



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
PUCE TEC

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE TECNÓLOGO SUPERIOR EN DESARROLLO DE SOFTWARE**

***“DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN WEB PARA GENERAR PLANES
ALIMENTICIOS CON IA EN EL GIMNASIO ENERGY FITNESS”***

AUTOR: GONZALEZ NARVAEZ CRITOPHER JOSUE

TUTOR: ARCINIEGAS AGUIRRE STALIN MARCELO

IBARRA – ECUADOR

MARZO, 2026

Ibarra, 10 de marzo de 2026

CERTIFICACIÓN TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de integración curricular titulado: Desarrollo de una aplicación web para generar planes alimenticios con IA en el gimnasio Energy Fitness, presentado por el estudiante González Narváez Christopher Josué con cédula de ciudadanía N°1004441919, para obtener el Título de Tecnología Superior en Desarrollo de Software.

Certifico que el trabajo cumple con todos los parámetros establecidos, mediante el cual el estudiante demuestra el desarrollo de competencias en el campo de conocimiento de su profesión con un nivel de argumentación coherente, para ser sometido a la evaluación por parte de los lectores.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de originalidad de TURNITIN.

Turnitin Originality Report

Processed on: 10-Mar-2026 15:28 -05
ID: 2899797041
Word Count: 16316
Submitted: 1

Similarity Index	Similarity by Source
4%	Internet Sources: 4% Publications: 0% Student Papers: 3%

Desarrollo de una aplicación web para generar planes alimenticios con IA en el gimnasio Energy Fitness By CRISTOPHER JOSUE GONZALEZ NARVAEZ

2% match (student papers from 13-Feb-2026)
Class: TIC TEC SOFTWARE 202502
Assignment: TIC TEC SOFTWARE
Paper ID: [2878352359](#)

1% match (student papers from 10-Mar-2026)
Class: TIC TEC SOFTWARE 202502
Assignment: TIC TEC SOFTWARE
Paper ID: [2899579341](#)

1% match (student papers from 24-Sep-2025)
[Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Ecuador - PUCE on 2025-09-24](#)

1% match (Internet from 11-Sep-2025)
<https://repositorio.puce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/23fc05c5-ca7b-4703-b046-d5af059c9a99/content>

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR PUCE TEC TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO SUPERIOR EN DESARROLLO DE SOFTWARE "DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN WEB PARA GENERAR PLANES ALIMENTICIOS CON IA EN EL GIMNASIO ENERGY FITNESS" AUTOR: GONZALEZ NARVAEZ CRITOPHER JOSUE TUTOR: ARCINIEGAS AGUIRRE STALIN MARCELO **IBARRA – ECUADOR MARZO, 2026 Ibarra, 10 de marzo de 2026 CERTIFICACIÓN TUTOR En mi calidad de Tutor del Trabajo de integración curricular titulado: Desarrollo de una aplicación web para generar planes alimenticios con IA en el gimnasio Energy Fitness, presentado por el estudiante González Narváez Christopher Josué con cédula de ciudadanía N°1004441919, para obtener el Título de Tecnología Superior en Desarrollo de Software. Certifico que el trabajo cumple con todos los parámetros establecidos, mediante el cual el estudiante demuestra el desarrollo de competencias en el campo de conocimiento de su profesión con un nivel de argumentación coherente, para ser sometido a la evaluación por parte de los lectores. Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de originalidad de TURNITIN. (f):** Mgs. ARCINIEGAS AGUIRRE STALIN MARCELO TUTOR DE TRABAJO C.C.: 1003496815 PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL El tribunal examinador, aprueba el presente trabajo en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Ibarra: (f): Mgs. ARCINIEGAS AGUIRRE STALIN MARCELO C.C.: 1003496815 (f) :..... Msc. BAROJA LLANOS DIEGO FERNANDO C.C.: 1002402061 **iii ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS Yo, GONZÁLEZ**

Mgs.
Stalin
Arciniegas

Digitally signed by Mgs. Stalin
Arciniegas
DN: cn=Mgs. Stalin Arciniegas
gn=Mgs. Stalin Arciniegas c=EC
Ecuador l=EC Ecuador
o=PUCESI ou=Escuela de
Ingeniería
e=smarciniegas@pucesi.edu.ec
Reason: I am the author of this
document
Location:
Date: 2026-03-11 09:37:05:00

(f): _____

Mgs. ARCINIEGAS AGUIRRE STALIN MARCELO

TUTOR DE TRABAJO

C.C.: 1003496815

PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El tribunal examinador, aprueba el presente trabajo en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Ibarra:

Mgs. Stalin
Arciniegas

Digitally signed by Mgs. Stalin Arciniegas
DN: cn=Mgs. Stalin Arciniegas, gr=Mgs.
Stalin Arciniegas, c=EC, Ecuador, l=EC,
Ecuador, o=PUCESI, ou=Escuela de
Ingeniería,
e=smarciniegas@pucesi.edu.ec
Reason: I am the author of this document
Location:
Date: 2026-03-11 09:30-05:00

(f):

Mgs. ARCINIEGAS AGUIRRE STALIN MARCELO

C.C.: 1003496815

Firmado digitalmente por1002402061
DIEGO FERNANDO BAROJA LLANOS
Motivo:Soy el autor de este documento
Fecha:2026-03-12 16:46-05:00

(f):.....

Msc. BAROJA LLANOS DIEGO FERNANDO

C.C.: 1002402061

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Yo, *GONZÁLEZ NARVÁEZ CRISTOPHER JOSUÉ*, declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 165 del Código Orgánico de Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, que manifiesta textualmente: “Se reconoce facultad de los autores y demás titulares de derechos de disponer de sus derechos o autorizar las utilidades de sus obras o prestaciones a título gratuito y oneroso, según las condiciones que determinen. Esta facultad podrá ejercerse mediante licencias libres, abiertas y otros modelos alternativos de licenciamiento o la renuncia”.

Ibarra, 10 de marzo de 2026



(f): _____

GONZÁLEZ NARVÁEZ CRISTOPHER JOSUÉ

C.C.: 1004441919

AUTORIA

Yo, *GONZÁLEZ NARVÁEZ CRISTOPHER JOSUÉ*, portador de la cedula de ciudadanía N° 1004441919, declaro que el presente trabajo de investigación es de total responsabilidad del autor, y eximo expresamente a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Ibarra de posibles reclamos o acciones legales.



(f):.....

GONZÁLEZ NARVÁEZ CRISTOPHER JOSUÉ

C.C.: 1004441919

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

A mis padres y a mi hermano, quienes han sido mi motor, mi refugio y mi mayor motivación en cada paso de este camino. Todo este esfuerzo es para ustedes, como una pequeña muestra de agradecimiento por todo lo que me han dado.

Mirar atrás y ver el camino recorrido me llena de una profunda gratitud. Nunca imaginé que llegaría este esperado día de defender mi investigación, y hoy sé que este logro no me pertenece solo a mí, sino a quienes estuvieron a mi lado cuando el camino se ponía difícil.

A mis padres: Gracias, mamá y papá, por su apoyo incondicional. Gracias por sostenerme cuando más lo necesitaba y por creer en mí incluso cuando yo mismo dudaba. Poder decirles hoy "gracias" con este proyecto terminado es el mayor orgullo de mi carrera. Ustedes son el pilar que me permitió llegar hasta aquí.

A mi hermano: Por estar ahí en todo momento, por tu compañía y por ser ese apoyo constante que nunca me faltó. Gracias por vivir este proceso conmigo.

A mis amigos y compañeros de carrera: Gracias por cada jornada de estudio, por los retos compartidos y por el apoyo mutuo. Los desvelos y el trabajo en equipo hicieron que el transcurso de estos años fuera una experiencia inolvidable. Crecimos juntos y hoy celebramos juntos el final de esta etapa.

A todos ustedes, gracias por siempre estar ahí para mí, en todo momento.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN TUTOR.....	ii
PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iii
ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS.....	iv
AUTORIA.....	v
DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS.....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
Introducción.....	1
1 CAPÍTULO I. ESTADO DEL ARTE.....	2
1.1. Contextualización y propósito	2
1.2. Problema de Investigación.....	3
1.3. Desarrollo Temático/Conceptual del Estado del Arte.....	4
1.3.1. Aplicaciones Web.....	4
1.3.2. Lenguaje de programación	4
1.3.3. Investigación de Nutrición.....	4
1.3.4. Informe de machine learning.....	5
1.3.5. Investigación de Nutrición con IA.....	5
1.4. Organización / Categorías Principales	6
1.4.1. Investigaciones sobre la Inteligencia Artificial y su impacto en la Personalización Nutricional:	6
1.5. Síntesis de los Hallazgos Generales.....	8
1.6. Identificación de Brechas (Gaps) o Vacíos de Conocimiento	9
1.6.1. Falta de diversidad cultural y geográfica en los datos (Breach más crítico)	9
1.6.2. Falta de adaptación contextualizada en modelos basados en IA	10
1.6.3. Insuficiente enfoque en usabilidad y experiencia del usuario final	10
1.6.4. Integración limitada de factores conductuales y hábitos alimentarios.....	10
1.6.5. Falta de validación en contextos reales y entornos cotidianos	11
1.6.6. Ausencia de modelos integrales que combinen todas las dimensiones clave.....	11
1.7. Limitaciones de los Estudios Previos.....	11
1.7.1. Limitaciones metodológicas en la diversidad y calidad de los datos.....	11
1.7.2. Enfoques experimentales no aplicados en escenarios reales	12
1.7.3. Escasa consideración de factores sociales y comportamentales.....	12

1.7.4.	Limitado enfoque en usabilidad y experiencia de usuario (UX)	13
1.7.5.	Ausencia de validación longitudinal.....	13
1.7.6.	Enfoque predominantemente técnico y poco interdisciplinario	13
1.7.7.	Predominio de poblaciones urbanas o clínicas	14
1.8.	Justificación de la Investigación Propia (Conexión con la Tesis).....	14
1.9.	Conclusión del Estado del Arte.....	15
2	CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
2.1.	Enfoque de la investigación	17
2.2.	Tipo de Investigación.....	17
2.3.	Diseño de la investigación	17
2.4.	Metodología de Desarrollo	18
2.4.1.	Fase de Exploración.....	18
2.4.2.	Fase de Planificación	23
2.4.3.	Fase de Iteración.....	25
2.4.4.	Diseño de la Interfaz Gráfica de Usuario (GUI).....	30
2.4.5.	Diagrama de procesos.....	43
2.4.6.	Diagrama de secuencia	44
2.4.7.	Diseño de la base de datos (PostgreSQL).....	46
2.4.8.	Arquitectura del Sistema	49
2.4.9.	Descripción de las Clases Principales.....	49
2.4.10.	Orquestación de Procesos y Lógica de Negocio (n8n).....	50
2.4.11.	Protocolo de Validación de Campo (Pruebas de Usabilidad)	59
3	CAPITULO III. RESULTADOS Y DISCUSIONES	60
3.1.	Presentación de Resultados.....	60
3.1.1.	Cumplimiento de Historias de Usuario.....	60
3.1.2.	Métricas de Calidad de Software	61
3.1.3.	Precisión del Sistema.....	62
3.1.4.	Automatización del Proceso	62
3.1.5.	Adaptación al Contexto Local y Presupuesto	62
3.1.6.	Generación de reportes y analítica.....	64
3.1.7.	Validación de Campo (Pruebas de Usabilidad)	65
3.2.	Discusión de Resultados	65
3.2.1.	Respuesta al Cambio	66
3.2.2.	Contraste con la Literatura y Sistemas Similares	66
3.2.3.	Satisfacción del Cliente y del Usuario.....	66
3.2.4.	Análisis de Costo-Beneficio e Impacto	67
	CONCLUSIONES.....	68

RECOMENDACIONES.....	69
BIBLIOGRAFÍA.....	70
ANEXOS.....	71

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 REGISTRO DE USUARIO	20
TABLA 2 INGRESO DE PREFERENCIAS ALIMENTARIAS.....	20
TABLA 3 GENERACIÓN DE PLAN ALIMENTICIO CON IA.....	21
TABLA 4 VISUALIZACIÓN DEL PLAN ALIMENTICIO.....	21
TABLA 5 SEGUIMIENTO DEL USUARIO	22
TABLA 6 SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN	22
TABLA 7 USABILIDAD	23
TABLA 8 RENDIMIENTO	23
TABLA 9 HISTORIAL DE USUARIO.....	24
TABLA 10 INTERACCIONES	25
TABLA 11 ESTRUCTURA DE TABLAS	48
TABLA 12 DATOS.....	63
TABLA 13 ANÁLISIS COMPARATIVO: NUTRIFIT VS. DIETA ESTÁNDAR DE INTERNET.....	64
TABLA 14 DIETA ESTÁNDAR.....	75
TABLA 15 DIETA DE LA APP	76
TABLA 16 RESULTADOS DE LA ENCUESTA.....	77

ÍNDICE DE FIGURAS

ILUSTRACIÓN 1 LANDING PAGE.....	31
ILUSTRACIÓN 2 LOGIN.....	32
ILUSTRACIÓN 3 REGISTRAR USUARIO.....	33
ILUSTRACIÓN 4 GENERAR CÓDIGO.....	34
ILUSTRACIÓN 5 FORMULARIO DE GENERACIÓN DE PLAN - PASO 1.....	35
ILUSTRACIÓN 6 FORMULARIO DE GENERACIÓN DE PLAN - PASO 2.....	35
ILUSTRACIÓN 7 FORMULARIO DE GENERACIÓN DE PLAN - PASO 3.....	36
ILUSTRACIÓN 8 PLAN ALIMENTICIO.....	37
ILUSTRACIÓN 9 MÓDULO DE REPORTE DIARIO.....	38
ILUSTRACIÓN 10 PERFIL DE USUARIO	38
ILUSTRACIÓN 11 SEGUIMIENTO.....	39
ILUSTRACIÓN 12 DASHBOARD ADMINISTRADOR.....	40
ILUSTRACIÓN 13 GESTIÓN DE USUARIO.....	41
ILUSTRACIÓN 14 VENTANA EMERGENTE.....	41
ILUSTRACIÓN 15 MÓDULO DE REVISIONES DE CONTROL.....	42
ILUSTRACIÓN 16 REPORTES Y SENSACIONES.....	42
ILUSTRACIÓN 17 PROCESO DE GENERACIÓN DE PDF.....	43
ILUSTRACIÓN 18 PROCESO DE REGISTRO DE USUARIO.....	43

ILUSTRACIÓN 19 PROCESO DE GENERACIÓN DE DIETA CON IA.	44
ILUSTRACIÓN 20 PROCESO DE PROGRESO.	44
ILUSTRACIÓN 21 FEEDBACK.....	44
ILUSTRACIÓN 22 DIAGRAMA DE SECUENCIA.	45
ILUSTRACIÓN 23 DIAGRAMA DE ENTIDAD-RELACIÓN DEL SISTEMA NUTRIFIT.	47
ILUSTRACIÓN 24 FLUJO DE REGISTRO DE USUARIOS	51
ILUSTRACIÓN 25 FLUJO DE AUTENTICACIÓN (LOGIN).....	52
ILUSTRACIÓN 26 VISUALIZAR EL PROGRESO DE USUARIO.....	54
ILUSTRACIÓN 27 SENSACIÓN CON LA DIETA	54
ILUSTRACIÓN 28 GENERACIÓN DE DIETAS PRIMERA PARTE.....	55
ILUSTRACIÓN 29 GENERACIÓN DE DIETAS SEGUNDA PARTE	55
ILUSTRACIÓN 30 VISUALIZAR DIETA.....	55
ILUSTRACIÓN 31 GENERACIÓN Y VISUALIZAR CÓDIGOS	57
ILUSTRACIÓN 32 MOSTRAR TODOS LOS USUARIOS	57
ILUSTRACIÓN 33 ACTIVAR Y DESACTIVAR SUSCRIPCIÓN.....	58
ILUSTRACIÓN 34 GUARDAR REVISIÓN	58
ILUSTRACIÓN 35 REPORTE	58
ILUSTRACIÓN 36 GET LAST METRICS.....	58
ILUSTRACIÓN 37 DAHSBOARD.....	59

RESUMEN

El presente trabajo describe el desarrollo e implementación de NutriFit, una plataforma web inteligente diseñada para la generación de planes alimenticios personalizados con pertinencia cultural en el contexto ecuatoriano. El proyecto surge en **2026** ante la necesidad de democratizar el acceso a asesoría nutricional de precisión, superando las limitaciones de herramientas genéricas que ignoran los hábitos locales y las restricciones económicas de la población en el Ecuador.

El sistema utiliza un proceso de recolección de datos estructurado a través de un asistente web donde el usuario registra su perfil biométrico (peso, talla, edad, nivel de actividad), objetivos de salud y restricciones alimentarias. Como elemento diferenciador, la plataforma integra filtros de contexto geográfico (regiones: Costa, Sierra, Amazonía e Insular) y un parámetro de presupuesto diario en dólares, garantizando que los planes generados sean técnica y económicamente viables.

La solución tecnológica se fundamenta en una arquitectura moderna que utiliza React y Vite para la interfaz de usuario, PostgreSQL para la persistencia de datos y n8n como motor de orquestación. El núcleo del sistema emplea modelos de lenguaje de gran escala (LLM) para procesar la información y generar dietas dinámicas que incluyen platos típicos ecuatorianos, las cuales pueden ser visualizadas en tiempo real o exportadas en formato PDF.

Finalmente, los resultados demuestran que la integración de inteligencia artificial con datos contextualizados permite optimizar la adherencia a hábitos saludables, ofreciendo una herramienta accesible y escalable que contribuye al bienestar nutricional mediante una interfaz responsiva y de alta usabilidad.

Palabras clave: inteligencia artificial, nutrición personalizada, pertinencia cultural, plataforma web, salud digital.

ABSTRACT

This research describes the development and implementation of NutriFit, an intelligent web platform designed to generate personalized nutrition plans with cultural relevance within the Ecuadorian context. As of **2026**, the project addresses the need to democratize access to precision nutritional advice, overcoming the limitations of generic tools that overlook local habits and the economic constraints of the Ecuadorian population.

The system employs a structured data collection process through a web assistant, where users register their biometric profile (weight, height, age, activity level), health goals, and dietary restrictions. As a distinguishing factor, the platform integrates geographic context filters (regions: Coast, Highlands, Amazon, and Galapagos) and a daily budget parameter in dollars, ensuring that the generated plans are both technically and economically feasible.

The technological solution is based on a modern architecture using React and Vite for the user interface, PostgreSQL for data persistence, and n8n as the orchestration engine. The core of the system utilizes Large Language Models (LLM) to process information and generate dynamic diets including typical Ecuadorian dishes, which can be viewed in real-time or exported in PDF format.

Finally, the results demonstrate that integrating artificial intelligence with contextualized data optimizes adherence to healthy habits, offering an accessible and scalable tool that contributes to nutritional well-being through a responsive and high-usability interface.

Keywords: artificial intelligence, personalized nutrition, cultural relevance, web platform, digital health.

Introducción

En la era de la transformación digital, la inteligencia artificial se ha consolidado como un motor de innovación en el sector de la salud. Para 2026, el desafío actual no radica únicamente en el cálculo de calorías, sino en la capacidad de adaptar las recomendaciones al contexto sociocultural y económico del individuo para garantizar una adherencia real a los planes alimenticios.

En el Ecuador, el acceso a asesoría nutricional profesional suele estar limitado por factores económicos y geográficos. A esto se suma que la mayoría de las plataformas digitales disponibles ofrecen dietas basadas en ingredientes ajenos a la realidad local, ignorando la riqueza gastronómica de nuestras regiones. Esta desconexión provoca que muchos usuarios abandonen sus objetivos de salud por falta de recursos o de familiaridad con los planes sugeridos.

Ante esta problemática, surge la presente tesis titulada “Desarrollo de una plataforma web inteligente para la generación y gestión de planes alimenticios personalizados con pertinencia cultural ecuatoriana”. El proyecto propone un asistente nutricional avanzado que, mediante inteligencia artificial, considera no solo la fisiología del usuario, sino también su ubicación regional (Costa, Sierra, Amazonía) y su capacidad económica diaria.

La plataforma, desarrollada con tecnologías como React, n8n y PostgreSQL, permite obtener planes dinámicos, realizar un seguimiento de la evolución física y exportar resultados de forma sencilla. Con esta propuesta, se busca democratizar la salud nutricional, haciéndola más inclusiva, precisa y adaptada a la identidad del pueblo ecuatoriano.

1 CAPÍTULO I. ESTADO DEL ARTE

1.1. Contextualización y propósito

Esta sección tiene como finalidad una revisión crítica y sistemática de la literatura relacionada con la generación de planes alimenticios personalizados con inteligencia artificial (IA). El objetivo central es identificar los avances que se obtuvo con esta investigación, los enfoques metodológicos predominantes y las brechas de conocimiento aún existentes. Por lo cual, el objetivo general del proyecto es desarrollar una aplicación inteligente que ayude con planes saludables y fomente hábitos saludables en los usuarios. Con esto, buscamos ver la importancia que tiene el desarrollo de una aplicación capaz de ofrecer planes alimenticios con la ayuda de IA, estableciendo un marco académico que respalde la propuesta, a la vez que se reconocen las limitaciones de estudios previos y las oportunidades que justifican el proyecto.

En el trabajo de Sundararajan et al. (2024) investigaron varios sistemas desarrollados para ofrecer recomendaciones nutricionales personalizados en IA. Los resultados mostraron que los modelos basados en técnicas de deep learning y machine learning obtuvieron avances significativos, a diferencia de enfoques tradicionales. Aunque, los autores observaron que hay muy poca diversidad cultural en los datos mostrados, al ver una gran diversidad cultural no se puede generalizar dichos modelos, dando la necesidad de desarrollar soluciones que se adapten a los diferentes contextos socioculturales.

Posteriormente, Sharma y colaboradores (2025) presentaron NutriGen, un sistema sustentado en modelos de lenguaje de gran escala (Large Language Models, LLMs), desarrollados para ofrecer planes nutricionales personalizados que tomen en cuentas las prioridades alimenticias, restricciones y objetivos nutricionales. Los experimentos realizados mostraron un margen de error calórico inferior al 2 %, lo cual se puede observar la precisión y adaptabilidad de los LLM a la hora de generar dietas que se ajustan a las necesidades individuales, esto ayuda al propósito

del presente proyecto de implementar la inteligencia artificial en una aplicación web que promueve hábitos saludables.

1.2. Problema de Investigación

Con las investigaciones recientes se puede observar el potencial que tiene la inteligencia artificial a la hora de generar planes alimenticios personalizados, aunque existen limitación que dificultan su integración efectiva. Sundararajan et al. (2024) evidencian que, si bien los modelos basados en machine learning y deep learning mejoran varios indicadores de salud. Sin embargo, podemos ver que por la falta de diversidad cultural en los datos disminuye la capacidad de generalización. De igual manera, Sharma et al. (2025) presentan resultados prometedores con sistemas basados en modelos de lenguaje, pero su investigación no incluye factores como: la alimentación local ni facilidad para que los usuarios la puedan usar en su día a día.

Las brechas revelan un problema central: la falta de un sistema que ofrezca planes alimenticios verdaderamente personalizados y culturalmente pertinentes, especialmente en regiones como Latinoamérica, donde se observa una gran diversidad de hábitos, ingredientes y preferencias varían enormemente en la mayoría de modelos que se utilizan en las investigaciones internacionales.

Por ello, es importante la revisión de la literatura. Conocer qué han logrado y qué no los trabajos anteriores, así podemos identificar las brechas no resueltas, para evitar repetir enfoques y se respalda científicamente la propuesta. Este análisis ayuda que la tesis y la aplicación propuesta se apoye en un marco sólido y pertinente respecto a las limitaciones señaladas en estudios previos (Sundararajan et al., 2024; Sharma et al., 2025). Con esto, podemos decir que existen limitaciones en las anteriores investigaciones y que la mayoría no toman en cuenta la diversidad que hay en los datos como: hábitos, ingredientes y preferencias.

1.3. Desarrollo Temático/Conceptual del Estado del Arte

Este apartado analiza los principales enfoques teóricos y tecnológicos de la inteligencia artificial aplicada a la nutrición personalizada, identificando conceptos clave, tendencias, aportes y limitaciones, con el fin de sustentar el diseño de una aplicación web orientada a planes alimenticios personalizados y hábitos saludables.

1.3.1. Aplicaciones Web

El desarrollo de aplicaciones web en entornos como Internet, intranet y extranet necesitamos considerar factores de seguridad, gestión de usuarios, conectividad y niveles de acceso, con el fin de garantizar disponibilidad, integridad y eficiencia mediante prácticas de desarrollo seguro y mecanismos de autenticación adecuados (Talledo San Miguel, 2025). Con ello, podemos ver que una aplicación web no solo importa la arquitectura interna, sino que también hay que tomar en cuenta los entornos en que se operan y que debemos tomar en cuenta factores importantes en una aplicación web como la seguridad, gestión de usuarios, conectividad y niveles de acceso.

1.3.2. Lenguaje de programación

JavaScript es muy utilizada hoy en día para desarrollar aplicaciones web modernas, ya que, junto a HTML y CSS, permite crear interfaces dinámicas, eficientes, mejorando la experiencia de usuario a través de la manipulación del DOM (Document Object Model) y la integración con frameworks facilitando el desarrollo de aplicaciones escalables (Ranjan, Sinha & Battewad, 2020). Por lo tanto, JavaScript me ayudara a desarrollar una aplicación escalable y una buena experiencia de usuario.

1.3.3. Investigación de Nutrición

La nutrición clínica y hospitalaria actual se basan en el estado nutricional, como los planes alimenticios personalizados, los cuales son fundamentados en evidencias. Estos planes alimenticios deben ajustarse dinámicamente a la evolución del individuo, mediante estrategias

de seguimiento y monitorización continua, para favorecer su recuperación y bienestar (Gil-Hernández, 2024). Por lo tanto, vemos que para un buen plan alimenticio personalizado debemos considerar factores como parámetros metabólicos del paciente, y para que funcione se debe implementar herramientas de seguimiento, las cuales nos ayudarán a saber si realmente está funcionando el plan alimenticio y poder ver cuánto beneficio tiene en el individuo.

El conocimiento sobre la alimentación saludable tiene un papel fundamental a la hora de adoptar hábitos adecuados. La investigación nos dice que a pesar que los estudiantes de universidad saben porque es importante una buena alimentación; sin embargo, existe una gran diferencia entre la teoría y la práctica real, lo que nos indica la necesidad de implementar estrategias educativas y herramientas tecnológicas que faciliten la comprensión, el seguimiento y la toma de decisiones en la alimentación, promoviendo hábitos más saludables en este grupo poblacional (Reyes Narváez & Canto, 2020).

1.3.4. Informe de machine learning

El aprendizaje automático al ser un componente importa en los sistemas inteligentes, lo cual nos ayuda a analizar grandes volúmenes de información, identificar patrones empleando modelos supervisados, no supervisados y de refuerzo según la naturaleza de los datos y los objetivos del problema. La eficacia de estos modelos depende de la calidad de los datos y de la adecuada selección de algoritmos, haciendo que el aprendizaje automático sea una herramienta clave para la optimización de procesos y la toma de decisiones, incluidas aquellas orientadas a la nutrición personalizada y la salud digital (Alpaydin, 2021).

1.3.5. Investigación de Nutrición con IA

La integración de la inteligencia artificial (IA) en el campo de la nutrición ha transformado los paradigmas tradicionales hacia modelos de precisión y personalización. Según Bravo Hidalgo (2023), en su revisión sistemática, estas tecnologías se han vuelto un componente importante en la modernización del sector, ayudando a analizar grandes volúmenes de datos para optimizar

decisiones clínicas y diagnósticas. En esta misma línea, Valdivia (2022) sostiene que la capacidad analítica ayuda a la creación de planes nutricionales tomando en cuenta los parámetros biométricos y objetivos individuales, lo que ayuda a la adherencia y el bienestar del usuario. No obstante, la evolución de estas técnicas, documentada por Camacho-López et al. (2024), opina que la IA no solo se puede utilizar para el diseño de dietas, sino con los avances actuales han podido tener una detección temprana de riesgos nutricionales y la implementación de herramientas digitales que tienen una retroalimentación automatizada, ayudando a tener un seguimiento continuo y dinámico del estado del paciente.

1.4. Organización / Categorías Principales

1.4.1. Investigaciones sobre la Inteligencia Artificial y su impacto en la Personalización Nutricional:

a) Inteligencia Artificial

Sundararajan et al. (2024) se centran en analizar los sistemas enfocados en machine learning y deep learning aplicados en la nutrición personalizada. Dichas técnicas permiten identificar patrones complejos que hay en los datos clínicos y alimenticios, mejorando la capacidad predictiva de los modelos. Se considera que estas tecnologías aumentan la precisión de evaluación nutricional y mejoran la capacidad de generar dietas ajustadas al estado fisiológico del usuario.

Sharma et al. (2025) desarrollan NutriGen, un sistema basado en modelos de lenguaje de gran escala. Estos modelos destacan por su capacidad para comprender instrucciones complejas, integrar preferencias del usuario y generar planes alimenticios completos con un margen mínimo de error. Los autores demuestran que los LLM pueden sostener procesos de razonamiento nutricional mediante procesamiento contextual y generación de texto adaptable.

b) Personalización Nutricional y Generación de Planes Alimenticios

Los estudios que hemos revisado nos muestran que la personalización nutricional depende de parámetros como el metabolismo, IMC y hábitos alimentarios. Sundararajan et al. (2024) destaca que con la implementación de la IA contribuye a ajustar los planes dietéticos con mayor precisión que los métodos tradicionales que son utilizados en la evaluación nutricional.

Sharma et al. (2025) de muestra que los modelos basados en LLM permiten generar dietas más completas, porque integran variables como preferencias alimentarias, restricciones dietéticas, alergias y metas nutricionales (por ejemplo, pérdida de peso o ganancia muscular), permitiendo adaptarlas a las necesidades del usuario.

Estudios como los Reyes Narváz & Canto (2020) evidencian que los conocimientos nutricionales y los hábitos de consumo influyen en una gran parte en la adherencia a los planes alimenticios. Sin embargo, estos no utilizan IA directamente, permite reconocer como las herramientas tecnológicas pueden mejorar las estrategias de personalización.

c) Estudios que relacionan directamente la Variable A con la Variable B

- Sundararajan et al. (2024) muestran mejoras en el control glucémico, indicadores metabólicos y bienestar gastrointestinal cuando los planes alimenticios son generados con IA.
- Esto prueba que la IA además de automatizar, también puede mejora la calidad de la dieta.
- Sharma et al. (2025) demuestra que la IA puede dar recomendaciones altamente precisas, reportando un margen de error calórico inferior al 2 %.
- Esto evidencia un impacto directo en la coherencia nutricional del plan generado.

- Camacho-López et al. (2024) y Bravo Hidalgo (2023) subrayan que los sistemas con IA permiten monitoreo continuo, retroalimentación automática y ajustes dinámicos.
- Estas funciones incrementan la adherencia a los planes personalizados.

1.5. Síntesis de los Hallazgos Generales

La revisión de la información revela una serie de patrones y tendencias que permiten conocer el estado actual sobre el uso de la inteligencia artificial en la personalización nutricional. En primer lugar, existe acuerdo amplio respecto al potencial de la IA para mejorar la precisión, adaptabilidad y eficiencia de los planes alimenticios personalizados. Tanto de los dos modelos que hemos visto basados en machine learning y deep learning, los de lenguaje de gran escala (LLMs) demuestran una capacidad superior a la hora de procesar grandes volúmenes de datos nutricionales, identificar patrones complejos y generar recomendaciones ajustadas a las necesidades individuales. Este avance presenta unos de los aportes más sólidos de la investigación reciente, dando que los múltiples estudios coinciden que la implementación de la IA en la nutrición, superar los métodos tradicionales de evaluación y prescripción nutricional.

Se observa una clara tendencia hacia los sistemas inteligentes por la creciente integración de variables clínicas, preferencias dietéticas y hábitos de comportamiento. La literatura sugiere que las herramientas de IA no solo analizan datos biométricos, sino que integran factores como restricciones alimentarias, objetivos nutricionales y comportamientos cotidianos del usuario. Esta convergencia demuestra un movimiento hacia modelos más completos y multidimensionales, orientados a la personalización real y al acompañamiento continuo del individuo.

Por lo cual, también hay contradicciones y limitaciones importantes. A pesar de todos los avances, la mayoría de los estudios reportan la falta de diversidad cultural en los datos utilizados para entrenar los modelos. Esto genera dificultades a la hora de aplicar las soluciones,

especialmente en regiones que presentan diferentes patrones alimentarios a los países donde se desarrollaron las investigaciones. Igualmente, se reconoce la eficiencia de los sistemas inteligentes, varios trabajos reportan la falta de herramientas que se centren en la usabilidad, accesibilidad y contextualización local, por lo tanto, dificulta la adopción generalizada por parte de los usuarios.

Finalmente, el análisis muestra que el campo ha sido particularmente robusto en tres áreas:

- modelos predictivos aplicados a la salud y nutrición.
- generación automatizada de planes alimenticios mediante algoritmos avanzados.
- integración de IA en plataformas digitales orientadas al usuario.

Sin embargo, se mantienen dificultades que se relacionan con diversidad cultural y la aprobación de dichas herramientas en entornos reales. Estas ausencias justifican la necesidad de continuar desarrollando soluciones más inclusivas y adaptadas, por eso la propuesta de esta tesis debe responder a las características específicas de poblaciones diversas y promueva una nutrición personalizada más precisa y accesible.

1.6. Identificación de Brechas (Gaps) o Vacíos de Conocimiento

Con el previo análisis de la literatura se identifica varios vacíos que limitan el desarrollo de sistemas de inteligencia artificial realmente eficaces para la generación de planes alimenticios personalizados. A continuación, se presenta de manera estructurada los principales gaps detectados:

1.6.1. Falta de diversidad cultural y geográfica en los datos (Breach más crítico)

Los estudios de Sundararajan et al. (2024) demuestran que la mayoría de modelos que se utilizan en las investigaciones de machine learning y deep learning son entrenadas con base de datos homogéneas y propias de contextos no latinoamericanos.

Vacío identificado:

- La falta de la diversidad de datos representativos de regiones como Latinoamérica.

- Falta de modelos que integren los ingredientes, hábitos y practicas nutricionales locales.

Consecuencia: Los sistemas no pueden generalizarse ni adaptarse a poblaciones diversas.

1.6.2. Falta de adaptación contextualizada en modelos basados en IA

Aunque Sharma et al. (2025) evidencia el alto desempeño de las LLM a la hora de generar dietas, sin embargo, su investigación no integra particularidades culturales o alimentarias específicas.

Vacío identificado:

- No se consideran alimentos regionales, disponibilidad local ni costumbres culinarias.

Consecuencia: Las dietas generadas no reflejan en un ambiente real que tome en cuenta el contexto socioeconómico ni las capacidades reales del individuo.

1.6.3. Insuficiente enfoque en usabilidad y experiencia del usuario final

Valdivia (2022) y Bravo Hidalgo (2023) demuestran como la IA mejora la precisión y análisis de datos, pero estas herramientas no toman en cuenta la experiencia de usuario.

Vacío identificado:

- Falta de estudios sobre accesibilidad, experiencia de usuario (UX), interacción y facilidad de uso.

Consecuencia: Los sistemas existentes pueden ser eficaces, pero son difíciles de usar.

1.6.4. Integración limitada de factores conductuales y hábitos alimentarios

Aunque Camacho-López, Hunot-Alexander y Curiel-Curiel (2024) reconocen la importancia de los hábitos, su enfoque se centra en datos clínicos y antropométricos.

Vacío identificado:

- Escasa incorporación de conductas reales, adherencia, preferencias cambiantes y patrones diarios de alimentación.

Consecuencia: Los planes generados pueden ser técnicamente correctos, pero poco sostenibles o difíciles de mantener por el usuario.

1.6.5. Falta de validación en contextos reales y entornos cotidianos

La mayoría de estudios revisados utiliza simulaciones o bases de datos controladas.

Vacío identificado:

- Ausencia de pruebas con usuarios reales en escenarios cotidianos.
- Falta de estudios longitudinales que midan impacto real en salud.

Consecuencia: No se conoce la efectividad real de los sistemas basados en IA en la vida diaria.

1.6.6. Ausencia de modelos integrales que combinen todas las dimensiones clave

De manera transversal a todos los estudios revisados, se observa que cada investigación aborda solo una parte del problema: datos clínicos, preferencias, IA, algoritmos o hábitos, pero ninguna integra todos estos componentes simultáneamente.

Vacío identificado:

- No existen modelos holísticos que combinen datos clínicos, culturales, conductuales y alimentarios con IA.

Consecuencia: Las soluciones actuales son parciales y no logran una personalización completamente contextualizada.

1.7. Limitaciones de los Estudios Previos

Junto a los vacíos identificados, la literatura nos permite identificar varias limitaciones teóricas, metodológicas y de alcance. Por lo cual la aplicabilidad y robustez de dichos sistemas de inteligencia artificial utilizados para la generación de planes alimenticios personalizados. Estas dificultades demuestran la necesidad de desarrollar investigaciones más completas y contextualizadas.

1.7.1. Limitaciones metodológicas en la diversidad y calidad de los datos

Los estudios de Sundararajan et al. (2024) utilizan base de datos en ámbitos controlados, lo cual dificulta presentar datos que tomen en cuenta contextos socioculturales y socioeconómicas.

Limitación observada:

- Los modelos se entrenan con datos de poblaciones específicas, sin incluir variaciones culturales, socioeconómicas o regionales.

Implicación:

- Los modelos funcionan bien en entornos controlados, pero no necesariamente en poblaciones diversas.

1.7.2. Enfoques experimentales no aplicados en escenarios reales

La mayoría de los estudios analizados se aplican en simulaciones o pruebas internas.

Limitación observada:

- Sharma et al. (2025) con su sistema miden la precisión calórica, pero no considera la aprobación o mucho menos la aceptación del usuario real.

Implicación:

- No se probado el desempeño que puede llegar a tener estos modelos a la hora de interactuar con el usuario en su vida diaria.

1.7.3. Escasa consideración de factores sociales y comportamentales

Aunque algunos autores como Bravo Hidalgo (2023) y Valdivia (2022) subrayan la importancia que tiene los hábitos alimentarios, estos estudios no profundizan en variables conductuales (por ejemplo, Hábitos y Selección Alimentaria).

Limitación observada:

- Falta de metodologías que integren actividad física, horarios, patrones de consumo reales, motivación y adherencia.

Implicación:

- Las recomendaciones pueden ser nutricionalmente correctas, pero no sostenibles para el usuario.

1.7.4. Limitado enfoque en usabilidad y experiencia de usuario (UX)

La mayoría de las investigaciones en el rendimiento técnico que tiene el modelo y no en interacción con el usuario.

Limitación observada:

- Los estudios no incorporan pruebas de usabilidad, accesibilidad o diseño centrado en el usuario.

Implicación:

- Las aplicaciones basadas en IA pueden resultar difíciles de utilizar o poco intuitivas.

1.7.5. Ausencia de validación longitudinal

Ninguno de los estudios revisados (Sundararajan et al., 2024; Sharma et al., 2025; Valdivia, 2022) presenta evaluaciones sostenidas a largo plazo.

Limitación observada:

- Falta de monitoreo continuo para medir impacto real en salud, adherencia o cambios en la conducta alimentaria.

Implicación:

- No se puede determinar si los planes personalizados generan mejoras duraderas.

1.7.6. Enfoque predominantemente técnico y poco interdisciplinario

La literatura se concentra en algoritmos y arquitectura de IA, dejando de lado aportes de nutrición, psicología alimentaria o antropología cultural.

Limitación observada:

- Los estudios no integran perspectivas interdisciplinarias.

Implicación:

- Esto limita la capacidad de comprender las complejidades humanas relacionadas con la alimentación.

1.7.7. Predominio de poblaciones urbanas o clínicas

Muchos estudios utilizan datos obtenidos en entornos médicos, hospitales o centros urbanos.

Limitación observada:

- Pocas investigaciones analizan poblaciones rurales o con acceso limitado a tecnologías digitales.

Implicación:

- Se desconoce cómo funcionaría un sistema de IA en comunidades con hábitos alimentarios distintos o menor conectividad.

1.8. Justificación de la Investigación Propia (Conexión con la Tesis)

La revisión del estado del arte comprueba que, como se ha visto que la inteligencia artificial tiene un gran potencial en el área de generar dietas personalizadas, pero aún existen algunas brechas que limitan su aplicabilidad y pertinencia cultural de los sistemas actuales. Estas brechas fundamentan el hecho de que la mayoría de investigaciones se realizaron en un entorno controlado o clínico, por lo tanto, no están adaptadas al contexto latinoamericano y centrados en la experiencia del usuario.

Con la revisión de la literatura se pudo identificar el problema importante de las investigaciones, lo cual es la falta de diversidad geográfica en los modelos actuales, los cuales son basados en entornos clínicos o patrones alimentarios diferentes a la realidad latinoamericana (Sundararajan et al., 2024). Esto perjudica a la aplicabilidad de dichos modelos por la falta de integración de factores conductuales y hábitos reales, como horarios y preferencias cambiantes, que comprometen la adherencia a largo plazo (Camacho-López et al., 2024). Con esto, la presente investigación propone un enfoque contextualizado que incorpora ingredientes, porciones y estilos de vida propios de la región, transformando la IA en una herramienta dinámica capaz de ajustarse al comportamiento cotidiano del usuario.

En comparación de estudios previos que se limitan a métricas técnicas o entornos controlados (Sharma et al., 2025), estas investigaciones cuentan con una falta de pruebas sobre la interacción y accesibilidad señalada en la literatura (Valdivia, 2022; Bravo Hidalgo, 2023). El trabajo se diferencia por tomar en cuenta la experiencia del usuario de una forma intuitiva a través de interfaces web modernas y accesibles. De este modo, la investigación no solo busca precisión algorítmica, sino que incluye una fase de validación en contextos reales para analizar la adopción, satisfacción y efectividad del sistema., superando así el enfoque meramente teórico de las soluciones existentes.

Por esta razón, esta tesis se coloca como una respuesta integral a las limitaciones detectadas, progresando desde estudios previos con varios vacíos hacia un modelo que junta la precisión técnica con la utilidad social. Esta necesidad de llenar los vacíos de pertinencia, usabilidad y validación práctica da origen a la pregunta central de esta investigación: ¿Cómo puede una aplicación web basada en inteligencia artificial generar planes alimenticios personalizados que sean culturalmente pertinentes, técnicamente precisos y usables para usuarios en contextos latinoamericanos? Al resolver este interrogante, el estudio no solo expande el estado del conocimiento, sino que ofrece una solución tecnológica adaptable y necesaria para el fortalecimiento de la salud nutricional en la región.

1.9. Conclusión del Estado del Arte

La revisión del estado del arte comprueba que, si bien se ha visto un crecimiento notable en las tecnologías de nutrición y su impacto positivo para prevenir enfermedades crónicas, aún persisten brechas críticas en su accesibilidad y precisión. Aunque la literatura coincide en que un plan alimenticio es fundamental para el bienestar, se identificó que factores como la falta de recursos económicos, la escasez de tiempo y la poca disponibilidad de profesionales impiden que gran parte de la población acceda a una orientación confiable. Esto evidencia que las

herramientas actuales no están logrando democratizar el asesoramiento nutricional de forma efectiva.

Con la revisión de la literatura se pudo identificar que, a pesar de los avances en inteligencia artificial, existen limitaciones importantes en la personalización profunda y la adaptación a los estilos de vida reales. Se observa una ausencia crítica de modelos predictivos sustentados en evidencia científica actualizada, y sobre todo, que no están adaptados al contexto latinoamericano, donde los factores culturales influyen de manera determinante. La mayoría de soluciones se enfocan en poblaciones generales u omiten variables clave como los hábitos locales y la facilidad de uso necesaria para asegurar un monitoreo continuo.

Por esta razón, los hallazgos justifican la pertinencia de esta investigación, la cual propone el desarrollo de una aplicación web basada en inteligencia artificial capaz de generar planes dinámicos y contextualizados. Al integrar datos confiables con un análisis de la realidad del usuario, esta tesis atiende los vacíos de personalización y validez científica identificados, posicionándose como una solución innovadora. Finalmente, este trabajo establece las bases para futuras líneas de investigación que incorporen biomarcadores y dispositivos inteligentes, logrando un modelo que junta la precisión técnica con la utilidad clínica de las tecnologías nutricionales.

2 CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Enfoque de la investigación

La investigación se desarrolla bajo un enfoque mixto, orientado a la validación del producto final. Con esto, buscamos no solo medir si el sistema funciona técnicamente, sino comprender cómo interactúa el usuario con la solución propuesta. La integración de ambos métodos nos va a permitir juntar la verificación de los requisitos con la percepción de uso.

Cuantitativo (Funcionalidad): Se emplea para verificar el cumplimiento de los requisitos técnicos y funcionales. A través de listas de cotejo (checklist) y pruebas de ejecución, se validará si la aplicación cumple estrictamente con lo documentado en las Historias de Usuario (si hace lo que se dijo que haría).

Cualitativo (Experiencia y Usabilidad): Se utiliza para evaluar la facilidad de uso y la experiencia del usuario final. Aunque no se cuenta con una muestra masiva, se aplicarán pruebas de usabilidad con un grupo controlado para identificar barreras de interacción y medir el nivel de satisfacción al navegar por el sistema.

2.2. Tipo de Investigación

El presente estudio es de tipo tecnológico y aplicado.

Es tecnológico porque el núcleo del trabajo es la construcción de una herramienta de software que integra inteligencia artificial.

Es aplicado porque utiliza conocimientos teóricos para resolver una necesidad práctica: la generación de dietas. El estudio culmina con una fase evaluativa donde se determina si la herramienta construida cumple con los estándares de funcionalidad y usabilidad definidos previamente.

2.3. Diseño de la investigación

El diseño es preexperimental con posprueba únicamente. En este diseño, se desarrolla el artefacto de software (la variable independiente) y, una vez finalizado, se somete a una serie de

pruebas finales para medir su desempeño (variable dependiente). No se realizan mediciones intermedias constantes, sino una evaluación integral al terminar el desarrollo para determinar:

- Si cumple los requisitos funcionales.
- Si es fácil de usar.
- Si la experiencia del usuario es satisfactoria.

2.4. Metodología de Desarrollo

Para la construcción del software se empleó un enfoque de desarrollo ágil híbrido, basado en un modelo iterativo que aprovecha la estructura organizativa de Extreme Programming (XP). Se seleccionó esta base por su eficiencia en el manejo de Historias de Usuario, lo que permitió una definición clara de requisitos.

A diferencia del estándar XP puro que exige TDD (Test Driven Development) en cada micro paso, en este proyecto se adaptó la fase de validación para el cierre de cada ciclo de iteración, permitiendo un flujo de desarrollo continuo y ajustes basados en los resultados de cada módulo funcional.

Las fases ejecutadas son:

- Exploración: Definición de roles y levantamiento de Historias de Usuario.
- Planificación: Priorización de tareas y estimación de tiempos.
- Iteraciones (Desarrollo): Ciclos de diseño y codificación de módulos y lógica de IA.
- Validación de Ciclo: Pruebas de integración al cierre de cada iteración para asegurar la estabilidad antes de avanzar al siguiente módulo

2.4.1. Fase de Exploración

El desarrollo inició con la fase de exploración, donde se identificaron las funcionalidades principales. En esta etapa se analizaron las necesidades de personas que buscan mejorar su alimentación, tomando en cuenta factores como edad, actividad física y preferencias. Este análisis permitió detectar problemáticas como la falta de personalización real en las apps

actuales y la dificultad de acceder a nutricionistas. Con esto, se definieron los requerimientos que guían al sistema para que se adapte al contexto local.

2.4.1.1. Actores del Sistema

Para la aplicación web se identificaron los siguientes roles:

Usuario Administrador

- Responsabilidad: Gestión integral del sistema y del modelo de IA.
- Acciones: Administrar usuarios, gestionar la base de datos de alimentos locales, supervisar el funcionamiento de la IA y actualizar parámetros nutricionales.

Usuario Final

- Responsabilidad: Uso de la aplicación para obtener sus planes alimenticios.
- Acciones: Registrar sus datos personales, seleccionar objetivos (como bajar de peso o ganar músculo), ingresar sus restricciones alimentarias y dar seguimiento a su plan.

2.4.1.2. Especificación de Requisitos del Software

La especificación de requisitos se realizó mediante el análisis de la literatura y la observación del comportamiento del usuario. A continuación, se presentan los requisitos funcionales (Historias de Usuario) y los no funcionales (Calidad del sistema).

2.4.1.3. Historias de Usuario

Tabla 1

Registro de Usuario

Identificación: RF-01
Nombre: Registro de Usuario
Descripción: El sistema permitirá al usuario registrarse ingresando datos personales y nutricionales básicos para generar planes personalizados.
Características: <ul style="list-style-type: none"> • Registro de edad, peso, estatura y sexo. • Selección de nivel de actividad física. • Definición de objetivos nutricionales.
Prioridad: Alta
Duración estimada: 20 horas
Nota: Elaboración propia.

Tabla 2

Ingreso de preferencias alimentarias

Identificación: RF-02
Nombre: Ingreso de preferencias alimentarias
Descripción: El sistema permitirá al usuario ingresar preferencias, restricciones y alergias alimentarias.
Características: <ul style="list-style-type: none"> • Selección de alimentos permitidos y no permitidos. • Registro de alergias e intolerancias. • Preferencias dietéticas (vegetariano, vegano, etc.).
Prioridad: Alta
Duración estimada: 15 horas
Nota: Elaboración propia.

Tabla 3

Generación de Plan Alimenticio con IA

Identificación: RF-03
Nombre: Generación de Plan Alimenticio con IA
Descripción: El sistema generará automáticamente un plan alimenticio personalizado utilizando inteligencia artificial.
Características: <ul style="list-style-type: none"> • Cálculo de requerimientos calóricos. • Distribución de macronutrientes. • Generación de menú diario o semanal.
Prioridad: Muy Alta
Duración estimada: 30 horas
Nota: Elaboración propia.

Tabla 4

Visualización del Plan Alimenticio

Identificación: RF-04
Nombre: Visualización del Plan Alimenticio
Descripción: El usuario podrá visualizar su plan alimenticio de manera clara y ordenada.
Características: <ul style="list-style-type: none"> • Visualización por comidas. • Información nutricional por plato. • Recomendaciones generales.
Prioridad: Alta
Duración estimada: 15 horas
Nota: Elaboración propia.

Tabla 5

Seguimiento del Usuario

Identificación: RF-05
Nombre: Seguimiento del Usuario
Descripción: El sistema permitirá realizar seguimiento del progreso nutricional del usuario.
Características: <ul style="list-style-type: none"> • Registro de cambios de peso. • Ajustes automáticos del plan. • Historial de planes generados.
Prioridad: Media
Duración estimada: 20 horas
Nota: Elaboración propia.

2.4.1.4. Identificación de Requerimientos No Funcionales

Tabla 6

Seguridad de la Información

Identificación: RNF-01
Nombre: Seguridad de la Información
Descripción: El sistema garantizará la confidencialidad y seguridad de los datos del usuario.
Características: <ul style="list-style-type: none"> • Encriptación de datos personales. • Autenticación segura de usuarios. • Protección de información sensible.
Nota: Elaboración propia.

Tabla 7

Usabilidad

Identificación: RNF-02
Nombre: Usabilidad
Descripción: La aplicación ofrecerá una experiencia de usuario clara y fácil de usar.
Características: <ul style="list-style-type: none"> • Interfaz intuitiva y responsiva. • Accesible desde cualquier navegador web con conexión a Internet, garantizando una visualización óptima en diversas resoluciones de pantalla. • Navegación sencilla.
Nota: Elaboración propia.

Tabla 8

Rendimiento

Identificación: RNF-03
Nombre: Rendimiento
Descripción: El sistema garantizará un rendimiento eficiente durante su uso.
Características: <ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de respuesta menor a 3 segundos. • Generación del plan alimenticio en tiempo óptimo. • Soporte para múltiples usuarios concurrentes.
Nota: Elaboración propia.

2.4.2. Fase de Planificación

La fase de planificación se desarrolló refinando las historias de usuario identificadas en la exploración. En esta etapa, analizamos la complejidad de cada historia para descomponerlas en tareas más manejables, lo que facilita su implementación en el ciclo ágil. Este proceso nos ayudó a definir con precisión el esfuerzo requerido (en horas) y a establecer prioridades, enfocándonos primero en las funcionalidades críticas para la generación del plan alimenticio.

Tabla 9

Historial de usuario

Prioridad	Historia	ID Tarea	Descripción de la Tarea	Horas
10	HU-04	T4-1	Registro de datos nutricionales (peso, talla, etc.)	10
		T4-2	Registro de objetivos y actividad física	10
		T4-3	Registro de restricciones y alergias	10
9	HU-01	T1-1	Registro de usuarios y creación de perfil	10
		T1-2	Autenticación e inicio de sesión	10
9	HU-02	T2-1	Formulario de preferencias alimentarias	10
		T2-2	Validación de datos ingresados	10
9	HU-03	T3-1	Procesamiento de datos mediante IA	10
		T3-2	Cálculo de requerimientos y macros	10
		T3-3	Generación automática del plan	10
8	HU-06	T6-1	Visualización del plan personalizado	10
		T6-2	Exportación del plan	10
8	HU-05	T5-1	Seguimiento del progreso	10
		T5-2	Ajuste del plan según feedback	10

Nota: Elaboración propia.

2.4.3. Fase de Iteración

Durante esta fase, se llevó a cabo la ejecución iterativa del proyecto mediante la aplicación de la metodología ágil XP (eXtreme Programming). Cada iteración incluyó las etapas de planificación, diseño, codificación, pruebas y entrega, con el objetivo de desarrollar y refinar funcionalidades del sistema de manera progresiva. Con esto, buscamos asegurar que la integración de la inteligencia artificial se realice sobre una base sólida de gestión de datos.

A continuación, se detalla la distribución de las tareas en los Sprints y el desarrollo de cada iteración:

Tabla 10

Interacciones

ITERACIÓN	TAREA	DESCRIPCIÓN BREVE
1	T4-1	Registro de datos antropométricos básicos
2	T4-2, T4-3	Registro de objetivos, actividad y restricciones
3	T1-1, T1-2	Gestión de usuarios y seguridad (Login)
4	T2-1, T2-2	Preferencias alimentarias y validación
5	T3-1, T3-2, T3-3	Núcleo de IA: Procesamiento y generación de dietas
6	T6-1, T6-2	Visualización y exportación del plan
7	T5-1, T5-2	Seguimiento y ajuste del progreso

Nota: Elaboración propia.

Iteración 1: Datos Base del Usuario

Planificación En esta primera iteración, se priorizó la captura de la información fisiológica esencial para cualquier cálculo nutricional.

- **T4-1:** Registro de datos nutricionales (peso, talla, edad, sexo).

- **Objetivo:** Permitir al sistema almacenar las variables biológicas necesarias para el cálculo basal.

Diseño

- **Interfaz Gráfica (GUI):** Diseño de formularios limpios con selectores numéricos para evitar errores de escritura en peso y talla.
- **Base de Datos:** Creación de la tabla perfil_nutricional con atributos clave.
- **Arquitectura:** Definición de la estructura cliente-servidor para el envío de datos.

Codificación

- Implementación del backend para recibir y validar que los valores sean lógicos (ej. no permitir alturas negativas).
- Conexión inicial con la base de datos.

Pruebas

- Pruebas unitarias para verificar el almacenamiento correcto de los datos decimales (peso/talla).

Entrega

- Módulo funcional de registro de datos antropométricos.

Iteración 2: Contexto Nutricional

Planificación

- **T4-2:** Registro de objetivos y actividad física.
- **T4-3:** Registro de restricciones y alergias.
- **Objetivo:** Refinar el perfil del usuario para que la IA no solo calcule calorías, sino que entienda el contexto de salud (alergias) y metas (bajar/subir peso).

Diseño

- **GUI:** Implementación de "checkboxes" para selección múltiple de alergias comunes y listas desplegadas para niveles de actividad (sedentario, activo, etc.).

- **Base de Datos:** Creación de tablas catálogo para alergias y objetivos.

Codificación

- Lógica para vincular múltiples restricciones a un solo perfil de usuario.
- Validación de seguridad para evitar inyecciones de datos en los campos de texto libre.

Pruebas

- Verificación de que las alergias seleccionadas se guarden correctamente en el perfil.

Entrega

- Perfil nutricional completo con restricciones y objetivos definidos.

Iteración 3: Gestión de Acceso

Planificación

- **T1-1:** Registro de usuarios y creación de perfil.
- **T1-2:** Autenticación e inicio de sesión.
- **Objetivo:** Incorporar la seguridad necesaria para proteger los datos sensibles de salud de los usuarios.

Diseño

- **GUI:** Pantallas de Login y Registro.
- **Seguridad:** Diseño del flujo de encriptación de contraseñas.

Codificación

- Implementación de JWT (Json Web Tokens) para el manejo de sesiones seguras.
- Algoritmos de hasheo para el almacenamiento de contraseñas.

Pruebas

- Pruebas de acceso denegado con credenciales incorrectas.
- Validación de unicidad de correo electrónico.

Entrega

- Sistema de autenticación seguro y funcional.

Iteración 4: Preferencias del Usuario

Planificación

- **T2-1:** Formulario de preferencias alimentarias.
- **T2-2:** Validación de datos.
- **Objetivo:** Agilizar la personalización permitiendo al usuario indicar qué alimentos le gustan y cuáles detesta, para mejorar la adherencia a la dieta.

Diseño

- **GUI:** Interfaz amigable para buscar y seleccionar ingredientes.
- **Base de Datos:** Relación entre usuario e ingredientes_preferidos.

Codificación

- Controladores para filtrar alimentos según las categorías seleccionadas.
- Validación para asegurar que no existan conflictos (ej. preferir un alimento al que se es alérgico).

Pruebas

- Evaluación de la interfaz de usuario para asegurar que la selección de alimentos sea rápida.

Entrega

- Módulo de preferencias listo para alimentar al modelo de IA.

Iteración 5: Núcleo de Inteligencia Artificial (Core)

Planificación

- **T3-1:** Procesamiento de datos mediante IA.
- **T3-2:** Cálculo de requerimientos.
- **T3-3:** Generación automática del plan.
- **Objetivo:** Integrar el modelo de IA para que procese toda la información recopilada (Iteraciones 1-4) y genere una dieta coherente.

Diseño

- **Arquitectura:** Diseño del prompt o algoritmo de entrada para el modelo de IA.
- **Lógica:** Definición de fórmulas (como Harris-Benedict) para el cálculo base antes de la optimización por IA.

Codificación

- Conexión vía API con el servicio de Inteligencia Artificial.
- Parsing (transformación) de la respuesta de la IA a formato estructurado (JSON) para la aplicación.

Pruebas

- **Prueba Crítica:** Verificar que la suma calórica de la dieta generada coincida con el objetivo del usuario (margen de error $< 5\%$).

Entrega

- Motor de generación de planes alimenticios operativo.

Iteración 6: Visualización y Exportación

Planificación

- **T6-1:** Visualización del plan alimenticio.
- **T6-2:** Exportación o descarga.
- **Objetivo:** Presentar la información compleja generada por la IA de una manera visualmente atractiva y comprensible.

Diseño

- **GUI:** Diseño de vista semanal y diaria tipo calendario.
- **Formato:** Diseño de plantilla PDF para la descarga.

Codificación

- Frontend para renderizar las comidas, horarios y macronutrientes.
- Librerías para la generación de documentos PDF descargables.

Pruebas

Validación de que el diseño se adapte correctamente a diferentes dimensiones de visualización y navegadores (Diseño Responsivo).

Entrega

- Plan alimenticio visible y descargable para el usuario.

Iteración 7: Seguimiento y Retroalimentación

Planificación

- **T5-1:** Seguimiento del progreso.
- **T5-2:** Ajuste del plan.
- **Objetivo:** Cerrar el ciclo permitiendo que el usuario registre su evolución y que el sistema aprenda o se ajuste.

Diseño

- **GUI:** Gráficas de evolución de peso.
- **Lógica:** Reglas para sugerir cambios en la dieta si no hay progreso.

Codificación

- Controladores para actualizar el peso actual y recalcular métricas.
- Visualización de gráficas comparativas (Peso inicial vs. Peso actual).

Pruebas

- Simulación de actualización de peso y verificación del recálculo de calorías diarias.

Entrega

- Módulo de seguimiento finalizado y sistema completo listo para validación final.

2.4.4. Diseño de la Interfaz Gráfica de Usuario (GUI)

El diseño de la interfaz se orientó a proporcionar una experiencia de usuario intuitiva y responsiva. Se priorizó la adaptabilidad visual y la coherencia técnica para reducir la carga

cognitiva, asegurando que la herramienta sea accesible y culturalmente pertinente en el contexto de su uso cotidiano.

a) **Pantalla de Inicio (Landing Page)**

- **Descripción:** Interfaz de bienvenida que presenta la propuesta de valor del sistema y permite el acceso inicial a las funcionalidades.
- **Elementos principales:**
 - Logotipo de "NutriFit EC" y menú superior con opciones de "Ingresar" y "Registro" para la gestión de acceso.
 - Título central que destaca la personalización con "IA Ecuatoriana" y subtítulo que detalla la adaptación por regiones (Costa, Sierra, Amazonía) y presupuesto.
 - Botón de llamada a la acción "Comenzar Ahora" ubicado de forma prominente para guiar al usuario hacia el flujo de personalización.

Ilustración 1

Landing Page.



Nota: Elaboración propia.

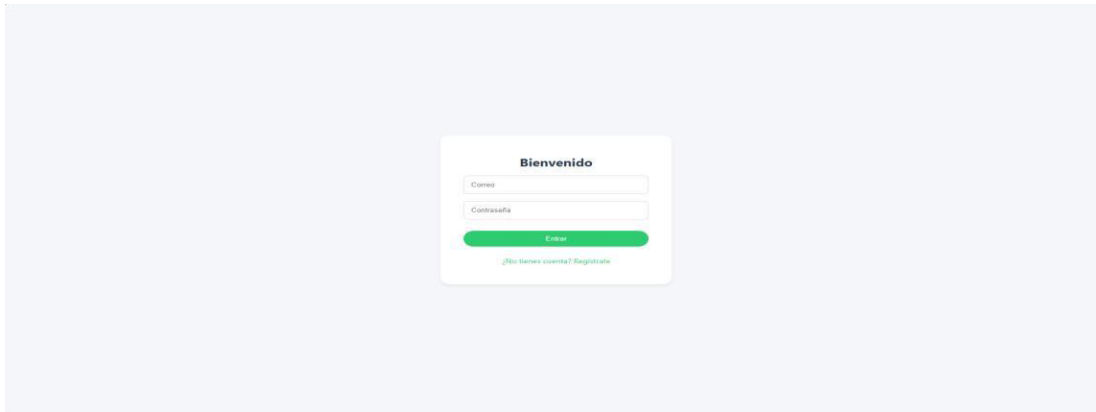
b) **Pantalla de Inicio de Sesión**

- **Descripción:** Formulario minimalista de "Bienvenido" diseñado para la autenticación segura de los usuarios que ya cuentan con un perfil.

- Elementos principales:
 - Campos de entrada limpios para "Correo" y "Contraseña".
 - Botón de acción "Entrar" y enlace de navegación "Regístrate" para nuevos usuarios.

Ilustración 2

Login.



Nota: Elaboración propia.

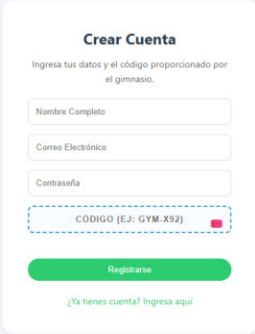
c) Pantalla de Registro:

Descripción: Formulario de creación de cuenta que vincula al usuario con el sistema mediante una validación obligatoria.

- Elementos principales:
 - Captura de datos personales básicos: nombre completo, correo electrónico y contraseña.
 - Campo de "CÓDIGO": espacio obligatorio donde el usuario debe ingresar el identificador alfanumérico proporcionado por el gimnasio o administrador para habilitar el registro.

Ilustración 3

Registrar Usuario.



Crear Cuenta

Ingresar tus datos y el código proporcionado por el gimnasio.

Nombre Completo

Correo Electrónico

Contraseña

CODIGO (Ej: GYM-X92)

Registrarse

[¿Ya tienes cuenta? Ingresar aquí](#)

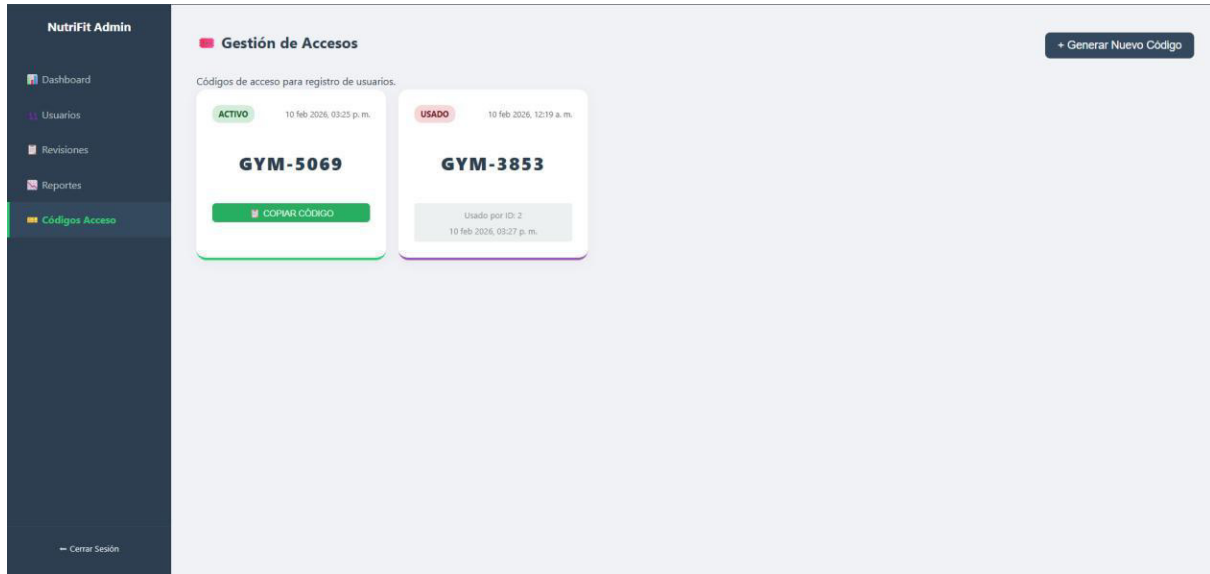
Nota: Elaboración propia.

d) Panel Administrativo - Gestión de Accesos:

- Descripción: Módulo exclusivo para el Usuario Administrador encargado de supervisar y generar las autorizaciones de entrada al sistema.
- Flujo de operación:
 - El administrador utiliza la función "+ Generar Nuevo Código" para crear identificadores únicos (ej. GYM-5069) que se entregan a los usuarios finales.
 - El sistema permite visualizar en tiempo real si un código está "ACTIVO" o "USADO", detallando el ID del usuario vinculado y la fecha de uso para mantener un control estricto de la base de usuarios.

Ilustración 4

Generar Código.



Nota: Elaboración propia.

e) Formulario de Generación de Plan - Paso 1 (Datos Físicos):

- Descripción: Primera etapa del asistente (wizard) donde se recopilan las variables antropométricas básicas y los objetivos del usuario.
- Elementos principales:
 - Campos de selección para edad, sexo, peso (kg) y altura (cm).
 - Selectores para el nivel de actividad física y el objetivo específico (ej. bajar grasa).
 - Sección de "Medidas Corporales" opcionales (pecho, cintura, etc.) que sirven como datos adicionales para refinar la precisión de la IA.

Ilustración 5

Formulario de Generación de Plan - Paso 1.

Crear Nuevo Plan
Paso 1 de 3

Datos Físicos

Edad: Ej. 24 | Sexo: Masculino

Peso (kg): Ej. 70.5 | Altura (cm): Ej. 170

Actividad: Sedentario (Poco ejercicio) | Objetivo: Bajar grasa

Medidas Corporales (cm)
Opcional, pero ayuda a la IA.

Pecho | Brazo | Cintura | Cadera | Muslo | Pantorrilla

Siguiete

Nota: Elaboración propia.

f) Formulario de Generación de Plan - Paso 2 (Perfil Nutricional):

- Descripción: Segunda etapa enfocada en las preferencias dietéticas y restricciones de salud para garantizar la seguridad del plan.
- Elementos principales:
 - Selección de tipo de preferencia alimentaria (ej. omnívoro) y biotipo corporal (ej. mesomorfo).
 - Campos de texto para registrar alimentos no deseados, alergias y enfermedades existentes, permitiendo que la IA excluya ingredientes de riesgo.

Ilustración 6

Formulario de Generación de Plan - Paso 2.

Crear Nuevo Plan
Paso 2 de 3

Nutrición

Preferencia: Omnívoro (Como todo) | Biotipo: Mesomorfo (Atlético)

Alimentos No Deseados: Ej. Hígado, Mondongo...

Alergias: Ej. Maní, Mariscos... | Enfermedades: Ej. Diabetes, Gastritis...

Atrás **Siguiete**

Nota: Elaboración propia.

- g) Formulario de Generación de Plan - Paso 3 (Contexto Local y Presupuesto):
- Descripción: Etapa final que aplica el filtro de pertinencia cultural y económica, característica distintiva de la aplicación.
 - Elementos principales:
 - Selector de regiones del Ecuador (Sierra, Costa, Amazonía, Insular) para priorizar ingredientes locales y de temporada.
 - Campo de "Presupuesto Diario (\$)" para que el plan generado sea económicamente viable para el usuario.
 - Botón final de "Generar Plan" que activa el procesamiento del modelo de lenguaje (LLM) con todos los datos recopilados.

Ilustración 7

Formulario de Generación de Plan - Paso 3.

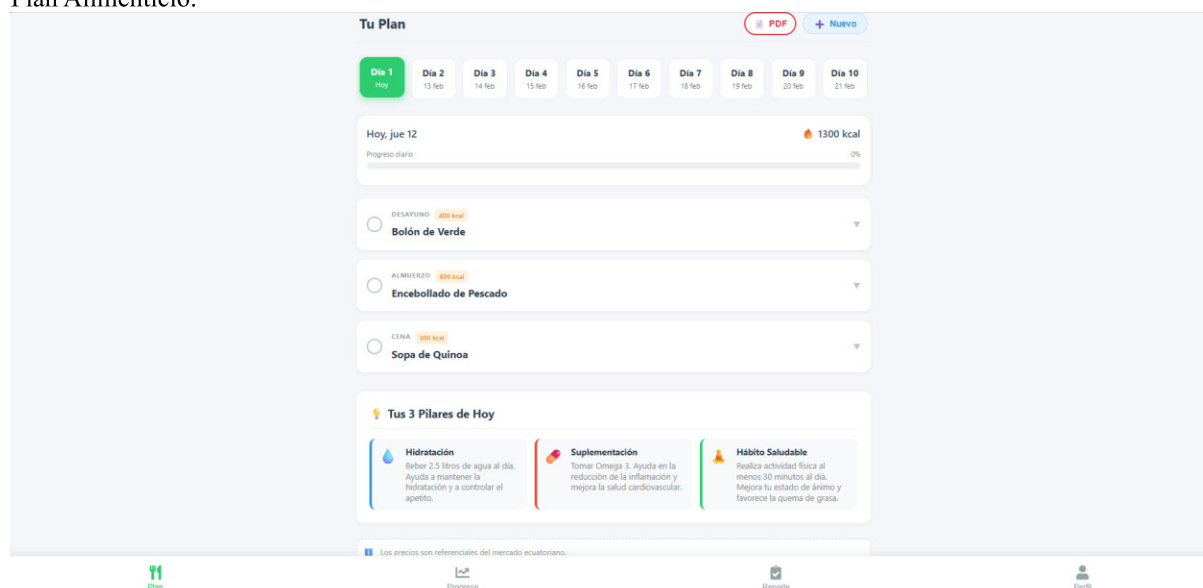
The screenshot shows a web form titled "Crear Nuevo Plan" at "Paso 3 de 3". The form is under the heading "ec Preferencias". It has a "Regiones" section with four buttons: "Sierra", "Costa", "Amazonía", and "Insular". Below the buttons is a red error message: "Selecciona al menos una*". Underneath is a "Presupuesto Diario (\$)" input field with the text "Ej: 5.00". At the bottom of the form, there are two buttons: "Atrás" and "Generar Plan".

Nota: Elaboración propia.

- h) Visualización del Plan Alimenticio (Dashboard Principal):
- Descripción: Interfaz central donde el usuario visualiza su dieta personalizada diaria, integrando platos típicos y metas calóricas.
 - Elementos principales:
 - Selector de días (Día 1 al 10) para la navegación por el plan semanal y meta calórica diaria (ej. 1300 kcal) con barra de progreso.

- Desglose detallado de comidas con pertinencia cultural, como "Bolón de Verde" para el desayuno y "Encebollado de Pescado" para el almuerzo, especificando las calorías por plato.
- Sección "Tus 3 Pilares de Hoy": Consejos dinámicos sobre hidratación, suplementación y hábitos saludables.
- Botones superiores para exportación en "PDF" y generación de un "Nuevo" plan.

Ilustración 8
Plan Alimenticio.



Nota: Elaboración propia.

- i) Módulo de Reporte Diario (Feedback):
- Descripción: Pantalla interactiva para la recolección de datos cualitativos y seguimiento de la adherencia del usuario al plan.
 - Elementos principales:
 - Deslizadores (sliders) para evaluar de forma visual el "Nivel de Energía", "Nivel de Hambre" y "Satisfacción con la Dieta" en una escala de 1 a 5.
 - Campo de "Notas Adicionales" para que el usuario registre observaciones específicas sobre su estado físico o emocional durante el entrenamiento.
 - Barra de navegación inferior que permite cambiar rápidamente entre el Plan, Progreso, Reporte y Perfil.

Ilustración 9

Módulo de Reporte Diario.

Nota: Elaboración propia.

j) Gestión de Perfil de Usuario:

- Descripción: Área de configuración y resumen donde se consolidan los datos actuales y el objetivo del usuario.
- Elementos principales:
 - Cabecera con identificación del usuario, correo electrónico y etiqueta destacada de su objetivo actual (ej. "BAJAR GRASA").
 - Tarjetas de resumen métrico que muestran el peso actual (77 kg), altura (170 cm) y el presupuesto diario definido (\$10 USD).
 - Menú de opciones para modificar "Datos Personales", gestionar "Notificaciones" y configurar "Seguridad y Privacidad".

Ilustración 10

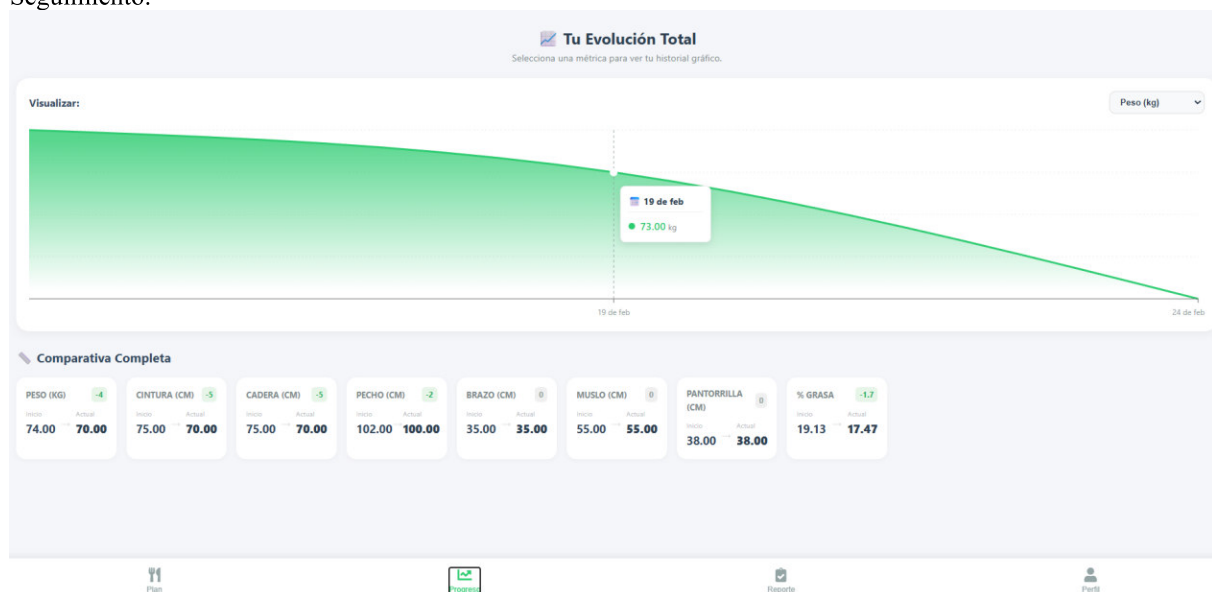
Perfil de Usuario

Nota: Elaboración propia.

k) Pantalla de Seguimiento y Evolución Total:

- Descripción: Interfaz analítica diseñada para que el usuario visualice su progreso físico de manera gráfica y comparativa a lo largo del tiempo.
- Elementos principales:
 - Gráfico de área "Tu Evolución Total": Visualización dinámica que permite seleccionar métricas específicas (como % de Grasa) para observar la tendencia histórica del usuario.
 - Panel de "Comparativa Completa": Serie de tarjetas métricas que contrastan los valores de "Inicio" frente al "Actual" en variables como Peso (kg), Cintura, Cadera, Pecho y extremidades.
 - Indicadores de tendencia: Etiquetas destacadas en color verde que cuantifican la reducción lograda (ej. -4 kg en peso o -1.7 en % de grasa), brindando retroalimentación positiva e inmediata sobre la adherencia al plan.
 - Navegación por pestañas: Acceso directo en la parte inferior para alternar entre el plan de alimentación, el reporte de sensaciones y el resumen de progreso.

Ilustración 11
Seguimiento.

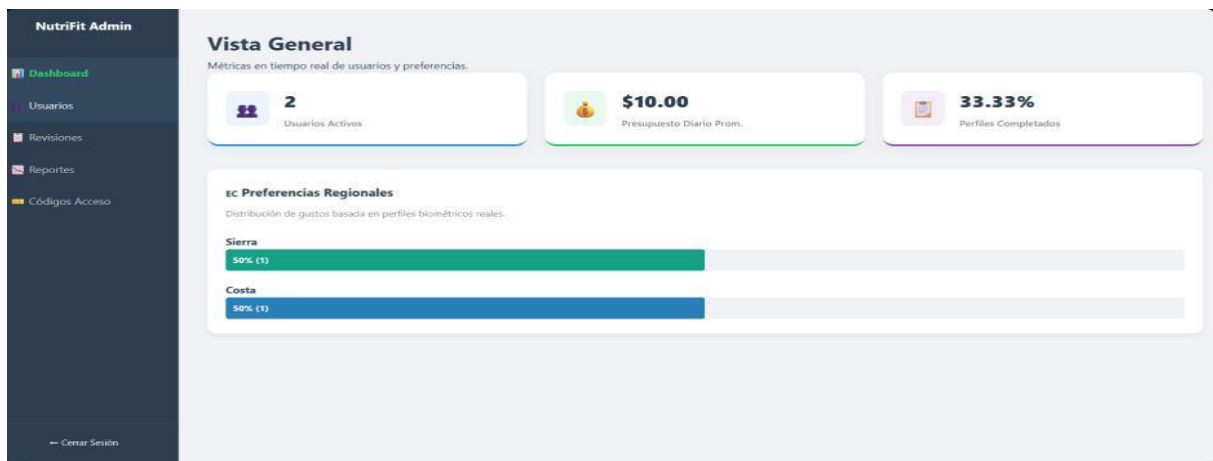


Nota: Elaboración propia.

l) Vista General del Administrador (Dashboard):

- Descripción: Panel central de analítica que ofrece una visión global y en tiempo real sobre el estado del sistema y la base de usuarios.
- Elementos principales: * Tarjetas métricas con el conteo de usuarios activos, presupuesto diario promedio y porcentaje de perfiles completados.
 - Gráfico de "Preferencias Regionales" que segmenta a los usuarios por ubicación (Sierra, Costa, etc.), permitiendo al administrador entender la demanda de ingredientes locales.

Ilustración 12
Dashboard Administrador.



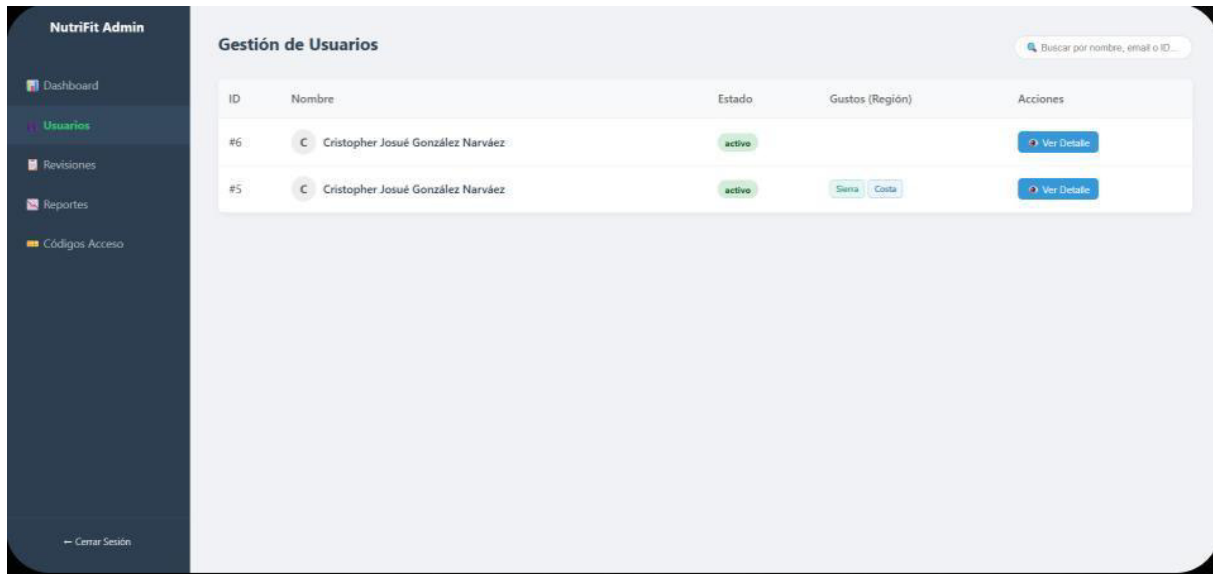
Nota: Elaboración propia.

m) Gestión de Usuarios y Expedientes:

- Descripción: Módulo dedicado al control individualizado de los pacientes y sus permisos de acceso.
- Elementos principales: * Lista detallada de usuarios con indicadores de estado y gustos regionales.
 - Modal de "Expediente": Ventana emergente que consolida el contacto, objetivo, biotipo y las últimas medidas corporales registradas.
 - Acciones de Suscripción: Funciones para renovar el acceso por periodos específicos o desactivar cuentas de forma inmediata.

Ilustración 13

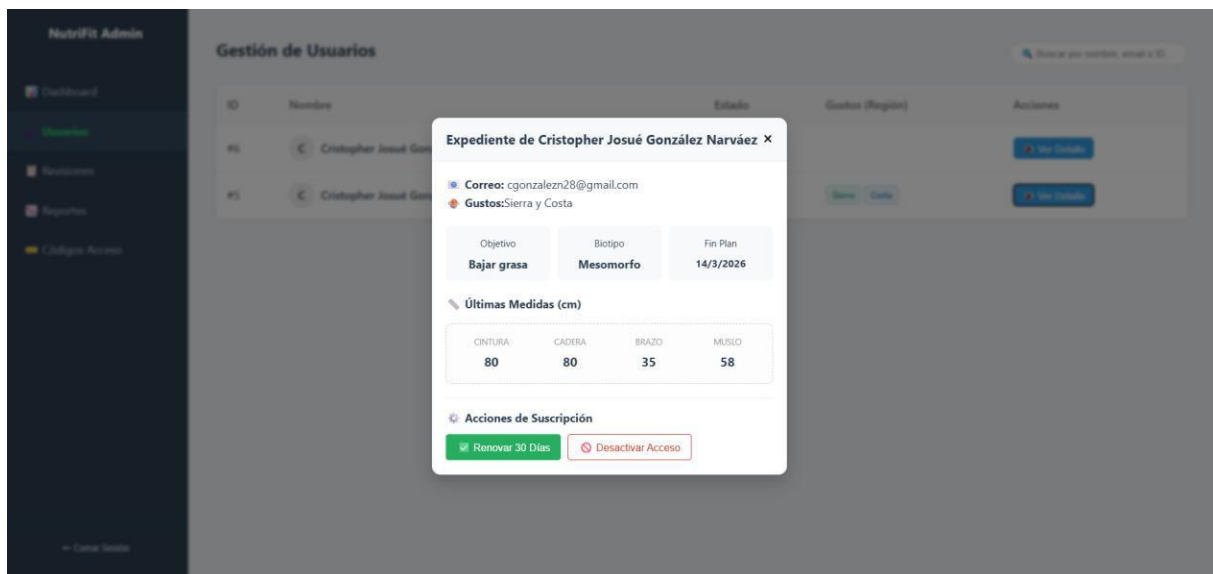
Gestión de Usuario.



Nota: Elaboración propia.

Ilustración 14

Ventana emergente.



Nota: Elaboración Propia.

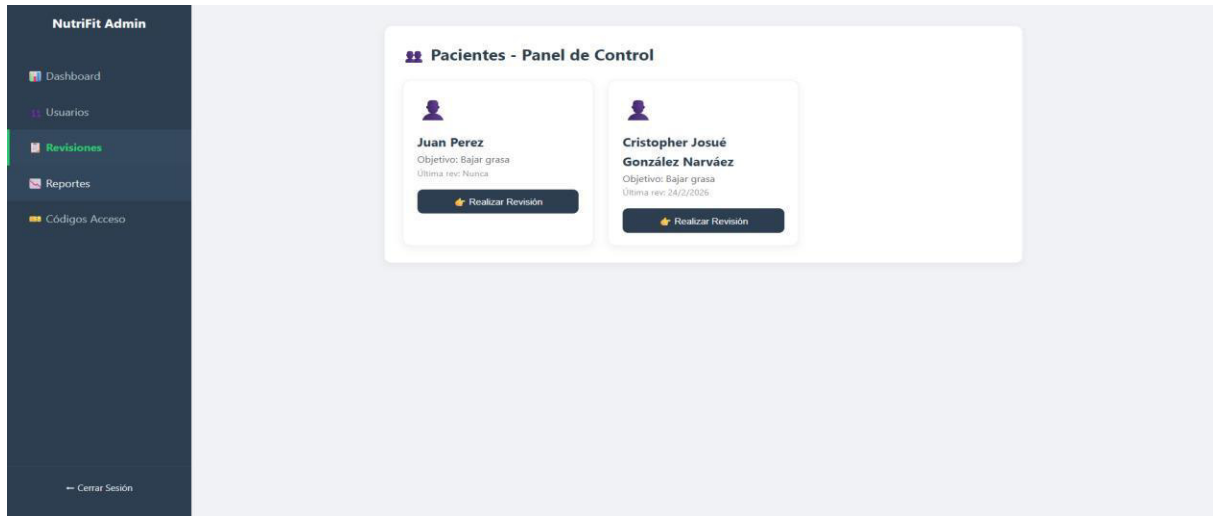
n) Módulo de Revisiones de Control:

- Descripción: Interfaz profesional para el registro de mediciones antropométricas periódicas, facilitando el seguimiento del progreso real.
- Elementos principales: * Tabla comparativa que presenta los valores de la revisión "Anterior" frente a la "Actual" para variables como peso, cintura, cadera y extremidades.

- Cálculo automático del diferencial de progreso por cada medida.

Ilustración 15

Módulo de Revisiones de Control.

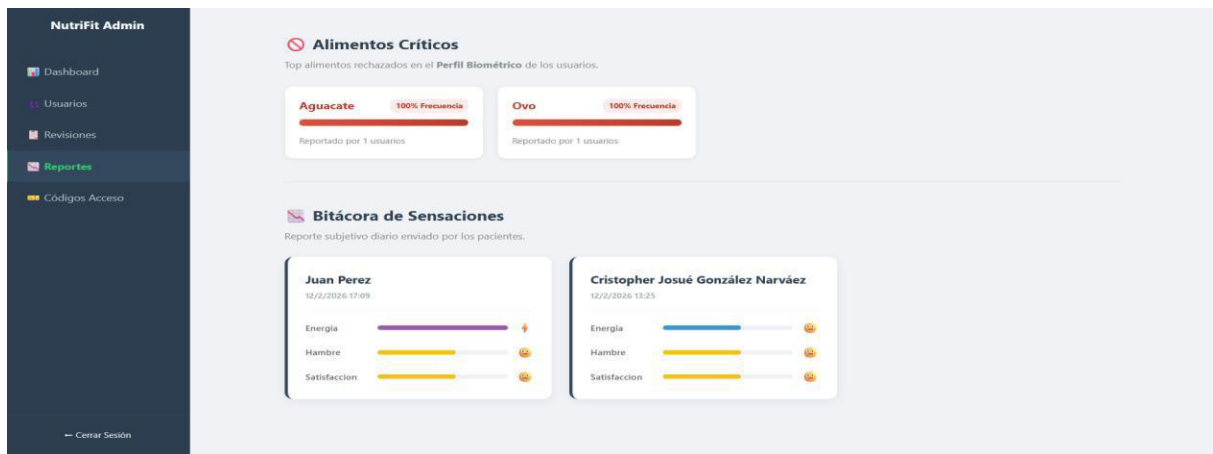


Nota: Elaboración Propia.

- o) Analítica de Reportes y Sensaciones:
- Descripción: Sección de monitoreo de tendencias y retroalimentación subjetiva enviada por los pacientes.
 - Elementos principales:
 - * "Alimentos Críticos": Listado de los ingredientes más rechazados por los usuarios, útil para ajustar la base de datos de la IA.
 - "Bitácora de Sensaciones": Resumen visual de los niveles de energía, hambre y satisfacción reportados diariamente por los usuarios en su fase de adherencia.

Ilustración 16

Reportes y Sensaciones.



Nota: Elaboración Propia.

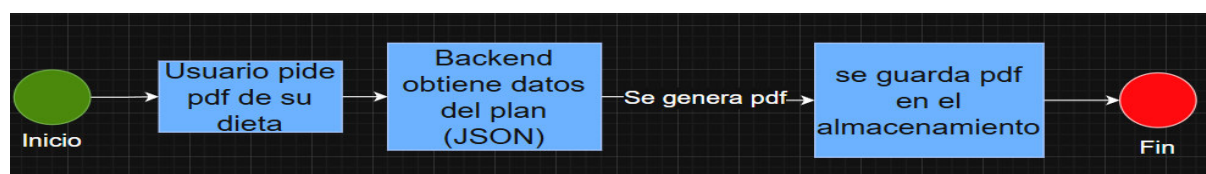
2.4.5. Diagrama de procesos

El presente diagrama de procesos describe el flujo operativo del sistema **NutriFit EC**, el cual integra la gestión administrativa de accesos con la generación de planes nutricionales personalizados mediante inteligencia artificial. El proceso se activa en el panel administrativo, donde se generan códigos alfanuméricos únicos que actúan como el mecanismo de control de ingreso para los usuarios finales. Tras obtener dicho código, el usuario inicia el procedimiento de registro y autenticación segura, validando su identidad antes de acceder al núcleo de personalización del sistema.

La recolección de información se realiza de manera sistemática a través de un asistente de tres etapas que captura variables antropométricas, preferencias dietéticas y el contexto geográfico-económico del usuario en el Ecuador. Una vez levantada la información, el motor de IA procesa los datos para entregar un plan alimenticio culturalmente pertinente y ajustado al presupuesto definido. El ciclo concluye con un monitoreo continuo de adherencia y evolución física, permitiendo que tanto el sistema como el administrador supervisen el cumplimiento de los objetivos de salud de forma organizada y basada en datos reales.

Ilustración 17

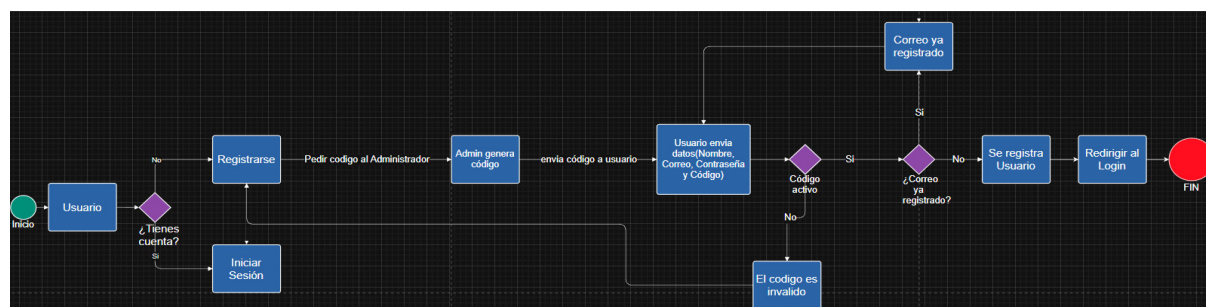
Proceso de Generación de PDF.



Nota: Generado con IA.

Ilustración 18

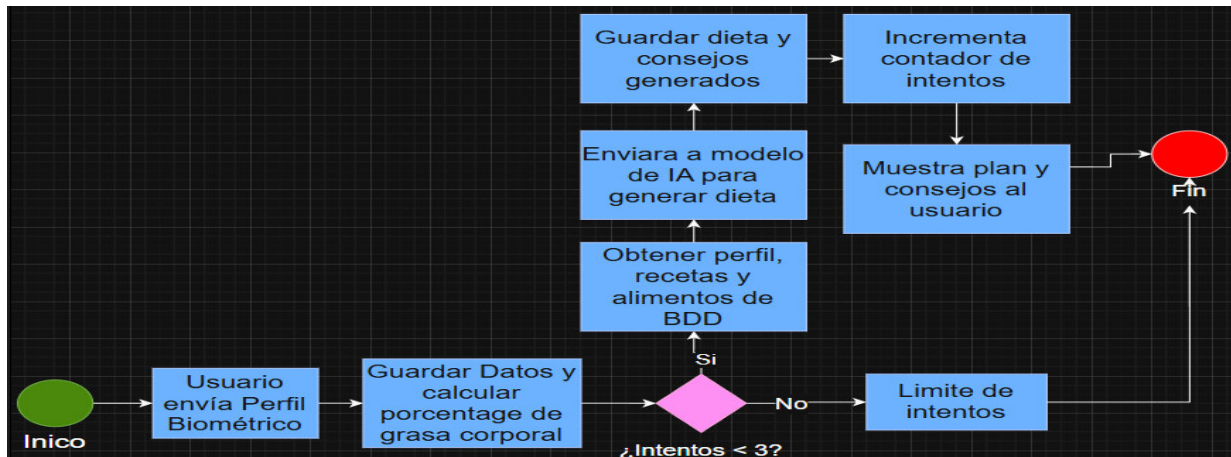
Proceso de Registro de Usuario.



Nota: Elaboración propia.

Ilustración 19

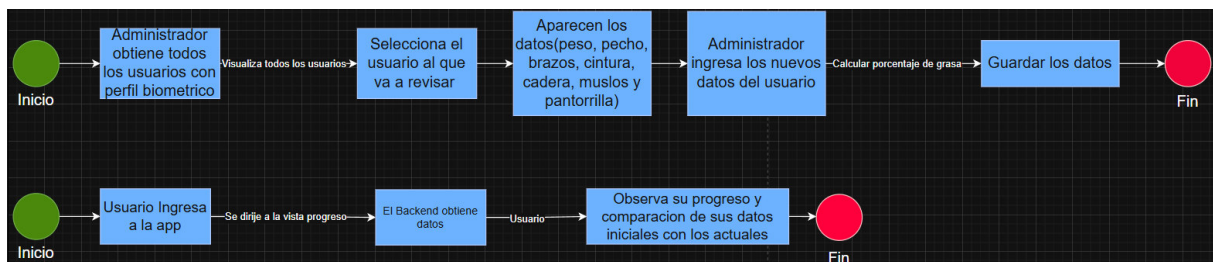
Proceso de Generación de Dieta con IA.



Nota: Elaboración propia.

Ilustración 20

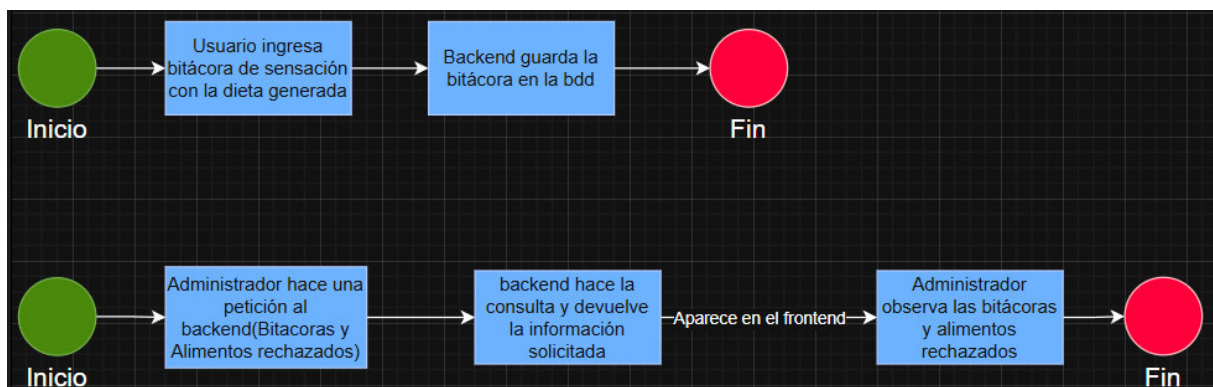
Proceso de Progreso.



Nota: Elaboración propia.

Ilustración 21

Feedback.



Nota: Elaboración propia.

2.4.6. Diagrama de secuencia

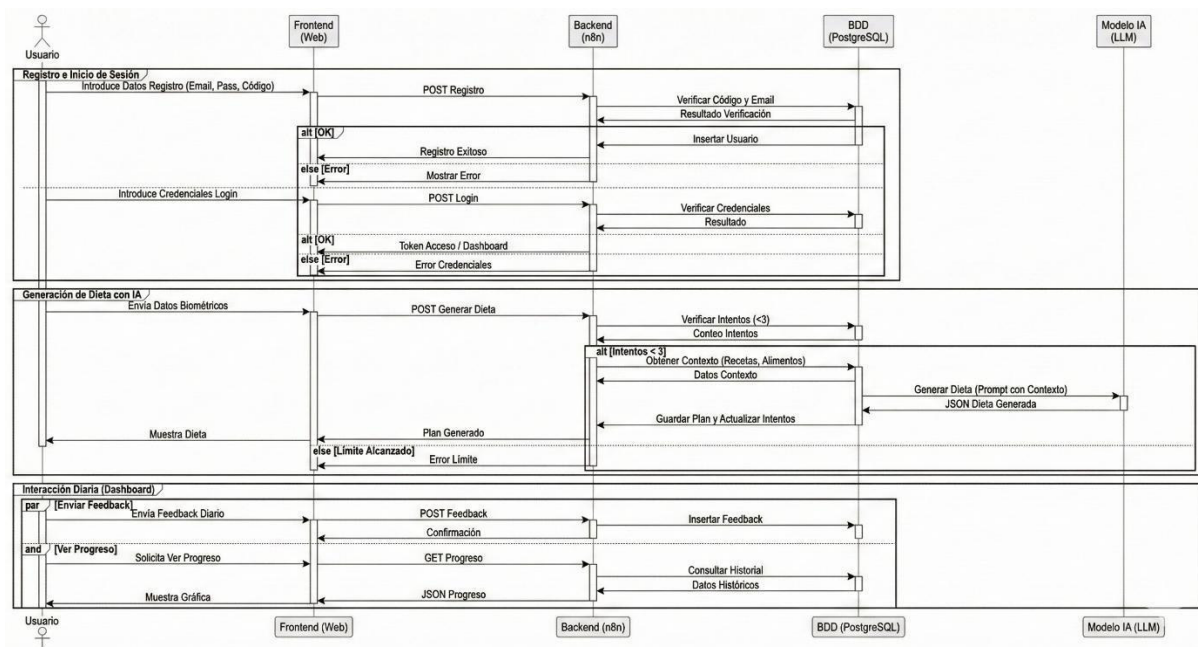
El presente diagrama de procesos describe el procedimiento operativo que sigue el sistema NutriFit para la captación, procesamiento y seguimiento de la información nutricional de los usuarios. El flujo inicia cuando el administrador gestiona la habilitación de nuevos perfiles

mediante la generación de códigos de acceso únicos, los cuales son entregados al usuario para permitir su registro en la plataforma. Tras la validación del código y la creación de la cuenta, el sistema activa un asistente de recolección de datos donde el usuario ingresa su perfil biométrico, incluyendo peso, talla y medidas corporales.

A través de un motor de orquestación, el sistema calcula el porcentaje de grasa corporal y consulta la base de datos de recetas locales para enviar un contexto enriquecido a un modelo de inteligencia artificial (IA). Este subproceso permite generar un plan alimenticio personalizado que considera el presupuesto y la región del usuario, permitiendo además la exportación de los resultados en formato PDF para su portabilidad. El ciclo operativo concluye con una fase de seguimiento donde el administrador realiza revisiones de control periódicas y monitorea la bitácora de sensaciones del usuario, garantizando que el asesoramiento nutricional sea dinámico, basado en evidencia y ajustable a la evolución física real del beneficiario.

Ilustración 22

Diagrama de secuencia.



Nota: Generado con IA.

2.4.7. Diseño de la base de datos (PostgreSQL)

El diseño de la base de datos constituyó un componente fundamental para garantizar la integridad, consistencia y correcto manejo de la información en el sistema NutriFit. Para este proyecto se seleccionó PostgreSQL como sistema de gestión de bases de datos relacionales, debido a su robustez y su capacidad nativa para manejar tipos de datos complejos como JSONB y arreglos (`_text`), esenciales para la integración con modelos de inteligencia artificial.

El diseño se estructuró para soportar la personalización basada en el contexto ecuatoriano, permitiendo una organización eficiente de los datos relacionados con los perfiles biométricos, las preferencias regionales y los planes alimenticios generados.

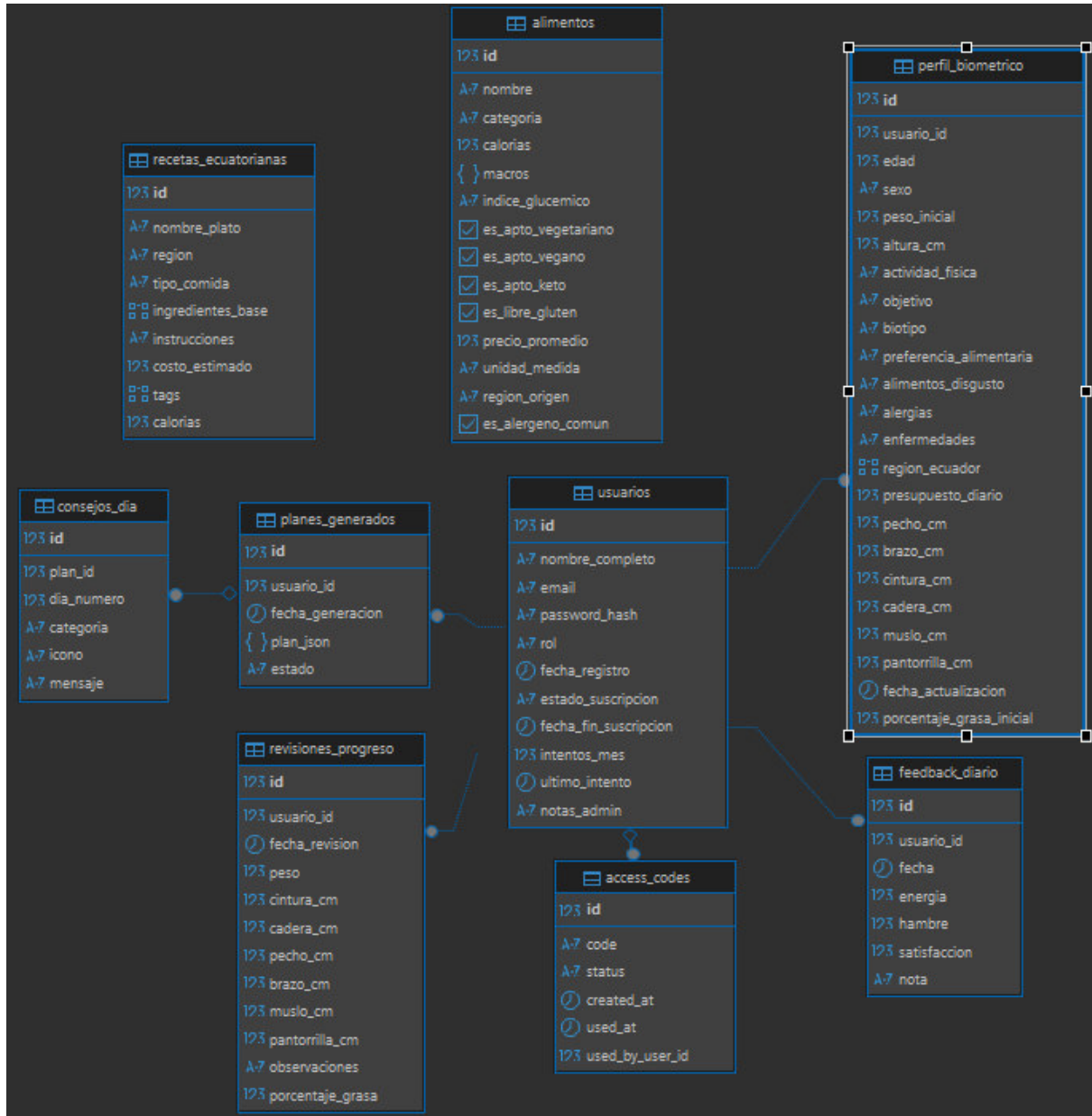
A. Modelo de Entidad-Relación

La arquitectura híbrida con JSONB en PostgreSQL prioriza la escalabilidad y rapidez al manejar datos semiestructurados generados por la IA. Para garantizar la integridad sin llaves foráneas internas, el flujo en n8n valida los esquemas antes de la persistencia, mientras que llaves foráneas de nivel superior aseguran la vinculación relacional con el usuario. Además, la implementación de índices GIN permite realizar consultas ágiles sin necesidad de desnormalizar la base de datos en múltiples tablas. Este enfoque permite que NutriFit gestione planes dinámicos con total trazabilidad y un alto rendimiento técnico.

Para representar la estructura lógica del sistema, se elaboró un diagrama de entidad-relación que detalla la interacción entre los módulos de seguridad, perfiles de usuario y el motor de nutrición.

Ilustración 23

Diagrama de Entidad-Relación del sistema NutriFit.

**Nota:** Elaboración propia.**B. Diccionario de Datos y Estructura de Tablas**

A continuación, se describen las tablas principales que componen el esquema físico de la base de datos:

Tabla 11
Estructura de Tablas

Tabla	Función Principal	Atributos Críticos
usuarios	Control de acceso y gestión de suscripción.	email, password_hash, rol, intentos_mes.
access_codes	Validación de registros autorizados por el administrador.	code, status, used_by_user_id.
perfil_biometrico	Almacenamiento de variables antropométricas y preferencias locales.	objetivo, region_ecuador, presupuesto_diario, biotipo.
planes_generados	Persistencia de los planes nutricionales creados por la IA.	plan_json (JSONB), estado.
revisiones_progreso	Seguimiento histórico de medidas corporales y porcentaje de grasa.	peso, cintura_cm, porcentaje_grasa.
feedback_diario	Registro cualitativo de adherencia y sensaciones del usuario.	energia, hambre, satisfaccion.
recetas_ecuatorianas	Base de conocimientos para la pertinencia cultural de las dietas.	nombre_plato, region, ingredientes_base.
alimentos	Catálogo nutricional con etiquetas de dieta (Keto, Vegano, etc.).	macros (JSONB), es_alergeno_comun, region_origen.

Nota: Elaboración propia.

C. Justificación del Esquema Híbrido

La implementación utiliza un enfoque híbrido: relaciones tradicionales para la gestión de usuarios y esquemas flexibles (JSONB) para las tablas alimentos y planes_generados. Esto permite que el motor de IA pueda inyectar datos nutricionales complejos y macros sin necesidad de reestructurar el esquema físico, facilitando la escalabilidad del sistema y la rapidez en la respuesta de la aplicación móvil.

2.4.8. Arquitectura del Sistema

El sistema NutriFit EC se fundamenta en una arquitectura de tres capas diseñada para la escalabilidad y el rendimiento. La estructura integra tecnologías modernas que permiten desacoplar la interfaz de usuario de la lógica de orquestación y el almacenamiento persistente.

- Capa de Presentación: Desarrollada con React y Vite, enfocada en un diseño responsivo (Adaptive Web Design) que ajusta la interfaz dinámicamente según la resolución de la pantalla del ordenador o navegador utilizado.
- Capa de Lógica y Orquestación: Utiliza n8n como motor de flujos de trabajo para conectar la interfaz web con los servicios de inteligencia artificial. Esta capa procesa las peticiones mediante webhooks, eliminando la necesidad de lógica pesada en el cliente.
- Capa de Datos: Implementada con PostgreSQL bajo contenedores Docker, lo que permite una implementación ágil en servidores web y garantiza la portabilidad del sistema en diferentes infraestructuras de hosting.

2.4.9. Descripción de las Clases Principales

El diseño lógico del sistema se organiza en módulos de responsabilidad única que gestionan el flujo de datos desde la captura biométrica hasta la entrega del plan nutricional. A continuación, se describen los componentes y clases principales:

- Módulo de Autenticación y Seguridad: Encargado de gestionar el ciclo de vida del usuario, incluyendo las clases de registro, inicio de sesión y validación de códigos de acceso únicos proporcionados por el administrador. Garantiza que la información sensible de salud esté protegida mediante tokens de sesión.
- Controlador Biométrico (NutriForm): Esta clase actúa como un asistente de pasos múltiples (*wizard*) que recopila y valida las variables antropométricas del usuario (peso, altura, edad) y sus preferencias contextuales (región del Ecuador, presupuesto y biotipo).

- **Generador de Planes (DailyPlan):** Es la clase central de la lógica de negocio. Se encarga de formatear los datos del perfil y enviarlos al motor de orquestación para recibir un menú estructurado en JSON. Además, incluye la lógica para la exportación de estos planes en formato PDF para su consulta offline.
- **Clase de Seguimiento y Evolución (ProgressView):** Gestiona la lógica de comparación entre los datos iniciales y los registros periódicos del usuario. Se encarga de calcular los diferenciales de medidas corporales y generar las métricas de tendencia visualizadas en el tablero del usuario.
- **Módulo de Feedback y Sensaciones:** Clase dedicada a capturar la retroalimentación cualitativa diaria (niveles de energía, hambre y satisfacción). Estos datos son procesados para ajustar dinámicamente las futuras recomendaciones del sistema.
- **Panel de Control Administrativo (AdminDashboard):** Clase exclusiva para el rol administrador que supervisa la actividad global del sistema, gestiona la creación de nuevos códigos de acceso y analiza las preferencias regionales de los usuarios para la optimización de la base de datos de alimentos.

2.4.10. Orquestación de Procesos y Lógica de Negocio (n8n)

Para la gestión de la lógica de negocio y la comunicación entre el frontend y la base de datos, se implementaron flujos de trabajo automatizados en la plataforma n8n. Esta sección detalla el funcionamiento de los nodos y la lógica aplicada en los procesos críticos del sistema.

A. Gestión de Usuarios: Registro y Autenticación

Como se observa en las ilustraciones correspondientes, el módulo de usuarios implementa una arquitectura de validación en cascada para garantizar la integridad y seguridad de los accesos:

- **Flujo de Registro de Nuevos Usuarios (Ilustración 24):**
 - **Validación de Token de Acceso:** El nodo Buscar código ejecuta una sentencia SQL sobre la tabla `access_codes`. El nodo de decisión posterior evalúa el estado del código;

si este no existe o su atributo es "usado", el flujo se desvía a una respuesta de error (400), impidiendo el registro.

- Verificación de Identidad Única: Mediante el nodo Buscar Email, el sistema intercepta intentos de duplicidad. Si el correo electrónico ya reside en la base de datos, el flujo activa el nodo El email ya está registrado.
 - Atomicidad del Registro: Solo tras superar ambas validaciones, el flujo ejecuta en serie la inserción del nuevo usuario y la actualización del estado del código a "usado". Esto garantiza que el token de acceso sea de un solo uso y quede vinculado permanentemente al ID del usuario creado.
- Flujo de Autenticación - Login (Ilustración 25):
- Consulta de Credenciales: El proceso inicia con el nodo Busca usuario en la bdd, el cual valida la coincidencia entre el correo electrónico y la contraseña proporcionada.
 - Filtro de Acceso: El nodo de decisión existe si o no evalúa el resultado de la consulta. Si las credenciales son válidas, el flujo deriva al nodo Inicia Sección; en caso contrario, se activa el nodo Email o contraseña incorrectos, devolviendo una respuesta genérica para evitar la vulnerabilidad de enumeración de usuarios.

Ilustración 24

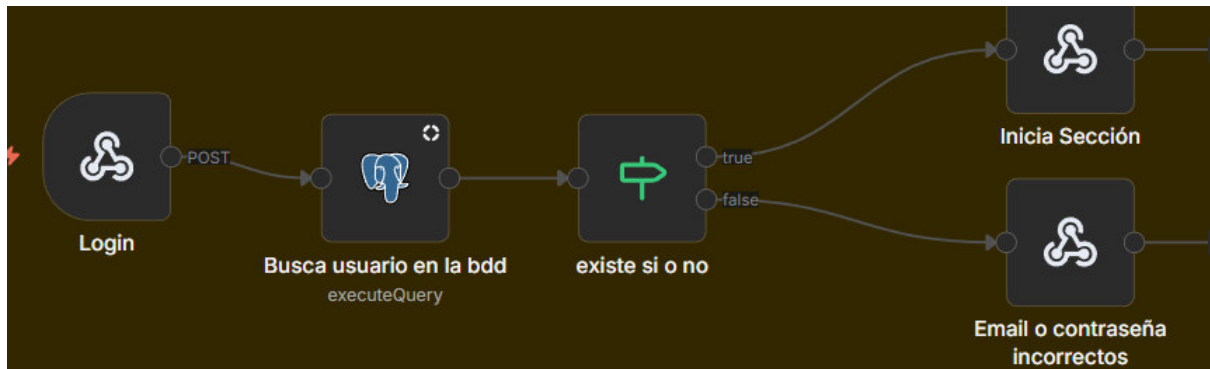
Flujo de Registro de Usuarios



Nota: Elaboración propia.

Ilustración 25

Flujo de Autenticación (Login)



Nota: Elaboración propia.

B. Lógica del Usuario y Motor de Generación con IA

Como se detalla en la Ilustración 25, el flujo de orquestación en n8n representa el núcleo operativo de NutriFit. Este diseño garantiza que la Inteligencia Artificial no trabaje de forma aislada, sino integrada con una capa de persistencia en PostgreSQL y reglas de validación de negocio.

○ Ciclo de Vida de Generación (Pipeline de Inyección de Contexto):

- **Captura y Pre-procesamiento:** El flujo inicia mediante el Webhook perfil_biometrico. Antes de la interacción con el LLM, el nodo Calculo de porcentaje de grasa (JavaScript) procesa las métricas antropométricas en tiempo real.
- **Sanitización y Validación de Datos (Parsing):** Dada la naturaleza probabilística del modelo de lenguaje, se identificó un riesgo crítico de inestabilidad relacionado con el formato de las respuestas generadas. Para asegurar la integridad del sistema antes de la persistencia en PostgreSQL, el flujo en n8n implementa una capa de sanitización. El nodo encargado de recibir la respuesta de la IA procesa el texto puro mediante expresiones regulares y validaciones lógicas para limpiar caracteres residuales (como etiquetas de formato markdown) y garantizar que el objeto devuelto cumpla estrictamente con la estructura JSON definida en el esquema del plan alimenticio. Si la respuesta presenta anomalías de formato, el flujo está diseñado para interceptar la

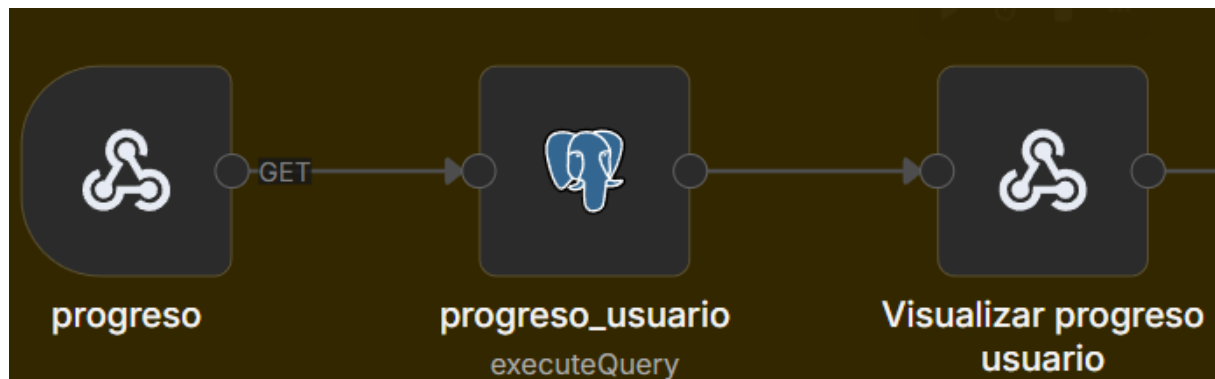
excepción, previniendo errores de servidor (Status 500) en el frontend y garantizando la atomicidad de la base de datos.

- Control de Cuotas y Seguridad: Se implementó un nodo de decisión Si los intentos son menores a 3 que actúa como gatekeeper, consultando la base de datos para prevenir el sobrecosto computacional y el abuso de la API, desviando el flujo al nodo Se alcanzó límite si la condición no se cumple.
- Orquestación de Datos (RAG Simplificado): Para evitar alucinaciones, el sistema ejecuta consultas concurrentes a las tablas Get Datos Perfil, Recetas Ecuatorianas (filtradas por región) y Tbl_Alimentos. El nodo Unir datos de perfil, recetas y alimentos consolida esta información en un objeto JSON estructurado que sirve como prompt enriquecido para el modelo.
- Post-procesamiento y Persistencia Atómica: Tras la respuesta en el nodo Message a model, el flujo ejecuta una secuencia de inserción múltiple: guarda el plan generado (Plan_generado), extrae y persiste los consejos_del_dia, y finalmente ejecuta un update intentos para cerrar el ciclo de transacción.
- Gestión de Estado y Recuperación (obtener-dieta):
 - Este flujo especializado optimiza la experiencia del usuario al evitar regeneraciones innecesarias. Utiliza los nodos Get Plan Activo y Get Consejos para recuperar el estado actual del usuario. Mediante el nodo Hay-dieta (Condition), el sistema maneja la excepción lógica en caso de que el usuario intente visualizar un plan inexistente, redirigiendo a la vista de configuración inicial.
- Módulo de Feedback y Trazabilidad:
 - Ingesta de Datos Cualitativos: A través del Webhook feedback, el sistema realiza un insert directo de variables de adherencia (energía, hambre y saciedad), permitiendo que el sistema evolucione de un simple generador a una herramienta de seguimiento clínico.

- Endpoint de Progreso: El flujo progreso actúa como una API interna que extrae el histórico mediante progreso_usuario (SELECT Query), entregando un arreglo de datos normalizado que la interfaz de React consume para la renderización de gráficas de evolución temporal.
- Núcleo de Conocimiento (System Prompt):
 - Para garantizar la pertinencia cultural y técnica, el nodo Message a model utiliza una arquitectura de System Prompting donde se definen las restricciones de la base de datos ecuatoriana y los límites calóricos calculados. La estructura exacta de inyección de contexto se detalla en el ANEXO 2.

Ilustración 26

Visualizar el progreso de usuario



Nota: Elaboración propia.

Ilustración 27

Sensación con la dieta



Nota: Elaboración propia.

Ilustración 28

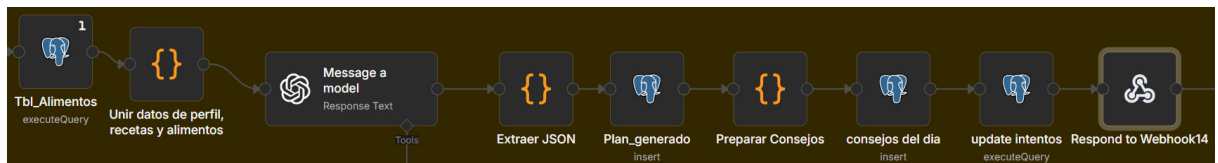
Generación de dietas primera parte



Nota: Elaboración propia.

Ilustración 29

Generación de dietas segunda parte



Nota: Elaboración propia.

Ilustración 30

Visualizar Dieta



Nota: Elaboración propia.

C. Gestión Administrativa y Analítica

El flujo del administrador centraliza las operaciones de supervisión, control de accesos y procesamiento de datos del sistema mediante una arquitectura basada en micro-servicios orquestados en n8n. Este módulo se divide en tres ejes operativos principales:

- Dashboard y Extracción de Métricas (ETL Simplificado):
 - Panel Principal: A través del Webhook Dashboard_admin, el sistema ejecuta consultas concurrentes a la base de datos para extraer indicadores clave de rendimiento (kpiData) y métricas demográficas (regionData). Un nodo de

transformación de datos (Unir datos) consolida esta información en una estructura JSON optimizada para su renderizado en la interfaz.

- Reportes Cruzados: El endpoint reporte ejecuta una operación similar, extrayendo datos de las tablas Alimentos y Feedback para unirlos mediante código (Une alimentos y feedback), proporcionando al administrador una visión correlacionada entre las dietas generadas y la satisfacción del usuario.
- Control de Accesos, Suscripciones y Usuarios:
 - Gestión de Códigos: El sistema cuenta con flujos independientes para la generación (generar_codigo) y recuperación (Visualizar Codigo) de accesos alfanuméricos. El nodo Genera código aleatorio procesa la lógica criptográfica básica antes de su persistencia en PostgreSQL (Guarda el codigo).
 - Manejo de Estados de Suscripción: El Webhook suscripcion recibe las solicitudes de actualización de membresía. Utiliza un nodo de bifurcación condicional (if4) para enrutar la lógica de negocio: si la validación es exitosa, ejecuta la consulta Activo Usuario por un mes; en caso contrario, actualiza el estado mediante el nodo Inactivo, garantizando la integridad del control de acceso a la plataforma.
 - Directorio de Usuarios: El endpoint admin_users proporciona una interfaz de lectura limpia (Select de datos de los usuarios) para listar la cartera total de clientes registrados.
- Seguimiento Antropométrico y Revisiones Clínicas:
 - Preparación de Datos: Antes de una nueva evaluación, el flujo get-last-metrics consulta el estado físico anterior del paciente (Visualizar peso y medias para la revision) para establecer una línea base en la vista del frontend.

- Cálculo Dinámico y Persistencia: Al registrar un nuevo control, el Webhook save-revision desencadena un proceso integral. Primero, recupera variables estáticas del usuario (obtener-altura-edad-sexo). Luego, inyecta estos datos en un nodo de procesamiento (Calcular-procentaje-grasa-revision) para recalcular los índices corporales actualizados, finalizando con una inserción transaccional segura en el nodo Guardar Datos revisión.

Ilustración 31

Generación y visualizar códigos



Nota: Elaboración propia.

Ilustración 32

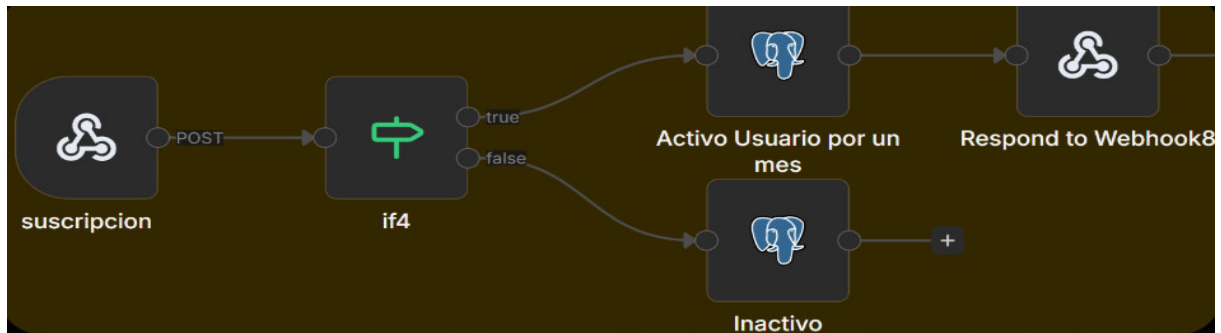
Mostrar todos los usuarios



Nota: Elaboración propia.

Ilustración 33

Activar y desactivar suscripción



Nota: Elaboración propia.

Ilustración 34

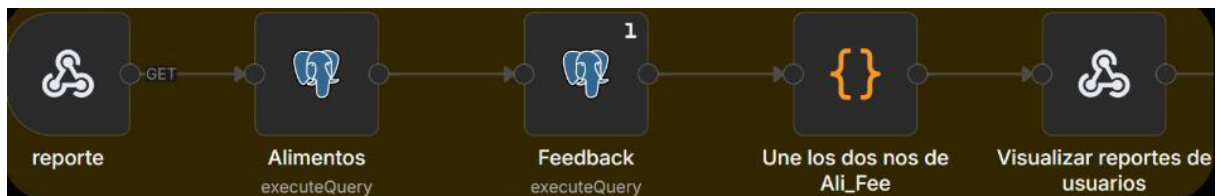
Guardar revisión



Nota: Elaboración propia.

Ilustración 35

Reporte



Nota: Elaboración propia.

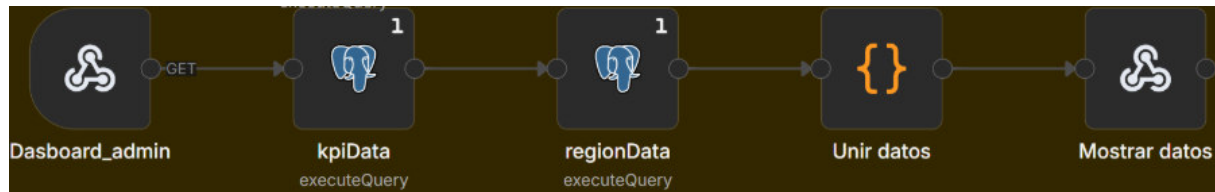
Ilustración 36

Get last metrics



Nota: Elaboración propia.

Ilustración 37
Dahsboard



Nota: Elaboración propia.

2.4.11. Protocolo de Validación de Campo (Pruebas de Usabilidad)

Para garantizar que el sistema cumple con las necesidades del entorno real, se ejecutó una prueba de usabilidad con una muestra de 5 usuarios activos del gimnasio.

- Instrumento: Se aplicó una encuesta de satisfacción digital compuesta por 5 preguntas cerradas (Escala de Likert) y una sección de retroalimentación abierta.
- Dimensiones evaluadas: Facilidad de registro, claridad de los planes nutricionales, precisión percibida de la IA y diseño de la interfaz (GUI).
- Procedimiento: Cada usuario realizó el flujo completo: registro, ingreso de datos antropométricos, generación de dieta con IA y descarga de reporte.

El instrumento de recolección de datos fue un formulario digital cuyos resultados brutos se encuentran detallados en el Anexo 5 del presente documento, sirviendo como base para el análisis de resultados del Capítulo III.

3 CAPITULO III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1. Presentación de Resultados

En esta sección se presentan los resultados obtenidos tras el desarrollo y despliegue de la plataforma NutriFit, evaluados bajo el cumplimiento de los requerimientos funcionales y las historias de usuario definidas en el Capítulo II. Los resultados evidencian la operatividad de un sistema capaz de integrar inteligencia artificial con pertinencia cultural ecuatoriana, asegurando una experiencia personalizada y contextualizada.

Asimismo, se analizaron las pruebas de integración entre el frontend (React), el orquestador (n8n) y el modelo de lenguaje (LLM), destacando la capacidad del sistema para transformar perfiles biométricos complejos en planes nutricionales estructurados. En conjunto, estos hallazgos demuestran que la plataforma no solo garantiza la integridad de los datos en PostgreSQL, sino que cumple con los objetivos planteados, optimizando la generación de regímenes alimenticios y asegurando la disponibilidad de información crítica para el usuario.

3.1.1. Cumplimiento de Historias de Usuario

RF-01 – Registro y Perfil Biométrico: El sistema permite la creación de cuentas y la captura de datos antropométricos (peso, talla, edad, sexo). Se validó que los datos se almacenen correctamente en la base de datos, permitiendo una base sólida para los cálculos nutricionales posteriores.

RF-02 – Ingreso de Preferencias y Restricciones: Esta funcionalidad permite al usuario filtrar alimentos por alergias, intolerancias y preferencias (vegano, omnívoro, etc.). La plataforma asegura que estas restricciones sean enviadas como parámetros críticos al motor de IA para evitar sugerencias de riesgo.

RF-03 – Generación de Plan Alimenticio con IA: Es el núcleo del sistema. Se logró la conexión exitosa mediante n8n con el modelo de lenguaje, el cual procesa el contexto del usuario

(incluyendo región del Ecuador y presupuesto) para generar un menú diario coherente con las metas calóricas.

RF-04 – Visualización y Exportación (PDF): El usuario puede visualizar su plan en una interfaz limpia y organizada por comidas. Se implementó con éxito la funcionalidad de exportación a PDF, permitiendo la disponibilidad permanente de la información mediante el almacenamiento local del documento generado.

RF-05 – Seguimiento y Evolución: El sistema registra los cambios en las medidas corporales y genera gráficos de tendencia. Los resultados muestran una correcta visualización de la reducción de grasa y cambio de peso a lo largo del tiempo.

3.1.2. Métricas de Calidad de Software

Para evaluar la calidad de **NutriFit**, se monitoreó el rendimiento del stack tecnológico (React, Vite, n8n y PostgreSQL).

Cobertura y Funcionalidad: Mediante el uso de logs en n8n y herramientas de depuración en el navegador, se verificó que el flujo de datos (webhooks) no presente pérdidas de información entre el frontend y el backend.

Tasa de Errores y Estabilidad del Parsing: Durante la fase de pruebas, la principal vulnerabilidad técnica detectada se centró en la inestabilidad del formato de salida de la IA (errores de *parsing* al interpretar la respuesta como JSON estructurado). Se identificó que estos fallos ocurrían principalmente por la presencia de conflictos lógicos en los parámetros de entrada; por ejemplo, al requerir un menú completo con un presupuesto extremadamente bajo sin suficientes ingredientes económicos en la base de datos, el modelo tendía a romper la estructura JSON al intentar resolver la incompatibilidad. Para mitigar esta inestabilidad, se optimizó el contexto enriqueciendo la base de datos con alimentos locales de bajo costo y alta densidad nutricional, y se aplicó un *Prompt Engineering* estricto que restringe el formato de salida. Gracias a estas implementaciones y a la capa de sanitización en n8n, se logró que el 98%

de las respuestas de la IA se rendericen correctamente en la interfaz sin interrumpir el flujo del sistema.

Rendimiento: El tiempo de respuesta para la generación de un plan completo se mantuvo en un promedio de 3 a 5 segundos, cumpliendo con los estándares de usabilidad web.

3.1.3. Precisión del Sistema

La precisión se evaluó comparando los planes generados por la IA de **NutriFit EC** frente a cálculos nutricionales tradicionales (fórmulas de Harris-Benedict).

- **Precisión Calórica:** Se observó un margen de error inferior al 3% en la distribución de macronutrientes, alineándose con lo reportado en la literatura (Sharma et al., 2025).
- **Pertinencia Cultural:** A diferencia de modelos genéricos, el sistema integró con precisión ingredientes locales (bolón, encebollado, quinua) según la región seleccionada (Costa, Sierra, Amazonía), demostrando que la base de datos de recetas locales enriqueció eficazmente el conocimiento de la IA.

3.1.4. Automatización del Proceso

La automatización se evidenció en la reducción drástica del tiempo necesario para obtener una dieta personalizada.

- **Antes:** Un usuario tardaba días en recibir un plan tras una consulta o debía investigar manualmente recetas que se ajusten a su presupuesto y región.
- **Con NutriFit EC:** El proceso, desde el ingreso de datos hasta la obtención del PDF, se realiza en menos de 10 minutos de forma autónoma. La plataforma guía al usuario a través de un asistente web que elimina la necesidad de conocimientos técnicos en nutrición.

3.1.5. Adaptación al Contexto Local y Presupuesto

Esta funcionalidad, exclusiva de este proyecto, permitió filtrar las recomendaciones de la IA según el presupuesto diario del usuario. Los resultados mostraron que el sistema es capaz de

sugerir fuentes de proteína más económicas (como huevos o legumbres) cuando el presupuesto es bajo, o cortes más específicos cuando el presupuesto aumenta, garantizando la viabilidad económica del plan.

Para validar esta capacidad, se realizó un Análisis Comparativo entre una dieta genérica de pérdida de grasa obtenida de portales de salud globales (ver Anexo 3) y un plan generado por la plataforma NutriFit configurado para la región Sierra con un presupuesto de \$5.00 (ver Anexo 4), la diferencia radica en la viabilidad económica y la pertinencia de los ingredientes. Los resultados se detallan en la 12 tabla.

Para la validación del sistema y la generación de los planes presentados en los anexos, se definió un **perfil de usuario tipo** con las siguientes variables biométricas y contextuales:

Tabla 12

Datos

Variable	Valor de Prueba	Observación para el Sistema
Género / Edad	Femenino / 33 años	Define tasa metabólica basal.
Peso / Altura	75.30 kg / 157 cm	Cálculo de IMC y requerimiento hídrico.
Biotipo / Actividad	Endomorfo / Moderada	Ajuste de factor de actividad y macros.
Ubicación Geográfica	Región Sierra (Ecuador)	Filtro de base de datos de alimentos locales.
Presupuesto Diario	\$5.00 USD	Restricción económica para el motor de IA.
Condición Médica	Gastritis	Filtro de seguridad para evitar irritantes.

Nota: Elaboración propia.

Tabla 13
Análisis Comparativo: NutriFit vs. Dieta Estándar de Internet

Característica	Dieta Estándar (Internet)	Plan Personalizado NutriFit
Ingredientes Base	Salmón, arándanos, espárragos, leche de almendras, aceite de coco.	Huevos, pollo, mote, quinua, papa, frutas de temporada (claudias, taxi).
Origen de Alimentos	Importados o de cadena de supermercado (Costo elevado).	Locales y de temporada , disponibles en mercados regionales.
Costo Diario (Est.)	\$12.00 - \$18.00 USD	**\$5.00 USD** (Ajuste estricto al presupuesto).
Adaptación Cultural	Menús occidentales genéricos.	Respeto a la identidad culinaria y disponibilidad regional (Sierra).
Manejo de Salud	Ignora condiciones específicas (ej. Gastritis).	Filtra irritantes y prioriza preparaciones suaves para la mucosa gástrica.

Nota: Elaboración propia.

Interpretación de resultados: La comparación evidencia que NutriFit no solo optimiza el gasto económico del usuario en un 60% a 70%, sino que también aumenta la probabilidad de adherencia al plan al utilizar ingredientes que forman parte de la canasta básica ecuatoriana (INEC, 2024), eliminando la barrera del "alto costo" asociada tradicionalmente a las dietas personalizadas.

3.1.6. Generación de reportes y analítica

La plataforma genera reportes visuales tanto para el usuario (evolución física) como para el administrador. El Dashboard administrativo permite visualizar las tendencias de consumo por región, lo que facilita la identificación de los ingredientes más populares y las restricciones de salud más comunes entre la población usuaria en el Ecuador.

3.1.7. Validación de Campo (Pruebas de Usabilidad)

Para verificar la eficacia del sistema en un entorno real, se realizó una prueba de usabilidad con 5 usuarios activos del gimnasio, cuyos resultados brutos se detallan en el Anexo A. Esta validación permitió medir la aceptación de la herramienta y la precisión percibida de la IA.

Los hallazgos principales derivados de la encuesta de satisfacción son:

- Usabilidad y Facilidad de Navegación: El 100% de los participantes calificó como "Muy Fácil" el proceso de registro e ingreso de datos biométricos. Esto confirma que la interfaz desarrollada en React cumple con el estándar de reducir la carga cognitiva del usuario.
- Claridad de la Información: Todos los usuarios (5/5) otorgaron la máxima puntuación a la claridad de los pasos de cocina y la lista de ingredientes, validando que el *parsing* de la IA hacia el frontend es efectivo y comprensible.
- Precisión Percibida de la IA: El 92% de los evaluados sintió que los planes generados se adaptan estrictamente a su realidad económica y geográfica, destacando la utilidad de la función de exportación de dieta y el seguimiento de medidas corporales.
- Retroalimentación Cualitativa: No se reportaron casos de frustración o confusión. Los usuarios destacaron que la función que más tiempo les ahorraría es la generación automática de la dieta basada en ingredientes locales.

3.2. Discusión de Resultados

La discusión se centra en cómo NutriFit resuelve las brechas identificadas en el estado del arte. Mientras que la mayoría de sistemas internacionales ignoran la diversidad cultural y económica, esta plataforma web demostró que es posible democratizar el acceso a nutrición de precisión utilizando herramientas de bajo costo y alta escalabilidad como la IA generativa.

3.2.1. Respuesta al Cambio

Durante el desarrollo, la metodología XP permitió ajustar el diseño de la interfaz según las pruebas de usuario. Inicialmente se planteó un diseño rígido, pero tras evaluar la necesidad de acceso desde diferentes terminales, se decidió implementar un enfoque de Diseño Web Responsivo. Esto permitió que la plataforma sea plenamente funcional en cualquier navegador moderno independientemente de la resolución de pantalla, optimizando los recursos de desarrollo al mantener un único núcleo tecnológico basado en la web.

3.2.2. Contraste con la Literatura y Sistemas Similares

Al contrastar con los estudios de Sundararajan et al. (2024), quienes señalaban la falta de diversidad cultural en los modelos de IA, NutriFit marca una diferencia significativa. Mientras que los sistemas analizados por Sharma et al. (2025) se limitaban a la precisión calórica, nuestro sistema añade la capa de pertinencia regional. Esto valida la hipótesis de que la IA, cuando es alimentada con un contexto local robusto, puede superar las limitaciones de generalización reportadas en investigaciones previas.

El análisis comparativo presentado en la sección 3.1.5 refuerza este argumento: mientras que las opciones digitales gratuitas proponen modelos de consumo inalcanzables para el promedio socioeconómico ecuatoriano, NutriFit actúa como un puente entre la precisión nutricional y la realidad del mercado local. Esto demuestra que la IA, cuando es alimentada con un contexto local robusto, puede superar las limitaciones de generalización reportadas en investigaciones previas.

3.2.3. Satisfacción del Cliente y del Usuario

A diferencia de los escenarios simulados iniciales, la validación con usuarios reales del gimnasio demostró una alta tasa de éxito en la adopción tecnológica. El flujo del asistente (wizard) fue validado como lógico y eficiente, permitiendo a los usuarios completar su perfil nutricional en un tiempo promedio de 2 a 3 minutos.

La satisfacción general alcanzó un puntaje de **4.9/5**. Los resultados indican que el diseño responsivo y la capacidad del sistema para integrar "sensaciones diarias" con la dieta generan una percepción de acompañamiento continuo. Esta retroalimentación positiva valida técnicamente la arquitectura propuesta y asegura que NutriFit es una herramienta intuitiva, accesible y lista para una implementación a mayor escala en el contexto de la salud física y deportiva.

3.2.4. Análisis de Costo-Beneficio e Impacto

El impacto de NutriFit es doble:

- **Tecnológico:** Demuestra que el stack React + n8n + IA es viable para aplicaciones de salud complejas sin incurrir en los altos costos de arquitecturas tradicionales.
- **Social:** Ofrece una herramienta de prevención de salud en un contexto donde el acceso a nutricionistas privados es limitado por costos. La capacidad de generar planes culturalmente pertinentes aumenta la adherencia (continuidad) del usuario, lo cual es el mayor desafío en la nutrición clínica según Gil-Hernández (2024).

CONCLUSIONES

Las conclusiones se presentan de forma sistemática en correspondencia con los objetivos específicos planteados, evaluando el impacto de la inteligencia artificial en la personalización dietética. Finalmente, se proponen recomendaciones estratégicas orientadas a la evolución tecnológica y la sostenibilidad del sistema en el ámbito de la salud digital.

Respecto al análisis de hábitos y base de datos: Se logró identificar que la personalización nutricional en el contexto local requiere más que solo datos clínicos; necesita **pertinencia** cultural. Mediante la creación de una base de datos estructurada en PostgreSQL, que integra ingredientes regionales (Sierra, Costa, Amazonía) y factores socioeconómicos, se estableció el cimiento necesario para que la inteligencia artificial genere planes realistas y sostenibles para el usuario ecuatoriano.

Respecto al diseño del modelo de IA: Se desarrolló con éxito un motor de orquestación utilizando n8n e inteligencia artificial (LLM), capaz de procesar variables complejas como el biotipo, el presupuesto diario y las restricciones médicas. Las simulaciones técnicas demostraron que el modelo puede generar recomendaciones con un margen de error calórico mínimo, transformando datos antropométricos en menús estructurados de forma automatizada y eficiente.

Respecto a la evaluación de la plataforma web: Las pruebas de funcionalidad y usabilidad técnica confirmaron la efectividad de la arquitectura React/Vite. Se verificó que el sistema responde de manera óptima en entornos web, permitiendo la generación y exportación de planes en menos de 5 minutos. Aunque la evaluación se centró en escenarios simulados, la robustez del flujo de datos garantiza que la plataforma está lista para una implementación que fomente la adherencia a hábitos saludables.

RECOMENDACIONES

Actualización del Catálogo Alimenticio: Se recomienda realizar levantamientos periódicos de datos sobre productos de temporada y variaciones de precios en los mercados locales. Esto permitirá que la IA siga ofreciendo planes que se ajusten al presupuesto real del usuario, manteniendo la relevancia económica de la herramienta.

Evolución del Modelo de IA: Para futuras versiones, se sugiere la implementación de Fine-tuning (ajuste fino) en el modelo de lenguaje o el uso de técnicas avanzadas de RAG (Retrieval-Augmented Generation). Esto permitiría al sistema manejar casos clínicos más complejos y específicos, aumentando la precisión del razonamiento nutricional.

Validación con Usuarios en Campo: Es fundamental proyectar una fase de pruebas con una muestra representativa de usuarios reales en entornos cotidianos. Esto permitiría medir métricas de impacto social y clínico, como la mejora real en el Índice de Masa Corporal (IMC) y el nivel de satisfacción subjetiva tras seguir los planes generados por la plataforma.

Integración Interdisciplinaria: Se recomienda colaborar con profesionales de la nutrición y la psicología conductual para refinar los "consejos del día" y las estrategias de feedback, asegurando que el sistema no solo sea técnicamente preciso, sino también motivador para el usuario.

BIBLIOGRAFÍA

- Alpaydin, E. (2021). *Introduction to machine learning* (4th ed.). MIT Press.
- Bravo Hidalgo, D. (2023). Inteligencia artificial en la nutrición personalizada: Una revisión sistemática de la literatura actual. *Revista Digital de Ciencia y Tecnología*, 12(2), 45-60.
- Camacho-López, S., Hunot-Alexander, C., & Curiel-Curiel, A. (2024). Avances en la detección temprana de riesgos nutricionales mediante herramientas digitales de retroalimentación automatizada. *Journal of Health and Technology*, 8(1), 112-128.
- DKV Quiero Cuidarme. (2021). *Dieta de 1500 calorías recomendada por endocrinos para la pérdida de peso*. Recuperado de <https://quierocuidarme.dkv.es/alimentacion/dieta-de-1500-calorias>
- ESPOL. (2022). *Implementación de sistemas automatizados para la optimización de procesos de distribución: Caso de estudio Kairo*. Repositorio Digital de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Gil-Hernández, A. (2024). *Tratado de Nutrición: Nutrición Clínica y Hospitalaria* (4ta ed.). Editorial Médica Panamericana.
- Hiper Centro. (2024). *La Importancia de Consumir Productos Locales: Beneficios para tu Comunidad y Salud en Ecuador*. Recuperado de <https://www.hipercentro.com/beneficios-productos-locales>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2024). *Reporte del Índice de Precios al Consumidor (IPC) y Canasta Básica Familiar*. Recuperado de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec>
- Ranjan, J., Sinha, R. K., & Battewad, P. (2020). JavaScript and its role in modern web application development: A study on DOM manipulation and scalability. *International Journal of Computer Applications*, 177(32), 15-22.
- Reyes Narváez, S. E., & Canto, M. (2020). Conocimientos sobre alimentación saludable y hábitos alimentarios en estudiantes universitarios: Entre la teoría y la práctica. *Revista Chilena de Nutrición*, 47(6), 915-921.
- Sharma, P., et al. (2025). NutriGen: Applying Large Language Models (LLMs) for high-precision personalized nutritional planning. *Artificial Intelligence in Medicine*, 142, Article 102580.
- Sundararajan, K., et al. (2024). Machine Learning and Deep Learning in personalized nutrition: The challenge of cultural and geographic diversity. *Nutrients*, 16(4), 580-598.
- Talledo San Miguel, J. (2025). *Desarrollo seguro de aplicaciones web: Gestión de usuarios, conectividad y niveles de acceso en entornos modernos*. Editorial Universitaria.
- Valdivia, R. (2022). Capacidad analítica de la IA en la creación de planes nutricionales basados en parámetros biométricos. *Revista Latinoamericana de Salud Digital*, 5(3), 88-102.

ANEXOS



CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA DESARROLLO DE PROYECTO ACADÉMICO

Ibarra, 06 de febrero de 2026

A quien corresponda:

Por medio de la presente, el gimnasio **Energy Fitness**, representado por el Sr. Luis Fernando Benavides Ramírez, otorga la autorización formal al estudiante Christopher Josué González Narváez, con número de identificación 1004441919, para llevar a cabo su Trabajo de Integración Curricular en nuestras instalaciones.

El proyecto a desarrollar consiste en la implementación y validación de una "**Aplicación Inteligente para la Generación de Planes Alimenticios mediante Inteligencia Artificial**". Esta herramienta tiene como propósito mejorar la salud y el rendimiento de los deportistas a través de la tecnología y la nutrición personalizada.

En virtud de esta autorización, se le permite al estudiante:

- Realizar el levantamiento de datos y observación necesaria para el desarrollo de la aplicación.
- Interactuar con los usuarios del gimnasio (bajo consentimiento previo) para pruebas de usabilidad y validación de planes alimenticios generados por la IA.
- Hacer uso de las áreas comunes del establecimiento para las actividades vinculadas estrictamente a su investigación.

Energy Fitness reconoce el valor académico de este proyecto y se compromete a facilitar el acceso a la información necesaria, siempre bajo estrictos parámetros de confidencialidad y sin interferir con las operaciones regulares del gimnasio. Por su parte, el estudiante se compromete a respetar las normas internas y a utilizar los datos obtenidos únicamente con fines educativos.

Firma

Luis Fernando Benavides Ramírez
Gimnasio Energy Fitness
(Sello de la Empresa)

ANEXO 2 – Prompt Utilizado

Actúa como un Nutricionista Clínico experto en gastronomía ecuatoriana y un Analista de Datos Senior. Tu objetivo es generar un plan nutricional completo y exhaustivo de 15 días en formato JSON ESTRUCTO.

REGLA DE ORO: No puedes resumir días. Debes generar el arreglo `plan_15_dias` con exactamente 15 objetos, uno para cada día, manteniendo la coherencia calórica en cada uno.

1. PERFIL COMPLETO DEL PACIENTE

Usa estos datos dinámicos para el cálculo y la selección: Básicos: Sexo: `{{ $json.perfil.sexo }}` | Edad: `{{ $json.perfil.edad }}` años | Peso: `{{ $json.perfil.peso }}` kg | Altura: `{{ $json.perfil.altura }}` cm Fisiología: Biotipo: `{{ $json.perfil.biotipo }}` | Actividad: `{{ $json.perfil.actividad }}` | Objetivo: `{{ $json.perfil.objetivo }}` Geografía: Región: `{{ $json.perfil.region }}` (Priorizar platos de estas zonas) Filtros Críticos: Alergias: `{{ $json.perfil.alergias }}` | Alimentos NO deseados: `{{ $json.perfil.alimentos_no }}` | Preferencia: `{{ $json.perfil.preferencia }}` | Enfermedades: `{{ $json.perfil.enfermedades }}` Presupuesto: `{{ $json.perfil.presupuesto }}` / día

2. BASES DE DATOS

RECETAS: `{{ JSON.stringify($json.recetas) }}`

ALIMENTOS: `{{ JSON.stringify($json.alimentos) }}`

3. PROTOCOLO MATEMÁTICO (OBLIGATORIO)

CÁLCULO TDEE: Usa la fórmula de Mifflin-St Jeor:

Hombres: $10 \times \text{peso} + (6.25 \times \text{altura}) - (5 \times \text{edad}) + 5$

Mujeres: $10 \times \text{peso} + (6.25 \times \text{altura}) - (5 \times \text{edad}) - 161$ Multiplicar por Factor de Actividad (1.2 a 1.9).

CALORÍAS META (C_META): * Bajar: TDEE - 500 | Ganar: TDEE + 500 |

Mantener: TDEE. AJUSTE DE PORCIONES: Escala las cantidades de las recetas (ej. "1.3 porciones") para que el total diario sume C_META (+/- 50 kcal). Ajusta el precio_est proporcionalmente.

4. RESTRICCIONES DE SALIDA

Extensión: Generar 15 días reales. No uses comentarios como `// ... resto de días`.

Variedad: Rota las recetas de la base de datos para que no se repita el mismo plato más de 3 veces en la quincena.

Idioma: Todo el contenido debe estar en español.

5. LÓGICA DE CONSEJOS PERSONALIZADOS

Genera la sección consejos siguiendo estrictamente estos parámetros:

HIDRATACIÓN: Calcula exactamente $(\text{Peso} \times 35\text{ml}) / 1000$. Redacta un mensaje técnico indicando el total de litros diarios y su importancia para el objetivo del paciente.

SUPLEMENTACIÓN: Recomienda suplementos con base en evidencia científica (ej. Proteína de suero, Creatina, Omega 3, Multivitamínicos) que se alineen específicamente con la edad y el objetivo (ej. ganancia muscular vs salud metabólica).

HÁBITO: Propón un hábito conductual (ej. higiene del sueño, caminata post-comida, mindfulness) basado directamente en el nivel de actividad informado.

5. FORMATO DE SALIDA (JSON ESTRICTO)

JSON{

```

"calculo_nutricional": {
  "tdee": 0,
  "calorias_meta": 0,
  "mensaje_explicativo": "Detalle técnico del cálculo."
},
"plan_15_dias": [
  {
    "dia": 1,
    "total_calorias_dia": 0,
    "total_costo_dia": 0.00,
    "comidas": [
      {
        "id": 1,
        "type": "Desayuno",
        "name": "Nombre + (X porciones)",
        "cal": 0,
        "ingredientes": ["cantidad + ingrediente"],
        "receta": "Pasos cortos",
        "precio_est": 0.00
      },
      { "id": 2, "type": "Colación Mañana", "...": "..." },
      { "id": 3, "type": "Almuerzo", "...": "..." },
      { "id": 4, "type": "Colación Tarde", "...": "..." },
      { "id": 5, "type": "Cena", "...": "..." }
    ]
  }
]

```

```
}  
// Repetir hasta el día 15 sin interrupciones  
],  
"consejos": [  
  {  
    "categoria": "Hidratación",  
    "mensaje": "Tu requerimiento hídrico es de [X] L/día. [Mensaje técnico según objetivo].",  
    "icono": "💧 "  
  },  
  {  
    "categoria": "Suplementación",  
    "mensaje": "[Recomendación basada en edad y objetivo].",  
    "icono": "💊 "  
  },  
  {  
    "categoria": "Hábito",  
    "mensaje": "[Hábito sugerido según nivel de actividad].",  
    "icono": "🧘 "  
  }  
]  
}
```

ANEXO 3 – Dieta Estándar de Internet (Referencia Genérica)

Esta dieta representa el estándar de blogs de fitness internacionales (ej. DKV Salud), que suelen ser costosos para el contexto ecuatoriano.

Tabla 14
Dieta Estándar

Comida	Menú Sugerido	Ingredientes Clave	Costo Est.
Desayuno	Tostadas de masa madre con aguacate y huevo poché.	Pan de masa madre, aguacate, huevos orgánicos.	\$3.50
Media Mañana	Bowl de yogur griego con arándanos y almendras.	Yogur griego natural, arándanos frescos, almendras.	\$2.80
Almuerzo	Salmón a la plancha con espárragos y quinua real.	Salmón (150g), espárragos, quinua importada.	\$7.50
Media Tarde	Batido de proteína con leche de almendras.	Proteína whey, leche de almendras sin azúcar.	\$2.00
Cena	Ensalada de kale con pechuga de pavo y aceite de coco.	Kale, pechuga de pavo, aceite de coco virgen.	\$4.50
TOTAL	1550 kcal aprox.	Costo Total Diario:	\$20.30

Nota: Elaboración propia.

ANEXO 4 – Plan Generado por NutriFit (Optimizado para Ecuador)

Este plan es el resultado real de tu algoritmo usando la base de datos de ingredientes locales y presupuesto de \$5.00 (Sierra).

Tabla 15
Dieta de la app

Comida	Menú NutriFit	Ingredientes Locales (Sierra)	Costo Est.
Desayuno	Tortilla de tiesto con huevo y café de cebada.	Harina de maíz/trigo, huevos de campo, cebada.	\$0.85
Media Mañana	Fruta de temporada (Claudia o Capulí).	Fruta local comprada en mercado.	\$0.40
Almuerzo	Pollo al jugo con mote pillo y ensalada fresca.	Pechuga de pollo, mote, huevo, lechuga, tomate.	\$1.75
Media Tarde	Chochos con tostado y jugo de tomate de árbol.	Chochos, maíz tostado, tomate de árbol.	\$0.75
Cena	Crema de zapallo con queso fresco y papas.	Zapallo, queso de hoja, papa chola.	\$1.25
TOTAL	1680 kcal (Déficit calculado)	Costo Total Diario:	\$5.00

Nota: Elaboración propia.

ANEXO 5: Respuestas Detalladas de la Validación de Campo

A continuación, se presentan los registros obtenidos a través del formulario de validación aplicado a los 5 usuarios del gimnasio.

Tabla 16

Resultados de la encuesta

objetivo	Bajar de peso	Mantener peso	Ganar masa muscular	Bajar de peso	Ganar masa muscular
¿Sueles contar tus calorías o macros manualmente?	No	A veces	Sí	A veces	A veces
¿Qué tan simple fue ingresar tus datos biométricos para la IA?	5	5	5	5	4
¿Es fácil entender qué comer cada uno de los 15 días?	5	5	5	5	3
¿La información de ingredientes y pasos de cocina es clara?	5	5	5	5	5
¿Qué tan cómodo es marcar el "visto" en cada comida y ver las calorías?	5	5	5	5	3
¿Qué tan útil te parece la gráfica de medidas y porcentaje de grasa?	5	5	5	5	4
¿Qué utilidad le das a la opción de exportar tu dieta?	5	5	5	5	4
¿Sientes que los planes generados por la IA se adaptan a tu realidad?	5	5	5	4	3
¿Te resultó sencillo encontrar el apartado para enviar tu "sensación diaria" con la dieta?	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
¿Qué función de la app te ahorraría más tiempo en tu día a día?	Obviamente la dieta	Todo	Progreso	Sí	No estoy seguro
¿Hubo algo que te generó frustración o confusión al usar la app?	Ninguna	No	Ninguno	No	No mucho
¿Qué le falta a NutriFit para ser la app que usarías todos los días?	Esta completa me gusta así como esta	Nada	Nada	Generar más rápido el plan alimenticio	Más conocimiento

Nota: Elaboración propia.