

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



**Sistema web basado en machine learning para apoyar el  
prediagnóstico de cardiomiopatía isquémica en un hospital de Cutervo**

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

**AUTOR**

**Yenifer Esther Bazan Flores**

**ASESOR**

**Hector Miguel Zelada Valdivieso**

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

**Chiclayo, 2025**

**Sistema web basado en machine learning para apoyar el  
prediagnóstico de cardiomiopatía isquémica en un hospital de  
Cutervo**

PRESENTADA POR  
**Yenifer Esther Bazan Flores**

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

**INGENIERO DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**

APROBADA POR

Juan Antonio Torres Benavides  
PRESIDENTE

Karla Reyes Burgos  
SECRETARIO

Hector Miguel Zelada Valdivieso  
VOCAL

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo a mi ángel Arturo Bazán sé que desde el cielo me estás cuidando y guiando en cada paso que doy, a mi madre Miluska Flores quien me demuestra día a día lo fuerte y valiente que es, a mis hermanas Dayana y Greys porque son mi motivo para ser mejor persona, a mis tíos por sus consejos durante toda mi etapa universitaria, a mi enamorado Harold Roncal quien, sin su apoyo constante, comprensión y amor no hubiera logrado culminar, por último, a mis mascotas Doguer, Toki, Gigi y Canela por la compañía que me brindaron en cada amanecida

## **Agradecimientos**

A mi asesor de tesis, Dr. Héctor Zelada, por su motivación y guía en la realización de mi investigación; al Ing. Elton Julcamoro, por proporcionarme los datos necesarios para llevar a cabo este trabajo; y, finalmente, al Hospital Santa María de Cutervo, por permitirme desarrollar mi investigación en sus instalaciones.

Manifiesto mi sincera gratitud por su respaldo, su entrega y la valiosa transferencia de conocimientos durante todo el proceso.

# PROTOCOLO BAZAN FLORES YENIFER ESTHER.pdf

## INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

21%

FUENTES DE INTERNET

9%

PUBLICACIONES

11%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://tesis.usat.edu.pe">tesis.usat.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
2	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	2%
3	<a href="https://alicia.concytec.gob.pe">alicia.concytec.gob.pe</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov">pmc.ncbi.nlm.nih.gov</a> Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Tecnica De Ambato- Direccion de Investigacion y Desarrollo , DIDE Trabajo del estudiante	1%
6	<a href="https://1library.co">1library.co</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="https://www.scielo.org.pe">www.scielo.org.pe</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="https://cdn.www.gob.pe">cdn.www.gob.pe</a> Fuente de Internet	1%
9	<a href="https://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Fuente de Internet	1%
10	<a href="https://research.library.mun.ca">research.library.mun.ca</a> Fuente de Internet	<1%
11	Submitted to <a href="https://consultoriadeserviciosformativos">consultoriadeserviciosformativos</a> Trabajo del estudiante	<1%

[repositorio.continental.edu.pe](https://repositorio.continental.edu.pe)

## Índice

<b>Resumen .....</b>	<b>6</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>7</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>8</b>
<b>Revisión de literatura.....</b>	<b>9</b>
<b>Materiales y métodos .....</b>	<b>12</b>
<b>Resultados .....</b>	<b>13</b>
<b>Discusión .....</b>	<b>17</b>
<b>Conclusiones .....</b>	<b>18</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>18</b>
<b>Referencias.....</b>	<b>19</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>22</b>

## Resumen

El estudio se centró en el desarrollo de un sistema web basado en machine learning para el prediagnóstico de cardiomiopatía isquémica en pacientes del Hospital Santa María de Cutervo. Los objetivos del proyecto incluyeron la identificación de características del paciente relacionadas con la enfermedad, la elaboración de un modelo de machine learning y la aplicación web para facilitar la detección temprana de pacientes en riesgo. Para estructurar el desarrollo, se utilizó la metodología CRISP-DM, la cual guió cada fase del proyecto, desde la comprensión del problema hasta el despliegue de la solución. Los resultados revelaron que factores como la hipertensión, la diabetes y el sedentarismo eran determinantes en la presencia de cardiomiopatía isquémica. La red neuronal alcanzó una precisión del 97.2%, lo que indicó su alta efectividad en las predicciones. Además, la aplicación desarrollada permitió a los médicos realizar evaluaciones clínicas de manera eficiente y acceder a estadísticas de diagnóstico, lo que mejoró la detección temprana de la enfermedad. La validación del sistema mediante el modelo TAM evidenció su efectividad y utilidad en el contexto hospitalario, destacando su potencial en áreas con recursos limitados. Este enfoque innovador no solo mejoró la atención médica, sino que también optimizó el diagnóstico de la cardiomiopatía isquémica, representando un avance significativo en la práctica clínica.

**Palabras clave:** Cardiomiopatía, isquemia, machine learning, prediagnóstico

## **Abstract**

The study focused on developing a machine-learning-based web system for the pre-diagnosis of ischemic cardiomyopathy in patients at Hospital Santa María de Cutervo. The project's objectives included identifying patient characteristics associated with the disease, building a machine learning model, and creating a web application to facilitate the early detection of at-risk patients. To structure the development, the CRISP-DM methodology was used to guide each phase of the project, from problem understanding to solution deployment. The results showed that factors such as hypertension, diabetes, and physical inactivity were key determinants of ischemic cardiomyopathy. The neural network achieved an accuracy of 97.2%, indicating high predictive effectiveness. In addition, the application enabled physicians to conduct clinical assessments efficiently and access diagnostic statistics, improving early detection. System validation using the Technology Acceptance Model (TAM) confirmed its effectiveness and utility in the hospital context, highlighting its potential in resource-limited settings. This innovative approach not only improved medical care but also optimized the diagnosis of ischemic cardiomyopathy, representing a significant advance in clinical practice.

**Keywords:** Ischemic, cardiomyopathy, machine learning

## Introducción

La cardiomiopatía isquémica representa un problema crítico de salud pública a nivel global, debido a que esta afección puede presentarse con síntomas de intensidad variable o de manera asintomática, lo que dificulta el diagnóstico temprano y el tratamiento efectivo [1]. A largo plazo, esto puede desencadenar un infarto agudo al miocardio (IMA), siendo letal tanto para hombres como para mujeres, produciendo secuelas físicas y emocionales que impiden la recuperación de la vida cotidiana [2]. Según un estudio realizado por la OMS entre los años 2000 y 2019 reporta que aproximadamente 73.6 millones de muertes en pacientes de entre 40 y 65 años fueron causadas por isquemia cardíaca [3]. En el Perú, según el Centro Nacional de Planeamiento Estratégico (CEPLAN), indica que una de las principales causas de mortalidad son las enfermedades crónicas no transmisibles (ENT), que reflejan casi 9 millones de muertes [4]. Por su parte, en la región Cajamarca, la cardiomiopatía isquémica ocupa el séptimo puesto de años saludables perdidos [5]. Específicamente, en el hospital Santa María de Cutervo, desde el año 2019 hasta octubre del 2024, se han diagnosticado 381 casos entre cardiomiopatía isquémica, en pacientes de 35 años o más [Anexo 1]. Durante una entrevista realizada, se destacó la necesidad urgente de contar con equipos especializados para el diagnóstico de esta enfermedad. La falta de equipos limita la detección temprana, lo que retrasa el diagnóstico y prolonga el tiempo de espera para comenzar el tratamiento.

Diversas investigaciones han identificado variables relacionadas con la cardiomiopatía isquémica, entre ellas la hipertensión arterial elevada, la cual incrementa el riesgo de infartos agudos al miocardio [6]. La diabetes mellitus y la dislipidemia también presentan un riesgo significativo, al elevar los niveles de glucosa y colesterol, lo que puede desencadenar eventos isquémicos agudos [7]. Asimismo, el sedentarismo incrementa el riesgo de cardiomiopatía isquémica debido a que la inactividad física favorece el incremento del peso corporal, lo que puede llevar a la obesidad [8]. Además, se identifican causas agudas que obstruyen el flujo sanguíneo hacia el corazón, tales como los infartos y los accidentes cerebrovasculares [9], lo que genera que cada 36 segundos una persona pueda sufrir un evento vascular y cada minuto que pase aumenta el riesgo de muerte [10].

Ante esta problemática, surgió la siguiente interrogante: ¿Cómo desarrollar un sistema web basado en machine learning que permita apoyar en el prediagnóstico de cardiomiopatía isquémica en pacientes de cardiología en un hospital de Cutervo? Para abordar el problema, se eligió construir una aplicación web basada en machine learning debido a la creciente necesidad de contar con herramientas tecnológicas que permitan mejorar los métodos actuales de diagnóstico de cardiomiopatía isquémica, especialmente en regiones con recursos limitados,

como Cutervo. La cardiomiopatía isquémica puede tener consecuencias graves si no se detecta a tiempo, por lo que contar con un sistema que apoye al médico en el proceso de prediagnóstico puede marcar una diferencia sustancial en la calidad de vida de los pacientes. El uso de machine learning no sólo permitirá aumentar la precisión en los diagnósticos, sino que también ayudará a identificar patrones clínicos que no son evidentes mediante los métodos tradicionales, contribuyendo a una detección más temprana y eficaz. Por lo tanto, la presente investigación representa una oportunidad de innovación y mejora continua en los servicios de atención médica, priorizando la prevención y el tamizaje oportuno de patologías cardíacas

El objetivo general de la investigación fue desarrollar un sistema web basado en machine learning para apoyar el prediagnóstico de cardiomiopatía isquémica en paciente de cardiología del Hospital Santa María de Cutervo. Los objetivos específicos incluyeron, determinar las características del paciente relacionadas con la presencia de cardiomiopatía isquémica en base a la revisión de la literatura, crear un modelo de machine learning que permita alcanzar el mayor grado de precisión a la hora de predecir la enfermedad de cardiomiopatía isquémica, construir una aplicación web que integre al modelo entrenado para predecir la enfermedad de cardiomiopatía isquémica. Finalmente, validar la aceptación tecnológica de la solución mediante el modelo TAM.

En esta investigación se logró desarrollar un sistema web basado en machine learning que apoya el prediagnóstico de la cardiomiopatía isquémica en pacientes del Hospital Santa María de Cutervo. Los resultados demostraron que el modelo de red neuronal implementado alcanzó altos niveles de precisión, exactitud y sensibilidad, superando al otro modelo evaluado. Como consecuencia, la solución mejoró significativamente los tiempos de prediagnóstico y optimizó los procesos médicos. Además, la validación realizada mediante el modelo TAM evidenció una aceptación positiva por parte de los usuarios, quienes aprobaron su funcionalidad y facilidad de uso. Este trabajo no solo contribuyó al diagnóstico temprano de la enfermedad, sino que también estableció un precedente para futuras investigaciones en regiones con recursos limitados.

### **Revisión de literatura**

La sección se enfoca en examinar estudios relevantes y los fundamentos teóricos de la cardiopatía isquémica, abordando tanto los factores de riesgo más relevantes como las estrategias empleadas en su diagnóstico y tratamiento, cuya efectividad ha sido probada en distintos contextos clínicos y poblacionales. Asimismo, se examinan los principios que respaldan el uso de técnicas de machine learning como herramientas innovadoras en este ámbito.

## **Antecedentes**

Humberto Marquéz [11] ejecutó un programa educativo dirigida a pacientes de un centro de rehabilitación cardiovascular. A través de un estudio cuasi-experimental, se evaluó el grado de conocimiento de los participantes antes y después de llevar a cabo la intervención, utilizando cuestionarios estructurados. Los hallazgos revelaron una mejora notable en el entendimiento sobre la cardiopatía isquémica (CI), con un aumento del 76.32% al 94.74% en temas generales, y una significativa disminución del desconocimiento en cuanto a estilos de vida saludables. El estudio concluyó que la intervención educativa fue eficaz para incrementar el conocimiento, subrayando la relevancia de la educación en salud para enfrentar las enfermedades cardiovasculares y optimizar los resultados clínicos.

Rosalía Fernández et al. [12] analizaron el impacto de un programa de rehabilitación cardíaca en la mejora del bienestar general y el control de factores de riesgo en personas con enfermedades cardíacas. Este estudio retrospectivo se realizó en el 2018 en Lima, incluyendo a 280 pacientes del Instituto Nacional Cardiovascular (INCOR) quienes participaron en un programa de ocho semanas que combinaba actividad física y talleres educativos sobre nutrición, salud mental y hábitos de vida saludables. Los resultados mostraron avances significativos en el bienestar general, indicadores nutricionales como el IMC y capacidad física, con un incremento del 38% en la actividad física. Además, se observó un aumento considerable en los niveles de HDL. El estudio concluyó que la rehabilitación cardíaca es una intervención esencial en la prevención terciaria, mejorando tanto el bienestar integral como el control de los factores de riesgo en pacientes con cardiopatía coronaria isquémica, destacando la importancia de estos programas en el tratamiento integral de la enfermedad.

Miguel Garay [13] informó sobre la prevalencia de factores de riesgo cardiovascular en un hospital, en un estudio descriptivo, transversal, con 200 sujetos y estratificación por Framingham. Se clasificó al 51,37 % como bajo riesgo, al 30,5 % como riesgo intermedio y al 18,5 % como alto. Los factores más comunes fueron hipertensión (61 %), obesidad (42,5 %), diabetes (41,3 %) y dislipidemia (34,4 %). El autor recomienda reforzar medidas preventivas, especialmente el manejo de la hipertensión y la promoción de estilos saludables, para reducir la cardiopatía isquémica.

José Ferreira [14] evaluó los efectos de un programa de rehabilitación cardíaca sobre pacientes diagnosticados con cardiopatía isquémica. Este análisis retrospectivo incluyó a 280 pacientes y exploró cómo la rehabilitación cardíaca podría favorecer tanto la mejora en la calidad de vida como el manejo de los factores de riesgo cardiovascular. Los hallazgos mostraron avances notables en la calidad de vida y en aspectos nutricionales luego de la

participación en el programa. La investigación subraya la relevancia de intervenciones terapéuticas integrales para el tratamiento eficaz de las enfermedades cardiovasculares, particularmente en el caso de la cardiopatía isquémica.

Yerson Chuiquiruna [15] analizó la adherencia terapéutica en 150 pacientes con diagnóstico de hipertensión arterial. Mediante el Test de Morisky-Green, se identificó baja adherencia en 59 %, adherencia media en 24 % y alta en 17 %. Asimismo, edad, sexo y nivel educativo se asociaron con los niveles de cumplimiento. El estudio plantea la necesidad de estrategias educativas y motivacionales para elevar la adherencia y prevenir complicaciones cardiovasculares, entre ellas la cardiopatía isquémica.

Juana Ninatanta et al. [16] analizaron la relación entre las enfermedades cardiovasculares (ECV) y la mortalidad por COVID-19 en pacientes hospitalizados. El estudio incluyó 576 casos (julio–diciembre de 2020) y empleó un modelo de riesgos proporcionales de Cox. Se observó una mortalidad del 45,1 % y se asociaron a mayor riesgo de muerte la hipertensión arterial y la diabetes tipo 2, efecto más marcado en menores de 60 años o con  $SpO_2 < 80$  %. Se concluye que las comorbilidades cardiovasculares, en especial la hipertensión, incrementan significativamente la mortalidad por COVID-19.

### **Bases teóricas**

La cardiomiopatía isquémica se refiere a una condición donde el flujo sanguíneo al corazón es insuficiente, comúnmente debido a la acumulación de placas en las arterias coronarias. Esta reducción en el oxígeno que llega al miocardio puede generar angina de pecho o infarto de miocardio (IM). Los factores de riesgo incluyen presión arterial alta, diabetes, niveles elevados de colesterol y tabaquismo. Las complicaciones pueden ser severas, llevando a insuficiencia cardíaca o muerte súbita. Las variantes incluyen angina estable, angina inestable y IM [1]

Es necesario un diagnóstico precoz y un manejo completo de la cardiopatía isquémica, analizando causas como la aterosclerosis y factores de riesgo como el estrés y el estilo de vida sedentario. Las complicaciones incluyen limitaciones físicas y un mayor riesgo de eventos cardiovasculares. Los síndromes se dividen en agudos, como el infarto, y crónicos, como la angina [17]

El machine learning por su parte, son aquellos sistemas que tratan de resolver problemas de manera artificial, estos se enfocan en cómo trabaja el cerebro humano para la toma de decisiones [17]. Existen diferentes técnicas de clasificación como son el aprendizaje automático el cual aprende de los datos que consume. Si hablamos en contexto de aplicación de aprendizaje automático, existen diferentes factores respecto a las clases no balanceadas por resolver, esto se debe a los diferentes requerimientos específicos que el sistema debe de cumplir a través de

la selección de atributos, recolección de datos justificables [18]. Por otro lado, el árbol de decisión son aquellos resultados posibles de una toma de decisiones, su estructura lleva una forma jerárquica. Los árboles de decisión son una herramienta útil para visualizar y entender las implicaciones de una decisión, y pueden ayudar a los tomadores de decisiones a seleccionar la mejor opción posible en función de los datos y factores relevantes [19].

Las redes neuronales, se centran especialmente en la forma de funcionamiento del ser humano, es decir, un sistema altamente complejo, no-lineal y paralelo. Esto permitiría realizar muchas operaciones simultáneamente. Actualmente, son usadas en tareas de alta complejidad como la identificación de objetos en diversas imágenes y el reconocimiento de la manera en la que el ser humano interactúa [20]. Mientras que las redes bayesianas, son modelos matemáticos que utilizan la teoría de probabilidad para representar y analizar la relación entre las variables. En donde las variables están representadas por nodos, y la relación causal entre ellos está representada por un arqueado. Cada nodo está asociado con la distribución de probabilidad condicional, que describe la relación entre el nodo expresado en la red en la red [20].

### **Materiales y métodos**

En este apartado se detallan el tipo de investigación, la población objetivo, los métodos utilizados, las técnicas de recolección de datos y la metodología aplicada

#### **Tipo de investigación**

La investigación realizada fue de tipo aplicada [21], debido que tuvo como propósito el desarrollo de una solución basada en técnicas de machine learning con el objetivo de apoyar en el prediagnóstico de pacientes que podrían padecer cardiomiopatía isquémica, permitiendo así su diagnóstico oportuno y la recepción de tratamiento por parte del personal médico

#### **Métodos de investigación**

A lo largo de la investigación, se aplicó un conjunto de técnicas y herramientas orientadas a la obtención de información relevante acerca de la cardiopatía isquémica.

TABLA I  
MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

Método	Sustento por el cual fue empleado en la investigación
Analítico	Permitió analizar la problemática relacionada con la cardiomiopatía isquémica para recopilar datos clave.
Deductivo	Facilitó la obtención de conocimiento basado en la información extraída de reportes de morbilidad.
Implementación	Para la construcción del modelo predictivo y la implementación de la aplicación web

#### **Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

En esta investigación se utilizaron varias técnicas y herramientas para recolectar información relevante sobre la cardiomiopatía isquémica.

TABLA II

## TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Técnicas	Instrumentos	Población	Propósito
Análisis documental	Historias clínicas	Pacientes	Se conocieron los detalles médicos de cada paciente en todas las consultas realizadas en el hospital
Entrevista	Guía de entrevista [Anexo 2]	Especialistas de cardiología y médicos generales	Se recopiló información para apoyar la selección de las características del paciente relacionadas con la presencia de cardiomiopatía isquémica
Revisión de la literatura	Ficha de características	Artículos científicos	Determinar las características del paciente relacionadas con la presencia de cardiomiopatía isquémica
Encuesta	Cuestionario	Cardiólogo o médicos generales	Validar la aceptación tecnológica de la solución mediante el modelo TAM

**Resultados****Objetivo específico 1:**

Determinar qué características del paciente están relacionadas con la presencia de cardiomiopatía isquémica en base a la revisión de la literatura. Este análisis se realizó mediante el estudio de las características más comunes encontradas en los estudios y las respuestas de los médicos generales y especialistas. A través de la asignación de pesos a cada variable identificada en los estudios y respuestas de los médicos, se seleccionaron como factores clave para esta investigación: obesidad, tabaquismo, consumo de medicamentos para la presión, hipertensión arterial, diabetes, colesterol total y nivel de glucosa. A continuación, se detallarán las variables utilizadas en el sistema, así como el tipo y la descripción de cada una de ellas.

TABLA IV  
DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES DE ESTUDIO

Variable	Tipo de dato	Descripción
Altura (cm)	Numérico	Representa la longitud de una persona desde los pies hasta la cabeza
Peso (kg)	Numérico	Indica la masa corporal de una persona, usualmente medida en kilogramos.
Fuma	Lógico	Variable que indica si una persona fuma o no
Medicamentos para la presión	Lógico	Muestra si una persona está tomando medicación para controlar su presión arterial
Hipertensión	Lógico	Indica si una persona tiene hipertensión (presión arterial alta)
Diabetes	Lógico	Determina si una persona tiene diabetes
Nivel de colesterol (mg/dl)	Numérico	Mide la cantidad de colesterol en la sangre de una persona
Nivel de glucosa (mg/dl)	Numérico	Representa la cantidad de azúcar (glucosa) en la sangre
Nivel de presión arterial sistólica (mmHg)	Numérico	Mide la presión en las arterias durante el latido del corazón
Nivel de presión arterial diastólica (mmHg)	Numérico	Mide la presión en las arterias cuando el corazón está en reposo

**Objetivo específico 2**

Crear un modelo de machine learning que permita alcanzar el mayor grado de precisión en la predicción de la enfermedad de cardiomiopatía isquémica. Para ello, se desarrolló un modelo de machine learning para predecir la presencia de cardiomiopatía isquémica utilizando 1,086 registros de pacientes del hospital. La evaluación de los modelos se llevó a cabo mediante un conjunto de datos dividido en dos partes, 760 registros para el entrenamiento y 326 registros para las pruebas.

En la fase de modelado, se implementaron y evaluaron dos modelos de machine learning, una red neuronal y un modelo de árboles de decisión. Ambos modelos fueron evaluados utilizando métricas estándar como precisión, exactitud y sensibilidad. Los resultados obtenidos de la evaluación indicaron que la red neuronal superó al modelo de árboles de decisión en términos de rendimiento.

TABLA V  
COMPARATIVA DE RESULTADOS DEL MODELO DE MACHINE LEARNING

Modelo	Precisión (%)	Exactitud (%)	Sensibilidad (%)
Red Neuronal	97.2	97.3	97.3
Árbol de Decisión	96.5	96.9	96.9

### Objetivo específico 3

El desarrollo de la aplicación web para predecir la enfermedad de cardiomiopatía isquémica se centró en lograr una integración efectiva entre el modelo de predicción y el sistema web, permitiendo determinar de manera precisa si un paciente presenta o no la enfermedad. Para esto, se definieron varios requisitos funcionales y no funcionales. Para validar el cumplimiento de estos requisitos, se realizaron pruebas de caja negra orientadas a evaluar las funcionalidades externas del sistema. Estas pruebas confirmaron que el acceso está restringido a usuarios no registrados y que solo es posible registrar pacientes que cuenten con un DNI válido registrado en RENIEC

TABLA VI  
PRUEBAS DE CAJA NEGRA

N°	Tipo de prueba	Requerimiento	Caso de prueba	Resultado obtenido	Cumple
1	Funcional	Registro de usuarios	Validar el tipo de usuario al ingresar al sistema	El sistema restringe el acceso a los usuarios no registrados, impidiendo su ingreso al sistema.	Sí
2	Funcional	Registro de pacientes	Registrar únicamente pacientes con DNI registrado en RENIEC	El sistema permitió el registro únicamente de pacientes que estaban en la base de datos de RENIEC.	Sí

3	Funcional	Permitir la evaluación de los pacientes	la	Verificar que solo pacientes registrados puedan ser evaluados	El sistema mostró un mensaje advirtiendo que el paciente no estaba registrado y solicitó reintento.	Sí
4	Funcional	Permitir hacer seguimiento de los niveles de colesterol, glucosa, presión sistólica y diastólica	hacer	Verificar que el sistema permita hacer seguimiento	El sistema muestra un gráfico de seguimiento dando la fecha y el valor registrado en cada fecha	Sí

Por otro lado, las pruebas de caja blanca se centraron en el análisis interno del sistema, estas pruebas confirmaron que las validaciones según el tipo de usuario están correctamente implementadas. También se comprobó que el sistema no permite registrar o evaluar pacientes si los datos ingresados están incompletos. Asimismo, se verificó que los campos diseñados para recibir datos numéricos rechacen automáticamente cualquier valor no válido, como letras y muestran mensajes de advertencia al usuario.

TABLA VII  
PRUEBAS DE CAJA BLANCA

Nº	Tipo de prueba	Requerimiento	Caso de prueba	Resultado esperado	Cumple
1	Funcional	Verificar el tipo de usuario	Las validaciones se establecieron correctamente, respetando los tipos de usuario	Las validaciones se establecieron correctamente, respetando los tipos de usuario	Sí
2	No funcional	Impedir que un paciente se registre si falta llenar algún dato obligatorio	Se solicitó completar todos los datos antes de permitir el registro	El sistema debe bloquear el registro de un paciente si no se han completado todos los campos obligatorios	Sí
3	Funcional	Impedir que se registre la evaluación de un paciente con datos incompletos	El sistema no procedió con la evaluación hasta completar los datos ingresados	El sistema no procedió con la evaluación hasta completar los datos ingresados	Sí
4	No funcional	Impedir el registro de letras en campos donde deban ingresarse números	El sistema mostró un mensaje de advertencia y bloqueó el ingreso de caracteres	El sistema mostró un mensaje de advertencia y bloqueó el ingreso de caracteres	Sí

En la interfaz, el sistema solicita los datos clínicos del paciente, como edad, presión arterial, colesterol, entre otros, para predecir si la persona presenta cardiomiopatía isquémica. Después de ingresar esta información, el sistema procesa los datos y presenta un resultado que indica si el paciente tiene o no la enfermedad.

Parámetro	Debe ser	Límite de la normal	Año
Colesterol (mg/dL)	Menos de 200	200 - 239	240 o más
Glucosa (mg/dL)	70 - 99	100 - 125	125 o más
Presión Arterial (mmHg)	Menos de 120	120 - 159	130 o más
Presión Diastólica (mmHg)	Menor de 80	80 - 89	90 o más
Presión Cardíaca (mmHg)	60 - 100	100 - 139	130 o más

Fig 4. Resultado de la evaluación de paciente

Adicionalmente, se incorporó pruebas unitarias realizadas en el sistema de predicción de cardiomiopatía isquémica validan la funcionalidad de la API /evaluarIA al enviar datos de pacientes que presentan distintos perfiles de factores de riesgo. Se incluyeron pruebas tanto para resultados positivos como negativos. Las pruebas de resultados positivos verifican que el sistema identifique correctamente la presencia de la enfermedad en pacientes de acuerdo con los factores de riesgo, mientras que las pruebas de resultados negativos aseguran que el sistema responda adecuadamente cuando no se presentan esos riesgos.

```
Datos recibidos: {'fuma': 0, 'medicamentos': 1, 'hipertension': 1, 'diabetes': 1, 'colesterol': 388, 'sistolica': 131, 'diastolica': 105, 'altura': 188, 'peso': 188, 'glucosa': 434}
Fuma: 0, Medicamentos: 1, Hipertension: 1, Diabetes: 1, Colesterol: 388.0, Sistolica: 131.0, Diastolica: 105.0, IMC: 30.864197530864196, Glucosa: 434.0
Datos procesados antes de la prediccion: [388, 131, 105, 30.864197, 434, 0]
1
1
1
2024-10-30 19:25:35 - 303655 - I tensorflow/core/platform/cpu_feature_guard.cc:210] This TensorFlow binary is optimized to use available CPU instructions in performance-critical operations
To enable the following instructions: AVX2 FMA, in other operations, rebuild TensorFlow with the appropriate compiler flags.
WARNING: absl:Compiled the loaded model, but the compiled metrics have yet to be built. 'model.compile_metrics' will be empty until you train or evaluate the model.
1/1 -> 397ms/stop
Resultado de la prediccion: [[0.9999965]]
Resultado de la prediccion: 0
```

Fig. 6 Pruebas unitarias con resultado positivo

```
Datos recibidos: {'fuma': 1, 'medicamentos': 0, 'hipertension': 0, 'diabetes': 1, 'colesterol': 148, 'sistolica': 102, 'diastolica': 68, 'altura': 170, 'peso': 57, 'glucosa': 117}
Fuma: 1, Medicamentos: 0, Hipertension: 0, Diabetes: 1, Colesterol: 148.0, Sistolica: 102.0, Diastolica: 68.0, IMC: 19.723183391885803, Glucosa: 117.0
Datos procesados antes de la prediccion: [148, 102, 68, 19.723183, 117, 1]
0
0
1
WARNING: absl:Compiled the loaded model, but the compiled metrics have yet to be built. 'model.compile_metrics' will be empty until you train or evaluate the model.
1/1 -> 389ms/stop
Resultado de la prediccion: [[0.]]
Resultado de la prediccion: 0
```

Fig. 7 Pruebas unitarias con resultado negativo

#### Objetivo específico 4

Con el propósito de analizar la aceptación de la solución presentada en esta investigación, se utilizó el modelo de aceptación tecnológica (TAM). El instrumento diseñado para esta validación fue completado por un grupo de 7 médicos, quienes calificaron su percepción del sistema en una escala del 1 al 5, donde 1 corresponde a una evaluación negativa y 5 a una evaluación positiva.

Tras procesar las respuestas obtenidas, el puntaje promedio para la percepción de utilidad fue 4 puntos, lo que sugiere que los médicos consideran que la herramienta es muy valiosa. En

cuanto a la facilidad de uso, el puntaje promedio fue 4.3 puntos, lo que indica que los médicos encuentran el sistema fácil de usar y no tienen grandes inconvenientes al interactuar con él.

TABLA VIII  
RESULTADOS OBTENIDOS

Factor	Puntaje Promedio	Puntaje Máximo	Porcentaje del Puntaje Máximo	Quintil	Valoración
Utilidad Percibida	4 puntos	5 puntos	80%	Quintil 4	Muy útil para la predicción de la cardiomiopatía isquémica
Facilidad de Uso Percibida	4.3 puntos	5 puntos	86%	Quintil 4	Fácil de usar, con pocos inconvenientes en la interacción

## Discusión

En relación con los estilos de vida saludables, Humberto Márquez [11] destaca que un estilo de vida poco saludable, caracterizado por la falta de actividad física y una mala alimentación, puede llevar a un aumento en el sedentarismo y la obesidad, lo que incrementa el riesgo de desarrollar cardiomiopatía isquémica (CI). Estos hallazgos concuerdan con los resultados obtenidos en esta investigación, donde la obesidad y la falta de ejercicio fueron identificados como factores de riesgo predominantes para CI. Además, Márquez subraya la importancia de informar adecuadamente a los pacientes sobre los riesgos de mantener hábitos poco saludables, algo que se refuerza en la presente investigación, donde se enfatizó en la educación preventiva como una estrategia clave.

En cuanto a la diabetes, el estudio de Miguel Garay [13] confirma que existe una alta prevalencia de esta enfermedad en pacientes con riesgo cardiovascular. Esto coincide con los resultados de esta investigación, donde la diabetes emergió como un factor crítico asociado a CI. La implementación de programas específicos para el monitoreo de la diabetes, como lo sugiere Garay, podría reducir significativamente los casos de cardiopatía isquémica en poblaciones de alto riesgo, una estrategia que también se contempla en nuestras recomendaciones finales.

Por otro lado, la hipertensión arterial fue otro factor crucial identificado en esta investigación. Rosalía Fernández et al. [12] evidenciaron que los programas de rehabilitación cardíaca contribuyen a mejorar los niveles de presión arterial, lo que puede disminuir el riesgo de CI. Estos resultados están alineados con los obtenidos en este estudio, donde se observó una fuerte correlación entre la hipertensión y el desarrollo de CI. Además, se resalta la necesidad de adoptar enfoques integrales que combinen tanto el control de la hipertensión como otros factores de riesgo cardiovascular, tal como lo proponen Fernández et al.

Finalmente, la investigación de José Ferreira [14] muestra cómo la rehabilitación cardíaca no solo mejora la calidad de vida, sino que también influye en el control de factores de riesgo,

como la diabetes y la hipertensión, lo que es congruente con los hallazgos presentados en este trabajo. Las intervenciones terapéuticas integrales juegan un rol fundamental en la mejora del pronóstico de pacientes con CI, reforzando la idea de que la prevención y el control de los factores de riesgo deben ser prioridad en los sistemas de salud.

### **Conclusiones**

La presente investigación ha abordado la necesidad crítica de un sistema web basado en machine learning para el prediagnóstico de cardiomiopatía isquémica en pacientes del Hospital Santa María de Cutervo. Este esfuerzo se origina debido a la falta de especialista en el área de cardiología en donde los médicos generales pueden hacer uso del sistema y dar un prediagnóstico en base a los datos ingresados.

Mediante el análisis de la literatura y la consulta con médicos y especialistas, se identificaron las variables críticas asociadas con la cardiomiopatía isquémica.

El desarrollo y evaluación de dos algoritmos, una red neuronal y un modelo de árboles de decisión, permitió identificar la red neuronal como la solución más efectiva garantizando un alto nivel de confianza en los resultados generados. La integración del modelo predictivo en una plataforma web permitió desarrollar una herramienta accesible y segura para los profesionales de la salud. Las pruebas funcionales y no funcionales confirmaron que el sistema cumple con los requerimientos establecidos, incluyendo la restricción de acceso para usuarios no registrados, el registro únicamente de pacientes con datos válidos y la funcionalidad para evaluar dando seguimiento a los datos registrados.

La evaluación de la solución por parte de los médicos participantes mostró una percepción positiva respecto a su utilidad y facilidad de uso. Ambos factores, ubicados en el cuarto quintil, reflejan que la aplicación es percibida como útil y fácil de usar.

### **Recomendaciones**

Para futuras investigaciones, se sugiere considerar la implementación de un algoritmo experto que complemente el modelo de machine learning actual. Este algoritmo debería estar basado en reglas clínicas específicas que permitan determinar la tendencia de los pacientes a desarrollar cardiomiopatía isquémica, proporcionando así un análisis más profundo y fundamentado de los datos recopilados. Además, se aconseja implementar un sistema de retroalimentación que permita a los profesionales de la salud sugerir mejoras y ajustes en el sistema. Esta práctica asegurará que el sistema evolucione con las necesidades cambiantes de la práctica médica, promoviendo así un enfoque centrado en el paciente y una atención más efectiva.

## Referencias

- [1] Antonio Paganini, Deborah E. Azul, y Adel Elmoselhi, «Capítulo 8: Cardiopatía isquémica y fármacos para su tratamiento». [En línea]. Disponible en: <https://accessmedicine-mhmedical-com.usat.lookproxy.com/content.aspx?bookid=2224&sectionid=171660665#1146874289>
- [2] Antonio Fernández Ortiz, «Capítulo 28 ¿Qué es el infarto agudo de miocardio?». Accedido: 29 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: [https://www.fbbva.es/microsites/salud\\_cardio/fbbva\\_libroCorazon\\_Cap\\_28.html?gOrrri=1](https://www.fbbva.es/microsites/salud_cardio/fbbva_libroCorazon_Cap_28.html?gOrrri=1)
- [3] Organización Panamericana de la Salud, «Enfermedades cardiovasculares - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud». Accedido: 25 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/temas/enfermedades-cardiovasculares>
- [4] Instituto Nacional de Estadística e Informática, «Perú: Enfermedades No Transmisibles y Transmisibles 2022». [En línea]. Disponible en: [https://proyectos.inei.gob.pe/endes/2022/SALUD/ENFERMEDADES\\_ENDES\\_2022.pdf](https://proyectos.inei.gob.pe/endes/2022/SALUD/ENFERMEDADES_ENDES_2022.pdf)
- [5] Ministerio de Salud, «Carga de enfermedad - Región Cajamarca». [En línea]. Disponible en: <https://www.dge.gob.pe/portal/docs/tools/CargaEnfermedad/2020/CAJAMARCA.pdf>
- [6] M. Chacón-Díaz *et al.*, «Tratamiento del infarto agudo de miocardio en el Perú y su relación con eventos adversos intrahospitalarios: Resultados del Segundo Registro Peruano de Infarto de Miocardio con elevación del segmento ST (PERSTEMI-II)», *Treatment of acute myocardial infarction in Peru and its relationship with in-hospital adverse events: Results from the Second Peruvian Registry of ST-segment elevation myocardial infarction (PERSTEMI-II)*, abr. 2021, doi: 10.47487/apcyccv.v2i2.132.
- [7] G. Peña-Rodríguez, A. G. Gallardo-Hernández, C. G. Llerena-García, M. A. Maldonado-Burgos, y E. Escobedo-Naurisa, «Impacto de la diabetes en el riesgo cardiovascular en pacientes con dislipidemia», *Arch. Cardiol. México*, vol. 94, n.º 2, p. 161, feb. 2024, doi: 10.24875/ACM.23000042.
- [8] E. J. Caballero Huaroc, «Factores De Riesgo Para Desarrollar Infarto Agudo Miocardio En Pacientes Adultos En El Hospital De Ventanilla Periodo 2017 – 2019

Lima – Perú». Accedido: 25 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.upsjb.edu.pe/item/8d7b2d5d-a65c-4ca5-9fd8-f6a75ab709cc>

[9] Organización Panamericana de la Salud, «La Carga de Enfermedades Cardiovasculares - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud», La Carga de Enfermedades Cardiovasculares. [En línea]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/enlace/carga-enfermedades-cardiovasculares>

[10] S. S. Virani *et al.*, «Heart Disease and Stroke Statistics—2021 Update: A Report From the American Heart Association», *Circulation*, vol. 143, n.º 8, feb. 2021, doi: 10.1161/CIR.0000000000000950.

[11] Dr. Humberto Márquez Peña, «Intervención educativa sobre cardiopatía isquémica en pacientes rehabilitados en el gimnasio cardiovascular. Hospital Lenin. 2021 2022.» [En línea]. Disponible en: <https://tesis.hlg.sld.cu/index.php?Id=2980&P=DownloadFile>

[12] Rosalía Fernández Coronado y Adriel Olórtegui Yzu, «Efectividad de la prevención terciaria en la calidad de vida y control de los factores de riesgo en pacientes con cardiopatía coronaria isquémica», *Arch. Peru. Cardiol. Cir. Cardiovasc.*, vol. 4, n.º 3, Art. n.º 3, sep. 2023, doi: 10.47487/apcyccv.v4i3.323.

[13] Miguel Angel Garay Enriquez, «PREVALENCIA DE FACTORES DE RIESGO Y RIESGO CARDIOVASCULAR SEGÚN ESCALA DE FRAMINGHAM EN ADULTOS MENORES DE 74 AÑOS ATENDIDOS EN EL HOSPITAL II RAMÓN CASTILLA EN EL PERIODO ENERO DICIEMBRE 2023». [En línea]. Disponible en: [https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13084/8577/UNFV\\_FMHU\\_Garay%20Enriquez%20Miguel%20Angel\\_Titulo%20profesional\\_2024.pdf?isAllowed=y&sequence=1](https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13084/8577/UNFV_FMHU_Garay%20Enriquez%20Miguel%20Angel_Titulo%20profesional_2024.pdf?isAllowed=y&sequence=1)

[14] José Ferreira Díaz, «Mejora de la calidad de vida a través de un programa de rehabilitación cardíaca». [En línea]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=312660>

[15] CHUQUIRUNA SÁNCHEZ, YERSON YORDAN, «ADHERENCIA AL TRATAMIENTO FARMACOLÓGICO EN PACIENTES CON HIPERTENSIÓN ARTERIAL EN EL CENTRO DE SALUD DEL DISTRITO DE MAGDALENA DICIEMBRE 2022 – FEBRERO 2023». [En línea]. Disponible en: [https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/5675/T016\\_72646137\\_T.pdf?isAllowed=y&sequence=1](https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/5675/T016_72646137_T.pdf?isAllowed=y&sequence=1)

- [16] Juana Aurelia Ninatanta-Ortiz *et al.*, «Enfermedades cardiovasculares y mortalidad hospitalaria por COVID-19 en establecimientos de salud del departamento de Cajamarca, año 2020». [En línea]. Disponible en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/anales/article/view/27751>
- [17] Elliot M. Antman; Joseph Loscalzo, «Cardiopatía isquémica | Harrison. Principios de Medicina Interna, 21e | AccessMedicina | McGraw Hill Medical». Accedido: 29 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?bookid=3118&sectionid=268017036>
- [18] Dilber Uzun Ozsahin y Ilker Ozsahin, «Applied Machine Learning and Multi-criteria Decision-making in Healthcare». [En línea]. Disponible en: <https://www.eurekaselect.com/chapter/15810>
- [19] Gareth James, Daniela Witten, Trevor Hastie, y Rob Tibshirani, *An Introduction to Statistical Learning with Applications in R*, Second Edition. Springer, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.statlearning.com>
- [20] Elsa Josefina Albornoz Zamora *et al.*, «Metodología de la investigación aplicada», Ediciones Mawil. [En línea]. Disponible en: <https://mawil.us/metodologia-de-la-investigacion-aplicada-a-las-ciencias-de-la-salud-y-la-educacion/>
- [21] Jordi Gironés Roig, «Metodologías y estándares», [En línea]. Disponible en: [https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/71345/4/Business%20analytics\\_Módulo%203\\_Metodologías%20y%20estándares.pdf](https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/71345/4/Business%20analytics_Módulo%203_Metodologías%20y%20estándares.pdf)

## Anexos

**ANEXO N° 1**  
**REPORTE DE MORBILIDAD**

<b>REPORTE DE MORBILIDAD HOSPITAL SANTA MARIA DE CUTERVO</b>								
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	FECHA FIN: OCTUBRE 2024						Total general
		FECHA DE INICIO: AÑO 2019						
		2019	2020	2021	2022	2023	2024	
I10X	HIPERTENSION ESENCIAL (PRIMARIA)	367	142	144	106	134	66	959
I110	ENFERMEDAD CARDIACA HIPERTENSIVA CON INSUFICIENCIA CARDIACA (CONGESTIVA)	5	10	25	75	192	92	399
I119	ENFERMEDAD CARDIACA HIPERTENSIVA SIN INSUFICIENCIA CARDIACA (CONGESTIVA)	117	47	104	222	190	147	827
I120	ENFERMEDAD RENAL HIPERTENSIVA CON INSUFICIENCIA RENAL					1		1
I129	ENFERMEDAD RENAL HIPERTENSIVA SIN INSUFICIENCIA RENAL		1				1	2
I132	ENFERMEDAD CARDIORRENAL HIPERTENSIVA CON INSUFICIENCIA CARDIACA (CONGESTIVA) E INSUFICIE			1				1
I139	ENFERMEDAD CARDIORRENAL HIPERTENSIVA NO ESPECIFICADA	1						1
I150	HIPERTENSION RENOVASCULAR	1						1
I159	HIPERTENSION SECUNDARIA NO ESPECIFICADA	3						3
I200	ANGINA INESTABLE	3	4	15	1	1		24
I201	ANGINA DE PECHO CON ESPASMO DOCUMENTADO				1			1
I208	OTRAS FORMAS ESPECIFICADAS DE ANGINA DE PECHO					1	1	2
I209	ANGINA DE PECHO NO ESPECIFICADA	77	23	38	77	105	109	429
I210	INFARTO TRANSMURAL AGUDO DEL MIOCARDIO DE LA PARED ANTERIOR						1	1
I211	INFARTO TRANSMURAL AGUDO DEL MIOCARDIO DE LA PARED INFERIOR	1						1
I233	RUPTURA DE LA PARED CARDIACA SIN HEMOPERICARDIO COMO COMPLICACION PRESENTE POSTERIOR AL				1			1
I250	ENFERMEDAD CARDIOVASCULAR ATROSCLEROTICA ASI DESCRITA	5	4	1				10
I251	ENFERMEDAD ATROSCLEROTICA DEL CORAZON	1			1			2
I253	ANEURISMA CARDIACO		1					1
I255	CARDIOMIOPATIA ISQUEMICA	78	17	57	83	118	28	381
I259	ENFERMEDAD ISQUEMICA CRONICA DEL CORAZON NO ESPECIFICADA	4	1	20			1	26
I269	EMBOLIA PULMONAR SIN MENCION DE CORAZON PULMONAR AGUDO				1		1	2
I270	HIPERTENSION PULMONAR PRIMARIA	2	1			3	1	7
I271	ENFERMEDAD CIFOSCOLIOTICA DEL CORAZON	1	1					2
I272	OTRAS HIPERTENSIONES PULMONARES SECUNDARIAS	1	1	3	1	2	2	10
I309	PERICARDITIS AGUDA NO ESPECIFICADA	1						1
I310	PERICARDITIS CRONICA ADHESIVA	2	1				1	4
I312	HEMOPERICARDIO NO CLASIFICADO EN OTRA PARTE					1		1
I313	DERRAME PERICARDICO (NO INFLAMATORIO)	2		2	1		1	6
I320	PERICARDITIS EN ENFERMEDADES BACTERIANAS CLASIFICADAS EN OTRA PARTE	1						1
I339	ENDOCARDITIS AGUDA NO ESPECIFICADA			1				1
I340	INSUFICIENCIA (DE LA VALVULA) MITRAL					1		1
I349	TRASTORNO MITRAL NO REUMATICO NO ESPECIFICADO					1		1
I350	ESTENOSIS (DE LA VALVULA) AORTICA	1	2			1	1	5
I351	INSUFICIENCIA (DE LA VALVULA) AORTICA	14	1	6	9	4	1	35
I352	ESTENOSIS (DE LA VALVULA) AORTICA CON INSUFICIENCIA						1	1
I359	TRASTORNO DE LA VALVULA AORTICA NO ESPECIFICADO	2	1					3
I370	ESTENOSIS DE LA VALVULA PULMONAR	1	2	1		1	1	6
I371	INSUFICIENCIA DE LA VALVULA PULMONAR	1						1
I38X	ENDOCARDITIS VALVULA NO ESPECIFICADA			1				1
I392	TRASTORNOS DE LA VALVULA TRICUSPIDE EN ENFERMEDADES CLASIFICADAS EN OTRA PARTE			7	3	2	2	14

I420	CARDIOMIOPATIA DILATADA	4					1	5
I421	CARDIOMIOPATIA HIPERTROFICA OBSTRUCTIVA	7	2	1	3	4	14	31
I422	OTRAS CARDIOMIOPATIAS HIPERTROFICAS					1		1
I424	FIBROELASTOSIS ENDOCARDICA	1						1
I429	CARDIOMIOPATIA NO ESPECIFICADA	2				2	1	5
I440	BLOQUEO AURICULOVENTRICULAR DE PRIMER GRADO				3	1	2	6
I442	BLOQUEO AURICULOVENTRICULAR COMPLETO	1	2	1	1	2	1	8
I443	OTROS TIPOS DE BLOQUEO AURICULOVENTRICULAR Y LOS NO ESPECIFICADOS						1	1
I444	BLOQUEO FASCICULAR ANTERIOR IZQUIERDO				1			1
I446	OTROS TIPOS DE BLOQUEO FASCICULAR Y LOS NO ESPECIFICADOS					2		2
I447	BLOQUEO DE RAMA IZQUIERDA DEL HAZ SIN OTRA ESPECIFICACION						1	1
I451	OTROS TIPOS DE BLOQUEO DE RAMA DERECHA DEL HAZ Y LOS NO ESPECIFICADOS						1	1
I452	BLOQUEO BIFASCICULAR				2	2	1	5
I453	BLOQUEO TRIFASCICULAR					3		3
I456	SINDROME DE PREEXCITACION	2				2		4
I459	TRASTORNO DE LA CONDUCCION NO ESPECIFICADO					2	1	3
I470	ARRITMIA POR REENTRADA VENTRICULAR		1					1
I471	TAQUICARDIA SUPRAVENTRICULAR	45	25	48	52	37	35	242
I472	TAQUICARDIA VENTRICULAR	2	2	1	1		1	7
I479	TAQUICARDIA PAROXISTICA NO ESPECIFICADA	2	1	6	1			10
I480	FIBRILACION AURICULAR PAROXISTICA	12		1	5	1	1	20
I481	FIBRILACION AURICULAR PERSISTENTE			1		4		5
I482	FIBRILACION AURICULAR CRONICA					28		28
I483	ALETEO AURICULAR TÁPICO					1		1
I489	FIBRILACION Y ALETEO AURICULAR NO ESPECIFICADO	22	1				1	24
I48X	FIBRILACION Y ALETEO AURICULAR	32	32	47	78	58	31	278
I490	FIBRILACION Y ALETEO VENTRICULAR		1		2	1		4
I491	DESPOLARIZACION AURICULAR PREMATURA				16	37	14	67
I492	DESPOLARIZACION PREMATURA NODAL						1	1
I493	DESPOLARIZACION VENTRICULAR PREMATURA			5	10	21	16	52
I494	OTROS TIPOS DE DESPOLARIZACION PREMATURA Y LOS NO ESPECIFICADOS						1	1
I495	SINDROME DEL SENO ENFERMO		1		4	2	3	10
I498	OTRAS ARRITMIAS CARDIACAS ESPECIFICADAS			1			1	2
I499	ARRITMIA CARDIACA NO ESPECIFICADA	8	3	1	2	3	2	19
I500	INSUFICIENCIA CARDIACA CONGESTIVA	256	102	167	204	177	161	1067
I501	INSUFICIENCIA VENTRICULAR IZQUIERDA	2						2
I509	INSUFICIENCIA CARDIACA NO ESPECIFICADA	24	10	2	5	10	14	65
I510	DEFECTO DEL TABIQUE CARDIACO ADQUIRIDO	1					1	2
I516	ENFERMEDAD CARDIOVASCULAR NO ESPECIFICADA		1					1
I517	CARDIOMEGALIA	1				1	1	3
I519	ENFERMEDAD CARDIACA NO ESPECIFICADA	4	1	3	4	5	3	20
I601	HEMORRAGIA SUBARACNOIDEA DE ARTERIA CEREBRAL MEDIA				1			1
I603	HEMORRAGIA SUBARACNOIDEA DE ARTERIA COMUNICANTE POSTERIOR				1			1
I609	HEMORRAGIA SUBARACNOIDEA NO ESPECIFICADA		1					1
I610	HEMORRAGIA INTRACEREBRAL EN HEMISFERIO SUBCORTICAL		1					1
I619	HEMORRAGIA INTRAENCEFALICA NO ESPECIFICADA						1	1
I620	HEMORRAGIA SUBDURAL (AGUDA) (NO TRAUMATICA)				1			1
I629	HEMORRAGIA INTRACRANEAL (NO TRAUMATICA) NO ESPECIFICADA	1						1
I634	INFARTO CEREBRAL DEBIDO A EMBOLIA DE ARTERIAS CEREBRALES				1	1	2	4
I638	OTROS INFARTOS CEREBRALES						1	1

I639	INFARTO CEREBRAL NO ESPECIFICADO	1	1		13	9	24	
I64X	ACCIDENTE VASCULAR ENCEFALICO AGUDO NO ESPECIFICADO COMO HEMORRAGICO O ISQUEMIA	4	8	1	1	2	16	
I660	OCLUSION Y ESTENOSIS DE LA ARTERIA CEREBRAL MEDIA		1				1	
I669	OCLUSION Y ESTENOSIS DE ARTERIA CEREBRAL NO ESPECIFICADA	1					1	
I671	ANEURISMA CEREBRAL SIN RUPTURA				5	1	6	
I672	ATEROSCLEROSIS CEREBRAL				1		1	
I678	OTRAS ENFERMEDADES CEREBROVASCULARES ESPECIFICADAS	3		1		1	5	
I679	ENFERMEDAD CEREBROVASCULAR NO ESPECIFICADA	3	3	5	22	33	74	
I690	SECUELAS DE HEMORRAGIA SUBARACNOIDEA	1			1		2	
I691	SECUELAS DE HEMORRAGIA INTRAENCEFALICA			1		1	2	
I693	SECUELAS DE INFARTO CEREBRAL		1	1		5	3	10
I694	SECUELAS DE ENFERMEDAD CEREBROVASCULAR NO ESPECIFICADA COMO HEMORRAGICA U OCLUSIVA	2	2	4	3	7	9	27
I698	SECUELAS DE OTRAS ENFERMEDADES CEREBROVASCULARES Y DE LAS NO ESPECIFICADAS				3	2	2	7
Total, general		1136	463	724	1009	1234	808	5374

## ANEXO N° 2

### ENTREVISTA MÉDICOS GENERALES Y ESPECIALISTAS

GUÍA DE ENTREVISTA	
<b>CARGO DEL PARTICIPANTE</b>	Guía de entrevista para la obtención de información de la enfermedad de cardiomiopatía isquémica
<b>OBJETIVO</b>	El objetivo es obtener información sobre la experiencia de los médicos generales y especialistas en cardiomiopatía isquémica, incluyendo factores clínicos, riesgos y medidas preventivas, así como también, las dificultades que enfrentan los pacientes en el acceso al diagnóstico y tratamiento, especialmente en contextos de recursos limitados
<b>PARTICIPANTES</b>	Médicos generales y especialistas
<b>PREGUNTAS</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ¿Cuál es la edad promedio de sus pacientes con problemas cardíacos?</li> <li>2. ¿Cuáles son los factores de riesgo más comunes que observa en sus pacientes?</li> <li>3. ¿Qué medidas de prevención y educación proporciona a sus pacientes para reducir el riesgo en contraer cardiomiopatía isquémica?</li> <li>4. ¿Qué avances tecnológicos o técnicas médicas utiliza en su práctica para mejorar la atención a los pacientes?</li> <li>5. Después de un evento o cirugía cardíacos ¿qué es lo que recomienda para la rehabilitación?</li> <li>6. ¿Cuánto tiempo demora después de la consulta la realización de exámenes como son los electrocardiograma, ecocardiograma y tomografía del corazón?</li> <li>7. ¿Considera que factores psicosociales como el estrés y la depresión influyen en el desarrollo de la cardiomiopatía isquémica en sus pacientes?</li> <li>8. ¿Qué tan frecuente es el diagnóstico de cardiomiopatía isquémica en pacientes menores de 40 años en comparación con otros rangos de edad?</li> <li>9. En su experiencia, ¿cuáles son los principales obstáculos que enfrentan los pacientes para acceder a un diagnóstico temprano de cardiomiopatía isquémica?</li> <li>10. ¿De qué manera afectan las comorbilidades, como hipertensión y diabetes, el pronóstico y tratamiento de los pacientes con cardiomiopatía isquémica?</li> <li>11. ¿Cuáles son las principales dificultades para implementar un sistema de prediagnóstico efectivo de cardiomiopatía isquémica en lugares con recursos limitados?</li> <li>12. ¿Cómo valora el impacto de un estilo de vida sedentario en comparación con otros factores de riesgo en el desarrollo de esta enfermedad?</li> <li>13. ¿Qué importancia le atribuye al uso de equipos especializados para el diagnóstico de cardiomiopatía isquémica y cómo afectaría su práctica la disponibilidad de dichos equipos?</li> <li>14. Dado que el tiempo de espera para el diagnóstico y tratamiento puede ser largo, ¿qué medidas sugiere para mejorar la eficiencia en el diagnóstico y atención de esta Enfermedad?</li> </ol>

## ANEXO N° 3

Encuesta de aceptación tecnológica (TAM)	
Objetivo	Validar el sistema web con respecto a los criterios de utilidad percibida por los usuarios.
Participante	Médicos generales y especialistas
Encuesta de utilidad percibida	
Leyenda para la utilidad percibida	
Puntuación	Descripción
1	Muy baja utilidad percibida
2	Baja utilidad percibida
3	Utilidad percibida moderada
4	Alta utilidad percibida
5	Muy alta utilidad percibida
Cuestionario	
Por favor marque con una [X] según corresponda	
Preguntas	Puntuación
	1 2 3 4 5
1. ¿Consideras que la aplicación web te ayuda en el prediagnóstico de cardiomiopatía isquémica?	
2. ¿Cree que el uso del sistema reduce el tiempo necesario para identificar posibles casos de cardiomiopatía isquémica?	
3. ¿Cree que el sistema proporciona la información clínica necesaria de manera clara y accesible para evaluar a los pacientes?	
4. ¿Considera que el sistema contribuye a mejorar la calidad de la atención que brinda a los pacientes?	
5. ¿El sistema le permite realizar un seguimiento más eficiente de los indicadores de los pacientes?	
6. ¿Considera que la integración del sistema en su práctica médica diaria le sería útil para optimizar tiempo para el tratamiento?	
Encuesta de Facilidad de Uso Percibida:	
Objetivo	Validar el sistema web con respecto a los criterios de usabilidad percibida por los usuarios.
Leyenda para Facilidad de Uso Percibida:	
Puntuación	Descripción
1	Muy difícil de usar
2	Difícil de usar
3	Uso moderadamente fácil
4	Fácil de usar
5	Muy fácil de usar
Cuestionario	
Por favor marque con una [X] según corresponda	
Preguntas	Puntuación
	1 2 3 4 5
1. ¿Considera que la interfaz del sistema es intuitiva y fácil de entender?	
2. ¿Cree que el sistema facilita el ingreso de datos clínicos de los pacientes sin complicaciones?	
3. ¿Le resulta sencillo navegar entre las diferentes secciones y funciones del sistema?	
4. ¿Encuentra que los mensajes de error o advertencias del sistema son claros y útiles para corregir problemas?	
5. ¿Cree que el diseño del sistema permite completar tareas relacionadas con el prediagnóstico de manera eficiente?	
6. ¿Considera que la velocidad de respuesta del sistema al procesar los datos es adecuada?	