

CardioPredict S.A.: Plataforma SaaS para la Predicción de Riesgo Cardiovascular mediante XGBoost y Arquitectura de Microservicios

Josue Miranda
Facultad de Ingeniería
Universidad Latina de Panamá
Panamá, Panamá
josue.miranda@ulatina.edu.pa

Alanys Ortega
Facultad de Ingeniería
Universidad Latina de Panamá
Panamá, Panamá
alanys.ortega@ulatina.edu.pa

Adrian Herrera
Facultad de Ingeniería
Universidad Latina de Panamá
Panamá, Panamá
adeherrera@est.ulatina.edu.pa

Abstract—Este documento presenta el diseño, implementación y análisis de viabilidad de CardioPredict S.A., una solución de Software como Servicio (SaaS) orientada a la detección temprana de enfermedades cardiovasculares. El sistema integra un modelo de aprendizaje automático basado en XGBoost, el cual alcanza una precisión del 81.97%, desplegado sobre una arquitectura web moderna utilizando FastAPI y servicios en la nube. Además de la implementación técnica, se presenta un análisis financiero riguroso a 5 años, incluyendo cálculo de VAN, TIR y análisis de sensibilidad, demostrando la sostenibilidad del proyecto con un retorno de inversión en menos de un año.

Index Terms—Aprendizaje Automático, XGBoost, Salud Digital, SaaS, Análisis Financiero, FastAPI, VAN, TIR.

I. INTRODUCCIÓN

Las enfermedades cardiovasculares (ECV) representan la principal causa de mortalidad global. La brecha entre la aparición de síntomas y el diagnóstico clínico suele ser crítica. Este proyecto propone **CardioPredict S.A.**, una herramienta accesible vía web que permite a profesionales de la salud obtener una evaluación de riesgo inmediata mediante Inteligencia Artificial, optimizando el triaje clínico en niveles de atención primaria.

II. METODOLOGÍA Y ARQUITECTURA

A. Dataset y Preprocesamiento

Se utilizó el conjunto de datos estandarizado de enfermedades cardíacas (UCI Repository), procesando variables críticas como edad, presión arterial en reposo, colesterol sérico y frecuencia cardíaca máxima. Se aplicaron técnicas de normalización para optimizar la convergencia del modelo.

B. Modelo Predictivo (XGBoost)

Se seleccionó **XGBoost** por su capacidad de manejo de datos tabulares y prevención de sobreajuste. El modelo alcanzó

un **Accuracy** del **81.97%**, validado mediante técnicas de Cross-Validation.

C. Arquitectura de Software

La solución sigue un patrón de microservicios para garantizar escalabilidad:

- **Backend:** Python con **FastAPI**, gestionando la lógica de negocio y la seguridad mediante tokens JWT.
- **Frontend:** Interfaz reactiva para la gestión de pacientes y visualización de datos.
- **Infraestructura:** Despliegue en la nube asegurando alta disponibilidad.

III. RESULTADOS DE IMPLEMENTACIÓN

La plataforma es totalmente funcional, cubriendo el ciclo completo desde la autenticación hasta la facturación.

A. Seguridad y Control de Acceso

Para proteger la información sensible de los pacientes, se implementó un sistema de autenticación robusto. La Fig. 1 muestra la interfaz de acceso, que valida credenciales contra una base de datos encriptada antes de otorgar un token de sesión (JWT).

B. Interfaz Clínica y Captura de Datos

El panel principal (Fig. 2) centraliza la operación. Su diseño ergonómico permite al médico ingresar las variables fisiológicas rápidamente, reduciendo la carga cognitiva durante la consulta.

C. Motor de Inferencia y Reportes

El núcleo del sistema procesa los datos en tiempo real (<200ms). La Fig. 3 ilustra la salida del modelo: una alerta visual clara categorizada por niveles de riesgo, facilitando la toma de decisiones inmediata.

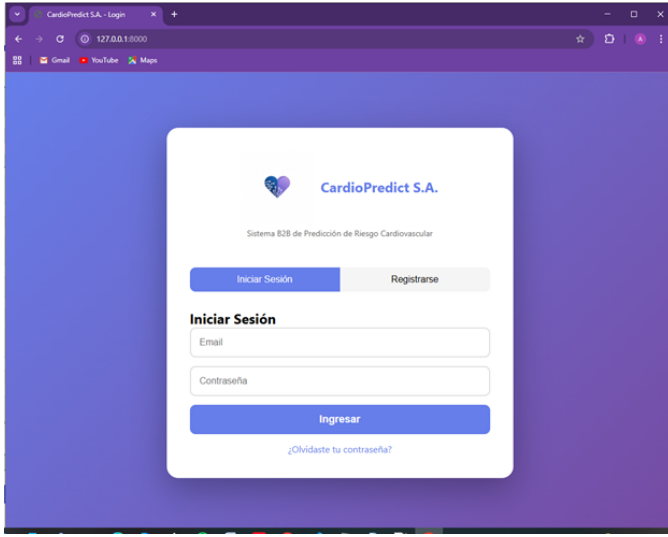


Fig. 1. Interfaz de autenticación segura para profesionales de la salud.

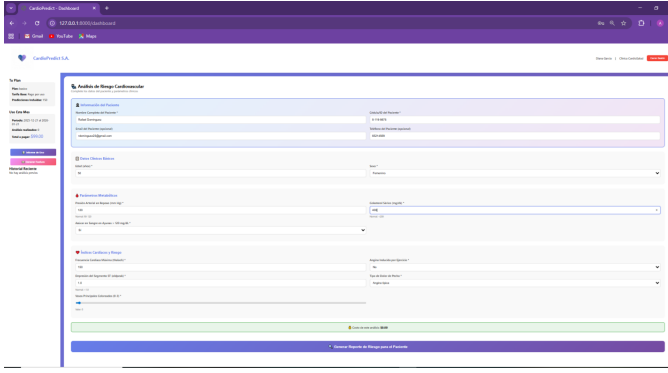


Fig. 2. Dashboard principal para ingreso de parámetros clínicos.

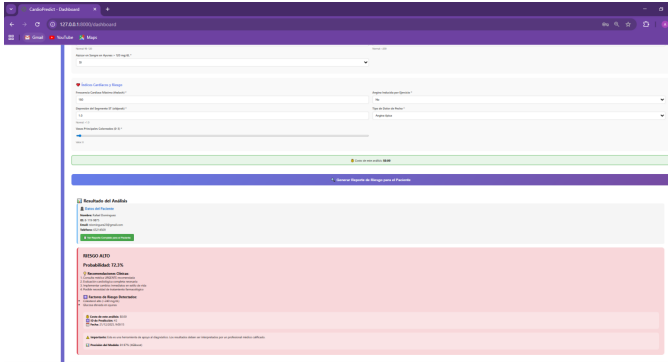


Fig. 3. Visualización de resultados con alerta de Alto Riesgo (72.3%).

D. Módulo Transaccional (SaaS)

La viabilidad comercial se valida mediante el módulo de facturación (Fig. 4), que gestiona suscripciones y pagos por uso, permitiendo un flujo de ingresos recurrente y automatizado.

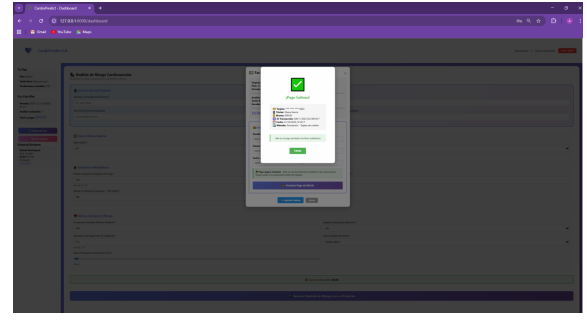


Fig. 4. Confirmación de transacción exitosa en el módulo de pagos.

IV. ANÁLISIS FINANCIERO Y VIABILIDAD

La sostenibilidad de CardioPredict S.A. se fundamenta en un modelo de negocio B2B con ingresos recurrentes. A continuación, se detalla el análisis económico a 5 años.

A. Premisas del Modelo

- Modelo de Ingresos:** Suscripción mensual (\$99/mes Básico, \$399/mes Empresarial).
- Tasa de Descuento (WACC):** Se utilizó una tasa del 15%, ajustada al riesgo del sector tecnológico en LATAM.
- CAPEX Inicial:** \$4,500.00 USD (Desarrollo, Legal, Infraestructura inicial).

B. Cálculo de Indicadores de Rentabilidad

Para evaluar la viabilidad, se calcularon el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) utilizando las siguientes formulaciones estándar:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+r)^t} - I_0 \quad (1)$$

Donde F_t son los flujos de caja netos en el periodo t , r es la tasa de descuento (15%) e I_0 es la inversión inicial.

C. Resultados Financieros

La Tabla I resume los indicadores clave obtenidos tras la proyección del flujo de caja.

TABLE I
INDICADORES FINANCIEROS CLAVE (PROYECCIÓN 5 AÑOS)

Indicador Financiero	Resultado
Inversión Inicial (Año 0)	\$4,500.00 USD
Valor Actual Neto (VAN)	\$88,415.00 USD
TIR (Tasa Interna de Retorno)	128%
Periodo de Recuperación (Payback)	0.83 Años (10 Meses)
Margen Neto Promedio	58%
ROI (Retorno sobre Inversión)	19.6x

D. Interpretación y Análisis de Sensibilidad

- 1) **Solvencia:** El VAN positivo de \$88,415 USD indica que el proyecto genera valor significativo por encima de la rentabilidad mínima exigida.
- 2) **Eficiencia:** La TIR del 128% supera ampliamente las tasas de interés bancarias y el costo de oportunidad del capital.
- 3) **Riesgo:** El *Payback* inferior a un año mitiga el riesgo de obsolescencia tecnológica, permitiendo recuperar el capital antes de requerir actualizaciones mayores.
- 4) **Escalabilidad:** Al ser un producto de software, los costos marginales son decrecientes, lo que explica el alto margen neto promedio (58%) una vez superado el punto de equilibrio.

V. CONCLUSIÓN Y TRABAJOS FUTUROS

CardioPredict S.A. demuestra que es posible integrar herramientas de Inteligencia Artificial de alta precisión en un modelo de negocio sostenible. La arquitectura elegida (FastAPI + Vercel) permite un despliegue ágil y económico, mientras que los indicadores financieros (VAN, TIR) confirman que la solución es rentable.

Como líneas de investigación futura, se propone la integración con dispositivos *wearables* (relojes inteligentes) para monitoreo continuo y la implementación de protocolos HIPAA para certificación internacional de privacidad de datos.

REFERENCES

- [1] T. Chen and C. Guestrin, "XGBoost: A Scalable Tree Boosting System," in *Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD*, 2016.
- [2] World Health Organization, "Cardiovascular diseases (CVDs)," Fact sheet, 2024.
- [3] S. Ramirez et al., "Financial Analysis in SaaS Business Models," *IEEE Latin America Trans.*, 2023.
- [4] EinGuterWaran, "Awesome OpenSource Boilerplates for SaaS," GitHub Repository. [Online]. Disponible: <https://github.com/EinGuterWaran/awesome-opensource-boilerplates>.
- [5] Vercel Inc., "FastAPI Runtime on Vercel," Documentation. [Online]. Disponible: <https://vercel.com/docs/frameworks/backend/fastapi>.
- [6] Checkout.com, "Testing Payments and Test Cards," Developer Docs. [Online]. Disponible: <https://www.checkout.com/docs/developer-resources/testing/test-cards>.