 2227-9032. DOI 10.3390/healthcare10050811.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2019. *Guidelines on physical activity, sedentary behaviour and sleep for children under 5 years of age* [en línea]. Geneva: World Health Organization. [consulta: 26 septiembre 2023]. ISBN 978-92-4-155053-6. Disponible en: <https://iris.who.int/handle/10665/311664>.
- XU, W. y ZHU, Z., 2023. Estimation for Human Motion Posture and Health Using Improved Deep Learning and Nano Biosensor. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, vol. 16, no. 1, DOI 10.1007/s44196-023-00239-0. Scopus
- ZHANG, W., FANG, J., WANG, X. y LIU, W., 2021. EfficientPose: Efficient human pose estimation with neural architecture search. *Computational Visual Media* [en línea], vol. 7, no. 3, [consulta: 28 septiembre 2023]. ISSN 2096-0662. DOI 10.1007/s41095-021-0214-z. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s41095-021-0214-z>.

ZHU, L., 2021. Computer Vision-Driven Evaluation System for Assisted Decision-Making in Sports Training. *Wireless Communications and Mobile Computing*, vol. 2021, ISSN 1530-8669. DOI 10.1155/2021/1865538.

## ANEXOS

### Anexo 1. Tabla de operacionalización de variables

**Tabla 14.** Matriz de operacionalización de variables

| Variables de estudio  | Definición conceptual   | Definición operacional   | Dimensiones                | Indicadores                  | Escala de medición |
|---|---|--|----------------------------|------------------------------|--------------------|
| <b>Independiente:<br/>Aplicación móvil mediante la estimación de poses humanas.</b> | Aplicación móvil mediante la estimación de poses humanas se define como la capacidad de ver e identificar los puntos clave del cuerpo humano. (Kulkarni et al. 2023; Zhang et al. 2021; Del Sole 2018)    | La estimación de poses humanas se basa en la fiabilidad de resultados y la experiencia de uso que puede generar en el individuo  | No aplica.                 |                              |                    |
| <b>Dependiente:<br/>Monitorear una rutina de ejercicios de fortalecimiento</b>      | El monitoreo en ejercicios de resistencia implica evaluar la intensidad del entrenamiento y la intensidad percibida, e integrar estos métodos en un programa de seguimiento integral. (Scott et al. 2016) | Monitorear una rutina de ejercicios de fortalecimiento se basa en la precisión de ejecución de la rutina que se mide por su proporción de identificación y percepción de la misma. | <b>Precisión de rutina</b> | Proporción de Identificación | Razón              |
|   |   |  |                            | Percepción de rutina         | Ordinal            |

Fuente: elaboración propia.



**Tabla 16.** Ficha técnica de cuestionario de percepción de rutina

|  |   |
|--|---|
| <b>Nombre</b>                          | <b>Cuestionario de percepción de rutina</b>   |
| <b>Autores</b>                         | Yangua Merino Diego Arturo.<br>Zapata Culquicondor Olga Isabel.   |
| <b>Factores</b>                        | Precisión de la rutina  |
| <b>Ítems</b>                           | ¿Qué nivel de satisfacción tiene con su ejecución de los ejercicios?                                      |
|  | Tras completar la rutina, ¿qué nivel de satisfacción en su bienestar físico experimentó?                  |
|  | Después de finalizar, ¿qué tan satisfecho/a se siente con la realización de los ejercicios?               |
|  | ¿Qué nivel de satisfacción tiene en cuanto a su capacidad para repetir los ejercicios en el futuro?       |
|  | ¿Qué grado de satisfacción tiene en relación con su coordinación al realizar los movimientos?             |
|  | Con respecto a molestias o dolencias ¿Qué tan satisfecho/a siente su nivel de comodidad?                  |
| <b>Tiempo</b>                          | 5 minutos   |
| <b>Puntuaciones equivalentes</b>       | (1) Muy insatisfecho/a  |
|  | (2) Insatisfecho/a  |
|  | (3) Neutral   |
|  | (4) Satisfecho/a  |
|  | (5) Muy satisfecho/a  |
| <b>Fecha</b>                           | 28/10/2023  |
| <b>Población</b>                       | Personas con interés en practicar ejercicios de fortalecimiento.  |
| <b>Muestra</b>                         | 27 personas   |
| <b>Tipo de muestreo</b>                | No probabilístico por cuotas  |
| <b>Técnica de recolección de datos</b> | Cuestionario  |
| <b>Objetivo</b>                        | Medir la percepción y satisfacción de los participantes con respecto a la ejecución de ejercicios físicos |

Fuente: elaboración propia.

El cuestionario debe ser administrado en un ambiente tranquilo una vez seleccionado el participante según los criterios preestablecidos. Es fundamental



que el participante entienda que no existen respuestas "correctas" o "incorrectas"; lo que se busca es su percepción personal.


Durante el proceso de llenado del cuestionario, el administrador estará disponible para resolver cualquier duda que pueda surgir. Es esencial no influir en las respuestas del participante, por lo que cualquier aclaración debe ser neutral y limitarse a explicar el enunciado de la pregunta en caso de confusión. Una vez que el participante haya completado todas las preguntas, se le agradecerá su tiempo y se recolectó el cuestionario.

**Tabla 17.** Confiabilidad de cuestionario con software SPSS

| Alfa de Cronbach | N de elementos |
|------------------|----------------|
| .801             | 15             |

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 18.** Instrumento de cuestionario de percepción de rutina

|  |  |  |  |      |  |  |                  |   |   |   |
|--|--|--|--|------|--|--|------------------|---|---|---|
|  <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>         |  |  |  |      |  | Fecha: __/__/__                                |                  |   |   |   |
| <b>Aplicativo móvil para monitorear una rutina de ejercicios de fortalecimiento mediante la estimación de poses humanas.</b> |  |  |  |      |  |  |                  |   |   |   |
| Motivo de investigación: Prueba de percepción de rutina  |  |  |  |      |  |  |                  |   |   |   |
| Investigadores:<br>Diego Arturo Yangua Merino<br>Olga Isabel Zapata Culquicondor   |  |  |  |      |  | Tipo de prueba: _____<br>(Pre-Test/ Post-Text) |                  |   |   |   |
| Código   |  | Edad   |  | Sexo |  | Experticia                                     |                  |   |   |   |
| <b>VARIABLE</b>  | <b>INDICADOR</b>   | <b>UNIDAD</b>  |  |      |  |  | <b>ESCALA</b>    |   |   |   |
| Monitorear una rutina de ejercicios de fortalecimiento   | Percepción de rutina   | 1. Muy insatisfecho/a<br>2. Insatisfecho/a<br>3. Neutral<br>4. Satisfecho/a<br>5. Muy satisfecho/a |  |      |  |  | Escala de Likert |   |   |   |
| N  | Ítem   |  |  |      |  | 1  | 2                | 3 | 4 | 5 |
| 1  | ¿Qué nivel de satisfacción tiene con su ejecución de los ejercicios? |  |  |      |  |  |                  |   |   |   |

|   |   |  |  |  |  |  |
|---|---|--|--|--|--|--|
| 2 | Tras completar la rutina, ¿qué nivel de satisfacción en su bienestar físico experimentó?            |  |  |  |  |  |
| 3 | Después de finalizar, ¿qué tan satisfecho/a se siente con la realización de los ejercicios?         |  |  |  |  |  |
| 4 | ¿Qué nivel de satisfacción tiene en cuanto a su capacidad para repetir los ejercicios en el futuro? |  |  |  |  |  |
| 5 | ¿Qué grado de satisfacción tiene en relación con su coordinación al realizar los movimientos?       |  |  |  |  |  |
| 6 | Con respecto a molestias o dolencias ¿Qué tan satisfecho/a siente su nivel de comodidad?            |  |  |  |  |  |

Fuente: elaboración propia.

### Anexo 3. Evaluación por juicio de expertos

#### Presentación de instrumentos:

##### 1. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido de los instrumentos, por juicio de expertos.

##### 2. Datos de la escala:

**Tabla 19.** Datos de escala del primer instrumento

|                              |  |
|------------------------------|--|
| <b>Nombre de la Prueba:</b>  | <b>Ficha de registro de observación del ratio de malas posturas.</b>   |
| <b>Autores:</b>              | Yangua Merino, Diego Arturo.<br>Zapata Culquicondor, Olga Isabel.  |
| <b>Procedencia:</b>          | Adaptada para la presente investigación.   |
| <b>Administración:</b>       | Realizado mediante una ficha de registro.  |
| <b>Tiempo de aplicación:</b> | La rutina de ejercicio cuenta con 5 ejercicios con una duración aproximada de 10-15 minutos y la adición de datos en la ficha de registro dura unos 5 minutos aproximados. |
| <b>Ámbito de aplicación:</b> | Personas que regularmente practican ejercicios de fortalecimiento en Piura, Perú.  |
| <b>Significación:</b>        | Se hace mediante la observación en donde se evalúa los resultados con el ratio de malas posturas identificadas para dar respuesta a los objetivos                          |

---

planteados y poder culminar satisfactoriamente con la investigación.

---

Fuente: elaboración propia, referencia Resolución del Vicerrectorado de Investigación N062-2023-VI UCV.

**Tabla 20.** Datos de escala del segundo instrumento

|                              |   |
|------------------------------|---|
| <b>Nombre de la Prueba:</b>  | <b>Encuesta de satisfacción para la percepción de rutinas.</b>  |
| <b>Autores:</b>              | Yangua Merino, Diego Arturo.<br>Zapata Culquicondor, Olga Isabel.   |
| <b>Procedencia:</b>          | Adaptada para la presente investigación.  |
| <b>Administración:</b>       | Realizado mediante un cuestionario estructurado.  |
| <b>Tiempo de aplicación:</b> | La rutina de ejercicio cuenta con 5 ejercicios con una duración aproximada de 10-15 minutos y la aplicación de la encuesta dura unos 5 minutos aproximados.   |
| <b>Ámbito de aplicación:</b> | Personas que regularmente practican ejercicios de fortalecimiento en Piura, Perú.   |
| <b>Significación:</b>        | Se hace aplicando una escala de medición Likert en donde se evalúa los resultados de los ítems, cada una de las preguntas evalúa diferentes criterios para poder dar respuesta a los objetivos planteados y poder culminar satisfactoriamente con la investigación. |

---

Fuente: elaboración propia, referencia Resolución del Vicerrectorado de Investigación N062-2023-VI UCV.

### 3. Soporte teórico:

**Tabla 21.** Soporte teórico de escalas

| <b>Escala/ÁREA</b> | <b>Subescala (dimensiones)</b> | <b>Definición</b> |
|--------------------|--------------------------------|-------------------|
|--------------------|--------------------------------|-------------------|

|  |                     |   |
|--|---------------------|---|
| Aplicación móvil mediante la estimación de poses humanas | Fiabilidad          | La estimación de poses humanas se basa en la fiabilidad de resultados y la experiencia de uso que puede generar en el individuo |
| Monitorear una rutina de ejercicios de fortalecimiento   | Precisión de rutina | Monitorear una rutina de ejercicios de fortalecimiento se basa en la precisión de la ejecución de la rutina.                    |

Fuente: elaboración propia, referencia Resolución del Vicerrectorado de Investigación N062-2023-VI UCV.

#### 4. Presentación de instrucciones:

A continuación, le presento las instrucciones para evaluar los ítems e indicadores. Elaborado por Diego Arturo Yangua Merino y Olga Isabel Zapata Culquicondor en el año 2023. Según los siguientes indicadores a continuación calcule cada uno de los elementos o indicadores de acuerdo con su correspondencia:

**Tabla 22.** Instructivo de evaluación de ítems e indicadores

| Categoría  | Calificación                 | Indicador   |
|--|------------------------------|---|
| <b>CLARIDAD</b><br>El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas. | 1. No cumple con el criterio | El ítem no es claro.  |
|  | 2. Bajo Nivel                | El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas. |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | 3. Moderado nivel                                       | Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.         |
|  | 4. Alto nivel   | El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.                                   |
| <b>COHERENCIA</b><br>El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo. | 1. Totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio) | El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.                                       |
|  | 2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)                   | El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.                          |
|  | 3. Acuerdo (moderado nivel)                             | El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.               |
|  | 4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)                   | El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.                |
| <b>RELEVANCIA</b><br>El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.                 | 1. No cumple con el criterio                            | El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.         |
|  | 2. Bajo Nivel   | El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste. |
|  | 3. Moderado nivel                                       | El ítem es relativamente importante.   |
|  | 4. Alto nivel   | El ítem es muy relevante y debe ser incluido.  |

Fuente: elaboración propia, referencia Resolución del Vicerrectorado de Investigación N062-2023-VI UCV.

*Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde sus observaciones que considere pertinente.*

**Tabla 23.** Ítems de calificación

|                              |
|------------------------------|
| 1. No cumple con el criterio |
| 2. Bajo Nivel                |
| 3. Moderado nivel            |
| 4. Alto nivel                |

Fuente: elaboración propia, referencia Resolución del Vicerrectorado de Investigación N062-2023-VI UCV.

### **Validación de instrumentos de jueces:**

#### **1. Datos generales de los jueces:**

Respetados jueces, ustedes han sido seleccionados para evaluar los instrumentos que se ejecutarán en el proyecto titulado “Aplicativo móvil para monitorear una rutina de ejercicios de fortalecimiento mediante la estimación de poses humanas”.

El primer juez fue seleccionado por sus conocimientos y experticia profesional en seguridad y salud ocupacional, que se referencia en el proyecto como la prevención y control de riesgos que se traduce en la prevención de lesiones durante ambos test de la rutina de ejercicios de fortalecimiento.

**Figura 3.** Datos generales del primer juez.

|   |  |
|---|--|
| Nombre del juez:                              | Riofrío Castillo, Walter Alfredo   |
| Grado profesional:                            | Maestría ( )      Bachiller ( )<br>Doctorado ( )      Título profesional ( X ) |
| Áreas de experiencia profesional:             | SSOMA.   |
| Institución donde labora:                     | Construcciones y reparaciones Marinas.   |
| Tiempo de experiencia profesional en el área: | 11 años de experiencia.  |

Fuente: elaboración propia, referencia Resolución del Vicerrectorado de

Investigación N062-2023-VI UCV.

El segundo juez fue seleccionado por su recorrido académico con temática referente a los sistemas inteligentes e inteligencia artificial, además de ser reconocido por los autores de la tesis como un pilar fundamental en el interés por este tipo de softwares para el desarrollo del proyecto de investigación.

**Figura 4.** Datos generales del segundo juez.

|   |  |
|---|--|
| Nombre del juez:                              | Jaramillo Atoche, Javier Eduardo   |
| Grado profesional:                            | Maestría ( X )      Bachiller ( )<br>Doctorado ( )      Título profesional ( ) |
| Áreas de experiencia profesional:             | Ingeniería de Sistemas   |
| Institución donde labora:                     | Universidad César Vallejo / otras universidades                                |
| Tiempo de experiencia profesional en el área: | 13 años  |

Fuente: elaboración propia, referencia Resolución del Vicerrectorado de Investigación N062-2023-VI UCV.

El tercer juez fue seleccionado por su largo recorrido académico y su experticia metodológica en proyectos de investigación de diferentes autores, aportando con su evaluación un criterio metodológico a los instrumentos presentados.

**Figura 5.** Datos generales del tercer juez.

|   |  |
|---|--|
| Nombre del juez:                              | <i>Ing. Herino Farián Jonathan</i>   |
| Grado profesional:                            | Maestría ( X )      Bachiller ( )<br>Doctorado ( )      Título profesional ( ) |
| Áreas de experiencia profesional:             | <i>Ingeniería de Software, Arquitectora de TI,<br/>y tecnología móvil.</i>     |
| Institución donde labora:                     | <i>Universidad Privada César Vallejo.</i>                                      |
| Tiempo de experiencia profesional en el área: | <i>17 años</i>   |

Fuente: elaboración propia, referencia Resolución del Vicerrectorado de

Investigación N062-2023-VI UCV.

## 2. Validación del primer instrumento:

Posterior a la selección de jueces y la presentación del proyecto de investigación titulado “Aplicativo móvil para monitorear una rutina de ejercicios de fortalecimiento mediante la estimación de poses humanas” a los mismos, se entregó y explicó de manera precisa las instrucciones de llenado de la validación de instrumentos del primer instrumento en donde respondieron de la siguiente manera:

**Figura 6.** Validación del primer juez del primer instrumento.

| Indicador  | Claridad | Coherencia | Relevancia | Observaciones/<br>Recomendaciones |
|--|----------|------------|------------|-----------------------------------|
| $RMPI = \frac{\text{Nro malas poses}}{\text{Nro poses realizadas}}$<br>RMPI es la ratio de malas posturas identificadas.<br>MP es el número de malas posturas identificadas.<br>TP es el número total de posturas. | 4        | 4          | 4          | 12                                |



Firma del Experto  
Walter Alfredo Riofrío Castillo  
DNI: 44912914

Fuente: elaboración propia.

**Figura 7.** Validación del segundo juez del primer instrumento.



| Indicador  | Claridad | Coherencia | Relevancia | Observaciones/<br>Recomendaciones |
|--|----------|------------|------------|-----------------------------------|
| $RMPI = \frac{\text{Nro malas poses}}{\text{Nro poses realizadas}}$ <p>RMPI es la ratio de malas posturas identificadas.<br/>MP es el número de malas posturas identificadas.<br/>TP es el número total de posturas.</p> | 4        | 4          | 4          | 12                                |

Firma del Experto  
**Mgr. Jaramillo Atoche, Javier Eduardo**  
 DNI: 40917312

Fuente: elaboración propia.

**Figura 8.** Validación del tercer juez del primer instrumento.

| Indicador  | Claridad | Coherencia | Relevancia | Observaciones/<br>Recomendaciones |
|--|----------|------------|------------|-----------------------------------|
| $RMPI = \frac{\text{Nro malas poses}}{\text{Nro poses realizadas}}$ <p>RMPI es la ratio de malas posturas identificadas.<br/>MP es el número de malas posturas identificadas.<br/>TP es el número total de posturas.</p> | 4        | 4          | 3          | <p>Pto. total:<br/>11<br/>vOK</p> |

Firma del Experto  
**Ing. Merino Fariñas Jonathan**  
 DNI: 42696322

Fuente: elaboración propia.

### 3. Validación del segundo instrumento:

Posterior a la entrega y explicación de manera precisa las instrucciones de llenado de la validación del primer instrumento, se entregó y explicó el segundo instrumento mediante la ficha técnica de cuestionario de percepción de rutina en donde respondieron de la siguiente manera:

**Figura 9.** Validación del primer juez del segundo instrumento.

**Dimensión del instrumento:** Precisión de rutina

- **Objetivos:** Medir la satisfacción de la rutina en pre-test y post-test

| Indicadores          | Ítem   | Claridad | Coherencia | Relevancia | Observaciones/<br>Recomendaciones |
|----------------------|--|----------|------------|------------|-----------------------------------|
| Percepción de rutina | ¿Qué nivel de satisfacción tiene con su ejecución de los ejercicios?                                 | 4        | 4          | 4          | 12                                |
|                      | Tras completar la rutina, ¿qué nivel de bienestar físico experimentó?                                | 4        | 4          | 4          | 12                                |
|                      | Después de finalizar, ¿qué tan satisfecho/a se siente con la correcta realización de los ejercicios? | 4        | 4          | 4          | 12                                |
|                      | ¿Qué nivel de satisfacción tiene en cuanto a su capacidad para repetir los ejercicios en el futuro?  | 4        | 4          | 4          | 12                                |
|                      | ¿Qué grado de satisfacción tiene en relación con su coordinación al realizar los movimientos?        | 4        | 4          | 4          | 12                                |
|                      | Con respecto a molestias o dolencias ¿Qué tan satisfecho/a siente su nivel de comodidad?             | 4        | 4          | 4          | 12                                |



Ing. Walter Alfredo Riofrio Castillo

Firma del Experto  
 Ing. Walter Alfredo Riofrio Castillo  
 DNI: 44912914

Fuente: elaboración propia, referencia Resolución del Vicerrectorado del Investigación N062-2023-VI UCV.

**Figura 10.** Validación del segundo juez del segundo instrumento.

**Dimensión del instrumento:** Precisión de rutina

- **Objetivos:** Medir la satisfacción de la rutina en pre-test y post-test

| Indicadores          | Ítem   | Claridad | Coherencia | Relevancia | Observaciones/<br>Recomendaciones |
|----------------------|--|----------|------------|------------|-----------------------------------|
| Percepción de rutina | ¿Qué nivel de satisfacción tiene con su ejecución de los ejercicios?                                 | 4        | 4          | 4          | 12                                |
|                      | Tras completar la rutina, ¿qué nivel de bienestar físico experimentó?                                | 4        | 4          | 4          | 12                                |
|                      | Después de finalizar, ¿qué tan satisfecho/a se siente con la correcta realización de los ejercicios? | 3        | 3          | 3          | 9                                 |
|                      | ¿Qué nivel de satisfacción tiene en cuanto a su capacidad para repetir los ejercicios en el futuro?  | 3        | 3          | 3          | 9                                 |
|                      | ¿Qué grado de satisfacción tiene en relación con su coordinación al realizar los movimientos?        | 4        | 4          | 4          | 12                                |
|                      | Con respecto a molestias o dolencias ¿Qué tan satisfecho/a siente su nivel de comodidad?             | 4        | 4          | 4          | 12                                |

\_\_\_\_\_  
**Firma del Experto**  
**Mgtr. Jaramillo Atoche, Javier Eduardo**  
**DNI: 40917312**

Fuente: elaboración propia, referencia Resolución del Vicerrectorado del Investigación N062-2023-VI UCV.

**Figura 11.** Validación del tercer juez del segundo instrumento.

Dimensión del instrumento: Precisión de rutina

- Objetivos: Medir la satisfacción de la rutina en pre-test y post-test

| Indicadores          | Ítem   | Claridad | Coherencia | Relevancia | Observaciones/<br>Recomendaciones |
|----------------------|--|----------|------------|------------|-----------------------------------|
| Percepción de rutina | ¿Qué nivel de satisfacción tiene con su ejecución de los ejercicios?                                 | 3        | 3          | 4          | 10                                |
|                      | Tras completar la rutina, ¿qué nivel de bienestar físico experimentó?                                | 3        | 4          | 3          | 10                                |
|                      | Después de finalizar, ¿qué tan satisfecho/a se siente con la correcta realización de los ejercicios? | 3        | 4          | 4          | 11                                |
|                      | ¿Qué nivel de satisfacción tiene en cuanto a su capacidad para repetir los ejercicios en el futuro?  | 3        | 4          | 4          | 11                                |
|                      | ¿Qué grado de satisfacción tiene en relación con su coordinación al realizar los movimientos?        | 4        | 4          | 3          | 11                                |
|                      | Con respecto a molestias o dolencias ¿Qué tan satisfecho/a siente su nivel de comodidad?             | 4        | 4          | 4          | 12                                |

  
 Firma del Experto  
 Ing. Merino Farías Jonathan,  
 DNI: 43046322

Fuente: elaboración propia, referencia Resolución de Vicerrectorado del Investigación N062-2023-VI UCV.

#### **Anexo 4: Consentimiento informado UCV.**

##### **Consentimiento informado**

Título de la investigación: Aplicativo móvil para monitorear una rutina de ejercicios de fortalecimiento mediante la estimación de poses humanas.

Investigadores: Diego Arturo Yangua Merino y Olga Isabel Zapata Culquicondor.

Le invitamos a participar en la investigación titulada “Aplicativo móvil para monitorear una rutina de ejercicios de fortalecimiento mediante la estimación de poses humanas.” cuyo objetivo es determinar el impacto del uso de una aplicación móvil mediante la estimación de poses humanas en el monitoreo en rutinas de ejercicios de fortalecimiento. Esta investigación es desarrollada por estudiantes de pregrado de la carrera profesional de ingeniería de sistemas de la Universidad César Vallejo del campus Piura, aprobada por la autoridad correspondiente.

Si usted decide participar en la investigación se realizará lo siguiente:

1. Se realizará un programa de observación en la que se indicará una rutina de ejercicios de fortalecimientos a seguir con la finalidad de recoger datos de las posturas ejecutadas para su posterior análisis en la investigación titulada “Aplicativo móvil para monitorear una rutina de ejercicios de fortalecimiento mediante la estimación de poses humanas”.
2. La rutina consta de 6 ejercicios de fortalecimiento con una duración de 15 minutos, cada una con un minuto de ejecución y un corto periodo de tiempo de entre minuto y medio de descanso en cada una. Las observaciones obtenidas serán codificadas usando un código de identificación y, por lo tanto, serán anónimas.

Su participación en este estudio es completamente voluntaria, puede decidir libremente si desea participar o no, y su decisión será respetada en todo momento. Tiene el derecho de hacer todas las preguntas necesarias para aclarar sus dudas sobre el estudio y los posibles riesgos asociados. En caso de que decida participar y posteriormente desee retirarse de la investigación, puede hacerlo en cualquier momento sin consecuencias negativas. La participación en esta investigación conlleva riesgos mínimos, principalmente relacionados con la rutina de ejercicios

de fortalecimiento. Estos riesgos incluyen lesiones leves, fatiga, malestar temporal y, en casos raros, reacciones adversas a la actividad física. Aunque los riesgos son bajos, existe la posibilidad y se debe tener en cuenta.

Los resultados de la investigación se alcanzarán al término de la investigación. No recibirá ningún beneficio económico ni de ninguna otra índole. El estudio no va a aportar a la salud individual de la persona, sin embargo, los resultados del estudio podrán convertirse en beneficio de la salud pública. Si tiene preguntas sobre la investigación puede contactar con los investigadores Yangua Merino, Diego Arturo al correo electrónico [diegoyanguam@gmail.com](mailto:diegoyanguam@gmail.com) o con Zapata Culquicondor, Olga Isabel al correo electrónico [olgaisabel141@gmail.com](mailto:olgaisabel141@gmail.com), y docente asesor Mgtr. Tavera Ramos, Anthony Paul con correo electrónico [atavarar@ucvvirtual.edu.pe](mailto:atavarar@ucvvirtual.edu.pe). Después de haber leído los propósitos de la investigación autorizo participar en la investigación antes mencionada.

Firma: \_\_\_\_\_

Nombre y apellidos: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_/\_\_/\_\_

**Anexo 6:** Tabla de consistencia.

**Tabla 24.** Matriz de consistencia.

| <b>Problemática</b>   | <b>Objetivo</b>  | <b>Hipótesis</b>  | <b>Variables</b>  |
|---|--|---|---|
| <p><b>Problema general:</b></p> <p>¿Cómo puede contribuir un aplicativo móvil mediante la estimación de poses humanas al monitorear una rutina de ejercicios de fortalecimiento?</p> <p><b>Problemas específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿En qué medida influye la precisión del monitoreo en rutinas de ejercicios de fortalecimiento?</li> <li>- ¿En qué medida influye la percepción de las rutinas del monitoreo de los ejercicios de fortalecimiento?</li> </ul> | <p><b>Objetivo general:</b></p> <p>Determinar el impacto del uso de una aplicación móvil mediante la estimación de poses humanas al monitorear rutinas de ejercicios de fortalecimiento.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluar la precisión al monitorear una rutina de ejercicios de fortalecimiento.</li> <li>- Evaluar la influencia de monitorear una rutina de ejercicio de fortalecimiento en la percepción de rutinas.</li> </ul> | <p><b>Hipótesis general:</b></p> <p>Contribuye significativamente un aplicativo móvil mediante la estimación de poses humanas a monitorear una rutina de ejercicios de fortalecimiento.</p> <p><b>Hipótesis específica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La precisión al monitorear una rutina de ejercicios de fortalecimiento con un aplicativo móvil mediante la estimación de poses humanas es significativa.</li> <li>- La percepción de realizar las rutinas de ejercicio de fortalecimiento con un aplicativo móvil mediante la estimación de poses humanas es significativa.</li> </ul> | <p><b>Variable dependiente:</b> Monitorear una rutina de ejercicios de fortalecimiento.</p> <p><b>Variable Independiente:</b> Aplicativo móvil mediante la estimación de poses humanas.</p> |

Fuente: elaboración propia.



**Anexo 7:** Consentimiento informado de participantes.





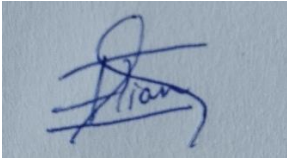
Listado de 27 participantes con nombre, apellidos, fecha, hora y huella o firma de los participantes con consentimiento informado.

**Tabla 25.** Registro de participantes con consentimiento informado.

El registro de

| N° | Nombres y apellidos                     | Fecha y hora | Firma o huella  |
|----|---|--------------|---|
| 1  | Eduardo Stefano Ayestas Vegas           | 04 nov. 2023 |    |
| 2  | Melva Culquicondor Aguilera             | 04 nov. 2023 |   |
| 3  | Katherine Valeria Gómez Castillo        | 04 nov. 2023 |  |
| 4  | Fiorella del Pilar Gómez Castillo       | 04 nov. 2023 |  |
| 5  | Heidi Mercedes Ruiz Paucar              | 04 nov. 2023 |  |
| 6  | María Clara Guadalupe<br>Mauricio Ramos | 04 nov. 2023 |  |

|    |                                       |              |   |
|----|---------------------------------------|--------------|---|
| 7  | Isabella del Rosario Riofrío Castillo | 04 nov. 2023 |    |
| 8  | Priscila Briggitt Ramos Sosa          | 04 nov. 2023 |    |
| 9  | Josue Aron Palma Moscol               | 04 nov. 2023 |    |
| 10 | Consuelo Culquicondor Aguilera        | 04 nov. 2023 |    |
| 11 | María Delia Culquicondor Aguilera     | 04 nov. 2023 |  |
| 12 | Gilmer Yangua Carrasco                | 04 nov. 2023 |  |
| 13 | Alexandra Ximena Rodríguez Gutiérrez  | 04 nov. 2023 |  |
| 14 | Javier Alexander Riofrío Castillo     | 04 nov. 2023 |  |

|    |                                |              |   |
|----|--------------------------------|--------------|---|
| 15 | Claudia Isabel Castillo        | 04 nov. 2023 |    |
| 16 | Mirella Nole Castillo          | 04 nov. 2023 |    |
| 17 | Nicole Alessandra Alania Perez | 04 nov. 2023 |    |
| 18 | Edgar Lizardo Fuentes Alvarado | 04 nov. 2023 |   |
| 19 | Rolando Jesús Zafra Moran      | 04 nov. 2023 |  |
| 20 | Leidy Mabel Maza Santos        | 04 nov. 2023 |  |
| 21 | Yeiner Eugenio Tineo León      | 24 abr. 2024 |  |
| 22 | Franco Elian Orbe Bravo        | 24 abr. 2024 |  |

|    |                                    |              |   |
|----|------------------------------------|--------------|---|
| 23 | Katherine Guilliana Correa Guerreo | 24 abr. 2024 |    |
| 24 | Luz Victoria Cruz Alama            | 24 abr. 2024 |    |
| 25 | Daniel Álvaro Cortez               | 24 abr. 2024 |    |
| 26 | Verónica Crisanto Yacila           | 24 abr. 2024 |  |
| 27 | Eric Retete                        | 24 abr. 2024 |  |

Fuente: elaboración propia.

**Anexo 8:** Revista científica del artículo.

**Tabla 26.** Información de la revista científica donde se postulará el artículo proveniente de los resultados de la presente investigación

|  |  |
|--|--|
| <b>Título tentativo del artículo</b>   | Aplicativo móvil mediante la estimación de poses humanas para monitorear una rutina de ejercicios de fortalecimiento |
| <b>Nombre de la revista a postular</b> | Sensors  |

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| <b>URL de revista</b>              | <a href="https://www.mdpi.com/journal/sensors">https://www.mdpi.com/journal/sensors</a> |
| <b>Base de datos de indización</b> | Scopus  |
| <b>Cuartil</b>                     | -   |
| <b>Idioma</b>                      | Inglés/español  |
| <b>ISSN</b>                        | -   |
| <b>h-index</b>                     | -   |

Fuente: elaboración propia.

**Anexo 8:** Revista científica del artículo.

**Tabla 27.** Matriz de datos no relacionados

| <b>Cód.</b> | <b>Depart.</b> | <b>Sexo</b> | <b>Peso</b> | <b>Altura</b> | <b>Experticia</b> | <b>Nacimiento</b> | <b>Contacto</b> | <b>Edad</b> | <b>IMC</b> |
|-------------|----------------|-------------|-------------|---------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------|------------|
| P02         | Sullana        | F           | 58          | 1,56          | Ocasional         | 01/01/1976        | 04/11/2023      | 48          | 37,18      |
| P03         | Castilla       | F           | 69          | 1,68          | Sedentario        | 15/03/2001        | 04/11/2023      | 23          | 41,07      |
| P06         | Sullana        | F           | 56          | 1,60          | Activas           | 18/01/2003        | 04/11/2023      | 21          | 35,00      |
| P07         | Ayabaca        | F           | 58          | 1,58          | Ocasional         | 17/01/2004        | 04/11/2023      | 20          | 36,71      |
| P08         | Sullana        | M           | 80          | 1,80          | Activas           | 11/05/2002        | 04/11/2023      | 22          | 44,44      |
| P09         | Sullana        | F           | 54          | 1,56          | Activas           | 12/05/1996        | 04/11/2023      | 28          | 34,62      |
| P10         | Sullana        | F           | 50          | 1,48          | Sedentario        | 11/07/1994        | 04/11/2023      | 30          | 33,78      |
| P12         | Lima           | F           | 58          | 1,55          | Ocasional         | 12/05/2003        | 04/11/2023      | 21          | 37,42      |
| P13         | Ayabaca        | M           | 82          | 1,72          | Sedentario        | 08/07/1996        | 04/11/2023      | 28          | 47,67      |
| P14         | Lima           | F           | 50          | 1,50          | Ocasional         | 13/05/2002        | 04/11/2023      | 22          | 33,33      |
| P16         | Lima           | F           | 58          | 1,58          | Ocasional         | 15/05/2002        | 04/11/2023      | 22          | 36,71      |
| P21         | Sullana        | M           | 75          | 1,70          | Activas           | 26/05/2002        | 24/02/2024      | 22          | 44,12      |
| P22         | Ayabaca        | F           | 55          | 1,50          | Ocasional         | 14/06/2005        | 24/02/2024      | 19          | 36,67      |
| P23         | Sullana        | M           | 70          | 1,74          | Activas           | 07/07/2003        | 24/02/2024      | 21          | 40,23      |

|     |          |   |    |      |            |            |            |    |       |
|-----|----------|---|----|------|------------|------------|------------|----|-------|
| P25 | Piura    | M | 71 | 1,74 | Activas    | 02/02/1995 | 24/02/2024 | 29 | 40,80 |
| P26 | Castilla | M | 59 | 1,71 | Sedentario | 2/10/2000  | 24/02/2024 | 24 | 34,50 |
| P28 | Ayabaca  | M | 76 | 1,73 | Sedentario | 22/02/1992 | 19/04/2024 | 32 | 43,93 |
| P29 | Piura    | F | 71 | 1,62 | Ocasional  | 7/09/1982  | 19/04/2024 | 42 | 43,83 |
| P30 | Piura    | M | 61 | 1,70 | Activas    | 2/06/2006  | 19/04/2024 | 18 | 35,88 |
| P31 | Piura    | M | 76 | 1,70 | Ocasional  | 24/11/2000 | 19/04/2024 | 24 | 44,71 |
| P32 | Piura    | F | 42 | 1,53 | Sedentario | 21/06/2004 | 19/04/2024 | 20 | 27,45 |
| P33 | Paita    | F | 60 | 1,58 | Sedentario | 12/09/2003 | 19/04/2024 | 21 | 37,97 |
| P34 | Piura    | M | 54 | 1,63 | Activas    | 21/02/2000 | 19/04/2024 | 24 | 33,13 |
| P35 | Piura    | M | 55 | 1,7  | Ocasional  | 21/05/2004 | 24/04/2024 | 20 | 32,35 |
| P36 | Piura    | M | 65 | 1,68 | Activas    | 9/01/2005  | 24/04/2024 | 19 | 38,69 |
| P37 | Piura    | F | 55 | 1,56 | Activas    | 31/03/1987 | 24/04/2024 | 37 | 35,26 |
| P38 | Piura    | F | 64 | 1,6  | Ocasional  | 2/06/1987  | 24/04/2024 | 37 | 40,00 |