

Proyecto Sin Título

CONVOCATORIA COLOMBIA INTELIGENTE: CIENCIA Y TECNOLOGÍAS
CUÁNTICAS E INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LOS TERRITORIOS |
Convocatoria 966

COTECMAR - December 2025

Tabla de Contenido

1. Generalidades del Proyecto	3
2. Resumen Ejecutivo	3
3. Planteamiento del Problema y Justificación	4
4. Marco Teórico y Estado del Arte	5
4.1 Introduction to the Domain (Introducción al Dominio)	5
4.2 Literature Review (Revisión de la Literatura)	5
4.3 State of the Art (Estado del Arte)	6
5. Objetivos	7
6. Metodología Propuesta	8
7. Plan de Ejecución y Gestión	9
7.1. Cronograma de Actividades	9
7.2. Matriz de Riesgos	11
8. Resultados e Impactos Esperados	11
8.1. Resultados Esperados (Entregables)	12
8.2. Impactos Esperados	12
9. Referencias Bibliográficas	13

1. Generalidades del Proyecto

Título: Proyecto Sin Título

Convocatoria: CONVOCATORIA COLOMBIA INTELIGENTE: CIENCIA Y TECNOLOGÍAS CUÁNTICAS E INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LOS TERRITORIOS | Convocatoria 966

Entidad/Persona: COTECMAR

Línea Temática: Tecnologías Cuánticas, Inteligencia Artificial, Investigación Aplicada, Desarrollo Tecnológico, Innovación, CTel

● **Descripción:** N/A

● **Palabras Clave:** N/A

2. Resumen Ejecutivo

La insuficiencia cardíaca (IC) representa un desafío global crítico, marcada por alta morbilidad, mortalidad y reingresos hospitalarios frecuentes, y exacerbada por un enfoque de gestión reactivo y costoso. A pesar de los avances en monitorización remota e inteligencia artificial, persiste una brecha tecnológica en la integración multimodal efectiva y validada de datos para predicción temprana. Este proyecto aborda esta carencia con la visión de desarrollar un sistema integral de salud digital que combine la monitorización remota multimodal con IA avanzada, permitiendo una predicción temprana y personalizada de descompensaciones en pacientes con IC, optimizando así su gestión y mejorando resultados clínicos.

Para lograr esta visión, nuestro plan estratégico se centra en tres objetivos clave: primero, diseñar e implementar una plataforma robusta para la integración segura de datos multimodales de sensores y registros clínicos; segundo, desarrollar y entrenar un modelo predictivo de IA de alta precisión ($AUC > 85\%$) para anticipar descompensaciones con al menos 72 horas de antelación; y tercero, crear una interfaz de usuario intuitiva para profesionales de la salud que traduzca estas predicciones en recomendaciones de gestión proactiva. Implementaremos una metodología Ágil (Scrum) para garantizar un desarrollo iterativo, adaptable y centrado en la usabilidad.

Los resultados esperados incluyen una Plataforma de Integración de Datos Multimodal funcional, un Modelo Predictivo de IA validado y una Interfaz de Usuario para Soporte a la Decisión Clínica. Estos entregables generarán un impacto transformador: un avance técnico-científico en la medicina predictiva, una significativa reducción de costos sanitarios al disminuir hospitalizaciones y, crucialmente, una mejora sustancial en la calidad de vida de los pacientes, empoderándolos con una atención más personalizada y preventiva. Esto consolidará un cambio de un modelo reactivo a uno proactivo en la gestión de la IC.

Este proyecto representa una inversión estratégica fundamental que no solo cerrará una brecha tecnológica crítica, sino que también redefinirá la gestión de la insuficiencia cardíaca, posicionándonos a la vanguardia de

la innovación en salud digital y con un impacto duradero en pacientes y sistemas de salud globalmente.

3. Planteamiento del Problema y Justificación

El campo de la salud digital y la inteligencia artificial en medicina está en auge, ofreciendo oportunidades sin precedentes para abordar desafíos crónicos de salud. Dentro de este contexto, la insuficiencia cardíaca (IC) se erige como una problemática de magnitud global, afectando a millones de individuos y ejerciendo una presión sustancial sobre los sistemas de salud. Caracterizada por una alta morbilidad, mortalidad y reingresos hospitalarios frecuentes, la gestión de la IC es compleja y tradicionalmente se ha basado en un seguimiento reactivo y presencial. Este enfoque convencional no solo es oneroso para pacientes y proveedores, sino que también limita la capacidad de intervenir proactivamente antes de que las descompensaciones se agraven, contribuyendo a una carga económica y clínica considerable.

Como lo evidencia la revisión de la literatura, la monitorización remota de pacientes ha demostrado ser una estrategia prometedora para reducir las hospitalizaciones y mejorar los resultados en pacientes con IC (Inglis et al., 2015; Koehler et al., 2018). Sin embargo, la efectividad de estas soluciones ha sido inconsistente, dependiendo en gran medida de la tecnología específica, las características del paciente y el diseño del programa, lo que sugiere una falta de soluciones universalmente robustas y adaptables. Paralelamente, la inteligencia artificial ha avanzado significativamente en la predicción de riesgos y la estratificación de pacientes (Dinh et al., 2018; Mortazavi et al., 2016). A pesar de estos avances individuales, el estado del arte revela que la integración efectiva y validada de sistemas multimodales de monitorización remota con algoritmos avanzados de IA en entornos clínicos reales aún presenta desafíos significativos. Existe una brecha tecnológica crítica en la capacidad de consolidar y analizar de forma holística diversas fuentes de datos fisiológicos, clínicos y de estilo de vida para ofrecer una predicción de descompensación temprana y verdaderamente personalizada, que permita intervenciones proactivas más allá de la mera detección.

Este proyecto se propone abordar directamente esta brecha crítica desarrollando un sistema integral e innovador que combina la monitorización remota multimodal con capacidades avanzadas de inteligencia artificial. Al integrar datos provenientes de múltiples sensores (como actividad física, calidad del sueño, parámetros hemodinámicos y variabilidad de la frecuencia cardíaca) con el historial clínico del paciente, el proyecto busca crear un modelo predictivo robusto. Este modelo no solo detectará signos tempranos de descompensación con mayor precisión y personalización que las soluciones actuales, sino que también proporcionará a los profesionales de la salud herramientas para una gestión proactiva y personalizada de la insuficiencia cardíaca, superando las limitaciones de los enfoques fragmentados existentes.

La relevancia estratégica de este proyecto es innegable, dado el envejecimiento global de la población y la creciente prevalencia de la insuficiencia cardíaca. La implementación de una solución como la propuesta es crucial para transformar la atención al paciente, pasando de un modelo reactivo a uno predictivo y preventivo. El impacto potencial se extiende a la mejora sustancial de la calidad de vida de los pacientes, la reducción significativa de reingresos hospitalarios y la optimización de los costos asociados a la atención médica. Al cerrar la brecha existente entre la promesa de la salud digital y su aplicación clínica efectiva en la IC, este proyecto se posiciona como un catalizador para la innovación en la gestión de enfermedades crónicas, con beneficios tangibles para los pacientes, los sistemas de salud y la sociedad en general.

4. Marco Teórico y Estado del Arte

4.1 Introduction to the Domain (Introducción al Dominio)

El presente proyecto se enmarca en el creciente campo de la salud digital y la inteligencia artificial aplicada a la medicina. Específicamente, aborda la problemática de la insuficiencia cardíaca (IC), una condición crónica y progresiva que afecta a millones de personas en todo el mundo y que representa una carga significativa para los sistemas de salud (Jessup & Brozena, 2003). La IC se caracteriza por la incapacidad del corazón para bombear suficiente sangre para satisfacer las demandas metabólicas del cuerpo, lo que conduce a una serie de síntomas como disnea, fatiga y retención de líquidos. Su prevalencia aumenta con la edad y está asociada a una alta morbilidad, mortalidad y reingresos hospitalarios frecuentes (Go et al., 2013).

La gestión de la IC es compleja y requiere un enfoque multidisciplinario, con un seguimiento continuo y personalizado de los pacientes. Tradicionalmente, este seguimiento se ha realizado mediante visitas regulares al médico, lo que puede ser oneroso tanto para el paciente como para el sistema de salud, y a menudo reactivo a los episodios de descompensación (Chaudhry et al., 2010). La monitorización remota de pacientes ha surgido como una alternativa prometedora para mejorar la calidad de vida de los pacientes, reducir los reingresos y optimizar la utilización de los recursos sanitarios (Omboni et al., 2020).

En este contexto, la inteligencia artificial (IA) ofrece herramientas poderosas para procesar y analizar grandes volúmenes de datos generados por dispositivos de monitorización remota, identificando patrones y prediciendo eventos adversos antes de que ocurran. La aplicación de la IA en la monitorización de la IC tiene el potencial de transformar la atención al paciente, permitiendo intervenciones tempranas y personalizadas que pueden mejorar los resultados clínicos y reducir los costos asociados (Dinh et al., 2018).

4.2 Literature Review (Revisión de la Literatura)

La investigación en el campo de la insuficiencia cardíaca y la monitorización remota ha crecido exponencialmente en las últimas décadas. La monitorización remota de pacientes con IC se ha estudiado ampliamente como una estrategia para reducir las hospitalizaciones y mejorar los resultados (Chaudhry et al., 2010; Inglis et al., 2015). Diversos estudios han explorado la efectividad de diferentes tecnologías, desde la telemonitorización de parámetros fisiológicos básicos como el peso, la presión arterial y la frecuencia cardíaca, hasta el uso de dispositivos implantables y sensores avanzados (Koehler et al., 2011; Varma et al., 2021).

Inglis et al. (2015), en una revisión sistemática y metaanálisis, encontraron que la telemonitorización puede reducir las hospitalizaciones por IC y la mortalidad por todas las causas en pacientes con IC. Sin embargo, los resultados han sido inconsistentes en diferentes estudios, lo que sugiere que la efectividad puede depender de la tecnología específica utilizada, las características del paciente y el diseño del programa de monitorización. Por ejemplo, mientras algunos metaanálisis muestran beneficios claros, otros, como el ensayo TIM-HF2 (Koehler et al., 2018), han demostrado una reducción significativa en la mortalidad y los días de hospitalización para pacientes con IC crónica que utilizan telemonitorización basada en un centro de

telemedicina.

En cuanto a la inteligencia artificial, su aplicación en el diagnóstico y pronóstico de la IC ha ganado tracción. Modelos de aprendizaje automático se han utilizado para predecir el riesgo de hospitalización o mortalidad en pacientes con IC utilizando datos clínicos y demográficos (Dinh et al., 2018; Mortazavi et al., 2016). Estos modelos pueden identificar factores de riesgo complejos y proporcionar una estratificación de riesgo más precisa que los métodos tradicionales. Por ejemplo, Mortazavi et al. (2016) desarrollaron un modelo predictivo basado en aprendizaje automático para la mortalidad en pacientes con IC, superando a los modelos estadísticos convencionales.

La combinación de monitorización remota y IA es un área de investigación emergente. Los algoritmos de IA pueden analizar datos de sensores remotos, como la actividad física, la calidad del sueño, los parámetros hemodinámicos y la variabilidad de la frecuencia cardíaca, para detectar signos tempranos de descompensación antes de que se manifiesten clínicamente (Adib & Farzaneh, 2020; Sharma et al., 2021). Esto permite a los profesionales de la salud intervenir de manera proactiva, ajustando la medicación o proporcionando asesoramiento, lo que podría prevenir hospitalizaciones y mejorar la calidad de vida de los pacientes. Sin embargo, la integración y validación de estos sistemas en entornos clínicos reales aún presentan desafíos significativos.

4.3 State of the Art (Estado del Arte)

El estado del arte en la monitorización de la insuficiencia cardíaca y la aplicación de IA está marcado por avances significativos en la integración de tecnologías y la sofisticación de los algoritmos predictivos. Actualmente, las plataformas de monitorización remota de la IC han evolucionado para incluir una variedad de dispositivos conectados, desde básculas inteligentes y tensiómetros hasta wearables que registran la actividad física y el sueño. Estos sistemas a menudo utilizan plataformas basadas en la nube para la recopilación y almacenamiento de datos, permitiendo el acceso tanto a pacientes como a proveedores de atención médica (Omboni et al., 2020).

En el ámbito de la IA, los modelos de aprendizaje profundo, en particular las redes neuronales recurrentes (RNNs) y las redes neuronales convolucionales (CNNs), están siendo explorados para el análisis de series temporales de datos fisiológicos complejos (Sharma et al., 2021). Estos modelos pueden identificar patrones sutiles y no lineales en los datos que los métodos estadísticos tradicionales o los algoritmos de aprendizaje automático más simples podrían pasar por alto. Por ejemplo, se han desarrollado sistemas basados en IA que analizan cambios en el peso diario, la presión arterial y la frecuencia cardíaca para predecir el riesgo de descompensación de IC con alta precisión (Adib & Farzaneh, 2020).

Otro avance importante es el desarrollo de algoritmos capaces de integrar múltiples fuentes de datos, incluyendo no solo parámetros fisiológicos, sino también datos del historial clínico del paciente, medicación, resultados de laboratorio e incluso información genética y de estilo de vida (Dinh et al., 2018). Esta integración multimodal de datos permite una visión más holística del estado del paciente y mejora la capacidad predictiva de los modelos de IA. Los sistemas más avanzados también están incorporando el procesamiento del lenguaje natural (PLN) para analizar notas clínicas y otros datos no estructurados, extrayendo información relevante para la gestión de la IC (Wu et al., 2020).

Además, se están investigando activamente los

5. Objetivos

Objetivo General

Desarrollar y validar un sistema integral de salud digital que combine la monitorización remota multimodal con inteligencia artificial avanzada para predecir de forma temprana y personalizada las descompensaciones en pacientes con insuficiencia cardíaca, optimizando su gestión y mejorando los resultados clínicos.

Objetivos Específicos

1. **Objetivo:** Diseñar e Implementar una Plataforma de Integración de Datos Multimodal para Pacientes con Insuficiencia Cardíaca.

- **Específico (S):** Diseñar, desarrollar e implementar una plataforma tecnológica robusta para la integración y gestión segura de datos provenientes de múltiples dispositivos de monitorización remota (actividad física, calidad del sueño, parámetros hemodinámicos, variabilidad de la frecuencia cardíaca) y el historial clínico de pacientes con insuficiencia cardíaca (IC).
- **Medible (M):** Plataforma funcional y documentada que integre al menos 5 tipos de datos de sensores y esté conectada a un sistema de historial clínico electrónico simulado o real (para prueba de concepto), con una tasa de éxito del 95% en la ingesta y almacenamiento de datos sin errores.
- **Alcanzable (A):** Sí, es alcanzable con un equipo de desarrollo técnico experimentado y la selección adecuada de tecnologías de integración de datos, siguiendo una metodología de desarrollo ágil.
- **Relevante (R):** Este objetivo es el pilar fundamental para el proyecto, ya que habilita la recopilación y consolidación de la información necesaria para el entrenamiento y operación del modelo de IA, abordando directamente la brecha tecnológica de fragmentación de datos.
- **Plazo (T):** Completar el desarrollo de la fase MVP (Producto Mínimo Viable) de la plataforma y la integración de las fuentes de datos primarias en los primeros 12 meses del proyecto.

2. **Objetivo:** Desarrollar y Entrenar un Modelo Predictivo de Inteligencia Artificial para Descompensaciones en IC.

- **Específico (S):** Desarrollar, entrenar y optimizar un modelo de inteligencia artificial multimodal utilizando los datos integrados de monitorización remota y los registros clínicos para predecir con antelación eventos de descompensación en pacientes con insuficiencia cardíaca.
- **Medible (M):** Alcanzar una precisión predictiva (área bajo la curva ROC - AUC) superior al 85% para la detección de descompensaciones con al menos 72 horas de anticipación en un conjunto de datos de validación independiente y ciego.

- **Alcanzable (A):** Sí, este nivel de precisión es ambicioso pero realista, apoyado por los avances en IA, la disponibilidad de datos de calidad y la aplicación de algoritmos de aprendizaje automático avanzados.
- **Relevante (R):** Este objetivo es el núcleo innovador del proyecto, ya que transformará la gestión de la IC de un modelo reactivo a uno predictivo y preventivo, respondiendo a la necesidad crítica de intervenciones proactivas.
- **Plazo (T):** Desarrollar y validar internamente el modelo predictivo de IA en un entorno de laboratorio en los primeros 18 meses del proyecto.

3. **Objetivo:** Diseñar y Implementar una Interfaz de Usuario para Soporte a la Decisión Clínica de Profesionales de la Salud.

- **Específico (S):** Diseñar y desarrollar una interfaz de usuario intuitiva y funcional para profesionales de la salud que muestre claramente los resultados del modelo predictivo de IA y proporcione recomendaciones de gestión proactiva y personalizada para pacientes con insuficiencia cardíaca.
- **Medible (M):** Crear una interfaz de usuario que obtenga una puntuación de usabilidad (SUS - System Usability Scale) superior a 75/100 en pruebas con al menos 10 profesionales de la salud, y que sus recomendaciones clínicas sean validadas por al menos 3 cardiólogos externos.
- **Alcanzable (A):** Sí, es factible con la colaboración estrecha de expertos en diseño UX/UI y profesionales clínicos, asegurando que la herramienta sea práctica y clínicamente relevante.
- **Relevante (R):** Este objetivo es crucial para la aplicación efectiva del sistema en un entorno clínico real, garantizando que las predicciones se traduzcan en acciones concretas y mejoren la toma de decisiones para una atención proactiva.
- **Plazo (T):** Finalizar el diseño y desarrollo de la interfaz de usuario y el módulo de soporte a la decisión clínica en los primeros 24 meses del proyecto.

6. Metodología Propuesta

Framework Seleccionado: Metodología Ágil (Scrum)

La metodología Ágil, específicamente Scrum, ha sido seleccionada por su idoneidad para proyectos de Investigación y Desarrollo (I+D) que implican un alto grado de innovación, requisitos evolutivos y la integración de diversas tecnologías como plataformas de datos, inteligencia artificial y diseño de interfaces de usuario. Este enfoque permite la entrega incremental de funcionalidades, facilitando la adaptación a los aprendizajes emergentes de los datos y el feedback de los profesionales clínicos, lo cual es crucial para desarrollar la plataforma multimodal (Objetivo 1), iterar en el modelo predictivo de IA para alcanzar la precisión deseada (Objetivo 2), y asegurar una interfaz de usuario altamente usable y relevante (Objetivo 3) a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

Fases Principales de la Metodología:

- **Fase 1: Preparación y Planificación de la Visión:** Establecer la visión estratégica del producto, definir el alcance inicial, identificar a los stakeholders clave y construir un backlog de producto inicial detallado, delineando las características y funcionalidades prioritarias.
- **Fase 2: Diseño y Desarrollo Iterativo (Sprints):** Ejecutar ciclos de desarrollo cortos (Sprints) para construir la plataforma de integración de datos, desarrollar los algoritmos de IA y diseñar la interfaz de usuario, entregando incrementos de software funcionales y potencialmente desplegables al final de cada Sprint.
- **Fase 3: Integración y Verificación Continua:** Realizar pruebas exhaustivas de cada incremento y entre los diferentes módulos (plataforma, IA, UI) de forma continua, asegurando la calidad del código, la funcionalidad y la robustez técnica del sistema integrado.
- **Fase 4: Validación Clínica y Optimización:** Someter los incrementos del sistema a pruebas de validación con profesionales de la salud, recopilando feedback para optimizar la usabilidad de la interfaz y refinar el modelo predictivo de IA basándose en escenarios clínicos reales o simulados.
- **Fase 5: Despliegue y Monitoreo Piloto:** Implementar el sistema en un entorno piloto controlado para evaluar su rendimiento en condiciones operativas, monitorear su impacto clínico y técnico, y recolectar datos para futuras mejoras y expansiones.

7. Plan de Ejecución y Gestión

Cronograma de Actividades

7.1. Cronograma de Actividades

Fase	Actividad / Hito Clave	Entregable Principal	Duración Estimada (Semanas)
Fase 1: Preparación y Planificación de la Visión	<i>Establecer la visión estratégica del producto, definir el alcance inicial, identificar stakeholders clave y construir un backlog de producto inicial detallado.</i>		8
	1.1. Definición de la Visión Estratégica y Alcance Inicial	Documento de Visión del Producto, Especificación de Alto Nivel	4
	1.2. Recopilación de Requisitos Detallados y Construcción del Product Backlog	Documento de Requisitos (SRS), Product Backlog Priorizado	4
Fase 2: Diseño y Desarrollo Iterativo (Sprints)	<i>Ejecutar ciclos de desarrollo cortos (Sprints) para construir la plataforma de integración de datos, desarrollar los algoritmos de IA y diseñar la interfaz de usuario, entregando incrementos de software funcionales.</i>		60

	2.1. Desarrollo Sostenido de la Plataforma de Datos Multimodal	Plataforma de Datos Multimodal (MVP) funcional y documentada	30
	2.2. Desarrollo y Entrenamiento de Versiones Tempranas del Modelo AI	Modelo Predictivo de IA (v1.0) con validación interna inicial	35
	2.3. Diseño UX/UI Detallado y Desarrollo Inicial de la Interfaz	Prototipos de UI interactivos y Módulo Core de UI funcional	30
	2.4. Sprints de Refinamiento, Pruebas y Backlog Grooming Continuo	Incrementos de software probados, Backlog de Producto actualizado	60
Fase 3: Integración y Verificación Continua	<i>Realizar pruebas exhaustivas de cada incremento y entre los diferentes módulos (plataforma, IA, UI) de forma continua, asegurando la calidad del código, la funcionalidad y la robustez técnica del sistema integrado.</i>		12
	3.1. Pruebas de Integración y Regresión del Sistema	Informes de Pruebas de Integración y Regresión (pasadas)	8
	3.2. Implementación de CI/CD y Pruebas de Rendimiento	Pipeline CI/CD funcional, Informe de Pruebas de Rendimiento	6
	3.3. Auditoría de Seguridad y Optimización de Código	Informe de Auditoría de Seguridad, Código optimizado	4
Fase 4: Validación Clínica y Optimización	<i>Someter los incrementos del sistema a pruebas de validación con profesionales de la salud, recopilando feedback para optimizar la usabilidad de la interfaz y refinar el modelo predictivo de IA basándose en escenarios clínicos reales o simulados.</i>		12
	4.1. Diseño y Aprobación de Protocolos de Validación	Protocolo de Validación Clínica y Usabilidad Aprobado	3
	4.2. Ejecución de Pruebas de Usabilidad con Profesionales Clínicos y Recopilación de Feedback	Informes de Usabilidad (incluyendo SUS Score), Feedback Clínico	6
	4.3. Refinamiento del Modelo AI y UI basado en Feedback	Modelo AI optimizado (v1.x), Interfaz de Usuario refinada	3
	4.4. Validación Externa de Recomendaciones Clínicas	Informe de Validación de Recomendaciones por Cardiólogos	4
Fase 5: Despliegue y Monitoreo Piloto	<i>Implementar el sistema en un entorno piloto controlado para evaluar su rendimiento en condiciones operativas, monitorear su impacto clínico y técnico, y recolectar datos para futuras mejoras y expansiones.</i>		4
	5.1. Preparación del Entorno Piloto y Plan de Despliegue	Plan de Despliegue Piloto, Entorno Piloto configurado	2
	5.2. Despliegue Inicial del Sistema en Entorno Piloto y Capacitación de Usuarios	Sistema funcionando en entorno piloto, Materiales de Capacitación	1

	5.3. Monitoreo Inicial y Recopilación de Métricas Clave	Informe de Monitoreo Inicial del Piloto, Métricas de Rendimiento	1
--	---	--	---

Matriz de Riesgos

7.2. Matriz de Riesgos

#	Riesgo Potencial	Probabilidad	Impacto	Estrategia de Mitigación
1	Requisitos Ambiguos o Cambios Frecuentes en el Alcance Relacionado con: Fase 1.2. Recopilación de Requisitos Detallados y Construcción del Product Backlog	Medium	High	Implementar sesiones de grooming de backlog semanales con stakeholders clave. Usar User Stories detalladas y criterios de aceptación claros. Establecer un proceso formal de control de cambios y validación en cada iteración.
2	Modelo de IA no Alcanza la Precisión o Rendimiento Requerido Relacionado con: Fase 2.2. Desarrollo y Entrenamiento de Versiones Tempranas del Modelo AI; Fase 4.3. Refinamiento del Modelo AI	Medium	High	Establecer métricas de rendimiento claras y ambiciosas desde el inicio. Realizar validaciones internas periódicas y revisiones técnicas profundas. Investigar y prototipar algoritmos alternativos y mantener un equipo de AI con experiencia diversa.
3	Dificultades de Integración entre Plataforma de Datos, Modelo AI e Interfaz de Usuario Relacionado con: Fase 2 (2.1, 2.2, 2.3) y Fase 3.1. Pruebas de Integración y Regresión del Sistema	Medium	Medium	Adoptar una arquitectura de microservicios o modular con APIs bien definidas y documentadas. Implementar integración continua (CI) desde fases tempranas y realizar pruebas de integración automatizadas y frecuentes. Designar un equipo de integración dedicado.
4	Retrasos Significativos en Actividades Clave de Desarrollo (Ej. Plataforma de Datos o AI) Relacionado con: Fase 2.1. Desarrollo Sostenido de la Plataforma de Datos Multimodal; Fase 2.2. Desarrollo y Entrenamiento de Versiones Tempranas del Modelo AI	Medium	High	Desglosar las actividades en tareas más pequeñas y gestionables con hitos intermedios. Asignar un colchón de tiempo (buffers) a las tareas críticas. Monitorear el progreso diariamente y tener planes de contingencia (ej. escalabilidad de recursos, re-priorización) para mitigar desviaciones.
5	Rechazo o Feedback Extremadamente Negativo durante la Validación Clínica Relacionado con: Fase 4.2. Ejecución de Pruebas de Usabilidad con Profesionales Clínicos y Recopilación de Feedback; Fase 4.4. Validación Externa	Low	High	

8. Resultados e Impactos Esperados

8.1. Resultados Esperados (Entregables)

- **Plataforma de Integración de Datos Multimodal para IC (MVP):** Una plataforma tecnológica funcional y documentada, diseñada para la integración segura y la gestión eficiente de datos provenientes de múltiples dispositivos de monitorización remota y del historial clínico de pacientes con insuficiencia cardíaca, cumpliendo con los criterios de ingesta y almacenamiento de datos sin errores definidos en el Objetivo Específico 1.
- **Modelo Predictivo de IA Validado para Descompensaciones en IC:** Un modelo de inteligencia artificial multimodal entrenado y optimizado, capaz de predecir con una antelación mínima de 72 horas los eventos de descompensación en pacientes con insuficiencia cardíaca, alcanzando una precisión predictiva (AUC) superior al 85% en un conjunto de datos de validación independiente, según lo establecido en el Objetivo Específico 2.
- **Interfaz de Usuario y Módulo de Soporte a la Decisión Clínica (MVP):** Una interfaz de usuario intuitiva y funcional para profesionales de la salud, que visualiza de manera clara las predicciones del modelo de IA y proporciona recomendaciones de gestión proactiva y personalizada para pacientes con IC, validada en usabilidad (SUS > 75/100) y clínicamente por cardiólogos, conforme al Objetivo Específico 3.

8.2. Impactos Esperados

● Impacto Técnico/Científico:

Este proyecto impulsará el estado del arte en la salud digital al desarrollar y validar una metodología innovadora para la integración y el análisis multimodal de datos fisiológicos y clínicos. Generará nuevo conocimiento en la aplicación de la inteligencia artificial para la predicción temprana de eventos adversos en enfermedades crónicas complejas como la insuficiencia cardíaca, abriendo nuevas vías para la medicina predictiva y personalizada. Los algoritmos desarrollados y la arquitectura de la plataforma sentarán las bases para futuras investigaciones y desarrollos en la monitorización remota y el soporte a la decisión clínica.

● Impacto Económico:

La implementación de este sistema resultará en una significativa reducción de los costos asociados a la gestión de la insuficiencia cardíaca. Al permitir la detección temprana de descompensaciones, se minimizarán las hospitalizaciones de emergencia, los reingresos y las visitas a urgencias, optimizando la utilización de recursos sanitarios. Además, el proyecto sentará las bases para la creación de un producto innovador con potencial de comercialización, lo que podría generar nuevas oportunidades de negocio, fomentar la competitividad en el sector de la salud digital y atraer inversión en investigación y desarrollo.

● Impacto Social:

El impacto social del proyecto será transformador para los pacientes con insuficiencia cardíaca y el sistema de salud. Mejorará drásticamente la calidad de vida de los pacientes al reducir la frecuencia y severidad de las descompensaciones, disminuyendo la ansiedad y empoderándolos mediante una gestión proactiva de su condición. Para los profesionales de la salud, la herramienta proporcionará un soporte a la decisión clínica que les permitirá ofrecer una atención más personalizada y preventiva, mejorando la seguridad del paciente y

la eficiencia en la práctica clínica. En última instancia, contribuirá a una disminución de la morbilidad y mortalidad asociadas a la IC, así como a una distribución más equitativa de los recursos sanitarios al optimizar su uso.

9. Referencias Bibliográficas