



**FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**

**TESIS**

**SISTEMA PARA EL CONTEO AUTOMATIZADO DE PLAQUETAS EN  
MUESTRAS DE SANGRE DE PACIENTES DE LA CLÍNICA ESPECIALIZADA  
EMANUEL 2021**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**

PRESENTADO POR:

CARLOS OCTAVIO RAMÍREZ SÁNCHEZ  
GUIDO ULISES TORRES IPANAMA

ASESOR:

Ing. RAFAEL VILCA BARBARÁN, Mgr.

IQUITOS, PERÚ

2024

# ACTA DE SUSTENTACIÓN



FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS - 2024

En Iquitos, en la modalidad presencial, a los 26 días del mes de enero del 2024, a horas 11:00 am, se dio inicio a la sustentación de la Tesis Titulada: "SISTEMA PARA EL CONTEO AUTOMATIZADO DE PLAQUETAS EN MUESTRAS DE SANGRE DE PACIENTES DE LA CLINICA ESPECIALIZADA EMANUEL 2021.", presentado por los bachilleres: CARLOS OCTAVIO RAMIREZ SANCHEZ y GUIDO ULISES TORRES IPANAMA, para optar el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas e Informática, que otorga la Universidad de acuerdo a Ley y Estatuto.

El Jurado calificador y dictaminador designado mediante Resolución Decanal N°061-D-FISI-UNAP-2023, está integrado por:

- |  |            |
|--|------------|
| ✓ Ing. Alejandro Reátegui Pezo, Dr.        | Presidente |
| ✓ Ing. Ronald Percy Melchor Infantes, Mgr. | Miembro    |
| ✓ Ing. César Augusto Palacios Chávez, Mgr. | Miembro    |



Luego de haber el Jurado escuchado con atención y formulado las preguntas necesarias, las cuales fueron respondidas: CORRECTAMENTE

El jurado después de las deliberaciones correspondientes, llegó a las siguientes conclusiones:

La Sustentación de la Tesis ha sido: APROBADO con la calificación de: 16.93

Estando los Bachilleres aptos para obtener el Título Profesional de **Ingeniero de Sistemas e Informática**.

Siendo las 12:00 se dio por terminado el acto de sustentación.

Ing. Alejandro Reátegui Pezo, Dr.  
Presidente

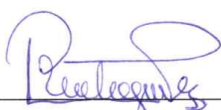
Ing. Ronald Percy Melchor Infantes, Mgr.  
Miembro

Ing. César Augusto Palacios Chávez, Mgr.  
Miembro

Ing. Rafael Vilca Barbarán, Mgr.  
ASESOR

## JURADOS Y ASESOR

TESIS APROBADA EN SUSTENTACIÓN PÚBLICA EL DÍA **26** DE **ENERO** AÑO **2024** EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA, EN IQUITOS - PERÚ.



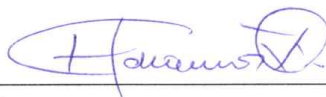
Ing. ALEJANDRO REÁTEGUI PEZO, Dr.

Presidente



Ing. RONALD PERCY MELCHOR INFANTES, Mgr.

Miembro



Ing. CÉSAR AUGUSTO PALACIOS CHÁVEZ, Mgr.

Miembro



Ing. RAFAEL VILCA BARBARÁN, Mgr.

Asesor

# RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**Resumen Informe Final Ramirez y Torres  
.pdf**

RECuento DE PALABRAS

**7523 Words**

RECuento DE CARACTERES

**40746 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**43 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**2.8MB**

FECHA DE ENTREGA

**Feb 28, 2024 11:36 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Feb 28, 2024 11:36 AM GMT-5**

## ● 10% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 8% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 8% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

## ● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

Resumen

## DEDICATORIA

A **Dios**, fuente inagotable de sabiduría y fortaleza, a quien agradecemos por guiarnos en este viaje académico y por ser nuestra inspiración constante.

A nuestras familias que están incondicionalmente apoyándonos.

A los docentes de la universidad, cuyo compromiso y conocimiento han sido faros en nuestra travesía educativa.

Este trabajo no solo es el fruto de nuestro esfuerzo, sino también el resultado de la contribución invaluable de quienes nos rodean. A cada uno de ustedes, les dedicamos con profundo agradecimiento esta tesis de pregrado.

## AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Investigador de la Amazonía Peruana (IIAP) por brindar acceso a la supercomputadora MANATI, y donde su personal ayudo con la instalación y configuración necesaria.

A la Clínica Especializada Emanuel, que brindo las muestras de sangre, personal y uso de su Equipo Automatizado de Hematología, para poder contrastar y validar este proyecto.

Al T.M. Eduardo Julian Alarcón Rosas por darnos alcance teórico y explicarnos como reconocer las plaquetas en el microscopio.

Finalmente, a nuestro asesor el Mg. Rafael Vilca Barbarán por brindar su valiosa guía.

## ÍNDICE

PORTADA	i
ACTA DE SUSTENTACION	ii
JURADOS Y ASESOR	iii
RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTOS	vi
ÍNDICE	vii
INDICE DE FIGURAS	x
INDICE DE TABLAS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Antecedentes</b>	<b>3</b>
<b>1.2 Bases Teóricas</b>	<b>5</b>
<b>1.2.1 Sangre</b>	<b>5</b>
<b>1.2.2 Plaquetas</b>	<b>5</b>
<b>1.2.3 Aplicación Móvil</b>	<b>6</b>
<b>1.2.4 Aplicación Web</b>	<b>6</b>
<b>1.2.5 Metodología XP</b>	<b>7</b>
<b>1.2.6 Visión por computadora</b>	<b>7</b>
<b>1.2.7 Red Neuronal Artificial (RNA)</b>	<b>7</b>
<b>1.2.8 Red Neuronal Convolutacional (CNN)</b>	<b>8</b>

<b>1.2.9</b>	<b>Algoritmo You Only Look Once (YOLO)</b>	<b>9</b>
<b>1.2.10</b>	<b>Frotis de Sangre</b>	<b>12</b>
<b>1.3</b>	<b>Definición de términos básicos</b>	<b>12</b>
<b>1.3.1.</b>	<b>Automatización</b>	<b>12</b>
<b>1.3.2.</b>	<b>Hematología</b>	<b>12</b>
<b>1.3.3.</b>	<b>Reactivos de laboratorio</b>	<b>13</b>
<b>1.3.4.</b>	<b>Eficacia</b>	<b>13</b>
<b>1.3.5.</b>	<b>Eficiencia</b>	<b>13</b>
<b>1.3.6.</b>	<b>Efectividad</b>	<b>14</b>
	<b>CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES</b>	<b>15</b>
<b>2.1.</b>	<b>Formulación de la hipótesis</b>	<b>15</b>
<b>2.2.</b>	<b>Variables y definiciones operacionales</b>	<b>16</b>
<b>2.3.</b>	<b>Determinación de las fórmulas a emplear.</b>	<b>17</b>
	<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA</b>	<b>19</b>
<b>3.1.</b>	<b>Diseño metodológico</b>	<b>19</b>
<b>3.2.</b>	<b>Diseño muestral</b>	<b>20</b>
<b>3.3.</b>	<b>Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b>	<b>20</b>
<b>3.4.</b>	<b>Procesamiento y análisis de la información</b>	<b>21</b>
<b>3.5.</b>	<b>Diseño de la solución</b>	<b>21</b>
<b>3.6.</b>	<b>Aspectos éticos</b>	<b>31</b>
	<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS</b>	<b>33</b>
<b>4.1.</b>	<b>Usabilidad.</b>	<b>33</b>



<b>4.2. Eficacia</b>	<b>34</b>
<b>4.3. Eficiencia</b>	<b>34</b>
<b>4.4. Efectividad</b>	<b>35</b>
<b>4.5. Contrastación de hipótesis</b>	<b>35</b>
<b>CAPÍTULO V: DISCUSIÓN</b>	<b>38</b>
<b>CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES</b>	<b>41</b>
<b>CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES</b>	<b>42</b>
<b>CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN</b>	<b>43</b>
<b>1. Matriz de consistencia</b>	<b>47</b>
<b>2. Instrumento de recolección de datos para medir la usabilidad del sistema</b>	<b>48</b>
<b>3. Ficha de observación</b>	<b>49</b>
<b>4. Resultados de las observaciones</b>	<b>50</b>
<b>5. DataSet de etiquetado de las imágenes.</b>	<b>51</b>
<b>6. Desarrollo web</b>	<b>52</b>
<b>7. Resize y envío de la imagen</b>	<b>53</b>
<b>8. Desarrollo App</b>	<b>53</b>
<b>9. Servidor web</b>	<b>54</b>
<b>10. Reporte de resultados.</b>	<b>55</b>

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Detección de Objetos con Python (2020). .....	9
Figura 2: Obtener y etiquetar imágenes para un detector personalizado a entrenar en YOLO (Gabiray, 2019). .....	10
Figura 3: Obtener y etiquetar imágenes para un detector personalizado a entrenar en YOLO (Gabiray, 2019). .....	11
Figura 4: Detección de Objetos con Python (2020) .....	11
Figura 5: Ingreso al sistema.....	26
Figura 6: Ingreso de imágenes de plastado de muestras de sangre.....	27
Figura 7: Procesamiento de imágenes de plastado de muestras de sangre.....	27
Figura 8: Generar reporte de cantidad de plaquetas según formula que presentan las imágenes ingresadas.....	28
Figura 9: Ingreso al Sistema Web.....	29
Figura 10: Ingreso de imágenes de plastado de muestras de sangre.....	29
Figura 11: Procesamiento de imágenes de plastado de muestras de sangre. ....	30
Figura 12: Generar reporte de cantidad de plaquetas según formula que presentan las imágenes ingresadas.....	31
Figura 13: Eficacia según los resultados observados. ....	34
Figura 14: Eficiencia según los resultados observados. ....	35
Figura 15: Efectividad según los resultados observados.....	35

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Matriz de respuestas de aplicación del cuestionario SUS.....	33
Tabla 2: Resultados de medición de eficacia.....	36
Tabla 3: Resultados de medición de eficiencia y efectividad.....	37

## RESUMEN

La investigación se desarrolló en el ámbito de la salud, se identificó en las Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud (IPRESS) 1-4 del MINSA la carencia de analizadores automatizados de hematología para llevar a cabo el conteo de plaquetas, no contar con esta tecnología conlleva a realizar manualmente los conteos, generando potenciales errores, demoras en los resultados y desgaste del personal de salud; en la clínica Emanuel este proceso se realiza de manera automática empleando un equipo automatizado de hematología, los resultados se obtienen en mucho menos tiempo. Ante esta situación se planteó investigar sobre cómo un sistema para el conteo automatizado de plaquetas es efectivo para el conteo de plaquetas en muestras de sangre de pacientes de la clínica Emanuel 2021. El objetivo de este estudio fue proponer una solución alternativa económica y eficiente para el recuento manual de plaquetas en muestras de sangre, con especial énfasis en la detección temprana del dengue. La investigación fue cuantitativa, aplicada, cuasiexperimental y descriptiva. Para lograr este propósito se desarrolló un software basado en YOLO que permitió el conteo automatizado de plaquetas. Los recuentos realizados por el software se compararon con los del equipo de hematología automatizado, revelando un valor de  $p$  de 0,00 para eficacia, eficiencia y efectividad. Este hallazgo sugiere que el software propuesto es eficaz, eficiente y efectivo. En conclusión, este trabajo contribuye significativamente al campo de la salud al presentar una solución innovadora y accesible, eficiente y eficaz para el recuento automatizado de plaquetas en muestras de sangre.

**Palabras clave:** plaquetas, dengue, software, YOLO, equipo automatizado de hematología, conteo automatizado.

## ABSTRACT

The research was developed in the field of health, the lack of automated hematological analyzers was identified to perform platelet counting in the Health Services Provider Institutions (IPRESS) I-4 of the MINSA, as they do not have this technology that leads to manual counting, generating potential errors, delays in results and attrition of health personnel; At the Emanuel clinic this process is carried out automatically using automated hematology equipment, the results are obtained in much less time. Given this situation, it was proposed to investigate how an automated platelet counting system is effective for counting platelets in blood samples from patients at the Emanuel 2021 clinic.

The objective of this study was to propose an alternative economical and efficient solution for the manual counting of platelets in blood samples, with special emphasis on the early detection of dengue. The research was quantitative, applied, quasi-experimental and descriptive. To achieve this purpose, software based on YOLO was developed, which allowed automated platelet counting.

The counts performed by the software were compared with those of the automated hematology equipment revealing a p-value of 0.00 for efficacy, efficiency and effectiveness. This finding suggests that the proposed software is efficient and effective. In conclusion, this work contributes significantly to the health field by presenting an innovative and accessible, efficient and effective solution for the automated counting of platelets in blood samples.

**Keywords:** platelets, dengue, software, YOLO, automated hematology analyzer, automated counting

## INTRODUCCIÓN

La ciudad de Iquitos es una ciudad con una alta población del mosquito *Aedes aegypti*, quien es el transmisor de la enfermedad del dengue; uno de los síntomas característicos de esta enfermedad es la disminución de plaquetas en la sangre. En la IPRESS de categoría I-4 del MINSA, en la ciudad de Iquitos, tradicionalmente, las células sanguíneas se cuentan manualmente mediante un hemocitómetro; sin embargo, se ha descubierto que esta tarea requiere mucho tiempo y es propensa a errores y agotamiento del personal que realiza dicho trabajo.

Los diferentes componentes sanguíneos proporcionan información diferente sobre el estado fisiológico de una persona. Un frotis de sangre es uno de varios análisis de sangre que se utilizan hoy en día para evaluar a los seres humanos. Un frotis de sangre fino puede ayudar a determinar la presencia o ausencia de diferencias en el recuento de células sanguíneas o anomalías en la morfología celular, y un frotis de sangre grueso puede ayudar a detectar parásitos sanguíneos. La prueba de frotis de sangre se realiza manualmente observando cada muestra bajo un microscopio. Estos procesos requieren mucho tiempo y trabajo y conllevan el riesgo de error, especialmente cuando es necesario analizar un gran número de muestras. (Escobar et al. 2023).

La inteligencia artificial (IA) ahora se utiliza para completar ciertas tareas que originalmente debían ser realizadas por humanos. En particular, el aprendizaje profundo (DL), una forma de inteligencia artificial, es una opción común y de rápido crecimiento para automatizar diversas tareas. (Alzubaidi et al. 2021). DL o redes neuronales profundas es un tipo de red neuronal compuesta por una cantidad mucho mayor de capas de procesamiento que los algoritmos tradicionales de aprendizaje automático (Shrestha y Mahmood 2019) (Alom et al. 2019). Se ha demostrado que DL ofrece excelentes resultados y supera a las técnicas

tradicionales. Sin embargo, construir un modelo adecuado requiere grandes conjuntos de datos y puede requerir una gran cantidad de cálculos. El aprendizaje por transferencia es un enfoque que utiliza el conocimiento existente en un modelo para aprender nuevas tareas (Pan y Yang 2010). Esto reduce el tiempo de entrenamiento y el tamaño de los datos de entrenamiento necesarios. Ya se utilizan varias redes neuronales previamente entrenadas para tareas de clasificación y reconocimiento. (Escobar et al. 2023)

Este trabajo tuvo por objetivo proponer una herramienta software capaz de realizar el conteo automatizado de plaquetas mediante imágenes de frotis de sangre, validando su eficacia, eficiencia y efectividad. Esta es una alternativa de bajo costo para realizar el conteo de plaquetas. Para comprobar que los resultados obtenidos por la herramienta propuesta sean resultados válidos, se realizó la comparación con los resultados obtenidos por el equipo automatizado de hematología de la clínica Emanuel. La población de estudio estuvo compuesta por el conjunto de muestras de sangre que fueron tomadas en el laboratorio de la clínica Emanuel. La muestra del estudio fue no probabilística, está compuesta por 50 muestras de sangre proporcionadas por la clínica Emanuel debido a la disposición de tiempo del personal de la clínica Emanuel.

Se obtuvo el conteo de plaquetas y el tiempo de procesamiento, tanto del equipo automatizado de hematología como del software de conteo automatizado de plaquetas, con la información de ambos métodos se realizó la tabla de evaluación. Como conclusión el software resultó eficaz, eficiente y efectivo para realizar el conteo de plaquetas

## MARCO TEÓRICO

### 1.1 Antecedentes

- En 2023, se desarrolló la investigación “A novel transfer learning-based model for diagnosing malaria from parasitized and uninfected red blood cell images” cuyo objetivo fue desarrollar un modelo eficaz para la identificación temprana de la malaria. Utilizaron imágenes de malaria basadas en glóbulos rojos parasitados y no infectados para experimentos de investigación. Aplicaron enfoques basados en redes neuronales, como Neural Search Architecture Network (NASNet), y compararon su rendimiento con técnicas de aprendizaje automático. Amplios experimentos demostraron que las máquinas de vectores de soporte superaron a los modelos de última generación, logrando puntuaciones de rendimiento del 99 % y tiempos de inferencia de casi 0,025 segundos. Validaron el rendimiento mediante validación cruzada k-fold y optimizaron los hiperparámetros mediante ajustes. La investigación propuesta ha mejorado el diagnóstico temprano de la malaria y puede ayudar a los especialistas médicos a reducir la tasa de mortalidad.(Qadri et al. 2023)
- En 2023, se desarrolló la investigación “Automated counting of white blood cells in thin blood smear images” con el objetivo de acelerar el proceso de diagnóstico digital y desarrollar una solución automatizada rápida y precisa, propusieron un nuevo método para detectar y contar glóbulos blancos (WBC) utilizando un nuevo conjunto de datos de muestras de sangre de cerdo. Seleccionaron y evaluaron el método de detección YOLOv5 debido a su alta velocidad y rendimiento en la detección y enumeración de glóbulos blancos. Los resultados experimentales mostraron que YOLOv5 fue rápido y eficiente en la detección y el recuento de glóbulos blancos, logrando una precisión del 89,25



% y una precisión promedio del 99 % en un punto de corte de 0,5 por encima del umbral de unión (mAP 0,5). (Escobar et al. 2023)

- El 2020, en el desarrollo de la investigación “An Automated Method for Counting Red Blood Cells using Image Processing”, se introdujo tecnología para contar automáticamente los glóbulos rojos. Las imágenes se clasificaron según color, textura y morfología. El proceso de recuento de células se realizó en tres partes: procesamiento de imágenes, incluida la extracción de características de textura mediante morfología, segmentación de umbral y recuento de células mediante transformada de Hough. El algoritmo propuesto logra una precisión general del 91,667% y es muy eficiente desde el punto de vista computacional, ya que solo toma 0,81432 segundos contar los glóbulos rojos de diferentes muestras de sangre. (Chadha et al. 2020)
- En 2019, se desarrolló la investigación "Desarrollo de un sistema de análisis automático para la segmentación, clasificación y conteo de leucocitos en imágenes digitales de frotis de sangre periférica" con el objetivo de desarrollar un sistema para conteo de leucocitos en imágenes. Compararon dos técnicas de "transferencia de conocimiento", usando las arquitecturas de CNN más precisas y un banco de imágenes de frotis sanguíneo. Los resultados mostraron que la técnica "ajuste fino de pesos" fue más precisa que la técnica “extracción de rasgos fijos”, logrando una exactitud promedio de 91.9% en el conjunto de prueba. (Villegas 2019)
- En 2017, en la investigación “Diseño de un algoritmo para la automatización del conteo de células del tejido sanguíneo mediante procesamiento digital de imágenes” se realizaron estudios de diseño cuantitativo y experimental con una población de estudio de todas las imágenes que pueden ser tomadas a partir de una muestra de sangre. La investigación comparó distintos algoritmos para

el conteo de eritrocitos y conteo diferencial de leucocitos; el trabajo concluyó que el software elaborado haciendo uso de técnicas de Procesamiento Digital de Imágenes es capaz de minimizar el tiempo requerido para realizar el conteo de eritrocitos y conteo diferencial de leucocitos. (Bustamante Alvarez 2019)

## **1.2 Bases Teóricas**

### **1.2.1 Sangre**

Según la Universidad Nacional de Hurlingham el concepto de sangre constituye “un tejido cuya densidad se atribuye a su composición, integrada por diversas células con funciones específicas. Su consistencia se debe a que aproximadamente el 80% de su contenido es agua, mientras que el 20% restante corresponde a sustancias sólidas”. (Universidad Nacional de Hurlingham 2019)

Según Manuel Ramos Medina la palabra "sangre" tiene su “*origen etimológico* en el latín *sanguis, inis*. Este término hace referencia al fluido rojo que se encuentra en humanos y animales vertebrados, circulando a través de las venas y arterias, y que es conocido como humor”. (Medina 2018)

### **1.2.2 Plaquetas**

Según la definición proporcionada por Milagros García Mesa y Cristina Coma Alfonso, “las plaquetas son fragmentos presentes en el citoplasma sin núcleo. Se generan a partir de la ruptura de las membranas externas de los megacariocitos de la médula ósea, los cuales tienen un diámetro de aproximadamente 20 mm”. (García Mesa y Coma Alfonso 2000)

Según la NCI las plaquetas se originan “mediante la fragmentación de células de mayor tamaño conocidas como megacariocitos. Su función principal es posibilitar la formación de coágulos sanguíneos, contribuyendo a retrasar o detener el

sangrado, y facilitan el proceso de cicatrización de las heridas”. (INSTITUTO NACIONAL DEL CÁNCER 2017)

### **1.2.3 Aplicación Móvil**

De acuerdo con la perspectiva de Sebastián Serna, expuesta en su obra "Diseño de interfaces en aplicaciones móviles", una aplicación móvil se describe como “un conjunto de software creado con el propósito de ejecutar una o varias funciones. Aunque comparten semejanzas con otros programas diseñados para computadoras de escritorio, estas aplicaciones móviles se caracterizan por su menor complejidad y están específicamente diseñadas para funcionar de manera óptima en dispositivos móviles”. (Serna 2016)

Según la definición de Servicios Softcorp, un aplicativo móvil es un “software diseñado para funcionar en entornos móviles, proporcionando la capacidad de realizar tareas profesionales, acceder a servicios y mantenerse continuamente informado, entre otros beneficios”. (SOFTCORP 2019)

### **1.2.4 Aplicación Web**

Según la definición de Miguel Angel López, una aplicación web “es aquella que se puede utilizar al acceder a un servidor web, ya sea disponible en internet o en una red de área local. Este tipo de software está desarrollado en un lenguaje compatible con navegadores web, los cuales se encargan de ejecutar la aplicación”. (López 2015)

### **1.2.5 Metodología XP**

La programación extrema es un método rápido de gestión de proyectos que se centra en la velocidad y la simplicidad con iteraciones cortas y documentación mínima. Los cinco valores centrales, las cinco reglas y las doce prácticas de XP forman la base de la estructura del proceso.

Al igual que otras metodologías ágiles, la programación extrema es un método para desarrollar software que se divide en sprints de trabajo. La gestión ágil de proyectos sigue un proceso iterativo en el que el proyecto se finaliza y se revisa al final de cada sprint, y luego se refina para adaptarse a los requisitos cambiantes y lograr la máxima eficiencia. Al igual que otras metodologías ágiles, el diseño de la programación extrema permite a los desarrolladores responder de inmediato a las solicitudes de los clientes, adaptarse y realizar cambios. Sin embargo, la programación extrema es significativamente más disciplinada; con frecuencia realiza revisiones de código y pruebas unitarias para permitir cambios rápidos. Además, es muy creativa y colaborativa porque fomenta el trabajo en equipo en todas las etapas del desarrollo (LAINES 2015)

### **1.2.6 Visión por computadora**

Conforme a la explicación de Edsrobotics, la visión computarizada se define “como un conjunto de tecnologías o herramientas diseñadas para capturar imágenes, llevar a cabo un procesamiento sobre estas y generar datos a partir de ellas”. (Marketing 2022)

### **1.2.7 Red Neuronal Artificial (RNA)**

De acuerdo con la perspectiva de Threepoints, los sistemas inspirados en el funcionamiento del cerebro humano “se componen de nodos que operan de manera análoga a las neuronas, interactuando entre sí mediante la emisión de

señales y datos. Estos sistemas reciben datos que son procesados para producir una salida, la cual consiste en predicciones formuladas con el fin de alcanzar un objetivo programado". (threepoints 2021)

Según la visión de García-Olalla Olivera "la manera en que estos nodos o neuronas artificiales llevan a cabo el procesamiento de datos implica la multiplicación del dato recibido por su respectivo peso y la aplicación de una función de activación. Este resultado se combina con otras salidas generadas por diferentes neuronas, dando lugar a un "impulso nervioso" que actúa como entrada para otra neurona. Posteriormente, esta neurona procesa dicho dato". (admin@xeridia.com 2019)

### **1.2.8 Red Neuronal Convolutiva (CNN)**

De acuerdo con la perspectiva de Juan Barrios, las unidades que integran las Redes Neuronales Artificiales (RNA) "se basan en la estructura de las neuronas cerebrales, tomando como referencia especialmente aquellas presentes en la corteza visual primaria. Estas neuronas demuestran una alta eficacia en aplicaciones de visión por computadora, destacándose en tareas como la categorización y segmentación de imágenes".(Barrios 2019)

Según la visión de García Olalla Olivera, para dotar a una red neuronal convolutiva de la capacidad de identificar objetos en imágenes, "es esencial llevar a cabo un extenso proceso de entrenamiento que involucre un conjunto diverso de imágenes. Este conjunto debe estar compuesto por imágenes etiquetadas, algunas que contengan el objeto de interés y otras que no, abarcando así la mayor variación posible entre las imágenes. La optimización de los parámetros durante el entrenamiento se realiza con el objetivo de que la red ofrezca respuestas que se asemejen al máximo al conjunto de entrenamiento,

permitiéndole así identificar las características del objeto a reconocer en las imágenes”. (García-Olalla Olivera, 2019)

### 1.2.9 Algoritmo You Only Look Once (YOLO)

Según la información proporcionada en la página de Yolo Object Detector for Onboard Driving, “este sistema de código abierto se emplea en aplicaciones de visión por computadora y se basa exclusivamente en una red neuronal convolucional para la detección de objetos en fotogramas. Para llevar a cabo su funcionamiento, la imagen se divide en cuadros, a cada uno de los cuales se le asigna una probabilidad de contener uno de los objetos a ser reconocidos”. (Soto 2017)

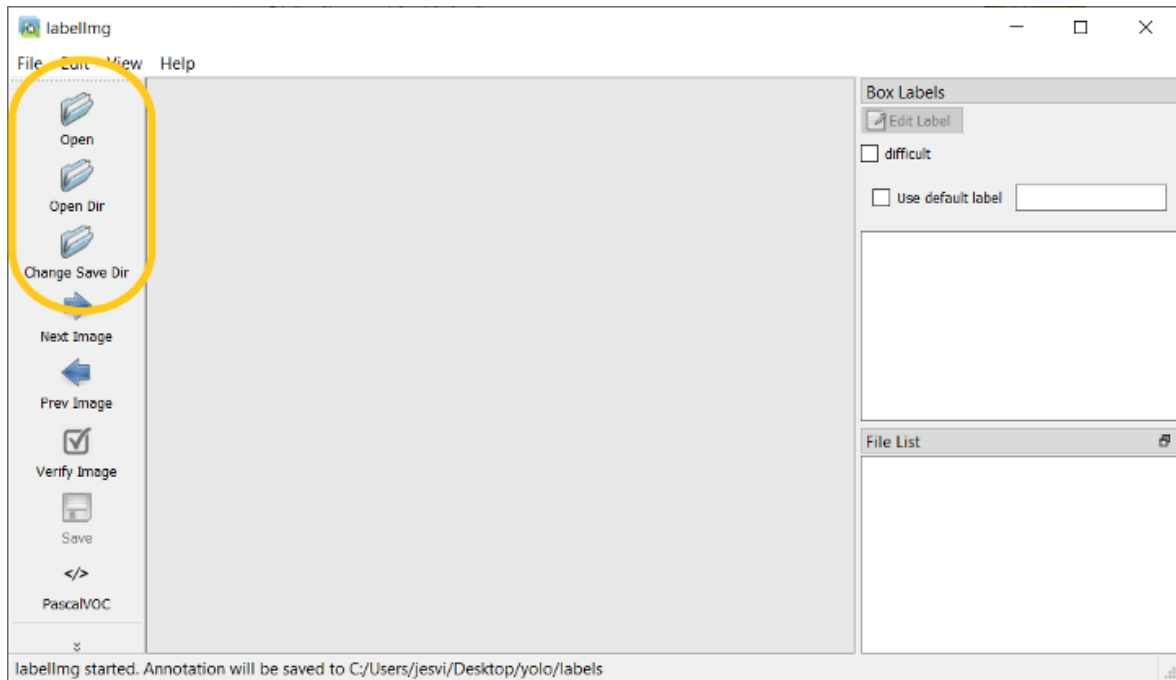
Figura 1: Detección de Objetos con Python (2020).



Según la perspectiva de Garibay, en el proceso de entrenamiento de YOLO, “se emplea un conjunto de datos que consiste en imágenes que contienen el objeto o los objetos que se pretenden detectar. Este conjunto de datos requiere ser etiquetado manualmente para cada imagen mediante el uso del software Labellmg. Es esencial proporcionar la dirección de la imagen a este

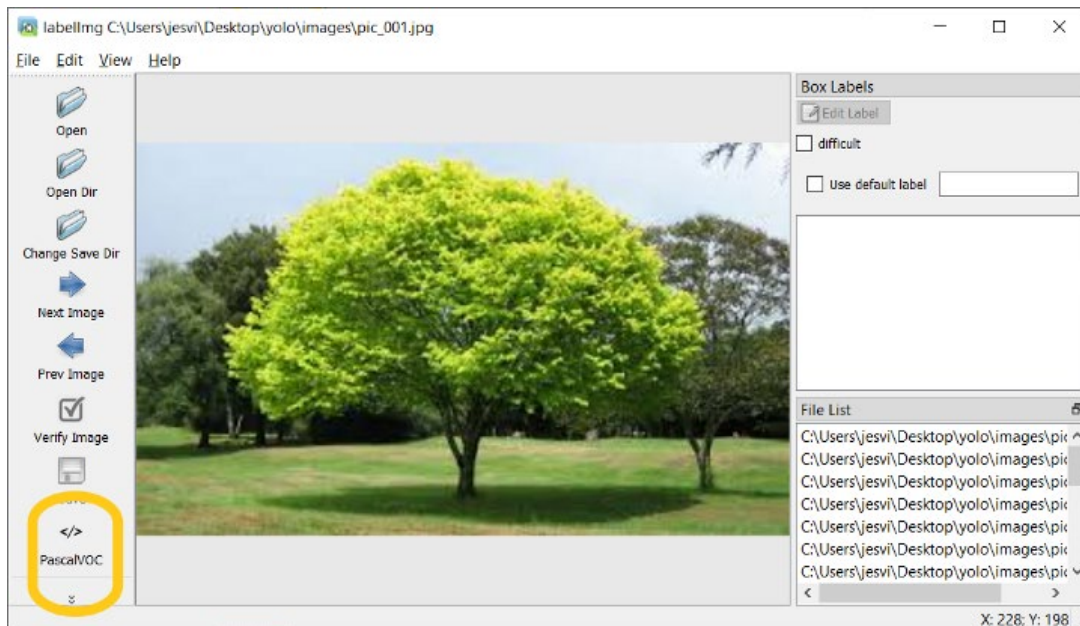
software para generar el archivo necesario para el entrenamiento de YOLO”.(Garibay 2019)

Figura 2: Obtener y etiquetar imágenes para un detector personalizado a entrenar en YOLO (Gabiray, 2019).



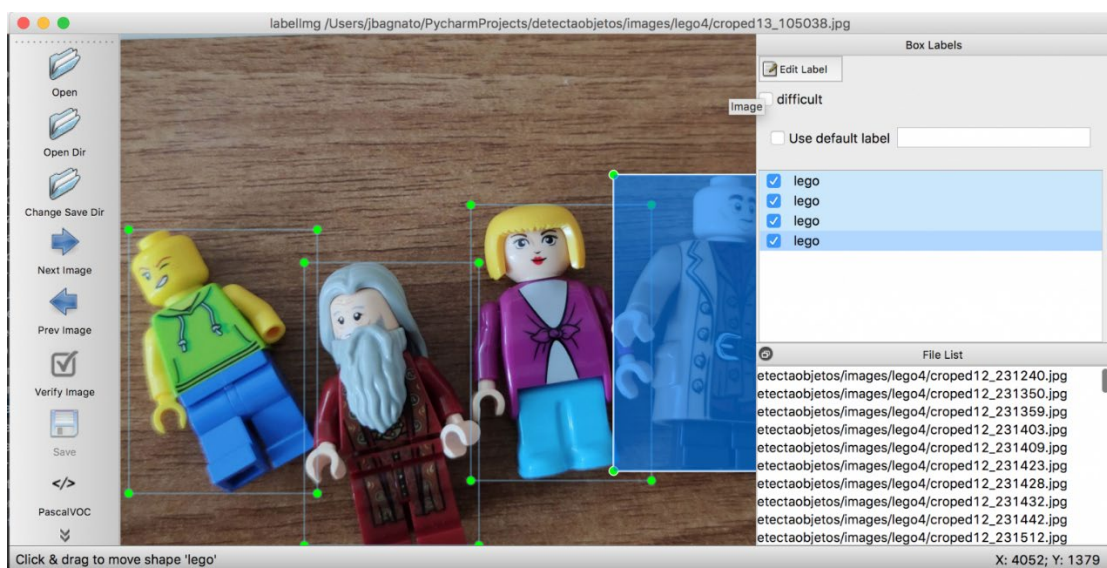
Después, se debe dar clic en PascalVOC con lo que podemos escoger el formato YOLO.

Figura 3: Obtener y etiquetar imágenes para un detector personalizado a entrenar en YOLO (Gabiray, 2019).



Se busca la opción Create \nRectBox y se empieza a dibujar los rectángulos delimitadores, al terminar de dibujarlos aparecerán unas pequeñas ventanas, el nombre de la clase debe ser colocado acá, este nombre debe ser el que se usó para etiquetar el objeto, cuando todos los objetos a reconocer en la imagen fueron etiquetados se debe hacer clic en guardar, el botón Next Image muestra las demás imágenes para ser etiquetadas.

Figura 4: Detección de Objetos con Python (2020)





### **1.2.10 Frotis de Sangre**

Un frotis de sangre es parte de sangre extraída de un paciente como muestra y que es esparcida en una plantilla de vidrio para ser sometida a un procesamiento especial, para que mediante un microscopio se detecten las células sanguíneas. (MedlinePlus en español 2019)

## **1.3 Definición de términos básicos**

### **1.3.1. Automatización**

Es el acto y el resultado de automatizar. Es hacer que una operación se vuelva automática (es decir, que se desarrollen sin que sea causada directamente por la acción de un individuo). (Pérez Porto y Merino 2022)

### **1.3.2. Hematología**

Se trata de una rama especializada de la medicina que se dedica a investigar, diagnosticar, tratar y prevenir las enfermedades relacionadas con la sangre y los órganos involucrados en la producción sanguínea, tales como la médula ósea, el bazo y los ganglios. Asimismo, aborda el análisis de los componentes sanguíneos, como eritrocitos, trombocitos, leucocitos, hemoglobina y plasma, junto con el examen de sus funciones, como la coagulación, entre otros aspectos. (Sanitas 2014)

María Ximena Varona Astudillo e Isabel Sáenz Arbeláez caracterizan a la Hematología como un campo médico dedicado al tratamiento de pacientes afectados por trastornos hematológicos, tanto benignos como malignos. En este contexto, se emplean métodos y herramientas especializadas, como la citometría de flujo, el análisis de frotis sanguíneo y la evaluación del hemograma, para abordar de manera integral las condiciones relacionadas con la sangre y sus componentes. (Varona Astudillo 2015)

### **1.3.3. Reactivos de laboratorio**

Se refieren a compuestos con la capacidad de inducir reacciones, siendo empleados en análisis y ensayos químicos con el propósito de recopilar datos significativos. Su función principal radica en detectar la presencia o realizar un recuento de otras sustancias, ya que actúan como estímulos para provocar reacciones con las sustancias circundantes, generando respuestas específicas mediante su interacción con dichas sustancias. (MDM Científica 2018)

### **1.3.4. Eficacia**

La eficacia demanda un cambio en la forma de pensar, rompiendo con antiguos paradigmas y cuestionando las prácticas habituales, buscando innovadoras direcciones. Se trata de la capacidad, actividad y facultad para llevar a cabo acciones. La eficacia se manifiesta cuando un grupo logra alcanzar las metas u objetivos previamente definidos, destacando así la habilidad del grupo para obtener resultados exitosos. (Ismaira y Alberto 2010)

### **1.3.5. Eficiencia**

La eficiencia se describe como las virtudes y capacidades que generan resultados específicos. Implica alcanzar metas seleccionando la alternativa que maximice los beneficios. La raíz de la palabra "eficiencia" proviene del término latino "eficiente", que en español connota acción, fuerza y producción. Se define como la habilidad para utilizar a una persona o cosa con el propósito de lograr un efecto particular. En esencia, la eficiencia se relaciona con el aprovechamiento óptimo de los recursos disponibles para obtener los resultados deseados. (Ismaira y Alberto 2010)

La eficiencia es el grado en que el software utiliza de manera óptima los recursos del sistema en función del tiempo y el comportamiento de los recursos (González et al. 2021).

### **1.3.6. Efectividad**

Se establece una relación entre eficiencia y eficacia, donde la eficacia real se define por un rendimiento mejorado en condiciones normales. Es importante destacar que la eficiencia no garantiza la efectividad, ya que en condiciones normales pueden existir diversas influencias que afecten los resultados experimentales de manera variada. No obstante, la efectividad implica necesariamente la consecución de resultados deseados. (Rueda y Alexis 2009)

## **CAPÍTULO I: HIPÓTESIS Y VARIABLES**

### **2.1. Formulación de la hipótesis**

#### **2.1.1. Hipótesis general:**

El uso de un sistema para el conteo automatizado de plaquetas permite el conteo automatizado de plaquetas en muestras de sangre de pacientes de la clínica Emanuel 2021.

#### **2.1.2. Hipótesis específicas:**

- El uso de un sistema para el conteo automatizado de plaquetas alcanza apropiados índices de eficacia en el conteo automatizado de plaquetas en muestras de sangre de pacientes de la clínica Emanuel 2021.
- El uso de un sistema para el conteo automatizado de plaquetas alcanza apropiados índices de eficiencia en el conteo automatizado de plaquetas en muestras de sangre de pacientes de la clínica Emanuel 2021.
- El uso de un sistema para el conteo automatizado de plaquetas alcanza apropiados índices de efectividad en el conteo automatizado de plaquetas en muestras de sangre de pacientes de la clínica Emanuel 2021.

## 2.2. Variables y definiciones operacionales

Variable	Definición	Tipo	Indicador	Escala de medición	Categorías	Valores de las categorías	Medio de verificación
Sistema para conteo automatizado de plaquetas (X)	Software que permite el conteo de plaquetas de una muestra de sangre.	Cuantitativo	Presencia del sistema	Nominal	Ausencia Presencia	0 1	Ficha de observación
			Usabilidad	Ordinal	Excelente Óptimo Bueno Marginal Pobre	[100, 97] [96, 86] [85, 71] [70, 51] [50, 0]	Cuestionario SUS
Conteo de plaquetas (Y)	Proceso mediante el cual se realiza el conteo de plaquetas de una muestra de sangre.	Cuantitativo	Eficacia (F1)	Ordinal	Ineficaz Moderadamente Eficaz Muy eficaz	[0,90] <90,95] <95,100]	Ficha de observación
			Eficiencia (F2)		Ineficiente Moderadamente Eficiente Muy eficiente	<1 =1 >1	
			Efectividad (F3)		Inefectivo Efectivo Muy efectivo	<1 =1 >1	

### 2.3. Determinación de las fórmulas a emplear.

Definir los resultados esperados (expresados en objetivos, cantidades, variaciones, porcentajes, etc.), costos estimados y tiempo específico para realizar el trabajo propuesto como meta o tarea en cualquier campo, eso siempre es posible. Ahora bien, la combinación de estos factores -resultados, costes y tiempo- nos permite medir objetivamente el grado de eficacia y eficiencia de los diferentes campos y compararlas entre campos que aún difieren en contenido. Generalmente se emplean las siguientes fórmulas: (Mejía Cañas 2018)

Costo estimado promedio para realizar un conteo de plaquetas mediante el equipo automatizado de hematología: CEAH = 5.34 soles.

Costo estimado promedio para realizar un conteo de plaquetas mediante el software para conteo de plaquetas: CESC = 5.00 soles.

El CESC se estima de los siguientes valores:

Pago mensual (soles)	34
Cantidad de pruebas mensuales	80
Relacion costo cantidad	0.42
Adicionales (insumos, electricidad)	4.58
Costo total	5.0

- Eficacia:  $F_1(\text{CEA}, \text{CSC}) = \left( \frac{\text{CSC} * 100}{\text{CEA}} \right)$

Donde:

CEA: Conteo de plaquetas en unidades por micro litro de sangre, obtenido por el equipo automatizado de hematología.

CSC: Conteo de plaquetas en unidades por micro litro de sangre, obtenido por el software de conteo.

- Eficiencia:  $F_2(\text{CEA}, \text{CSC}, \text{TEA}, \text{TSC}) = \frac{\left( \frac{\text{CSC}}{\text{CESC}} \right) * \text{TSC}}{\left( \frac{\text{CEA}}{\text{CEAH}} \right) * \text{TEA}}$

Donde:

CEA: Conteo de plaquetas en unidades por micro litro de sangre, obtenido por el equipo automatizado de hematología.

CSC: Conteo de plaquetas en unidades por micro litro de sangre, obtenido por el software de conteo.

TEA: Tiempo empleado por el equipo automatizado.

TSC: tiempo empleado por el software de conteo.

- Efectividad:  $F_3(\text{Eficacia}, \text{Eficiencia}) = (\text{Eficacia} + \text{Eficiencia}) / 2$

## CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

### 3.1. Diseño metodológico

Fue una investigación Aplicada, cuasi- experimental descriptiva.

**Tipo de investigación:** Cuantitativo. Porque se hizo uso de pruebas estadísticas para validar la funcionalidad del software para la realización de conteo de plaquetas, teniendo presente las dimensiones de eficacia, eficiencia y efectividad.

#### **Diseño de Investigación:**

- Para el propósito de este trabajo: aplicada, porque pretendió dar solución a una de las problemáticas sanitaria en la ciudad de Iquitos.
- Según la intervención del investigador: cuasiexperimental, porque los grupos ya estuvieron conformados antes del experimento.
- Para el alcance donde se tiene que comprobar la existencia de una relación causal: analítico porque buscó generar una relación causa – efecto entre el software basado en redes neuronales y el conteo de plaquetas.
- Según la cantidad de mediciones: transversal.
- Según la planificación de la toma de datos: prospectivo.

El esquema es: G: 01 X 02

Dónde:

**G:** Población.

**01:** Pre test

**X:** Aplicación de la variable independiente.



**02:** Post test.

### **3.2. Diseño muestral**

- **Población de estudio:** La población de estudio lo conformó el conjunto de muestras de sangre que pueden ser tomadas en el laboratorio. La población tuvo un tamaño infinito y las muestras fueron realizadas en el laboratorio de la Clínica Emanuel.
- **Tamaño de la población de estudio:**  
Estuvo constituido por la totalidad de las muestras de sangre tomadas.
- **Muestreo o selección de la muestra:**  
La muestra estuvo compuesta por el total de muestras de sangre proporcionadas por la clínica Emanuel durante 02 semanas consecutivas.
- **Criterios de selección:**  
Muestra no probabilística por conveniencia. Pertinente.

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

Este estudio tuvo a la ficha de observación como instrumento de recolección de datos, cuya recolección de información nos sirvió para analizar, interpretar y llegar a un diagnóstico sobre la calidad del servicio de análisis de muestras de sangre para el conteo de plaquetas en la clínica Emanuel.

Se siguieron los siguientes pasos:

- Diseño y elaboración de la ficha de observación.
- Empleando el equipo automatizado de hematología realizamos la medición de la cantidad de plaquetas, el tiempo que tarda obtener el recuento y el costo para el conteo de plaquetas en muestras de sangre de pacientes de la clínica Emanuel.

- Empleando el sistema de conteo automatizado realizamos la medición de la cantidad de plaquetas, el tiempo que tarda obtener el recuento y el costo para el conteo de plaquetas en muestras de sangre de pacientes de la clínica Emanuel.
- Se calculó la eficacia, eficiencia y efectividad del sistema de conteo automatizado tomando como valores objetivo los obtenidos por el equipo automatizado de hematología.

### **3.4. Procesamiento y análisis de la información**

Para procesar la información y validación de la hipótesis se averiguó si los datos obtenidos tienen una distribución normal con la prueba de kolmogorov smirnov.

- Si esta mostraba una distribución normal se usaría la prueba de distribución normal estándar verificando si la diferencia entre la media de los datos obtenidos es significativamente mayor a un dato de referencia.
- Si no mostraba una distribución normal se usaría la prueba de wilcoxon verificando si la diferencia entre la moda de los datos obtenidos es significativamente mayor a un dato de referencia.

### **3.5. Diseño de la solución**

La solución fue desarrollada empleando los lineamientos de la metodología Programación Extrema (XP), las historias de usuario se muestran a continuación:

- SISTEMA ANDROID
  - Módulo Conteo de Plaquetas
- SISTEMA WEB
  - Módulo Conteo de Plaquetas

## FASE DE PLANIFICACIÓN

### Historias De Usuario

Las Historias de Usuario deben ser descritas en un lenguaje común, para que puedan ser entendidas por todos (Clientes, Desarrolladores y Usuarios), representando los requerimientos con los que debe cumplir el sistema. Las Historias de Usuarios del sistema integrado son las siguientes:

1. Ingreso al sistema (Módulo Conteo de Plaquetas)
2. Empezar Ingreso de imágenes de plastado de muestras de sangre (Interfaz de Conteo de Plaquetas).
3. Iniciar procesamiento de imágenes de plastado de muestras de sangre (Interfaz de Conteo de Plaquetas)
4. Generar reporte de cantidad de plaquetas según fórmula que presentan las imágenes ingresadas (Interfaz de Conteo de Plaquetas)

HISTORIA DE USUARIO	
Número: 1	Usuario: Tecnólogo Médico
Nombre Historia: <b>Ingreso al Sistema</b>	
Prioridad en Negocio: Alta (Alta, Media, Baja)	Riesgo en Desarrollo: Media (Alta, Media, Baja)
Puntos Estimados: 1	Interacción Asignada: 1
Programador Responsable: Carlos Octavio Ramírez Sánchez	
<b>Descripción:</b> El sistema permitirá al usuario ingresar a través de un link en caso de que sea ingreso por navegador y/o un instalador de un aplicativo Android en caso sea ingreso por dispositivos móviles.	
Observaciones:	

HISTORIA DE USUARIO	
Número: 2	Usuario: Tecnólogo Médico
Nombre Historia: <b>Ingreso de imágenes de plastado de muestras de sangre</b>	
Prioridad en Negocio: Alta (Alta, Media, Baja)	Riesgo en Desarrollo: Alta (Alta, Media, Baja)
Puntos Estimados: 1	Interacción Asignada: 1
Programador Responsable: Carlos Octavio Ramírez Sánchez	
<b>Descripción:</b> El sistema permitirá al usuario ingresar imágenes de plastados de sangre por medio de un interfaz cómodo visiblemente y vinculada al servidor en línea.	
Observaciones:	

HISTORIA DE USUARIO	
Número: 3	Usuario: Médico
Nombre Historia: <b>Procesamientos de imágenes de plastado de muestras de sangre</b>	
Prioridad en Negocio: Alta (Alta, Media, Baja)	Riesgo en Desarrollo: Alta (Alta, Media, Baja)
Puntos Estimados: 1	Interacción Asignada: 1
Programador Responsable: Carlos Octavio Ramírez Sánchez	
<b>Descripción:</b> El sistema permitirá al usuario procesar las imágenes de plastados de sangre ingresadas a la interfaz por medio de un simple botón. Se usa la red neuronal YoloV3 para la identificación de las plaquetas.	
Observaciones:	

HISTORIA DE USUARIO	
Número: 4	Usuario: Médico
Nombre Historia: <b>Generar reporte de cantidad de plaquetas según fórmula que presentan las imágenes ingresadas</b>	
Prioridad en Negocio: Alta (Alta, Media, Baja)	Riesgo en Desarrollo: Alta (Alta, Media, Baja)
Puntos Estimados: 2	Interacción Asignada: 1
Programador Responsable: Carlos Octavio Ramírez Sánchez	
<b>Descripción:</b> El sistema permitirá al usuario generar reportes de acuerdo a las imágenes de plastados de sangre ingresadas y procesadas en la interfaz en un tiempo eficiente.	
Observaciones: El tiempo variara de la cantidad de imágenes	

## **FASE DE DISEÑO Y CODIFICACIÓN**

- **CREACIÓN DEL BANCO DE IMÁGENES.**

Durante el periodo de 2 semanas el Lic. Eduardo Alarcón, de quien se hace mención en los agradecimientos, recolectó y nos envió las fotos desde el microscopio de muestras de sangre de pacientes, de quienes no reveló ningún dato personal.

- **ETIQUETADO DE IMÁGENES.**

Para el etiquetado de imágenes se usó el software “LabelImg”. Cuyo proceso de uso se explica en las bases teóricas. (anexo 5)

- **ENTRENAMIENTO**

Se hizo uso de la supercomputadora “MANATI” del IIAP, donde nos dieron el acceso para proceder con la instalación de las librerías requeridas en el lenguaje de programación “Python”. El banco de imágenes fue enviado al ingeniero Vigo Cárdenas, quien se encargó de ponerlo en la supercomputadora. Finalmente, el entrenamiento se realizó durante aproximadamente 2 días.

- **PROGRAMACIÓN FRONTEND**

Se realizó usando el framework de javascript “VUE”. Realiza las funciones de: envío y recepción de paquetes http con el backend y cálculo de la Cantidad de plaquetas.

**Envío y recepción de paquetes.**

Después de captar la imagen ingresada por el usuario, se realiza un “resize” de 540 X 588 y se envía la imagen en base64 (anexo 7), esto debido a que la carga de procesamiento se reduce significativamente sin

afectar la eficacia del software. Como respuesta se recibe una imagen que indica mediante cuadros donde están las plaquetas y la cantidad de plaquetas reconocidas en esta imagen. La imagen devuelta es mostrada como resultado de ese procesamiento, y la cantidad es mostrada (anexo 10) y almacenada en un vector.

### **Cálculo de la cantidad de plaquetas.**

Por cada imagen enviada se obtiene una cantidad de plaquetas encontradas que son almacenadas en un vector, con los valores del vector se obtiene el resultado del conteo aplicando una fórmula.

Se muestra la cantidad de imágenes usadas y el resultado del conteo. (figura 8)

- **Programación backend**

Se realizó usando el lenguaje de programación “python”, es un servidor web “Django”. Se encarga de recibir las imágenes en formato base64, realizar el conteo de plaquetas, devolver una imagen donde gráficamente mediante cuadros se especifica las plaquetas reconocidas, y devolver la cantidad de plaquetas encontradas.

Se está usando “Contabo” como servidor de alojamiento para la disponibilidad por internet (anexo 9), pero podría ser usado en una intranet.

## INTERFACES DE LA SOLUCIÓN

### ➤ APP móvil

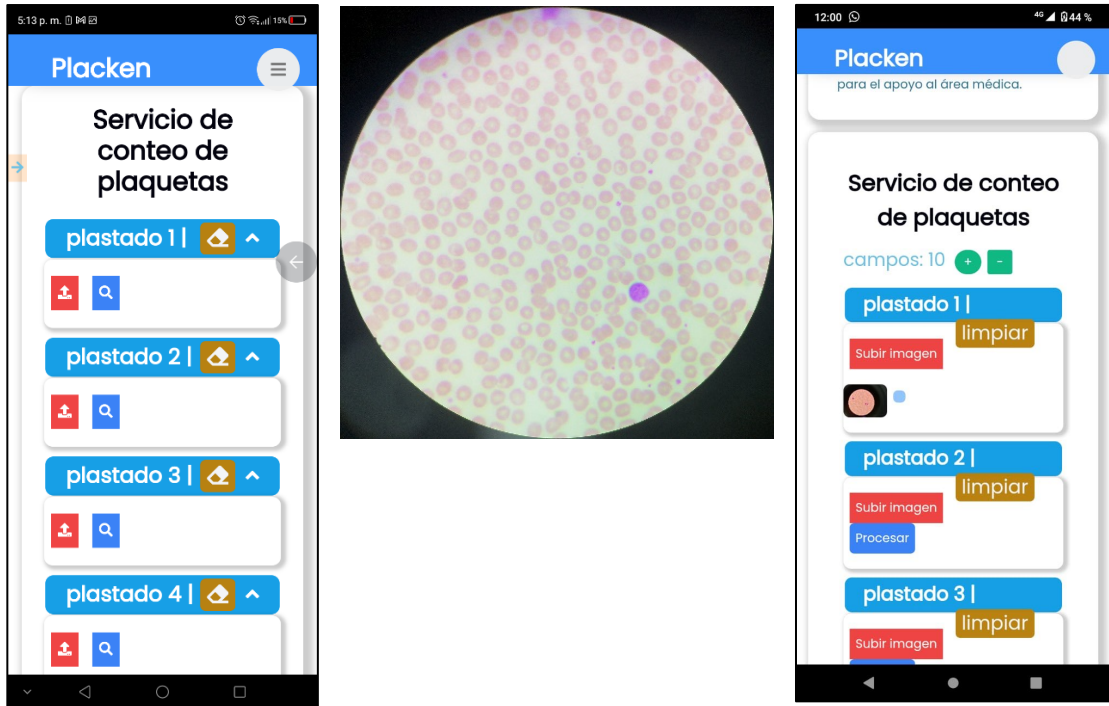
- En la siguiente figura se muestra el proceso de ingreso al aplicativo móvil.

Figura 5: Ingreso al sistema.



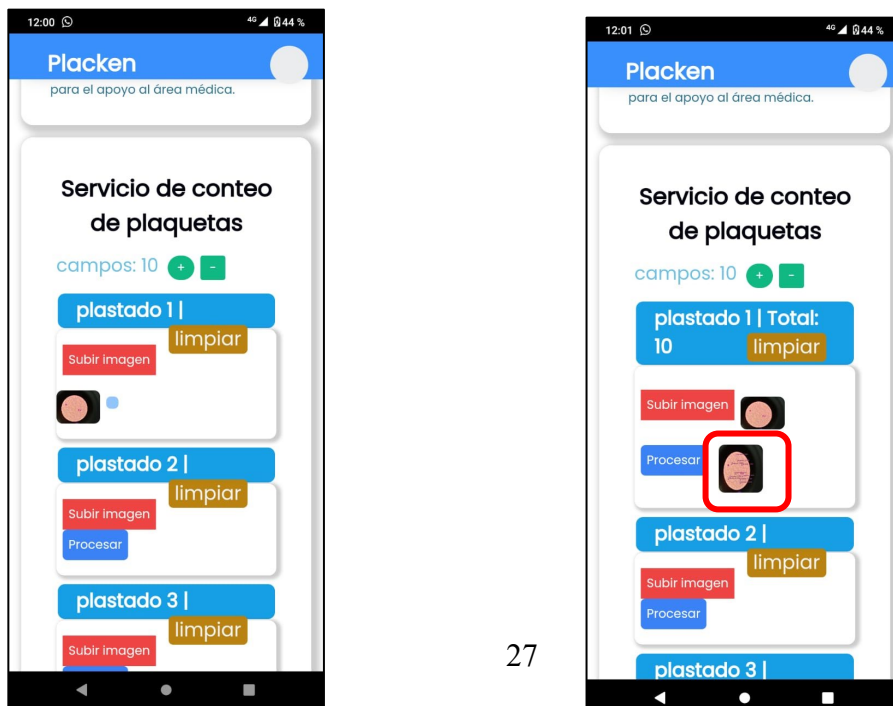
- En la siguiente figura se muestra el proceso de ingreso de imágenes de plastado de muestras de sangre en la plataforma móvil.

Figura 6: Ingreso de imágenes de plastado de muestras de sangre.



- En la siguiente imagen se muestra el procesamiento de imágenes de plastado de muestras de sangre en la plataforma móvil.

Figura 7: Procesamiento de imágenes de plastado de muestras de sangre.





- La siguiente imagen muestra el reporte de cantidad de plaquetas según la fórmula que presentas las imágenes ingresadas a través de la plataforma móvil.

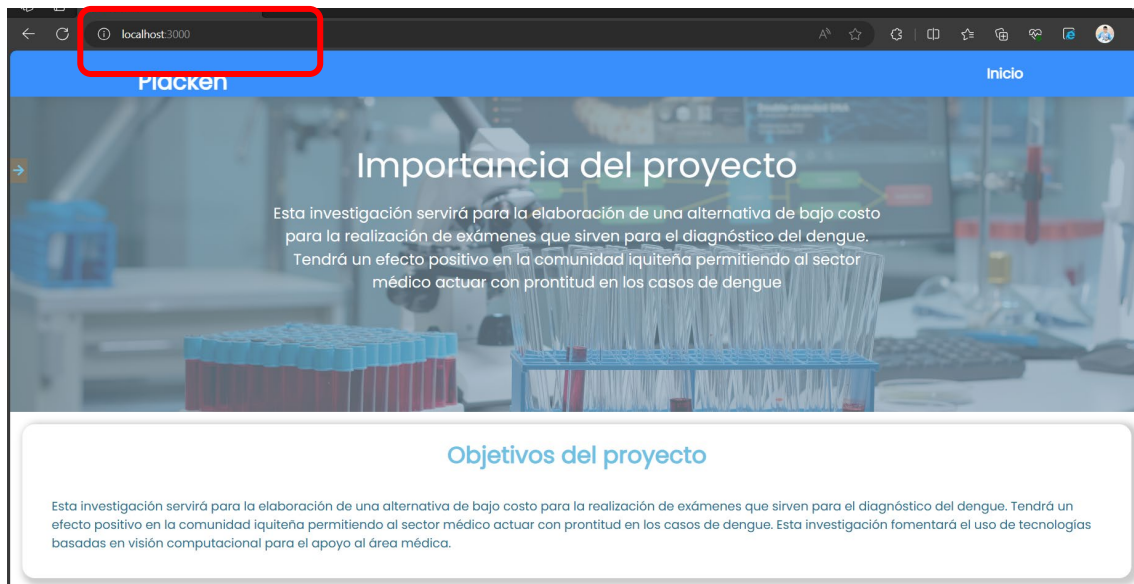
*Figura 8: Generar reporte de cantidad de plaquetas según fórmula que presentan las imágenes ingresadas.*



➤ SISTEMA WEB

- La siguiente imagen muestra el ingreso al sistema web.

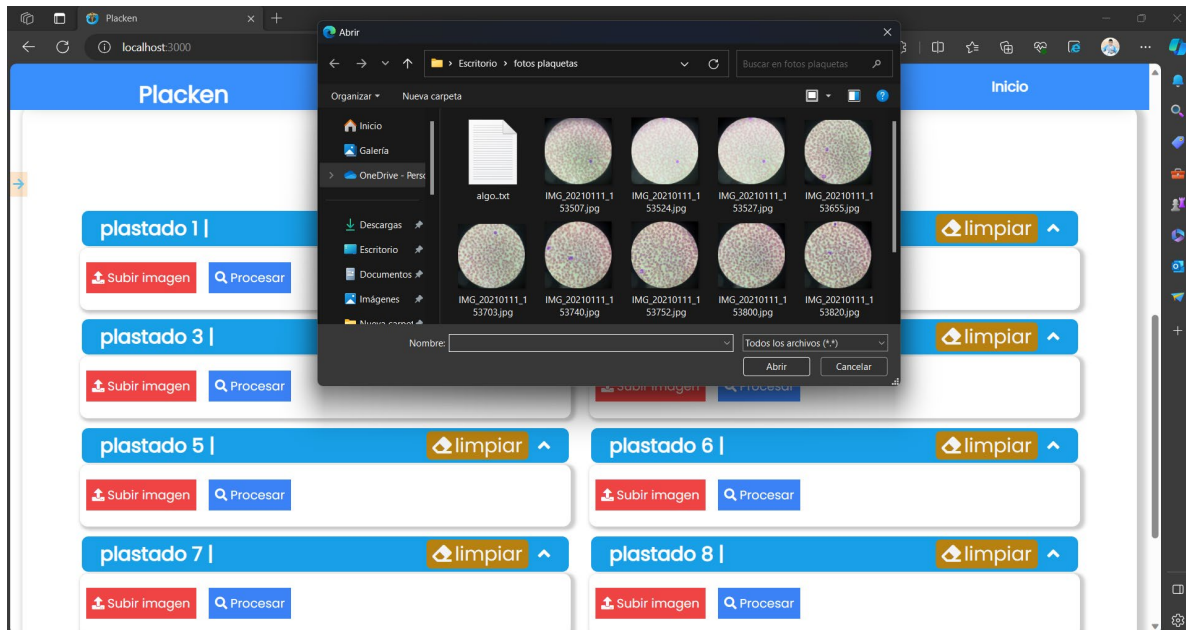
Figura 9: Ingreso al Sistema Web.



- La siguiente imagen muestra el proceso de ingresos de imágenes de plastado de muestras de sangre en la plataforma web.

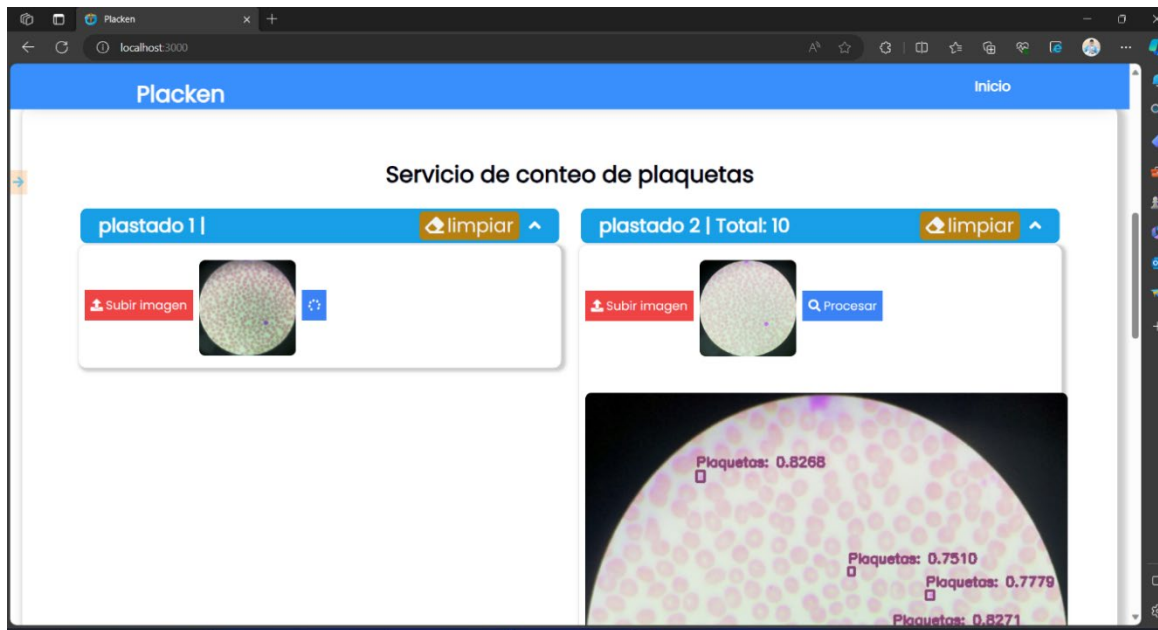
Figura 10: Ingreso de imágenes de plastado de muestras de sangre.





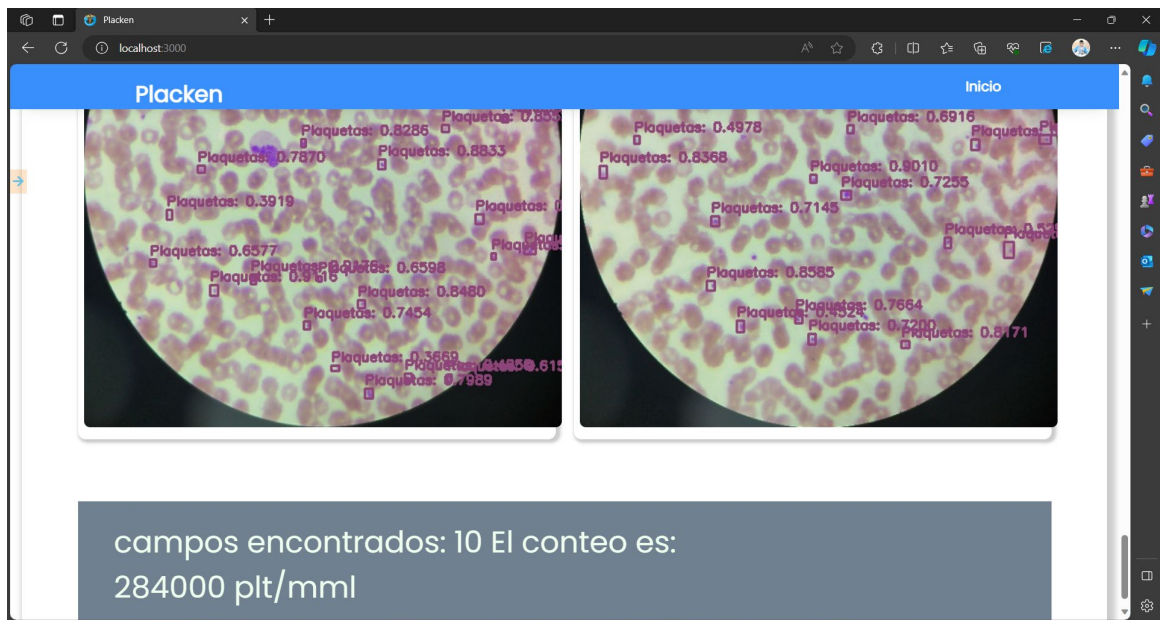
- En la siguiente imagen se muestra el procesamiento de imágenes de plastado de muestras de sangre en la plataforma web.

Figura 11: Procesamiento de imágenes de plastado de muestras de sangre.



- La siguiente imagen muestra el reporte generado de cantidad de plaquetas según fórmula que presentan las imágenes ingresadas en la plataforma web.

Figura 12: Generar reporte de cantidad de plaquetas según fórmula que presentan las imágenes ingresadas.



## FASE DE PRUEBAS Y LANZAMIENTO

La fase de prueba se llevó a cabo continuamente durante la fase de codificación e implementación de las historias de los usuarios, y la fase de lanzamiento fue evidente durante la fase de puesta en marcha de entrega de resultados.

### 3.6. Aspectos éticos

En este estudio se consideraron principios éticos en las investigaciones donde hay participación humana como parte directa o indirecta del objeto de estudio. No hubo prejuicios personales, no se prefirió un individuo sobre otro y se seleccionó con justicia a los sujetos.

Se informó a los sujetos de la muestra sobre la investigación y consintieron ser partícipes en el estudio, también se protegió la privacidad y se respetó a los individuos. Se minimizó la disposición de la información personal de los sujetos. La información recogida se usa únicamente con objetivos académicos.

En este estudio se consideraron los valores, principios y recomendaciones establecidos por el CONCYTEC en el código nacional de integridad científica donde detalla lo siguiente (CONCYTEC, 2019):

- a) Integridad en las actividades de investigación científica y gestión.
- b) Honestidad intelectual en todos los aspectos de la investigación científica.
- c) Objetividad e imparcialidad en las relaciones laborales y profesionales.
- d) Veracidad, justicia y responsabilidad en la ejecución y difusión de los resultados de la investigación científica.
- e) Transparencia, actuando sin conflicto de interés, declarando y manejando el conflicto, sea este económico o de otra índole.

## CAPÍTULO III: RESULTADOS

### 4.1. Usabilidad.

En la tabla 1 mostramos los valores de la medición de la usabilidad del sistema para el conteo automatizado de plaquetas en muestras de sangre luego de la aplicación del cuestionario SUS a los cuatro profesionales encargados de utilizar el sistema. El promedio de SUS fue de 89.375 sobre 100, esto significa que la usabilidad del sistema se considera aceptablemente óptima. La usabilidad se calculó con el fin de determinar si la solución propuesta resulta sencilla de utilizar garantizando así su posterior uso por el personal encargado.

Tabla 1: Matriz de respuestas de aplicación del cuestionario SUS

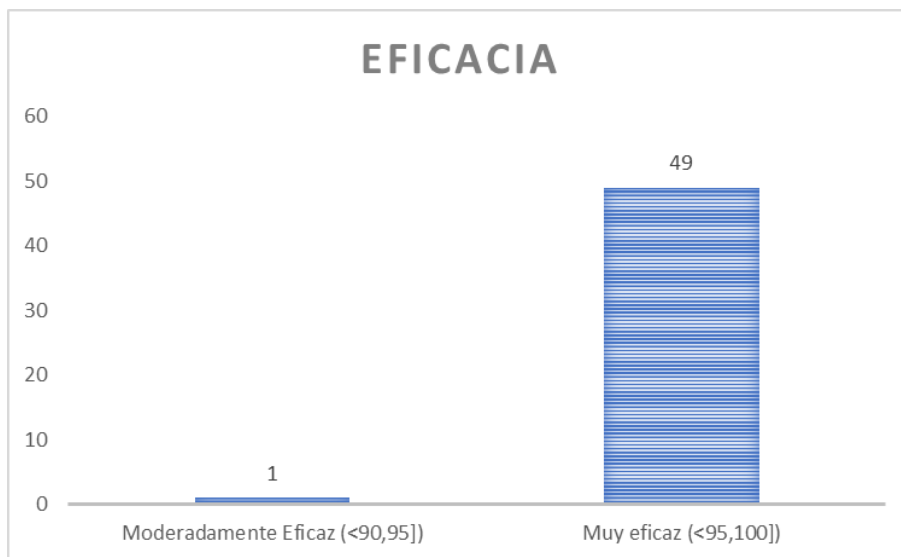
	<b>USER 1</b>	<b>USER 2</b>	<b>USER 3</b>	<b>USER 4</b>
<b>PREGUNTA 1</b>	5	5	5	5
<b>PREGUNTA 3</b>	4	5	4	5
<b>PREGUNTA 5</b>	5	4	4	5
<b>PREGUNTA 7</b>	5	5	5	5
<b>PREGUNTA 9</b>	4	5	5	4
<b>DATOS IMPARES</b>	18	19	18	19
<b>PREGUNTA 2</b>	1	1	2	1
<b>PREGUNTA 4</b>	1	1	2	1
<b>PREGUNTA 6</b>	1	2	1	2
<b>PREGUNTA 8</b>	2	2	2	1
<b>PREGUNTA 10</b>	2	2	2	2
<b>DATOS PARES</b>	14	15	16	14
<b>RESULTADO S.U.S.</b>	90	90	85	92.5

Los resultados obtenidos en las observaciones se muestran en el Anexo 4.

## 4.2. Eficacia

En relación con la eficacia, de las observaciones registradas se pudo evidenciar que el software propuesto logró que el 2% (1) de los resultados cayeran en la categoría moderadamente eficaz, 98% (49) de los resultados cayeron en la categoría muy eficaz, no se obtuvieron resultados en la categoría ineficaz.

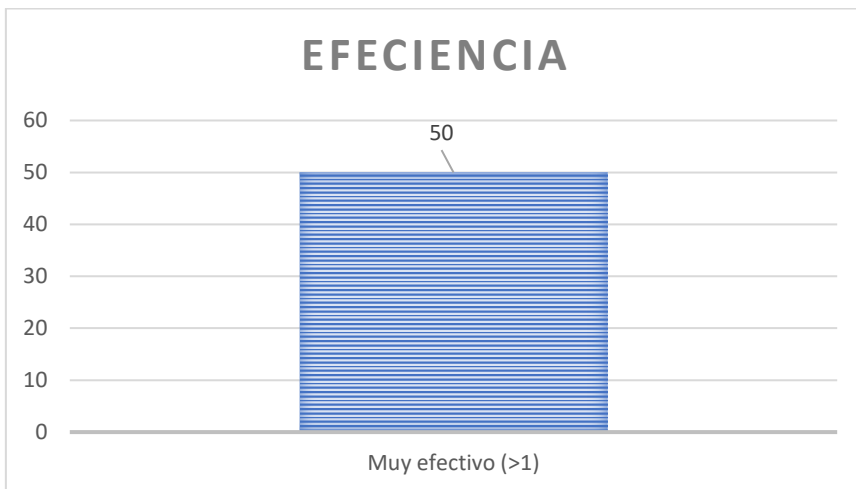
Figura 13: Eficacia según los resultados observados.



## 4.3. Eficiencia

En relación con la eficiencia, las observaciones registradas evidenciaron que el software propuesto logró que el 100% (50) de los resultados sean muy eficientes.

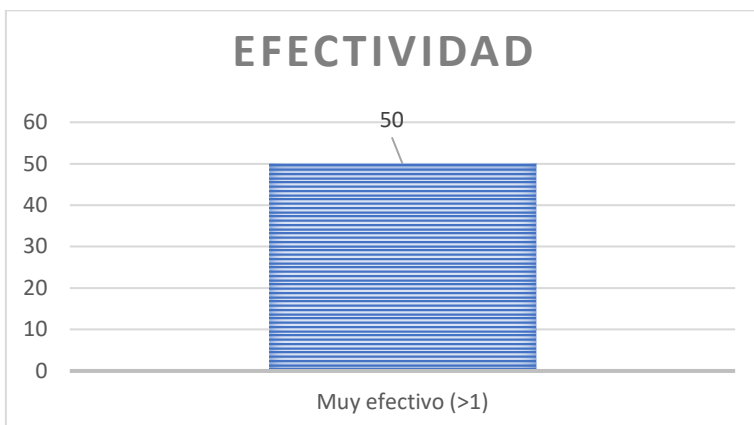
Figura 14: Eficiencia según los resultados observados.



#### 4.4. Efectividad

Con relación a la efectividad, las observaciones registradas evidenciaron que el software propuesto logró que el 100% (50) de los resultados fueron muy efectivos.

Figura 15: Efectividad según los resultados observados.



#### 4.5. Contrastación de hipótesis

- Para determinar si el uso de un sistema para el conteo automatizado de plaquetas **es eficaz** en el conteo automatizado de plaquetas en muestras de



sangre de pacientes de la clínica Emanuel, primero se determinó que los datos observados no siguen una distribución normal; en la tabla 2 se muestra los datos obtenidos al realizar la prueba de wilconxon, con el 99% de intervalo de confianza, los resultados muestran un valor de  $P=0.0000$  de donde se desprende que se considera al sistema eficaz. De lo descrito se afirma que **se acepta la hipótesis de investigación.**

Tabla 2: Resultados de medición de eficacia.

Variables	Prueba de normalidad de kolmogorov smirnov 95% de intervalo de confianza			Prueba wilconxon, 99 % de intervalo de confianza		
	P valor	Comparación	Conclusión	P valor	comparación	Conclusión
Eficacia	0.000	$0.000 < 0.05$	No tiene distribución normal	0.0000	$0.0000 < 0.01$	Es Eficaz

- Para determinar si el uso de un sistema para el conteo automatizado de plaquetas **es eficiente y efectivo** en el conteo automatizado de plaquetas en muestras de sangre de pacientes de la clínica Emanuel, primero se determinó que los datos observados siguen una distribución normal; en la tabla 3 se muestra los datos obtenidos al realizar la prueba Z, con el 99% de intervalo de confianza, los resultados muestran un valor de  $P=0.0000$  de donde se desprende que se considera al sistema eficiente y efectivo. De lo descrito se afirma que **se acepta la hipótesis de investigación.**

Tabla 3: Resultados de medición de eficiencia y efectividad.

Variables	Prueba de normalidad de kolmogorov smirnov 95% de intervalo de confianza			Prueba Z, 99 % de intervalo de confianza		
	P valor	comparación	Conclusión	P valor	comparación	Conclusión
Eficiencia	0.063	$0.063 < 0.05$	Tiene distribución normal	0.0000	$0.0000 < 0.01$	Es Eficiente
Efectividad	0.093	$0.093 > 0.05$	Tiene distribución normal	0.0000	$0.0000 < 0.01$	Es Efectivo

## CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN

Para el desarrollo del software propuesto en esta investigación se hizo uso del algoritmo YOLO versión 3 para la detección y conteo de plaquetas. Para el entrenamiento de la CNN YOLO se usó 500 imágenes de frotis de sangre, el proceso de entrenamiento se realizó en la supercomputadora MANATI del IIAP, dado los requerimientos de hardware para realizar el entrenamiento. Tras el entrenamiento se obtuvo el archivo de pesos que usamos para el software.

Haciendo uso del equipo automatizado de hematología de la clínica Emanuel, se obtuvo los resultados de este en conteo de plaquetas y el tiempo que toma obtener los resultados. Se hizo lo mismo con las mismas muestras de sangre con el software propuesto en esta investigación, obteniendo el resultado del conteo de plaquetas y el tiempo que toma obtener los resultados. Se determinó que el software propuesto es eficaz, eficiente y efectivo con los datos obtenidos.

Entre los antecedentes presentados en esta investigación resalta la tesis de doctorado presentada por Rafael Bustamante Alvarez, quien realiza un software de conteo de eritrocitos y conteo diferencial de leucocitos, faltando solo las plaquetas para completar todas las células sanguíneas, en la tesis descrita por Rafael Bustamante se desarrolla un software que también hace uso del procesamiento de imágenes, pero no usando una CNN, más bien desarrollando un algoritmo propio. Lo cual brinda ventajas en el control total del procesamiento de imágenes, no requiriendo un entrenamiento basado en la etiquetación de imágenes, ni una gran capacidad de procesamiento por parte de los recursos de hardware. Pero requiriendo la definición de valores correctos de umbralización y entornos controlados para la obtención de las imágenes, como nivel de iluminación y reactivo

usado en el frotis de sangre. La etiquetación en las imágenes, que es el proceso usado en esta tesis, no requiere de una definición exacta de valor de umbralización, el algoritmo YOLO puede clasificar un objeto en imagen aun cuando este objeto presente una gama de variaciones, pero requiere tiempo de etiquetado, que para esta tesis dedicando de 3 a 4 horas diarias nos tomó 45 días. En cuanto al contraste de los resultados el software presentado por Rafael Bustamante que tomó como referencia el método de conteo manual presento que el software redujo el tiempo requerido para realizar el conteo de eritrocitos y conteo diferencial de leucocitos, el software propuesto para nuestra investigación al contrastar los resultados obtenidos con la referencia de los resultados obtenidos por un equipo automatizado de hematología, que ya el tiempo es considerablemente menor que el método de conteo manual, se demostró que el software propuesto es eficaz, eficiente y efectivo al realizar el conteo.

Asimismo, nuestros resultados guardan relación con la investigación realizada por Chadha et al. que mediante el procesamiento de imágenes crearon un método automático para el conteo de glóbulos rojos en muestras de sangre; en dicha investigación lograron una precisión del 91.667% muy eficiente desde el punto de vista computacional, en la presente investigación se logró que el 100% de resultados fueran eficaces en un 2% y el 98% restante fueron muy eficaces, nuestro software también logró que el 100% de los datos sean eficientes, con ello se consiguió que el 100% de los resultados fueron considerados muy efectivos. En el mismo sentido de lo descrito, Escobar et al, en su investigación cuyo objetivo fue acelerar el diagnóstico digital a través de un nuevo método para detectar y contar

glóbulos blancos, emplearon YOLOv5 y demostraron que el método fue rápido y efectivo con una precisión del 89.25%.

Nuestro estudio también guarda relación con un estudio reciente, desarrollado por Qadri et al., sobre un modelo eficaz para la identificación temprana de la malaria, utilizaron enfoques basados en redes neuronales y compararon su rendimiento con técnicas de aprendizaje automático, en dicha investigación lograron puntuaciones de rendimiento del 99% y tiempos de inferencia de casi 0,025 segundos.

Finalmente, En la tesis de Villegas, se usó dos pasos para hacer un conteo diferenciado de leucocitos en un banco de imágenes: segmentación de la célula en la imagen y uso de una CNN para el reconocimiento del tipo de leucocito. Se usó la técnica de "transferencia de conocimiento" para un mejor resultado en menor tiempo de entrenamiento, en esta tesis usamos YOLO v3 que permite realizar la "transferencia de conocimiento" a partir de una arquitectura de red previa que se pasa al algoritmo YOLO como parámetro. los resultados de la tesis de Villegas obtuvieron una exactitud promedio de 91.9% en el conjunto de prueba, lo que guarda relación con nuestro estudio, que demostró ser efectivo en el conteo de plaquetas.

## **CAPÍTULO V: CONCLUSIONES**

Mediante a presente investigación se logró desarrollar un software para el conteo automatizado de plaquetas en muestras de sangre.

Se demostró que el sistema para el conteo automatizado de plaquetas en muestras de sangre es eficaz, eficiente y efectivo en comparación con las mediciones tomadas sobre la misma muestra con un equipo automatizado.

Para medir la usabilidad se aplicó el cuestionario SUS a 04 profesionales que utilizaron el sistema para el conteo de plaquetas en muestras de sangre, habiéndose determinado que la usabilidad es Aceptable bueno.

Con la presente investigación se concluye que se desarrolló un sistema efectivo para el conteo de plaquetas en muestras de sangre basado en el algoritmo YOLO.

## **CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES**

Los resultados obtenidos para el conteo de plaquetas demuestran que usando el algoritmo YOLO se puede desarrollar software que realice análisis citológicos, se recomienda aplicar estas tecnologías para buscar malformaciones citológicas, detección de agentes patógenos u otras anomalías a nivel microscópico.

También se recomienda considerar otras variantes en el procesamiento de imágenes como algoritmos desarrollados mediante secuencias de segmentación y umbralización controladas.

## CAPÍTULO VII: FUENTES DE INFORMACIÓN

- ADMIN@XERIDIA.COM, 2019. Redes Neuronales artificiales | Blog Xeridia. *Xeridia* [en línea]. [consulta: 2 noviembre 2022]. Disponible en: <https://www.xeridia.com/blog/redes-neuronales-artificiales-que-son-y-como-se-entrenan-parte-i>.
- ALOM, M.Z., TAHA, T.M., YAKOPCIC, C., WESTBERG, S., SIDIKE, P., NASRIN, M.S., HASAN, M., VAN ESSEN, B.C., AWWAL, A.A.S. y ASARI, V.K., 2019. A State-of-the-Art Survey on Deep Learning Theory and Architectures. *Electronics*, vol. 8, no. 3, ISSN 2079-9292. DOI 10.3390/electronics8030292.
- ALZUBAIDI, L., ZHANG, J., AL-DUJAILI, A., DUAN, Y. y AL-SHAMMA, O., 2021. Review of deep learning: Concepts, CNN architectures, challenges, applications, future directions. [en línea]. [consulta: 13 noviembre 2023]. Disponible en: [https://scholar.google.com/scholar\\_lookup?title=Review%20of%20deep%20learning%20concepts%20CNN%20architectures%20challenges%20applications%20future%20directions&publication\\_year=2021&author=L.%20Alzubaidi&author=J.%20Zhang&author=A.J.%20Humaidi&author=A.%20Al-Dujaili&author=Y.%20Duan&author=O.%20Al-Shamma](https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Review%20of%20deep%20learning%20concepts%20CNN%20architectures%20challenges%20applications%20future%20directions&publication_year=2021&author=L.%20Alzubaidi&author=J.%20Zhang&author=A.J.%20Humaidi&author=A.%20Al-Dujaili&author=Y.%20Duan&author=O.%20Al-Shamma).
- BARRIOS, J., 2019. Redes Neuronales Convolucionales. [en línea]. [consulta: 11 noviembre 2022]. Disponible en: <https://www.juanbarrios.com/redes-neurales-convolucionales/>.
- BUSTAMANTE ALVAREZ, R., 2019. Diseño de un algoritmo para la automatización del conteo de células del tejido sanguíneo mediante procesamiento digital de imágenes. En: Accepted: 2019-09-25T14:37:00Z, *Universidad Nacional Mayor de San Marcos* [en línea], [consulta: 9 octubre 2020]. Disponible en: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/10841>.
- CHADHA, G.K., SRIVASTAVA, A., SINGH, A., GUPTA, R. y SINGLA, D., 2020. An Automated Method for Counting Red Blood Cells using Image Processing. *Procedia Computer Science*, vol. 167, ISSN 1877-0509. DOI 10.1016/j.procs.2020.03.408.
- Codigo-integridad-cientifica.pdf* [en línea], [sin fecha]. S.l.: s.n. [consulta: 10 febrero 2024]. Disponible en: <https://portal.concytec.gob.pe/images/publicaciones/Codigo-integridad-cientifica.pdf>.
- ESCOBAR, F.I.F., ALIPO-ON, J.R.T., NOVIA, J.L.U., TAN, M.J.T., ABDUL KARIM, H. y ALDAHOU, N., 2023. Automated counting of white blood cells in thin blood smear images. *Computers and Electrical Engineering*, vol. 108, ISSN 00457906. DOI 10.1016/j.compeleceng.2023.108710.
- GARCÍA MESA, M. y COMA ALFONSO, C., 2000. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES Y FUNCIONALES. ,



- GARIBAY, A., 2019. Obtener y etiquetar imágenes para un detector personalizado a entrenar en YOLO. *Medium* [en línea]. [consulta: 5 septiembre 2019]. Disponible en: <https://medium.com/@aarongaribay/obtener-y-etiquetar-im%C3%A1genes-para-un-detector-personalizado-a-entrenar-en-yolo-b3b2e5b33574>.
- GONZÁLEZ, M.P., DIAZ, A.M., CASAÑOLA, Y.T. y HIDALGO, D.B., 2021. Buenas prácticas para prevenir los riesgos de la eficiencia del desempeño en los productos de software. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, vol. 15, no. 1,
- INSTITUTO NACIONAL DEL CÁNCER, 2017. Definición de plaqueta - Diccionario de cáncer del NCI - NCI. [en línea]. [consulta: 11 noviembre 2022]. Disponible en: <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/plaqueta>. nciglobal,ncienterprise
- ISMAIRA, R. y ALBERTO, C., 2010. FORMACIÓN EN VALORES DEL INGENIERO INDUSTRIAL EN LAS INSTITUCIONES UNIVERSITARIAS DE LA COSTA ORIENTAL DEL LAGO DE MARACAIBO. , no. 9,
- LAINES, J., 2015. Desarrollo de Software Ágil. *Extremme Programming y Scrum*. . E2. S.l.: IT Campus Academy, pp. 7-13.
- LÓPEZ, M.A., 2015. Definición de aplicación web. *Miguel Angel López WEB* [en línea]. [consulta: 16 julio 2021]. Disponible en: <http://mialtoweb.es/definicion-de-aplicacion-web/>.
- MARKETING, 2022. Visión por Computador ✓ Qué es, Aplicaciones y Objetivos. *EDS Robotics* [en línea]. [consulta: 9 noviembre 2022]. Disponible en: <https://www.edsrobotics.com/blog/vision-computador-que-es/>.
- MDM CIENTÍFICA, 2018. Conoce para qué sirven los reactivos de laboratorio. [en línea]. [consulta: 11 noviembre 2022]. Disponible en: <https://mdmcientifica.com/reactivos-de-laboratorio/>.
- MEDINA, M.R., 2018. La sangre: testimonio y simbolismo. *Prolija Memoria. Segunda Época*, vol. 2, no. 1, ISSN 2683-152X.
- MEDLINEPLUS EN ESPAÑOL, 2019. Frotis de sangre: Prueba de laboratorio de MedlinePlus. [en línea]. [consulta: 7 julio 2022]. Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/pruebas-de-laboratorio/frotis-de-sangre/>.
- MEJÍA CAÑAS, C.A.M., 2018. INDICADORES DE EFECTIVIDAD Y EFICACIA. ,
- PAN, S.J. y YANG, Q., 2010. A Survey on Transfer Learning. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, vol. 22, no. 10, ISSN 1558-2191. DOI 10.1109/TKDE.2009.191.
- PÉREZ PORTO, J. y MERINO, M., 2022. Automatización - Qué es, definición, surgimiento y ventajas. [en línea]. [consulta: 16 julio 2022]. Disponible en: <https://definicion.de/automatizacion/>.

- QADRI, A.M., RAZA, A., EID, F. y ABUALIGAH, L., 2023. A novel transfer learning-based model for diagnosing malaria from parasitized and uninfected red blood cell images. *Decision Analytics Journal*, ISSN 2772-6622. DOI 10.1016/j.dajour.2023.100352.
- RUEDA, A. y ALEXIS, R., 2009. Implicaciones filosóficas. ,
- SANITAS, 2014. ¿Qué estudia la hematología? *Sanitas* [en línea]. [consulta: 11 noviembre 2022]. Disponible en: <https://www.sanitas.es/biblioteca-de-salud/enfermedades-y-trastornos/tecnicas-especialistas/hematologia>.
- SERNA, S., 2016. *Diseño de interfaces en aplicaciones móviles*. S.l.: s.n. ISBN 978-84-9964-615-2.
- SHRESTHA, A. y MAHMOOD, A., 2019. Review of Deep Learning Algorithms and Architectures. *IEEE Access*, vol. 7, ISSN 2169-3536. DOI 10.1109/ACCESS.2019.2912200.
- SOFTCORP, 2019. Definición y cómo funcionan las aplicaciones móviles. [en línea]. [consulta: 11 noviembre 2022]. Disponible en: <https://servisoftcorp.com/definicion-y-como-funcionan-las-aplicaciones-moviles/>.
- SOTO, A., 2017. *YOLO Object Detector for Onboard Driving*. S.l.: Barcelona. ISBN s.n.
- THREEPOINTS, 2021. Redes neuronales - Definición y características. [en línea]. [consulta: 2 noviembre 2022]. Disponible en: <https://www.threepoints.com/blog/redes-neuronales-definici%C3%B3n-caracter%C3%ADsticas>.
- UNIVERSIDAD NACIONAL DE HURLINGHAM, 2019. La sangre - La sangre La sangre es en realidad un tejido. Es espesa porque está compuesta de una - Studocu. [en línea]. [consulta: 11 noviembre 2022]. Disponible en: <https://www.studocu.com/es-ar/document/universidad-nacional-de-hurlingham/anatomia-y-fisiologia-humana/la-sangre/13601601>.
- VARONA ASTUDILLO, M., 2015. *HEMATOLOGÍA ATLAS DE MORFOLOGÍA CELULAR*. S.l.: UNIVERSIDAD DEL VALLE. ISBN 978-958-765-188-1.
- VILLEGAS, A., 2019. *DESARROLLO DE UN SISTEMA DE ANÁLISIS AUTOMÁTICO PARA LA SEGMENTACIÓN, CLASIFICACIÓN Y CONTEO DE LEUCOCITOS EN IMÁGENES DIGITALES DE FROTIS DE SANGRE PERIFÉRICA*. S.l.: UNIVERSIDAD DE CARABOBO.

# **ANEXOS**

## 1. Matriz de consistencia

### Matriz de consistencia: “SISTEMA PARA EL CONTEO AUTOMATIZADO DE PLAQUETAS EN MUESTRAS DE SANGRE DE PACIENTES DE LA CLINICA ESPECIALIZADA EMANUEL 2021”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><b>Problema General</b></p> <p>¿De qué forma un sistema para el conteo automatizado de plaquetas es efectivo para el conteo de plaquetas en muestras de sangre de pacientes de la clínica Emanuel 2021?</p>	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Determinar de qué manera un sistema para el conteo automatizado de plaquetas permite el conteo de plaquetas en muestras de sangre de pacientes de la clínica Emanuel 2021.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar la eficacia del sistema en el conteo automatizado de plaquetas en muestras de sangre de pacientes de la clínica Emanuel 2021.</li> <li>• Determinar la eficiencia del sistema en el conteo automatizado de plaquetas en muestras de sangre de pacientes de la clínica Emanuel 2021.</li> <li>• Determinar la efectividad del sistema en el conteo automatizado de plaquetas en muestras de sangre de pacientes de la clínica Emanuel 2021</li> </ul>	<p><b>Hipótesis General</b></p> <p>El uso de un sistema para el conteo automatizado de plaquetas permite el conteo automatizado de plaquetas en muestras de sangre de pacientes de la clínica Emanuel 2021.</p> <p><b>Hipótesis Específicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El uso de un sistema para el conteo automatizado de plaquetas alcanza apropiados índices de eficacia en el conteo automatizado de plaquetas en muestras de sangre de pacientes de la clínica Emanuel 2021.</li> <li>• El uso de un sistema para el conteo automatizado de plaquetas alcanza apropiados índices de eficiencia en el conteo automatizado de plaquetas en muestras de sangre de pacientes de la clínica Emanuel 2021.</li> <li>• El uso de un sistema para el conteo automatizado de plaquetas alcanza adecuados índices de efectividad en el conteo automatizado de plaquetas en muestras de sangre de pacientes de la clínica Emanuel 2021</li> </ul>	<p><b>Variable Independiente:</b></p> <p>Sistema para conteo automatizado de plaquetas(X)</p>	<p><b>Independiente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presencia – Ausencia</li> <li>• Usabilidad</li> </ul>	<p><b>Tipo de Investigación: Cuantitativa</b></p> <p><b>Nivel de la Investigación: Descriptiva</b></p> <p><b>Diseño de la Investigación:</b></p> <p>Esquema:</p> <p style="text-align: center;">G; O1 X O2</p> <p><b>Población y Muestra:</b></p> <p>La población fue el conjunto de muestras de sangre que pueden ser tomadas en el laboratorio de la Clínica Emanuel.</p> <p>La muestra estuvo conformada por la totalidad de muestras de sangres tomadas durante 02 semanas consecutivas en el laboratorio de la clínica Emanuel.</p> <p><b>Técnicas:</b></p> <p>Observación</p> <p><b>Instrumentos:</b></p> <p>Ficha de Observación</p>
			<p><b>Variable Dependiente:</b></p> <p>Conteo de plaquetas(Y)</p>	<p><b>Dependiente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eficacia.</li> <li>• Eficiencia.</li> <li>• Efectividad.</li> </ul>	

## 2. Instrumento de recolección de datos para medir la usabilidad del sistema

N°	Pregunta				
1	<b>Pienso que me gustaría usar este sistema para el conteo automatizado de plaquetas en muestras de sangre</b>				
	Totalmente en desacuerdo (1)	En desacuerdo (2)	Ni de acuerdo ni en desacuerdo (3)	De acuerdo (4)	Totalmente de acuerdo (5)
2	<b>Encuentro que este sistema para el conteo automatizado de plaquetas en muestras de sangre es innecesariamente complejo.</b>				
	Totalmente en desacuerdo (1)	En desacuerdo (2)	Ni de acuerdo ni en desacuerdo (3)	De acuerdo (4)	Totalmente de acuerdo (5)
3	<b>Me parece que este sistema para el conteo automatizado de plaquetas en muestras de sangre fue fácil de usar.</b>				
	Totalmente en desacuerdo (1)	En desacuerdo (2)	Ni de acuerdo ni en desacuerdo (3)	De acuerdo (4)	Totalmente de acuerdo (5)
4	<b>Pienso que podría necesitar del soporte técnico para ser capaz de usar este sistema para el conteo automatizado de plaquetas en muestras de sangre.</b>				
	Totalmente en desacuerdo (1)	En desacuerdo (2)	Ni de acuerdo ni en desacuerdo (3)	De acuerdo (4)	Totalmente de acuerdo (5)
5	<b>Encuentro que las diferentes funciones de este sistema para el conteo automatizado de plaquetas en muestras de sangre están bien integradas.</b>				
	Totalmente en desacuerdo (1)	En desacuerdo (2)	Ni de acuerdo ni en desacuerdo (3)	De acuerdo (4)	Totalmente de acuerdo (5)
6	<b>Pienso que existe muchas inconsistencias en este sistema para el conteo automatizado de plaquetas en muestras de sangre</b>				
	Totalmente en desacuerdo (1)	En desacuerdo (2)	Ni de acuerdo ni en desacuerdo (3)	De acuerdo (4)	Totalmente de acuerdo (5)
7	<b>Puedo imaginarme que la mayoría del personal aprenderá a usar este sistema para el conteo automatizado de plaquetas en muestras de sangre</b>				
	Totalmente en desacuerdo (1)	En desacuerdo (2)	Ni de acuerdo ni en desacuerdo (3)	De acuerdo (4)	Totalmente de acuerdo (5)
8	<b>Encuentro a este sistema para el conteo automatizado de plaquetas en muestras de sangre muy difícil de aprender</b>				
	Totalmente en desacuerdo (1)	En desacuerdo (2)	Ni de acuerdo ni en desacuerdo (3)	De acuerdo (4)	Totalmente de acuerdo (5)
9	<b>Me encuentro muy cómodo empleando este sistema para el conteo automatizado de plaquetas en muestras de sangre</b>				
	Totalmente en desacuerdo (1)	En desacuerdo (2)	Ni de acuerdo ni en desacuerdo (3)	De acuerdo (4)	Totalmente de acuerdo (5)
10	<b>Debo aprender demasiadas cosas antes de poder utilizar este sistema para el conteo automatizado de plaquetas en muestras de sangre</b>				
	Totalmente en desacuerdo (1)	En desacuerdo (2)	Ni de acuerdo ni en desacuerdo (3)	De acuerdo (4)	Totalmente de acuerdo (5)

## Ficha de observación

Definir los resultados esperados (expresados en objetivos, cantidades, variaciones, porcentajes, etc.), costos estimados y tiempo específico para realizar el trabajo propuesto como meta o tarea en cualquier campo, eso siempre es posible. Ahora bien, la combinación de estos factores -resultados, costes y tiempo- nos permite medir objetivamente el grado de eficacia y eficiencia de los diferentes campos y compararlas entre campos que aún difieren en contenido. Generalmente se emplean las siguientes fórmulas: (Mejía Cañas 2018)

Costo estimado promedio para realizar un conteo de plaquetas mediante el equipo automatizado de hematología:  $CEAH = 5.34$  soles.

Costo estimado promedio para realizar un conteo de plaquetas mediante el software para conteo de plaquetas:  $CESC = 5.00$  soles.

$$\text{Eficacia: } F_1(\text{CEA}, \text{CSC}) = \left( \frac{\text{CSC} * 100}{\text{CEA}} \right)$$

$$\text{Eficiencia: } F_2(\text{CEA}, \text{CSC}, \text{TEA}, \text{TSC}) = \left( \left( \frac{\text{CSC}}{\text{CESC}} \right) * \text{TSC} \right) / \left( \left( \frac{\text{CEA}}{\text{CEAH}} \right) * \text{TEA} \right)$$

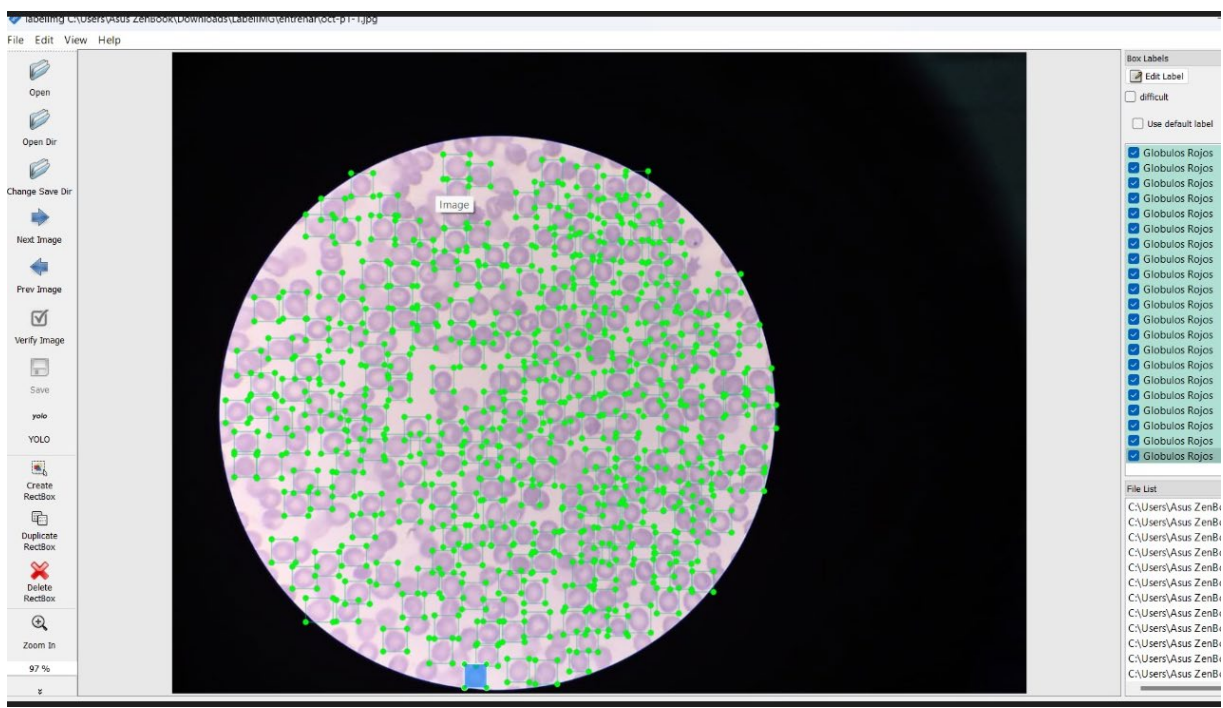
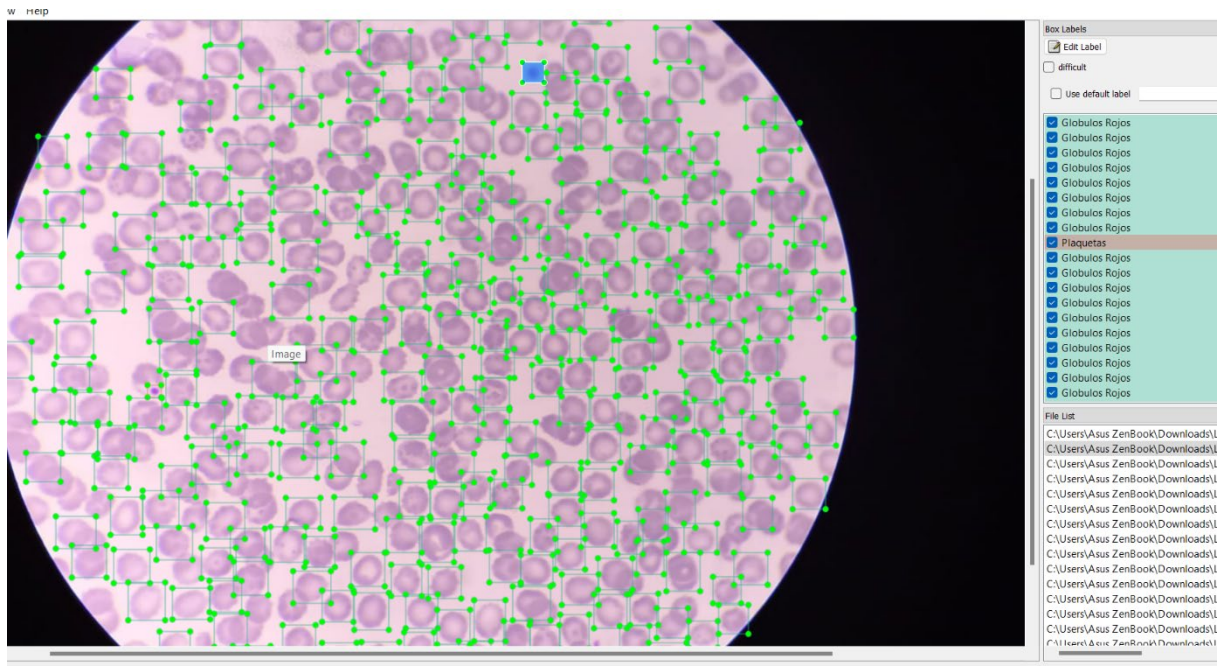
$$\text{Efectividad: } F_3(\text{Eficacia}, \text{Eficiencia}) = (\text{Eficacia} + \text{Eficiencia}) / 2$$

Conteo de plaquetas		Tiempo		Eficacia	Eficiencia	Efectividad
Equipo automatizado	Software de conteo automatizado	Equipo automatizado	Software de conteo automatizado			
$CEA_0$	$CSC_0$	$TEA_0$	$TSC_0$	$Eficacia_0 = F_1(CEA_0, CSC_0)$	$Eficiencia_0 = F_2(CEA, CSC, TEA, TSC)$	$Efectividad_0 = F_3(Eficacia_0, Eficiencia_0)$

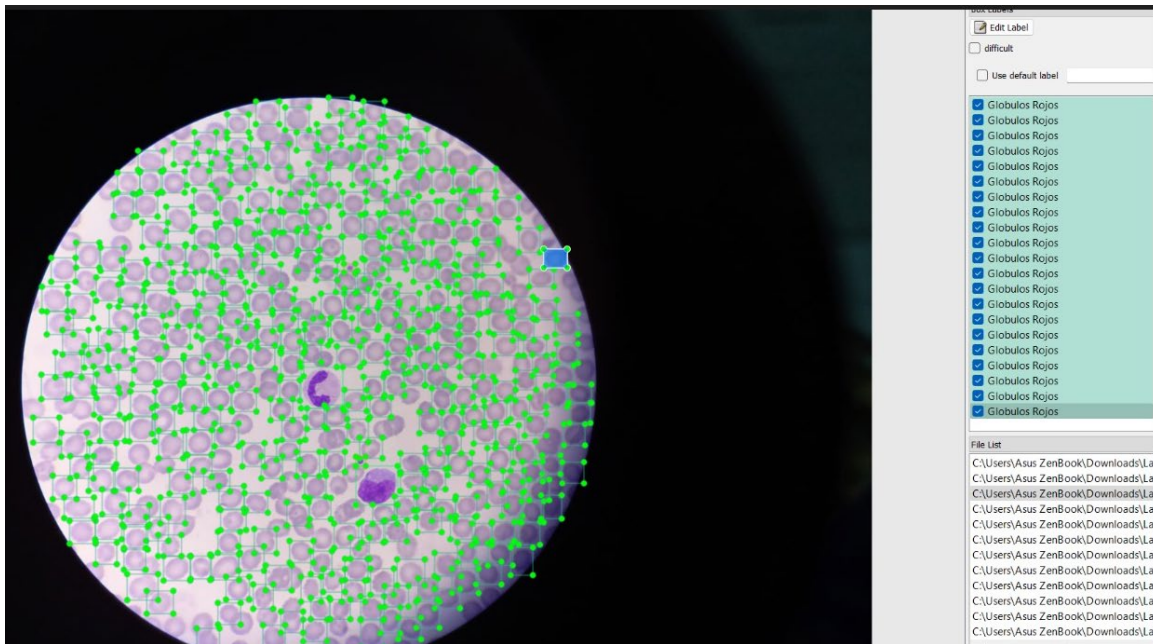
### 3. Resultados de las observaciones

Conteo de plaquetas(pplt/mml)		Tiempo (segundos)		eficacia	eficiencia	efectividad
Equipo automatizado	Software de conteo automatizado	Equipo automatizado	Software de conteo automatizado			
230,000	218,000	52	16	95	3.27	2.11
340000	352000	51	18	100	3.11	2.05
195000	212000	46	24	100	2.21	1.60
450000	443000	49	24	98	2.13	1.56
170000	186000	51	21	100	2.82	1.91
184000	189000	54	25	100	2.35	1.68
215000	235000	50	14	100	4.14	2.57
340000	365000	52	15	100	3.94	2.47
193000	205000	55	17	100	3.64	2.32
390000	410000	49	13	100	4.20	2.60
410000	470000	53	16	100	4.03	2.51
274000	280000	50	13	100	4.17	2.58
196000	232000	52	15	100	4.35	2.67
342000	351000	54	15	100	3.92	2.46
143000	161000	51	16	100	3.80	2.40
359000	420000	57	26	100	2.72	1.86
370000	378000	48	21	100	2.48	1.74
260000	282000	56	20	100	3.22	2.11
410000	417000	49	14	100	3.77	2.39
234000	230000	51	12	98	4.43	2.71
167000	171000	49	12	100	4.43	2.72
230000	245000	52	17	100	3.45	2.23
382000	383000	47	23	100	2.17	1.59
257000	259000	59	25	100	2.52	1.76
178000	195000	54	20	100	3.14	2.07
325000	346000	48	25	100	2.17	1.58
216000	218000	57	27	100	2.26	1.63
371000	374000	55	28	100	2.10	1.55
478000	478000	53	24	100	2.34	1.67
319000	352000	50	17	100	3.44	2.22
363000	367000	52	18	100	3.10	2.05
413000	435000	56	24	100	2.61	1.80
373000	392000	53	28	100	2.11	1.55
216000	211000	49	17	98	2.98	1.98
322000	363000	50	24	100	2.49	1.74
153000	177000	53	18	100	3.61	2.31
267000	288000	51	19	100	3.07	2.03
363000	375000	56	23	100	2.67	1.83
355000	363000	52	24	100	2.35	1.67
255000	287000	48	17	100	3.37	2.18
197000	215000	51	26	100	2.27	1.63
315000	322000	50	24	100	2.26	1.63
371000	376000	47	26	100	1.94	1.47
237000	257000	54	16	100	3.88	2.44
264000	278000	57	19	100	3.35	2.17
263000	292000	52	23	100	2.66	1.83
336000	354000	59	21	100	3.14	2.07
282000	312000	57	25	100	2.67	1.84
364000	380000	50	23	100	2.41	1.70
254000	270000	52	18	100	3.26	2.13

#### 4. DataSet de etiquetado de las imágenes.







## 5. Desarrollo web

```

terminal  Help  • upload-image.vue - frontend - Visual Studio Code
< > index.html C:\... \AlyBio # estilos.css # style.css App.vue M upload-image.vue M
src > components > upload-image.vue
65 v-else
66 @click="procesarImagen()"
67 class="p-2 bg-blue-500 rounded-md text-white focus:outline-none mx-2"
68 >
69 Procesar
70 </button>
71 <img
72 v-show="visibilidad_contenido_plastado"
73 src=""
74 class="rounded-lg mt-5 ml-2"
75 style="width: 20%; display: inline"
76 alt=""
77 :id="'image_final'+id"
78 />
79 </div>
80 <div class="fondo_transparente" v-show="visibilidad_modal">
81 <div class="modal">
82 <div class="modal_cerrar" @click="cerrar_modal">
83 <span>X</span>
84 </div>
85 <div class="modal_mensaje">
86 <img
87 src=""
88 class="rounded-lg mt-5 ml-2"
89 style="width: 100%; display: inline"
90 alt=""
91 :id="'image_modal'+id"
92 />
93 </div>
94 </div>
95 </div>
96 </div>
97 </template>
98
99 <script>
100 import axios from "axios";
101

```

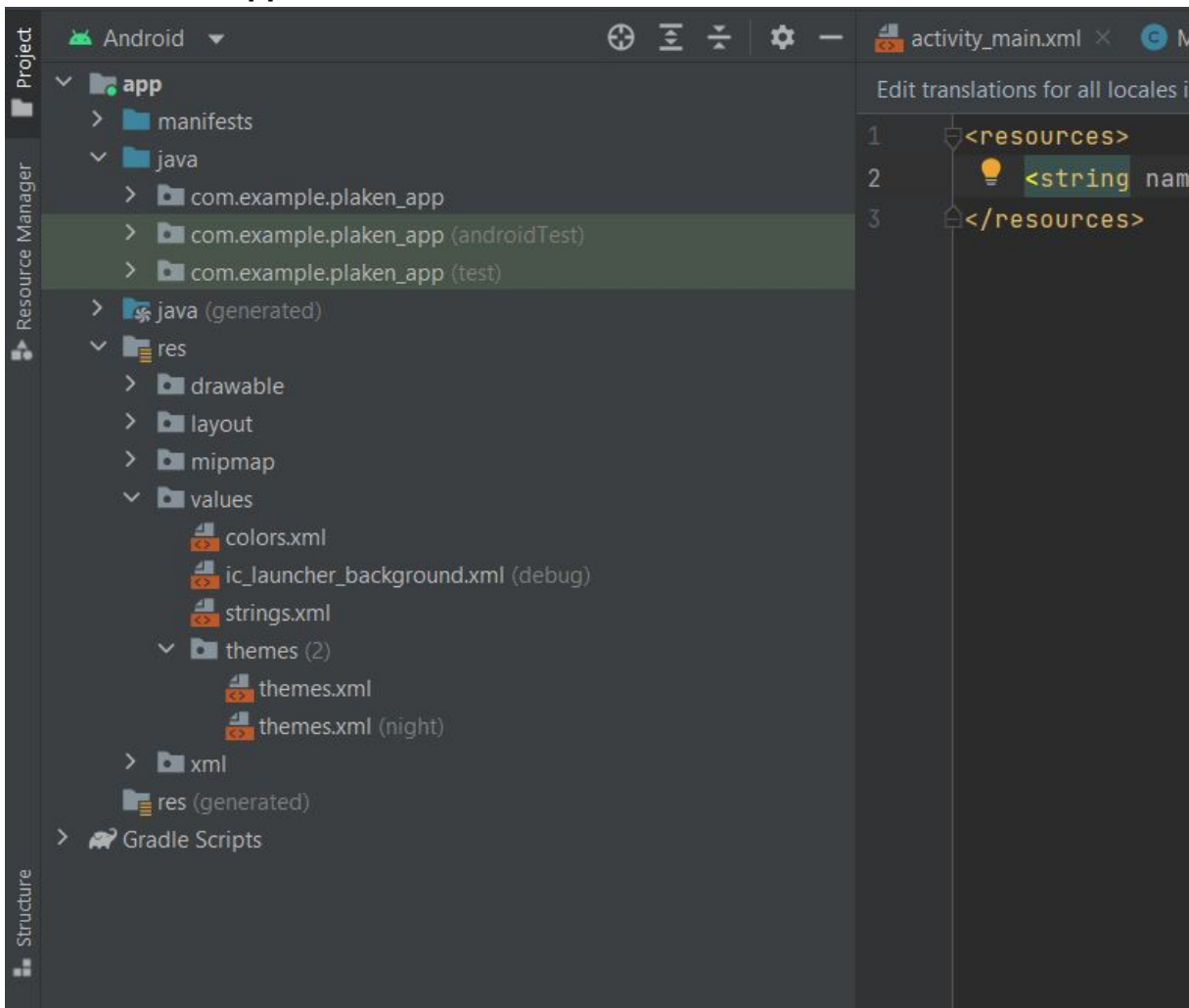
## 6. Resize y envío de la imagen

```
try{
  const { data } = await axios.post(url_server,{
    tag: tag,
    image_data: this.image_str,
  });
  this.count_items = data.count_items;
  document.getElementById(
    "image_final"+this.id
  ).src = `data:${this.type_file};base64,${data.image_data}`;
  this.procesando = false;
  this.$emit('emitido', {posicion: this.id, resultado: this.count_items});
}
catch{
  alert('lo siento, sucedió un error');
  this.procesando = false;
}
```

```
resizeImage(base64) {
  return new Promise((resolve, reject) => {
    var width = 540;
    var height = 588;

    var img = new Image();
    img.src = base64;
    //
    var oc = document.createElement("canvas"),
        octx = oc.getContext("2d");
    oc.width = width;
    oc.height = height;
    octx.drawImage(img, 0, 0, oc.width, oc.height);
    const final = oc.toDataURL();
    resolve(final);
  });
},
```

## 7. Desarrollo App



## 8. Servidor web

[Home](#) [not IPv6 capable \(what's this?\)](#) [Compan](#)


### control panel

- > Your services
- > Customer details
- > API new
- > Custom Images new
- > Object Storage new
- > Private Networking new
- > Data Processing Agreement
- > Billing
- > Payment Method
- > Server control
- > VDS control
- > VPS control
- > IP Management
- > OS reinstalls
- > Domains
- > DNS Zone Management
- > Reverse DNS Management
- > Tutorials
- > FAQ

### Your services

This is a list of the services you are using at Contabo. It shows all details of the service will be due. When this date is reached, your balance will be reduced by the monthly fee sufficient for these charges. The one-time setup fees displayed here are only for your after a service has been set up. You can find more information on your payments in the...

Most services are billed monthly. Webpace packages and domains are billed yearly.

	VPS	\$ / Month	\$
	VPS S SSD IP: 167.86.89.134 IPv6: 2a02:c207:2099:829::1 Location: Nuremberg VNC: 144.91.119.229:63044 Host system: 13229 OS: Ubuntu 18.04 (64 Bit)	\$8.49	

## 9. Reporte de resultados.

Placken Inicio

Servicio de conteo de plaquetas

campos: 10 + -

plastado 1 | limpiar

Subir imagenProcesar

plastado 2 | limpiar

Subir imagenProcesar

plastado 3 | limpiar

Subir imagenProcesar

plastado 4 | limpiar

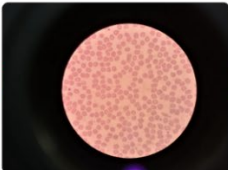
Subir imagenProcesar

Placken Inicio

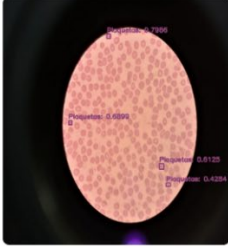
Servicio de conteo de plaquetas

campos: 10 + -

plastado 1 | Total: 4 limpiar

Subir imagen  


Procesar



Plaquetas: 0.6591  
Plaquetas: 0.8125  
Plaquetas: 0.4284

plastado 2 | limpiar

Subir imagenProcesar