

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**



**Aplicación móvil inteligente para apoyar el proceso de entrenamiento  
personalizado en un gimnasio de Chiclayo**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**

**AUTOR**

**Maria Eugenia Navarro Monje**

**ASESOR**

**Hector Miguel Zelada Valdivieso**

<https://orcid.org/0000-0002-2311-4284>

**Chiclayo, 2025**

**Aplicación móvil inteligente para apoyar el proceso de  
entrenamiento personalizado en un gimnasio de Chiclayo**

PRESENTADA POR

**Maria Eugenia Navarro Monje**

A la Facultad de Ingeniería de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
para optar el título de

**INGENIERO DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**

APROBADA POR

Roger Ernesto Alarcon Garcia  
PRESIDENTE

Junior Eugenio Cachay Maco  
SECRETARIO

Hector Miguel Zelada Valdivieso  
VOCAL

## **Dedicatoria**

Primero, dedico este esfuerzo a Jehová porque sin él no sería ni llegaría a nada.  
A mi familia, por apoyarme en todo momento, en cada caída, frustración y alegría.

A mis 5 hijos perrunos, que son la alegría en mi vida.

A mi enamorado Piero, por recordarme siempre lo capaz que soy.

Este y todos mis logros son para ustedes.

## **Agradecimientos**

A todos mis compañeros quienes se convirtieron en amigos.

A mi asesor, el ingeniero Héctor Zelada, por los valiosos conocimientos, paciencia y, sobre todo, por su gran compromiso a lo largo del proyecto.

Al ingeniero Gregorio León, que en su momento me brindó su apoyo y conocimientos.

A mis jurados, quienes fueron mis profesores, y aprendí mucho de ellos.

A la ingeniera María Arangurí por su disposición a reuniones, incluso fuera de su horario laboral.

Al entrenador Luis por compartirme sus conocimientos y permitirme total acceso a su centro fitness.

Gracias a todos ustedes.

# Aplicación móvil inteligente para apoyar el proceso de entrenamiento personalizado en un gimnasio de Chiclayo

## INFORME DE ORIGINALIDAD



## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>2</b>	<b>tesis.usat.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>recyt.fecyt.es</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>repositorio.continental.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>www.coursehero.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>www-emerald-com-443.webvpn.sxu.edu.cn</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>Submitted to Central Queensland University</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1%</b>
<b>9</b>	<b>revistas.uptc.edu.co</b> Fuente de Internet	

## Índice

Resumen .....	6
Abstract .....	7
Introducción .....	8
Revisión de literatura .....	10
Materiales y métodos .....	17
Resultados y discusión .....	24
Conclusiones .....	32
Recomendaciones.....	33
Referencias .....	34
Anexos.....	39

## Resumen

En la investigación se desarrolló una aplicación móvil integrada con un sistema experto mediante las metodologías Scrum y Buchanan, que permitió la generación automática y seguimiento de planes de ejercicio y alimentación, con el fin de apoyar el proceso de entrenamiento personalizado de un deportista en un gimnasio de Chiclayo. La investigación fue de tipo aplicada, y tuvo una muestra poblacional de 30 deportistas. Para el logro del proyecto, se realizó la recopilación y análisis de los conocimientos de los entrenadores del gimnasio y se generó la base de conocimiento del sistema experto, con 17 hechos únicos y 288 reglas documentadas. Luego se construyó con Python el componente inteligente con 292 métodos en la clase principal, alcanzando un 87% de precisión en las pruebas para determinar el plan de ejercicios y alimentación adecuado para los deportistas del gimnasio. Posteriormente se desarrolló la aplicación móvil que integró dicho componente inteligente, mediante el framework Flutter y Flask para el desarrollo de la API, obteniendo 50 interfaces de usuario, luego, se realizaron pruebas de caja negra, caja blanca y especializadas, que demostraron resultados satisfactorios tanto en funcionalidad como en rendimiento. Finalmente, se evaluó la utilidad y facilidad de uso percibida de la aplicación mediante un cuestionario basado en el modelo TAM con escala de Likert. El 92% de los entrenadores la consideraron útil y el 94% fácil de usar, mientras que el 93% de los clientes la valoró positivamente y el 96% destacó su facilidad de uso.

**Palabras clave:** aplicación móvil, sistema experto, fitness, entrenamiento personal, gimnasio.

## Abstract

In the research, a mobile application integrated with an expert system was developed using the Scrum and Buchanan methodologies, which allowed the automatic generation and monitoring of exercise and nutrition plans, in order to support the personalized training process of an athlete in a gym in Chiclayo. The research was of an applied type, and had a population sample of 30 athletes. To achieve the project, the knowledge of the gym's trainers was collected and analyzed and the knowledge base of the expert system was generated, with 17 unique facts and 288 documented rules. Then, the intelligent component was built with Python with 292 methods in the main class, reaching 87% accuracy in the tests to determine the appropriate exercise and nutrition plan for the gym's athletes. Subsequently, the mobile application that integrated said intelligent component was developed, using the Flutter and Flask framework for the development of the API, obtaining 50 user interfaces, then, black box, white box and specialized tests were carried out, which demonstrated satisfactory results both in functionality and performance. Finally, the perceived usefulness and ease of use of the application was evaluated using a questionnaire based on the TAM model with a Likert scale. 92% of the trainers considered it useful and 94% easy to use, while 93% of the clients rated it positively and 96% highlighted its ease of use.

**Keywords:** mobile application, expert system, fitness, personal training, gym.

## Introducción

En los últimos años, el entrenamiento personalizado alcanzó relevancia en el ámbito deportivo, especialmente en gimnasios, donde la necesidad de ofrecer rutinas específicas y adaptadas a cada deportista fue fundamental para maximizar los resultados [1] [2]. Sin embargo, a pesar de la importancia del entrenamiento personalizado, muchos gimnasios carecían de herramientas tecnológicas que permitieran gestionar de manera efectiva los planes de entrenamiento de cada usuario [3]. El proceso manual de seguimiento y adaptación de las rutinas no solo era ineficiente, sino que también podía limitar el potencial de mejora de los deportistas [4].

A nivel internacional, la industria del fitness mostró un crecimiento significativo. En 2022, registró un aumento del 5,6% en el número de miembros de gimnasios en todo el mundo, aproximadamente 230,6 millones de usuarios en países como Reino Unido, los Países Bajos, Estados Unidos, Japón, Canadá, México, Brasil, Australia, entre otros, lo que representó el 4,03% de la población mundial [5]. Sin embargo, un informe de la International Health, Racquet & Sportsclub Association (IHRSA) sobre estadísticas de mercado de Estados Unidos, Brasil, países de Oriente Medio y África, y países europeos, indicó que existe un promedio anual de 28,6% de usuarios que abandonaron el gimnasio durante los tres primeros meses de membresía, relacionado a la falta de seguimiento y personalización en los entrenamientos [6].

En Latinoamérica, el mercado del fitness creció a un ritmo acelerado, en países como Brazil y Colombia [7] [8]. Según un estudio de Mordor Intelligence, se estimó que el sector alcanzó los \$4,63 mil millones en 2024, con un crecimiento proyectado del 8% anual hasta 2029. No obstante, la misma investigación señaló que solo el 30% de los usuarios de gimnasios en la región reportaron estar satisfechos con el servicio entrenamiento personal, lo que indica una necesidad en mejorarla [9].

En Perú, se estimó la existencia de 2200 gimnasios, con entre 10 y 12 nuevas aperturas mensuales en ciudades como Lima, Trujillo, Chiclayo y Arequipa, impulsadas por la creciente demanda [10]. Sin embargo, un estudio reciente indicó que el 65% de los usuarios de gimnasios en Perú no cuenta con un acompañamiento para el cumplimiento de sus objetivos y carecen de motivación para lograrlo, lo que contribuyó a tasas de deserción del 80% en los primeros tres meses de afiliación [11].

A pesar del crecimiento de la industria y la adopción de tendencias fitness como el uso de aplicaciones móviles [7], existieron diversos factores que contribuyeron a la problemática mencionada inicialmente. Entre ellos destacaron la ausencia de sistemas que permitieran a los deportistas recibir una orientación adecuada y en tiempo real [12]. Además, la carencia de

personalización en los programas de entrenamiento, debido a la sobrecarga de trabajo de los entrenadores, limitó el desarrollo físico de los usuarios. Por otro lado, la desmotivación y la falta de constancia de los deportistas fueron factores que agravaron el problema, ya que los entrenamientos no adaptados a sus necesidades generaban frustración y abandono [13].

Es así que, los entrenadores físicos enfrentaban un desafío constante: cuantificar la carga total del entrenamiento, es decir, medir los estímulos a los que se someterá el cliente bajo su supervisión. Este proceso abarca varias etapas esenciales, que incluyen la evaluación, programación, ejecución y control de las capacidades físicas y la dieta del usuario [14]. Este especialista, es responsable de monitorear todos los cambios que puedan surgir durante el entrenamiento, que implica identificar variaciones en los estímulos y establecer una relación clara entre causa y efecto. Mantener un control constante de estos factores resulta fundamental para garantizar que el impacto del entrenamiento sea el esperado, ya que las respuestas de los deportistas pueden variar significativamente si no se gestionan adecuadamente [15].

Centrándonos en el contexto del gimnasio donde se llevó a cabo la investigación, se hizo un reconocimiento a través de contacto directo con ex usuarios de gimnasios y entrenadores que brindaban el servicio de entrenamiento personalizado. Por parte de los ex usuarios, se identificó que la principal razón de deserción era el desconocimiento del progreso en el entrenamiento y otros aspectos relacionados con el rendimiento en las rutinas. Otro motivo significativo, con un porcentaje similar, fue el fracaso en alcanzar los objetivos planteados por el entrenador. Por parte de los entrenadores, el 50% informó que llevaban un control del servicio en cuadernos o en hojas impresas, mientras que el otro 50% utilizaba programas como Microsoft Excel y Word. Además, señalaron varios inconvenientes en el seguimiento de los entrenamientos, tales como la necesidad de realizar cálculos y estimaciones manuales para ajustar rutinas y dietas, así como el tiempo excesivo requerido para comparar los datos de cada usuario. Este desafío se intensificó a medida que el número de usuarios a cargo aumenta; de hecho, la encuesta reveló que un entrenador puede llegar a supervisar hasta 50 usuarios al mes.

Así pues, la investigación evidenció la necesidad de abordar desafíos que afectan tanto a usuarios como a entrenadores. Esta situación destaca la urgencia de mejorar los procesos actuales para optimizar la experiencia del servicio de entrenamiento personalizado en el gimnasio. En consecuencia, surgió la siguiente interrogante, ¿cómo desarrollar una aplicación móvil que integre componente inteligente basado en un sistema experto que permita apoyar el proceso de entrenamiento personalizado de un deportista en un gimnasio de Chiclayo?

La presente investigación se justificó desde varias perspectivas, subrayando sus beneficios. Desde el punto de vista social, los deportistas del gimnasio se verán favorecidos al contar con una herramienta que les permita llevar un seguimiento continuo de sus entrenamientos y progreso. También se beneficiarán los entrenadores, ya que podrán apoyarse en la aplicación para generar planes personalizados y monitorear el progreso de sus clientes de manera eficiente, y de forma general, otros gimnasios que deseen usar la aplicación y mejorarla de acuerdo a sus necesidades. Científicamente, la investigación demostrará cómo se puede desarrollar una aplicación móvil con un componente inteligente que imite la forma en que los entrenadores deciden y diseñan planes de entrenamiento personalizados para cada deportista, además, esto impulsará futuras investigaciones en el área. En términos tecnológicos, la construcción de la aplicación móvil servirá como una base para que el gimnasio en cuestión y, posiblemente otros gimnasios, apoyen el proceso de entrenamiento personalizado, automatizando la generación de planes de entrenamiento personalizados en función a las características de los deportistas, mediante el acceso al APK de la aplicación. Finalmente, desde una perspectiva económica, se espera que la aplicación contribuya a aumentar los ingresos del gimnasio al mejorar la satisfacción de los clientes y reducir la deserción, gracias a la personalización y el seguimiento constante de los entrenamientos.

Por los motivos mencionados anteriormente, este estudio propuso como objetivo general desarrollar una aplicación móvil con un componente inteligente basado en un sistema experto para apoyar el proceso de entrenamiento personalizado de un deportista en un gimnasio de Chiclayo. Para el logro de este objetivo, se generó la base de conocimiento del sistema experto en base a los conocimientos de los entrenadores del gimnasio; luego se construyó el componente inteligente en función a la base de conocimientos generada; posteriormente se desarrolló la aplicación móvil que integra el componente inteligente y que apoya en todo el proceso de entrenamiento personalizado; finalmente, se evaluó la aplicación móvil en cuanto a la utilidad y la facilidad de uso percibida por el usuario.

## **Revisión de literatura**

### **Antecedentes**

A continuación, los antecedentes recopilados a nivel internacional.

En [16] los autores abordaron el problema de que muchas personas realizaban rutinas de ejercicio incorrectas o ineficientes, lo que podía causar lesiones o impedir alcanzar los objetivos físicos deseados. Motivados por esta situación, desarrollaron un sistema experto que generaba planes de entrenamiento personalizados según el nivel, historial y metas de los usuarios. El

sistema utilizaba una combinación de lógica difusa y redes bayesianas para optimizar las rutinas de ejercicio, mejorando el rendimiento y reduciendo el riesgo de lesiones. Además, integraron diversas tecnologías, como Twilio para facilitar la comunicación con los usuarios mediante el dispositivo móvil, y librerías como UPAFuzzySystems para la implementación del sistema experto. El sistema permitía un ajuste dinámico de las rutinas basándose en los logros y progresos de los usuarios. Este antecedente fue relevante por el uso de técnicas de inteligencia artificial aplicadas a la personalización de rutinas de ejercicio, un desafío clave en el entrenamiento personalizado.

En [17], se desarrolló una aplicación móvil con el objetivo de permitir a los usuarios planificar, controlar y gestionar su actividad física desde casa. El proyecto se centró en proporcionar herramientas que facilitaran el seguimiento del estado físico y la evolución del usuario, así como la gestión de su alimentación. La app incluyó funcionalidades como un contador de calorías y una serie de dietas, con recomendaciones textuales basadas en las necesidades del usuario. En las etapas de diseño e implementación, se detallaron los aspectos técnicos y las decisiones tomadas con respecto a ellos. El sistema se implementó utilizando Java y Android Studio. Este antecedente fue relevante para mi trabajo debido a su enfoque en la integración de herramientas para el seguimiento de la actividad física y la alimentación, componentes que también fueron claves en el desarrollo del presente proyecto. La experiencia obtenida en la aplicación de metodologías ágiles brindó una referencia valiosa en cuanto a la planificación y desarrollo de un sistema eficiente.

En la investigación de [18], los autores abordaron el problema del acceso limitado a herramientas para medir la aptitud física de manera independiente, especialmente durante la pandemia de COVID-19. Las restricciones sociales dificultaron la consulta con profesionales del fitness, lo que impulsó la investigación. Como solución, crearon la aplicación móvil en Android que permitió a los usuarios medir su estado físico de forma autónoma. Aplicaron el método de desarrollo de Borg y Gall, asimismo, validaron la aplicación con expertos y practicantes de fitness. Los resultados demostraron que la aplicación móvil era confiable, con altas puntuaciones en validez (0,939) y confiabilidad (0,950). Las evaluaciones de expertos y usuarios fueron positivas, destacando su facilidad de uso y su efectividad para mejorar el acceso a mediciones de aptitud física. Este antecedente es relevante para el presente proyecto, ya se busca desarrollar una aplicación móvil relacionada con el fitness, pero en este caso, enfocada en el entrenamiento personalizado en un gimnasio. La experiencia obtenida aporta una referencia valiosa para crear un sistema confiable, fácil de usar y con métricas validadas para evaluar su funcionalidad.

A nivel nacional, se recopilaron las siguientes investigaciones:

La investigación [19] abordó la problemática relacionada con la gestión manual de los registros, que generaba errores, confusión y pérdidas de tiempo tanto para el personal como para los usuarios de un gimnasio. Como solución, se propuso una aplicación para mejorar la gestión de las rutinas de entrenamiento físico, desarrollada con las siguientes tecnologías: .NET Core 6 para el backend, Flutter y Dart para el frontend, y SQL Server como sistema gestor de bases de datos. Se utilizó un enfoque cuantitativo con un diseño preexperimental, seleccionando 20 registros para el análisis. Los resultados mostraron un aumento del 56.31% en el número de socios con rutinas de entrenamiento y un incremento del 55.10% en la valoración corporal de los usuarios, lo que evidenció la efectividad de la aplicación para optimizar la operatividad y mejorar la satisfacción de los usuarios. Este antecedente es relevante para la presente investigación, ya que destaca cómo la implementación de tecnología móvil puede resolver problemas de gestión y optimización en el ámbito del entrenamiento físico, mejorando la eficiencia y la experiencia del usuario.

La investigación [20] abordó los problemas que enfrentaban los clientes de un gimnasio al recibir sus planes de entrenamiento en formato PDF, lo que, sumado a la limitada disponibilidad de los entrenadores, hacía que las sesiones resultaran desmotivadoras. La solución fue una aplicación web desarrollada con la metodología RUP, utilizando Python y Django, MySQL como base de datos, y PythonAnywhere para el despliegue. Las pruebas de rendimiento, con Lighthouse y Apache JMeter, mostraron un puntaje de 91.88/100 y un tiempo de respuesta promedio de 564 ms. El 66.7% de los usuarios calificó la aplicación como fácil de usar, demostrando su efectividad. Este antecedente es relevante para mi proyecto, ya que muestra cómo una solución tecnológica puede mejorar la gestión de los planes de entrenamiento y la experiencia de los usuarios en un entorno de gimnasio, abordando problemas similares a los que se buscó resolver en este proyecto.

En el estudio de [21], se abordaron los problemas de gestión en un centro de Crossfit, enfocados en tres áreas principales: membresías, horarios de clases y citas con especialistas como fisioterapeutas y nutricionistas. Tras realizar entrevistas con el gerente y la administradora, se propuso como solución un sistema web desarrollado bajo la metodología RUP, utilizando el lenguaje C# y SQL Server como gestor de base de datos. El sistema permitió gestionar de manera más eficiente las membresías, facilitó la publicación de horarios por parte de los entrenadores, y optimizó la programación de citas. Las pruebas mostraron resultados positivos, como la reducción de tiempos en la publicación de clases (de hasta un día a menos de dos minutos) y la eliminación de pérdidas de información en las citas y membresías. El 100%

de los usuarios percibió mejoras en la facilidad para gestionar sus clases y citas. Este antecedente es relevante para mi proyecto, ya que resalta cómo un sistema web puede mejorar la gestión de servicios en un gimnasio, permitiendo mayor eficiencia y satisfacción del usuario, algo que también busco lograr con mi aplicación.

Se llevó a cabo una búsqueda exhaustiva en diversas bases de datos académicas, pero no se encontraron estudios específicos sobre la ciudad de Lambayeque que cumplieran con los criterios establecidos. Sin embargo, se seleccionó un estudio de la localidad aledaña de Cajamarca, que cumple con los requisitos de antigüedad necesarios.

En [22], se abordó la problemática relacionada a la falta de anemia, una enfermedad que afecta principalmente a niños y puede tener consecuencias graves en su desarrollo. Como solución, se desarrolló un sistema experto basado en reglas soportado en una aplicación móvil, que permite alertar de forma temprana la presencia de anemia y brindar alternativas de tratamiento a los padres de familia. El sistema fue construido utilizando la metodología Buchanan y se implementó en Android Studio, además, se utilizó la librería “Rule” para el desarrollo del sistema experto. Como resultado, el sistema obtuvo una tasa de acierto del 90% en la detección de síntomas asociados a la anemia, validado por médicos especialistas a través de encuestas. Consideré este antecedente relevante para mi proyecto de tesis, ya que, al igual que el sistema experto que detecta y recomienda soluciones para la anemia, mi aplicación móvil inteligente también busca detectar el plan guía adecuado para el cliente y recomendar tanto el plan de entrenamiento como el plan de alimentación, lo que contribuirá a mejorar la salud y el rendimiento de los deportistas en el gimnasio. Además, el alto porcentaje de acierto en la validación del sistema experto puede servir como un referente valioso para evaluar la precisión y efectividad del componente inteligente del proyecto.

## **Bases teóricas**

Es necesario partir de una base teórica sólida que defina los principales conceptos involucrados en la investigación.

### **Inteligencia artificial**

Es una rama de la informática que se enfoca en crear sistemas capaces de realizar tareas que normalmente lo realizarían las personas, como la toma de decisiones, la capacidad de aprender de la experiencia y el reconocimiento de patrones. La Inteligencia artificial (IA) ha cambiado muchos campos en los últimos años, incluido el entrenamiento físico, donde se ha utilizado para mejorar la personalización y la eficacia de los planes de entrenamiento [23].

### **IA aplicada al entrenamiento físico**

La IA facilita la creación de programas de entrenamiento adaptativos, ya sea por la adopción de conocimientos de expertos, o por el análisis de los datos creados por los usuarios durante el ejercicio en tiempo real. De acuerdo con [24], se ha demostrado que las plataformas de entrenamiento personalizado basadas en IA mejoran la adherencia de los usuarios al ejercicio físico. En mi proyecto, la IA se utilizará para generar planes de entrenamiento y alimentación, así como el monitoreo continuo del progreso físico y alimenticio.

#### Sistemas expertos

Un sistema experto es un tipo de software que utiliza una base de conocimientos y reglas predefinidas para emular el proceso de toma de decisiones de un humano experto. Estos sistemas se utilizan ampliamente en una variedad de áreas para brindar recomendaciones precisas y bien fundamentadas [25].

#### Sistemas experto basados en reglas

Los sistemas expertos basados en reglas emplean un formato "si-entonces" para generar conclusiones y respuestas. En el ámbito de la salud y el bienestar, esta lógica permite, por ejemplo, desarrollar planes de alimentación adaptados a las necesidades y objetivos específicos de cada usuario [26].

En este proyecto, el sistema experto evaluará automáticamente la información proporcionada por los usuarios, como su porcentaje de grasa corporal, nivel de actividad física, preferencias alimenticias, rutinas, entre otros datos, para ofrecer a los entrenadores recomendaciones personalizadas de ejercicios y planes nutricionales para los clientes que gestionan dentro de la aplicación móvil. Esto no solo enriquecerá la experiencia del usuario, sino que también optimizará el proceso de entrenamiento al simular la guía de un entrenador personal experimentado.

#### Metodología Buchanan

Para el desarrollo del sistema experto se empleó la metodología Buchanan. Esta, sigue un enfoque de ciclo de vida en cascada y fue muy utilizada en los inicios de la ingeniería de software. La aplicación de esta metodología implica revisiones constantes, dado que está conformada por etapas, que, a su vez, están organizadas en un ciclo de vida jerárquico [27]. Conformado por 5 etapas que se muestran a continuación:

-Identificación [28]: Aquí se determinan quiénes serán los participantes, sus roles y las funciones necesarias para construir el sistema. También se identifican los recursos disponibles y las fuentes de conocimiento, además de definir los objetivos específicos del sistema experto.

-Conceptualización [28]: En esta etapa se describe el conocimiento obtenido de los expertos, en este caso los entrenadores, para delimitar el sistema y establecer su alcance. Esto permite

identificar y caracterizar el problema, determinando así los problemas específicos que resolverá el sistema.

-Formalización [28]: Aquí se estructura el sistema experto. Con el problema ya definido, se identifican las funciones y tareas que el sistema deberá resolver, junto con los conceptos clave. En esta fase, se establecen las especificaciones para construir el prototipo de la base de conocimiento.

-Implementación [28]: Se inicia el desarrollo del sistema experto, empleando los datos previamente recopilados, tales como variables de estudio, tareas, las reglas, etc. Luego, se eligen el lenguaje de programación y el entorno adecuados, Python y Visual Studio Code para el proyecto, además de organizar el desarrollo en general.

-Prueba [28]: Ya implementado el sistema experto, se evalúa su comportamiento en ejecución y si cumple con los objetivos planteados.

#### Framework Experta

Experta es un conjunto de bibliotecas y herramientas diseñado para desarrollar sistemas expertos capaces de resolver problemas complejos al imitar la toma de decisiones humanas [29]. Estos sistemas son especialmente útiles en áreas como el entrenamiento físico y la nutrición, ya que emplean bases de conocimiento y reglas de inferencia para ofrecer recomendaciones y soluciones personalizadas.

#### Entrenamiento personalizado

El entrenamiento personalizado implica la planificación y organización de actividades físicas personalizadas de acuerdo a las particularidades, requerimientos y metas de cada persona. Esto abarca elementos como la edad, el estado físico, la conformación del cuerpo y los objetivos del usuario, tales como reducir peso, incrementar la masa muscular o potenciar la salud del corazón [30].

#### Gimnasio

Es un centro de entrenamiento donde se concentran los deportistas para realizar actividades físicas, debido a la facilidad de entrenamiento, debido a la existencia de espacios, máquinas y personas en un mismo espacio que permiten su desarrollo físico [31].

#### Entrenador personal

El entrenador personal en el gimnasio es la persona que mantiene un contacto directo con el deportista en todas sus actividades. Por esta razón, es crucial entender los diversos roles y responsabilidades que debe desempeñar, como la guía para realizar correctamente los ejercicios, el logro de objetivos de alimentación, etc. Un buen entrenador debe ser capaz de

adaptarse a diferentes funciones, eligiendo las más adecuadas según las características de los deportistas [32].

#### Deportista

Un deportista es aquella persona que practica algún deporte, sin necesidad de competir. Sin embargo, practicar un deporte implica seguir una rutina organizada y supervisada. Esta planificación generalmente se complementa con una dieta y tiene como objetivo final la competición. La mentalidad de un deportista está enfocada en alcanzar las metas establecidas para esa temporada, por lo que los entrenamientos siempre son su prioridad. No puede permitirse saltarse ninguna sesión y necesita estar mentalmente preparado para ello [33].

#### Medidas antropométricas

Las medidas antropométricas se emplean en la valoración física de las personas, e incluyen factores como el peso, la altura, el índice de masa corporal (IMC), las dimensiones de diferentes partes del cuerpo (como la cintura y la cadera), y la composición corporal (grasa, músculo, entre otros) [34]. Estos cálculos son esenciales para elaborar un plan de entrenamiento a medida.

#### Plan de ejercicio

El plan de ejercicio física es un esquema que estructura las actividades físicas basándose en las metas y habilidades del usuario. Incorpora la elección de actividades físicas, la cantidad de entrenamiento (número de series y repeticiones), la intensidad (carga o peso) y la regularidad (número de sesiones semanales). Los programas de actividad física personalizados aspiran a maximizar las ventajas al mismo tiempo que se reduce el peligro de sufrir lesiones [35].

#### Plan de alimentación

El plan de alimentación personalizado es un régimen alimenticio creado para potenciar las metas del ejercicio físico. Se fundamenta en las demandas de calorías personales, el equilibrio de macronutrientes (proteínas, carbohidratos y grasas), y las preferencias o limitaciones en la alimentación [36]. Es esencial tener un plan de alimentación apropiado para alcanzar los mejores resultados en el entrenamiento físico.

#### Aplicación móvil

Una aplicación móvil es un programa de software que se instala en dispositivos portátiles como teléfonos inteligentes y tabletas, lo que permite a los usuarios acceder a servicios de manera instantánea desde cualquier lugar [37]. Las aplicaciones móviles han cambiado la forma en que las personas realizan sus rutinas de ejercicio, brindando instrucciones personalizadas y seguimiento en tiempo real [38].

#### Framework Flutter

Flutter es un marco de trabajo de código abierto desarrollado por Google, empleado para la creación de aplicaciones móviles originales para Android y iOS a partir de una sola base de código. Su énfasis en la elaboración de interfaces de usuario atractivas y profundamente personalizadas [39]. En el proyecto, desempeñó un papel importante al permitir el desarrollo de una aplicación móvil para el entrenamiento personalizado, lo que facilita la creación de una interfaz intuitiva y adaptable que optimiza la experiencia del usuario.

#### Servicio de Autenticación de Firebase

El Servicio de Autenticación de Firebase es una herramienta que permite que las aplicaciones se autenticuen de manera segura. Al proporcionar usuarios con correo electrónico, contraseñas y cuentas de redes sociales, facilita la gestión de usuarios para los desarrolladores [40]. Este servicio permitió que los usuarios se registren y accedan a la aplicación de manera segura, protegiendo su información personal y permitiendo una gestión efectiva de cuentas.

#### Framework Flask

Flask es un microframework de Python que se utiliza en el desarrollo de aplicaciones web. Es ligero y adaptable, lo que permite la creación de API's de manera rápida [41]. Este microframework es de suma importancia para desarrollar API's REST consumibles que conectan la aplicación móvil a la base de datos, facilitando la comunicación y el intercambio de información entre el cliente y el servidor.

### **Materiales y métodos**

Se realizó una investigación de tipo aplicada, ya que los resultados fueron orientados a solucionar un problema en un contexto específico, en este caso, la ineficiencia del entrenamiento personalizado en un gimnasio [42]. Asimismo, el nivel de investigación fue de desarrollo tecnológico. Dado que se conocía el tamaño total de la población, se optó por un muestreo probabilístico aleatorio simple para seleccionar una muestra representativa de los clientes del gimnasio que acceden al servicio de entrenamiento personalizado. Para calcular el tamaño adecuado de la muestra, se utilizó la fórmula para poblaciones finitas [43], considerando los siguientes parámetros: una población total de 32 clientes, un nivel de confianza del 95% (con un valor Z de 1.96), una probabilidad de éxito y fracaso del 50% ( $P = 0.50$  y  $Q = 0.50$ ), y un margen de error máximo del 5% ( $D = 0.05$ ). Como resultado, se determinó que el tamaño óptimo de la muestra fue de 30 participantes.

En el desarrollo de la investigación se emplearon diversas técnicas e instrumentos para la recolección de información, los cuales se describen en la Tabla I.

*TABLA I TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS*

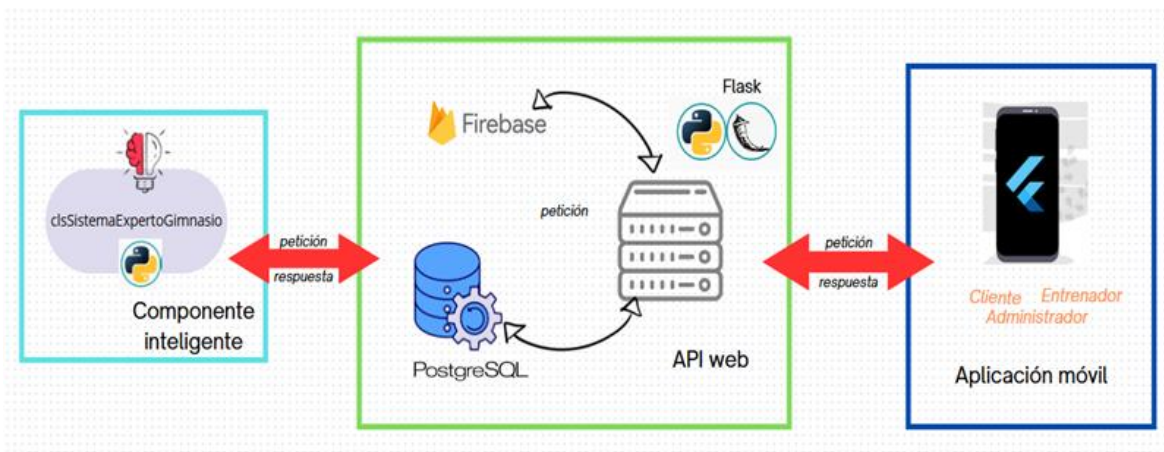
Técnicas	Instrumentos	Elementos de la población	Propósito
Observación	Fichas	Clientes del gimnasio que acceden al servicio de entrenamiento personalizado	Conocer opiniones acerca del servicio de entrenamiento personalizado en el gimnasio
Revisión de la literatura	Artículos científicos	Investigadores en el campo	Obtener conocimientos sobre alternativas de solución desarrollados por otros autores
Entrevistas	Guía de entrevista	Entrenadores del gimnasio	Conocer el contexto y las variables de análisis

La investigación respetó los principios éticos de confidencialidad, consentimiento informado y voluntariedad. Se informó a todos los participantes sobre los objetivos del estudio y se obtuvo su consentimiento para la recolección y uso de los datos. No se registraron datos personales que pudieran identificar a los usuarios, y los resultados fueron tratados de manera anónima.

Las metodologías que guiaron el desarrollo del proyecto fueron Scrum y Buchanan. Esta última se aplicó específicamente para el diseño del sistema experto basado en reglas. Así, se integraron de manera estratégica las etapas de Buchanan dentro del marco de trabajo de Scrum.

Durante la etapa de planificación inicial, se llevaron a cabo una serie de actividades para estructurar el proyecto de manera efectiva y garantizar su buen desarrollo.

Se asignaron los roles principales del equipo, los cuales fueron establecidos conforme a los lineamientos de Scrum: scrum master, product owner y scrum team. Además, el product owner fue considerado el experto que brindó el conocimiento necesario para la implementación del sistema experto, el cual se detalla más adelante. Se definieron los componentes principales del software desarrollado, como la aplicación móvil, la API y el sistema experto, los cuales se plasmaron en la Figura 1.



*Fig. 1 Arquitectura del sistema*

La aplicación recopila los datos necesarios a través de su interfaz de usuario y envía las solicitudes a la API. Esta se encarga de comunicarse con el servicio de Firebase y el gestor PostgreSQL. La API interactúa con el componente inteligente, representado por la clase “SistemaExpertoGimnasio”. Este componente procesa la información y devuelve los resultados a la API, que, a su vez, los transmite a la aplicación. De esta forma, se gestionan de manera eficiente las solicitudes y respuestas.

En reuniones estratégicas con las partes interesadas, se recopilaron y analizaron los requisitos planteados por el Product Owner. Estos requisitos fueron evaluados para establecer su prioridad y el esfuerzo requerido por el Scrum Team. Tras una revisión detallada de las necesidades específicas del gimnasio en cuanto a entrenamientos personalizados, se establecieron las funcionalidades necesarias y los requisitos no funcionales, los cuales se organizaron en módulos (épicas) y posteriormente se transformaron en historias de usuario.

Los módulos principales fueron:

- Módulo de presentación y logueo: Proporciona una interfaz de usuario amigable, dando la bienvenida y brindando la información necesaria al usuario, permitiendo el registro y la autenticación de los mismos.
- Módulo de planificación: Permite personalizar los planes de entrenamiento y nutrición, adaptados a las características y metas individuales de cada usuario, con la integración del sistema experto.
- Módulo de seguimiento y control: Facilita el registro de actividades diarias y el monitoreo del progreso de los usuarios hacia sus objetivos de entrenamiento y nutrición.

También, se estableció la prioridad de las historias de usuario, priorizando aquellas de mayor impacto en el negocio y aquellas que requieren menos esfuerzo. Además, se reconoció la importancia de los requisitos no funcionales para asegurar la calidad del producto final. Se

consideraron historias de usuario clave como facilidad de uso y entendimiento, protección de datos personales y contraseñas, compatibilidad con versiones de Android y manejo adecuado de errores.

Por último, se definieron las tareas específicas para cada fase del proyecto, con una estimación de la duración de cada Sprint, como se indica en la Tabla II, proporcionando un cronograma detallado de actividades para el equipo Scrum.

*TABLA II Estimación por tarea*

Fase	Duración de tarea (día)	Dosificación de tarea (días)	Descripción de la tarea
Planeación del proyecto	8	1	Reuniones de inicio
		2	Identificación del problema a través de encuestas
		2	Realización de entrevistas
		3	Análisis de requisitos funcionales y no funcionales del sistema
Diseño y desarrollo del sistema experto (Sprint 1)	10	2	Conceptualización del conocimiento
		3	Definición de la base de conocimientos
		4	Desarrollo del sistema experto
		1	Pruebas y ajustes
Módulo de presentación y logueo (Sprint 2)	10	2	Diseño de la interfaz
		1	Diseño e implementación en la BD
		3	Desarrollo de la lógica de la aplicación
		3	Codificación de la interfaz de usuario
		1	Realización de prueba de caja blanca y caja negra
Módulo de planificación (Sprint 3)	15	1	Diseño de la interfaz
		3	Diseño e implementación en la BD
		6	Desarrollo de la lógica de la aplicación
		4	Codificación de la interfaz de usuario
		1	Realización de prueba de caja blanca y caja negra
	10	1	Diseño de la interfaz

Módulo de seguimiento y control (Sprint 4)		2	Diseño e implementación en la BD
		4	Desarrollo de la lógica de la aplicación
		2	Codificación de la interfaz de usuario
		1	Realización de prueba de caja blanca y caja negra
<b>Total de días</b>	<b>53 días</b>	<b>53 días</b>	

En la etapa de diseño e implementación, se ejecutaron diversas actividades.

Durante la diagramación inicial de la base de datos, se realizaron ajustes para incluir normalizaciones y entidades necesarias que optimizaron el funcionamiento de la aplicación, para luego al finalizar esta etapa se obtuvo una versión final de la BD en un diagrama entidad-relación (Anexo 4).

También se construyó el sistema experto. Para ello se recopiló información cualitativa y cuantitativa proporcionada por los entrenadores del gimnasio, mediante entrevistas destinadas a conocer los criterios y datos necesarios para determinar el plan de alimentación y entrenamiento adecuado para cada cliente (Anexo 5). Se analizaron también los formatos físicos empleados en el gimnasio, como fichas iniciales y de seguimiento, y los planes de alimentación y entrenamiento utilizados previamente (Anexos 6, 7 y 8). Así se determinaron las variables de entrada y, la de salida: el plan guía para el entrenamiento. Este plan guía, se desglosó en los criterios mostrados en la Tabla III, determinando que un plan guía estaba compuesto por un tipo de dieta, tren de enfoque, foco de entrenamiento y nivel de cardio específico.

*TABLA III Criterios de conforman la variable de salida*

PLAN GUÍA			
Tipo de dieta	Tren de enfoque	Foco de entrenamiento	Nivel de cardio
hipocalórica	inferior	entrenamiento de fuerza con peso alto y bajas repeticiones	mínimo
normocalórica	superior	entrenamiento de fuerza con peso medio y moderadas repeticiones	moderado
hipercalórica	completo	entrenamiento de fuerza bajo peso y altas repeticiones	

Durante la fase de la formalización según Buchanan, se transformó el conocimiento obtenido en una base de conocimiento con hechos y reglas estructuradas. Cada regla siguió una estructura de “SI...ENTONCES”.

Con la base de conocimientos generada, se construyó el componente inteligente capaz de determinar el plan guía adecuado, lo que permitió la creación de planes de entrenamiento y alimentación personalizados. Este componente fue desarrollado con Python, utilizando el framework “Experta” para gestionar la lógica de inferencia.

Se definieron las clases "Cliente" y "PlanGimnasio", donde "Cliente" representaba los hechos relevantes del usuario y "PlanGimnasio" los planes guía diseñados por el entrenador. La clase "SistemaExpertoGimnasio" extendió "KnowledgeEngine" de la librería Experta, actuando como el motor de inferencia. Se definieron múltiples reglas con el decorador "@Rule", cada una con condiciones específicas para el cliente y la recomendación de plan, como se muestra en la Figura 2.

```

@Rule(Cliente(
    rango_edad=L('Joven adulto'),
    objetivo=L('Perder grasa'),
    nivel_actividad=L('Sedentario') | L('Ligero') | L('Moderado'),
    clasificacion_grasa=L('Bajo en grasa') | L('Saludable'),
    nivel_experiencia=L('Principiante'),
    condiciones_salud_estetica=L('Ninguna')
))
def regla_1(self):
    self.declare(PlanGimnasio(plan='normo a5'))

@Rule(Cliente(
    rango_edad=L('Joven adulto'),
    objetivo=L('Perder grasa'),
    nivel_actividad=L('Sedentario') | L('Ligero') | L('Moderado'),
    clasificacion_grasa=L('Bajo en grasa') | L('Saludable'),
    nivel_experiencia=L('Principiante'),
    condiciones_salud_estetica=L('No puedo o no deseo levantar mucho peso con brazos')
))
def regla_2(self):
    self.declare(PlanGimnasio(plan='normo a1'))

@Rule(Cliente(
    rango_edad=L('Joven adulto'),
    objetivo=L('Perder grasa'),
    nivel_actividad=L('Sedentario') | L('Ligero') | L('Moderado'),
    clasificacion_grasa=L('Bajo en grasa') | L('Saludable'),

```

Fig. 2 Código de Python del sistema experto

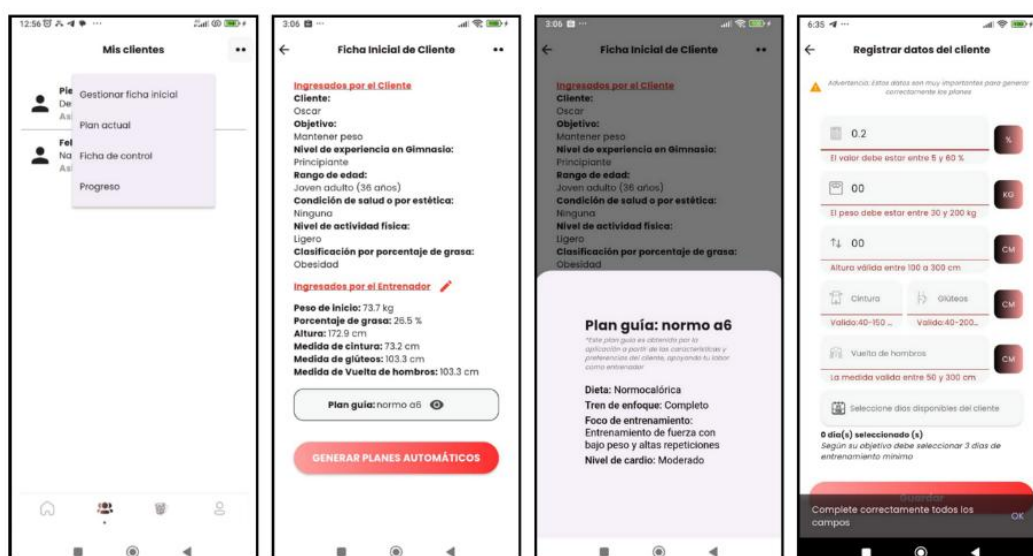
Posteriormente, el sistema experto fue evaluado en base a la muestra de clientes del gimnasio, comparando los planes recomendados por el sistema con los que los clientes seguían actualmente, cabe decir que, en el caso de clientes que no tenían un plan en un material físico, se solicitó la ayuda del entrenador principal del gimnasio y definió los planes faltantes. De esta forma, se obtuvo la precisión del sistema para recomendar el plan guía adecuado.

Para gestionar la API de la aplicación, se utilizó el framework Flask y la base de datos PostgreSQL, implementando funciones y procedimientos almacenados para optimizar el manejo de datos.

Se implementaron los módulos del sistema, mediante el lenguaje Dart. El módulo de presentación y logueo, fue construido exitosamente. Las preferencias compartidas de Android (shared preferences) fueron utilizadas para gestionar la sesión del usuario, y para mejorar la

seguridad, se añadió una vista de verificación de correo electrónico mediante el servicio de Firebase.

El módulo de planificación se construyó con una dependencia al componente inteligente, el cual se encargaba de determinar el plan guía del entrenamiento, y a partir de ello la aplicación realizaba los cálculos para asignar los valores correctos. Este módulo necesitaba la intervención del usuario cliente y entrenador, ya que, por una parte, el usuario cliente ingresaba sus características y preferencias, para después, el entrenador tomar las medidas iniciales y generar los planes de manera automática, mediante un solo botón. En la Figura se muestran algunas interfaces de este módulo.



*Fig. 3 Interfaces principales del módulo de planificación - entrenador*

La lógica que se empleó en las funciones y procedimientos almacenados de la BD para la generación de los planes de entrenamiento y alimentación se detallan a continuación.

En la base de datos, se creó una función llamada “fn\_generar\_plan\_personalizado” a partir del id de la ficha inicial del cliente, al ejecutar esta función se ejecutaban los siguientes procedimientos: “pa\_generar\_plan\_alimentacion”, “pa\_generar\_plan\_entrenamiento” y “calcular\_consumo\_agua” (Anexo 9).

Para los gráficos de progreso en el módulo de seguimiento y control, se usó la librería “fl\_chart”, lo que permitió la visualización de la evolución del deportista.

Se ejecutaron diversas pruebas para asegurar la calidad del sistema desarrollado. Primero, se realizaron pruebas de caja blanca (Anexo 11), que se enfocaron en evaluar y validar las funciones internas de los módulos programados en el sistema. Este tipo de pruebas permitió verificar la lógica y el flujo del código, asegurando que cada componente funcionara correctamente de acuerdo con su diseño. Asimismo, se realizaron pruebas de caja negra (Anexo

10), destinadas a examinar los requisitos funcionales desde una perspectiva externa a los módulos del sistema. Ambas pruebas fueron exitosas.

Además, se ejecutaron pruebas de software especializadas. A través de “Firebase Test Lab, se ejecutó la aplicación en un dispositivo físico durante aproximadamente 5 minutos, para obtener resultados de rendimiento, tanto del CPU como la memoria RAM. También, utilizó la herramienta Locust para evaluar el rendimiento y la capacidad de la API de la aplicación bajo diferentes condiciones. Esta prueba duró 30 minutos e incluyó un monitoreo en tiempo real, además, se configuraron 30 usuarios activos, simulando un escenario realista mediante la variación de estos valores.

Finalmente, se evaluó la aplicación en cuanto a utilidad y facilidad de uso percibida por el usuario. Se aplicaron dos encuestas basadas en el modelo TAM con una escala de Likert, una para el usuario cliente y otra para el entrenador (Anexos 12 y 13), después se registraron las respuestas de los participantes mediante tablas (Anexo 14). Para tener una interpretación clara de los resultados y ofrecer una visión clara sobre la aceptación del sistema en ambas encuestas de manera independiente, se decidió agrupar las respuestas en categorías positivas. Las opciones “completamente de acuerdo y “de acuerdo” se consideraron como indicadores positivos.

## Resultados y discusión

El desarrollo de este proyecto se orientó en torno al cumplimiento de sus objetivos específicos, a continuación, se evidencia cada uno de los logros.

Se logró generar la base de conocimientos del sistema experto. En este proceso, se identificaron 17 hechos únicos que representaban las características de los deportistas, clientes del gimnasio. Estos hechos se agruparon en las variables presentadas en la Tabla IV.

*TABLA IV Variables de entrada del sistema experto*

Variable de observación	Atributo
Rango de edad	Joven adulto [18-39 años]
	Adulto medio [40-59 años]
	Adulto mayor [60-100años]
Objetivo fitness	Perder grasa
	Mantener peso
	Ganar musculo

Nivel de actividad diaria predominante	Sedentario o ligero o moderado Intenso o muy intenso
Clasificación por porcentaje de grasa, según sexo, edad y porcentaje de grasa	Bajo en grasa o saludable Sobrepeso u obesidad
Nivel de experiencia en el gimnasio	Principiante Intermedio Avanzado
Condiciones relacionadas a la salud y estética	Ninguna No puedo o no deseo levantar mucho peso con brazos No puedo o no deseo levantar mucho peso con piernas No puedo o no deseo levantar mucho peso con brazos ni piernas

Por añadidura, se definieron 288 reglas que representaban los conocimientos de los entrenadores del gimnasio, que incluían la combinación de estos hechos relevantes. Estas reglas tenían distribuidas un rango de salida de 42 planes guía. Cada regla siguió el formato “SI...ENTONCES”, en la Figura 5 se muestran algunas de ellas.

Regla 1: Si el cliente es un joven adulto, con el objetivo de perder grasa, un nivel de actividad sedentario, ligero o moderado, una clasificación por porcentaje de grasa baja o saludable, nivel de experiencia en el gimnasio principiante y sin condiciones de salud o estética. El plan guía es “normo a5”

Regla 2: Si el cliente es un joven adulto, con el objetivo de perder grasa, un nivel de actividad sedentario, ligero o moderado, una clasificación por porcentaje de grasa baja o saludable, un nivel de experiencia en el gimnasio principiante y no puede o no desea levantar mucho peso con brazos. El plan guía es “normo a1”.

Regla 3: Si el cliente es un joven adulto, con el objetivo de perder grasa, un nivel de actividad sedentario, ligero o moderado, una clasificación por porcentaje de grasa baja o saludable, un nivel de experiencia en el gimnasio principiante y no puede o no desea levantar mucho peso con piernas. El plan guía es “normo a3”.

Regla 4: Si el cliente es un joven adulto, con el objetivo de perder grasa, un nivel de actividad sedentario, ligero o moderado, una clasificación por porcentaje de grasa baja o saludable, un nivel de experiencia en el gimnasio principiante y no puede o no desea levantar mucho peso con brazos ni piernas. El plan guía es “normo a5”.

Regla 5: Si el cliente es un joven adulto, con el objetivo de perder grasa, un nivel de actividad sedentario, ligero o moderado, una clasificación por porcentaje de grasa baja o

*Fig. 4 Fragmento de la base de conocimientos generada*

Cada plan guía, se desglosó en los criterios mostrados en la tabla V. Esto indica que un plan guía estuvo conformado por: un tipo de dieta, tren de enfoque, foco de entrenamiento, y nivel de cardio específico, criterios que el deportista deberá cumplir para cumplir su objetivo fitness.

*TABLA V Criterios que conforman un plan guía*

Criterio	Atributo
Tipo de dieta	Hipocalórica Normocalórica Hipercalórica
Tren de enfoque	Inferior Superior Completo
Foco de entrenamiento	Entrenamiento de fuerza con peso alto y bajas repeticiones Entrenamiento de fuerza con peso medio y moderadas repeticiones Entrenamiento de fuerza bajo peso y altas repeticiones
Nivel de cardio	Mínimo Moderado

Como segundo logro, se construyó el componente inteligente, a partir de la base de conocimientos generada, que determina el plan guía necesario para los hechos definidos de un deportista. Parte del código fuente se muestra en la Figuras 5.

```

self.declare(PlanGimnasio(plan='normo a3'))

@Rule(Cliente(
    rango_edad=L('Adulto mayor'),
    objetivo=L('Ganar musculo'),
    nivel_actividad=L('Intenso') | L('Muy intenso'),
    clasificacion_grasa=L('Sobrepeso') | L('Obesidad'),
    nivel_experiencia=L('Intermedio') | L('Avanzado'),
    condiciones_salud_estetica=L('No puedo o no deseo levantar mucho peso con brazos ni piernas')
))
def regla_288(self):
    self.declare(PlanGimnasio(plan='normo a5'))

#metodo para obtener el plan
def obtener_plan(self, datos_cliente):
    cliente = Cliente(
        rango_edad=datos_cliente['rango_edad'],
        objetivo=datos_cliente['objetivo'],
        nivel_actividad=datos_cliente['nivel_actividad'],
        clasificacion_grasa=datos_cliente['clasificacion_grasa'],
        nivel_experiencia=datos_cliente['nivel_experiencia'],
        condiciones_salud_estetica=datos_cliente['condiciones_salud_estetica']
    )

    self.reset() # Reiniciar el motor de inferencia
    self.declare(cliente) # Declarar los hechos iniciales
    self.run() # Ejecutar el motor de inferencia

# Buscar el plan generado
for fact in self.facts.values():
    if isinstance(fact, PlanGimnasio):
        return fact['plan']
return None

# Ejemplo de ejecución si se corre directamente este archivo
if __name__ == '__main__':

```

*Fig. 5 Código de Python de los métodos del sistema experto*

Dentro de esta clase, se definieron 288 métodos con el decorador “@Rule” que representaron el número de reglas de la base de conocimientos, y 4 métodos auxiliares, utilizados para inicializar la clase, declarar hechos, ejecutar el motor de inferencia y obtener el plan recomendado, en caso una regla se active. Los métodos de las reglas presentaban condiciones mixtas (con “|”, que representa el operador "o") para adaptarse a distintos niveles o clasificaciones de cada hecho del deportista.

Finalmente, los resultados de las pruebas de precisión mostraron que el plan guía recomendado coincidió en un 87% de los casos, reflejando así la precisión del sistema en la personalización de estos planes.

Como tercer objetivo logrado, se construyó la aplicación móvil que integró el componente inteligente, e incluyó los módulos de presentación y logueo, planificación, y seguimiento. En total se construyeron 50 interfaces de usuario, algunas de ellas se muestran en la Figura 6.

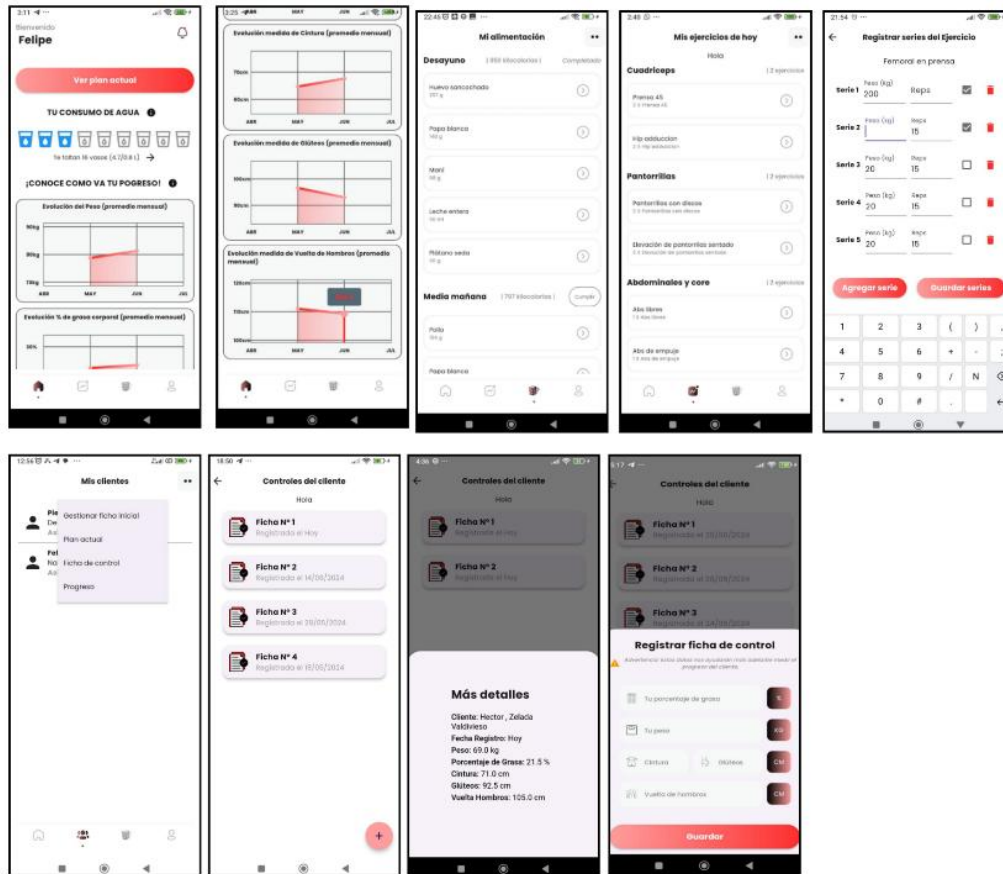


Fig. 6 Vista parcial de las interfaces de la aplicación

Se realizaron 22 pruebas de tipo funcionales y de rendimiento, donde se obtuvieron resultados positivos. Específicamente, en “Firebase test lab”, los resultados mostraron rangos aceptables, tanto del CPU, como de la memoria RAM del teléfono móvil, es decir, entre rangos de 0-30% y 50-150 MB, como se muestra en la Figura 7.

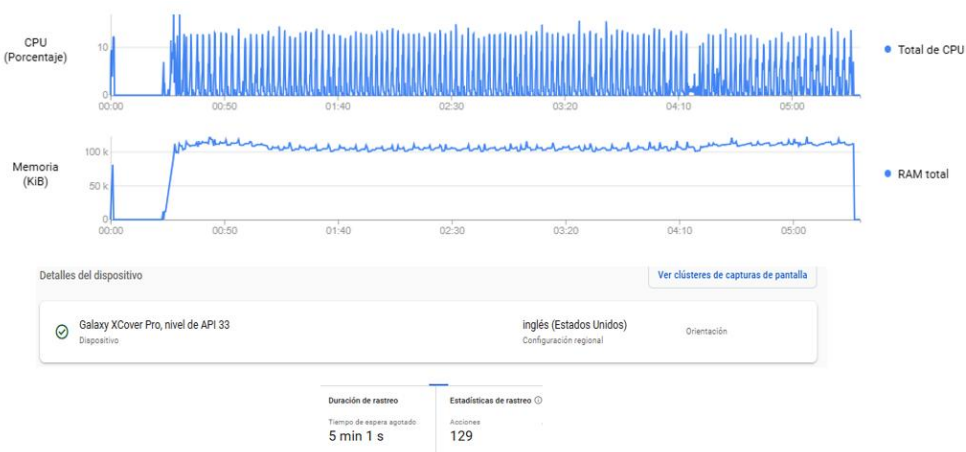
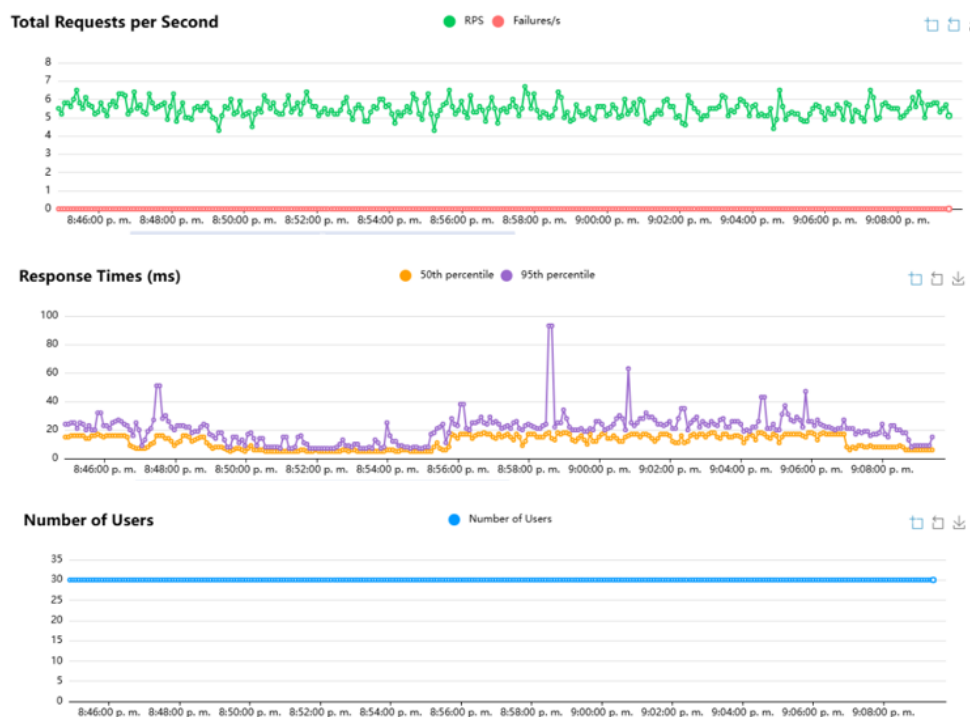


Fig. 7 Estadísticas de las pruebas en Firebase Test Lab

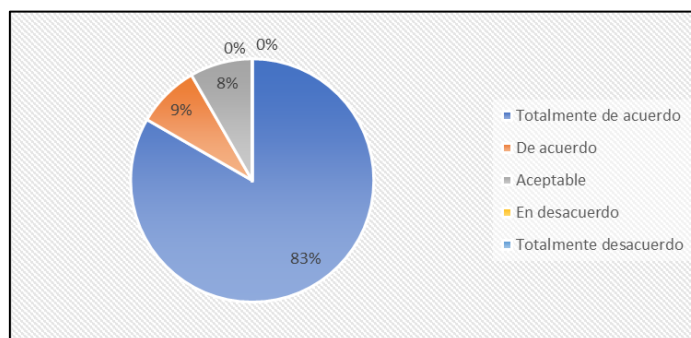
En las pruebas de Locust, la tasa de llegada fue de 4 a 6 peticiones por segundo por usuario. Durante la prueba, se realizaron un total de 9,541 solicitudes, donde no se detectaron fallos. El

tiempo promedio de respuesta por solicitud fue de 14.32 ms, con un mínimo de 4 ms y un máximo de 93 ms, y el tamaño promedio de las respuestas fue de 320.38 bytes. En la Figura 8 se muestran dichos resultados.



*Fig. 8 Gráficas de las pruebas en Locust.io*

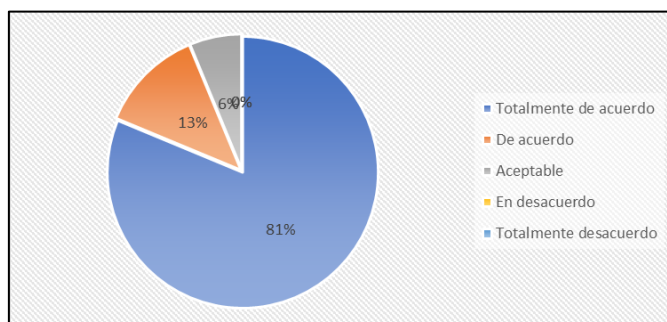
Como último objetivo específico, se logró validar la aplicación en cuanto a utilidad y facilidad de uso percibida por los usuarios entrenador y cliente. De los entrenadores, el 83% manifestaron estar totalmente de acuerdo con la utilidad de la aplicación, un 9% indicaron estar de acuerdo, mientras que el 8% consideró que la utilidad era aceptable, no se registraron respuestas que reflejaran desacuerdo o total desacuerdo en cuanto a la utilidad, como se observa en la Figura 9. En síntesis, el 92% de ellos valoró positivamente la utilidad de la aplicación.



*Fig. 9 Resultados de utilidad percibida según entrenadores*

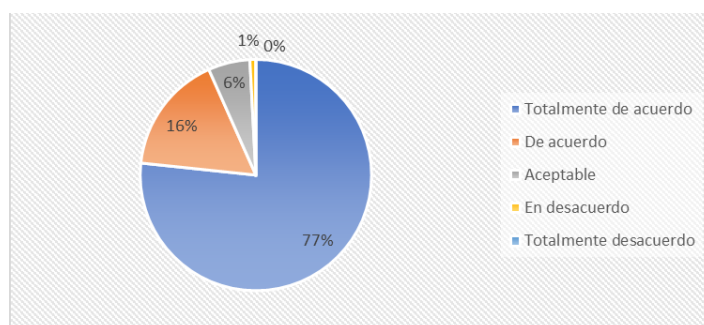
También se evidenció que el 81% de los entrenadores están totalmente de acuerdo en que la aplicación es fácil de usar, un 13% se mostró de acuerdo, y el 6% consideró que era aceptable,

como se observa en la Figura 10. De este modo, se puede decir que el 94% de los entrenadores valoran de manera positiva la facilidad de uso de la aplicación.



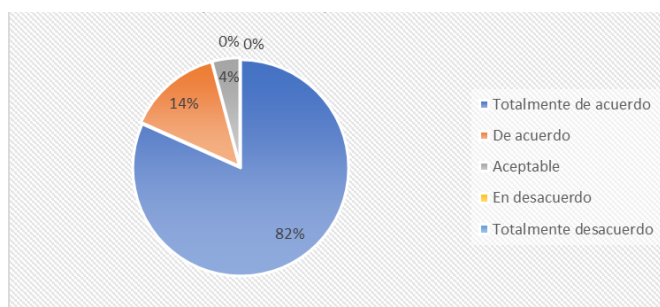
*Fig. 10 Resultados de facilidad de uso percibida según entrenadores*

De los clientes, se evidenció que un 77% están completamente de acuerdo con la utilidad del sistema, un 16% están de acuerdo, un 6% consideran que es aceptable, mientras que solo un 1% mostró desacuerdo. Ningún usuario expresó estar en total desacuerdo con la utilidad de la aplicación, como se muestra en la Figura 11. Lo que correspondería a un 93% con valoraciones positivas.



*Fig. 11 Resultados de utilidad percibida según clientes*

En cuanto a facilidad de uso, 82% de los usuarios clientes están completamente de acuerdo en que la aplicación es fácil de usar, un 14% están de acuerdo, y el 4% consideran que es aceptable. Al igual que en la utilidad, ningún usuario señaló estar en desacuerdo o total desacuerdo con la facilidad de uso del sistema, como se evidencia en la Figura 12. En síntesis, se demostró que el 96% de los clientes valoró positivamente la facilidad de uso de la aplicación móvil.



*Fig. 12 Resultados de facilidad de uso percibida según clientes*

El presente estudio tuvo como objetivo general desarrollar una aplicación móvil con un componente inteligente basado en un sistema experto para apoyar el proceso de entrenamiento personalizado de un deportista en un gimnasio de Chiclayo. A diferencia de otros sistemas desarrollados en los antecedentes de esta investigación, la aplicación integró tanto las variables del usuario como la interacción continua con el entrenador mediante interfaces amigables. La aplicación resultado, disponible para la plataforma de Android, ha demostrado su efectividad a través de la generación automática de planes de ejercicio y alimentación personalizados para los usuarios, y el apoyo al seguimiento del entrenador.

Se generó la base de conocimientos del sistema experto a partir de la experiencia de los entrenadores. Se identificaron y estructuraron 17 hechos únicos, relacionados con características esenciales de los deportistas, como el rango de edad, los objetivos fitness, el nivel de actividad diaria, la clasificación por porcentaje de grasa, el nivel de experiencia en el gimnasio y las condiciones de salud o restricciones estéticas. Con esta información, se definieron 288 reglas que representan los conocimientos de los entrenadores al determinar el plan de entrenamiento personalizado para cada deportista del gimnasio.

Estos resultados se obtuvieron gracias a un enfoque detallado y exhaustivo en la definición de reglas, lo cual aseguró que el sistema pudiera adaptarse a una variedad de escenarios y necesidades individuales. En comparación con estudios previos, como el de [16], que se centraron en personalizar rutinas de ejercicio con una menor cantidad de hechos y reglas, el sistema desarrollado en este documento ofreció una solución más integral. Además, mientras que [16] solo proporcionaba recomendaciones de ejercicio, la aplicación incluyó también planes alimenticios, lo que permitió abordar tanto el entrenamiento como la nutrición de manera coordinada, optimizando así el proceso de entrenamiento personalizado de los usuarios del gimnasio.

Se desarrolló el componente inteligente en función a la base de conocimientos generada, con 292 métodos en la clase principal "SistemaExpertoGimnasio". De estos, 288 se encargaron de gestionar las reglas de inferencia que personalizan los planes de entrenamiento y alimentación para cada cliente. Los otros métodos cumplieron tareas auxiliares, como inicializar la clase, declarar hechos, ejecutar el motor de inferencia y obtener el plan, garantizando el funcionamiento correcto del sistema experto. La precisión alcanzada fue del 87%, demostrando un alto nivel de exactitud. Comparado con el sistema experto de [22], que logró un 90% en detección de anemia infantil, ambos fueron efectivos, aunque en distintos contextos. La leve

diferencia en precisión se debe a que nuestro sistema maneja variables más dinámicas relacionadas con la salud y la estética física, haciéndolo más adaptable.

Se desarrolló la aplicación móvil que integró el componente inteligente y que apoya en el proceso de entrenamiento personalizado. En total se desarrollaron 50 interfaces de usuario. Además, se realizaron 20 pruebas funcionales, entre pruebas de caja blanca y negra, y 2 pruebas de rendimiento. La primera prueba de rendimiento demostró un uso del CPU en rangos aceptables del 0-30% y un consumo de memoria RAM de 50-150 MB. Esta prueba se relaciona con [19] porque destacó la importancia de optimizar el uso de recursos en aplicaciones móviles fitness. Por otro lado, en un escenario de 9 541 solicitudes, el tiempo promedio de respuesta de la Api fue 14.32 ms en una simulación de 30 usuarios activos. Estos tiempos de respuesta son significativamente más bajos que los obtenidos en [20], donde las respuestas promedio fueron de 564 ms, en una prueba de 25 usuarios activos. Lo que indica la eficiencia del sistema en el manejo de múltiples solicitudes sin experimentar fallos y en condiciones de carga alta.

De manera similar, el estudio de [21] se enfocó desarrollar un sistema web que optimizará los procesos en un centro deportivo, como la programación de clases y citas. Aunque ambos sistemas buscaron optimizar la gestión deportiva, nuestro enfoque se diferenció al integrar la personalización del entrenamiento y la interacción continua entre entrenador y deportista, algo que el sistema de [21] no abordó.

Se evaluó la aplicación en cuanto a utilidad y facilidad de uso percibida por los usuarios entrenadores y clientes. El 92% de los entrenadores valoraron positivamente en cuanto a utilidad, y el 94% la facilidad de uso de la aplicación. De los clientes, el 93% valoró positivamente a la aplicación en cuanto a su utilidad, y el 96% la facilidad de uso de la misma.

Esta validación puede compararse con el estudio de [18], que también desarrolló una aplicación móvil, enfocada en la medición de aptitud física, y la validó con expertos del fitness. Ambos estudios coinciden en la importancia de obtener feedback de expertos para garantizar la utilidad y confiabilidad de las aplicaciones. De igual forma, los resultados se alinean a la evaluación que realizaron en [19] y [17], quienes también obtuvieron valoraciones positivas en la utilidad y facilidad de uso de sus aplicaciones móviles.

## **Conclusiones**

Finalmente, a partir de la implementación de la aplicación móvil inteligente para apoyar el proceso de entrenamiento personalizado en un gimnasio de Chiclayo, se concluye:

- La construcción de una base de conocimientos sólida con 17 hechos únicos y 288 reglas, basadas en los conocimientos de los entrenadores, permitió al sistema experto generar

recomendaciones adaptadas a las características y necesidades de los deportistas, como rango de edad, los objetivos fitness, el nivel de actividad diaria, la clasificación por porcentaje de grasa, el nivel de experiencia en el gimnasio y las condiciones de salud o restricciones estéticas.

-El componente inteligente, construido con 292 métodos, alcanzó un 87% de precisión, mostrando alta efectividad y adaptabilidad en la personalización de planes, frente a variables dinámicas y complejas.

-El desarrollo de la aplicación móvil fue exitoso y demostró un rendimiento óptimo en las pruebas funcionales, de uso de recursos y tiempos de respuesta.

-La evaluación de la aceptación tecnológica de la aplicación móvil mostró una respuesta positiva por parte de los usuarios. El 92% de los entrenadores consideró que la aplicación es útil, y el 94% destacó su facilidad de uso. Mientras que el 93% de los clientes valoró positivamente la aplicación y el 96% destacó que es fácil de usar. Esto demuestra que la aplicación cumplió con las expectativas de los usuarios

-Se lograron cumplir todos los objetivos específicos, obteniendo resultados que aportan valor a esta investigación y abren paso a futuros estudios en el tema. Los hallazgos no solo amplían el conocimiento existente, sino que también ofrecen una base sólida para continuar explorando nuevas posibilidades para mejorar el servicio de entrenamiento personalizado.

## **Recomendaciones**

-En nuevas investigaciones y para complementar la aplicación desarrollada, se recomienda poner a prueba la aplicación por un determinado tiempo, para finalmente generar data suficiente y agregar un componente basado en Machine Learning que ajuste automáticamente los planes de alimentación y ejercicio con forme el usuario vaya mostrando cambios en sus medidas antropométricas con el fin de no desviarse de su objetivo fitness.

-Para futuras investigaciones, se sugiere añadir una funcionalidad que permita obtener información clave de dispositivos wearables, de modo que el entrenador pueda monitorear a sus deportistas a ese nivel cuando lo considere necesario.

-Se recomienda añadir la opción de agregar un widget de consumo de agua en la pantalla principal del usuario, junto con la activación de notificaciones para recordatorios.

-Para mejorar el registro y el inicio de sesión, se recomienda incorporar opciones adicionales como Google, Facebook y otros servicios similares, ofreciendo al usuario alternativas más prácticas y accesibles.

## Referencias

- [1] L. Vila Lorenzo y J. F. Guzmán Luján, «Motivos de práctica, contratación y percepción del servicio de entrenamiento personal en clientes premium,» *Retos*, vol. 51, n° 1, pp. 149-158, 2024.
- [2] S. Park y L. Hyun Woo, «Emphasizing effort vs talent in personal trainers' performance: consumption response of personal fitness training customers,» *Revista internacional de marketing y patrocinio deportivo*, vol. 24, n° 2, pp. 359-374, 2023.
- [3] Hex Fit, «¿Cómo Puede el Software de Entrenamiento Personal Revolucionar los Programas de Fitness?,» [En línea]. Available: <https://www.myhexfit.com/es/academia/articles-en/como-puede-el-software-de-entrenamiento-personal-revolucionar-los-programas-de-fitness/>. [Último acceso: 24 Setiembre 2024].
- [4] Gym Factory, «El impacto de la Inteligencia Artificial en el entrenador personal,» [En línea]. Available: <https://gymfactory.net/2024/04/26/el-impacto-de-la-inteligencia-artificial-en-el-entrenador-personal/>. [Último acceso: 24 Setiembre 2024].
- [5] Global Wellness Institute, «Porcentaje de la población mundial que practicaba fitness de 2019 a 2022,» International SRI, Miami, Florida, 2023.
- [6] Health and Fitness Association, «The 2022 IHRSA Global Report,» Healthy Learning, California, 2022.
- [7] V. M. Kercher, K. Kercher, P. Levy, T. Bennion, C. Alexander, P. Amaral Costa, A. Batrakoulis, L. F. J. Chávez, P. Cortés Almanzar, J. Haro López, A. R. Zavalza y L. E. Rodríguez, «2023 Fitness Trends from Around the Globe,» *ACSM's Health & Fitness Journal*, vol. 27, n° 1, pp. 19-30, 2023.
- [8] M. Valcarce Torrente, Á. Arroyo Nieto, O. L. Veiga y C. Morales Rincón, «Encuesta Nacional de Tendencias de Fitness en Colombia para el Año 2022,» *Retos*, vol. 45, n° 1, p. 483–495, 2022.
- [9] Mordor Intelligence Research and Advisory, «Industria del fitness en América del Sur 2024-2029,» Mordor Intelligence, Hyderabad, 2023.
- [10] Bussines Empresarial, «El fitness en el Perú: Un negocio en crecimiento,» Bussines Empresarial, Lima, 2024.

- [11] M. B. Benavides Gonzales, P. Jurado Nolasco, E. H. Ramos Espinoza, R. Jaramillo y K. Jhonatan, «Modelo ProLab: New Life, propuesta sostenible que busca mejorar el estado físico y mental de la salud de jóvenes y adultos,» Huancayo, 2023.
- [12] Exercise Daily, «La inteligencia artificial en el deporte: cómo la inteligencia artificial está cambiando la forma en que monitoreamos el rendimiento de los atletas,» 30 Junio 2023. [En línea]. Available: <https://exercisedaily.com/ai-in-sports-how-ai-is-changing-the-way-we-track-athlete-performance/>. [Último acceso: 12 Octubre 2024].
- [13] American Profession Guide, «Common Challenges Faced by Personal Trainers in the USA,» 12 Octubre 2024. [En línea]. Available: <https://americanprofessionguide.com/personal-trainers-challenges/>. [Último acceso: 13 Octubre 2024].
- [14] J. Sanabria Navarro, M. d. J. Cortina y O. J. Vanegas Caraballo, Modelos de Planificación del Entrenamiento Deportivo Moderno, Sucre: Fungade, 2023.
- [15] National Strength and Conditioning Association, Manual NSCA. Fundamentos del Entrenamiento Personal, España: Ediciones Tutor, 2022.
- [16] R. L. Estrada Ortega y J. E. Guzmán Mendoza, «Fuzzy-Bayesian Expert System for Suggesting Personalized Training Plans with Exercises and Routines,» *International Journal of Combinatorial Optimization Problems and Informatics*, 2024.
- [17] M. O. Rubio, «Implementación de una app móvil para realizar deporte en casa,» *Universidad Politécnica de Catalunya*, 2021.
- [18] A. Sigit Dwi, E. S. Kriswanto, T. P. S. S. Indah Prasetyawati, N. Soni, S. Subagyo y M. I. Sabillah, «Aplicación Act.Fit para la medición de la aptitud física de adultos en Indonesia,» *Retos*, vol. 51, n° 1, pp. 1262-1267, 2024.
- [19] J. J. Carrion Paico, «Aplicación móvil para la gestión de rutinas de entrenamiento físico en un gimnasio, Barranca, 2024,» Lima, 2024.
- [20] B. J. Huaman Mallecco, «Aplicación web para los planes de entrenamiento de los clientes del gimnasio Fit7club de la ciudad de Huancayo, 2023,» Huancayo, 2023.
- [21] M. A. Cabrejo Masco y J. V. Zurita Torvisco, «Sistema web para la gestión de los servicios de membresía, citas y clases diarias de la empresa Crossfit La Parada, en Lima - Perú 2022,» Lima, 2022.
- [22] J. A. Mendoza Peralta, «Sistema Experto para alerta y brindar alternativa de tratamiento para la anemia en niños de la provincia de Jaén,» Jaén, 2021.

- [23] S. Russell y P. Norving, *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, California: Pearson, 2021.
- [24] S. Azevedo, J. De oliveira y M. de Souza, «Artificial intelligence in fitness training: A systematic review,» *Journal of Sports Science and Medicine*, vol. 21, n° 4, pp. 743-754, 2022.
- [25] M. Benferhat, H. Prade y D. Dubois, «An Overview of Expert Systems,» *Artificial Intelligence Review*, vol. 33, n° 2, pp. 145-167, 2021.
- [26] Y. Wang, J. Wang y L. Zhao, «Rule-based expert systems in physical fitness: A review,» *Health Information Science and Systems*, vol. 8, n° 1, pp. 1-9, 2022.
- [27] N. Rohit Ramakrishna y B. Puthuvayi, «Measuring the performance of expert-based evaluation method (EBEM) used for listing and grading heritage buildings: the case of Panaji city,» *Journal of Cultural Heritage Management and Sustainable Development*, vol. 13, n° 4, pp. 743-760, 2023.
- [28] G. Vasquez Torres, L. Lunarejo Aponte y L. Andrade Arenas, «Implementation of an Expert System for Automated Symptom Consultation in Peru,» *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, vol. 12, n° 12, 2021.
- [29] M. Benferhat, D. Dubois y H. Prade, «Theoretical Foundations of Expert Systems,» *Artificial Intelligence*, vol. 278, pp. 103-116, 2022.
- [30] R. Matos, L. Oliveira y A. Ferreira, «Personalized training programs: A review,» *International Journal of Sports Science*, vol. 14, n° 3, pp. 45-57, 2021.
- [31] A. Real, «HSN Store,» 2023. [En línea]. Available: HS Store[https://www.hsnstore.com/blog/rutinas-entrenamiento/planes-hsn/deportistas-gimnasio/?srsltid=AfmBOorihOvFF6TO8uh9Cb1y2RBP\\_NDkZbwgLqYdBNHo8iiqCc-3J9tK](https://www.hsnstore.com/blog/rutinas-entrenamiento/planes-hsn/deportistas-gimnasio/?srsltid=AfmBOorihOvFF6TO8uh9Cb1y2RBP_NDkZbwgLqYdBNHo8iiqCc-3J9tK). [Último acceso: 25 10 2024].
- [32] Sport for Development, «Sport for Development,» 2022. [En línea]. Available: <https://acortar.link/S7jfhV>. [Último acceso: 26 10 2024].
- [33] A. Abia, «Centro Nutricional Nutre Burgos,» 17 Junio 2021. [En línea]. Available: <https://nutreburos.com/diferencias-entre-hacer-deporte-y-ser-deportista/>. [Último acceso: 25 10 2024].
- [34] D. Michael y W. Pollock, «Anthropometric measurements and their significance in health and fitness,» *Journal of Health and Nutrition*, vol. 8, n° 1, pp. 12-19, 2021.

- [35] C. Silva, R. Santos y M. Lima, «Exercise plans and injury prevention: A review,» *International Journal of Sports Medicine*, vol. 41, n° 5, pp. 345-355, 2021.
- [36] A. Jackson y S. Cooper, «Nutrition plans for physical training: Importance and implementation,» *Nutrition Reviews*, vol. 79, n° 9, pp. 784-796, 2021.
- [37] Y. Zhang, L. Wang y T. Liu, «Mobile applications in fitness training: Trends and challenges,» *Journal of Mobile Technology in Medicine*, vol. 10, n° 1, pp. 15-22, 2021.
- [38] H. Ly Tong, J. Quiroz, A. Baki Kocaballi, K. Ijaz, E. Coiera, C. Chow y L. Laranjo, «A personalized mobile app for physical activity: An experimental mixed-methods study,» *Digit Health*, vol. 8, n° 1, pp. 1-13, 2022.
- [39] L. González, A. Pérez y M. Ríos, «Flutter: A new approach to cross-platform mobile development,» *Journal of Software Engineering*, vol. 12, n° 2, pp. 45-58, 2022.
- [40] Firebase, «Firebase Authentication,» [En línea]. Available: <https://firebase.google.com/docs/auth>. [Último acceso: 29 Setiembre 2024].
- [41] M. J. Suárez Barón, H. J. Rincón Díaz, C. D. González Rodríguez y J. S. Gonzalez Sanabria, «Linja: A Mobile Application Based on Minimax Strategy and Game Theory,» *Revista Facultad De Ingenieria*, vol. 31, n° 59, pp. 1-24, 2022.
- [42] OECD, Manual de Frascati 2015: Guía para la recopilación y presentación de información sobre la investigación y el desarrollo experimental, Madrid: OECD Publishing, 2018.
- [43] E. Salazar Barrios, «Muestreo Estadístico,» Universidad Rural de Guatemala, 2022.
- [44] C. Vandelanotte, S. Trost, D. Hodgetts, T. Imam, M. Rashid, G. To y C. Maher, «Increasing physical activity using an just-in-time adaptive digital assistant supported by machine learning: A novel approach for hyper-personalised mHealth interventions,» *Journal of Biomedical Informatics*, vol. 144, n° 1, pp. 120-134, 2023.
- [45] A. M. Newsome, R. Reed, J. Sansone, A. Batrakoulis, C. McAvoy y M. W. Parrott, «2024 ACSM Worldwide Fitness Trends: Future Directions of the Health and Fitness Industry,» *ACSM's Health & Fitness Journal*, vol. 28, n° 1, pp. 14-26, 2024.
- [46] T. Mazhar, Q. Nasir, I. Haq, M. M. Kamal, I. Ullah, T. Kim, H. G. Mohamed y N. Alwadai, *Electronics*, vol. 11, n° 23, 2022.
- [47] R. Hernández-Sampieri y C. Mendoza, Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta, México: Mc Graw Hill Education, 2019.

- [48] I. P. d. Deporte, «Encuesta Nacional de Actividad Física y Hábitos de Vida Saludable,» 2021.
- [49] L. F. Bohorquez Chacón, H. D. Vanegas Sáenz, N. E. Álvarez Rey, E. J. Pacheco Casadiego, J. E. Lizarazo Parada y D. Villamizar Mendoza, «Innovando en modelos de rehabilitación física: propiedades de las aplicaciones móviles como herramientas de autogestión en la ejecución de protocolos de cinesiterapia activa en pacientes amputados de miembro inferior,» *Retos*, vol. 51, nº 1, pp. 332-347, 2024.

**Anexos****ANEXO N° 1 CONSTANCIA DE ACEPTACIÓN DEL GIMNASIO PARA LA  
EJECUCIÓN DEL PRODUCTO ACREDITABLE**

**"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"**

Chiclayo 1 de noviembre de 2022

Estimado señor:

Ing. Huilder Mera Montenegro

Director de Escuela de Ingeniería de Sistemas y Computación

Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

Por medio de la presente hago constar que la estudiante **NAVARRO MONJE MARIA EUGENIA** identificado con **DNI 72271755**, de la escuela de escuela **DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**, ha sido aceptada en nuestra institución para llevar a cabo la realización de su proyecto de tesis.

Para la continuidad del proyecto de la alumna en mención, le brindaremos la información necesaria, las facilidades pertinentes, permisos y apoyo que amerite el caso.



Atentamente:



Luis Alberto Bernal Lalopu  
Gerente de Gimnasios Evolution Fitness

ANEXO N° 2 CONSTANCIA DE APROBACIÓN DEL PRODUCTO ACREDITABLE  
POR PARTE DE LA EMPRESA DONDE SE EJECUTÓ LA TESIS

"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la  
conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

Chiclayo, 21 de octubre de 2024

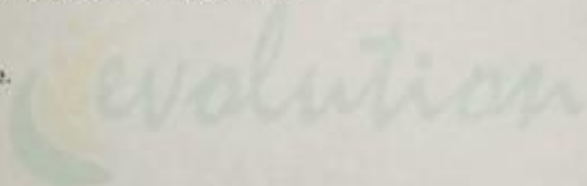
Luis Alberto Bernal Lalopú  
Gerente de Gimnasios Evolution Fitness

**Declaro lo siguiente:**

Me complace informar que nuestro centro Fitness ha revisado y evaluado la aplicación "Evo Fit" desarrollado por la estudiante María Eugenia Navarro Monje, con DNI 72271755 y código universitario 181PX78385. Dicho producto ha sido probado y validado a través de mi persona, los entrenadores y clientes del gimnasio, logrando satisfacer las expectativas de nuestro gimnasio para el apoyo en el proceso de entrenamiento personalizado.

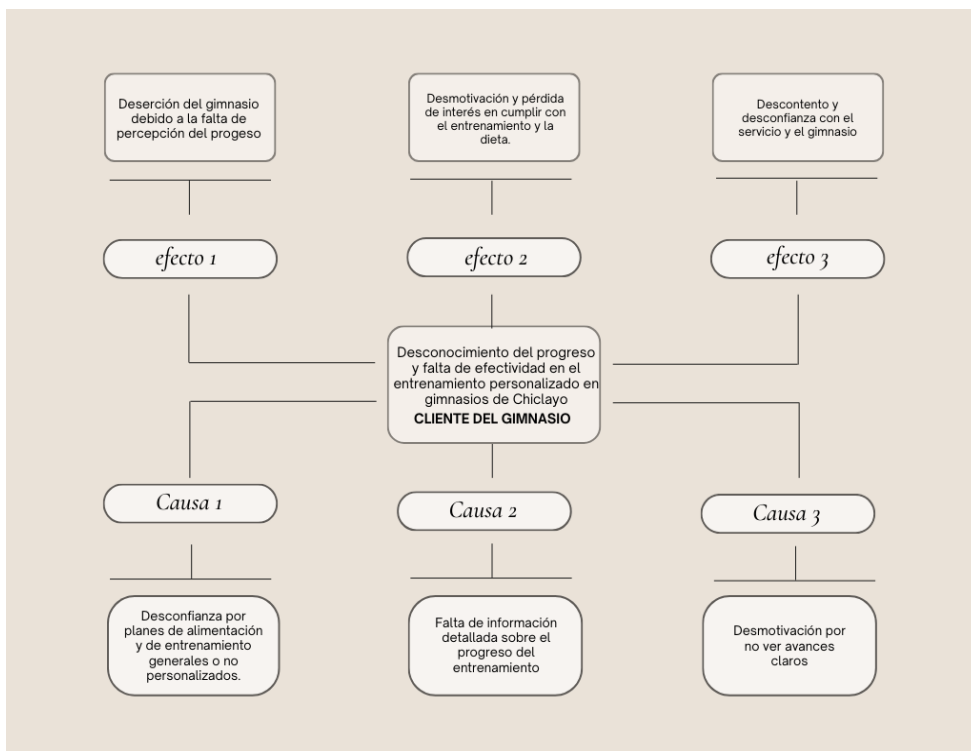
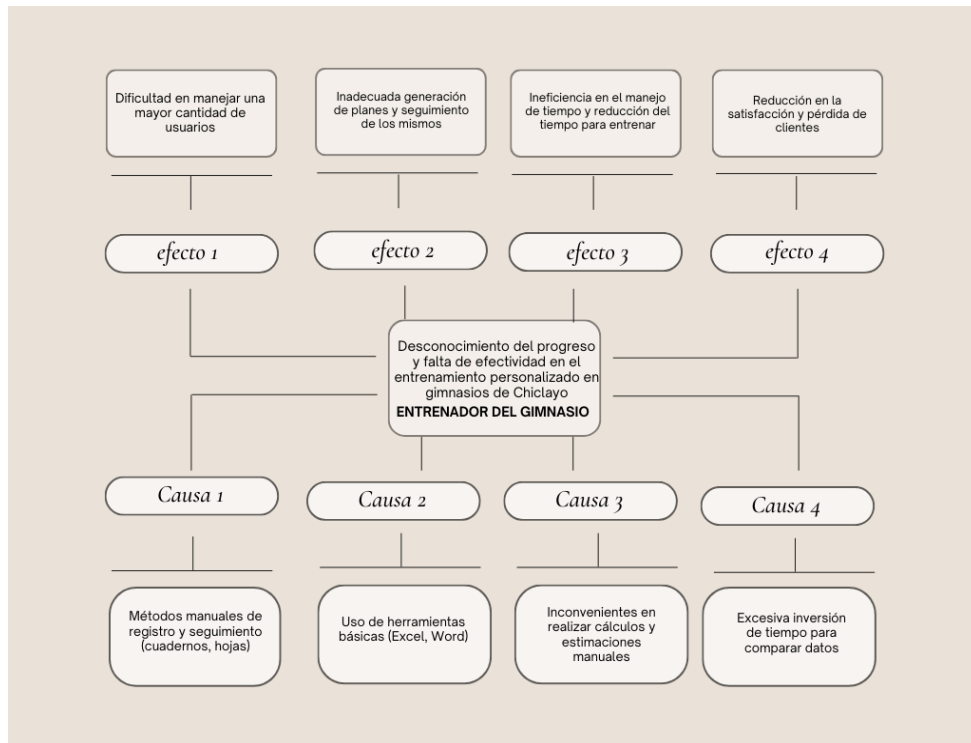
El producto ha demostrado ser una herramienta útil para la generación de planes de entrenamiento y alimentación personalizados en apoyo a los entrenadores, así como, para la visualización del progreso de los clientes. A su vez, motivo al estudiante a continuar mejorando la aplicación para que en un futuro se convierta en una herramienta integral para nuestro gimnasio.

Atentamente.



Luis Alberto Bernal Lalopú  
Gerente de Gimnasios Evolution Fitness

**ANEXO N° 3 ÁRBOL DE PROBLEMA SOBRE LA FALTA DE EFECTIVIDAD EN EL ENTRENAMIENTO PERSONALIZADO, DESDE LA PERSPECTIVA DEL CLIENTE Y EL ENTRENADOR**





## ANEXO N° 5 INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

### ENCUESTA PARA ENTRENADORES Y NUTRICIONISTAS DEL GIMNASIO EVOLUTION FITNESS

**Objetivo.** Recolectar información sobre los criterios y datos utilizados para determinar el plan de alimentación y de entrenamiento idóneo para un cliente.

**Información del encuestado.**


Nombre : \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ Años de experiencia en el campo: \_\_\_\_\_

Sexo: \_\_\_\_\_Masculino \_\_\_\_\_Femenino

**Preguntas.**

1. ¿Qué datos personales del cliente considera al crear un plan de alimentación y entrenamiento?  
*Ejemplo: Edad, género, peso, altura, índice de masa corporal (IMC), nivel de actividad física, metas personales, alergias alimenticias, etc.*  
RESPUESTA:
  
2. ¿Con qué frecuencia recopila esos datos?  
*Ejemplo: Inicialmente, al registrarse el cliente; Mensualmente; Cada tres meses; Anualmente; Según sea necesario.*  
RESPUESTA:
  
3. ¿Qué tipo de evaluación física realiza antes de recomendar un plan de entrenamiento?  
*Ejemplo: Evaluación del porcentaje de grasa corporal, pruebas de resistencia cardiovascular, pruebas de fuerza, pruebas de flexibilidad, evaluación postural.*  
RESPUESTA:
  
4. ¿Qué tipo de evaluación nutricional realiza antes de recomendar un plan de alimentación?  
*Ejemplo: Análisis de la dieta actual del cliente, pruebas de laboratorio (análisis de sangre, etc.), evaluación de hábitos alimenticios, registro de consumo de alimentos.*  
RESPUESTA:
  
5. ¿Qué factores considera al diseñar un plan de alimentación para un cliente?  
*Ejemplo: Requerimientos calóricos diarios, balance de macronutrientes (proteínas, carbohidratos, grasas), requerimientos de micronutrientes (vitaminas, minerales), horarios de comida, preferencias y restricciones alimenticias, etc.*  
RESPUESTA:
  
6. ¿Utiliza alguna herramienta o software para diseñar planes de alimentación?  
*Ejemplo: Software de nutrición, aplicaciones móviles, hojas de cálculo personalizadas*  
RESPUESTA:
  
7. ¿Qué factores considera al diseñar un plan de entrenamiento para un cliente?  
*Ejemplo: Nivel de condición física actual, metas específicas del cliente, disponibilidad de tiempo del cliente, limitantes físicas, preferencias, etc.*  
RESPUESTA:
  
8. ¿Cómo realiza el seguimiento del progreso del cliente?  
*Revisiones de peso y medidas corporales, evaluaciones físicas periódicas, análisis de rendimiento en entrenamientos, encuestas de satisfacción del cliente.*  
RESPUESTA:

ANEXO N° 6 FORMATO DE FICHA INICIAL Y DE CONTROL ACTUALES DEL GIMNASIO


  
**MEDIDAS CORPORALES**

NOMBRES : Mary Esquivel

EDAD : 21 TALLA: 1.60

FECHA	1-1				
MEDIDAS					
VUELTA DE HOMBROS	92.5				
PECHO					
CINTURA	67.4				
CADERA					
GLÚTEOS	92.5				
MUSLOS					
BRAZOS					
PESO	55.1				
IMC					
GRASA CORPORAL					
MÚSCULO					
EDAD CORPORAL					
GRASA VISCERAL					

ANEXO N° 7 MODELO DE PLAN NUTRICIONAL DEL GIMNASIO PARA UN CLIENTE


evolution Maru

### PLAN NUTRICIONAL

#1	7:00 <b>Desayuno</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Carne de res, pescado, pavita, pollo, huevos, conserva de atún, queso dietético jamón. <span style="float: right;">3h. 2centos / 1cbr</span></li> <li>➤ Pan, papa, camote, yuca. 100</li> <li>➤ Palta, frutos secos, aceite de oliva, aceite de coco.</li> <li>➤ Fresa, piña, papaya, manzana, plátano, uva, mango, arándanos, etc.</li> </ul>
#2	10:00 <b>Media mañana</b> 10:30	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Pescado, pavita, pollo, huevos, conserva de atún.</li> <li>➤ Papa, camote, yuca. 100</li> <li>➤ Palta, frutos secos, aceite de oliva, aceite de coco.</li> <li>➤ Melón, sandía, fresa, piña, papaya, manzana, pera, uva, mango, etc</li> </ul>
#3	11:00 <b>Almuerzo</b> 1:30	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Carne de res, pescado, pavita, pollo, huevos, conserva de atún. 150 100 100</li> <li>➤ Arroz, fideos, ollucos, papa, camote, yuca, frejol, garbanzos, etc. 100</li> <li>➤ Palta, aceite de oliva. 1 palta</li> <li>➤ Lechuga, espinaca, tomate, brócoli, vainitas, pepinillo, apio, cebolla, zapallo.</li> <li>➤ Ciruela, plátano, fresa, piña, papaya, manzana, uva, mango, etc.</li> </ul>
#4	4:00 <b>Media tarde</b> 4:30	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Carne de res, pescado, pavita, pollo, huevos, conserva de atún. <span style="float: right;">3h-2</span></li> <li>➤ Papa, camote, yuca, frejol, garbanzos. 100</li> <li>➤ Palta, aceite de oliva.</li> <li>➤ Fresa, piña, papaya, manzana, plátano, uva, mango, etc.</li> </ul>
#5	7:00 <b>Cena</b> 7:30	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Carne de res, pescado, pavita, pollo, huevos, conserva de atún. 150. <span style="float: right;">3h.</span></li> <li>➤ Camote, yuca, papa, arroz, lentejas, frejol, garbanzos, etc.</li> <li>➤ Palta, aceite de oliva.</li> <li>➤ Espinaca, tomate, brócoli, vainitas, lechuga, vainitas, pepinillo, apio.</li> <li>➤ Fresa, piña, papaya, manzana, plátano, uva, mango, etc.</li> </ul>
#6	10:30	

## ANEXO N° 8 CARTILLAS DE EJERCICIOS DEL GIMNASIO

		RUTINAS FIT
Día	RUTINAS	EJERCICIOS
Primer día	CUADRICEPS	Sentadillas en Smith 5 x 15 a 20 Zancada en Smith 4 x 10 a 15 Prensa 45° u horizontal 4 x 15 a 20 Hip adduccion 4 x 15 a 20 Leg extension 4 x 15 a 20
	PANTORILLAS	Pantorillas 5 x 15 a 20
Segundo día	FEMORALES	Leg curl femoral 8 x 15 a 20 Peso muerto 6 x 15 a 20
	PECHO	Chess Press 4 x 10 a 15 Fly rear delt 4 x 15 a 20
	ESPALDA	Row 4 x 20 a 25 Pull down 4 x 15 a 20 Lat pull down 4 x 20 a 25
Tercer día	GLÚTEOS	Hip abducción 8 x 15 a 20 Glutera 5 x 15 a 20
	BÍCEPS	Curl de bíceps 4 x 15 a 20 Curl de mancuernas 4 x 15 a 20
	TRÍCEPS	Extensión de tríceps en lat pull down 4 x 15 a 20 Tríceps en copa 4 x 15 a 20
	HOMBROS	Over head press 4 x 15 a 20
Cuarto día		Repite el primer día
Quinto día		Repite el segundo día
Sexto día		Repite el tercer día
ABDOMINALES		Interdiario

 <b>EJERCICIOS DE MUSCULACIÓN</b>	
RUTINAS	EJERCICIOS
<b>Primer día PECHO Y ESPALDA</b>	Press de banca 5 x 15 a 20 Chess Press 4 x 10 a 15 Fly rear delt 4 x 15 a 20 Fondos en Dip chin Row 4 x 20 a 25 Pull down 4 x 15 a 20 Lat pull down 4 x 15 a 20
<b>Segundo día CUADRICEPS FEMORALES Y PANTORILLAS</b>	Sentadillas en Smith 6 x 15 a 20 Prensa 45° u horizontal 5 x 15 a 20 Leg extension 4 x 15 a 20 Hip adduccion 4 x 15 a 20 Leg curl femoral 6 x 15 a 20 Peso muerto 5 x 15 a 20 Pantorillera sentado 4 x 20 a 25 Pantorillera en Smith 4 x 20 a 25
<b>Tercer día BÍCEPS, TRÍCEPS Y HOMBROS</b>	Curl de bíceps 4 x 15 a 20 Curl barra o mancuernas 4 x 15 a 20 Tríceps en lat pull down 4 x 15 a 20 Tríceps en copa 4 x 15 a 20 Over head press 4 x 15 a 20 Press militar 4 x 10 a 15 Fly rear delt invertido 4 x 15 a 20
<b>Cuarto día</b>	Repite el primer día
<b>Quinto día</b>	Repite el segundo día
<b>Sexto día</b>	Repite el tercer día
<b>ABDOMINALES</b>	Interdiario

## ANEXO N° 9 FRAGMENTO DE CODIGO DE LAS FUNCIONES Y PROCEDIMIENTOS DE LA BASE DE DATOS

```

create or replace function pa_generar_plan_entrenamiento(
  p_idficha bigint
) returns boolean as
$$
declare
  id_planguia_consultado smallint;
  id_usuario_ficha_consultado integer;
  id_grupo_plan_consultado bigint;
  dia_seman_dia_semanas ROWTYPE;
  plan_guia_p_plan_guias ROWTYPE;
  fusu_cliente f_ficha_usuario_clientes ROWTYPE;
  valores_foco_entreñ valores_foco_entrenamiento ROWTYPE;
  esquema esquema_distribucion_grupo_muscular ROWTYPE;
  contador_ds smallint := 1;
  cantidad_ejer smallint;
  i smallint;
  x smallint;
  id_plan_ejercicio_nuevo bigint;
  id_rutina_nueva bigint;
  id_ejercicio_aleatorio smallint;
  id_foco_entrenamiento_consultado smallint;
  id_tren_grupo_muscular_consultado smallint;
  id_tren_enfoque_consultado smallint;
  id_condicion_consultado smallint;
  id_grupo_ejercicio_alea smallint;
  valor_cardio_consultado smallint;
  --creacion de cumplimiento de rutina
  new_id_rutina_detalle bigint;
  new_serie smallint;
  new_repeticiones smallint;
  new_valor_unidad smallint;
begin
  --obtenemos el plan guia
  select fk_plan_guia into id_planguia_consultado from ficha_usuario_cliente where id_p_idficha;
  --obtenemos el usuario de la ficha
  select fk_usuario into id_usuario_ficha_consultado from ficha_usuario_cliente where id_p_idficha;
  --obtenemos la cantidad de maquinas segun ficha
  cantidad_ejer := (select max(cantidad_maquina_ejercicios_por_grupo
    from ficha_usuario_cliente fusu inner join nivel_experiencia_gym nex
    on fusu.fk_nivel_experiencia_gym_nex.id = fusu.fk_idficha);
  select id into id_grupo_plan_consultado from grupo_plan where fk_ficha_usuario_cliente_idficha and fk_estado
  --creamos el plan entrenamiento
  insert into plan_ejercicio(fk_estado_general, fk_grupo_plan) values (1, id_grupo_plan_consultado)
  returning plan_ejercicio_id into id_plan_ejercicio_nuevo;
  RAISE NOTICE 'plan ejercicio: ' || id_plan_ejercicio_nuevo;
  --obtenemos el row de ficha_usuario_cliente
  select ficha_usuario_cliente.* into fusu_cliente from ficha_usuario_cliente where id=p_idficha;
  --obtenemos el foco de entrenamiento
  select fk_foco_entrenamiento into id_foco_entrenamiento_consultado from plan_guia where id=id_planguia_consul;
  RAISE NOTICE 'id_foco_entrenamiento_consultado: ' || id_foco_entrenamiento_consultado;
  --obtenemos el tren de enfoque de la guia
  select fk_tren_enfoque into id_tren_enfoque_consultado from plan_guia where id=id_planguia_consultado;
  RAISE NOTICE 'tren de enfoque: ' || id_tren_enfoque_consultado;
  --recorremos dias de la semana de entrenamiento
  RAISE NOTICE 'fk_fichas: ' || p_idficha;
  for dia_seman in
    (select ds.* from ficha_dia_semana fds inner join fds_dia_semana ds on fds.fk_dia_semanas_id
    where fds.fk_ficha_usuario_cliente_idficha and fds.fk_estado_general=1 order by ds.fid) loop
    RAISE NOTICE 'dia semana de la ficha: ' || dia_seman.nombre;
    contador_ds:=contador_ds+1;
    RAISE NOTICE 'contador: ' || contador_ds;
    --obtenemos el registro de plan guia correspondiente
    --plan_guia_id=(select * from plan_guia where id=id_planguia_consultado limit 1);
    insert into rutina(fk_plan_ejercicio, fk_estado_general, fk_dia_semana)
    values(id_plan_ejercicio_nuevo, 1, dia_seman.fid) returning rutina_id into id_rutina_nueva;
    RAISE NOTICE 'rutina nueva: ' || id_rutina_nueva;
    --creamos los cumplimiento con los rutinas
    insert into cumplimiento_rutina(fecha_real_entrenamiento, cumplido, fk_rutina) values
    (current_date, false, id_rutina_nueva);
    --recorremos los esquemas disponibles
    for esquema in
      (select * from esquema_distribucion_grupo_muscular
      where ordencontador_ds and fk_objetivo=fusu_cliente.fk_objetivo) loop
      for i in 1..cantidad_ejer loop -- por la cantidad de ejercicios grupo muscular
        RAISE NOTICE 'iterador de cantidad ejercicios: ' || i;
        --obtenemos los valores referencia de las rutinas, tabla
        --obtenemos un ejercicio aleatorio que nose haya seleccionado en la misma rutina del dia
        select id into id_ejercicio_aleatorio from ejercicio where fk_grupo_muscular=esquema.fk_grupo_muscular and id NOT IN
        (select rd.fk_ejercicio from rutina_detalle rd inner join rutina ru on rd.fk_rutina=ru_id
        where ru.fk_plan_ejercicio=id_plan_ejercicio_nuevo and ru.fk_estado_general=1 and ru.fk_dia_semana=dia_seman.fid)
        order by random() limit 1;
        RAISE NOTICE 'ejercicio alea: ' || id_ejercicio_aleatorio;
        --debemos validar si es cardio, primero obtenemos los valores
        select fk_grupo_muscular into id_grupo_ejercicio_alea from ejercicio where id=id_ejercicio_aleatorio;
        RAISE NOTICE 'grupo muscular del ejercicio alea: ' || id_grupo_ejercicio_alea;
        --obtenemos el tren del grupo muscular
        select fk_tren_ejercicio into id_tren_grupo_muscular_consultado from grupo_muscular;
        RAISE NOTICE 'id_tren_grupo_muscular_consultado: ' || id_tren_grupo_muscular_consultado;
        -----OOO AQUÍ
        --obtenemos los valores referencia de las rutinas, tabla
        --obtenemos los valores referencia de las rutinas, tabla
        select valores_foco_entrenamiento.* into valores_foco_entreñ
        from valores_foco_entrenamiento where fk_foco_entrenamiento=id_foco_entrenamiento_consultado
        and fk_tren_ejercicio=id_tren_grupo_muscular_consultado;
        -----OOO AQUÍ
        if id_grupo_ejercicio_alea=1 then
          select car.numero_serie into valor_cardio_consultado from plan_guia pg inner join nivel_cardio car on pg.fk_nivel_cardio=car
          where pg.fid=id_planguia_consultado;
          insert into rutina_detalle(serie, repeticiones, cumplido, fk_ejercicio, fk_rutina, valor_unidad, fk_unidad_ejercicio, fk_estado
          values(1, 1, false, id_ejercicio_aleatorio, id_rutina_nueva, valor_cardio_consultado, 1);
          returning id, serie, repeticiones, valor_unidad into new_id_rutina_detalle, new_serie, new_repeticiones, new_valor_unidad;
        else -- no es cardio
          if id_tren_enfoque_consultado=1 then
            if (id_tren_grupo_muscular_consultado=1) then --enfoco en Superior
              --si el enfoque es inferior y tipo tren de ejercicio inferior, le asignamos los valores normales.
              insert into rutina_detalle(serie, repeticiones, cumplido, fk_ejercicio, fk_rutina, valor_unidad, fk_unidad_ejercicio, fk_estado
              values(valores_foco_entreñ.numero_serie, valores_foco_entreñ.numero_repeticiones, false, id_ejercicio_aleatorio, id_rutina_n
              returning id, serie, repeticiones, valor_unidad into new_id_rutina_detalle, new_serie, new_repeticiones, new_valor_unidad;
            else -- si es el opuesto se le agrega los minutos
              insert into rutina_detalle(serie, repeticiones, cumplido, fk_ejercicio, fk_rutina, valor_unidad, fk_unidad_ejercicio, fk_estado
              values(valores_foco_entreñ.numero_serie, valores_foco_entreñ.numero_repeticiones_minimo, false, id_ejercicio_aleatorio, id_rutina_n
              returning id, serie, repeticiones, valor_unidad into new_id_rutina_detalle, new_serie, new_repeticiones, new_valor_unidad;
            end if;
          else -- si es enfocado en superior
            if (id_tren_grupo_muscular_consultado=2) then --enfoco en Superior
              --si el enfoque es superior y tipo tren de ejercicio superior, le asignamos los valores normales.
              insert into rutina_detalle(serie, repeticiones, cumplido, fk_ejercicio, fk_rutina, valor_unidad, fk_unidad_ejercicio, fk_estado
              values(valores_foco_entreñ.numero_serie, valores_foco_entreñ.numero_repeticiones, false, id_ejercicio_aleatorio, id_rutina_n
              returning id, serie, repeticiones, valor_unidad into new_id_rutina_detalle, new_serie, new_repeticiones, new_valor_unidad;
            else --si es el opuesto se le agrega los minutos
              insert into rutina_detalle(serie, repeticiones, cumplido, fk_ejercicio, fk_rutina, valor_unidad, fk_unidad_ejercicio, fk_estado
              values(valores_foco_entreñ.numero_serie_minimo, valores_foco_entreñ.numero_repeticiones_minimo, false, id_ejercicio_aleatorio, id_rutina_n
              returning id, serie, repeticiones, valor_unidad into new_id_rutina_detalle, new_serie, new_repeticiones, new_valor_unidad;
            end if;
          --el enfoque de entrenamiento es completo=1
          --sobre la ultima condicion
          if fusu_cliente.fk_condicion_salud_estetica=4 then
            --bando minimo
            insert into rutina_detalle(serie, repeticiones, cumplido, fk_ejercicio, fk_rutina, valor_unidad, fk_unidad_ejercicio, fk_estado
            values(valores_foco_entreñ.numero_serie_minimo, valores_foco_entreñ.numero_repeticiones_minimo, false, id_ejercicio_aleatorio, id_rutina_n
            returning id, serie, repeticiones, valor_unidad into new_id_rutina_detalle, new_serie, new_repeticiones, new_valor_unidad;
          else
            --los valores normales a
            insert into rutina_detalle(serie, repeticiones, cumplido, fk_ejercicio, fk_rutina, valor_unidad, fk_unidad_ejercicio, fk_estado
            values(valores_foco_entreñ.numero_serie, valores_foco_entreñ.numero_repeticiones, false, id_ejercicio_aleatorio, id_rutina_n
            returning id, serie, repeticiones, valor_unidad into new_id_rutina_detalle, new_serie, new_repeticiones, new_valor_unidad;
          end if;
        end if;
        --ya no iteramos para crear los detalles de las series
        end loop; --termina
      end loop; --termina
    end loop; --termina
  end loop; --termina

```

Procedimiento almacenado para calcular plan de ejercicios

```

create or replace function pa_generar_plan_alimentacion(p_idficha bigint) returns boolean as
$$ declare
  k1localorias_reales_calculada smallint;
  k1localorias_ajustadas_calculada smallint;
  id_planguia_consultado smallint;
  id_tipo_dieta_consultado smallint;
  variacion_calorias_consultado smallint;
  id_grupo_plan_nuevo bigint;
  id_plan_alimentacion_nuevo bigint;
  id_usuario_ficha_consultado integer;
  --
  k1localorias_por_grupo_macronutriente_consultado smallint;
  k1localorias_por_macronutriente_calculado smallint;
  gramos_por_macronutriente_calculado numerico(5,2);
  nombre_macronutriente_for varchar(13);
  gramos_prote_diarlo numerico(5,2);
  gramos_carbo_diarlo numerico(5,2);
  gramos_grasa_diarlo numerico(5,2);
  --tabla
  dieta_macro dieta_macronutriente%NONTYPE;
  --para la creacion de comidas
  id_comida smallint;
  alimento% alimento%NONTYPE;
  grupo% RECORD;
  cantidad_necesaria numerico(5,2);
begin
  --lanamos primero al calculo de kilocalorias adecuadas de acuerdo a sus caracteristicas, para luego ajustar
  k1localorias_reales_calculada:=pe_calcular_total_k1localorias_plan(p_idficha);
  --obtenemos el plan guia
  select pg_plan_guia into id_planguia_consultado from ficha_usuario_cliente where id=p_idficha;
  --obtenemos el usuario de la ficha
  select fk_usuario into id_usuario_ficha_consultado from ficha_usuario_cliente where id=p_idficha;

  --obtenemos el tipo de dieta
  select pg_fk_tipo_dieta into id_tipo_dieta_consultado from plan_guia_pg
  where pg_id=id_planguia_consultado;
  --obtenemos la variacion de kilocalorias
  select variacion_k1localorias into variacion_calorias_consultado from tipo_dieta
  where id=id_tipo_dieta_consultado;
  --Insertamos el registro de grupo plan
  insert into grupo_plan(fk_ficha_usuario_cliente, fecha_hora_creacion, fk_estado_general)
  values(p_idficha, current_timestamp, 1) returning grupo_plan_id into id_grupo_plan_nuevo;
  --Insertamos el registro de plan_alimentacion
  k1localorias_ajustadas_calculada:=k1localorias_reales_calculada+variacion_calorias_consultado;
  insert into plan_alimentacion(k1localorias_diarlas_reales, k1localorias_diarlas_ajustadas, fk_grupo_plan_fk,
  values(k1localorias_reales_calculada, k1localorias_ajustadas_calculada, id_grupo_plan_nuevo, id_tipo_dieta, fk
  returning plan_alimentacion_id into id_plan_alimentacion_nuevo;
  --Insertar tablas Valores de macronutrientes segun objetivo
  for dieta_macro id
  (select * from dieta_macronutriente
  where fk_tipo_dieta=id_tipo_dieta_consultado) loop
  --habrá 3 registros
  --obtenemos las k1localorias por cada gramo de la tabla Macronutriente
  select k1localorias_por_grupo into k1localorias_por_grupo_macronutriente_consultado
  from macronutriente where id=dieta_macro_fk_macronutriente;
  --calculo
  k1localorias_por_macronutriente_calculado:=k1localorias_ajustadas_calculada*(0.81+dieta_macro.porcentaje)/99;
  gramos_por_macronutriente_calculado:=k1localorias_por_macronutriente_calculado/k1localorias_por_grupo_macronutriente_consultado;
  insert into valor_dieta_macronutriente
  (k1localorias_por_macronutriente_gramos_por_macronutriente, fk_plan_alimentacion, fk_dieta_macronutriente) values
  (k1localorias_por_macronutriente_calculado, gramos_por_macronutriente_calculado, id_plan_alimentacion_nuevo, dieta_macro_id);
  --verificamos a q macro pertenece y guardamos en una variable
  select macr_nombre into nombre_macronutriente_for |

```

### Procedimiento almacenado para calcular plan de alimentación

```

create or replace function calcular_consumo_agua(
  p_idficha bigint
) returns boolean as
$$
declare
  factor_actividad_consultado numerico(4,3);
  peso_consultado numerico(5,2);
  id_grupo_plan_consultado bigint;
  c_consumo_litros numerico(2,1);
  c_numero_recipientes smallint;
  id_agua_nueva bigint;
begin
  --obtenemos el factor de actividad
  SELECT nacti.factor_actividad INTO factor_actividad_consultado
  FROM ficha_usuario_cliente ficli
  INNER JOIN nivel_actividad_diarla nacti ON ficli.fk_nivel_actividad_diarla = nacti.id
  WHERE ficli.id = p_idficha and ficli.fk_estado_general=1;
  RAISE NOTICE 'factor actividad: %', factor_actividad_consultado;
  --el peso
  SELECT peso INTO peso_consultado FROM ficha_usuario_cliente WHERE id = p_idficha;
  RAISE NOTICE 'peso: %', peso_consultado;
  --obtengo el id de grupo plan
  select id into id_grupo_plan_consultado from grupo_plan
  where fk_ficha_usuario_cliente=p_idficha and fk_estado_general=1;
  --calculo
  c_consumo_litros:=Round(peso_consultado*35+factor_actividad_consultado/1000,1);
  c_numero_recipientes:=round(c_consumo_litros/0.250);--el 0.250 luego se puede cambiar
  --insertamos el registro de agua
  insert into agua(medida_litro_recipiente, consumo_litros, numero_recipientes, fk_estado_general, fk_grupo_plan)
  values(0.250,c_consumo_litros,c_numero_recipientes,1, id_grupo_plan_consultado)returning id into id_agua_nueva;
  --luego el consumo_agua
  insert into consumo_agua(fecha_control_ingesta, numero_recipientes, fk_agua)
  values(current_date, 0, id_agua_nueva);
  return true;
EXCEPTION WHEN OTHERS THEN
  RAISE NOTICE 'Error: %', SQLERRM;
  RETURN false;
end;
$$ language plpgsql;

```

### Procedimiento almacenado para calcular el consumo de agua

ANEXO N° 10 PRUEBAS DE CAJA NEGRA

Prueba de Caja Negra 1: Inicio de sesión exitoso.

<b>Requisitos</b>	<b>Descripción</b>
REQ-001	La aplicación debe permitir iniciar sesión correctamente para los usuarios registrados.

<b>Requisitos</b>	<b>PN-001</b>
Funcionalidad Por Evaluar	Login_fit
Datos de Entrada	Correo electrónico y contraseña válidos
Fecha de Prueba	2024-06-20
Condiciones/Restricciones	Ingreso de credenciales.
Resultado Obtenido	El usuario accede correctamente a la aplicación.
Conformidad	Satisfactoria
Observaciones	-

Prueba de Caja Negra 2: Prueba de registro de medidas en ficha inicial

<b>Requisitos</b>	<b>Descripción</b>
REQ-001	Los usuarios entrenadores deben poder registrar las medidas corporales iniciales del cliente

<b>Requisitos</b>	<b>PN-002</b>
Funcionalidad Por Evaluar	Registrar medidas iniciales del cliente
Datos de Entrada	Peso, porcentaje de grasa, altura, medida de cintura, glúteos y hombros
Fecha de Prueba	2024-06-20

Condiciones/Restricciones	Usuario ha iniciado sesión El usuario solo puede agregar medidas corporales de usuarios que le fueron asignados.
Resultado Obtenido	Las medidas se guardan correctamente y se obtiene el plan guía de entrenamiento
Conformidad	Satisfactoria
Observaciones	-

Prueba de Caja Negra 3: Prueba de registro de fichas de control

Requisitos	Descripción
REQ-001	Los usuarios entrenadores deben poder registrar las fichas medidas del cliente en la ficha de control

Requisitos	PN-003
Funcionalidad Por Evaluar	Registrar medidas del cliente después de algún entrenamiento en el submenú fichas de control
Datos de Entrada	Peso, porcentaje de grasa, altura, medida de cintura, glúteos y hombros
Fecha de Prueba	2024-06-20
Condiciones/Restricciones	Usuario ha iniciado sesión El usuario solo puede agregar medidas corporales de usuarios que le fueron asignados.
Resultado Obtenido	Las medidas se guardan correctamente y se visualizan en la lista de fichas de control
Conformidad	Satisfactoria
Observaciones	-

Prueba de Caja Negra 4: Prueba de manejo de errores en caso de valores nulos

<b>Requisitos</b>	<b>Descripción</b>
REQ-006	Manejo de errores en casos de valores nulos

<b>Requisitos</b>	<b>PN-004</b>
Funcionalidad Por Evaluar	Validar_siexiste_grupo_plan
Datos de Entrada	submenú_progreso
Fecha de Prueba	2024-06-20
Condiciones/Restricciones	Usuario ha iniciado sesión El usuario solo puede ver le progreso de clientes asignados
Resultado Obtenido	Se muestra gráficos y texto que simulan la vista real del reporte
Conformidad	Satisfactoria
Observaciones	-

Prueba de Caja Negra 5: Registros de varios consumos de agua a la vez

<b>Requisitos</b>	<b>Descripción</b>
REQ-006	Registrar y actualizar consumo de agua

<b>Requisitos</b>	<b>PN-005</b>
Funcionalidad Por Evaluar	_actualizar_consumo_agua
Datos de Entrada	Selección de vasos
Fecha de Prueba	2024-06-21
Condiciones/Restricciones	Usuario ha iniciado sesión El usuario solo puede seleccionar los iconos, no ingresar manualmente
Resultado Obtenido	Se actualiza la cantidad de vasos consumidos y por consumir
Conformidad	Satisfactoria
Observaciones	-

Prueba de Caja Negra 6: Intento de generación doble de plan activo

<b>Requisitos</b>	<b>Descripción</b>
REQ-0014	Generar plan de entrenamiento personalizado

<b>Requisitos</b>	<b>PN-006</b>
Funcionalidad Por Evaluar	Validación de plan grupo del cliente ya creado
Datos de Entrada	Id_grupo_plan
Fecha de Prueba	2024-06-21
Condiciones/Restricciones	Usuario ha iniciado sesión El usuario tiene acceso a la ficha inicial activa a través del submenú Generar Plan
Resultado Obtenido	No permite registrar un nuevo grupo plan con la misma ficha inicial y muestra un mensaje de advertencia.
Conformidad	Satisfactoria
Observaciones	-

Prueba de Caja Negra 7: Denegación de fechas fuera del rango permitido

<b>Requisitos</b>	<b>Descripción</b>
REQ-0014	Validación de fechas de nacimiento fuera del rango permitido

<b>Requisitos</b>	<b>PN-007</b>
Funcionalidad Por Evaluar	Validación de fechas incorrectas durante el registro
Datos de Entrada	Fecha_nacimiento
Fecha de Prueba	2024-06-21
Condiciones/Restricciones	Usuario ha iniciado sesión No permitir avanzar a la siguiente ventana
Resultado Obtenido	No permite continuar navegando al ingresar fechas no validas y muestra un mensaje informativo sobre el error.

Conformidad	Satisfactoria
Observaciones	-

Prueba de Caja Negra 8: Ingreso de contraseñas débiles

Requisitos	Descripción
REQ-0014	Ingresar contraseñas largas y complejas

Requisitos	PN-008
Funcionalidad Por Evaluar	Validación de contraseñas de inicio de sesión
Datos de Entrada	Contraseña
Fecha de Prueba	2024-06-21
Condiciones/Restricciones	Usuario ha iniciado sesión No permitir la creación de la cuenta con contraseñas débiles
Resultado Obtenido	No permite continuar con el registro y muestra un mensaje informativo sobre el error.
Conformidad	Satisfactoria
Observaciones	-

Prueba de Caja Negra 9: Registro de cumplimiento de comida

Requisitos	Descripción
REQ-0014	Registrar el cumplimiento de comida

Requisitos	PN-009
Funcionalidad Por Evaluar	_registrar_cumplimiento_comida
Datos de Entrada	Id_detalle_comida
Fecha de Prueba	2024-06-21
Condiciones/Restricciones	Usuario ha iniciado sesión Usuario debe tener plan de alimentación asignado

	No permitir el registro doble de la misma comida durante el día
Resultado Obtenido	Registra el cumplimiento de comida y no permite el doble registro de la misma comida
Conformidad	Satisfactoria
Observaciones	-

Prueba de Caja Negra 10: Registro de cumplimiento de ejercicio de rutina

Requisitos	Descripción
REQ-0014	Registrar el cumplimiento de ejercicio de la rutina

Requisitos	PN-0010
Funcionalidad Por Evaluar	registrar_cumplimiento_ejercicio
Datos de Entrada	Id_detalle_detalle_rutina
Fecha de Prueba	2024-06-24
Condiciones/Restricciones	<p>Usuario ha iniciado sesión</p> <p>Usuario debe tener plan de ejercicio asignado</p> <p>Usuario debe tener entrenamiento el día de registro</p> <p>Permitir el registro del cumplimiento del ejercicio</p>
Resultado Obtenido	Registra el cumplimiento del ejercicio de la rutina del día
Conformidad	Satisfactoria
Observaciones	-

ANEXO N° 11 PRUEBAS DE CAJA BLANCA

Prueba de Caja Blanca 1: Prueba de carga y rendimiento de la página de inicio

Requisitos	Descripción
------------	-------------

REQ-011	La página de inicio de la aplicación debe cargar eficientemente.
---------	--

<b>Requisitos</b>	<b>PB-001</b>
Funcionalidad Por Evaluar	Verificación de vistas
Datos de Entrada	N/A
Fecha de Prueba	2024-06-19
Condiciones/Restricciones	N/A
Resultado Obtenido	La página de inicio carga en menos de 3 segundos sin errores y muestra la vista de acuerdo con el usuario
Conformidad	Satisfactoria
Observaciones	-En caso de fallos de red, muestra mensajes

Prueba de Caja Blanca 2: Prueba de manejo de excepciones en la gestión de sesiones

<b>Requisitos</b>	<b>Descripción</b>
REQ-011	La aplicación debe manejar adecuadamente las excepciones relacionadas con la gestión de sesiones de usuario.

<b>Requisitos</b>	<b>PB-002</b>
Funcionalidad Por Evaluar	Ruta de la función login_fit
Datos de Entrada	Intento de inicio de sesión con credenciales incorrectas.
Fecha de Prueba	2024-06-19
Condiciones/Restricciones	N/A
Resultado Obtenido	Se muestra un mensaje de error adecuado cuando las credenciales son incorrectas.

Conformidad	Satisfactoria
Observaciones	-

Prueba de Caja Blanca 3: Mensajes informativos de validación en registro de series de ejercicio

<b>Requisitos</b>	<b>Descripción</b>
REQ-012	La aplicación debe mostrar mensajes flotantes indicando errores en el registro de series de ejercicio

<b>Requisitos</b>	<b>PB-003</b>
Funcionalidad Por Evaluar	Registrar series de ejercicio
Datos de Entrada	Lista de series de ejercicio
Fecha de Prueba	2024-06-23
Condiciones/Restricciones	N/A
Resultado Obtenido	Se muestra un mensaje de error adecuado cuando la lista de series no fue seleccionada como realizadas o contienen valores nulos o valores de 0
Conformidad	Satisfactoria
Observaciones	-

Prueba de Caja Blanca 4: Actualización del estado de cumplimiento de la rutina

<b>Requisitos</b>	<b>Descripción</b>
REQ-015	La aplicación debe actualizar estado de cumplimiento de la rutina cuando todos los ejercicios se hayan cumplido

<b>Requisitos</b>	<b>PB-004</b>
-------------------	---------------

Funcionalidad Por Evaluar	Actualizar estado de cumplimiento de la rutina de ejercicio
Datos de Entrada	Lista de series de ejercicio
Fecha de Prueba	2024-06-23
Condiciones/Restricciones	N/A
Resultado Obtenido	Se actualiza el estado de cumplimiento de la rutina
Conformidad	Satisfactoria
Observaciones	-

#### Prueba de Caja Blanca 5: Generar plan automático

<b>Requisitos</b>	<b>Descripción</b>
REQ-016	La aplicación debe generar plan de alimentación, plan de ejercicio, plan de consumo de agua de manera consistente

<b>Requisitos</b>	<b>PB-005</b>
Funcionalidad Por Evaluar	generar_planes_automaticos
Datos de Entrada	Id_ficha_usuario_cliente
Fecha de Prueba	2024-06-25
Condiciones/Restricciones	N/A
Resultado Obtenido	Se generan los planes de manera automáticas y consistente.
Conformidad	Satisfactoria
Observaciones	-

#### Prueba de Caja Blanca 6: Verificación de autenticación

<b>Requisitos</b>	<b>Descripción</b>
REQ-019	Verificar correctamente la autenticación del usuario

<b>Requisitos</b>	<b>PB-006</b>
Funcionalidad Por Evaluar	Verificar credenciales del usuario
Datos de Entrada	Correo y contraseña
Fecha de Prueba	2024-06-25
Condiciones/Restricciones	N/A
Resultado Obtenido	El usuario debe estar registrado en el sistema. Los datos ingresados deben coincidir con un registro de usuario
Conformidad	Satisfactoria
Observaciones	-

Prueba de Caja Blanca 7: Validar las medidas antropométricas de formulario

<b>Requisitos</b>	<b>Descripción</b>
REQ-021	Validar valores ingresados en el formulario de ficha inicial

<b>Requisitos</b>	<b>PB-007</b>
Funcionalidad Por Evaluar	Verificar los valores de las medidas antropométricas del usuario registradas por el entrenador
Datos de Entrada	Correo y contraseña
Fecha de Prueba	2024-06-25
Condiciones/Restricciones	N/A
Resultado Obtenido	Mensaje de datos inválido por cada campo de texto
Conformidad	Satisfactoria
Observaciones	-

Prueba de Caja Blanca 8: Registro de nuevo usuario

<b>Requisitos</b>	<b>Descripción</b>
REQ-018	La aplicación debe permitir registrar nuevos usuarios

<b>Requisitos</b>	<b>PB-008</b>
Funcionalidad Por Evaluar	Registro de nuevo usuario en la aplicación
Datos de Entrada	Nombre, apellidos, teléfono, correo electrónico, contraseña
Fecha de Prueba	2024-06-25
Condiciones/Restricciones	El correo electrónico del nuevo usuario debe ser único en la aplicación
Resultado Obtenido	Registro de nuevo usuario exitoso
Conformidad	Satisfactoria
Observaciones	-

Prueba de Caja Blanca 9: Registro de alimentos de preferencia

<b>Requisitos</b>	<b>Descripción</b>
REQ-018	Permitir registrar alimentos de preferencia durante el registro del perfil del cliente

<b>Requisitos</b>	<b>PB-008</b>
Funcionalidad Por Evaluar	Registro de alimentos de preferencia del usuario cliente
Datos de Entrada	Lista de alimentos
Fecha de Prueba	2024-06-22
Condiciones/Restricciones	N/A
Resultado Obtenido	Mensaje de datos inválido por cada campo de texto
Conformidad	Satisfactoria
Observaciones	-

## Prueba de Caja Blanca 10: Reporte de progreso - entrenador

<b>Requisitos</b>	<b>Descripción</b>
REQ-018	Mostrar al usuario entrenador el reporte del progreso de las medidas del usuario cliente

<b>Requisitos</b>	<b>PB-010</b>
Funcionalidad Por Evaluar	Reporte de progreso de cliente
Datos de Entrada	Id_usuario_cliente
Fecha de Prueba	2024-06-22
Condiciones/Restricciones	N/A
Resultado Obtenido	La aplicación muestra correctamente el reporte de progreso
Conformidad	Satisfactoria
Observaciones	-

**ANEXO N° 12 ENCUESTA DE VALIDACIÓN BASADA EN EL MODELO TAM  
APLICADA A ENTRENADORES DEL GIMNASIO**

**ENCUESTA A ENTRENADORES DEL GIMNASIO**

**Objetivo:** Evaluar la utilidad y la facilidad de uso percibida por los entrenadores respecto a la aplicación móvil.

**Instrucciones:** Después de conocer las funcionalidades de la aplicación "Evo Fit" y ponerlo a prueba, marca el grado sobre tu nivel de acuerdo o desacuerdo con respecto a cada enunciado:

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

**I. UTILIDAD PERCIBIDA**

1. ¿Consideras que la aplicación te ayuda a generar mejor los entrenamientos personalizados?

1	2	3	4	5
Total desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	Algo de acuerdo	Muy de acuerdo

2. ¿La aplicación facilita el seguimiento del progreso de tus clientes en tiempo real?

1	2	3	4	5
Total desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	Algo de acuerdo	Muy de acuerdo

3. ¿Te ayuda la aplicación a tomar la información de los clientes de manera eficiente y en función a lo requerido para generar un plan de entrenamiento y alimentación?

1	2	3	4	5
Total desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	Algo de acuerdo	Muy de acuerdo

**II. FACILIDAD DE USO PERCIBIDA**

1. ¿Qué tan fácil te resulta visualizar y generar los planes de entrenamiento de los clientes?

1	2	3	4	5
Total desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	Algo de acuerdo	Muy de acuerdo

2. ¿La interfaz de la aplicación es intuitiva para lograr gestionar los datos del cliente?

1	2	3	4	5
Total desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	Algo de acuerdo	Muy de acuerdo

3. ¿Consideras que la navegación dentro de la aplicación es clara y sencilla?

1	2	3	4	5
Total desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	Algo de acuerdo	Muy de acuerdo

4. ¿Te resulta fácil acceder a la información de tus clientes en la aplicación?

1	2	3	4	5
Total desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	Algo de acuerdo	Muy de acuerdo

**ANEXO N° 13 ENCUESTA DE VALIDACIÓN BASADA EN EL MODELO TAM  
APLICADA A CLIENTES DEL GIMNASIO**

**ENCUESTA A USUARIOS DE LA APLICACIÓN**

**Objetivo:** Evaluar la aplicación móvil en cuanto a la utilidad y la facilidad de uso percibida por el usuario

**Instrucciones:** Después de utilizar la aplicación “Evo Fitness”, por favor indique su grado de acuerdo con las siguientes afirmaciones marcando una opción en la escala de 1 a 5

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

**III. UTILIDAD PERCIBIDA**

1. La aplicación planifica mis entrenamientos de manera más eficiente.

1	2	3	4	5
Total desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	Algo de acuerdo	Muy de acuerdo

2. El uso de la aplicación mejoraría mi desempeño en el gimnasio

1	2	3	4	5
Total desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	Algo de acuerdo	Muy de acuerdo

3. Considero que la aplicación es útil para seguir mi progreso en los entrenamientos.

1	2	3	4	5
Total desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	Algo de acuerdo	Muy de acuerdo

4. Usar la aplicación incrementaría la efectividad de mis entrenamientos.

1	2	3	4	5
Total desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	Algo de acuerdo	Muy de acuerdo

**IV. FACILIDAD DE USO PERCIBIDA**

5. Aprender a usar la aplicación fue sencillo para mí

1	2	3	4	5
Total desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	Algo de acuerdo	Muy de acuerdo

6. La interfaz de la aplicación es fácil de entender y navegar.

1	2	3	4	5
Total desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	Algo de acuerdo	Muy de acuerdo

7. No encuentro dificultades ni errores al utilizar la aplicación.

1	2	3	4	5
Total desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	Algo de acuerdo	Muy de acuerdo

8. La aplicación muestra la información rápidamente y no se bloquea durante su uso.

1	2	3	4	5
Total desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	Algo de acuerdo	Muy de acuerdo

