

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE MEDICINA HUMANA**  
**SEGUNDA ESPECIALIDAD EN MEDICINA HUMANA**



**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL TÍTULO DE SEGUNDA  
ESPECIALIDAD PROFESIONAL DE MEDICO ESPECIALISTA EN  
MEDICINA INTERNA**

---

**Modelo de predicción de la diabetes tipo 2 y prediabetes. Hospital de Alta  
Complejidad, Trujillo**

---

**Área de Investigación**

Medicina Humana

**Autor:**

Nazario Huaranga, Franco Mariano

**Asesor:**

Rodríguez Chávez Luis Ángel

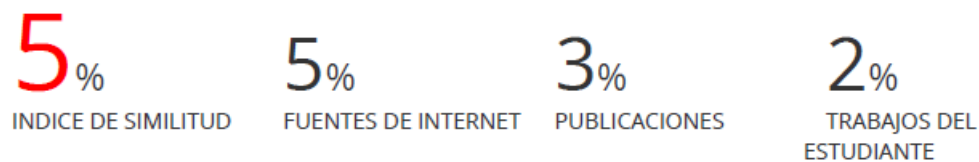
Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7704-2530>

**TRUJILLO - PERU**

**2025**

## Modelo de predicción de la diabetes tipo 2 y prediabetes. Hospital de Alta Complejidad, Trujillo

### INFORME DE ORIGINALIDAD



### FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	4%
2	<a href="http://pt.scribd.com">pt.scribd.com</a> Fuente de Internet	1%
3	<a href="http://repositorio.upao.edu.pe">repositorio.upao.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%

Excluir citas      Activo  
Excluir bibliografía      Activo

Excluir coincidencias      < 1%

### Declaración de originalidad

Yo, Luis Ángel Rodríguez Chávez, docente del Programa de Estudio Segunda Especialidad de Medicina, de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor del proyecto de investigación titulado “MODELO DE PREDICCIÓN DE DIABETES TIPO 2 Y PREDIABETES. HOSPITAL DE ALTA COMPLEJIDAD, TRUJILLO”, autor MC Franco Mariano Nazario Huaranga, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 05%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el 28 de abril del 2025.
- He revisado con detalle dicho reporte y el proyecto de investigación, “MODELO DE PREDICCIÓN DE DIABETES TIPO 2 Y PREDIABETES. HOSPITAL DE ALTA COMPLEJIDAD, TRUJILLO”, y no se advierte indicios de plagios.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.


LUIS RODRIGUEZ CHAVEZ  
MEDICINA INTERNA  
SOPORTE METABOLICO/NUTRICIONAL  
C.M.P. 51839 RNE: 25234

FIRMA DEL ASESOR  
APELLIDOS Y NOMBRES  
Luis Ángel Rodríguez Chávez  
DNI: 41480446  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7704-2530>  
ID UPAO: 000146202

Trujillo, 29 de abril de 2025


FRANCO MARIANO NAZARIO HUARANGA  
R.N. - SEGURO MATEMATICA  
C.M.P. 72310

FIRMA DEL AUTOR  
APELLIDOS Y NOMBRES  
Franco Mariano Nazario Huaranga  
DNI: 70659601

## **I. DATOS GENERALES**

### **1. TÍTULO Y NOMBRE DEL PROYECTO**

Modelo de predicción de la diabetes tipo 2 y prediabetes. Hospital de Alta Complejidad, Trujillo.

### **2. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Cáncer y enfermedades no transmisibles

### **3. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

**3.1. De acuerdo con la orientación o finalidad:** Descriptivo

**3.2. De acuerdo con la técnica de contrastación:** Analítico

### **4. ESCUELA PROFESIONAL Y DEPARTAMENTO ACADÉMICO**

Unidad de Segunda Especialidad - Facultad de Medicina Humana

### **5. EQUIPO INVESTIGADOR**

**5.1. Autor:** Nazario Huaranga Franco Mariano

**5.2. Asesor:** Rodríguez Chávez Luis Ángel

### **6. INSTITUCIÓN Y/O LUGAR DONDE SE EJECUTA EL PROYECTO**

Servicio de Medicina Interna del Hospital de Alta Complejidad Virgen de la Puerta Trujillo - Perú

### **7. DURACIÓN TOTAL DEL PROYECTO**

**7.1. Fecha de inicio:** 01 de julio del 2015

**7.2. Fecha de término:** 01 de junio del 2026.

## **II. PLAN DE INVESTIGACIÓN**

### **1. RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYECTO DE TESIS**

Uno de los problemas más complejos de la salud pública lo constituyen la diabetes mellitus tipo 2 y la prediabetes, dado que su prevalencia sigue creciendo a nivel global. La diabetes es considerada una de las epidemias más importantes en el medio de la salud mundial, afectando según el informe de la Federación Internacional de Diabetes (IDF, 2021), a alrededor de 537 millones de individuos. Se predice que este número aumentará notablemente en las próximas décadas. En este sentido, la práctica de su diagnóstico temprano y la intervención en etapas de prediabetes es crucial en el control de estas enfermedades, dado que su tendencia a generar complicaciones es muy alta, además de los efectos que producen a su calidad de vida.

El fin de este estudio es crear un modelo de predicción para diabetes tipo 2 y prediabetes en usuarios del Hospital de Alta Complejidad de Trujillo. En el contexto actual, dentro del sistema de atención en salud de la región, no hay un sistema de predicción que sistematice múltiples factores de riesgo que permita rastrear oportunamente la patología en la población peruana. Con este, se espera optimar la metodología para identificar pacientes arriesgados en un contexto oportuno, maximizando recursos y mejora en la asignación y actuación clínica.

Para construir un modelo de diabetes, se observan diferentes causas de riesgo como el sexo, la edad, antecedentes familiares de la enfermedad, el nivel de sedentarismo, la acantosis nigricans, circunferencia abdominal, la presión arterial, la masa corporal y la relación entre tobillo y brazo. Se utilizará diseño analítico comparativo transversal con una población de 150 pacientes ambulatorios del servicio de Medicina Interna que recibirán un examen físico integral y análisis de laboratorio tales como: glucosa, hemoglobina glicosilada e insulina en ayuno.

Los datos recopilados se analizarán utilizando modelos de regresión logística multivariable con el software SPSS 25. Se espera que el modelo derivado permita la identificación temprana de pacientes que probablemente progresan a diabetes tipo 2 y prediabetes, lo que ayudará en la planificación de la prevención y mejorará la atención en hospitales de nivel terciario.

Finalmente, este proyecto pretende ayudar en la identificación temprana de diabetes tipo 2 y prediabetes a partir de un modelo diseñado para hacer predicciones utilizando datos clínicos y antropométricos. Los resultados obtenidos podrán utilizarse en centros de salud de acceso limitado, contribuyendo a reducir la incidencia de comorbilidades derivadas de la enfermedad y mejorando la distribución de estos recursos.

*Palabras clave:* Diabetes mellitus tipo 2, prediabetes, modelo de predicción, factores de riesgo, detección temprana, hospital de alta complejidad.

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

¿Cómo desarrollar un modelo de predicción que permita identificar el riesgo de diabetes tipo 2 y prediabetes en pacientes atendidos en el Hospital de Alta Complejidad en Trujillo?

## **3. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA**

Beros et al (2025) realizaron un estudio en Auckland, Nueva Zelanda, y estudiaron la relación entre la rigidez arterial basal estimada oscilométricamente y la incidencia de diabetes mellitus y prediabetes. Su objetivo principal fue evaluar si la expansión análoga de la onda de pulso aórtico (aPWV) y estimaciones similares de rigidez arterial podrían predecir el comienzo de estos trastornos metabólicos en una muestra de 4240 participantes mayores de 50 años. Este estudio reportó resultados de un diseño de cohorte basado en la población con un seguimiento promedio de 10.5 años, utilizando dispositivos oscilométricos avanzados para medir la rigidez arterial. Sus hallazgos clave indicaron que la rigidez arterial estaba significativamente asociada con mayores riesgos de desarrollar diabetes o prediabetes, incluso después de tener la edad, el índice de masa corporal y varios factores de estilo de vida; como variables de confusión. El estudio concluyó que existen dispositivos portátiles y accesibles que miden la rigidez arterial, los cuales podrían integrarse fácilmente en la práctica clínica rutinaria como herramientas predictivas para la detección de riesgos de trastornos metabólicos, facilitando así nuevos caminos para medidas preventivas proactivas.<sup>1</sup>

Luís et al. (2021) realizaron en la Universidad de Oporto, Portugal, y tuvo como objetivo identificar y analizar biomarcadores de disfunción metabólica con el potencial de predecir la diabetes tipo 2 en etapas tempranas. Se empleó una metodología de revisión sistemática, seleccionando 29 estudios relevantes publicados entre 2011 y 2021 que discutían biomarcadores relacionados con la prediabetes y su progresión. Se destacaron dos enfoques principales: metabólica y estudios de microARN. Entre los biomarcadores identificados se encontraban la glicina, los aminoácidos de cadena ramificada, la proteína C-reactiva y varios microARN destacados por su capacidad predictiva de cambios metabólicos antes del diagnóstico clínico. Los resultados revelaron que estos biomarcadores exhiben correlaciones significativas con la resistencia a la insulina, el proceso inflamatorio y liberación de radicales libres; que son marcadores clave en la génesis de la diabetes tipo 2. El estudio concluye que el uso del panel propuesto de biomarcadores podría mejorar la detección temprana de individuos en riesgo, mejorando así la eficacia de las medidas preventivas.<sup>2</sup>

Azagew et al. (2024) en Etiopía tuvo como objetivo estimar la prevalencia de dislipidemia diabética y sus predictores entre pacientes con diabetes mellitus. El estudio fue una revisión sistemática y metaanálisis que incluyó 14 estudios con un total de 3662 participantes, utilizando criterios PRISMA y la escala de calidad de Newcastle-Ottawa. Los resultados indicaron una prevalencia agrupada de dislipidemia del 65.7%, con niveles elevados de triglicéridos (51.8%) y colesterol HDL reducido (44.2%) como los perfiles lipídicos predominantes. Factores como ser mujer, inactividad física y glucosa sanguínea no controlada se identificaron como predictores claves de dislipidemia. El análisis de subgrupos mostró variaciones regionales, siendo más alta en la región SNNP (77.5%). El estudio concluye que es esencial implementar intervenciones basadas en variaciones del estilo de vida, monitoreo regular de perfiles lipídicos y manejo adecuado de la glucosa para reducir complicaciones cardiovasculares relacionadas.<sup>3</sup>

Wang y cols. (2024) realizó un estudio utilizando el conjunto de datos NHANES (1999-2018) en los Estados Unidos con la intención de analizar la relación entre un Producto de Acumulación Lipídica (LAP) y los riesgos de prediabetes y diabetes. En este estudio de diseño transversal, hubo un total de 24,121

participantes que cumplieron con criterios de selección específicos. El LAP, que incluye la medida circunferencia de la cintura y los triglicéridos, se analizó en relación con parámetros metabólicos utilizando modelos de regresión logística. Los resultados han demostrado que niveles más altos de LAP aumentan significativamente los riesgos de prediabetes y diabetes, con un punto de inflexión notable en un valor de LAP de 68.1. El análisis también mostró que cada aumento de 10 unidades en LAP resulta en un incremento del 22% en el riesgo. Se ha concluido que el LAP constituye un método fácil de obtener y confiable para estimar posibles riesgos metabólicos, sugiriendo así su aplicación en el marco de la detección avanzada de riesgos y estrategias de prevención personalizadas.<sup>4</sup>

Qiu et al. (2024) evaluó la validez del índice METS-IR (Puntuación de Resistencia Insulínica Metabólica) como un predictor del desarrollo futuro de diabetes en una población general en Japón. Este estudio es de naturaleza longitudinal, utilizando datos de un total de 15,453 participantes de 30 a 89 años sin diabetes al inicio, del Hospital Memorial Murakami, recolectados durante el período 1994-2016. Se empleó un diseño de cohorte retrospectiva en el que se analizó la asociación del METS-IR con el riesgo de presentar diabetes en diferentes grupos etarios, género e índice de masa corporal; utilizando modelos de regresión de Cox multivariantes y curvas ROC dependientes del tiempo. Se encontraron que los niveles crecientes de METS-IR estaban asociados con un mayor riesgo de diabetes. La asociación más fuerte se encontró entre mujeres jóvenes menores de 45 años. El análisis concluye que el METS-IR es un marcador confiable para la predicción de diabetes en poblaciones diversas, sugiriendo que puede ayudar en estrategias preventivas e iniciativas de detección temprana.<sup>5</sup>

Jasim et al. (2022) en Irak se centró en evaluar la capacidad predictiva de algunos parámetros del perfil lipídico respecto al avance de prediabetes a diabetes mellitus tipo 2. Este estudio incluyó a 185 individuos divididos en tres grupos: normo glucémicos, prediabéticos y diabéticos, apoyándose en protocolos clínicos de la Asociación Americana de Diabetes. Se midió el perfil lipídico, y el índice triglicéridos-glucosa (TG-FBG). Los resultados revelaron que los triglicéridos, VLDL, el índice TG-FBG y la relación triglicéridos/HDL fueron más en los grupos de prediabetes y diabetes, en comparación con los

normo glucémicos, mostrando su utilidad como biomarcadores. El análisis ROC confirmó la alta sensibilidad y especificidad del índice TG-FBG (AUC = 0.924) para predecir prediabetes. Los autores llegan a la conclusión de que estos biomarcadores lipídicos son herramientas prometedoras para la prevención de desarrollar complicaciones metabólicas.<sup>6</sup>

Wang et al. (2021) tuvo el fin de valorar la asociación entre el riesgo de diabetes y la masa corporal indexada por glucosa y triglicéridos (TyG-BMI) en una cohorte de población general en China. Este estudio longitudinal incluyó a 116.661 participantes y los siguió durante un promedio de 3,1 años. Los valores de TyG-BMI se calcularon a partir de triglicéridos basales, glucosa plasmática e índice de masa corporal (IMC). Los resultados indicaron que el aumento de TyG-BMI correspondía significativamente con un mayor riesgo de diabetes (HR 1,50 por desviación estándar, IC del 95%: 1,40–1,60,  $p < 0,00001$ ). Además, los análisis de subgrupos mostraron que la asociación también era más fuerte entre jóvenes y no obesos. El estudio concluye que TyG-BMI es un marcador eficiente y de bajo costo para el reconocimiento temprano de personas con alto riesgo de presentar diabetes, subrayando su valor en iniciativas de promoción de la salud dirigidas a programas públicos de prevención de la diabetes.<sup>7</sup>

Li et al. (2025) realizó una investigación en Japón que tenía como fin evaluar el valor predictivo del índice de triglicéridos, glucosa y circunferencia de la cintura (TyG-WC) para la incidencia de diabetes tipo 2 en una cohorte de población japonesa. El estudio empleó un diseño retrospectivo y analizó datos de 15,413 adultos sin diagnóstico previo de diabetes, con un seguimiento de hasta 13 años. Los análisis incluyeron prototipo de regresión de riesgos proporcionales de Cox, curvas de características operativas del receptor (ROC) y métodos de ajuste para múltiples variables como edad, género, índice de masa corporal (IMC) y actividad física. Los resultados mostraron que cada aumento en el índice TyG-WC estaba relacionado de forma individual con un mayor riesgo de diabetes (HR: 1.003; IC 95%: 1.001–1.005;  $p < 0.01$ ). Además, la curva ROC indicó que el TyG-WC tenía una mayor capacidad predictiva que otros índices como el TyG-BMI. El estudio concluye que el TyG-WC es un indicador accesible para identificar a personas en riesgo de diabetes, con implicaciones en programas de prevención y monitoreo en poblaciones diversas.<sup>8</sup>

Peng et al. (2021) llevaron a cabo una investigación en China para evaluar la utilidad predictiva de los niveles circulantes de PCSK9 (apoproteína convertasa subtilisina/kexina tipo 9) en la incidencia de diabetes tipo 2 (T2DM). Este análisis incluyó una revisión de estudios epidemiológicos, preclínicos y clínicos, junto con datos observacionales longitudinales. La investigación encontró que niveles elevados de PCSK9 están significativamente asociados con mayor coincidencia de casos de T2DM, particularmente en el sexo femenino con prediabetes. Se identificaron correlaciones entre los niveles de PCSK9 y parámetros glucémicos, así como un impacto en eventos cardiovasculares adversos en pacientes con diabetes y afectación coronaria. El estudio concluye que PCSK9 puede servir como un biomarcador relevante para predecir el riesgo de diabetes y sus complicaciones relacionadas, aunque se necesita más investigación para validar esta relación y su utilidad clínica.<sup>9</sup>

Bharmal et al. (2022) realizaron un estudio prospectivo longitudinal en Auckland, Nueva Zelanda, con el propósito de estudiar si la variabilidad glucémica (VG) durante el curso temprano de la pancreatitis aguda (PA) puede predecir la probabilidad de desarrollar diabetes de nuevo inicio en un plazo de dos años. El estudio involucró a 120 pacientes adultos sin diagnóstico previo de diabetes, todos los cuales fueron monitoreados durante 24 meses después de su hospitalización. Se midieron índices de GV, como glucosa en ayunas, desviación estándar, variabilidad real promedio e índice de labilidad glucémica, a lo largo de las primeras 72 horas de hospitalización. Se reveló que los sujetos con alta GV tenían una probabilidad mayor (hasta 13 veces) de desarrollar patrones de hemoglobina glucosilada (HbA1c) en ascenso, asociados con diabetes de nueva aparición. Las conclusiones subrayan que la medición de GV durante la hospitalización podría considerarse un instrumento valioso para identificar tempranamente a individuos en alto riesgo de desarrollar diabetes tras un episodio de PA, especialmente en casos de PA leve o moderada.<sup>10</sup>

Flowers et al. (2023) llevó a cabo una investigación en el contexto del Programa de Prevención de la Diabetes (DPP) en los Estados Unidos con el objetivo de evaluar si los microARN circulantes (miRNA) son predictores independientes del desarrollo de diabetes tipo 2 (T2D). Este estudio incluyó un análisis secundario de una cohorte de 1000 participantes, empleando técnicas como Random Survival Forest, Lasso y prototipo de riesgos proporcionales de Cox

para hallar miARN asociados con el tiempo de incidencia de T2D. Se identificaron cinco miARN, como predictores óptimos de T2D, mostrando una relación significativa con un aumento en el riesgo, particularmente en el cuartil de mayor riesgo (HR 5.91, IC 95% 2.02–17.3,  $p < 0.001$ ). Las conclusiones sugieren que estos miARN podrían ser útiles en la estratificación de riesgo y en la personalización de intervenciones preventivas para prediabetes y T2D, aunque se requiere validación adicional en otras cohortes.<sup>11</sup>

Saleh et al. (2022) realizaron un estudio en Egipto en la Universidad de Menoufia con el objetivo de evaluar el papel de los microARN miR-93 y miR-152 como biomarcadores para la diabetes tipo 2 y la retinopatía diabética. Este estudio de enfoque cuantitativo utilizó un diseño de corte transversal y contó con un grupo de 240 individuos: 80 voluntarios sanos, 80 sujetos con diabetes y 80 con retinopatía diabética, subdivididos en retinopatía proliferativa y no proliferativa. Los niveles séricos de miR-93 y miR-152 se analizaron mediante PCR en tiempo real, junto con parámetros metabólicos como glucosa, insulina y HOMA-IR. Los resultados mostraron que miR-93 disminuye mientras que miR-152 aumenta conforme avanza la enfermedad, siendo ambos predictores independientes de la retinopatía diabética, con sensibilidad y especificidad destacables. Los autores concluyeron que estos microARN no solo podrían ser biomarcadores útiles para el diagnóstico de la retinopatía diabética, sino también blancos potenciales para futuras intervenciones terapéuticas.<sup>12</sup>

Mohd Rawi et al. (2023) se llevó a cabo una investigación en la Universidad Kebangsaan Malasia para analizar la apreciación del riesgo de desarrollar diabetes mellitus tipo 2 (T2DM) entre estudiantes universitarios y sus predictores asociados. Se empleó un diseño transversal en una muestra de 1078 estudiantes, utilizando un cuestionario validado en malayo para medir la percepción del riesgo y sus factores asociados. Mostraron que 83.8% sujetos percibieron un mínimo riesgo de desarrollar T2DM, a pesar de contar con factores de riesgo como consumo frecuente de comida rápida y antecedentes familiares de diabetes. Se identificaron predictores significativos como pertenecer a facultades no relacionadas con la salud (OR 1.71), fumar (OR 8.43) y consumir snacks más de tres veces por semana (OR 1.79). El estudio concluye que existe una falta de conciencia sobre los riesgos de T2DM entre

los jóvenes, destacando la necesidad de programas educativos centrados en la prevención y el cambio de comportamientos relacionados con la salud.<sup>13</sup>

Katsimpris et al. (2021) tuvo como objetivo valorar el riesgo de desarrollar diabetes mellitus tipo 2 (T2DM) a través un modelo predictivo basado exclusivamente en datos de ingesta nutricional. El estudio se llevó a cabo utilizando datos transversales de 1591 participantes del estudio KORA FF4 en la región de Augsburgo, Alemania, entre 2013 y 2014. Se empleó un enfoque estadístico basado en regresión para seleccionar 11 variables significativas entre 193 posibles relacionadas con el consumo alimenticio. Posteriormente, se mostró un área bajo la curva ROC de 0.79, con valores de sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y negativo después de construir un modelo de regresión logística. Los resultados indicaron que ciertos alimentos, como el consumo de papas y productos cárnicos, estaban asociados con un mayor riesgo de T2DM, mientras que otros, como las salsas de tomate y los champiñones, lo redujeron. El estudio concluye que incluir datos de nutrición en modelos predictivos puede mejorar significativamente su precisión y utilidad para la oportuna intervención en individuos con riesgo de padecer de diabetes.<sup>14</sup>

Smith et al. (2023) en Canadá analizó los predictores asociados con el aumento en los pasos diarios entre personas con prediabetes o diabetes tipo 2 que participaron en una intervención de dos años basada en el uso de podómetros. Se utilizó un diseño longitudinal con una muestra de 412 participantes, quienes fueron asignados a un programa estructurado que incluía metas semanales de pasos y monitoreo remoto. Los datos se analizaron mediante modelos de regresión mixta para identificar factores predictivos. Los resultados mostraron que un mayor índice inicial de actividad física, la adherencia al uso del podómetro y el apoyo social fueron los principales predictores de un incremento sostenido en los pasos diarios. Además, los participantes con prediabetes tuvieron un aumento significativamente mayor en comparación con aquellos con diabetes tipo 2. El estudio concluye que intervenciones personalizadas que incluyan tecnología portátil y estrategias de apoyo pueden ser efectivas para fomentar cambios sostenibles en la actividad física en esta población.<sup>15</sup>

Ahmed et al. (2023) en el Reino Unido investigó los predictores de diabetes de nueva aparición en personas infectadas por el virus SARS-CoV-2. Este análisis

longitudinal incluyó a 1204 pacientes ingresados entre marzo de 2020 y mayo de 2021. Utilizando modelos de regresión logística multivariable, se evaluaron parámetros clínicos, inflamatorios y metabólicos al ingreso, como niveles de glucosa en ayunas, proteína C reactiva (PCR) y HOMA-IR. Los resultados indicaron que niveles altos de glucosa en ayunas ( $>7.0$  mmol/L) y marcadores inflamatorios como PCR ( $>50$  mg/L) estaban significativamente relacionados con mayor riesgo de presentar diabetes posterior al alta. Además, aquellos pacientes con obesidad e historia familiar de diabetes presentaron un riesgo más alto. El estudio concluye que la hiperglucemia e inflamación severa durante la hospitalización por COVID-19 son predictores importantes de diabetes de nueva aparición, sugiriendo la necesidad de un monitoreo temprano y prolongado en esta población.<sup>16</sup>

Hernández et al. (2023), realizado en México, investigó la tendencia a tener diabetes tipo 2 mediante la evaluación de la curva de glucosa y los niveles de hemoglobina glicosilada en sujetos sanos. Se utilizó un diseño transversal con 350 individuos entre 18 y 35 años, a quienes se le realizaron pruebas de tolerancia a la glucosa y medición de HbA1c. Los análisis estadísticos incluyeron regresión logística para identificar factores asociados. Los resultados revelaron que un 18% de los participantes presentaron alteraciones en la curva glucémica, mientras que un 12% tuvo niveles de HbA1c entre 5.7% y 6.4%, indicativos de prediabetes. Además, factores como obesidad abdominal, antecedentes familiares de diabetes y sedentarismo se asociaron significativamente con mayor riesgo. El estudio concluye que la integración de ambas herramientas, curva glucémica y HbA1c, podría mejorar el reconocimiento oportuno de estos sujetos.<sup>17</sup>

Nakamura et al. (2023) se realizó en Japón y exploró la relación entre el Producto de Acumulación de Lípidos (LAP) y la incidencia de diabetes de nueva aparición en una cohorte retrospectiva. El estudio incluyó a 5,320 adultos japoneses sin diagnóstico previo de diabetes, quienes fueron seguidos durante 8 años. El LAP se calculó utilizando la circunferencia de la cintura y los niveles de triglicéridos en ayunas, y su relación con la diabetes se analizó a través de modelos de regresión logística dirigidos por datos sociodemográficos y somato métricos. Los resultados mostraron que el aumento en LAP se asocia significativamente con mayores probabilidades de desarrollar diabetes,

particularmente entre aquellos menores de 50 años con obesidad abdominal. El análisis de la curva ROC reveló que LAP superó a otros marcadores metabólicos tradicionales en precisión predictiva. El estudio concluye que LAP es un determinante de riesgo útil y práctico para la diabetes en la población japonesa y recomienda incorporarlo en los marcos de políticas preventivas.<sup>18</sup>

#### **4. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

Las etapas más comunes de la diabetes tipo 2, como la prediabetes, son condiciones que conllevan riesgos significativos para la salud. El diagnóstico y tratamiento oportuno de estas situaciones es esencial para el 'retardar' la evolución hacia la diabetes y sus posibles complicaciones tales como infartos, daño cardíaco, falla renal y ceguera. No obstante, el diagnóstico temprano no suele hacerse a tiempo porque no se tienen medios simples, eficaces y económicos, y se depende de análisis poco accesibles. Este estudio pretende abordar esa problemática a través del diseño de un modelo de predicción de estado de fácil aplicación que señala estos estados iniciales en la población.

Este proyecto es relevante porque propone un modelo práctico y accesible que puede ser empleado en los centros primarios de salud, donde existe escasez de recursos para diagnósticos más elaborados. Esta propuesta tiene la capacidad mejorar la identificación de la diabetes tipo 2 y prediabetes en fase inicial en la población y así minimizar el impacto de complicaciones severas e incrementar el control de la enfermedad en etapas tempranas.

El presente estudio contribuirá al desarrollo de herramientas predictivas aplicadas a la salud pública, alineadas con los estándares internacionales de la Asociación Americana de Diabetes (ADA) y las medidas preventivas fomentadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

#### **5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION**

##### **Objetivo General:**

Desarrollar un modelo de predicción de la diabetes tipo 2 y prediabetes en pacientes ambulatorios del Hospital de Alta Complejidad.

### **Objetivos Específicos:**

- a) Identificar la asociación de la edad con la presencia de diabetes tipo 2 y prediabetes en pacientes ambulatorios del Hospital de Alta Complejidad
- b) Identificar la asociación del género con la presencia de diabetes tipo 2 y prediabetes en pacientes ambulatorios del Hospital de Alta Complejidad
- c) Identificar la asociación de antecedente familiar de diabetes con la presencia de diabetes tipo 2 y prediabetes en pacientes ambulatorios del Hospital de Alta Complejidad
- d) Identificar la asociación sedentarismo con la presencia de diabetes tipo 2 y prediabetes en pacientes ambulatorios del Hospital de Alta Complejidad
- e) Identificar la asociación de la presencia de acantosis nigricans con la presencia de diabetes tipo 2 y prediabetes en pacientes ambulatorios del Hospital de Alta Complejidad
- f) Identificar la asociación de hipertensión arterial con la presencia de diabetes tipo 2 y prediabetes en pacientes ambulatorios del Hospital de Alta Complejidad
- g) Identificar la asociación entre la circunferencia abdominal con la presencia de diabetes tipo 2 y prediabetes en pacientes ambulatorios del Hospital de Alta Complejidad
- h) Identificar la asociación de índice de masa corporal con la presencia de diabetes tipo 2 y prediabetes en pacientes ambulatorios del Hospital de Alta Complejidad
- i) Identificar la asociación del índice tobillo/brazo con la presencia de diabetes tipo 2 o prediabetes en pacientes ambulatorios del servicio de medicina interna.

## **6. MARCO TEORICO**

La diabetes mellitus tipo 2 es una alteración metabólica que se expresa a través de valores de glicemia de manera persistente, como resultado de un funcionamiento deficiente en la producción de insulina o en la respuesta del organismo a esta hormona. A largo plazo, esta condición puede provocar complicaciones que comprometen diversos órganos indispensables.<sup>19</sup>

A nivel global, la diabetes representa una de las mayores problemáticas en políticas de salud, debido a su elevada carga de enfermedad y su impacto en

la mortalidad. Según estimaciones de la Federación Internacional de Diabetes (IDF), en el año 2021 se reportaron más de 500 millones de adultos viviendo con esta condición, y se proyecta que esta cifra podría incrementarse hasta alcanzar los 783 millones para el año 2045.<sup>20</sup>

La detección oportuna es fundamental, ya que hasta el 25% de las personas con diabetes no son diagnosticadas, incrementando a largo plazo las distintas comorbilidades. Se requieren enfoques sistemáticos para identificar casos no diagnosticados.<sup>20</sup>

La prediabetes se considera una fase intermedia entre los valores normales de glicemia y el diagnóstico de diabetes. Este estado se identifica por presentar glucosa en ayunas por encima de los valores normales (IFG), una respuesta anormal a la prueba de tolerancia oral a la glucosa (IGT) o concentraciones elevadas de hemoglobina glucosilada (HbA1c), sin llegar aún a los umbrales diagnósticos propios de la diabetes mellitus.<sup>20</sup>

Estudios en diferentes poblaciones muestran que la prevalencia de prediabetes varía según los criterios diagnósticos y factores como el género y la etnicidad. Por ejemplo, en Polonia, el 40% de los adultos presenta prediabetes, con tasas más altas de IFG en hombres y en individuos de etnicidad blanca.<sup>20</sup>

Para la detección de la diabetes y la prediabetes, se han establecido diversos métodos diagnósticos que permiten determinar la disposición que tiene el organismo para metabolizar la glucosa. Entre los más utilizados se encuentran: La Tolerancia oral a la glucosa (OGTT) permite valorar cómo el organismo procesa la glucosa, siendo fundamental para identificar casos de diabetes mellitus, prediabetes y diabetes gestacional. Reconocida como el método más sensible y preciso para detectar trastornos incipientes glucosa, se considera el criterio más fiable en este ámbito. Su uso es especialmente indicado en pacientes con factores de riesgo para tener diabetes, así como en mujeres embarazadas para confirmar o descartar la presencia de diabetes gestacional.<sup>23</sup>

La prueba se inicia con la valoración de la glucosa basal, a continuación, el paciente ingiere una solución con glucosa anhidra (75 gr) disuelta en 250 a 300 mililitros de agua, dosis estándar en adultos. Posteriormente, se realizan mediciones adicionales de glicemia cada 30 minutos hasta las dos horas tras

la ingesta, con el objetivo de evaluar la capacidad metabólica frente a esta carga glucémica.<sup>23</sup>

La interpretación de esta prueba se basa en los niveles de glucemia medidos dos horas después de la ingesta de la solución azucarada. Un valor inferior a 140 mg/dL se considera normal, entre 140 y 199 mg, se diagnostica una alteración, indicativa de prediabetes. Por otro lado, una cifra mayor o igual a 200 mg/dL establece el diagnóstico de diabetes mellitus.<sup>23-24</sup>

La medición de la glucosa plasmática en ayunas (FPG) es una prueba de laboratorio simple, accesible y comúnmente utilizada en la práctica clínica para evaluar los niveles de glucosa en sangre tras un ayuno mínimo de ocho horas. Aunque su sensibilidad para detectar prediabetes es limitada, se mantiene como uno de los métodos estándar para el diagnóstico tanto de diabetes mellitus como de estados intermedios de hiperglucemia. Esta herramienta diagnóstica está especialmente indicada como prueba de tamizaje permite identificar oportunamente alteraciones tempranas en el metabolismo de la glucosa y en personas con factores de riesgo.<sup>23-24</sup>

Para realizar este examen de laboratorio, el paciente tiene que haber cumplido con un ayuno mínimo de ocho horas, permitiéndose únicamente la ingesta de agua. Se aconseja programarla durante las primeras horas de la mañana, ya que los niveles de glucosa pueden presentar variaciones a lo largo del día. Asimismo, no debe consumir alcohol y de medicamentos que puedan alterar la glucemia, salvo indicación médica. El procedimiento inicia con la primera toma de sangre venosa, la cual es procesada en el laboratorio utilizando métodos enzimáticos, como la técnica de glucosa oxidasa o la de hexoquinasa, con el objetivo de determinar con precisión la concentración de glucosa sérica.<sup>23</sup>

La interpretación de los resultados de la glucosa plasmática en ayunas permite clasificar el estado metabólico del paciente. Se considera un valor normal cuando la glucosa se encuentra por debajo de los 100 mg/dL. La presencia de cifras entre 100 y 125 mg/dL indica una alteración denominada glucosa en ayunas alterada (IFG), compatible con prediabetes. En cambio, valores iguales o mayores a 126 mg/dL, confirmados en al menos dos mediciones distintas, son diagnósticos de diabetes mellitus.<sup>23-24</sup>

La hemoglobina glicosilada (HbA1c) es una prueba que presenta la ventaja de no requerir ayuno previo, lo que facilita su aplicación en diversos contextos

clínicos. Esta medición evalúa el porcentaje de glucosa que se ha unido a la hemoglobina presente en los glóbulos rojos, proporcionando una estimación del control glucémico sostenido. Su valor refleja los niveles promedio de glucosa en sangre durante las últimas ocho a doce semanas. No obstante, sus resultados pueden verse afectados por factores genéticos, condiciones hematológicas o enfermedades que alteren la vida útil de los eritrocitos.<sup>24</sup>

El procedimiento para la medición de la hemoglobina glicosilada (HbA1c) inicia con la extracción de una muestra de sangre venosa, la cual puede realizarse en cualquier momento del día y no requiere ayuno previo. El análisis en laboratorio se lleva a cabo mediante técnicas especializadas, como la cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), inmunoensayos o espectrometría de masas, que permiten determinar con precisión el porcentaje de HbA1c.<sup>23</sup> En cuanto a la interpretación de resultados, se considera normal un valor inferior al 5.7%, mientras que cifras entre 5.7% y 6.4% sugieren prediabetes. Un valor igual o superior al 6.5% en al menos dos mediciones diferentes confirma el diagnóstico de diabetes mellitus. Esta prueba resulta aún más efectiva cuando se combina con la glucosa plasmática en ayunas (FPG) para la detección temprana de alteraciones metabólicas.<sup>24</sup>

La glucosa plasmática aleatoria (RPG) es una prueba de laboratorio que permite evaluar los niveles de glucosa en sangre en cualquier momento del día, sin requerir un período previo de ayuno. Su utilidad principal radica en el diagnóstico de diabetes mellitus, siendo especialmente valiosa en pacientes que presentan signos o síntomas compatibles con hiperglucemia, como poliuria, polidipsia o pérdida de peso inexplicada.<sup>23</sup>

El procedimiento para medir la glucosa plasmática aleatoria comienza con la obtención de una muestra de sangre venosa, la cual puede realizarse en cualquier momento del día, sin que sea necesario haber ayunado previamente. Se trata de un proceso ágil que no requiere preparación específica. Una vez recolectada la muestra, esta se analiza en el laboratorio mediante métodos enzimáticos, como la técnica de glucosa oxidasa o la de hexoquinasa, con el fin de determinar con precisión la concentración de glucosa en sangre.

En condiciones normales, la glucosa plasmática aleatoria se encuentra por debajo de los 140 mg/dL. Sin embargo, esta prueba no se utiliza para

diagnosticar prediabetes, ya que en ese caso se requiere una evaluación complementaria, como la hemoglobina glicosilada (HbA1c) o la prueba oral de tolerancia a la glucosa (PTOG). Para diagnosticar diabetes mellitus, se considera un valor de glucosa aleatoria mayor o igual a 200 mg/dL, asociados a síntomas clásicos de hiperglucemia, tales como poliuria, polidipsia o disminución de peso sin causa organica.<sup>23-24</sup>

Por su parte, la alteración patológica en la que los tejidos periféricos presentan una respuesta reducida a la acción de la insulina, conocida como resistencia a la insulina (RI), conlleva finalmente a una elevación compensatoria de los niveles de esta hormona en sangre para mantener la glucemia dentro de rangos normales. Esta condición impacta múltiples rutas metabólicas, afectando especialmente el metabolismo de los macronutrientes. Los órganos más comprometidos en este proceso suelen ser el tejido adiposo, hígado y los músculos.<sup>25</sup>

La RI es un eslabón importante en la patogénesis de la diabetes tipo 2. Con el tiempo, el páncreas pierde la capacidad de compensar con hiperinsulinemia, lo que lleva a hiperglucemia crónica.

A nivel bioquímico, se evidencia la disminución de la calidad de la insulina para realizar el transporte activo de glucosa hacia células musculares y adiposas, así como por una incapacidad para suprimir la producción hepática de glucosa. Estas alteraciones elevan los niveles de glucosa en sangre, lo que activa una respuesta compensatoria por parte del organismo, produciendo mayor liberación de insulina por las células beta pancreáticas. Sin embargo, con el tiempo, la función pancreática se ve sobrepasada y no consigue sostener la producción requerida, lo que finalmente conduce al desarrollo de diabetes mellitus tipo 2.<sup>26</sup>

La acción de la insulina en el organismo se lleva a cabo principalmente a través de dos vías celulares clave. La primera es la vía del fosfatidilinositol 3-quinasa (PI3-K), encargada de la regulación del metabolismo intermedio, especialmente en la captación celular de glucosa. La segunda es la vía encargada de controlar procesos como el crecimiento celular y la proliferación, a través de la proteína quinasa activada por mitógenos (MAP-K).<sup>25</sup>

La hiperinsulinemia compensatoria, resultado directo de la resistencia a la insulina, impacta negativamente diversos procesos metabólicos. Entre sus

efectos se incluye el aumento de la lipólisis en el tejido adiposo, lo cual eleva las concentraciones de ácidos grasos libres en circulación. Además, contribuye a una producción hepática excesiva de glucosa, lo que agrava aún más el estado de hiperglucemia. A esto se suma la aparición de disfunción endotelial y estrés oxidativo, condiciones que favorecen el desarrollo de aterosclerosis y complicaciones cardiovasculares asociadas.<sup>26</sup>

La acantosis nigricans es un marcador clínico de resistencia insulínica. Se caracteriza por hiperpigmentación y engrosamiento de la piel en áreas como el cuello, las axilas y los pliegues cutáneos. Su presencia indica una alteración en la señalización de la insulina y se asocia con obesidad y diabetes tipo 2.<sup>25</sup>

El diagnóstico de RI no cuenta con un criterio único universal. Sin embargo, existe un método matemático utilizado para estimar fácilmente HOMA-IR (Evaluación del modelo de homeostasis de la resistencia a la insulina).

Fue desarrollado en la Universidad de Oxford y ha sido validado en múltiples estudios, considerado el estándar de oro para medir la sensibilidad a la insulina.<sup>27</sup>

Se calcula utilizando los valores de glucosa en ayunas y la insulina en ayunas. Fórmula: <sup>26</sup>

$$HOMA - IR = \frac{Glucosa\ en\ ayunas \times Insulina\ en\ ayunas}{405}$$

Los valores de HOMA-IR no tienen un punto de corte universal, pero en la mayoría de los estudios se consideran los siguientes rangos:<sup>27</sup>

HOMA -IR	Interpretación
<1.5	Sensibilidad normal a la insulina
1.5 – 2.9	Resistencia leve a la insulina
3.0 – 4.9	Resistencia moderada a la insulina
>= 5.0	Resistencia severa a la insulina

Los factores de riesgo están ampliamente documentados en la literatura científica y desempeñan un papel crucial en la prevención y manejo de la diabetes tipo 2 y sus formas precoces. Identificarlos tempranamente permite implementar estrategias de prevención y control, reduciendo el impacto de la enfermedad a largo plazo.<sup>29</sup>

Los estudios indican que los estudiantes universitarios tienen niveles bajos de actividad física, lo que los convierte en un grupo vulnerable a enfermedades metabólicas y cardiovasculares a largo plazo. La transición de la educación secundaria a la universidad está asociada con una disminución en la práctica de ejercicio, debido a factores como la carga académica, la falta de tiempo y el uso excesivo de tecnología.<sup>28</sup>

La actividad física referida al movimiento corporal generado por la contracción de los músculos esqueléticos que implique mayor gasto energético al que se produce en reposo. Esta definición abarca múltiples formas, desde el ejercicio planificado y el trabajo físico, hasta actividades recreativas y tareas cotidianas. De acuerdo con las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), se deben realizar mínimo 150 minutos semanales de actividad física de intensidad moderada, o 75 minutos si es de alta intensidad. En los pacientes pediátricos, se sugiere un mínimo de 60 minutos diarios de actividad moderada a vigorosa para mantener una buena salud.<sup>28</sup>

Existen diferentes niveles de actividad física que varían según la intensidad y frecuencia del ejercicio:

- Actividad física baja (sedentarismo): Realizar menos de 30 minutos de actividad física moderada a la semana se considera un nivel insuficiente de movimiento corporal, lo cual se ha asociado con un mayor riesgo de desarrollar patologías, entre ellas la diabetes tipo 2, la hipertensión arterial y la obesidad. Esta inactividad contribuye significativamente al deterioro del estado metabólico y cardiovascular general.
- Actividad física moderada: Realizar entre 150 y 300 minutos de actividad física moderada a la semana, o bien entre 75 y 150 minutos de actividad vigorosa, se considera adecuada para mantener la salud cardiovascular y metabólica. Este nivel de actividad puede incluir prácticas como caminatas a paso ligero, ciclismo recreativo o natación de baja intensidad, todas ellas accesibles y efectivas para promover el bienestar general.
- Actividad física alta: Superar los 300 minutos semanales de actividad física moderada, o más de 150 minutos de ejercicio vigoroso, se vincula con beneficios adicionales para la salud. Este nivel de actividad no solo

optimiza el control metabólico y la salud cardiovascular, sino que también contribuye de forma significativa al bienestar mental y emocional.<sup>28</sup>

La edad constituye un agente determinante en la aparición de enfermedades metabólicas, especialmente la diabetes tipo 2. Múltiples investigaciones han demostrado que, a mayor edad, mayor incidencia de esta patología y de la resistencia a la insulina, como resultado de una menor capacidad funcional del páncreas y una disminución progresiva en la sensibilidad a la insulina. En adolescentes y adultos jóvenes, este riesgo se ve potenciado cuando existen antecedentes de obesidad y hábitos de vida sedentarios.<sup>29</sup>

El sexo biológico también desempeña un papel importante en el elemento de desarrollar resistencia a la insulina y diabetes tipo 2. En el caso de las mujeres, se ha observado una mayor prevalencia de resistencia a la insulina, especialmente en aquellas que presentan síndrome de ovario poliquístico (SOP) o antecedentes de diabetes gestacional.<sup>25</sup> Por otro lado, los varones tienden a acumular más grasa visceral, un factor que incrementa significativamente el riesgo de desarrollar diabetes tipo 2.<sup>29</sup>

Tener antecedentes familiares de diabetes tipo 2 u otras enfermedades metabólicas constituye un factor de riesgo relevante para el desarrollo de estas patologías. La predisposición genética puede afectar tanto la capacidad del organismo para secretar insulina como la sensibilidad de los tejidos periféricos a su acción, lo que eleva considerablemente la probabilidad de que una persona con familiares directos afectados desarrolle diabetes a lo largo de su vida.<sup>29</sup>

Tanto la hipertensión arterial como la diabetes mellitus se reconocen como factores de riesgo cardiovascular de gran relevancia. La hipertensión, en particular, mantiene una estrecha asociación con la resistencia a la insulina y el síndrome metabólico. Diversos estudios han evidenciado que el incremento sostenido de la presión arterial se relaciona con una mayor probabilidad de progresión hacia la diabetes tipo 2, reforzando el vínculo entre ambas condiciones en el contexto del deterioro metabólico.<sup>25</sup>

La circunferencia abdominal se ha consolidado como un indicador clínico fundamental para evaluar el riesgo metabólico. Valores superiores a 94 cm en hombres y 88 cm en mujeres se consideran patológicos, ya que reflejan una

mayor acumulación de grasa visceral. Este tipo de adiposidad se ha relacionado directamente con el incremento de la resistencia a la insulina y una mayor probabilidad de desarrollar diabetes tipo 2.<sup>29</sup>

El índice de masa corporal (IMC) es una herramienta ampliamente utilizada para valorar el grado de sobrepeso y obesidad en los individuos, condiciones que representan factores de riesgo determinantes para el desarrollo de diabetes tipo 2. Cuando el IMC supera los 30 kg/m<sup>2</sup>, se incrementa significativamente la probabilidad de presentar resistencia a la insulina, lo que contribuye al deterioro del control glucémico y favorece la aparición de diabetes.<sup>29</sup>

El índice tobillo-brazo (ITB) es una prueba diagnóstica empleada para valorar el estado de la circulación arterial en las extremidades inferiores. Un valor inferior a 0.9 sugiere la presencia de enfermedad arterial periférica, condición que se asocia a un mayor riesgo de complicaciones vasculares, especialmente en personas con diabetes, donde la afectación del sistema circulatorio puede tener consecuencias graves.<sup>30</sup>

El diagnóstico oportuno de diabetes y prediabetes permite implementar estrategias de intervención eficaces, tales como modificaciones en el estilo de vida y, en algunos casos, el inicio de tratamiento farmacológico con metformina. Estudios como el Programa de prevención de Diabetes (DPP) han evidenciado que los cambios en la dieta, la actividad física y el peso corporal pueden reducir hasta en un 58% el riesgo de progresión a diabetes tipo 2. Tanto la Asociación Americana de Diabetes (ADA) como el Grupo de Trabajo de Servicios Preventivos de los Estados Unidos recomiendan el tamizaje oportunista en adultos con factores de riesgo, como obesidad, antecedentes familiares, hipertensión, dislipidemia o historia previa de diabetes gestacional, así como el cribado específico en poblaciones étnicas con mayor susceptibilidad.<sup>21</sup>

## **7. HIPOTESIS**

Existe asociación significativa entre las variables clínicas (como la edad, el género, antecedente familiar de diabetes, el sedentarismo, y otras) y la presencia de diabetes o prediabetes en pacientes atendido en el Hospital de Alta Complejidad

## 8. MATERIAL Y METODOLOGICO

### a) Diseño de Estudio

El diseño de estudio será transversal de tipo analítico comparativo, ya que se evaluarán diferentes variables clínicas y su relación con la diabetes y prediabetes en una población específica en un solo punto del tiempo.

### b) Población, muestra y muestreo

La población estará compuesta por pacientes ambulatorios del servicio de medicina Interna del Hospital de Alta Complejidad que no tienen diagnóstico previo de diabetes Mellitus tipo 2.

La muestra consistirá en 150 pacientes seleccionados mediante muestreo probabilístico, se calculará basándose en una población total estimada de 430 pacientes y una probabilidad de 18.36% de que el evento ocurra (basado en un estudio previo denominado FINDRISK).<sup>31</sup>

Mediante la fórmula:

$$n = \frac{Z_a^2 x p x q}{d^2}$$

En donde:

Z = nivel de confianza, 1.96

P= probabilidad de éxito, o proporción esperada, 0.1831

Q= probabilidad de fracaso, 0.8164

D = precisión (error máximo admisible en términos de proporción), 0.05

### Criterios de Inclusión

- Pacientes ambulatorios atendidos en el servicio de Medicina Interna del Hospital de Alta Complejidad Virgen de la Puerta, Trujillo.
- Edad mayor o igual a 18 años.
- Pacientes sin diagnóstico previo de diabetes mellitus tipo 2.
- Pacientes que presenten factores de riesgo asociados al desarrollo de diabetes, tales como obesidad, hipertensión arterial, inactividad física o antecedentes familiares de esta enfermedad.
- Pacientes que expresen su voluntad de participar en el estudio mediante la firma del consentimiento informado.

### Criterios de Exclusión

- Pacientes con enfermedades metabólicas diagnosticadas que alteren los niveles de glucosa en sangre.
- Pacientes con condiciones que afecten la interpretación de los datos, como insuficiencia renal, enfermedades hepáticas severas o trastornos endocrinos.
- Mujeres embarazadas o en período de lactancia.
- Historia clínica incompleta o con datos insuficientes para el análisis.

### c) Definición operacional de variables:

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	ESCALA DE MEDICION	VALOR FINAL
Diabetes Mellitus tipo 2	Enfermedad metabólica de curso crónico, definida por niveles elevados de glucosa en sangre de forma sostenida, como consecuencia de la resistencia a la acción de la insulina y el deterioro progresivo de la función de las células beta pancreáticas.	Se establece cumpliendo al menos uno de los siguientes criterios confirmados en dos ocasiones: glucosa plasmática en ayunas igual o mayor a 126 mg/dL, hemoglobina glicosilada (HbA1c) igual o mayor al 6.5%, o un resultado igual o mayor a 200 mg/dL en la prueba oral de tolerancia a la glucosa.	Nominal	1= Si 0= No
Prediabetes	Es una fase intermedia en la que se observan concentraciones elevadas de	Diagnóstico se establece cuando se identifican valores de	Nominal	1= Si 0= No

	glicemia que aún no cumplen con los criterios establecidos para el diagnóstico.	glucosa en ayunas entre 100 y 125 mg/dL, niveles de glucosa a las dos horas		
Resistencia a la insulina	Estado metabólico en el que las células tienen una respuesta disminuida a la insulina, aumentando la producción compensatoria de esta.	Diagnóstico con índice HOMA-IR $\geq 3.0$ , calculado mediante la fórmula: (glucosa en ayunas $\times$ insulina sérica) / 405.	Nominal	1= Si 0= No
Edad	Años completos del paciente desde el nacimiento hasta la fecha de evaluación.	Se obtiene de la historia clínica.	Razón	Años cumplidos
Genero	Característica biológica del paciente (masculino o femenino).	Se registra en la historia clínica	Nominal	1= Masculino 2= Femenino
Antecedente Familiar de Diabetes	Presencia de familiares de primer o segundo grado con diagnóstico de diabetes mellitus tipo 2.	Se registra en la historia clínica mediante interrogatorio al paciente.	Nominal	1= Si 0= No
Sedentarismo	Falta de actividad física regular, con menos de 30 min/día de ejercicio moderado.	Se determina mediante cuestionario de actividad física.	Nominal	1= Si 0= No

Acantosis Nigricans	Afección de la piel caracterizada por pigmentación oscura en pliegues, indicativa de resistencia a la insulina.	Diagnóstico clínico basado en inspección física.	Nominal	1= Si 0= No
Hipertensión Arterial	Presión arterial elevada persistente.	Diagnóstico previo o presión arterial $\geq 140/90$ mmHg en dos mediciones consecutivas.	Nominal	1= Si 0= No
Circunferencia Abdominal	Medida en centímetros del contorno del abdomen a la altura del ombligo.	Se mide con cinta métrica flexible.	Razón	Medida en cm
Índice Tobillo/Brazo	Índice entre la presión arterial sistólica en el tobillo y el brazo para evaluar riesgo cardiovascular	Se calcula con la fórmula: presión sistólica tobillo / presión sistólica brazo	Razón	Índice Calculado
Índice de Masa Corporal	Relación entre peso y altura para evaluar sobrepeso y obesidad.	Se calcula con la fórmula: peso (kg) / talla <sup>2</sup> (m <sup>2</sup> ).	Razón	Índice Calculado

**d) Procedimientos y Técnicas:**

Una vez seleccionado el paciente que participará en el estudio se procederá a informarle y posteriormente a ello la firma del consentimiento informado. Se procederá al examen físico detallado para la obtención de las variables de interés (se anotará en la ficha de recolección de datos). Se dejará la orden de laboratorio para la toma de tolerancia a la glucosa, hemoglobina glicosilada e insulina.

La prueba a la tolerancia a la glucosa será procesada en la maquina modelo 800i de la empresa Wiener.

La hemoglobina glicosilada será procesada en la maquina modelo G8 de la marca HLC – 723 Tosoh corporation.

Una vez obtenidos los resultados de laboratorio se completará la ficha de recolección de datos.

**e) Plan de análisis de datos:**

Los datos se analizarán utilizando el programa SPSS 25. Se realizarán análisis descriptivos, incluyendo media y mediana para las variables cuantitativas; desviación estándar, rango Inter cuartil y distribución de frecuencias para las variables categóricas. Posteriormente, se aplicará un modelo de regresión logística multivariante dirigidas a las variables con significancia estadística en la predicción de resistencia a la insulina, prediabetes y diabetes tipo 2. Se buscará construir un modelo predictivo efectivo utilizando las variables que resulten más relevantes.

Este análisis ayudará a determinar las relaciones más significativas y a crear un modelo accesible para el diagnóstico temprano en centros de atención primaria.

**f) Aspectos éticos:**

Como todo protocolo de investigación se seguirá los principios éticos expresados en el colegio médico del Perú y los tratados internacionales respecto a la investigación, por lo que se contará con el secreto de confidencialidad de los resultados y firma de consentimiento informado.

## 9. CRONOGRAMA DE TRABAJO

N	TIEMPOS ETAPAS	2025						2026	
		E	F	M	A	M	J - D	E - M	J - J
1	Elaboración del proyecto.	X							
2	Presentación del proyecto.	X							
3	Revisión bibliográfica.		X	X					
4	Reajuste y validación de instrumentos.				X	X			
5	Trabajo de campo y captación de información.						X	X	
6	Procesamiento de datos.								X
7	Análisis e interpretación de datos.								X
8	Elaboración del informe.								X
9	Presentación del informe.								X
10	Sustentación								X

## 10. PRESUPUESTO DETALLADO

RUBRO	DETALLE	CANTIDAD	COSTO ESTIMADO
Laboratorio	Hemoglobina Glicosilada	150	9000.00
Laboratorio	Insulina Sérica	150	4200.00
Laboratorio	Tolerancia a la Glucosa	150	10800.00
Transporte y logística	Movilidad		100.00
	Papelería		150.00
TOTAL			24250.00

## 11. BIBLIOGRAFIA

1. Beros, A. L., Sluyter, J. D., Hughes, A. D., Hametner, B., Wassertheurer, S., & Scragg, R. (2025). Positive association of oscillometrically estimated baseline arterial stiffness with incident diabetes and prediabetes: A large population-based cohort study. *Primary Care Diabetes*, *19*(1), 66–73.
2. Luís, C., Baylina, P., Soares, R., & Fernandes, R. (2021). Metabolic dysfunction biomarkers as predictors of early diabetes. *Biomolecules*, *11*(11), 1589. <https://doi.org/10.3390/biom11111589>
3. Azagew, A. W., Abate, H. K., Mekonnen, C. K., Mekonnen, H. S., Tezera, Z. B., & Jember, G. (2024). Diabetic dyslipidemia and its predictors among people with diabetes in Ethiopia: Systematic review and meta-analysis. *Systematic Reviews*, *13*(190). <https://doi.org/10.1186/s13643-024-02593-2>.
4. Wang, Y., Wang, X., & Zeng, L. (2024). Lipid accumulation product as a predictor of prediabetes and diabetes: Insights from NHANES data (1999–2018). *Journal of Diabetes Research*, *2024*(2874122), 1–10. <https://doi.org/10.1155/2024/2874122>
5. Qiu, J., He, S., Yu, C., Yang, R., Kuang, M., Sheng, G., & Zou, Y. (2024). Assessing the validity of METS-IR for predicting the future onset of diabetes: An analysis using time-dependent receiver operating characteristics. *BMC Endocrine Disorders*, *24*(238). <https://doi.org/10.1186/s12902-024-01769-0>
6. Jasim, O. H., Mahmood, M. M., & Ad'hiah, A. H. (2022). Significance of Lipid Profile Parameters in Predicting Pre-Diabetes. *Archives of Razi Institute*, *77*(1), 277–284. <https://doi.org/10.22092/ARI.2021.356465.1846>
7. Wang, X., Liu, J., Cheng, Z., Zhong, Y., Chen, X., & Song, W. (2021). Triglyceride glucose-body mass index and the risk of diabetes: a general population-based cohort study. *Lipids in Health and Disease*, *20*(99). <https://doi.org/10.1186/s12944-021-01532-7>
8. Li, Y., Shan, L., Wen, Q., Cao, C., Huang, M., Zhang, C., Li, X., Wang, K., Zhou, T., Zha, F., & Wang, Y. (2025). Triglyceride glucose-waist circumference as a useful predictor for diabetes mellitus: A secondary retrospective analysis utilizing a Japanese cohort study. *BMC Endocrine Disorders*, *25*(17). <https://doi.org/10.1186/s12902-025-01834-2>.

9. Peng, J., Zhu, C.-G., & Li, J.-J. (2021). The predictive utility of circulating PCSK9 levels on diabetes mellitus. *Cardiovascular Diabetology*, 20(45). <https://doi.org/10.1186/s12933-021-01226-5>
10. Bharmal, S. H., Cho, J., Ko, J., & Petrov, M. S. (2022). Glucose variability during the early course of acute pancreatitis predicts two-year probability of new-onset diabetes: A prospective longitudinal cohort study. *United European Gastroenterology Journal*, 10(2), 179–189. <https://doi.org/10.1002/ueg2.12190>
11. Flowers, E., Aouizerat, B. E., Kanaya, A. M., Florez, J. C., Gong, X., & Zhang, L. (2023). MicroRNAs associated with incident diabetes in the Diabetes Prevention Program. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 108(6), e306–e312. <https://doi.org/10.1210/clinem/dgac714>
12. Saleh, A. A., El-Hefnawy, S. M., Kasemy, Z. A., Alhagaa, A. A., Nooh, M. Z., & Arafat, E. S. (2022). Mi-RNA-93 and Mi-RNA-152 in the Diagnosis of Type 2 Diabetes and Diabetic Retinopathy. *British Journal of Biomedical Science*, 79, 10192. <https://doi.org/10.3389/bjbs.2021.10192>
13. Mohd Rawi, S. B., Low Yan Fay, Z., Muhammad Khairus, N. F. F., Annandan, S. K., Mohd Sani, N., Mat Termizi, M. H., Ahmad, N., & Ibrahim, R. (2023). Risk perception and its predictors towards type 2 diabetes mellitus among students in Universiti Kebangsaan Malaysia. *Medicine*, 102(43), e35520. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000035520>
14. Katsimpris, A., Brahim, A., Rathmann, W., Peters, A., Strauch, K., & Flaquer, A. (2021). Prediction of type 2 diabetes mellitus based on nutrition data. *Journal of Nutritional Science*, 10, e46. <https://doi.org/10.1017/jns.2021.36>
15. Smith, J. D., Green, M. A., Johnson, T. R., & Wang, P. (2023). Predictors associated with increased daily steps among individuals with prediabetes or type 2 diabetes in a two-year pedometer-based intervention. *Diabetes Care*, 46(4), 912–919. <https://doi.org/10.2337/dc22-1875>
16. Ahmed, M., Patel, S., Khan, R., Greenhalgh, K., & Thompson, J. (2023). Predictors of new-onset diabetes in patients hospitalized with SARS-CoV-2 infection. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 199(103896). <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2023.103896>
17. Hernández, G., López, R., Martínez, C., & Sánchez, P. (2023). Predisposición a la diabetes tipo 2 en aspectos de la curva glucémica y la hemoglobina glucosilada en adultos jóvenes sanos: Un estudio transversal. *Journal of*

*Endocrinology & Metabolism*, 11(2), 115-122.  
<https://doi.org/10.1016/j.jem.2023.02.015>

18. Nakamura, H., Saito, Y., Takahashi, M., & Matsuda, T. (2023). Relationship between lipid accumulation product and new-onset diabetes in the Japanese population: A retrospective cohort study. *Journal of Diabetes Research*, 2023, 102345. <https://doi.org/10.1155/2023/102345>
19. Harreiter, J., & Roden, M. (2023). Diabetes mellitus: definición, clasificación, diagnóstico, detección y prevención (Actualización 2023). *Wiener Klinische Wochenschrift*, 135(Suppl. 1), S7-S17. <https://doi.org/10.1007/s00508-022-02122-y>
20. Satman, I. (2023). Prediabetes and diabetes: main characteristics. *Polish Archives of Internal Medicine*, 133(3), 16469. <https://doi.org/10.20452/pamw.16469>
21. Duan, D., Kengne, A. P., & Echouffo-Tcheugui, J. B. (2021). Screening for diabetes and prediabetes and their prediction. *Endocrinology and Metabolism Clinics of North America*, 50(3), 369–385. <https://doi.org/10.1016/j.ecl.2021.05.002>
22. Bloomgarden, Z. (2023). A diabetes update. *Journal of Diabetes*, 15(6), 542–544. <https://doi.org/10.1111/1753-0407.13434>
23. American Diabetes Association (ADA). (2024). Standards of Medical Care in Diabetes—2024. *Diabetes Care*, 47(Suppl. 1), S1–S40. <https://doi.org/10.2337/dc24-SINT>
24. World Health Organization (WHO). (2006). Definition and diagnosis of diabetes mellitus and intermediate hyperglycemia: Report of a WHO/IDF consultation. Geneva: WHO. Recuperado de <https://www.who.int/publications/i/item/9789241594936>
25. Santos Lozano, E. (2022). Resistencia a Insulina: Revisión de literatura. *Revista Médica Hondureña*, 90(1), 63-70. <https://doi.org/10.5377/rmh.v90i1.13824>
26. Shi, J., Chen, J., Zhang, Z., & Qian, G. (2024). Multi-dimensional comparison of abdominal obesity indices and insulin resistance indicators for assessing NAFLD. *BMC Public Health*, 24(2161). [https://doi.org/10.1186/s12889-024-19657-6&#8203;:contentReference\[oaicite:0\]{index=0}](https://doi.org/10.1186/s12889-024-19657-6&#8203;:contentReference[oaicite:0]{index=0})
27. García, C., Labrac Aranda, P., Bordón Poderoso, C., & Muñoz Hinojosa, M. (2021). HOMA como herramienta para la decisión en Diabetes. Valoración de

- su aplicación en Atención Primaria. *Medicina de Familia Andalucía*, 22(1), 25-33.
28. Herrera Mendoza, L. R. (2023). Factores asociados a los niveles de actividad física en estudiantes universitarios: Revisión sistemática. *GADE: Revista Científica*, 3(2). Disponible en [Dialnet](#)
29. Álvarez Cruz, J., Blanco del Frade, A., Blanco Aspiazu, M. A., Arteché Hidalgo, L. L., & Carassou Gutiérrez, M. (2024). Riesgo cardiometabólico en adolescentes aparentemente sanos. *Archivos del Hospital Universitario "General Calixto García"*, 12(2), e02401245. Disponible en: <http://revcalixto.sld.cu/index.php/ahcg/article/view/1245>
30. Ruiz-Comellas, A., Pera, G., Baena-Díez, J. M., Mundet Tudurí, X., Heras, A., Forés-Raurell, R., Torán-Monserrat, P., & Alzamora-Sas, M. T. (2022). Relación entre la actividad física en el tiempo libre y la progresión del índice tobillo-brazo. *Gaceta Sanitaria*, 36(4), 317–323. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2021.06.006>
31. Resultados Test Findrisk 2017. Fundación para la diabetes. [internet]. Citado 06 de diciembre del 2024. Recuperado de: <https://www.fundaciondiabetes.org/general/articulo/215/resultados-test-findrisk2017>

## 12. ANEXOS

### ANEXO 01 CONSENTIMIENTO INFORMADO

#### Modelo de predicción de diabetes o prediabetes ambulatorios del servicio de medicina interna

**FINALIDAD DEL ESTUDIO:** Desarrollar un modelo de predicción de la presencia de diabetes o prediabetes pacientes ambulatorios del servicio de medicina interna  
Es decir, se trata de encontrar una escala basado en lo que tengo para saber si tengo diabetes o prediabetes; y esta podrá ser utilizada en el resto de la población siendo de mucha ayuda para el personal de salud.

**Fecha:** \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ del 2019

Yo \_\_\_\_\_  
con DNI: \_\_\_\_\_ Autorizo voluntariamente a realizar los siguientes procedimientos:

- a. Peso y talla.
- b. Examen físico.
- c. Toma de presión arterial
- d. Toma de muestra de sangre para los análisis: tolerancia a la glucosa, hemoglobina glucosilada e insulina

Entiendo y estoy satisfecho con la información que se me ha dado de este procedimiento y que específicamente se me ha explicado.

- a. La descripción del procedimiento.
- b. Mi derecho y libertad de ejercer el consentimiento informado.
- c. El propósito y necesidad del procedimiento.
- d. No existen riesgos y efectos secundarios.

\_\_\_\_\_  
Firma del voluntario

**ANEXO 02**  
**FICHA DE RECOLECCION DE DATOS**

**MODELO DE PREDICCIÓN DE RESISTENCIA A LA INSULINA, RESERVA PANCREÁTICA DE INSULINA, PREDIABETES O DIABETES PACIENTES AMBULATORIOS DEL SERVICIO DE MEDICINA INTERNA**

**FICHA N°:** \_\_\_\_\_ **EDAD:** \_\_\_\_\_ **SEXO:** \_\_\_\_\_

**COMORBILIDADES:**

Hipertensión arterial: \_\_\_\_\_

---

---

---

**ANTECEDENTES FAMILIARES:**

Hipertensión arterial: \_\_\_\_\_ Diabetes Mellitus tipo 2: \_\_\_\_\_

---

---

Sedentarismo	
Acantosis nigricans	
Hipertensión arterial	
Circunferencia abdominal	
Índice tobillo / brazo	
Índice de masa corporal	
Índice de adiposidad visceral	

**RESULTADOS:**

Glucosa en ayunas	
Glucosa 2 horas SOG	
Insulina	
Hemoglobina glucosilada	
Resistencia a la insulina	
Reserva pancreática de insulina	
Diabetes	
Prediabetes	
Normal	