# SIGNALIFE

## Desarrollo de un modelo de sistematización de protocolos médicos, para optimizar el triaje y mejorar la atención al paciente.

**Autores:**

Naranjo Maldonado José David

Sánchez Ortega Eriana Zulemar

**Tutor Académico:**

Ing. Pantaleón S., Laura G.

**Asesores Metodológicos:**

Prof. Gomez, Yenny

Antr. Palma S., Zulima D.

Petare, Estado Miranda
Fábrica y Servicios Engidea C.A
Zona Rental Metropolitana. Edificio 1, Piso 1, Oficina

**DEDICATORIA**

Dedicamos este proyecto, SIGNALIFE, en primer lugar, a Dios, por guiarnos y darnos la fortaleza para alcanzar nuestras metas.

A nuestros familiares, quienes con su amor incondicional, apoyo constante y palabras de aliento, han sido nuestro pilar fundamental en cada paso de este camino.

Y de manera muy especial, a todos aquellos jóvenes estudiantes y apasionados por la tecnología y la robótica, que como nosotros, sueñan, innovan y trabajan con la misma ilusión por hacer de la tecnología una herramienta para mejorar el mundo. Que este proyecto sea una inspiración y un recordatorio de que los límites solo existen en nuestra mente.

**AGRADECIMIENTO**

A la academia Engidea, por abrirnos sus puertas y brindarnos un espacio de aprendizaje e innovación. Su apoyo incondicional y sus valiosos conocimientos fueron el impulso que necesitábamos para hacer de este proyecto una realidad.

A nuestra coach, la Ingeniera Laura Pantaleón, por su dedicación, paciencia y por compartir con nosotros su experiencia y pasión por la robótica. Gracias por guiarnos en cada etapa de este proceso y por darnos la oportunidad de ser parte de la delegación de Engidea.

A la profesora Yenny Gómez, por su confianza y por invitarnos a ser parte de la expo-ciencia MILSET, dándonos la oportunidad de representar a Venezuela. Gracias por apostar por nuestro talento y por creer en nuestro proyecto.

A todos los coaches que, con cada corrección y sugerencia, nos ayudaron a perfeccionar este trabajo. Su guía fue fundamental para el desarrollo de nuestro proyecto. Extendemos un agradecimiento especial a todas las organizaciones que han permitido que el programa de becas se mantenga en pie.

De manera particular, Eriana Sánchez desea expresar su más sincero agradecimiento a la Fundación Impronta, por la oportunidad y el apoyo que le brindaron para iniciar su camino en el mundo de la robótica en Engidea.

## INDICE

**Resumen**.....**4**
**CAPÍTULO I- EL PROBLEMA**.....**6**
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....6
1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....7
1.2.1 OBJETIVO GENERAL.....7
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....7
1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....8
1.4 DELIMITACIÓN.....9
**1.5 LIMITACIONES**.....**9**
**CAPÍTULO II- MARCO TEÓRICO**.....**10**
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....10
2.2 BASES TEÓRICAS.....12
2.2.3. 2.3 BASES LEGALES.....14
2.4 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.....15
**CAPÍTULO III**.....**18**
MARCO METODOLÓGICO.....18
III.1.TIPO DE INVESTIGACIÓN.....18
Investigación Proyectiva.....18
Investigación Aplicada.....18
III.2 Diseño de Investigación.....18
III.3 Materiales, Método y Procedimiento.....19
**CAPÍTULO IV**.....**21**
RESULTADOS.....21
**CAPÍTULO**.....**23**
**CONCLUSIÓN**.....**23**
RECOMENDACIONES.....24
**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**.....**25**
**ANEXOS**.....**27**

## RESUMEN

En los sistemas de salud públicos, es el Estado el que financia y busca garantizar la calidad y eficiencia de los servicios. La falta de control y evaluación puede afectar negativamente la capacidad de ofrecer todos los servicios (Jiménez Paneque, 2004). Para ello, la investigación tiene su enfoque en la creación de un Prototipo funcional, donde se usen las distintas innovaciones científicas para el apoyo de los responsables del área de salud. Esto con el objetivo de reducir tiempos, disminuir errores y cuidar del personal médico. Se desarrolló un sistema de gestión hospitalaria, para la atención de los distintos pacientes. El sistema propone la integración de Fotopletismografía remota para la recolección de los signos vitales de los pacientes en el área de emergencia, junto con el uso de Modelos de Lenguaje para crear asistentes virtuales encargados de obtener información e integrarla en un informe simple para optimizar el triaje y las consultas. Para el cuidado de los internados se diseñará un prototipo de monitor en tiempo real, el mismo enviará los signos vitales (la frecuencia cardiaca y oxígeno en sangre) a la interfaz web. En el apartado de ciberseguridad y protección de datos se gestionará un sistema de usuarios de administración centralizada, se basará en un “SuperUsuario” por centro de salud, este se encargará de registrar al personal autorizado y restringir el acceso a la información sensible sobre los pacientes.

## INTRODUCCIÓN

Los servicios de emergencia en los hospitales de Venezuela enfrentan una crisis considerable, marcada por la escasez de recursos, la alta demanda de pacientes y la sobrecarga del personal médico. Esta situación ha convertido el proceso de triaje, la primera etapa para clasificar a los pacientes según la urgencia de su condición, en un sistema ineficiente y caótico. Como resultado, los tiempos de espera se han vuelto insostenibles, y los casos realmente críticos pueden no ser atendidos a tiempo, lo que pone en riesgo la vida de los pacientes. La ineficiencia del triaje no es solo una cuestión de operatividad, sino que también aumenta la probabilidad de errores de clasificación y manejo de los pacientes por parte del personal. El Observatorio Venezolano de la Salud (OVS) ha señalado que solo el 12% de los hospitales del país operan todos los días, lo que subraya la gravedad del problema.

En respuesta a esta problemática, surge SIGNALIFE, un proyecto diseñado para optimizar el proceso de triaje y mejorar la atención al paciente. Este proyecto propone el desarrollo de un modelo de sistematización de protocolos médicos, utilizando la tecnología para asistir a los profesionales de la salud en la clasificación de pacientes de forma más rápida y precisa.

# CAPÍTULO I

## EL PROBLEMA

### I.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los servicios de emergencia en Venezuela se encuentran inmersos en una compleja crisis, una realidad que se manifiesta en la escasez de recursos, la saturación de las instalaciones y la sobrecarga de su personal. En medio de este panorama, el proceso de triaje inicial se ha convertido en un punto crítico, cuya deficiencia compromete directamente la calidad de la atención y pone en riesgo la vida de los pacientes. Solo el 12% de los hospitales reportaron que la operatividad era de todos los días según el (OVS) Observatorio Venezolano de la Salud.

La ausencia de un sistema de priorización claro genera una acumulación constante de pacientes en las salas de emergencia, lo que se traduce en tiempos de espera insostenibles. Este triaje prolongado dificulta la identificación y el tratamiento oportuno de casos realmente urgentes, lo que puede tener consecuencias trágicas o daños irreparables. Asimismo, la presión extrema bajo la que trabaja el personal médico aumenta la probabilidad de errores en la clasificación y manejo de los pacientes.

Por lo tanto, mejorar el proceso de triaje no es solo una cuestión de eficiencia; es una necesidad imperante para garantizar una atención justa y segura, aliviar la presión sobre el personal asistencial y, en última instancia, proteger la vida y el bienestar de los pacientes en el país.

## I.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

### I.2.1 OBJETIVO GENERAL.

Desarrollar un modelo de sistematización de protocolos médicos, para optimizar el triaje y mejorar la atención al paciente.

### I.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Analizar los protocolos de triaje y atención de emergencia en el contexto actual para identificar los puntos críticos susceptibles de ser optimizados con tecnología.
- Diseñar la arquitectura técnica del sistema, definiendo la estructura de la base de datos (MySQL), el marco de desarrollo de la API (Python y FastAPI) y la interfaz de usuario (TailAdmin Dashboard).
- Desarrollar el módulo de recolección de datos, implementando la tecnología de Fotopletismografía Remota (FPR) para la obtención de signos vitales (frecuencia cardíaca) de manera no invasiva.
- Integrar modelos de lenguaje para crear asistentes virtuales capaces de interactuar con los pacientes, para generar informes de triaje simples y estructurados para el personal de salud.
- Crear un sistema de gestión de usuarios con administración centralizada ("SuperUsuario") para garantizar la ciberseguridad y el acceso restringido a la información sensible del paciente.

- Validar la funcionalidad del prototipo.

## I.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

La inspiración para este proyecto surgió de una experiencia personal que refleja la cruda realidad del sistema de salud actual. Un compañero y colega que contribuyó en la idea de SIGNALIFE, después de sufrir un dolor abdominal intenso se vio obligado a visitar tres hospitales distintos antes de recibir un diagnóstico acertado (Apéndice al borde de la perforación). Historias como estas son un recordatorio constante y es lo que nos impulsa.

La ineficiencia que afectan los servicios de emergencia en Venezuela es el problema central de este estudio. En el triaje inicial, la sobrecarga del personal y el alto volumen de pacientes generan largos tiempos de espera, lo que incrementa el riesgo de una mala clasificación y pone en peligro la vida de los pacientes. La saturación de las salas de emergencia no solo afecta la calidad de la atención, sino también la experiencia del paciente y la eficiencia operativa del sistema de salud.

Este estudio propone Signalife, un prototipo innovador para mejorar el triaje médico. A diferencia de los métodos manuales, propensos a errores y demoras, este proyecto utiliza Machine Learning, cámaras de alta precisión y sensores no invasivos para medir signos vitales de forma remota y en segundos.

Esta tecnología no sólo acortará los tiempos de espera, sino que también proporcionará datos precisos e integrales del paciente, apoyando así al personal médico en la toma de decisiones. En el sistema de salud venezolano, donde cada segundo es crucial, este prototipo busca optimizar recursos y salvar vidas, enfocándose en el bienestar y la seguridad del paciente.

## I.4 DELIMITACIÓN

El estudio se enfocará en el diseño y desarrollo de un prototipo que optimice la obtención y gestión de la información inicial del paciente durante el proceso de triaje.

Por lo tanto, este trabajo no abordará aspectos relacionados con el diagnóstico clínico o la aplicación de modelos de Machine Learning para el análisis de información médica con fines de diagnóstico o tratamiento. La finalidad del prototipo se restringe a la sistematización y apoyo en la toma de decisiones iniciales, mejorando la eficiencia operativa del personal de salud sin interferir en el diagnóstico profesional.

## I.5 LIMITACIONES

Las limitaciones que podrían afectar el alcance y los resultados del proyecto son las siguientes:

- **Recursos de hardware:** La falta de una **GPU potente** podría limitar la capacidad para entrenar modelos complejos de Machine Learning, lo que podría reducir la precisión y el rendimiento del prototipo.
- **Restricciones tecnológicas:** El uso exclusivo de **código abierto** podría restringir la selección de herramientas y librerías, forzando a recurrir a soluciones menos maduras o con menor soporte en comparación con las opciones propietarias.
- **Cronograma y recursos:** Un año de desarrollo impone un cronograma ajustado que podría comprometer la profundidad de las funcionalidades o la escalabilidad del sistema.

- **Alcance del proyecto:** El desarrollo basado en la optimización de recursos podría significar que algunas funcionalidades avanzadas no puedan ser implementadas, lo que podría limitar el impacto potencial del prototipo.

# CAPÍTULO II

## MARCO TEÓRICO

### II.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

**Medición de Signos Vitales**: Las apps y wearables como el Apple Watch, Fitbit, Cardiio, Instant Heart Rate o el sensor de frecuencia cardíaca del Apple Watch, se basan en principios científicos para medir signos vitales.

- Fotopletismografía (PPG): Es la base para medir el pulso y el oxígeno en sangre. La app usa la luz del flash o un sensor LED para iluminar la piel y detectar los cambios en el flujo de sangre. Al analizar esas fluctuaciones, se calcula la frecuencia cardíaca y la saturación de oxígeno.
- Electrocardiografía (ECG): Algunos dispositivos como el Apple Watch y el KardiaMobile tienen electrodos. Estos capturan la actividad eléctrica del corazón al tocar el dispositivo, lo que permite detectar arritmias como la fibrilación auricular.

**Asistentes Virtuales Médicos**: Las Aplicaciones como Ada Heal y Symptomate, utilizan inteligencia artificial (IA) para analizar síntomas.

- Bases de la IA: Estas apps se entrenan con enormes bases de datos médicas. El usuario describe sus síntomas y la IA usa algoritmos para calcular la probabilidad de diferentes enfermedades, sugiriendo posibles causas y pasos a seguir.
- Procesamiento del Lenguaje Natural (NLP): Esta tecnología permite que el asistente entienda lo que escribes de forma natural. Así, el chatbot puede "conversar" contigo

para guiarte en el proceso de análisis de síntomas y ofrecer información de salud clara y relevante.

**Organización Panamericana de la Salud (OPS) y la Organización Mundial de la Salud (OMS):** Ambas organizaciones han abordado el tema de las barreras de acceso a los servicios de salud en América Latina. La OPS ha publicado informes que analizan cómo la infraestructura insuficiente y la falta de una gestión eficiente contribuyen a los largos tiempos de espera, lo que afecta la calidad de la atención y la seguridad del paciente (2024).

**El Ministerio de Salud y Protección Social (Minsalud):** La congestión en las salas de emergencia es un problema de salud pública multifactorial que se agrava por la falta de un sistema de triaje estandarizado que permita la priorización de los pacientes según su gravedad clínica.

A pesar de que han pasado 15 años desde que el Instituto de Medicina de los Estados Unidos publicó el reporte “Errar es humano”, debido a la alta prevalencia de eventos adversos que aún se reporta en la literatura mundial, la seguridad del paciente sigue siendo en la actualidad una prioridad global. Este reporte escandalizó al mundo de la salud al calcular que, solo en los Estados Unidos de América, alrededor de 100.000 pacientes morían cada año, no como producto de sus enfermedades, sino como producto de errores en la atención médica (2023).

**Investigaciones Específicas:** Algunos estudios cualitativos y de casos en la región han analizado las causas del error médico. Un estudio en un hospital de Cuba, por ejemplo, examinó la falta de correlación clínico-patológica para determinar la tasa de errores de

diagnóstico. Los hallazgos apuntaron a la sobrecarga de trabajo, la falta de experiencia del personal y la información incompleta del paciente como factores contribuyentes (2022).

**Estudios Académicos:** Investigaciones en la región, como la realizada por Jairo Humberto Restrepo-Zea y su equipo en Medellín, Colombia, han analizado cómo la saturación en los servicios de urgencias es un problema generalizado, causado por factores tanto internos como externos a los hospitales. Estos estudios confirman que la saturación se refleja en congestión, tiempos de espera elevados e insatisfacción de los usuarios (2018).

## II.2 BASES TEÓRICAS

**II.2.1. Recopilación de Datos en el Entorno Hospitalario:** En el marco de la investigación, se realizaron visitas al centro de diagnóstico integral (CDI) Salvador Allende, ubicado en la urbanización de Chuao del municipio Baruta, Caracas, Venezuela, Enero 2025 (Anexos, Imagen 01) Con el objetivo de comprender el contexto real del problema, se pudo obtener información valiosa. Estas visitas permitieron conocer el desafío del triaje y las salas de urgencias colapsadas, los testimonios del personal de enfermería confirmaron la necesidad de un prototipo funcional para el área de triaje

**II.2.2. Manual de Aplicación del Sistema de Triaje Hospitalario**: Es un protocolo esencial para clasificar pacientes en emergencias publicado por el Ministerio del Poder Popular para la Salud; OPS / OMS Venezuela (2020). En Venezuela, el sistema manual de cinco niveles (desde rojo para casos críticos hasta azul para no urgentes) busca priorizar la atención y

optimizar el flujo. Sin embargo, su naturaleza manual lo hace propenso a errores y demoras, lo que afecta la eficiencia y seguridad en entornos saturados.

**II.2.3 Triaje: Etapas del proceso:**

- **Triaje Inmediato - Nivel 1**

Este nivel se aplica a pacientes cuya situación clínica representa un riesgo vital inminente. La atención debe ser inmediata, sin demora.

- **Triaje de Emergencia - Nivel 2**

Se asigna a pacientes en una situación de emergencia, es decir, con un riesgo vital potencial que requiere una actuación en el menor tiempo posible para evitar su deterioro.

- **Triaje de Urgencia - Nivel 3**

Dirigido a pacientes con una urgencia que no supone un riesgo vital inmediato. Pueden esperar un tiempo prudencial para ser atendidos.

- **Triaje de Menor Urgencia - Nivel 4**

Incluye a pacientes con afecciones de menor gravedad. Aunque requieren atención médica, su situación no presenta un riesgo significativo.

- **Triaje Sin Urgencia - Nivel 5**

Este nivel es para pacientes con problemas de salud que no constituyen una urgencia y que podrían haber sido atendidos en una consulta de atención primaria

- **Revaluación o Re-triaje**

Es un paso esencial del proceso de triaje. Su objetivo es revisar de forma regular el estado de los pacientes que esperan para asegurar que no se deterioren y, si es necesario, cambiar su nivel de prioridad.

**II.2.4.Niveles de clasificación del triaje:**

- **Nivel 1 (Reanimación):** Pacientes en riesgo vital inmediato. Se atienden sin espera.
- **Nivel 2 (Emergencia):** Pacientes con riesgo de deterioro rápido. Deben ser vistos en 15 minutos.
- **Nivel 3 (Urgencia):** Pacientes estables con una urgencia no crítica. Tienen un tiempo de espera de hasta 60 minutos.
- **Nivel 4 (Menor Urgencia):** Problemas de salud leves. La espera puede ser de hasta 120 minutos.
- **Nivel 5 (Sin Urgencia):** Síntomas muy leves que no requieren atención de urgencias. La espera puede llegar a 240 minutos.

## II.3 BASES LEGALES

**CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA (C.R.B.V)** en su Capítulo V (DE LOS DERECHOS SOCIALES Y DE LA FAMILIA), se halla el **Artículo 83.** donde **“** Establece que la salud es un derecho social fundamental y una obligación del Estado, el cual debe garantizar como parte del derecho a la vida…” Seguido del **Artículo 84**. que **“**Habla del Sistema Público Nacional de Salud, que debe ser intersectorial, descentralizado y participativo. Este sistema tiene la obligación de garantizar un servicio de salud gratuito, de calidad y sin discriminación..” contextualizando la prioridad al bienestar y salud de la ciudadanía.

**Hospitales y Sistema de salud:**

**Artículo 85: “**Establece que el financiamiento del Sistema Público Nacional de Salud es una obligación del Estado. Los recursos públicos de salud no pueden ser destinados a otros fines. Esto asegura que los fondos se utilicen para mantener y mejorar la infraestructura de

hospitales y clínicas". Promoviendo de esta manera la igualdad en el acceso a la salud en su **Artículo 21:** "Consagra el principio de igualdad ante la ley y prohíbe la discriminación por motivos de raza, credo, sexo o cualquier otra condición. Esto se aplica al acceso a los servicios de salud, garantizando que todos los ciudadanos tengan las mismas oportunidades… "

**Capítulo VI (DE LOS DERECHOS CULTURALES Y EDUCATIVOS)**

**Automatización y Tecnología:**

**Artículo 110:"** Este artículo reconoce el interés público en la ciencia, la tecnología, el conocimiento, la innovación y sus aplicaciones. El Estado tiene la obligación de crear un sistema nacional de ciencia y tecnología para garantizar su uso en pro de la soberanía nacional y el desarrollo del país"

## II.4 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

- **Ciberseguridad,** Es la práctica de proteger sistemas informáticos, redes y datos de ataques digitales, daños o accesos no autorizados. Su objetivo es garantizar la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información.
- **Ciclo pernicioso,** Es un bucle de eventos destructivo o dañino, donde el resultado de un evento empeora las condiciones que lo originaron, perpetuando un círculo vicioso.
- **FastAPI,** Es un marco de trabajo (framework) web moderno y de alto rendimiento para construir APIs con Python. Es conocido por su velocidad y por generar automáticamente documentación interactiva de la API.

- **Fibra humana,** En el contexto de la tecnología o la biología, la fibra humana puede referirse a las estructuras celulares o tejidos del cuerpo humano, como las fibras musculares o nerviosas. A veces se usa metafóricamente para describir el "elemento humano" o el componente humano en un sistema.
- **Fotopletismografía remota,** técnica no invasiva que utiliza una cámara de vídeo para medir los cambios en el color de la piel causados por el flujo sanguíneo, permitiendo el monitoreo a distancia de signos vitales como la frecuencia cardíaca y la respiración.
- **GPU Potente,** Es una Unidad de Procesamiento Gráfico de alto rendimiento. Las GPU son circuitos electrónicos especializados diseñados para acelerar la creación de imágenes, pero también se utilizan para el procesamiento paralelo en aplicaciones como la inteligencia artificial y el machine learning.
- **Machine Learning,** El Machine Learning (aprendizaje automático) es una rama de la inteligencia artificial que utiliza algoritmos para analizar datos, aprender de ellos y hacer predicciones o decisiones sobre nuevos datos sin ser programado explícitamente.
- **MySQL,** Es un sistema de gestión de bases de datos relacionales de código abierto muy utilizado.
- **Python,** Es un lenguaje de programación de alto nivel e interpretado, conocido por su sintaxis clara y legible. Se utiliza en una amplia gama de aplicaciones, incluyendo desarrollo web, ciencia de datos, machine learning y automatización.
- **TailAdmin Dashboard,** Un TailAdmin Dashboard se refiere a una interfaz de usuario o panel de control creado con fines administrativos, probablemente utilizando el

framework de diseño Tailwind CSS. Se utiliza para gestionar y monitorear un sitio web o una aplicación.

- **Triaje,** es el proceso de clasificar y priorizar a los pacientes según la urgencia de su necesidad de atención médica. El objetivo es maximizar el número de supervivientes en situaciones con recursos limitados.

# CAPÍTULO III

# MARCO METODOLÓGICO

## III.1.TIPO DE INVESTIGACIÓN

### Investigación Proyectiva

La investigación proyectiva se enfoca en proponer soluciones a un problema. En este caso, el texto no solo describe la crisis en los servicios de emergencia en Venezuela, sino que también subraya la necesidad de mejorar el proceso de triaje para resolver la saturación y los riesgos asociados. El objetivo final es proponer un sistema de priorización claro que ayude a gestionar la afluencia de pacientes de manera más efectiva y segura.

### Investigación Aplicada

La investigación aplicada busca utilizar conocimientos teóricos para resolver problemas prácticos del mundo real. A diferencia de la investigación pura o básica, que se centra en el avance del conocimiento por sí mismo, la investigación aplicada se orienta a la acción. El texto detalla un problema concreto (la deficiencia del triaje en los servicios de emergencia venezolanos) y plantea la necesidad de implementar soluciones prácticas que mejoren la calidad de la atención y la operatividad del sistema de salud.

## III.2 Diseño de Investigación

David G. Myers autor destacado que habla sobre el diseño experimental en su libro de texto "Psicología". Myers explica de forma clara los principios del método experimental, como la manipulación de variables independientes y dependientes, la asignación aleatoria y el uso de grupos de control y experimentales.

El diseño de esta investigación es de carácter experimental ya que este implica aprobar que Signalife realmente mejora el triaje y reduce los tiempos de espera, se podría diseñar un estudio experimental. El objetivo sería comparar el sistema de triaje actual (manual) con el nuevo sistema propuesto (con Signalife).

## II.3 Materiales, Método y Procedimientos:

### Materiales

Software: Para la UX/UI: En el apartado del personal interno se personalizo la plantilla de TaldAmin en Next.js para lograr un dashboard intuitivo y funcional. En el apartado de los pacientes se utilizó Python para el análisis y recolección de datos junto con Streamlit para mostrar una interfaz intuitiva. En la fotopletismografía consideramos las siguientes librerías:

1. opencv-python-headless
2. scipy
3. cvzone
4. numpy
5. mediapipe

En cuanto al Backend manejamos un sistema de contenedores con Docker y Fastapi para el resto de la lógica, los datos en general se guardaron en una base de datos SQL.

Hardware: Se considera el uso de un servidor de Railway o algún otro Vps para correr el sistema de manera fluida. Para el monitoreo de pacientes se usó un ESP32 conectado con un MAX30102 junto con una pantalla OLED para el status del MC.
Construcción: Para la estructura del monitor cardiaco usamos un chasis pre-diseñado de GRABCAD impreso en filamento (plástico PLA). Para las conexiones del circuito electronico usamos Jumpers de 20cm hembra hembra.

**Método:**

Como estrategia metodológica el Design Thinking busca "*...la definición de soluciones innovadoras a situaciones, preguntas o conflictos*" (Uribe B., Raquel, 2021), lo que permitió un acercamiento objetivo a las necesidades reales del contexto social que circunscribe a los autores de la investigación.

Para la sistematización de nuestra investigación, ha sido fundamental el uso de las herramientas y recursos que brinda la Metodología de Investigación Científica, a fin de un desarrollo de proyecto y obtención de resultados que puedan ser validados y confiables pues estan alineados con los objetivos propuestos en los inicios del proceso investigativo.

Como enfoque metodologico del prototipado se empleo el metodo STEAM (Ciencia, Tecnologia, Ingenieria, Artes, Matematicas), lo que permitio la implementación de estrategias flexibles para direccionar la adaptabilidad de la propuesta, mediante la integración de diversos fundamentos tecno-cientifico para la estructuración y configuración

del prototipo orientado a la optimización del procesamiento de datos, de manera confiable e inteligible por medio del análisis de datos y un modelo predictivo.

**Procedimiento**:

El objetivo es desarrollar e implementar un Modelo de Triaje de Priorización para los servicios de emergencia que permita una gestión más eficiente y segura de los pacientes.

Este plan se ejecutaría en varias fases:

**Fase 1 Diagnóstico:** Investigar las metodologías de triaje que se utilizan actualmente en los hospitales de Venezuela y compararlas con modelos internacionales (como el ESI - Emergency Severity Index, o el Triage de Manchester).

**Fase2 Diseño del Modelo:** Desarrollar un modelo del sistema triaje adaptado a la realidad venezolana, que sea sencillo de aplicar, priorizando según la gravedad de la condición del paciente. Este modelo incluiría categorías claras (por ejemplo, Rojo - Emergencia, Naranja - Urgente, Amarillo - Menos Urgente y Verde - No Urgente) y protocolos específicos para cada una.

**Fase 3 Validación de funcionamiento del prototipo:** Diseño de un cuestionario, compuesto por 10 interrogantes que permitan validar el funcionamiento tecnico del prototipo de modelo para la sistematización de protocolos médicos, para optimizar el triaje y mejorar la atención al paciente.

# CAPÍTULO IV

## RESULTADOS

lestimografia remota (CHROM) en conjunto con Streamlit para concluir en una interfaz para la recolección de datos (signos vitales); junto con el motivo de las visitas de los pacientes esto gracias a los algoritmos de Machine Learning y A través de las distintas opiniones de expertos en el area perfeccionamos el enfoque del proyecto, para especializarse en las funcionalidades necesarias para el personal salud, estos expertos destacaron la importancia del proyecto en el contexto actual venezolano. Donde la automatizacion de ciertos procesos y la innovacion son mas necesarios que nunca.

Logramos contar con el sistema centralizado en un vps local, posee un dashboard intuitivo para el manejo de datos del centro hospitalario (Personal médico, pacientes registrados, historias clínicas y monitoreo de internados) junto con un panel dedicado exclusivamente al área de emergencia.

Por otra parte conseguimos integrar el algoritmo de fotopvision artificial.

Para el manejo y almacenamiento de los datos contamos con un Backend robusto con sistema de autenticacion local basado en un “SuperUsuario” corriendo en la maquina local.

# CAPÍTULO V

## CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

El proyecto SIGNALIFE emerge como una respuesta innovadora y viable a la grave crisis que enfrentan los servicios de emergencia en los hospitales venezolanos. La investigación realizada ha confirmado que la ineficiencia en el triaje, exacerbada por la escasez de recursos y la sobrecarga de personal, pone en riesgo la vida de los pacientes y afecta la calidad de la atención médica.

A través de un enfoque metodológico que integra el Design Thinking y los principios STEAM, SIGNALIFE propone un modelo de sistematización que no solo es tecnológicamente avanzado, sino también centrado en las necesidades del usuario. La implementación de la Fotopletismografía remota y de asistentes virtuales basados en Modelos de Lenguaje demuestra cómo la tecnología puede actuar como un aliado estratégico para los profesionales de la salud, permitiendo una clasificación de pacientes más rápida, precisa y segura.

En última instancia, SIGNALIFE representa una solución con un impacto significativo, capaz de optimizar el flujo de trabajo en las salas de emergencia, reducir drásticamente los tiempos de espera y, lo más importante, mejorar la calidad de vida y las oportunidades de supervivencia de los pacientes en situaciones críticas. Aunque este informe presenta el prototipo inicial, la viabilidad del proyecto es alta y su potencial para transformar la atención sanitaria en Venezuela es innegable.

## RECOMENDACIONES

A partir del análisis de la crisis en los servicios de emergencia venezolanos y de la propuesta del prototipo Signalife, se recomienda lo siguiente para la efectiva implementación y aprovechamiento de esta tecnología:

**1. Búsqueda de Financiamiento para la Expansión de Hardware:** Es crucial asegurar los recursos económicos para llevar el prototipo a su máximo potencial. Actualmente, el smartwatch de Signalife solo cuenta con el sensor MAX30102.Este sensor es un sensor óptico de pulso y oxígeno en sangre ($SpO_2$), limitando la capacidad del sistema para generar un pre-diagnóstico completo. Por ello, se recomienda activamente la búsqueda de inversión para adquirir un dispositivo que incluya todos los sensores necesarios para la medición integral de los signos vitales, lo que permitirá al sistema operar según su visión original y maximizar su impacto en el triaje.

**2. Validación del prototipo:** Se debe realizar una fase de pruebas en un entorno real y controlado. Se recomienda seleccionar un hospital de referencia para implementar el prototipo de Signalife durante un periodo de 3 a 6 meses. Durante esta fase, se deben establecer indicadores clave como la reducción del tiempo de triaje, la precisión en la clasificación de pacientes y la optimización del flujo de trabajo del personal médico.

**3. Colaboración Interinstitucional:** Es crucial establecer alianzas estratégicas con el Ministerio del Poder Popular para la Salud y otras instituciones públicas y privadas. Esto garantiza el apoyo necesario para la adopción e implementación del sistema a mayor escala, además de facilitar la obtención de los permisos y recursos requeridos.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Ministerio del Poder Popular para la Salud; OPS / OMS Venezuela. (2020). *Sistema venezolano de triaje hospitalario: Manual de aplicación.* Oficina Sanitaria Panamericana / Organización Panamericana de la Salud.https://sostelemedicina.ucv.ve/documentos/manuales/Manual%20de%20aplicacion%20de%20triaje%20hospitalario%20Venezuela.pdf

Uribe B. Raquel (2021) *Design Thinking: Guía Digital Básica*. Instituto de Nacional de Aprendizaje. Costa Rica https://www.ina.ac.cr/inavirtual/Documentos%20compartidos/Material_Apoyo/guiaDesignThinking.pdf

Recopilación de Datos en el Entorno Hospitalario

López de la Guareña, J. A., Arribas, A. A., & Brea, R. H. (2011). *Manual para la implementación de un sistema de triaje para los cuartos de urgencias.* Organización Panamericana de la Salud.

Myers, D. G. (2011). *Psicología.* (4.ª ed.). Editorial Médica Panamericana S.A

Visitas al Centro de Diagnóstico Integral (CDI) Salvador Allende, ubicado en la urbanización de Chuao del municipio Baruta, Caracas, Venezuela, Enero 2025.

## ANEXOS

### 1.1 Check List de Prototipo

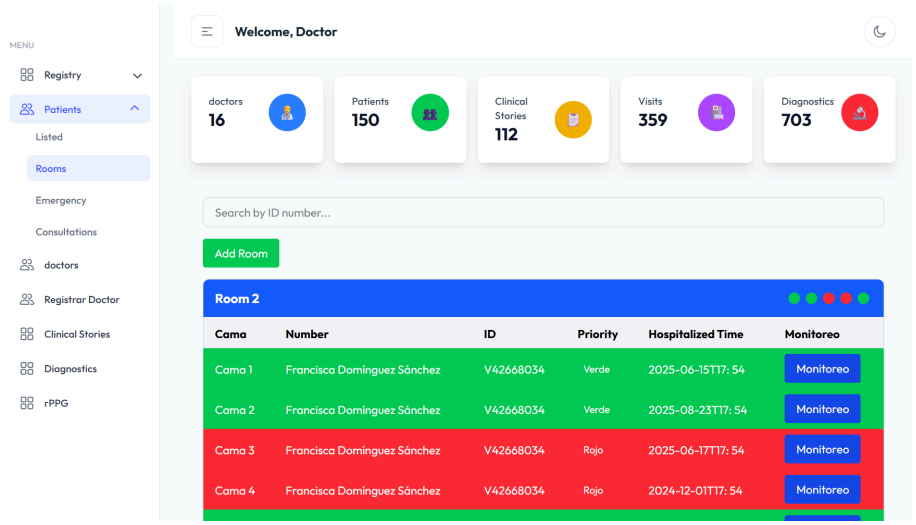
| FUNCIONAMIENTO DE PROTOTIPO | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **FECHA:** | | **HORA:** | | |
| **LUGAR: Sede de Engidea** | | | | |
| **Nº** | **ENUNCIADOS DE FUNCIONAMIENTO** | **SI** | **NO** | **OBSERVACIONES** |
| 1 | ¿Los doctores pueden ingresar con su cédula y su contraseña secreta? | Si | | Funciona satisfactoriamente |
| 2 | ¿Las Tablas de la interfaz del hospital cargan adecuadamente? | Si | | Funciona satisfactoriamente |
| 3 | ¿Se marca el procesamiento de cada etapa del algoritmo de fotoplestimografia? | Si | | Cada etapa se muestra adecuadamente |
| 4 | ¿El pulso calculado por el rPPG se encuentra entre 60 y 100 latidos por segundo? | Si | | Con condiciones de luz y la calibracion adecuada para el tono de piel |
| 5 | ¿La taza de respiración en reposo asignada por el rPPG es la adecuada? | Si | | Con condiciones de luz y la calibracion adecuada para el tono de piel |
| 6 | ¿Se pueden registrar los doctores adecuadamente? | Si | | Funciona de manera satisfactoria |
| 7 | ¿Se pueden registrar los pacientes adecuadamente? | Si | | Funciona de manera satisfactoria |
| 8 | ¿Se muestran las preguntas correspondientes al triaje? | Si | | Se muestra de manera satisfactoria |
| 10 | ¿Se muestran los respectivas camas con los signos vitales? | Si | | Se muestra un gráfico con el pulso |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | y la oximetría (Simulación) |

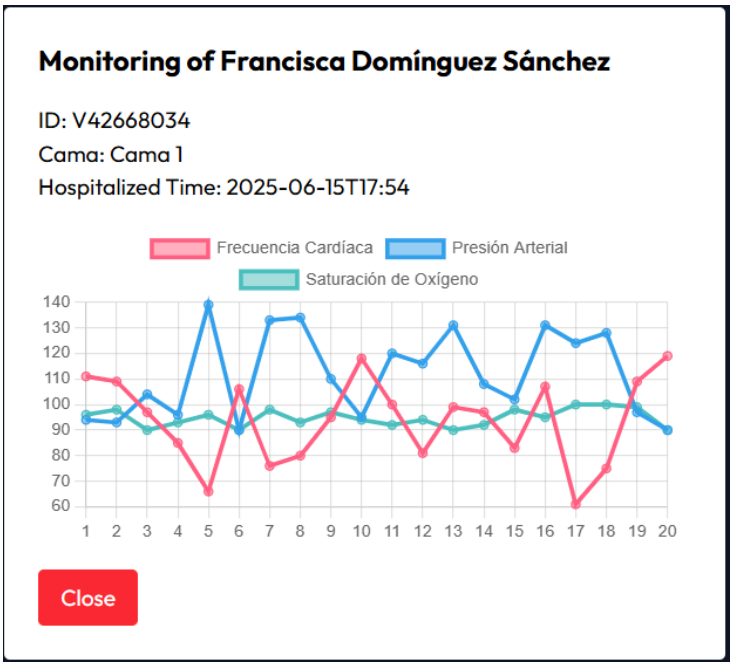
| NOMBRE Y FIRMA DE INTEGRANTE DE EQUIPO: | NOMBRE Y FIRMA: |
|---|---|
| | |
| **NOMBRE Y FIRMA DE INTEGRANTE DE EQUIPO:** | |
| | **TUTOR ACACÉMICO** |

**1.2 Visitas al centro de diagnóstico integral (CDI) Salvador Allende, ubicado en la urbanización de Chuao del municipio Baruta, Caracas, Venezuela, Enero 2025.**

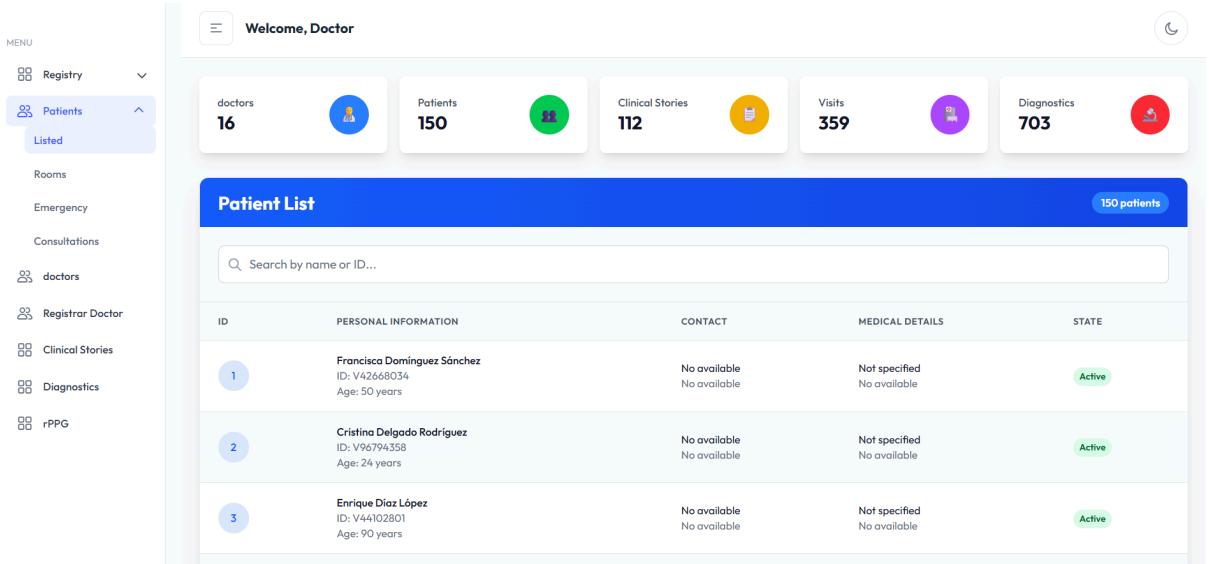
**1.3 Lista de habitaciones**



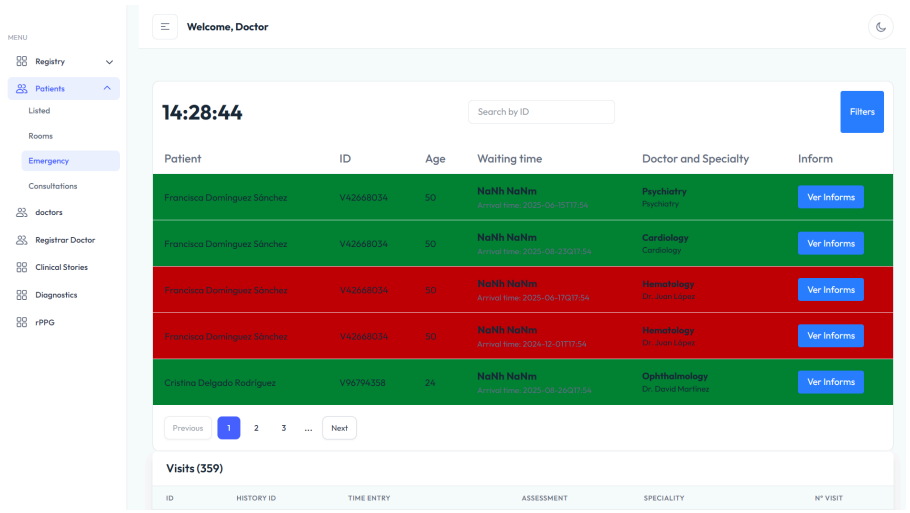
## 1.4 Monitoreo de camas (Simulación)



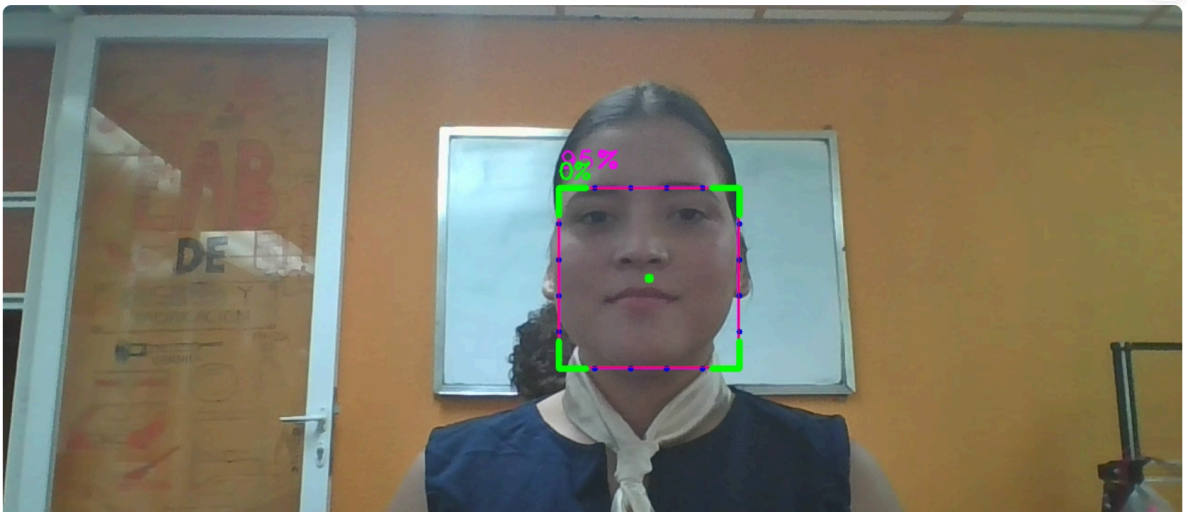

## 1.5 Lista de pacientes

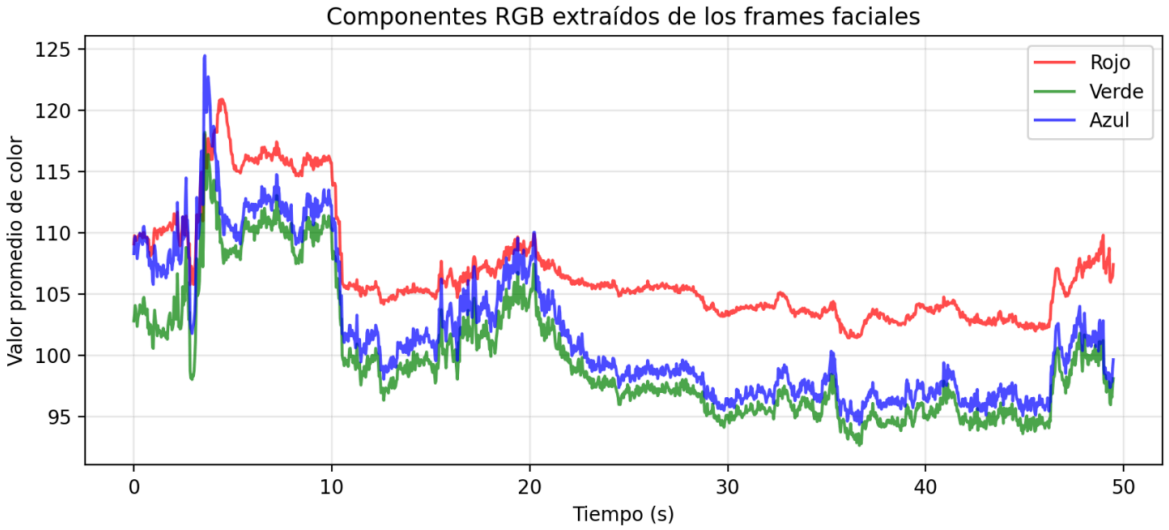


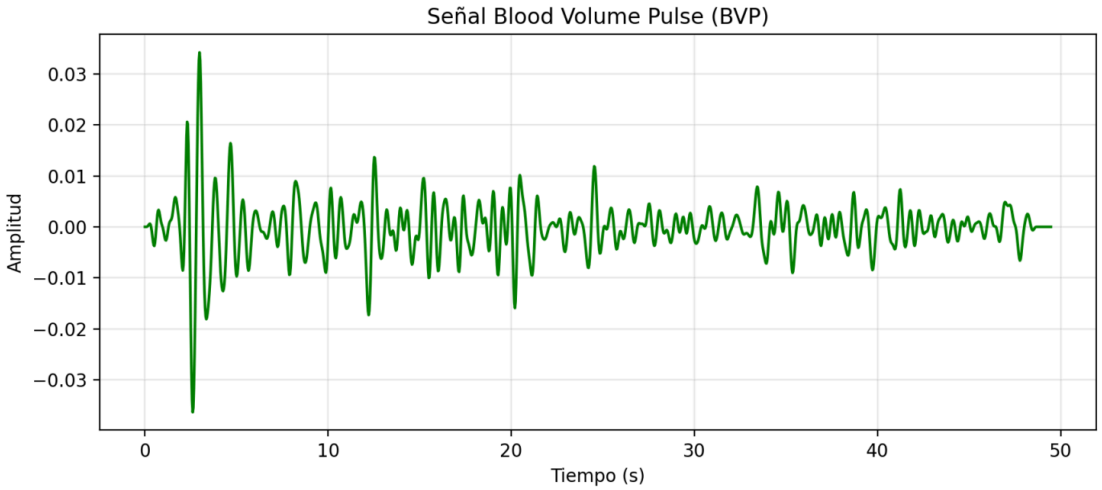
## 1.6 Urgencias

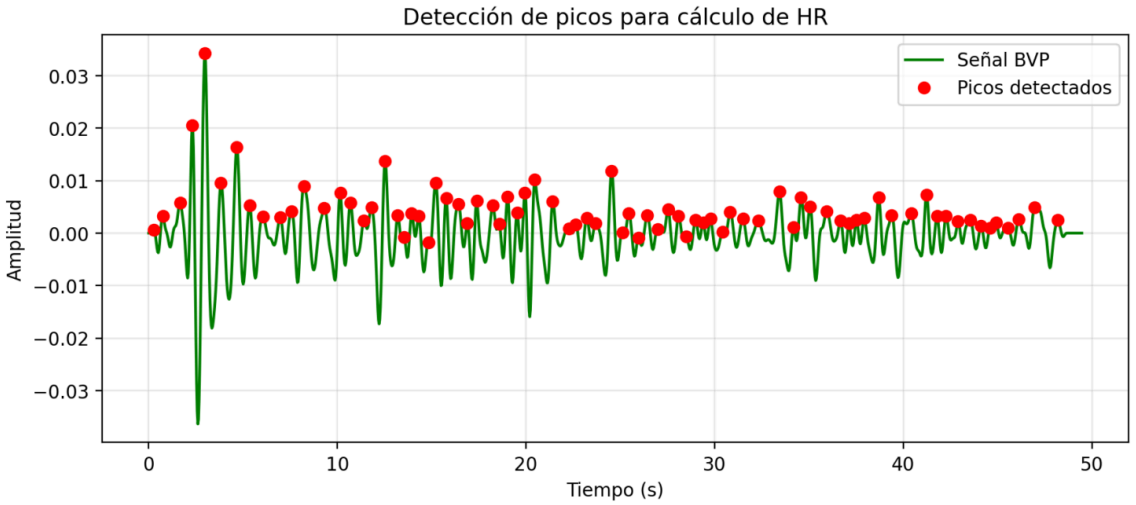



Example of facial detection with reference points




Componentes RGB extraídos de los frames faciales
Rojo
Verde
Azul
Valor promedio de color
Tiempo (s)
125
120
115
110
105
100
95
0
10
20
30
40
50


Señal Blood Volume Pulse (BVP)
Amplitud
Tiempo (s)
0.03
0.02
0.01
0.00
−0.01
−0.02
−0.03
0
10
20
30
40
50

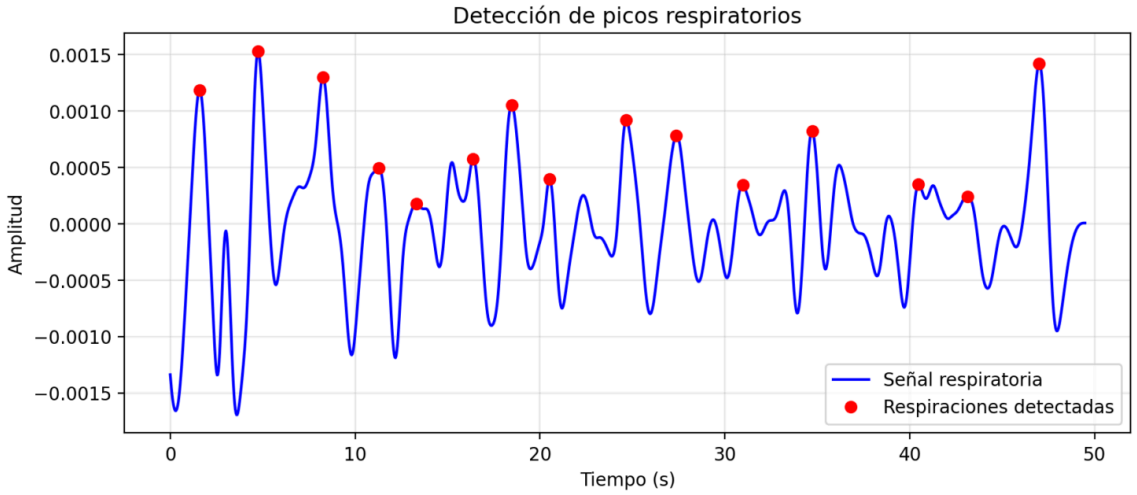


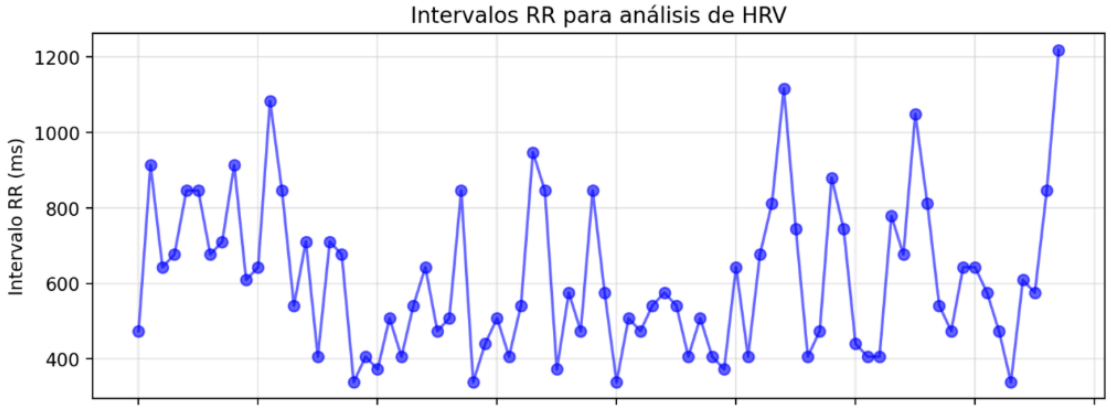

Tiempo (s)

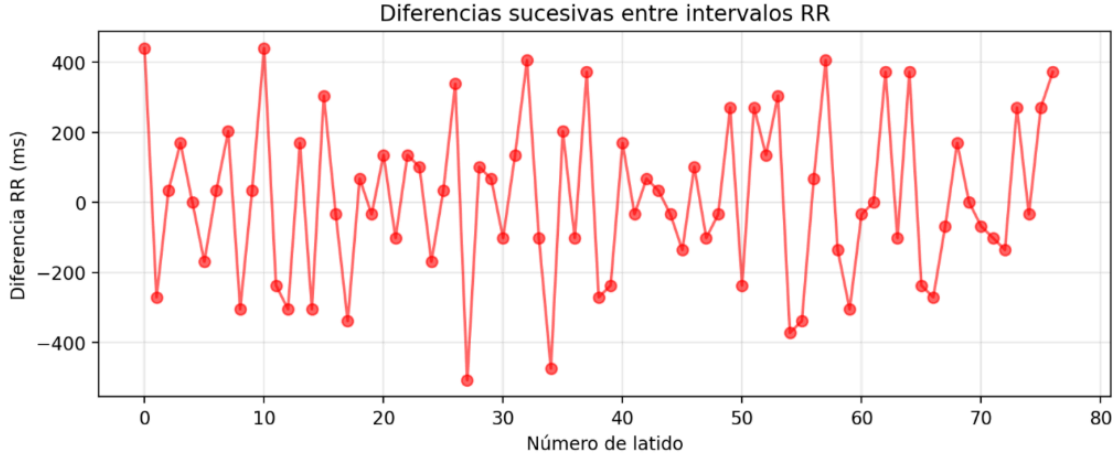
Number of peaks detected: 79

Peak Interval (RR) Sample:

| | Intervalo | Duración (s) | BPM aproximado |
|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 0.4737 | 126.6528 |
| 1 | 2 | 0.9136 | 65.6718 |
| 2 | 3 | 0.6429 | 93.3231 |
| 3 | 4 | 0.6768 | 88.6569 |
| 4 | 5 | 0.846 | 70.9255 |
| 5 | 6 | 0.846 | 70.9255 |
| 6 | 7 | 0.6768 | 88.6569 |
| 7 | 8 | 0.7106 | 84.4352 |
| 8 | 9 | 0.9136 | 65.6718 |
| 9 | 10 | 0.6091 | 98.5077 |


Detección de picos respiratorios
Amplitud
Tiempo (s)
Señal respiratoria
Respiraciones detectadas


Intervalos RR para análisis de HRV
Intervalo RR (ms)


Diferencias sucesivas entre intervalos RR
Diferencia RR (ms)
Número de latido

Statistics of RR intervals:

| | Estadística | Valor (ms) |
|---|---|---|
| 0 | Media | 614.3 |
| 1 | Mediana | 575.25 |
| 2 | Mínimo | 338.38 |
| 3 | Máximo | 1218.18 |
| 4 | Desviación estándar | 201.37 |

**HRV metrics calculated:**

- SDNN: 174.43 ms (Total variability)
- RMSSD: 229.40 ms (Parasympathetic activity)

*Note: For more accurate HRV measurements, a longer recording (at least 5 minutes) is recommended.*

## Analysis Results

*Analysis completed on 09/22/2025 14:57:56*

### Dashboard of Vital Indicators

#### ❤ Heart rate

**98.4 BPM**

*Interpretation: Normal*

#### Respiratory Tasa

**17.2 resp/min**

*Interpretation: Normal*

#### ?? Cardiac Variability

**SDNN: 174.4 pp**

RMSSD: 229.4 ms

*Interpretation: High*