



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**  
**CARRERA DE TELECOMUNICACIONES**

**INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN**  
**CURRICULAR, PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA:**

“VISIÓN POR COMPUTADOR PARA EL RECONOCIMIENTO DE ARMAS DE  
FUEGO CORTAS PARA UN SISTEMA TELEMÁTICO DE SEGURIDAD EN  
ZONAS COMERCIALES”

**Trabajo de titulación previo a la obtención de título de Ingeniero en Telecomunicaciones**

**línea de investigación:** Desarrollo, aplicación de software y cibersecurity (seguridad cibernética)

**AUTOR:**

Narvárez Guevara Israel Sebastián

**DIRECTOR:**

Ing. Suárez Zambrano Luis Edilberto, MSc

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

<b>DATOS DE CONTACTO</b>			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	0450187133		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	NARVÁEZ GUEVARA ISRAEL SEBASTIAN		
<b>DIRECCIÓN:</b>	SAN PEDRO DE HUACA		
<b>EMAIL:</b>	<a href="mailto:israelnarvaez385@gmail.com">israelnarvaez385@gmail.com</a>		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	2973659	<b>TELF. MOVIL</b>	0980093156

<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>TÍTULO:</b>	VISIÓN POR COMPUTADOR PARA EL RECONOCIMIENTO DE ARMAS DE FUEGO CORTAS PARA UN SISTEMA TELEMÁTICO DE SEGURIDAD EN ZONAS COMERCIALES.
<b>AUTOR (ES):</b>	NARVÁEZ GUEVARA ISRAEL SEBASTIAN
<b>FECHA: AAAAMMDD</b>	30 DE NOVIEMBRE DEL 2023.
SOLO PARA TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	
<b>CARRERA/PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>GRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES
<b>DIRECTOR:</b>	ING. SUÁREZ ZAMBRANO LUIS EDILBERTO, MSC
<b>ASESOR:</b>	ING. MICHILENA CALDERÓN JAIME ROBERTO, MSC

## AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, NARVÁEZ GUEVARA ISRAEL SEBASTIÁN, con cédula de identidad Nro. 0450187133, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de integración curricular descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

Ibarra, a los 25 días del mes de febrero de 2025

**EL AUTOR:**



Narvárez Guevara Israel Sebastián

## CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de esta y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 25 días del mes de febrero de 2025

### **EL AUTOR:**



Narvárez Guevara Israel Sebastián

## CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, 25 de febrero de 2025

ING. SUÁREZ ZAMBRANO LUIS EDILBERTO, MSC

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.



ING. SUÁREZ ZAMBRANO LUIS EDILBERTO, MSC

C.C.: 100230429-1

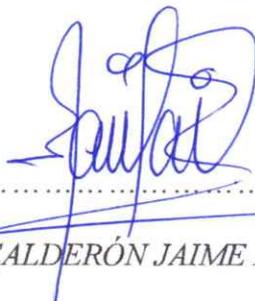
## APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificado del trabajo de Integración Curricular “VISIÓN POR COMPUTADOR PARA EL RECONOCIMIENTO DE ARMAS DE FUEGO CORTAS PARA UN SISTEMA TELEMÁTICO DE SEGURIDAD EN ZONAS COMERCIALES” elaborado por NARVÁEZ GUEVARA ISRAEL SEBASTIÁN, previo a la obtención del título del INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:



.....  
*ING. SUÁREZ ZAMBRANO LUIS EDILBERTO, MSC*

*C.C.: 100230429-1*



.....  
*ING. MICHILENA CALDERÓN JAIME ROBERTO, MSC*

*C.C.: 100219843-8*

## DEDICATORIA

*Dedico este trabajo de titulación a mi persona por nunca rendirme y esforzarme por cumplir mis metas, a mis padres Fernando y Anavela, a mis hermanas Michelle y Mabel, mis pequeñas sobrinas Darla y Dannaé, y a toda mi familia, quienes con su amor y sacrificio me enseñaron a nunca rendirme, al darme su apoyo a lo largo de este camino, por siempre brindarme de sus consejos y aprendizajes, su cariño, ya que por ellos soy la persona que soy.*

*A mi abuelita Rosario, ya que su ausencia física no disminuyo su presencia en mi corazón, le dedico este logro porque merecía estar en este momento de mi vida.*

*A quien estuvo a lo largo de este camino y aprecio mucho su apoyo y cariño por siempre apoyarme Sandy.*

*Finalmente, a mis amigos que quienes han sido una parte esencial en esta etapa de mi vida, Diego, Jhonatan , Brayan ..., por los momentos compartidos como las risas bajos y altos que la vida nos presentó durante este paso de nuestras vidas.*

*Israel Sebastián Narvárez Guevara*

## AGRADECIMIENTO

*En primer lugar, agradezco a Dios por guiarme y ponerme en mi vida personas que han sido fundamentales en este camino.*

*A mis padres y hermanas, quienes con su sacrificio, apoyo y vivencias me prestan consejos, han sido los pilares fundamentales para permitirme culminar mis estudios.*

*A mis amigos, gracias por su apoyo constante, por su tiempo, atención y por preocupación demostrado en cada etapa de este recorrido.*

*A la empresa DistriCor por brindarme el espacio y el apoyo a en la implementación y pruebas realizadas en el espacio de la bodega uno, al señor gerente Guillermo Coral.*

*Expreso mi más profundo agradecimiento a mi director Msc. Suárez Luis y a mi asesor Msc. Jaime Michilena, por compartirme sus conocimientos, por su orientación y el tiempo que dedicaron a mi formación académica, contribuyendo de manera significativa a mi aprendizaje como el desarrollo de mi persona.*

*Estoy profundamente agradecido por todas las personas que me han acompañado y apoyado a lo largo de este trayecto, brindándome su tiempo aprecio apoyo para alcanzar este logro.*

*Israel Sebastián Narváez Guevara*

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de titulación presenta el Sistema de visión por computadora para el reconocimiento de armas de fuego cortas para un sistema telemático de seguridad en zonas comerciales. Utilizando un análisis de redes convolucionales como neuronales de aprendizaje profundo las cuales se optimizan, para lograr una precisión de 95% en la detección de un arma cortan el Sistema está diseñado para ser implementado en tiempo real, ayudar a la seguridad y eficacia de respuestas de los sistemas telemáticos en sectores públicos. Los resultados muestran una eficiencia y desenvolvimiento en el área de video vigilancia conjunta con servicios de seguridad humana, mejorar la respuesta ante una detección de hurto o amedrantar por armas cortas el sistema esta desarrollado a través de Ultralix como el uso del modelo “YOLO11m-n-x.pt”, dependientemente del tipo de entorno de tranjo que se utilice en este caso este modelo está optimizado con un 22% de mejoras entre modelos YOLO8 aplicados en redes (CNN), como el suso de OpenCV , TensorRT , nmpi, Pytorch con soporte Cuda con el uso de Python para la comprensión del modelo adaptado a als necesidades con un repositorio de más de 150 000 imágenes de armas cortas basadas en modelos de pistolas con el uso de “grounding dino” para formas este Dataset entrenado en Goolge Colab , mediante plataformas como Robooflow y NVIDIA Jetson nano orin. El proceso se efectiva en tiempo real mediante video IP en una red privada ajustada a las necesidades de transmisión de una red con alto flujo de FPS. Este trabajó aporta a la seguridad y bienestar de personas naturales que sean afectadas por los índices de inseguridad directa e indirecta mente, este aporte está planteado para evitar represalias y ayudar a mejorar la eficiencia de seguridad y respuestas empresas que presten un servicio.

**Palabras clave:** Reconocimiento de armas, visión por computadora, aprendizaje profundo, seguridad pública, telemático.

## ABSTRACT

This thesis presents the computer vision system for handgun recognition for a telematic security system in commercial areas. Using an analysis of convolutional networks such as deep learning neural networks which are optimized to achieve an accuracy of 95% in the detection of a handgun, the system is designed to be implemented in real time, helping the security and response efficiency of telematic systems in public sectors. The results show an efficiency and performance in the area of joint video surveillance with human security services, improve the response to a detection of theft or intimidation by small arms, the system is developed through Ultralix as the use of the model “YOLO11m-n-x. pt” model, depending on the type of the processing environment used in this case this model is optimized with a 22% improvement between YOLO8 models applied in networks (CNN), such as OpenCV , TensorRT , nmpi, Pytorch with Cuda support with the use of Python for the understanding of the model adapted to the needs with a repository of more than 150 000 images of small arms based on models of guns with the use of “grounding dino” to form this Dataset trained on Goolge Colab , using platforms such as Robooflow and NVIDIA Jetson nano orin. The process is effective in real time via IP video over a private network adjusted to the transmission needs of a network.

**Keywords:** Weapon recognition, computer vision, deep learning, public safety, telematics.

## LISTA DE SIGLAS

**CCTV:** *"Closed-Circuit Television" (Televisión de Circuito Cerrado).*

**COCO:** *La base de datos de imágenes llamada "Common Objects in Context" (Objetos Comunes en Contexto).*

**DVR:** *"Digital Video Recorder" (Grabador de Video Digital).*

**IP:** *"Internet Protocol" (Protocolo de Internet).*

**LAN:** *"Local Area Network" (Red de Área Local).*

**NVR:** *"Network Video Recorder" (Grabador de Video en Red).*

**PoE:** *"Power over Ethernet" (Alimentación a través de Ethernet).*

**SRSB:** *"Software Requirements Specification Hierarchy" (Jerarquía de especificaciones de requisitos de software).*

**UPC:** *"Unidad de Policía Comunitaria"*

**WAN:** *"Wide Area Network" (Red de Área Amplia).*

**XVR:** *"Extended Video Recorder" (Grabador de vídeo extendido).*

**YOLO:** *"You Only Look Once" (Se asocian comúnmente con un modelo de detección de objetos llamado).*

**RVS:** *Vigilancia por vídeo a distancia (remote video surveillance)*

**CuDNN:** *Red Neuronal Convolutiva Profunda*

**OpenCV:** *Procesamiento de imágenes y visión por computadora*

**JetPack:** *Sistema operativo llamado L4T - Linux para Tegra*

**SDKManager:** *La descarga e instalación de JetPack*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS .....</b>	<b>12</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>20</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>22</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES .....</b>	<b>31</b>
<b>CAPITULO I: ANTECEDENTES .....</b>	<b>32</b>
<b>1.1 Problema de investigación .....</b>	<b>32</b>
<b>1.2 Objetivos.....</b>	<b>33</b>
<b>1.2.1 Objetivo General.....</b>	<b>33</b>
<b>1.2.2 Objetivos Específicos .....</b>	<b>34</b>
<b>1.3 Alcance.....</b>	<b>34</b>
<b>1.4 Justificación.....</b>	<b>37</b>
<b>1.4.1 Justificación teórica .....</b>	<b>37</b>
<b>1.4.2 Justificación Aplicativa .....</b>	<b>38</b>
<b>CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....</b>	<b>40</b>
<b>2.1 Armas de Fuego .....</b>	<b>40</b>
<b>2.1.1 Tipos de armas de fuego y sus componentes .....</b>	<b>40</b>
<b>2.1.2 Pistolas cortas .....</b>	<b>40</b>
<b>2.1.3 Principales componentes de un arma de fuego.....</b>	<b>41</b>

<b>2.2</b>	<b>Detección de Armas de Fuego.....</b>	<b>42</b>
2.2.1	Operador CANNY .....	44
<b>2.3</b>	<b>Reconocimiento de objetos.....</b>	<b>45</b>
2.3.1	Conceptos de redes neuronales y procesamiento de imágenes. ....	45
<b>2.4</b>	<b>Reconocimiento facial.....</b>	<b>45</b>
<b>2.5</b>	<b>Reconocimiento automático (ML: <i>Machine Learning</i>) .....</b>	<b>46</b>
<b>2.6</b>	<b>Reconocimiento profundo (DP: <i>Deep Learning</i>).....</b>	<b>46</b>
<b>2.7</b>	<b>Video vigilancia.....</b>	<b>47</b>
2.7.1	Adquisición de imágenes .....	47
2.7.2	Fuentes de luz .....	47
2.7.3	Iluminación frontal .....	48
2.7.4	Elementos de video vigilancia .....	49
2.7.4.1	Video vigilancia analógica.....	49
2.7.5	Sistemas de video vigilancia IP. ....	50
2.7.6	Capturadora de video .....	51
2.7.7	Sistema de visión artificial .....	51
2.7.8	Retroiluminación .....	52
2.7.9	Sistema de adquisición.....	53
2.7.11	Sistemas de video vigilancia.....	53
<b>2.8</b>	<b>Tecnologías de red .....</b>	<b>54</b>
2.8.1	Características de la tecnología Ethernet .....	54
2.8.2	Codificación y servicios audiovisuales video en movimiento. ....	54

	<b>14</b>
<b>2.9 Datos biométricos en la inteligencia artificial .....</b>	<b>55</b>
<b>2.9.1 Conversión de imágenes RGB a escala de grises .....</b>	<b>55</b>
<b>2.9.2 Técnicas de aprendizaje .....</b>	<b>56</b>
<b>2.9.3 Histogramas.....</b>	<b>57</b>
<b>2.10 Reconocimiento de objetos.....</b>	<b>58</b>
<b>2.10.1 Reconocimiento de bordes por filtros.....</b>	<b>58</b>
<b>2.10.2 Prewit.....</b>	<b>60</b>
<b>2.11 Reconocimiento automático (Machine Learning) .....</b>	<b>61</b>
<b>2.11.1 Sistemas inteligentes.....</b>	<b>61</b>
<b>2.11.2 Inteligencia artificial .....</b>	<b>62</b>
<b>2.11.3 Adquisición de imágenes con IA .....</b>	<b>62</b>
<b>2.11.4 Reconocimiento profundo .....</b>	<b>62</b>
<b>2.11.5 Suavizado de Imágenes .....</b>	<b>64</b>
<b>2.11.6 Tipos de filtros (media, mediana, máxima, mínimo) .....</b>	<b>64</b>
<b>2.12 Hardware y Software .....</b>	<b>65</b>
<b>2.12.1 Software libre.....</b>	<b>66</b>
<b>2.12.2 PYTHON.....</b>	<b>67</b>
<b>2.12.3 (Open CV, COCO, YOLO) .....</b>	<b>67</b>
<b>2.13 Computador de placa reducida(Rasberry PI) .....</b>	<b>68</b>
<b>2.14 Metodología (PMBOK) .....</b>	<b>69</b>
<b>2.15 Sistema de alarma.....</b>	<b>70</b>
<b>2.15.1 Elementos del sistema de alarma .....</b>	<b>71</b>

<b>2.16 Integración con el sistema de emergencias de la Policía Nacional para solicitar asistencia .....</b>	<b>72</b>
<b>2.16.1 Propuesta de solución.....</b>	<b>72</b>
<b>3 CAPÍTULO III: DISEÑO DEL SISTEMA .....</b>	<b>73</b>
<b>3.1 Situación actual.....</b>	<b>74</b>
<b>3.1.1 Método de investigación .....</b>	<b>74</b>
<b>3.1.1.1 Tabulación de datos.....</b>	<b>75</b>
<b>3.1.2 Observación indirecta en la empresa .....</b>	<b>76</b>
<b>3.1.3 Propósito del sistema .....</b>	<b>80</b>
<b>3.1.4 Ámbitos .....</b>	<b>80</b>
<b>3.2 Planificación .....</b>	<b>81</b>
<b>3.2.1 Área designada a video vigilancia por el sistema.....</b>	<b>81</b>
<b>3.2.2 Beneficiarios del sistema detección de armas.....</b>	<b>82</b>
<b>3.2.3 Definición de requerimientos .....</b>	<b>83</b>
<b>3.2.4 Requerimientos del sistema y partes interesadas (STSR).....</b>	<b>84</b>
<b>3.2.5 Requerimientos del sistema.....</b>	<b>85</b>
<b>3.2.6 Requerimientos de arquitectura.....</b>	<b>89</b>
<b>3.2.7 Elección de Hardware y Software .....</b>	<b>93</b>
<b>3.2.7.1 Elección de cámaras IP PoE para el reconocimiento del sistema .....</b>	<b>93</b>
<b>3.2.7.2 Elección de Switches.....</b>	<b>101</b>
<b>3.2.7.3 Selección del Computadores de placa reducida.....</b>	<b>106</b>
<b>3.2.7.4 Selección del almacenamiento del sistema. ....</b>	<b>111</b>
<b>3.2.7.5 Selección de equipos escalables para el medio de la empresa NVR/DVR .....</b>	<b>113</b>

3.2.7.6	Selección del medio de transmisión.....	115
3.2.7.7	Selección del receptor (ESP32) nodo botón de pánico .....	118
3.2.7.8	Selección de sistema de alarma.....	120
3.2.7.9	Selección de software.....	122
<b>3.3</b>	<b>Etapa II.....</b>	<b>129</b>
3.3.1	Diseño.....	130
3.3.2	Diseño del sistema .....	130
3.3.3	Direccionamiento del sistema .....	132
3.3.4	Arquitectura del sistema .....	133
3.3.5	Diagrama de bloques .....	134
3.3.6	Recursos.....	135
3.3.6.1	Posicionamiento de sistema de reconocimiento físico y segmentación del área	136
3.3.6.2	Simbología del área trabajar .....	137
3.3.7	Descripción del sistema .....	138
3.3.8	Topología mixta.....	140
3.3.9	Pruebas de medios de trasmisión físicos cable Ethernet y Fibra óptica .	142
3.3.10	Conexión y configuración de la red IP del sistema .....	145
3.3.11	Configuración del de Router .....	146
3.3.12	Conexión del switch.....	153
3.3.12.1	Configuración de Switch .....	154
3.3.13	Conexión grabador integrado a placa reducida.....	156
3.3.14	Conexión de las cámaras.....	157
3.3.15	Configuración de cámaras 1 y 2.....	158
3.3.15.1	Puertos comunicación segura e insegura .....	162

<b>3.3.16</b>	<b>Proceso de instalaciones de Software y arranque de placa NVIDIA</b>	
	<b>ORION NANO Kit 8GB</b> .....	163
<b>3.3.16.1</b>	<b>Arquitectura de Placa NVIDIA en diagrama esquemático</b> .....	164
<b>3.3.17</b>	<b>Arquitectura de nodo y su configuración</b> .....	164
<b>3.3.17.1</b>	<b>Desarrollo de código conexión nodo a placa NVIDIA envío de alertas.</b>	166
<b>3.3.17.2</b>	<b>Pruebas de encendido de nodo y actuadores</b> .....	170
<b>3.3.17.3</b>	<b>Envío de alertas a través de WhatsApp y Firebase página web con imágenes de alerta del sistema</b> .....	171
<b>3.3.18</b>	<b>Análisis y ubicación del sistema</b> .....	177
<b>3.3.19</b>	<b>Pruebas de convergencia del sistema</b> .....	184
<b>3.3.20</b>	<b>Creación de RAID 1 para Almacenamiento</b> .....	188
<b>3.3.20.1</b>	<b>Implementación de RAID 1</b> .....	190
<b>3.4</b>	<b>Etapa III. Integración del algoritmo</b> .....	<b>193</b>
<b>3.4.1</b>	<b>Instalación de Ultralytics, Open CV, YOLO11, CUDA, cuDNN, L4T, Tensor RT, Python, Opencv-CV, pytorch cuda</b> .....	194
<b>3.4.2</b>	<b>Estructura del algoritmo</b> .....	201
<b>3.4.3</b>	<b>Desarrollo de código abierto</b> .....	203
<b>3.4.3.1</b>	<b>Implementación del modelo en la captura de video básico</b> .....	203
<b>3.4.3.2</b>	<b>Convergencia entre el sistema de red LAN del sistema</b> .....	205
<b>3.4.3.3</b>	<b>Prueba de modelo con cámaras IP sistema de vigilancia</b> .....	206
<b>3.4.3.4</b>	<b>Prueba de convergencia con el nodo alarma desde el sistema principal</b>	208
<b>3.4.3.5</b>	<b>Prueba de página Web alerta de nodo y verificación de imágenes en tiempo real</b> .....	209

3.4.3.6	Prueba del sistema de detección activado desde placa NVIDIA Jaton nano orin .....	209
3.4.3.7	Creación de anotaciones.....	211
3.4.3.8	Secciones del sistema .....	212
3.5	Sección I. Captura de datos .....	215
3.5.1.1	Creación de dataset en Roboflow .....	215
3.6	Sección II. Base de datos del objeto “Dataset” .....	217
3.7	Sección III. Entrenamiento .....	219
3.7.1.1	Entrenamiento de prueba en Roboflow.....	220
3.7.1.2	Entrenamiento del modelo ajustado a necesidades del sistema y usuario	223
3.8	Sección IV. Comprensión del dimensionamiento del modelo.....	228
3.8.1	Análisis del número óptimo en épocas de entrenamiento y parámetros de dispersión del modelo de visión artificial.....	230
4	CAPÍTULO IV .....	241
4.1	Interpretación del algoritmo.....	241
4.2	Configuración de monitoreo del sistema .....	242
4.3	Monitoreo del sistema .....	244
4.3.1	Método de control local y remoto para el sistema de video vigilancia....	247
4.3.2	Verificación del modo de Alarma y Monitoreo .....	247
4.3.3	Verificación de detección de movimiento y control de eventos.....	249
4.3.4	Principal envío de alertas del sistema .....	250

4.3.5	Etapa IV. Pruebas del sistema .....	252
4.3.6	Introducción a las pruebas .....	253
4.3.7	Pruebas preliminares.....	253
4.3.8	Características importantes de reacción.....	255
4.3.9	Calibración de equipos .....	256
4.3.10	Análisis de variación de luz .....	259
4.3.11	Pruebas de producción.....	260
4.3.12	Toma de datos en sitio.....	262
4.3.13	Pruebas en el día.....	263
4.3.14	Pruebas en la tarde casi noche .....	265
4.3.14.1	Falsos positivos .....	266
4.3.15	Video de funcionamiento del sistema .....	268
4.4	Análisis de Costos/Beneficio .....	268
4.5	Discusión.....	273
4.6	Trabajos futuros .....	274
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	275
5.1	CONCLUSIONES .....	275
5.2	RECOMENDACIONES .....	276
6	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	278
7	ANEXOS .....	285

<b>7.1</b>	<b>Anexo 1. Encuesta para recopilar el estado actual de la empresa</b>	
	<b>Distribuidora Coral .....</b>	<b>285</b>
<b>7.1.1</b>	<b>Resultados de la encuesta .....</b>	<b>292</b>
<b>7.2</b>	<b>Anexo 2. Aprobación de uso de espacio por la empresa Districor firma gerente y dueño de la empresa .....</b>	<b>292</b>
<b>7.3</b>	<b>Anexo 3. Código de segmentación de objetos.....</b>	<b>298</b>
<b>7.4</b>	<b>Anexo 4. Código para entrenamiento del modelo.....</b>	<b>302</b>
<b>7.5</b>	<b>Anexo 5. Código principal de modelo .....</b>	<b>303</b>
<b>7.6</b>	<b>Anexo 6. Código implementación del modelo entrenado.....</b>	<b>307</b>
<b>7.7</b>	<b>Anexo 7. Código index pagina web .....</b>	<b>309</b>
<b>7.8</b>	<b>Anexo 8. Código para nodo sensor.....</b>	<b>311</b>
<b>7.9</b>	<b>Anexo 9. Fotografías de las pruebas y instalación realizada en la empresa</b>	<b>314</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 2.1</i>	<i>Ejemplo de el número de pixeles de una máscara 3x3 .....</i>	<i>64</i>
<i>Tabla 2.2</i>	<i>Grados de libertad .....</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 2.1</i>	<i>Componentes en el sistema de alarma para su funcionamiento .....</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 3.1</i>	<i>Características del Sitio actual.....</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 3.2</i>	<i>La investigación cuenta con los actores o stakeholders involucrados en el desarrollo del sistema.....</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 3.2.1</i>	<i>Abreviatura de requerimientos .....</i>	<i>83</i>

<i>Tabla 3.2.2</i>	<i>Tabla stakeholders o requisitos del usuario .....</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 3.2.3</i>	<i>Requerimientos prioritarios en el sistema .....</i>	<i>86</i>
<i>Tabla 3.2.3</i>	<i>Requerimientos de arquitectura .....</i>	<i>89</i>
<i>Tabla 3.2.4</i>	<i>Valor referencial de los requerimientos.....</i>	<i>93</i>
<i>Tabla 3.2.5</i>	<i>Cámaras IP PoE .....</i>	<i>94</i>
<i>Tabla 3.2.6</i>	<i>Elección de Hardware de cámaras .....</i>	<i>100</i>
<i>Tabla 3.2.7</i>	<i>Elección del Switch.....</i>	<i>102</i>
<i>Tabla 3.2.8</i>	<i>Hardware switch PoE ethernet .....</i>	<i>105</i>
<i>Tabla 3.2.9</i>	<i>Ordenadores de placas reducidas.....</i>	<i>107</i>
<i>Tabla 3.2.10</i>	<i>Hardware de ordenador reducidos .....</i>	<i>110</i>
<i>Tabla 3.2.11</i>	<i>Almacenamiento externo del sistema.....</i>	<i>111</i>
<i>Tabla 3.2.12</i>	<i>Hardware de almacenamiento .....</i>	<i>113</i>
<i>Tabla 3.2.13</i>	<i>Elementos existentes de grabación e almacenamiento empresarial. 114</i>	
<i>Tabla 3.2.14</i>	<i>Hardware de grabadores en el mercado.....</i>	<i>115</i>
<i>Tabla 3.2.15</i>	<i>Medio de transmisión cableado .....</i>	<i>116</i>
<i>Tabla 3.2.16</i>	<i>Medio de transmisión de datos .....</i>	<i>117</i>
<i>Tabla 3.2.17</i>	<i>Placa con tarjeta Wifi integrada nodo receptor .....</i>	<i>118</i>
<i>Tabla 3.2.18</i>	<i>Hardware nodos alarma .....</i>	<i>119</i>
<i>Tabla 3.2.19</i>	<i>Actuadores externo.....</i>	<i>120</i>
<i>Tabla 3.2.20</i>	<i>Hardware actuadores.....</i>	<i>121</i>
<i>Tabla 3.2.21</i>	<i>Software base para sistema.....</i>	<i>123</i>
<i>Tabla 3.2.22</i>	<i>Software de programación sencilla .....</i>	<i>123</i>
<i>Tabla 3.2.23</i>	<i>Software diseñados para entrenamiento de modelos para reconocimiento de objetos .....</i>	<i>125</i>
<i>Tabla 3.2.24</i>	<i>Software que modela el sistema .....</i>	<i>126</i>

<i>Tabla 3.2.25</i>	<i>Elección de distribuidor Linux</i> .....	127
<i>Tabla 3.2.26</i>	<i>Requerimientos del Software</i> .....	128
<i>Tabla 3.2.27</i>	<i>Software para desarrollo de modelos en la nube</i> .....	129
<i>Tabla 3.3.1</i>	<i>Direccionamiento del sistema</i> .....	132
<i>Tabla 3.3.11</i>	<i>Dimensionamiento de Discos Externos</i> .....	189
<i>Tabla 3.4.1</i>	<i>Graficas de entrenamientos</i> .....	231
<i>Tabla 3.4.2</i>	<i>Análisis de graficas para un entrenamiento de 150 épocas</i> .....	235
<i>Tabla 3.4.3</i>	<i>Análisis de entrenamiento del modelo final</i> .....	237
<i>Tabla 4.4.1</i>	<i>Costos de hardware para el sistema de alarma</i> .....	269
<i>Tabla 4.4.2</i>	<i>Costos de Software para el desarrollo del sistema de alarma</i> .....	270
<i>Tabla 4.4.3</i>	<i>Costo de ingeniería para el sistema de alarma</i> .....	271
<i>Tabla 4.4.4</i>	<i>Costo total para el sistema de alarma para detención de armas cortas</i> .....	272

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.1</i>	<i>Metodología PMBOK</i> .....	35
<i>Figura 1.2</i>	<i>Topología para implementar en el sistema</i> .....	36
<i>Figura 2.1</i>	<i>Pistolas Cortas</i> .....	40
<i>Figura 2.2</i>	<i>Componentes de Pistola corta</i> .....	42
<i>Figura 2.3</i>	<i>Operador Sobal</i> .....	43
<i>Figura 2.4</i>	<i>Bordes de objetos</i> .....	44
<i>Figura 2.5</i>	<i>Reconocimiento de objetos</i> .....	47
<i>Figura 2.6</i>	<i>Iluminación dependiendo de si Angulo</i> .....	48
<i>Figura 2.8</i>	<i>Esquema general CCTV y DVR</i> .....	49

<i>Figura 2.9.1</i>	<i>Video vigilancia IP</i> .....	51
<i>Figura 2.9</i>	<i>Retroiluminación</i> .....	52
<i>Figura 2.10</i>	<i>Escala de grises</i> .....	56
<i>Figura 2.11</i>	<i>Escala de grises</i> .....	56
<i>Figura 2.12</i>	<i>Histogramas</i> .....	57
<i>Figura 2.13</i>	<i>Diferentes tipos de Histogramas</i> .....	57
<i>Figura 2.14</i>	<i>Ecualización e Histogramas</i> .....	58
<i>Figura 2.15</i>	<i>Histogramas</i> .....	60
<i>Figura 2.16</i>	<i>Filtro para ver sus máscaras</i> .....	65
<i>Figura 2.18</i>	<i>Filtro para ver sus máscaras</i> .....	65
<i>Figura 2.19</i>	<i>Velocidad del modelo y el mAP</i> .....	67
<i>Figura 2.20</i>	<i>Raspberry pi 4 B</i> .....	69
<i>Figura 2.21</i>	<i>Sistema básico de alarma</i> .....	70
<i>Figura 3.1</i>	<i>Metodología de desarrollo PMBOK</i> .....	73
<i>Figura 3.1.1</i>	<i>Requerimiento y Tabulación de data dirigido al gerente de Districor</i>	76
<i>Figura 3.1.2</i>	<i>Entrada principal a Empresa Distribuidora Coral</i> .....	77
<i>Figura 3.3.1</i>	<i>Placa reducida “NVIDIA Jetson Orin”</i> .....	131
<i>Figura 3.3.2</i>	<i>Dieagrama de conexión sistema plateado a equipos existentes en la empresa</i> .....	133
<i>Figura 3.3.3</i>	<i>Diagrama de bloques</i> .....	134
<i>Figura 3.3.4</i>	.....	136
<i>Figura 3.3.5</i>	<i>Plano sobre cableado y dimenciomanoento de area adetectar y posicioneamiento de equipos</i> .....	137
<i>Figura 3.3.6</i>	<i>Simbología y descripción de equippos</i> .....	138
<i>Figura 3.3.7</i>	<i>Arquitectura de modelo de visión artificial</i> .....	140

<i>Figura 3.3.8</i>	<i>Topologia mixta.....</i>	<i>141</i>
<i>Figura 3.3.9</i>	<i>Pruebas de latencia y atenuacion en el cableado de Fobra Óptica</i>	<i>142</i>
<i>Figura 3.3.10</i>	<i>Certificación y Testeo de cable UTP Cat 6ª.....</i>	<i>144</i>
<i>Figura 3.3.11</i>	<i>Etapa 1. Informacion esquematica de la arquitectura del sistema</i>	<i>146</i>
<i>Figura 3.3.12</i>	<i>Router privado, Salida de WAN a red de la empresa Red LAN red privada.....</i>	<i>147</i>
<i>Figura 3.3.13</i>	<i>Inicialicacion del sistema se crea una contraseña unica.....</i>	<i>147</i>
<i>Figura 3.3.14</i>	<i>Configuración rapida de router privado.....</i>	<i>147</i>
<i>Figura 3.3.15</i>	<i>Red WAN salida a red privada empresariao colocada pro el proveedor.....</i>	<i>148</i>
<i>Figura 3.3.16</i>	<i>Red LAN coneccion de red del sistema a red empresarial .....</i>	<i>149</i>
<i>Figura 3.3.17</i>	<i>Direccionamiento de enlace a lared NVIDIA a empresa.....</i>	<i>149</i>
<i>Figura 3.3.18</i>	<i>Direccioneamiento IP del Router.....</i>	<i>150</i>
<i>Figura 3.3.19</i>	<i>Desactivacion de Servidor DHCP.....</i>	<i>150</i>
<i>Figura 3.3.20</i>	<i>Configuración de la red LAN.....</i>	<i>151</i>
<i>Figura 3.3.21</i>	<i>Afministacion remota para tecnico de sistemas en la empresa.....</i>	<i>151</i>
<i>Figura 3.3.22</i>	<i>Pruebas de ping de la empresa al sistema .....</i>	<i>152</i>
<i>Figura 3.3.23</i>	<i>Red WAN (red LAN de la empresa) a red LAN del sistema.....</i>	<i>152</i>
<i>Figura 3.3.24</i>	<i>Prueba de ping y salida a internet desde red LAN provada del sistema a red empresarial .....</i>	<i>153</i>
<i>Figura 3.3.25</i>	<i>Coneccion de puertos a dispositivos del sistema .....</i>	<i>153</i>
<i>Figura 3.3.26</i>	<i>Cofiguracion de puertos dedicados en Switch Hikvision.....</i>	<i>154</i>
<i>Figura 3.3.27</i>	<i>Direccionamiento del sitema en Switch .....</i>	<i>155</i>
<i>Figura 3.3.28</i>	<i>Activación de los puertos PoE del Switch.....</i>	<i>155</i>
<i>Figura 3.3.29</i>	<i>Configuracion en Placa Nvidia salida a la red LAN de la empresa</i>	<i>156</i>

<i>Figura 3.3.30</i>	<i>Areglo de discos duros para el RAID 1.....</i>	<i>157</i>
<i>Figura 3.3.31</i>	<i>Conexión a cámara 1 y 2.....</i>	<i>157</i>
<i>Figura 3.3.32</i>	<i>Configuración de IP y calidad de transmisión de Frames en ajuste de imágenes.....</i>	<i>158</i>
<i>Figura 3.3.33</i>	<i>Configuración de imagen nítida de Frames .....</i>	<i>159</i>
<i>Figura 3.3.34</i>	<i>Exposición a la luz .....</i>	<i>159</i>
<i>Figura 3.3.35</i>	<i>Configuración de filtros en imagen.....</i>	<i>160</i>
<i>Figura 3.3.36</i>	<i>El ajuste del video .....</i>	<i>160</i>
<i>Figura 3.3.37</i>	<i>Configuración de cámara en la red.....</i>	<i>161</i>
<i>Figura 3.3.38</i>	<i>Imagen ajustada a parámetros de video .....</i>	<i>162</i>
<i>Figura 3.3.39</i>	<i>Puertos seguros usados en la transmisión de datos del sistema ...</i>	<i>162</i>
<i>Figura 3.3.40</i>	<i>NVIDIA JETSON Orin kit y unidad de M.2 .....</i>	<i>163</i>
<i>Figura 3.3.41</i>	<i>Arquitectura del diagrama esquemático .....</i>	<i>164</i>
<i>Figura 3.3.42</i>	<i>Diagrama esquemático nodo Esp32.....</i>	<i>165</i>
<i>Figura 3.3.43</i>	<i>PCB en 3D vista superior y inferior de la placa reducida.....</i>	<i>166</i>
<i>Figura 3.3.44</i>	<i>Simulación de nodo y activación del sistema mediante Firebase código Arduino ID.....</i>	<i>167</i>
<i>Figura 3.3.45</i>	<i>Audio personalizado transmisión en Hexadecimales .....</i>	<i>168</i>
<i>Figura 3.3.46</i>	<i>Inicialización con la conexión a una red Wifi y verificación de base de datos firebase.....</i>	<i>168</i>
<i>Figura 3.3.47</i>	<i>Nodo conectado a Batería.....</i>	<i>169</i>
<i>Figura 3.3.48</i>	<i>Activación de nodo desde base de datos Firebase .....</i>	<i>170</i>
<i>Figura 3.3.49</i>	<i>Base de datos estado del nodo activado o desactivado.....</i>	<i>171</i>
<i>Figura 3.3.50</i>	<i>Uso de Twilio plataforma de mensajes de texto por WhatsApp ...</i>	<i>171</i>
<i>Figura 3.3.51</i>	<i>Envío de mensajes SMS servicio adicional al envío de alertas.....</i>	<i>172</i>

<i>Figura 3.3.52</i>	<i>App personal de WhatsApp alerta por Twilo .....</i>	<i>173</i>
<i>Figura 3.3.53</i>	<i>Creación de base de datos para imágenes almacenadas.....</i>	<i>174</i>
<i>Figura 3.3.54</i>	<i>Creación del repositorio de las alertas Web.....</i>	<i>174</i>
<i>Figura 3.3.54</i>	<i>Página Web .....</i>	<i>175</i>
<i>Figura 3.3.56</i>	<i>Configuración de página web y nodo físico.....</i>	<i>176</i>
<i>Figura 3.3.57</i>	<i>Diagrama de conexión vista lateral de conexiones físicas a la red privada del sistema.....</i>	<i>177</i>
<i>Figura 3.3.58</i>	<i>Rocorte de planos sobre el area a detectar.....</i>	<i>178</i>
<i>Figura 3.3.59</i>	<i>Parámetros de visualización de pixeles por milímetro .....</i>	<i>179</i>
<i>Figura 3.3.60</i>	<i>Escala de eficiencia con respecto a la distancia del objeto.....</i>	<i>180</i>
<i>Figura 3.3.61</i>	<i>Ajuste de ángulo focal de cámaras de seguridad en zona con dimensiones reales.....</i>	<i>181</i>
<i>Figura 3.3.62</i>	<i>Parámetros de velocidad en transmisión de video en dimensiones reales .....</i>	<i>182</i>
<i>Figura 3.3.63</i>	<i>Ajuste de cámara vasados en la altura de su ubicación .....</i>	<i>182</i>
<i>Figura 3.3.64</i>	<i>Distancia focal zona 1 cámara 4k.....</i>	<i>183</i>
<i>Figura 3.3.65</i>	<i>Captura en Wireshark equipo Router.....</i>	<i>184</i>
<i>Figura 3.3.66</i>	<i>Captura en Wireshark equipo Switch.....</i>	<i>185</i>
<i>Figura 3.3.67</i>	<i>Captura en Wireshark equipo Nvidia Jetson orin kit.....</i>	<i>186</i>
<i>Figura 3.3.68</i>	<i>Captura en Wireshark equipo Cámara IP 4k.....</i>	<i>186</i>
<i>Figura 3.3.69</i>	<i>Rutas Trasadas en la respuesta de la red.....</i>	<i>187</i>
<i>Figura 3.3.70</i>	<i>Instalación de mdadm creación del RAID1 .....</i>	<i>190</i>
<i>Figura 3.3.71</i>	<i>Bloques en los discos.....</i>	<i>191</i>
<i>Figura 3.3.73</i>	<i>Comandos creación de partición RAID1 .....</i>	<i>191</i>
<i>Figura 3.3.73</i>	<i>Creación del RAID 1 .....</i>	<i>191</i>

<i>Figura 3.3.74</i>	<i>Verificación del acceso al RAID 1 .....</i>	<i>192</i>
<i>Figura 3.3.75</i>	<i>Prueba de fallo de un disco .....</i>	<i>193</i>
<i>Figura 3.4.1</i>	<i>.....</i>	<i>194</i>
<i>Figura 3.4.2</i>	<i>Los modelos se pueden dividir en distintos argumentos .....</i>	<i>195</i>
<i>Figura 3.4.3</i>	<i>Plataforma SDKManager.....</i>	<i>196</i>
<i>Figura 3.4.4</i>	<i>Instalacion de Cudnn.....</i>	<i>196</i>
<i>Figura 3.4.5</i>	<i>Solucioón a librerías incompatibles con el uso de GPU en Pychart</i> <i>.....</i>	<i>197</i>
<i>Figura 3.4.6</i>	<i>Librerías compatibles con código desarrollado en Python</i> <i>optimizando la inferencia de video.....</i>	<i>198</i>
<i>Figura 3.4.7</i>	<i>Cuda 12.2 controlador de GPU .....</i>	<i>198</i>
<i>Figura 3.4.8</i>	<i>Firmware requerido en el sistema actual 36.x.....</i>	<i>199</i>
<i>Figura 3.4.9</i>	<i>Controlador de IA en el sistema Jetson orin kit.....</i>	<i>200</i>
<i>Figura 3.4.5</i>	<i>Estructura de algoritmo de reconocimiento.....</i>	<i>202</i>
<i>Figura 3.4.6</i>	<i>Implementación de modelo Best.pt ultimo entrenamiento .....</i>	<i>204</i>
<i>Figura 3.4.7</i>	<i>Dimensionamiento de imagen sin reducción de calidad.....</i>	<i>204</i>
<i>Figura 3.4.8</i>	<i>Prueba del último host del sistema a red WAN.....</i>	<i>205</i>
<i>Figura 3.4.9</i>	<i>Prueba de ubicación de cámara IP.....</i>	<i>206</i>
<i>Figura 3.4.10</i>	<i>Nivel de confianza mínimo en detección para el sistema.....</i>	<i>207</i>
<i>Figura 3.4.10</i>	<i>Detención de arma corta a 3.4 metros con 0.9 de eficacia.....</i>	<i>207</i>
<i>Figura 3.4.11</i>	<i>Prueba de salida de alerta inmediata al detectar un objeto no</i> <i>permitido.....</i>	<i>208</i>
<i>Figura 3.4.12</i>	<i>Página web base de evidencias del sistema .....</i>	<i>209</i>
<i>Figura 3.4.13</i>	<i>Sistema activo desde Jetson nano orin .....</i>	<i>210</i>
<i>Figura 3.4.14</i>	<i>Inferencias del sistema dentro del código principal .....</i>	<i>211</i>

<i>Figura 3.4.14</i>	<i>Creación de anotaciones después de la inferencia del sistema .....</i>	<i>212</i>
<i>Figura 3.4.15</i>	<i>Páginas principales de ingreso al sistema restringido .....</i>	<i>212</i>
<i>Figura 3.4.16</i>	<i>Ventana interactiva principal del sistema.....</i>	<i>213</i>
<i>Figura 3.4.17</i>	<i>Historial de detecciones como de grabación del sistema .....</i>	<i>214</i>
<i>Figura 3.4.18</i>	<i>Impresión de video sin inferencia de modelo para botón de salida .....</i>	<i>214</i>
<i>Figura 3.4.19</i>	<i>Base de datos en Roboflow “Dataset” .....</i>	<i>216</i>
<i>Figura 3.4.20</i>	<i>División de imágenes según el modelo seleccionado YOLO11 ....</i>	<i>216</i>
<i>Figura 3.4.21</i>	<i>Seccionamiento de imágenes para su direccionamiento.....</i>	<i>217</i>
<i>Figura 3.4.22</i>	<i>Verificación de Dataset con su correspondiente etiqueta.....</i>	<i>218</i>
<i>Figura 3.4.23</i>	<i>Corrección de etiquetas en Roboflow.....</i>	<i>219</i>
<i>Figura 3.4.24</i>	<i>Modelo de prueba entrenado en Roboflow .....</i>	<i>221</i>
<i>Figura 3.4.25</i>	<i>Lote de etiquetas en el modelo presentado por Roboflow.....</i>	<i>221</i>
<i>Figura 3.4.26</i>	<i>Prueba de detección de objetos en Roboflow .....</i>	<i>222</i>
<i>Figura 3.4.27</i>	<i>Redes de convolución eficientes .....</i>	<i>223</i>
<i>Figura 3.4.28</i>	<i>Matrices de convolución RGB y BGR .....</i>	<i>224</i>
<i>Figura 3.4.29</i>	<i>Reconocimiento de imágenes en Google colab.....</i>	<i>225</i>
<i>Figura 3.4.30</i>	<i>Modelo entrenado con librerías de GroundingDINO .....</i>	<i>226</i>
<i>Figura 3.4.31</i>	<i>Nivel de precisión del modelo según la calidad de imagen .....</i>	<i>227</i>
<i>Figura 3.4.32</i>	<i>Precisión de modelo pre entrenado etiquetado de pistolas de calibre corto.....</i>	<i>228</i>
<i>Figura 3.4.33</i>	<i>Código aplicado en Google colab con el uso de GPU.....</i>	<i>229</i>
<i>Figura 3.4.34</i>	<i>Prueba de campo en implementación de modelo final.....</i>	<i>230</i>
<i>Figura 3.4.35</i>	<i>Curva de precisión de modelo con una cantidad de datos inferior a 10.000 imágenes.....</i>	<i>234</i>

<i>Figura 4.2.1</i>	<i>Instalación del sistema de video.....</i>	<i>242</i>
<i>Figura 4.2.2</i>	<i>Pruebas de conexión del sistema.....</i>	<i>243</i>
<i>Figura 4.2.3</i>	<i>Monitoreo del sistema implementado en empresa .....</i>	<i>244</i>
<i>Figura 4.3.2</i>	<i>Prueba de monitoreo en tiempo real.....</i>	<i>245</i>
<i>Figura 4.3.3</i>	<i>Utilización de redundancia RAID1 para video almacenaje .....</i>	<i>245</i>
<i>Figura 4.3.4</i>	<i>Sistema de alerta y almacenamiento de imágenes en la nube.....</i>	<i>246</i>
<i>Figura 4.3.5</i>	<i>Prueba de ingreso permitido a usuario encargado del sistema.....</i>	<i>247</i>
<i>Figura 4.3.6</i>	<i>Prueba de salida del alerta como monitoreo de situación actual en la empresa.....</i>	<i>248</i>
<i>Figura 4.3.7</i>	<i>Encendido del sistema la espera de interacciones para activación de notificaciones inmediatas .....</i>	<i>249</i>
<i>Figura 4.3.8</i>	<i>Captura de sospechoso portando un arma de fuego.....</i>	<i>250</i>
<i>Figura 4.3.9</i>	<i>Alerta de nodo alarma al activarse el sistema de visión por computadora.....</i>	<i>251</i>
<i>Figura 4.3.10</i>	<i>Verificación de alertas correctas con la activación el nodo alarma .....</i>	<i>251</i>
<i>Figura 4.3.11</i>	<i>Uso de GPU no activado.....</i>	<i>254</i>
<i>Figura 4.3.12</i>	<i>Prueba preliminar sin uso de los recursos GPU del sistema posibles errores de inferencia .....</i>	<i>254</i>
<i>Figura 4.3.13</i>	<i>Introducción al plan de contingencia ante un asalto a mano armada .....</i>	<i>255</i>
<i>Figura 4.3.14</i>	<i>Calibración de eficiencia del sistema.....</i>	<i>257</i>
<i>Figura 4.3.15</i>	<i>Permisos de uso de recursos GPU.....</i>	<i>257</i>
<i>Figura 4.3.16</i>	<i>Interfaz de usuario y sistema con normalidad .....</i>	<i>258</i>

<i>Figura 4.3.17</i>	<i>Variación de luz mínima en el transcurso del día se observa de la misma forma .....</i>	<i>259</i>
<i>Figura 4.3.18</i>	<i>Activación del sistema sin errores.....</i>	<i>260</i>
<i>Figura 4.3.19</i>	<i>Sistema inicializado por el usuario final.....</i>	<i>261</i>
<i>Figura 4.3.21</i>	<i>Captura de video al azar prueba de calidad del sistema .....</i>	<i>262</i>
<i>Figura 4.3.22</i>	<i>Pruebas de video en los posteriores días de grabación.....</i>	<i>263</i>
<i>Figura 4.3.23</i>	<i>Simulación de robo a mano armada en la empresa Districor .....</i>	<i>264</i>
<i>Figura 4.3.24</i>	<i>Simulación de asalto y verificación de confusión de sistema .....</i>	<i>265</i>
<i>Figura 4.3.25</i>	<i>Simulación de falsos positivos.....</i>	<i>266</i>
<i>Figura 4.3.26</i>	<i>Falsos positivos en el sistema .....</i>	<i>267</i>
<i>Figura 4.3.27</i>	<i>Falsos positivos en la verificaciones web .....</i>	<i>267</i>

**ÍNDICE DE ECUACIONES**

(1) .....	55
(2) .....	59
(3) .....	59
(4) .....	59
(5) .....	59
(6) .....	59
(7) .....	59
(8) .....	60
(9) .....	60
(10) .....	60
(11) .....	63
(12) .....	63
(13) .....	64
(14) .....	64
(15) .....	65

## CAPITULO I: ANTECEDENTES

### 1.1 Problema de investigación

En la sociedad actual la delincuencia se ha convertido en un problema general, en la cual la pobreza y la indigencia se ha tomado los sectores urbanos, siendo estos lugares los más vulnerables. Es lamentable que estos sitios sean víctimas de asaltos, muertes y agresiones, según los datos que se registran cada día, dictando cifras que llegaron a más de 55.461 asaltos y agresiones violentas a personas que viven en zonas residenciales a nivel nacional, sin mencionar los homicidios y sicariatos (Mella, 2023).

En Ecuador existe un sistema de vigilancia implementado por ECU911, el cual, ha logrado disminuir la tasa de mortalidad y robos considerablemente. Sin embargo, no se cuenta con un sistema telemático de reconocimiento de armas que permita identificar por visión de computadora gestos de personas sospechosas, que facilite la alerta y prevención de robos y agresiones. Según un estudio realizado por Ratcliffe, Taniguchi y Taylor en Filadelfia en el año 2023, en donde se logró reducir el crimen en 13%, por medio de video vigilancia, esta tecnología tuvo efecto inmediato (Mella, 2023).

En la operación diaria de la empresa Distribuidora Coral se registra una alta salida y entrada de dinero, a su vez, se estima una afluencia de al menos 500 personas diarias entre nacionales y extranjeros que visitan la empresa para el transporte de productos, por lo que, se requiere un sistema de video vigilancia seguro y que prevenga situaciones de vulnerabilidad para prevenir asaltos y robos a mano armada debido a las grandes cantidades de dinero que se transacciona en el contexto de la actividad diaria de la empresa.

Las alertas por robos es la funcionalidad más crítica en la implementación de video vigilancia, ya que la mayoría son alertas manuales y su eficacia es muy reducida en

Ecuador. Las empresas de seguridad utilizan este tipo de alertas de forma ineficiente y hasta peligrosa por las represalias que puedan suceder el instante del asalto.

En la ciudad de Tulcán existe una zona de comercio que está conformada por varias bodegas de alimentos que distribuyen los productos. En la zona del Mercado Popular según datos de los administradores de estos sitios se tienen algunos problemas con la inseguridad de estas bodegas las que cuentan con una implementación de video vigilancia las cuales solo graba videos que se los puede revisar después del robo, pero no tienen ninguna funcionalidad más allá de la mencionada. En la bodega “Distribuidora Coral” se han detectado situaciones de robos o asaltos a mano armada afuera y en los interiores de esta, o lo cual, lleva a la propuesta de la implementación del sistema de visión por computadora para la detección de armas de fuego que proporcione alertas instantáneas a la seguridad del lugar como al ECU911.

Para la implementación primero se recolectará datos de la Distribuidora Coral que permita el análisis de requerimientos del sistema para reconocimiento de armas de posibles sospechosos mediante visión por computadora.

Las herramientas de reconocimiento de objetos por visión por computadora permitirán la identificación de armas y objetos no comunes, para alertar a las autoridades y prevenir eventos no deseados.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo General**

Desarrollar un sistema telemático de seguridad en zonas comerciales mediante visión por computador que realice el reconocimiento de armas de fuego cortas para zonas comerciales en la Empresa Distribuidora Coral.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

1. Establecer el estado del arte para el procesamiento de imágenes, software y hardware que se utiliza para la comprensión del desarrollo de un sistema telemático por visión por computadora a través de reconocimiento de objetos.
2. Determinar los requerimientos técnicos y recursos necesarios para implementar un sistema telemático por visión por computadora para el reconocimiento de armas de fuego cortas que serán implementados en la seguridad de zonas comerciales de la empresa Distribuidora Coral.
3. Diseñar un sistema de visión por computadora para el reconocimiento de armas de fuego cortas utilizando como base la infraestructura existente de la empresa Distribuidora Coral.
4. Realizar pruebas de efectividad de la capacidad de distinguir el porte y manipulación de armas de fuego cortas, para la viabilidad de la solución.

### **1.3 Alcance**

El presente trabajo de titulación consiste en el desarrollo de un sistema por computadora para el reconocimiento de armas de fuego por visión telemática que se implementara en la empresa Distribuidora Coral en la zona norte del país en la parte céntrica de la ciudad de Tulcán, provincia del Carchi. Para ello se tiene los permisos de la empresa para la recolección de la información necesaria como imágenes, videos e infraestructura existente, para el entrenamiento del sistema que será implementado en la empresa y que aportará en la seguridad y confianza de los clientes que frecuentan este establecimiento.

La metodología PMBOK mostrada en la figura 1.1, será utilizada para el desarrollo de los objetivos planteados los cuales corresponden a las fases definidas en

PMBOK: inicio, planificación, ejecución, seguimiento y cierre del proyecto, con la finalidad de obtener el sistema de reconocimiento de armas cortas mediante la detección de objetos con visión por computadora en zonas comerciales (Reich, 2006).

La primera fase, consiste en la recopilación de información sobre el estado del arte que permita definir los requisitos del sistema, los cuales se recolectarán para el análisis de muestras de video vigilancia, donde se estudia bibliografía relacionada a visión artificial, análisis de imágenes, manipulación de bases de datos, algoritmos neuronales convolucionales y software de código abierto.

**Figura 1.1**

*Metodología PMBOK*



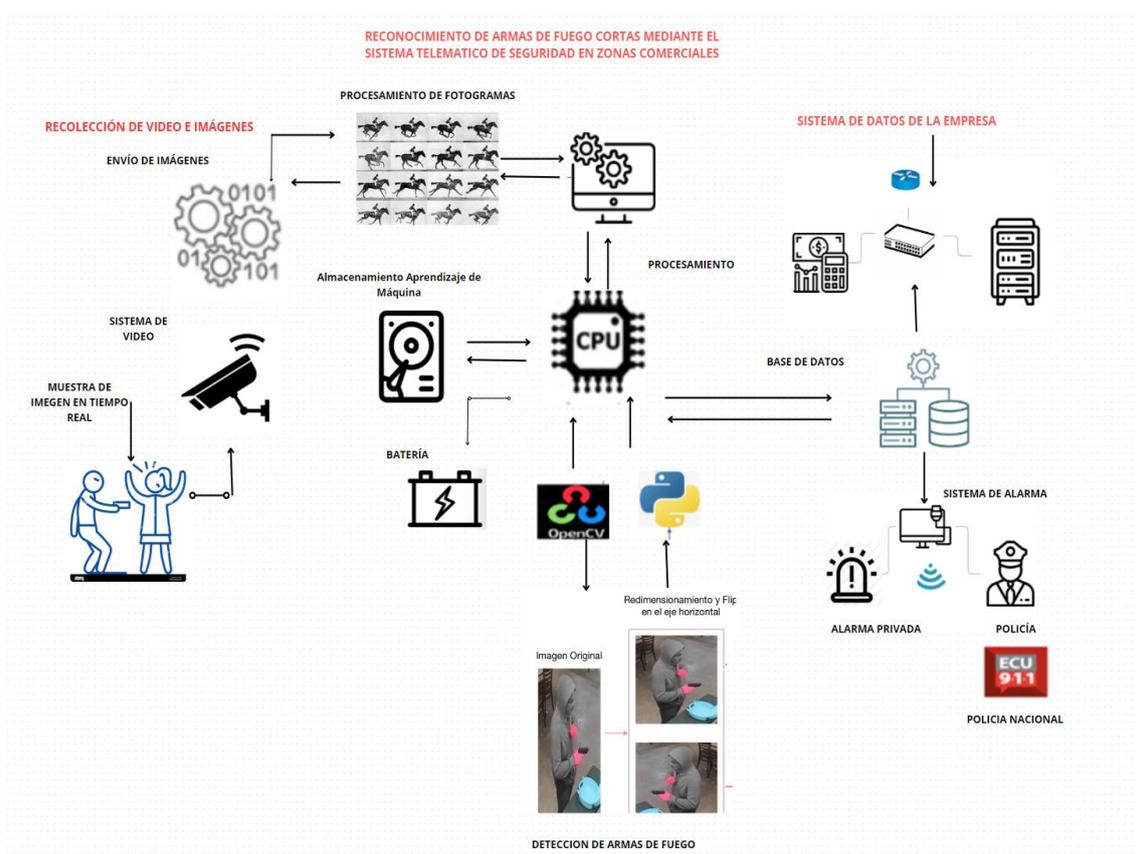
*Nota:* Mediante algunos de estos métodos se realizará el diseño del prototipo del sistema (Reich, 2006).

La segunda fase corresponde al diseño de la solución para el reconocimiento de armas mediante visión por computadora, donde se elegirá tanto el hardware y software necesario para la implementación dentro de la infraestructura de la empresa. Así mismo, para las pruebas y demostración del proyecto se utilizará una placa reducida, junto con el sistema operativo Linux, sobre el que correrá el software necesario que maneja los algoritmos de detección de objetos por visión artificial, que tenga como entrada los videos almacenados

por el sistema de video vigilancia ya existente, además de la generación de alertas para las autoridades pertinentes.

**Figura 1.2**

*Topología para implementar en el sistema*



*Nota:* El sistema de video vigilancia almacena el video en un NVR, de donde se toma las imágenes que servirán como entrada para el reconocimiento de armas mediante visión por computadora, que en caso de existir un evento se enviará una alerta a los servicios de emergencia.[Autoría propia]

La empresa cuenta con un sistema de video vigilancia con cámaras de video, DVR, NVR, además de su sistema de base de datos, que será de insumo para el desarrollo del sistema de detección de armas con visión por computadora. Contable. Se analizará el

ambiente donde funcionan estos dispositivos, así como su calidad de imagen, cobertura y ubicación, ya que se trata de las zonas más vulnerables a robos a mano armada.

En el caso de detectar armas, el sistema generará alertas hacia las personas encargadas de seguridad como el ECU911, además, se activará las sirenas comunitarias para alertar a los vecinos sobre el incidente y el evento será grabado en un disco de almacenamiento externo que sirva como evidencia para futuras investigaciones.

## **1.4 Justificación.**

### **1.4.1 Justificación teórica**

En Ecuador, durante el año 2017, se observó un aumento en la cantidad de robos a negocios, con excepción de los meses quinto, sexto y duodécimo, en los que se registró una disminución en la tendencia de robos (INEC, 2018). En total, se contabilizaron más de 5,400 robos en el año, con un promedio de aproximadamente 450 robos al mes (INEC, 2018). La seguridad en los establecimientos comerciales se ha convertido en un desafío para los usuarios, lo que ha llevado a la implementación de medidas de seguridad para proteger tanto los activos de los negocios como la seguridad de las personas presentes en el lugar, quienes pueden verse afectadas por actos delictivos en ese entorno.

En el ámbito de los establecimientos comerciales, los sistemas de seguridad en su mayoría consisten en cámaras de vigilancia, aunque estas no siempre son efectivas en el momento en que se necesitan. Los sistemas de monitoreo que permiten la observación remota son costosos y no son prácticos para la mayoría de los negocios. Además, presentan limitaciones en términos de eficiencia, ya que, en la mayoría de los casos, múltiples operadores deben supervisar un gran número de monitores al mismo tiempo.

Dado que los robos suelen ser eventos de corta duración, los operadores deben ser precisos para detectar la actividad sospechosa en el momento oportuno.

Según un estudio publicado en "Security Oz Magazine", se ha demostrado que un operador puede perder hasta el 45% de la actividad en la pantalla después de 12 minutos de monitoreo continuo, y la tasa de fallos aumenta significativamente, alcanzando el 95% después de 22 minutos de monitor (Verma, 2015). En respuesta a la creciente preocupación en la comunidad comercial de Tulcán, debido a una serie de robos inusuales en locales comerciales, se busca comprender y abordar esta situación. A pesar de contar con medidas de seguridad, los comerciantes se sienten vulnerables y solicitan un aumento en la presencia policial y la colaboración de la comunidad. Se destaca la necesidad de promover campañas de prevención del delito y el fortalecimiento de la seguridad. Además, se informa sobre la cooperación con las autoridades colombianas para identificar a los responsables de estos delitos (Hora, 2018).

El incremento de zonas comerciales donde funcionan empresas como Distribuidora Coral, están ligados a obtener tecnologías enfocadas a la implementación de sistemas de seguridad, lo que implica el desarrollo de sistemas con requisitos únicos a través de software libre.

El desarrollo de este proyecto está enfocado a la seguridad de la empresa Distribuidora Coral que requiere un sistema de bajo costo, utilizando Software Libre, que permita realizar la detección y reporte de distintos eventos en caso de una emergencia, mediante la video vigilancia computacional y alarmas eficaces.

#### **1.4.2 Justificación Aplicativa**

El sistema de detección de armas con visión por computadora utilizará software libre como "YOLOV2 y MS-COCO" sobre un computador de placa reducida "Raspberry

Pi”, que permite optimizar y recolectar imágenes y video que sirva como insumo para reconocer armas cortas, y enviar alertas a las entidades de seguridad como el ECU911, que actuaran frente a personas sospechosas.

Este sistema tiene como finalidad mejorar los sistemas de video vigilancia a través de la implementación de un sistema de software y hardware implementado en un computador de placa reducida, que brinde seguridad a la empresa Distribuidora Coral a través de la detección de armas mediante visión por computadora y la generación de alertas de forma telemática y automáticas a bajo costo y con alta fiabilidad.

El sistema será independiente del ya existente sistema de video vigilancia de la empresa, sin embargo, utilizará como entrada el video para reconocimiento de objetos como armas mediante visión por computadora, para luego almacenar el evento y generar alertas.

El sistema de visión por computador se compone de una base de datos de aprendizaje que permita reconocer gestos y armas de presuntos sospechosos, reduciendo la posibilidad de que existan falsos positivos en la detección de armas y así contribuir a la seguridad de la empresa Distribuidora Coral.

## CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1 Armas de Fuego

#### 2.1.1 Tipos de armas de fuego y sus componentes

La clasificación predominante de las armas de fuego se fundamenta en sus categorías, y el medio convencional para reconocerlas es la Tabla de Referencia de las Armas de Fuego (FRT). Esta tabla, accesible tanto en línea como sin conexión, constituye una base de datos electrónica. Inicialmente concebida y desarrollada por la Policía Real Montada de Canadá, la FRT fue posteriormente adoptada por INTERPOL como una herramienta de referencia para la clasificación. El acceso a la plataforma web de la FRT está restringido exclusivamente a individuos autorizados por la Policía Real Montada de Canadá, incluyendo miembros de la comunidad policial, ciertos funcionarios públicos y expertos en verificación de armas de fuego debidamente autorizados (Crime, 2020).

#### 2.1.2 Pistolas cortas

Se menciona un dispositivo corto o de puño que está configurado para operar en modo semiautomático. La recámara está integrada en el cañón, y las municiones suelen introducirse en un cargador que se coloca en la empuñadura. Al activar el mecanismo del arma de fuego, se impulsa la siguiente munición y se expulsa el cartucho ya utilizado.

#### Figura 2.1

*Pistolas Cortas*



*Nota:* Pistola corta (Crime, 2020).

### 2.1.3 Principales componentes de un arma de fuego

Para los profesionales, la identificación de un arma de fuego implica comprender sus componentes clave, tanto externos como internos. Las armas de fuego son ensamblajes complejos, conformados por numerosas piezas y componentes. Entre los más comunes se encuentran el cañón, el cargador, el guardamano, la empuñadura, el gatillo y el guardamonte. Todos los modelos comparten un componente crucial llamado receptor, que incluye resortes, palancas y pistones (Crime, 2020).

El cañón es una pieza fundamental en cualquier arma de fuego. A través de él, el proyectil viaja mediante una carga explosiva. El cañón está conectado al receptor, que alberga las partes operativas del arma, como el cargador que contiene la munición. Cambiar el cañón de un arma dificulta la identificación de balas disparadas previamente, ya que las marcas difieren del cañón original. Además, el nuevo cañón puede carecer de número de serie o tener uno diferente, complicando aún más la identificación física del arma.

Los delincuentes pueden ensamblar sus propias armas utilizando diversas piezas y componentes, o modificar armas legalmente adquiridas. Por ello, la producción y comercialización de estas piezas están reguladas de manera similar al comercio y producción de armas de fuego.

A continuación, se detallan los componentes principales de las armas de fuego, seguidos de las descripciones generales de las anatomías en las que se pueden ubicar estos elementos (Crime, 2020).

## Figura 2.2

### Componentes de Pistola corta



*Nota:* En la figura, se pueden apreciar los distintos componentes del arma de fuego corta tipo pistola (Crime, 2020)

## 2.2 Detección de Armas de Fuego

La identificación de bordes desempeña un papel crucial en el procesamiento de imágenes y visión artificial, especialmente en campos como la detección y extracción de características. En el contexto de imágenes digitales, los bordes se pueden conceptualizar como las transiciones entre dos áreas con niveles de gris considerablemente diferentes. Esta técnica proporciona información valiosa acerca de las fronteras de los objetos en la imagen (Andrés, 2016).

**Figura 2.3***Operador Sobel*

Nota: En la figura, se pueden apreciar los distintos Operador Sobel “Automatización de un sistema de centrado” (Andrés, 2016) .

El operador Sobel, que puedes ver en la Figura 2.3, básicamente calcula lo fuerte que cambia el color en cada parte de la imagen. Para cada punto, este operador nos dice cuánto cambia, en qué dirección va y si está pasando de una zona oscura a una más clara, o viceversa. El resultado visualiza la forma en que la imagen experimenta cambios abruptos o suaves en cada punto analizado, indicando la probabilidad de que dicho punto represente un borde, así como la orientación de ese borde (Andrés, 2016).

Desde una perspectiva matemática, el gradiente de una función bidimensional (en este caso, la función de intensidad de la imagen) se expresa como un vector bidimensional. Sus componentes corresponden a las primeras derivadas en las direcciones vertical y horizontal. En cada punto de la imagen, el vector gradiente señala hacia el aumento máximo de la intensidad, y su magnitud refleja la cantidad de cambio de la intensidad en esa dirección (Andrés, 2016).

A pesar de su velocidad y eficacia, los operadores de Sobel no ofrecen el valor absoluto de gradiente, sino a una imagen que facilita cálculos relacionados con el contorno. Este método realza el contraste (destacados bordes) entre regiones homogéneas (Andrés, 2016).

### 2.2.1 Operador CANNY

Es ampliamente reconocido como el método más efectivo para la detección de bordes, y este algoritmo fue desarrollado con el propósito de lograr los siguientes objetivos:

El proceso de detección de bordes mediante el operador Canny sigue los siguientes pasos:

Hacemos que la imagen se vea más suave utilizando un filtro gaussiano para reducir cualquier ruido que pueda haber. Luego, aplicamos un truco matemático para descubrir dónde están los bordes y en qué dirección van. Nos deshacemos de los bordes que no son lo suficientemente fuertes.

Para hacer todo esto, el algoritmo de Canny utiliza algo llamado cálculo de variaciones, una técnica que básicamente busca la mejor forma de hacer las cosas de acuerdo con una cierta regla. En el algoritmo de Canny, la función ideal se representa mediante la combinación de cuatro términos exponenciales, aunque se puede aproximar utilizando la primera derivada de una función gaussiana (Andrés, 2016).

#### Figura 2.4

*Bordes de objetos*



Nota: “Automatización de un sistema de centrado”. En la figura, se pueden apreciar los distintos bordes del objeto analizado (Andrés, 2016).

### **2.3 Reconocimiento de objetos.**

En el trabajo de (Silva, 2023), se describe la visión artificial como una disciplina que integra diversos métodos que operan en conjunto y en sincronía con el propósito de captar, analizar y comprender las imágenes del entorno circundante. Los algoritmos de rastreo contienen una categoría diseñada para cumplir con especificaciones que definan objetos de interés.

Rastreadores discriminativos: Su función principal es determinar qué partes de la imagen pertenecen al objeto que se está analizando y cuáles corresponden al resto del escenario. Esta clasificación proporciona una estructura que distingue entre algoritmos que buscan identificar la parte más recurrente del medio y aquellos que se centran en establecer las partes específicas que pertenecen al objeto de interés.

#### **2.3.1 Conceptos de redes neuronales y procesamiento de imágenes.**

El video digital se configura como una secuencia de imágenes presentadas en rápida sucesión con frecuencias habituales de 15, 24, 30 y 60 tramas por segundo (Frames Per Second - FPS); cuantas más tramas contenga el video, mayor será la capacidad para capturar o representar movimientos detallados (Silva, 2023).

### **2.4 Reconocimiento facial**

Haciendo referencia a la propuesta de (Alba., 2020), se plantea el desarrollo de un sistema embebido controlado por visión artificial con la capacidad de detectar eventos y rasgos faciales específicos, como la fatiga muscular facial. El sistema propuesto incluye el diseño de un algoritmo que captura características consideradas como variables para la

detección térmica infrarroja, la cual está relacionada con cambios en los estados de ánimo, emociones y acciones, incluyendo variaciones de temperatura asociadas a la ira y el consumo de sustancias psicotrópicas.

La meta principal es descubrir intrusos en áreas de almacenamiento de acceso restringido, dándole prioridad a la habilidad del sistema para notar y diferenciar los límites. Este enfoque es esencial para ignorar objetos no deseados o entender el contexto. También estamos proponiendo crear un algoritmo basado en visión artificial para identificar a posibles intrusos, utilizando la captación de la variación térmica del ser humano. Este sistema generaría alertas al capturar rasgos característicos y corporales que podrían indicar una acción potencialmente fatal, dirigida a vulnerar residencias o afectar a los habitantes de la empresa (Andrés, 2016).

## **2.5 Reconocimiento automático (ML: *Machine Learning*)**

Se destaca la capacidad de identificar objetos al discernir la presencia de dos o más formas distintas, como, por ejemplo, diferenciar entre un perro y un gato, o entre un chico y una chica. En el estudio llevado a cabo por (Lugo, 2021), se concluye que la morfología, actitudes, comportamientos y variaciones en la temperatura corporal de una persona son únicas, evidenciando así el aprendizaje de la máquina.

## **2.6 Reconocimiento profundo (DP: *Deep Learning*)**

Este segmento destaca una de las principales complejidades en el análisis de registros de eventos: la falta o escaso procesamiento de las imágenes en su formato original. Para abordar esto, se necesita un convertidor de imágenes o sistemas como DVR, NVR o XVR.

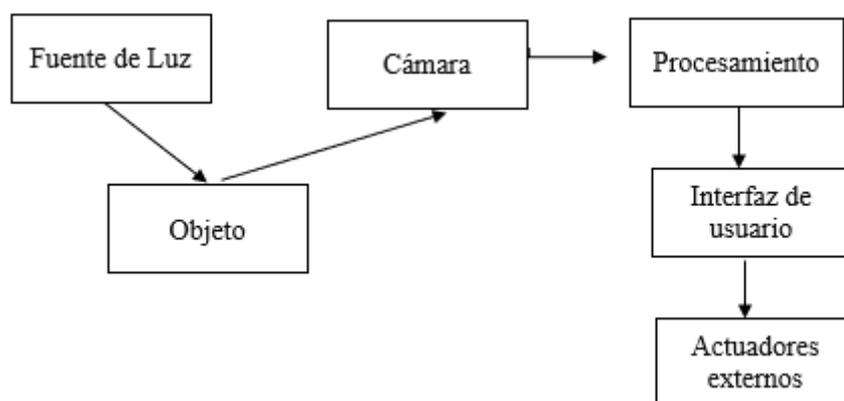
(Lugo, 2021) En su investigación, se explora el concepto de aprendizaje profundo de las máquinas en relación con el funcionamiento de las redes neuronales. Este enfoque se basa en la transmisión de datos que cada neurona ya tiene, ya que contiene la información necesaria.

## 2.7 Video vigilancia

### 2.7.1 Adquisición de imágenes

**Figura 2.5**

*Reconocimiento de objetos.*



*Nota:* La figura 2.5 muestra un diagrama de bloques del proceso de reconocimiento de objetos mediante visión por computadora. Los componentes principales son: la fuente de luz, la cámara, el objeto de interés, el procesamiento de software, la interfaz de usuario y los actuadores externos (almacenamiento) que se describen a continuación. (Autoría personal)

### 2.7.2 Fuentes de luz

Uno de los aspectos más cruciales en un sistema de visión artificial radica en lograr una iluminación adecuada. Es esencial proporcionar una iluminación uniforme e independiente del entorno para destacar los rasgos de interés de manera efectiva.

Principalmente, se pueden identificar dos tipos de iluminación:

- Iluminación frontal: Enfocada desde el frente.
- Iluminación trasera o retroiluminación: Proveniente desde la parte posterior.

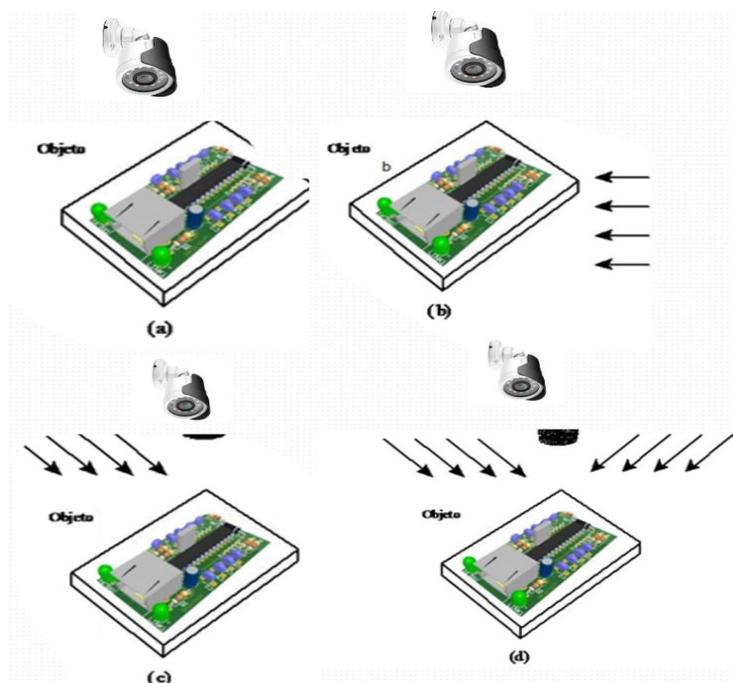
Estos enfoques luminosos desempeñan un papel fundamental para asegurar una correcta captura de información visual en aplicaciones de visión artificial.

### 2.7.3 Iluminación frontal

La luz impacta directamente sobre el objeto, adoptando diferentes ángulos como vertical, horizontal, oblicuo o de manera difusa, tal como se ilustra en la figura 2.6.

**Figura 2.6**

*Iluminación dependiendo de si Angulo*



*Nota:* Tipos de iluminación frontal. a) iluminación vertical, b) iluminación horizontal, c) iluminación oblicua, d) iluminación difusa (Vera & Rosendo, 2012).

La desventaja asociada a la iluminación oblicua radica en la creación de sombras, especialmente notables al detectar la forma de objetos oscuros. Este inconveniente se acentúa al iluminar objetos brillantes, generando brillos que pueden obstaculizar la detección precisa de contornos y detalles (Vera & Rosendo, 2012).

Esto se puede lograr mediante fuentes especializadas que generan luz difusa o mediante el uso de lámparas circulares que proporcionan una iluminación uniforme. También se puede optar por la luz indirecta como estrategia efectiva para evitar sombras y brillos no deseados.

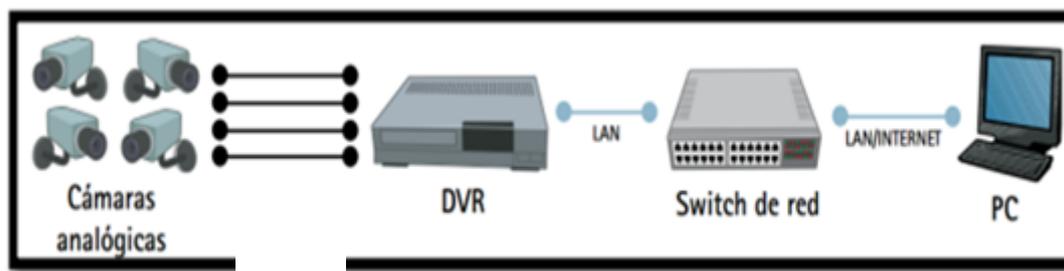
## **2.7.4 Elementos de video vigilancia**

### **2.7.4.1 Video vigilancia analógica**

Los sistemas de videovigilancia analógicos son soluciones estándar que utilizan monitores, grabadores, cámaras y otros dispositivos analógicos para grabar video en circuito cerrado (figura 2.7). Aunque ampliamente utilizados en las últimas décadas, estos sistemas han evolucionado con la incorporación de DVR con puertos Ethernet, dando lugar a los DVR de red, que permiten la monitorización remota a través de PC (Mata, 2010). Algunos DVR permiten la visualización simultánea de video en tiempo real y grabado, mientras que otros se centran en el video grabado, requiriendo a veces aplicaciones especiales o solo un navegador web estándar para la monitorización.

## **Figura 2.8**

*Esquema general CCTV y DVR*



*Nota:* Sistema CCTV usado en DVR de red (Mata, 2010).

### 2.7.5 Sistemas de video vigilancia IP.

En los últimos tiempos, hemos sido testigos de una gran evolución en la tecnología de videovigilancia, todo gracias a la aplicación de la tecnología IP en este ámbito. El video IP o la videovigilancia IP, similar a otras formas de comunicación como el correo electrónico, los servidores web o la telefonía IP, ocurre a través de redes, ya sea mediante cables o de forma inalámbrica. Todo el flujo de audio y video se maneja usando la misma infraestructura de red común, lo que trae consigo varias ventajas en comparación con los sistemas de CCTV tradicionales. Además, la red IP se utiliza para suministrar energía eléctrica a dispositivos específicos, como cámaras de red, mediante la tecnología Poe (Power over Ethernet) (Mata, 2010).

Las cámaras IP, con resoluciones desde 720p hasta 4K, ofrecen imágenes detalladas para una identificación precisa. Utilizan Ethernet a 1 Gbps o hasta 10 Gbps para una transmisión eficiente. El NVR centraliza la grabación y el análisis de video, mejorando el monitoreo y almacenamiento. Esta tecnología de alta resolución y rápida transmisión optimiza el reconocimiento facial y de objetos, proporcionando una solución eficaz y escalable para videovigilancia avanzada.

La figura 2.9.1 proporciona un ejemplo visual de la arquitectura básica de un sistema de videovigilancia IP.

**Figura 2.9.1***Video vigilancia IP*

*Nota:* Sistema básico de un sistema de video vigilancia IP, (Mata, 2010).

Un sistema de video por IP te permite vigilar y grabar videos desde cualquier lugar en la red, ya sea en una red local (LAN) o en una red extensa (WAN), como Internet. Esta funcionalidad posibilita la monitorización remota en tiempo real, centralizando las tareas de supervisión y permitiendo el almacenamiento en un espacio diferente al del área que está siendo vigilada (Mata, 2010).

### 2.7.6 Capturadora de video

Las tarjetas capturadoras han sido empleadas durante un extenso período con el propósito de adquirir imágenes a gran velocidad. El progreso de estas placas de captura ha evolucionado de manera simultánea al rápido avance en la velocidad de los computadores (Gabriel, 2016).

### 2.7.7 Sistema de visión artificial

Los elementos esenciales en la estructura de un sistema de visión por computadora comprenden: los dispositivos para la captura de imágenes, tarjetas capturadoras de video, el software esencial para el desarrollo de aplicaciones y los actuadores externos.

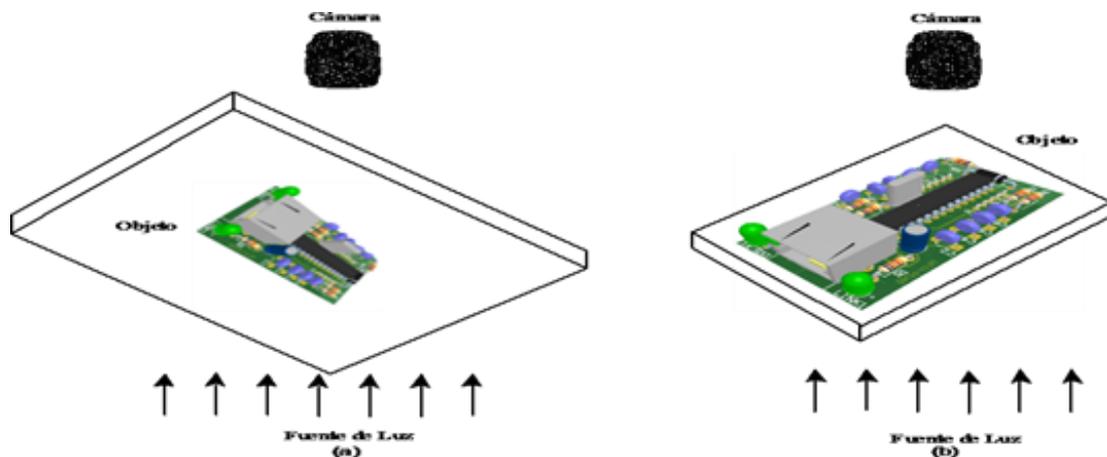
### 2.7.8 Retroiluminación

Para superar estos efectos no deseados, la opción más adecuada consiste en recurrir a la luz difusa. Esto se puede lograr mediante fuentes especializadas que generan luz difusa o mediante el uso de lámparas circulares que proporcionan una iluminación uniforme. También se puede optar por la luz indirecta como estrategia efectiva para evitar sombras y brillos no deseados.

La retroiluminación puede implementarse de dos maneras: al colocar el objeto entre la pantalla y la fuente de luz, de modo que lo que la cámara registra es la sombra proyectada sobre la pantalla; o al situar el objeto entre la cámara y la pantalla, iluminando así el fondo de la escena, como se representa en la figura 2.9 (a) (Vera & Rosendo, 2012).

**Figura 2.9**

**Retroiluminación.**



*Nota:* Retroiluminación: a) proyección sobre la pantalla, b) iluminación del fondo de la escena (Vera & Rosendo, 2012).

En este caso, es crucial que la iluminación incida de manera perpendicular a la pantalla para evitar deformar la sombra del objeto. La iluminación del fondo de la pantalla, como se muestra en la figura 2.9 (b), se lleva a cabo con el propósito de

diferenciar claramente el objeto. Para lograr este efecto, se utiliza comúnmente una pantalla blanca que dispersa la luz trasera, creando un fondo blanco fuertemente iluminado. Además, esta intensa iluminación contribuye a eliminar las sombras generadas por la iluminación ambiental, logrando un marcado contraste entre el objeto y el fondo (Vera & Rosendo, 2012).

### **2.7.9 Sistema de adquisición**

Recopila la información capturada por la cámara y la transforma en una señal digital procesable por el ordenador. Al decidir sobre la tarjeta de adquisición, es esencial considerar aspectos como la velocidad de transmisión, el formato de los datos, la profundidad del píxel, la capacidad de captura por disparo, la velocidad de transferencia desde la memoria de la tarjeta a la memoria del ordenador y la cantidad de cámaras que se utilizarán (Gordillo E, 2009).

### **2.7.11 Sistemas de video vigilancia**

Los sistemas de videovigilancia representan una amalgama de dispositivos que ofrecen al usuario diversas posibilidades para abordar eficientemente sus necesidades. Estos sistemas permiten la gestión de cámaras para la monitorización de un lugar, ya sea de forma local o remota. Denominados comúnmente como sistemas CCTV, las siglas provienen del inglés "Closed Circuit Television", traducido como "Televisión de Circuito Cerrado". La finalidad principal de este sistema radica en la supervisión, control y eventual registro de la actividad física en un espacio determinado, ya sea un local, área o ambiente en general. La denominación de "circuito cerrado" se debe a que, a diferencia de la televisión convencional, este sistema restringe y limita el acceso al contenido de las imágenes a unos pocos usuarios (Mata, 2010).

## **2.8 Tecnologías de red**

Ethernet se destaca como la tecnología de red de área local más ampliamente utilizada en la actualidad. Es, de hecho, la tecnología LAN más popular. El estándar IEEE 802.3 establece las reglas para la configuración de una red Ethernet, abordando tanto los aspectos físicos como los lógicos, correspondientes a las capas física y de enlace de datos, respectivamente (Ortiz, 2012).

### **2.8.1 Características de la tecnología Ethernet**

La denominación técnica precisa para esta tecnología es IEEE 802.3 CSMA/CD, aunque comúnmente se le conoce simplemente como Ethernet. El estándar IEEE 802.3 Ethernet ha sido adoptado a nivel internacional por la Organización Internacional de Normalización (ISO), convirtiéndolo en un estándar global para redes. A lo largo del tiempo, Ethernet ha evolucionado en respuesta a los cambios tecnológicos y a las necesidades de los usuarios. Desde 1985, el estándar IEEE 802.3 ha experimentado actualizaciones para incorporar nuevas tecnologías (Guide & IONOS., 2022).

### **2.8.2 Codificación y servicios audiovisuales video en movimiento.**

La Recomendación UIT-T H.264, desarrollada por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), establece las normativas para la codificación de video, centrándose en la eficiencia y la robustez en entornos de red. Esta normativa es crucial para la gestión de video, ya que permite manipular, almacenar, transmitir

y recibir imágenes de video como datos digitales en diversos tipos de redes de telecomunicaciones.

La UIT, en colaboración con la ISO y la CEI, ha desarrollado esta norma para unificar y estandarizar la forma en que se codifica y gestiona el video en las telecomunicaciones a nivel global. La norma es aplicable en una amplia gama de entornos, desde la televisión por cable y satélite hasta la transmisión por Internet y la radiodifusión digital (UIT-T H.264, 2005).

## **2.9 Datos biométricos en la inteligencia artificial**

### **2.9.1 Conversión de imágenes RGB a escala de grises**

El sentido de la vista capta diversas intensidades de luz según el color que percibe, resultado de la respuesta del ojo al espectro visible. Por ende, el convertir una imagen en color a escala de grises, se lleva a cabo mediante una media ponderada de los componentes de color de cada píxel. Los pesos de ponderación asignados a cada color reflejan la sensibilidad del ojo hacia esos colores específicos (Vera & Rosendo, 2012).

$$I = 0.3 * R + 0.5 * G + 0.11 * B \quad (1)$$

Donde,

- $I$  = Intensidad de canales de colores.
- $R, G, B$  = Canales de colores Rojo, Azul, Verde.

La ecuación (1) representa el valor de intensidad de canales de colores, dependiente de las componentes  $R, G$  y  $B$ , que permite la conversión de una imagen en color a escala de grises. El valor de intensidad abarca un rango de 0 a 255; donde 0 representa el negro absoluto y 255, el blanco absoluto.

En la figura 2.10, se aprecia el resultado de la conversión de una imagen en color a escala de grises:

**Figura 2.10**

**Escala de grises**



*Nota:* Imagen a color y a grises (Vera & Rosendo, 2012).

## 2.9.2 Técnicas de aprendizaje

Con el objetivo de muestrear la imagen en el procesamiento de imágenes es necesario convertir la imagen en escala de grises a una imagen en negro y blanco (1 y 0) lo que depende de un umbral específico como se verá más adelante, el resultado se muestra en la figura 2.11:

**Figura 2.11**

**Escala de grises**



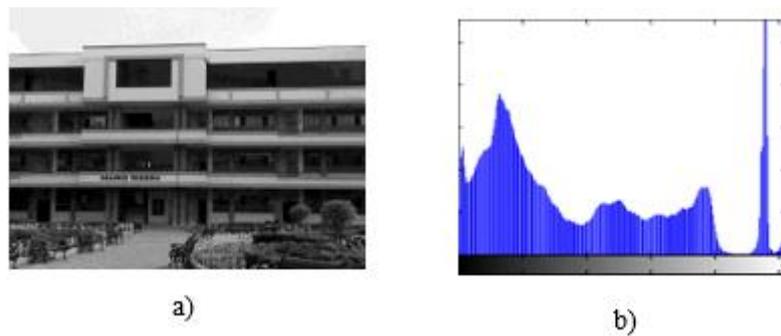
*Nota:* Conversión a escala de grises a negro y blanco (Vera & Rosendo, 2012).

### 2.9.3 Histogramas

El histograma es un gráfico que muestra el número de píxeles en cada valor de escalas de grises como se muestra en la figura 2.12:

**Figura 2.12 14**

**Histogramas.**

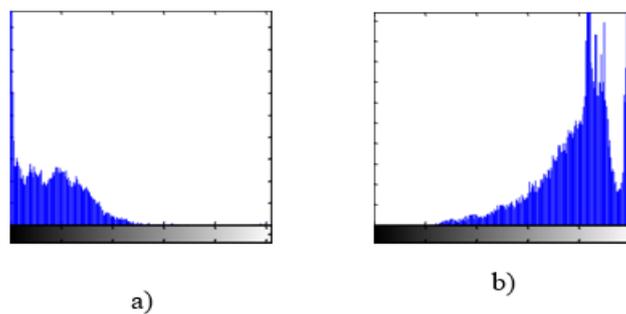


*Nota:* Imagen original y su histograma (Vera & Rosendo, 2012).

La figura 2.12 (a) representa una imagen en escala de grises que luego de muestreada, se obtiene el histograma representado en la figura 2.12 (b), donde se observa que existe una componente de brillo superior que el resto de las componentes, ubicada a la izquierda del espectro de escala de grises, mientras que el resto de las componentes mantienen cierta uniformidad.

**Figura 2.13**

**Diferentes tipos de Histogramas**

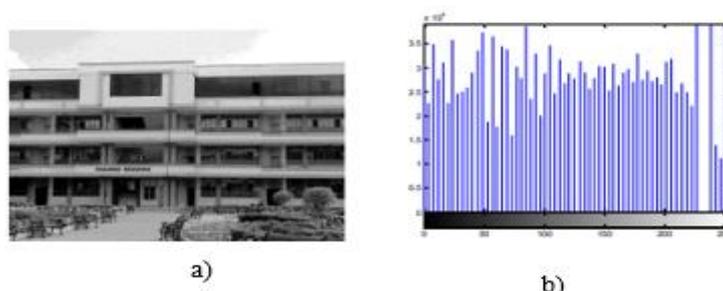


*Nota:* Diferentes tipos de histogramas: a) imagen muy oscura, b) imagen con demasiada luminosidad (Vera & Rosendo, 2012).

El histograma de la figura 2.11 (b) muestra un componente de brillo que no es uniforme en comparación con otros componentes de la imagen. Para lograr una imagen uniforme, es necesario ecualizar las componentes. Las figuras 2.13 (a) y 2.13 (b) ilustran histogramas de imágenes con problemas de reconocimiento debido a baja o alta luminosidad. La figura 2.14 (a) muestra una imagen ecualizada, y su histograma en la figura 2.14 (b) evidencia cómo la ecualización redistribuye los niveles de gris para que cada clase de píxeles tenga una representación uniforme.

**Figura 2.14**

### **Ecualización e Histogramas**



*Nota:* La imagen ecualizada y su histograma (Vera & Rosendo, 2012).

## **2.10 Reconocimiento de objetos**

### **2.10.1 Reconocimiento de bordes por filtros**

Una técnica común para identificar la discontinuidad en la intensidad de los píxeles de una imagen es la detección de bordes. Se define un borde como un cambio significativo en los valores de escala de grises entre píxeles adyacentes de la imagen. Además, la presencia de objetos brillantes puede afectar, ya que estos objetos pueden hacer que otros aparezcan en la imagen con baja intensidad (Ramírez R, 2005).

La derivada es uno de los métodos más utilizados para la detección de contornos, ya que permite calcular la variación entre un punto y sus vecinos. Si consideramos la imagen como una función, el contorno es esencialmente la discontinuidad en esa función

- Operador de Gradiente:

$$\nabla(I(x, y)) = \frac{\partial I}{\partial x} u_x + \frac{\partial I}{\partial y} u_y \quad (2)$$

- Convolución en Gx y Gy:

$$G_x = I(x, y) * h(x, y) \quad (3)$$

$$G_y = \frac{\partial I}{\partial y} = I(x, y) * h_2(x, y) \quad (4)$$

Al aproximarnos a la derivada mediante una resta y al considerar los píxeles de la siguiente manera.

$z_1$	$z_2$	$z_3$
$z_4$	$z_5$	$z_6$
$z_7$	$z_8$	$z_9$

- Derivadas:

$$\frac{\partial I}{\partial y} = z_5 - z_6 \quad (5)$$

$$\frac{\partial I}{\partial y} = z_5 - z_5 \quad (6)$$

- Resultado:

$$h_1 = \begin{matrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{matrix} \quad h_2 = \begin{matrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{matrix} \quad (7)$$

Cuando se produce un cambio de claro a oscuro, se refleja en un valor positivo, mientras que un cambio de oscuro a claro se traduce en un valor negativo. En caso de que dos píxeles adyacentes tengan el mismo valor, el resultado en ese punto será cero (Vélez

S, 2003). Si no es necesario tener en cuenta la dirección del vector gradiente, se puede utilizar:

$$I(x, y) = \frac{1}{2} \sqrt{G_x^2(x, y) + G_y^2(x, y)} \quad (8)$$

Para aliviar la carga computacional, se puede reemplazar la expresión anterior por la siguiente, obteniendo el mismo resultado:

$$I(x, y) = (G_x(x, y) + G_y(x, y)) \quad (9)$$

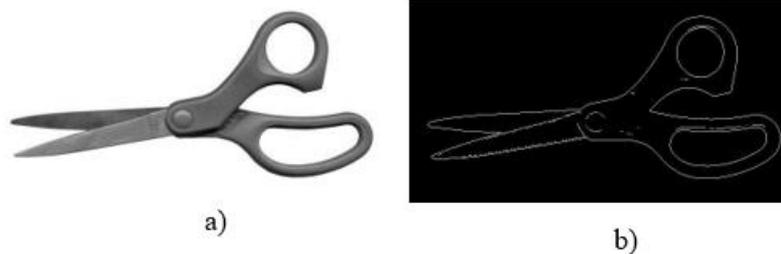
### 2.10.2 Prewit.

Es un operador que guarda similitudes con el de Sobel, con la única variación en los valores de los coeficientes de la máscara como se muestra en la Figura 2.15 a) muestra una matriz  $h_1$  y  $h_2$  una imagen clara en sus contornos:

$$h_1 = \begin{matrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{matrix} \quad h_2 = \begin{matrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{matrix} \quad (10)$$

**Figura 2.15 17**

### Histogramas.



*Nota:* Diferentes tipos de histogramas: a) imagen muy oscura, b) imagen muy clara (Vera & Rosendo, 2012)

## 2.11 Reconocimiento automático (Machine Learning)

### 2.11.1 Sistemas inteligentes

Podemos definir un sistema inteligente como un programa informático que exhibe características y comportamientos equiparables a los de la inteligencia humana o animal. Este sistema posee la capacidad de tomar decisiones autónomas para lograr sus objetivos, fundamentándose en sus percepciones, conocimientos y experiencias acumuladas (Gabriel, 2016).

Un sistema inteligente puede considerarse completo si exhibe diversas características fundamentales:

- a) Capacidad de aprendizaje según (Gabriel, 2016): Implica que el sistema adquiera conceptos a partir de la información recibida por sus sentidos, manteniendo un registro de sus experiencias en la memoria. La memoria actúa como el lugar físico donde se almacenan los conceptos y las reglas de actuación, estableciendo relaciones entre la situación y las consecuencias de la acción.
- b) Autonomía: Significa que el sistema debe ser capaz de llevar a cabo tareas de forma independiente, aunque tenga la opción de aceptar ayuda si es necesario (Gabriel, 2016).
- c) (Gabriel, 2016) describe la habilidad de razonamiento: En un sistema debe emplear algún tipo de razonamiento basado en hechos conocidos, generando ideas que eventualmente se convierten en conocimientos establecidos.

- d) Como menciona (Gabriel, 2016) la autoconciencia: Esta característica no solo se vincula con la autonomía, el razonamiento y el aprendizaje, sino también con la consideración de la necesidad de los sentidos.

### **2.11.2 Inteligencia artificial**

La Inteligencia Artificial (IA), representa un campo multidisciplinario dentro de las ciencias computacionales. Su objetivo es el estudio y diseño de entidades con la capacidad de resolver problemas de manera autónoma, tomando como referencia el paradigma de la inteligencia humana (Gabriel, 2016).

Este ámbito abarca diversas disciplinas, todas ellas orientadas hacia la creación de máquinas con habilidades cognitivas. Estas máquinas adquieren datos a través de sensores físicos, sensores mecánicos, pulsos eléctricos u ópticos en el caso de las computadoras, entre otros medios (Gabriel, 2016).

### **2.11.3 Adquisición de imágenes con IA**

Los elementos responsables de la captura y adquisición de imágenes desempeñan un papel crucial en el sistema. En el mercado, existen diversas opciones para lograr esta adquisición, como las cámaras de video y las webcams.

La cámara se encarga de tomar la imagen que se proyecta en un sensor incorporado, haciendo más fácil su envío a un sistema electrónico para su interpretación, almacenamiento y/o visualización. Este sistema electrónico puede consistir en un monitor para visualizar la imagen, un grabador de vídeo para almacenarla o un ordenador para llevar a cabo funciones de visualización, almacenamiento y procesamiento de la imagen (Gabriel, 2016).

### **2.11.4 Reconocimiento profundo**

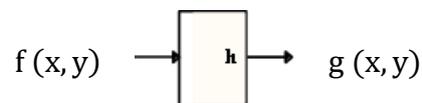
(Santillana & Elías, 2008) emplean con el propósito de disminuir el ruido ocasionado por la iluminación, las sombras del mismo objeto y cualquier efecto que pueda manifestarse en la imagen digitalizada como resultado del muestreo, la cuantización, la transmisión u otras perturbaciones presentes en el sistema, tales como partículas de polvo en el sistema óptico.

$$g(x, y) = T[f(x, y)] \quad (11)$$

El procedimiento implica introducir la señal (imagen) en un filtro con el fin de obtener como resultado la imagen filtrada, tal como se ilustra en la figura 2.15.

**Figura 2.16**

**Filtro h para su convolución**



*Nota:* Filtrado (Vera & Rosendo, 2012).

Lo que obtenemos como resultado es el producto de combinar la señal inicial con la función de transferencia del filtro, siempre y cuando estemos lidiando con un sistema lineal.

$$g(x, y) = h(x, y) * f(x, y) \quad (12)$$

Los filtros de dominio espacial trabajan con el valor de cada puntito de la imagen usando una especie de plantilla que puede ser cuadrada o rectangular. La plantilla, que puedes ver en la Tabla 1, es como una pequeña imagen que tiene un número predefinido ( $w$ ) para cada posición. Se centra en cada píxel de interés, de manera que el nuevo valor del píxel se determina en función de los píxeles abarcados por la máscara, siendo la suma

del producto de los píxeles vecinos con el coeficiente correspondiente de la máscara (Santillana & Elías, 2008).

### Tabla 2.1

*Ejemplo de el número de pixeles de una máscara 3x3*

$W_{1,1}$	$W_{2,1}$	$W_{3,1}$
$W_{2,1}$	$W_{2,2}$	$W_{3,1}$
$W_{3,1}$	$W_{2,3}$	$W_{3,3}$

*Nota:* Ejemplo de una máscara de 3x3 (Vera & Rosendo, 2012).

#### 2.11.5 Suavizado de Imágenes

La función principal de estos filtros consiste en disminuir el ruido que se genera durante la captura, digitalización y transmisión de imágenes. Su aplicación resulta crucial antes de llevar a cabo cualquier proceso de detección de bordes (Vera & Rosendo, 2012).. La característica que comparten estos filtros es la reducción de las disparidades entre los valores de cada píxel y sus vecinos.

#### 2.11.6 Tipos de filtros (media, mediana, máxima, mínimo)

Considerando un conjunto de coordenadas que forman una ventana de tamaño  $n$ , con el punto central ubicado en  $p(x,y)$  como se muestra en la ecuación 11, el valor actualizado para la imagen filtrada en el punto  $p(x, y)$  se obtiene mediante el cálculo del promedio aritmético dentro de esa vecindad (Santillana & Elías, 2008).

$$g(x,y) = T[f(x,y)] \quad (13)$$

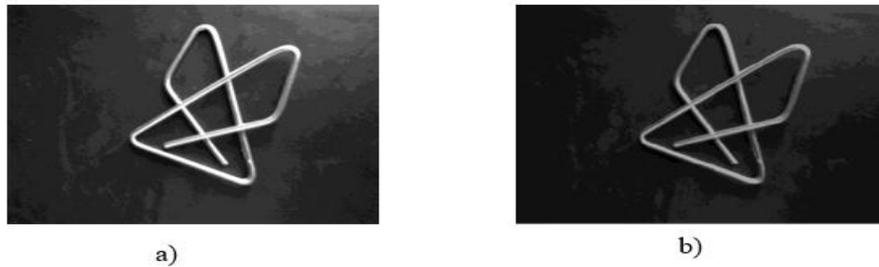
Las matrices de un filtrado de la media de  $N \times N$ , sus elementos son todos uno.

$$P = \begin{matrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{matrix} \quad (14)$$

Un ejemplo de filtro asimétrico se observa en la figura 2.16.

### Figura 2.16

*Filtro para ver sus máscaras*



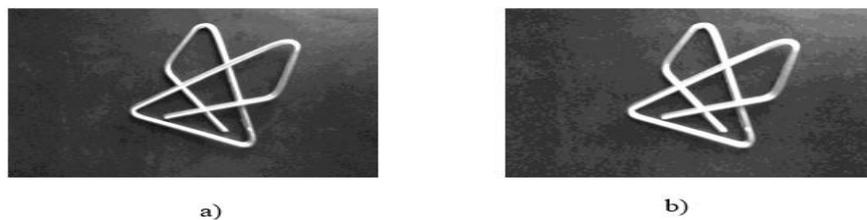
*Nota:* a) imagen original, b) resultado de aplicar un filtro del medio con una máscara de 5x5 (Vera & Rosendo, 2012).

En la Figura 2.18 puedes ver el resultado después de aplicar el filtro para imágenes donde los puntos claros se oscurecen y el máximo valor de píxel de referencia del valor obtenido de las zonas claras y oscuras se obtiene mediante la expresión (15).

$$p_{\max} = \max \{f_1, f_2, \dots, f_3\} \quad (15)$$

### Figura 2.18

*Filtro para ver sus máscaras*



*Nota:* a) imagen original, b) resultado de aplicar un filtro mínimo (Vera & Rosendo, 2012).

## 2.12 Hardware y Software

### 2.12.1 Software libre

Cuando hablamos de software libre, nos referimos a la libertad que tienes como usuario para usar, copiar, compartir, aprender, modificar y mejorar el software. Específicamente, nos enfocamos en cuatro tipos de libertades para aquellos que utilizan el software:

**Tabla 2.2**

*Grados de libertad*

<b>Libertad</b>	<b>Descripción</b>
<b>Libertad</b>	La libertad de usar el programa para lo que necesitamos.
<b>Libertad</b>	La posibilidad de entender cómo funciona el programa y adaptarlo a nuestras necesidades, teniendo acceso al código fuente como elemento clave.
<b>Libertad</b>	La opción de compartir copias del programa para ayudar a otros.
<b>Libertad</b>	La oportunidad de mejorar el programa y luego compartir esas mejoras con toda la comunidad, también con la condición de poder acceder al código fuente.

*Fuente:* Tomado de (Ipiales, 2018).

Es fundamental destacar que cuando hablamos de 'libre' en software libre, no significa que esté restringido solo para usos no comerciales. Cualquier programa libre puede ser utilizado, desarrollado y distribuido también con propósitos comerciales. La evolución comercial del software libre ya no es algo excepcional; de hecho, el software libre con fines comerciales desempeña un papel crucial en la actualidad como se onserba en la tabla 2.2.

### 2.12.2 PYTHON

Python es un lenguaje de programación que nació de la mente creativa de Guido van Rossum en los primeros años de la década de los 90, y su nombre rinde homenaje al grupo de cómicos ingleses “Monty Python”. A diferencia de otros lenguajes, como Perl, Python se destaca por su sintaxis clara, lo que facilita la escritura de un código que es fácil de entender (Moya, 2014).

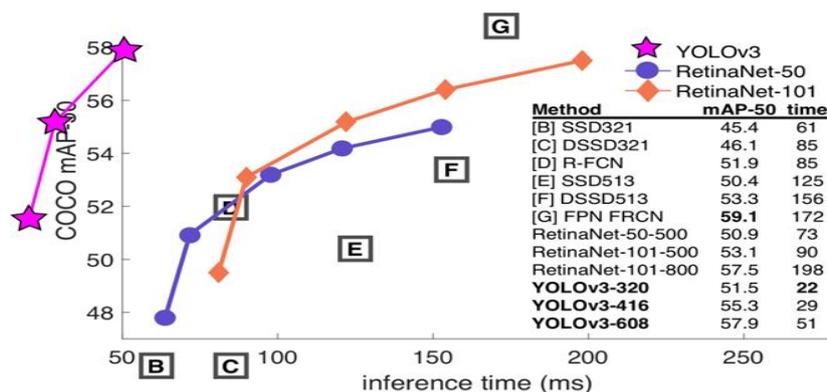
Python es un lenguaje interpretado, lo que significa que se ejecuta a través de un intérprete en lugar de ser compilado directamente a código de máquina. Aunque los lenguajes compilados suelen ser más rápidos, la flexibilidad y portabilidad de Python lo hacen altamente valioso en diversos contextos (Moya, 2014).

### 2.12.3 (Open CV, COCO, YOLO)

(You Only Look Once) Yolo representa un sistema para la detección y ubicación de objetos en tiempo real. Este sistema ha sido entrenado utilizando la base de datos "COCO", la cual alberga alrededor de 300.000 imágenes que abarcan 91 categorías de objetos, que van desde personas y animales hasta diversos tipos de elementos. Yolo destaca por su notable velocidad y precisión en comparación con otros modelos, como se ilustra en la Figura 2.19, donde se presenta una comparación entre la velocidad del modelo y el mAP (mean average precision) para 3 tipos de modelos de detección: YOLOv3, RetinaNet-50 y RetinaNet-101 (Romero, 2018). En la figura 2.19 se observa que el valor de mAP incrementa a mayor velocidad para el modelo YOLOv3 en comparación con los modelos RetinaNet-50 y RetinaNet-101.

#### **Figura 2.19**

*Velocidad del modelo y el mAP*



*Nota:* Comparación de modelos (Romero, 2018).

La tecnología Yolo tiene un enfoque único y trae consigo varias ventajas frente a otros sistemas de detección que usan clasificadores. Mientras que los métodos Yolov3608, Yolov3-416 y Yolov3-320 aplican el modelo a una imagen en diferentes lugares y tamaños, Yolo echa un vistazo a la imagen de una sola vez, simplificando el proceso mediante la implementación de una única red neuronal que abarca toda la imagen. La eficiencia de Yolo se destaca por su velocidad, siendo más de 1000 veces más rápido que R-CNN y 100 veces más rápido que Fast R-CNN (Romero, 2018).

### 2.13 Computador de placa reducida(Raspberry PI)

La Raspberry Pi es una computadora de placa única (SBC) compacta y asequible, similar en tamaño a una tarjeta de crédito, creada para enseñar programación a niños. Desarrollada por la Fundación Raspberry Pi en la Universidad de Cambridge, su objetivo principal es fomentar la educación informática en las escuelas (Romero, 2018).

La sección de memoria volátil es del tipo LPDDR4 SDRAM integrado en la placa, que se presenta como un chip empaquetado en Micron FBGA. Aquí es donde surge otra distinción significativa en comparación con algunas de las versiones anteriores de Raspberry Pi son el Raspberry Pi 1 Model B (2012), Raspberry Pi 1 Model A, Raspberry Pi 2 Model B (2015), Raspberry Pi 3 Model B (2016), Raspberry Pi Zero (2015),

Raspberry Pi Zero W, Raspberry Pi 3 Model B+ (2018), Raspberry Pi 4 Model B (2019), Raspberry Pi 400 (2020), y Raspberry Pi Pico (2021).

En contraste con las placas anteriores, la Raspberry Pi 4 B (figura 2.20) presenta tres modelos distintos, cada uno ofreciendo diversas configuraciones de memoria. La placa recién lanzada puede adquirirse con opciones de memoria de 1 GB, 2 GB o 4 GB, marcando así una nueva flexibilidad en términos de capacidad de memoria (Raspberry, 2019).

### Figura 2.20

*Raspberry pi 4 B*



*Nota:* Raspberry Pi B modelo a considerar para la implementación 4 (Raspberry, 2019).

## 2.14 Metodología (PMBOK)

¿Cuál fue el origen del PMBOK? La primera edición del PMBOK se introdujo en 1996 y, para 1999, fue formalmente reconocida por el American National Standards Institute (ANSI) como una norma de referencia para la gestión de proyectos. A lo largo de los años, ha experimentado diversas actualizaciones para adaptarse a los nuevos procesos empresariales, resultando en 7 ediciones oficiales (Sydle, 2022).

Siguiendo las definiciones del PMBOK, un proyecto se refiere a un esfuerzo temporal dirigido a la creación de un producto, servicio o resultado único. En resumen,

cualquier acción necesaria para alcanzar algo nuevo puede considerarse un proyecto. Esta noción no se limita al ámbito empresarial, ya que puede incluir desde el lanzamiento de un producto hasta el inicio de un nuevo curso o la realización de compras significativas (Sydle, 2022).

A pesar de que se utiliza la palabra 'temporal', no quiere decir que el proyecto vaya a ser corto necesariamente. En la realidad, es muy importante que el proyecto tenga un inicio y un final bien definidos.

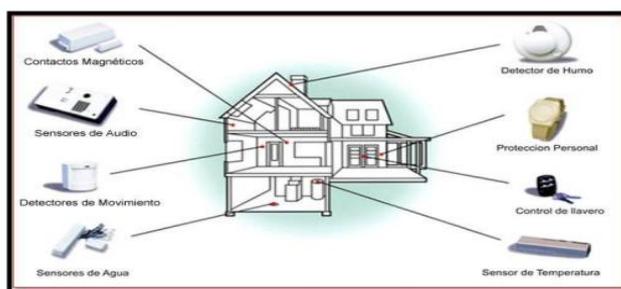
### 2.15 Sistema de alarma

Un sistema electrónico de seguridad colocado dentro de una propiedad consta de varios componentes esenciales. En primer lugar, se encuentra la central o panel de alarmas, un dispositivo crucial para el funcionamiento del sistema como en la Figura 2.21.

El sistema incluye un teclado para ajustar sus funciones, junto con sirenas y luces para alertas. Cuenta con sensores perimetrales, como contactos magnéticos en puertas y ventanas, además de detectores de humo y temperatura. Estos dispositivos se comunican con un centro de monitoreo para responder ante robos, incendios o emergencias médicas, conformando un sistema integral de seguridad electrónica que asegura protección y respuesta rápida ante riesgos (Gacitúa, 2007).

#### Figura 2.21

##### *Sistema básico de alarma*



*Nota:* Sistema básico de alarma (Actiweb.es, 2013).

### 2.15.1 Elementos del sistema de alarma

Este sistema de seguridad está compuesto por diversos dispositivos que desempeñan funciones específicas.

**Tabla 2.1**

*Componentes en el sistema de alarma para su funcionamiento*

<b>Componente</b>	<b>Descripción</b>
<b>Central o panel de alarma</b>	Recibe las señales detectadas por los diferentes aparatos que forman parte del sistema.
<b>Teclado</b>	Facilita al usuario autorizado la activación y desactivación del sistema de manera sencilla.
<b>Sensores Electromagnéticos</b>	Detectan la apertura de puertas o ventanas, informando cualquier acceso no autorizado.
<b>Sensores Infrarrojos</b>	Identifican los intrusos en el interior de la empresa mediante la detección de movimientos.
<b>Sirena interior o exterior</b>	Emite una alerta sonora en caso de emergencia, alertando a quienes estén en el interior y exterior.
<b>Dispositivos de activación de emergencia</b>	Permiten la activación manual del sistema de alarma en casos críticos mediante botones fijos o inalámbricos.
<b>Placa disuasiva</b>	Ubicada en el exterior de la propiedad, advierte a potenciales delincuentes que los bienes están protegidos.

*Fuente: Autoría propia.*

Esta combinación de dispositivos asegura un sistema completo y eficiente para la protección de la propiedad, brindando tanto alertas inmediatas como medidas preventivas.

## **2.16 Integración con el sistema de emergencias de la Policía Nacional para solicitar asistencia**

El sistema se vinculará con una comunión con el UPC más cercano para la solicitud de inmediata respuesta por medio del Botón de pánico el cual se puede adquirir de una manera gratuita acercándose y entregando datos personales a la UPC más cercana en este caso se tiene que dejar un registro de celular ya sea convencional o teléfono celular. (Ministeriodegobierno, 2014)

La configuración del sistema responderá autónomamente y envíe los mensajes de auxilio una vez se detecte y se compruebe que no es un falso positivo para no causar alertas no correctas en el sistema de emergencia de la zona norte.

### **2.16.1 Propuesta de solución**

El Dispositivo de Emergencia constituye un sistema de alerta situado en ubicaciones específicas y estratégicas. Cuando se activa, este dispositivo desencadena señales visuales y auditivas destinadas a señalar la presencia de una emergencia, facilitando así una respuesta inmediata. Estos botones de auxilio han sido implementados en diversas áreas, como instituciones públicas, entidades bancarias, hoteles, lugares turísticos y comunidades residenciales organizadas, entre otros (Ministeriodegobierno, 2014).

El sistema será independiente ya que funcionara una vez este recopile información y detecte el atraco utilizando objetos como armas o actuado de una forma sospechosa la activación de las alarmas de forma inmediata y autónoma lo cual llevará a evitar represalias o causar reacciones involuntarias por parte del atacante, evitando que las

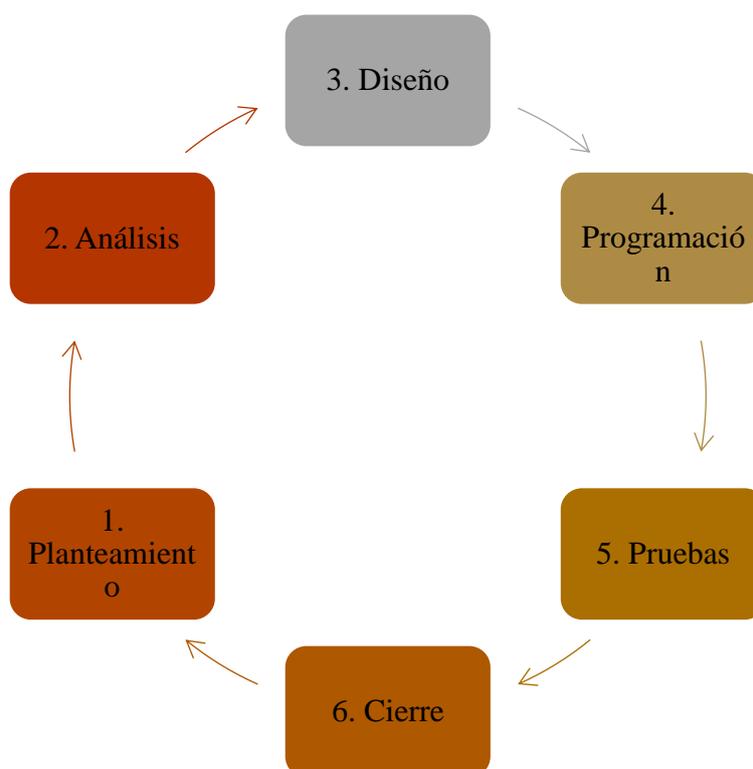
personas que estén en el momento de un hecho o violencia con un arma de fuego cortan cometa un delito.

### 3 CAPÍTULO III: DISEÑO DEL SISTEMA

En este capítulo trataremos los factores que intervienen en el desarrollo de los componentes, requerimientos del sistema, funciones y la arquitectura diseñada. En este caso, se trabajará en colaboración con la empresa Distribuidora Coral para realizar un análisis claro en el desarrollo y las pruebas del sistema, siguiendo la metodología planteada, la cual inicia con los requerimientos y el estado de la empresa, para una planificación e implementación adaptada a sus necesidades.

**Figura 3.1**

*Metodología de desarrollo PMBOK*



*Nota:* La metodología PMBOK, en este capítulo, se enfoca en las fases de planteamiento, análisis, diseño, programación y pruebas. Estas fases están orientadas a cumplir los objetivos del sistema y satisfacer los requisitos de la empresa según sus necesidades,

adaptándose a cada etapa, se identifica con una numeración consecutiva adaptada de (Reich, 2006).

### **3.1 Situación actual**

Para analizar la situación actual, se respondieron preguntas como: ¿qué infraestructura tiene la empresa?, ¿qué equipos funcionan en ella? y ¿cuál es el nivel de estabilidad del sistema para la implementación y recolección de datos con los componentes ya existentes? En este caso, se contó con la colaboración del encargado de soporte técnico de la infraestructura de vigilancia.

La empresa cuenta con una infraestructura destinada a la grabación de vídeo, cuyo propósito principal es almacenar esta información para ser revisada únicamente cuando sea necesario. Actualmente, dispone de un espacio de almacenamiento físico de algunos gigabytes. El sistema está distribuido en dos secciones: una principal y otra ubicada a aproximadamente 100 metros, conectada mediante un cable de fibra óptica. Este segundo lugar, utilizado como bodega, es accesible para los clientes.

El sistema incluye 16 entradas de vídeo DVR; las cámaras poseen una tecnología aceptable y pueden operar tanto de forma digital como analógica. Además, la empresa cuenta con una red estructurada y modificable, distribuida mediante un switch y dos transceptores que envían la información a los racks.

La empresa adquiriría un sistema autónomo y preciso para la seguridad de sus instalaciones, ya que no cuenta con ningún servicio de seguridad privada o pública, como un guardia que esté básicamente presente en el lugar las 24 horas del día.

#### **3.1.1 Método de investigación**

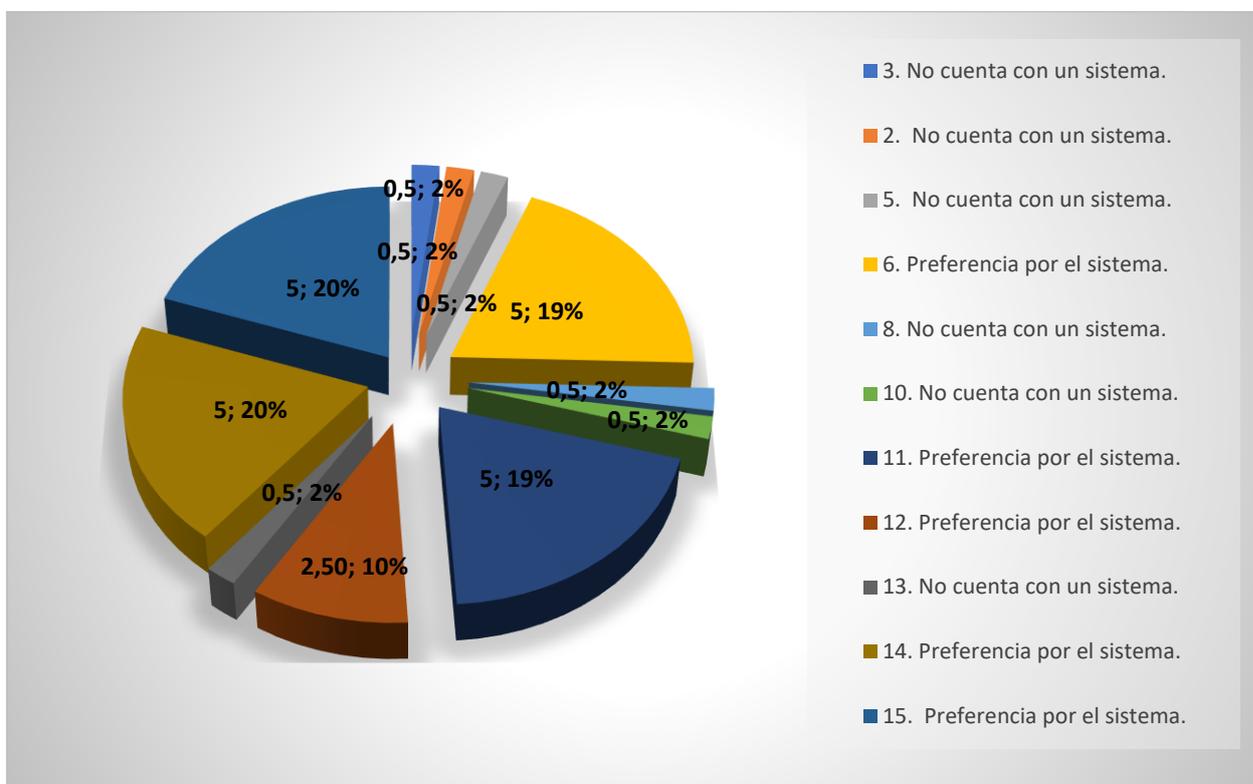
Se realiza una tabulación de datos mediante una encuesta dirigida a la empresa, enfocada en áreas de mejora, como el conocimiento sobre los equipos, marcas, especificaciones de imagen de cada cámara y la medición de la distancia entre cada dispositivo de video. Además, se plantea la implementación de una redundancia en la red para garantizar un almacenamiento seguro y más eficiente dentro de la misma red. También se evalúa el conocimiento del personal como base para las pruebas de identificación. Como se menciona en la figura 3.1, se utiliza una metodología de 6 procesos a cumplir, en conjunto con los objetivos establecidos.

### **3.1.1.1 Tabulación de datos**

Los datos obtenidos en la encuesta están relacionados con el estado actual de la empresa y las posibles mejoras. La encuesta se basa en el tamaño de la empresa, los trabajadores que rotan, si se permite el ingreso de objetos ajenos a la empresa, si se aceptan pagos de cualquier tipo o solo en efectivo, la cantidad mínima de usuarios permitida para ingresar, si los pagos se realizan en caja de forma física, el tipo de medidas de seguridad implementadas en el lugar, los equipos con los que cuenta la empresa, los modelos y tipos de cámaras, su tecnología, las sucursales, el mejoramiento en el registro del personal autorizado a la bodega, si la empresa cuenta con un sistema de ingreso o reconocimiento de objetos permitidos y si se permite el uso de armas en la empresa. red o medio de transmisión. Los resultados de la encuesta se obtendrán de manera formal, utilizando conocimiento previo y respetando la confidencialidad de los datos recopilados, sin afectar la seguridad directa o indirecta de la empresa. El formulario (Forms.office) deberá ser llenado por un encargado de la empresa, quien deberá firmar un documento que lo avale. Este documento se presentará en los anexos (Anexo 1).

**Figura 3.1.1**

*Requerimiento y Tabulación de data dirigido al gerente de Districor*



*Nota:* Elaborado por el autor.

Las tecnologías existentes, el área a cubrir, los puntos críticos, los requerimientos, el cableado categoría 6<sup>a</sup>, las marcas de cable, el estándar de cableado y los Switchs son algunos de los datos tabulados que ayudan a mejorar la implementación y el diseño del sistema actual en la empresa, como se muestra en la figura 3.1.1. Los datos se tabulan según una valoración de 0,5 es que no cuenta con alguna característica para el sistema y 5 que si cuenta, con alguna característica del sistema en cada pregunta de la encuesta, se asignará a los temas más importantes. Se seleccionará el número de la pregunta, tal como se menciona en los anexos, la encuesta fue resulta por el gerente y propietario de la empresa DistriCor

### 3.1.2 Observación indirecta en la empresa

Zona en la cual se aplicará el sistema: el área a cubrir incluye la tienda principal y su uso específico se definirá según las especificaciones de la empresa. En este caso, la caja está ubicada en la avenida más transitada, junto con la tienda principal, donde se implementará el sistema, como se observa en la figura 3.1.2.

Actualmente, la empresa cuenta con dos puntos físicos: la bodega principal, donde se almacenan productos para abastecer la tienda, y la tienda principal, identificada con el rótulo verde, ubicada a tan solo 300 metros de la bodega, en una calle principal. El gerente ha solicitado que se instale el sistema planteado debido a la falta de un guardia de seguridad. Cabe mencionar que el gerente está interesado en implementar este sistema como una medida adicional de seguridad, independientemente de las cámaras de video.

El señor Guillermo Coral, gerente de la empresa, afirmó que la seguridad es un bien esencial tanto para la población como para sus empleados. Por esta razón, solicitó que el sistema incluya nodos adicionales que permitan alertarlo desde su oficina principal, localizada en la bodega mencionada anteriormente. Actualmente, dicha oficina solo es monito

Se destaca que el sistema actual no es muy efectivo para almacenar videos debido a la saturación de información. Por este motivo, se le sugiere al gerente la posibilidad de migrar a la nube con un mejoramiento integral en la infraestructura de la empresa.

### **Figura 3.1.2**

*Entrada principal a Empresa Distribuidora Coral*



*Nota:* Fotografías capturadas por el autor. La empresa solicita que el sistema sea implementado en la sucursal principal, donde el flujo de personas es considerablemente alto. Esta sucursal maneja dinero en efectivo, lo cual no puede ser trasladado en cualquier momento, generando un riesgo potencial de hechos delictivos. El sistema propuesto desempeñaría la función de reemplazar a una guardia de seguridad para mitigar estos riesgos.

**Tabla 3.1**

*Características del Sitio actual*

<b>SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA</b>			
<b>Localidad</b>	<b>Señalética</b>	<b>Manejo de artículos</b>	<b>Entrada y salida de personas</b>

Lugar de segmentación de imagen y video.	Señalética de seguridad en caso de riesgo.	Los artículos se manejan físicamente y por catálogo.	Las personas tienen un gran espacio fuera a de la bodega para estacionamiento.
Lugar de tránsito de personas particulares.	Rutas de evacuación.	Los trabajadores pueden llevar navajas para abrir paquetes.	La entrada a la bodega es por un pasillo que está delimitado a la caja.
Sistema de video vigilancia en la caja.	No presenta señalética de ingreso de objetos como armas.	Los artículos que más se ven son cajas que contienen los productos.	Los clientes solo cuentan con acceso a la zona de caja que está marcada por un recuadro.
La sucursal principal una distancia de 400 metros por 90 metros cuadrados	No presenta señalética de video vigilancia.	Manejo de artículos pequeños como latas de atún.	La sucursal secundaria tiene una bodega que se dirige desde la sucursal principal.
Se localiza en una avenida principal de la ciudad.	No presenta señalética de transito permitido.	Objetos muy pequeños como latas, envases que se puedan llevar en la mano.	La entrada y salida a las sucursales son abiertas a libre público en horario laborable.

*Nota:* Se identifican las partes clave que presenta la empresa, las cuales serán esenciales en el desarrollo del sistema planteado como se menciona en la tabla 3.1.

### **3.1.3 Propósito del sistema**

El sistema tiene como propósito generar seguridad ciudadana, un derecho respaldado principalmente por la Constitución del Ecuador, específicamente en el Plan de Desarrollo Nacional, el cual se encarga de mantener organizada a la ciudadanía, siempre y cuando esta conozca sus deberes y derechos. La seguridad en Ecuador se ha tornado un problema casi incontrolable, por lo que se establece el estudio de la implementación de un sistema de videovigilancia en la empresa Distribuidora Coral. Este sistema busca solucionar la falta de seguridad privada o un guardia de seguridad, y ser capaz de identificar casos de hurto a mano armada que pongan en peligro la seguridad del personal y de los clientes, quienes son personas naturales que podrían enfrentar represalias ante situaciones de este tipo. Un sistema de videovigilancia simple no podría solucionar ni controlar de manera automática una situación como esta, que ya representa una amenaza para la vida de quienes estén involucrados.

Toma de acciones y medidas contra la población, solucionadas con un sistema autónomo y confiable para la seguridad de una empresa comercial, adaptada de (German, 2018).

### **3.1.4 Ámbitos**

En el desarrollo del sistema se tiene en cuenta el uso de algunas normativas que ayudan a regularizar y plantear zonas específicas y precisas, las cuales mejoran la cobertura y evitan falsos positivos en el sistema, como se presenta a continuación en las normativas de video y de red (POE) EN 802.3, tal como menciona (UIT-T H.264, 2005).

En la normativa se mencionan distintas capacidades de banda ancha necesarias para enviar un vídeo o una imagen a una distancia menor a 100 metros, debido a la posible pérdida de datos y la eficiencia en la cobertura de capacidad del cable Ethernet, así como la potencia necesario para el funcionamiento de la tecnología (POE) Un cable Cat6a blindado puede ser la mejor opción para el uso de video en vivo, ya que cuenta con aislamiento contra campos electromagnéticos, lo que puede evitar fallas en la recepción de datos coherentes en los distintos dispositivos, como el ordenador principal para su análisis.

La codificación de video la transmisión de imágenes en movimiento se lleva a cabo mediante una recomendación de la UIT-T H.264 como se menciona en (UIT-T H.264, 2005), en las anteriores recomendaciones y normas internacionales sobre codificación de video, un macrobloque consiste en un bloque de 16x16 muestras de luma y sus dos bloques correspondientes de muestras de croma, y se utiliza como la unidad de procesamiento básica en el proceso de decodificación de video en RVS.

Las tecnologías 802.3af y 802.3at se caracterizan por el envío de datos y son más específicas para mejorar la potencia o el voltaje mediante este medio de propagación, utilizando blindajes y ofreciendo mayor eficiencia. Son ideales para empresas medianas y grandes que requieren un rendimiento estándar en el envío de video IP, así como en sistemas de vigilancia versátiles y confiables (IEEE 802.3, 2024).

## **3.2 Planificación**

### **3.2.1 Área designada a video vigilancia por el sistema**

Las áreas con relevancia para la instalación del sistema en el diseño son:

La empresa cuenta con una sección en la entrada de la tienda principal donde se maneja el pago de productos. Según la información recopilada en la encuesta, el medio de pago puede variar: 'la empresa utiliza pagos mixtos: efectivo o el uso de teléfonos inteligentes mediante banca web, etc.' Con esta información, se entrenará el modelo con mayor precisión, lo cual permitirá detectar otros objetos que puedan ser similares y manipulables al momento de estar en la caja.

El sistema estará ubicado en la parte lateral, junto con la cámara principal de la caja, y en la parte posterior de la misma, donde se instalará una cámara secundaria.

El sistema estará conectado a las cámaras seleccionadas, ya que cumplen con los requisitos necesarios. Se utilizará el ángulo focal de las cámaras como prueba para determinar dónde y cómo se parametrizará la zona de activación de armas o la zona en la que se presume pueda ocurrir un asalto a mano armada.

La zona relevante cuenta con un pasillo utilizado por las personas que adquirieron sus productos, el cual está delimitado por un mostrador de vidrio de seguridad para evitar el ingreso a áreas no permitidas.

### **3.2.2 Beneficiarios del sistema detección de armas**

La siguiente sección indica las personas involucradas, directa o indirectamente, en el planteamiento del sistema. Las necesidades de la empresa deben ser satisfechas de manera que cumplan con las expectativas. Se elaboró una lista de requerimientos, clasificados según su prioridad (alta, media, baja). La prioridad alta corresponde a un requisito indispensable para el ensamblaje y funcionamiento del dispositivo, mientras que la prioridad baja se refiere a un aspecto que podría ser prescindible dependiendo de su uso, como se muestra en la tabla 3.2.2.

**Tabla 3.2**

*La investigación cuenta con los actores o stakeholders involucrados en el desarrollo del sistema*

<b>RESPONSABLES INVOLUCRADOS</b>		
<b>N.º</b>	<b>Responsable</b>	<b>Responsabilidad</b>
<b>1</b>	UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	Entidad de respaldo
<b>2</b>	GUILLERMO CORAL	Gerente propietario
<b>3</b>	DISTRIBUIDORA CORAL	Empresa de respaldo
<b>4</b>	SR. NARVÁEZ ISRAEL	Desarrollador del proyecto
<b>5</b>	ING. SUÁREZ LUIS	Docente Tutor
<b>6</b>	ING. MICHILENA JAIME	Docente Asesor

*Nota:* Elaborado por el autor.

### **3.2.3 Definición de requerimientos**

Para dar inicio a las necesidades de los requerimientos de implementación del sistema, se debe basar en una nomenclatura, como se muestra en la tabla 3.2.1, la cual especifica si es un detalle de los equipos, software, o si pertenece a un requerimiento de arquitectura o de los stakeholders, o 'Especificación de Requisitos de las Partes Interesadas' (ERPI) Esto ayudará a realizar una comparación con las necesidades que la empresa presenta, así como el desarrollo del sistema dentro del segundo objetivo, que especifica reconocer un arma de fuego y alertar de manera segura por medio de requerimientos técnicos y recursos necesarios.

**Tabla 3.2.1**

*Abreviatura de requerimientos*

<b>Requerimiento</b>	<b>Abreviatura</b>
Abreviatura de involucrados (Stakeholders)	STRS

Abreviatura de sistema	SYSR
Abreviatura de arquitectura	SRSR

*Nota:* Elaborado por el autor.

### 3.2.4 Requerimientos del sistema y partes interesadas (STSR)

Una **Especificación de Requisitos de las Partes Interesadas (STRS)** es el público de interés para una empresa que permite su completo funcionamiento. Con público me refiero a todas las personas u organizaciones que se relacionan con las actividades y decisiones de una empresa, como: empleados, proveedores, clientes, gobierno, entre otros, como se muestra en la tabla 3.2.2.

**Tabla 3.2.2**

*Tabla stakeholders o requisitos del usuario*

<b>Requerimientos del Usuario (Stakeholders)</b>				
<b>Número</b>	<b>STSR</b>	<b>Prioridad</b>		
		<b>Alta</b>	<b>Media</b>	<b>Baja</b>
<b>STSR 1</b>	<b>Requerimientos Operacionales</b>			
	Monitoreo 24 horas del día con respaldo de videos ante una detección de arma.	X		
<b>STSR 2</b>				
	El sistema debe constar con alertas silenciosa ante una amenaza.	X		
<b>STSR 3</b>				
	Monitoreo de áreas por medio de video.	X		
<b>STSR 4</b>				
	La visualización de la alerta del objeto en cuestión	X		

	debe de ser inmediata.	
<b>STSR 5</b>	El sistema permite el ingreso del disco duro bajo una credencial.	X
<b>STSR 6</b>	Fácil activación y desactivación del sistema.	X
<b>STSR 7</b>	El rango de la visión de la cámara debe cubrir de 60° a 96° de la zona segmentada para peatones.	X
<b>STSR 8</b>	El sistema de poseer la capacidad de identificar individuos.	X
<b>STSR 9</b>	Monitoreo remoto desde un dispositivo móvil.	X
<b>STSR 10</b>	Control remoto del sistema de alarma.	X
<b>STSR 11</b>	Fuente de alimentación independiente.	X

*Nota.* Elaborado por el autor.

### 3.2.5 Requerimientos del sistema

El sistema planteado de seguridad enfocado en la detección de armas cortas está definido en un área empresarial ya delimitada, como se comprendió con la encuesta dirigida al gerente y propietario de la distribuidora. Él requiere un sistema que asuma el rol de guardia contra incidentes en asaltos a mano armada, los cuales están dirigidos a los requerimientos que son la parte inicial para el desarrollo del proyecto, al solucionar las

necesidades del usuario, como el cumplimiento de los objetivos de este proyecto. Para comprender de manera clara, se identifican y listan los requerimientos. La tabla física 3.2.3 emplea la nomenclatura SYSR.

**Tabla 3.2.3**

*Requerimientos prioritarios en el sistema*

SYSR				
Requerimientos del Sistema				
Número	Requerimientos	Prioridad		
		Alta	Media	Baja
<b>REQUERIMIENTOS DE USO</b>				
<b>SYSR 1</b>				
	El sistema tiene que estar almacenado en un rack o lugar fuera del alcance de individuos no autorizados.	X		
<b>SYSR 2</b>				
	Debe mantener conexión y acceso a internet.	X		
<b>SYSR 3</b>				
	Denegación a base de datos del sistema en modo usuario.	X		
<b>SYSR 4</b>				
	Cargador de 5v -dc 2,5A para alimentar el computador de placa reducida.		X	

---

**SYSR 5**

Disco duro externo para almacenar video e imágenes. X

---

**SYSR 6**

Switch PoE para alimentación de cámaras del sistema. X

---

**SYSR 7**

Gateway Configurable para salida del video al actuador. X

---

**SYSR 8**

Teléfono móvil con una app de mensajería. X

---

**REQUERIMIENTOS DE PERFORMANCE**

---

**SYSR 9**

El sistema debe interpretar los objetos entrenados para su verificación de dos pasos. X

---

**SYSR 10**

Alarma de fallos en el sistema. X

---

**SYSR 11**

El sistema puede seccionar lugares para su análisis de objetos. X

---

**REQUERIMIENTOS DE INTERFACES**

---

**SYSR 12**

Segmentación de la red para cada área o VLSM. X

---

---

**SYSR 13**

Comprobar la calidad de red entre 25 Mbps a 15 Mbps calidad de video en la transmisión de datos.

X

---

**SYSR 14**

Compatibilidad con entrada y salida de audio y Video.

X

---

**REQUERIMIENTOS FISICOS**

---

**SYSR 15**

Alimentación de 12v para Switch con salida de 45W hora.

X

---

**SYSR 16**

Cableado con STP o UTP, ethernet cat6a, transmisión de hasta 10 Gbps.

X

---

**SYSR 17**

Fuente de alimentación independiente y continua.

X

---

**SYSR 18**

La cámara debe estar ubicada entre una altura de 2.5 a 4 (m).

X

---

**SYSR 19**

El sistema debe ser escalable.

X

---

**SYSR 20**

Costo de cámaras accesible sistema a implementar de bajo costo.

X

---



---

<b>REQUERIMIENTOS DE MODO/ESTADO</b>	
<b>SYSR 21</b>	
El sistema funciona 24 horas al día.	X
<b>SYSR 22</b>	
Fuente de alimentación independiente en caso de apagones de que soporte más de 5 horas en el sistema.	X
<b>SYSR 23</b>	
La entidad de seguridad “ECU911” debe contar con alimentación independiente.	X

---

*Nota:* Elaborado por el autor.

### **3.2.6 Requerimientos de arquitectura**

Los requerimientos de arquitectura nombran el uso de los componentes y/o materiales utilizados en el desarrollo y planteamiento del sistema. Se especifican las características mínimas que el sistema debe cumplir y garantizar al poseer los requisitos necesarios para su funcionamiento. En la tabla 3.2. 3 se expresan los detalles de manera precisa para las necesidades básicas con las que la empresa debe contar para su implementación.

**Tabla 3.2.3**

*Requerimientos de arquitectura*

---

<b>SRSR</b>
<b>REQUERIMIENTOS DE LA ARQUITECTURA</b>

---

Número	Requerimientos	Prioridad		
		Alta	Media	Baja
<b>REQUERIMIENTOS LOGICOS</b>				
<b>SRSH 1</b>	La distancia puede disminuir la calidad de los datos como la confiabilidad de estos.	X		
<b>SRSH 2</b>	Compatibilidad de tecnología y resoluciones de cámaras .	X		
<b>SRSH 3</b>	El medio de trasmisión puede afectar la calidad del sistema.	X		
<b>SRSH 4</b>	El sistema debe estar ubicado en el Rack de la empresa.		X	
<b>REQUERIMIENTOS DE DISEÑO</b>				
<b>SRSH 5</b>	Los equipos del sistema tienen energía permanentemente independientemente del sistema eléctrico.	X		
<b>SRSH 6</b>	Los datos transmitidos y recibidos están gestionados por la red interna de la empresa mediante la gestión local del sistema.	X		

---

**SRSH 7**

Las cámaras deben estar ubicadas en una zona que no sea manipulable y que evite obstáculos frente al objetivo. X

---

**SRSH 8**

El cableado debe estar por la canalización de la empresa por protección y evitar su manipulación. X

---

**SRSH 9**

Protección contra vandalismo de cámaras. X

---

**REQUERIMIENTOS DE SOFTWARE**

---

**SRSH 10**

Sistema con soporte para Linux y Raspbian X

---

**SRSH 11**

Múltiple gestión y soporte de cámaras en el sistema. X

---

**SRSH 12**

Licencias gratuitas para el uso del lenguaje e librerías para cada proyecto. X

---

**SRSH 13**

Velocidad en análisis de recepción de datos del sistema. X

---

**SRSH 14**

Lenguaje de código abierto. X

---

**SRSH 15**

Compatibilidad con sistemas externos. X

---

---

**SRSH 16**

Ventana de activación con seguridad de verificación del usuario. X

---

**REQUERIMIENTOS DE HARDWARE**

---

**SRSH 17**

Velocidad de procesamiento y tamaño reducido con bajo costo operativo. X

---

**SRSH 18**

Sistema con 4 canales de video. X

---

**SRSH 19**

Conexión a UTP o fibra óptica. X

---

**SRSH 20**

Conexión de nodos hacia la alarma mediante transmisión WiFi. X

---

**SRSH 21**

Salida HDMI para la interfaz gráfica del sistema operativo. X

---

**SRSH 22**

Grabación en arreglo de discos en el sistema. X

---

**SRSH 23**

Enfriamiento de CPU o GPU para procesamiento de datos. X

---

---

**REQUERIMIENTOS ELECTRICOS**


---

**SRSH 24**

Tomas eléctricas con protección contra subidas de voltaje y potencia.	X
---	---

---

**SRSH 25**

Fuente de alimentación independiente.	X
---------------------------------------	---

---

*Nota:* Elaborado por el autor.

### 3.2.7 Elección de Hardware y Software

Una vez definidos los requisitos del sistema, se debe realizar una investigación en distintas empresas que cuenten con los equipos necesarios que cumplan con las características y especificaciones presentadas anteriormente. En la tabla 3.2.4 se plantea la comparación de dispositivos que cumplen con los requisitos del sistema de visión por computador para el reconocimiento de armas de fuego cortas en un sistema telemático de seguridad en zonas comerciales. Esta comparación tendrá un valor de 1 si cumple con los requisitos y un valor de 0 si no los cumple, dando un total al dispositivo que sea más favorable para la construcción del sistema.

**Tabla 3.2.4**

*Valor referencial de los requerimientos*

Descripción	Valor referencial
Cumple	1
No cumple	0

---

*Nota:* Elaborado por el autor.

#### 3.2.7.1 Elección de cámaras IP PoE para el reconocimiento del sistema

Elección de cámaras específicas en la tecnología IP (PoE), las cuales cumplen con las características deseadas en los objetivos propuestos, así como en el desarrollo del sistema mencionado, utilizando las distintas nomenclaturas y requisitos que se deben cumplir para obtener un sin errores del sistema. al trabajar con la calidad de video, como se menciona en la tabla 3.2.5.

**Tabla 3.2.5**

*Cámaras IP PoE*

<b>TIPOS DE CÁMARAS IP PoE</b>				
<b>Características</b>	<b>MP Fixed Dome Network Cámara</b>	<b>ANNKE Cámara C800 4K</b>	<b>2MP 25X Powered by DarkFighter IR Network Speed Dome</b>	<b>2MP Outdoor Fixed Bullet Network Camera with</b>
<b>Descripción grafica</b>				
<b>Código serial de identificación</b>	DS-2CD1123G0E-I	NA	DS-2DE4A225I W-DE(S6)	DS-2CV1021G0-IDW
<b>Costo</b>	57\$	70\$	120\$	90\$
<b>Cámara</b>				
<b>Sensor de imagen</b>	CMOS de escaneo progresivo de 1/2,7"	Sony IMX274 Starvis (1/2.5" CMOS)	CMOS de escaneo progresivo de 1/2,8"	CMOS de escaneo progresivo de 1/2,7"

<b>Max. Resolución</b>	1920 × 1080	8 MP (3840 x 2160 a 15 fps).	1920 × 1080	1920 × 1080
<b>Iluminación mínima</b>	Color: 0,01 Lux a (F2.0, AGC activado), B/N: 0 Lux con IR	0,01 Lux@(F1.2, AGC ON).	Color: 0,005 Lux a (F1.6, AGC activado), B/N: 0,001 Lux a (F1.6, AGC activado), 0 Lux con IR	Color: 0,028 Lux a (F2.0, AGC activado)
<b>Tiempo de obturación</b>	1/3 s a 1/100.000 s		1/1s a 1/30.000 s	1/3sa1/100s
<b>Día y Noche</b>	Filtro de corte IR	Soporte IR-CUT	Filtro de corte IR	Filtro de corte IR
<b>Ajuste de ángulo</b>	Giro: 0° a 355°, inclinación: 0° a 75°	Diagonal FOV 124° (0.110 in)	Campo de visión horizontal de 54,9° a 2,7°,	Giro: 0° a 360°, inclinación: -90° a 90°, rotación: 0° a 90°
<b>Lente</b>				
<b>Focal Length &amp; FOV</b>	2,8 mm,	Lente gran angular de 0.157 in	4,8 a 120 mm	2,8/4 mm
<b>Enfoque</b>	Fijado	Enfoque manual	Automático, semiautomático, manual	Fijado
<b>Apertura</b>	F2.0	Sony IMX274 Starvis (1/2.5" CMOS)	Máx. F1.6	F2.0
<b>Vídeo</b>				
<b>Corriente principal</b>	50 Hz: 25 fps (1920 × 1080, 1280 × 720)	8 MP (3840 x 2160 a 15 fps).	50 Hz: 25 fps (1920 × 1080, 1280 × 960, 1280 × 720);	50 Hz: 25 fps (1920 × 1080, 1280 × 720)

	60 Hz: 30 fps (1920 × 1080, 1280 × 720)		60 Hz: 30 fps (1920 × 1080, 1280 × 960, 1280 × 720)	60 Hz: 30 fps (1920 × 1080, 1280 × 720)
<b>Subtransmisión</b>	50 Hz: 25 fps (640 × 480, 640 × 360)	8 MP (3840 x 2160 a 15 fps).	50 Hz: 25 fps (704 × 576, 640 × 480, 352 × 288);	50 Hz: 25 fps (640 × 360)
	60 Hz: 30 fps (640 × 480, 640 × 360)			60 Hz: 30 fps (640 × 360)
<b>Compresión de video</b>	Transmisión principal: H.265/H.264/H.264+/H.265+	Transmisión principal: H.265/H.264+/H.264.	Transmisión principal: H.265+/H.265/H.264+/H.264 Subtransmisión: H.265/H.264/MJPEG Tercera transmisión: H.265/H.264/MJPEG	Transmisión principal: H.265+/H.265/H.264+/H.264 Subtransmisión: H.265/H.264
<b>Velocidad de bits de vídeo</b>	32 Kbps a 8 Mbps	4K/2160p a 60 fps. 10 Mbps. 40 Mbps ;	64Kbps(G.711)/16Kbps(G.722.1)/16 Kbps	32 Kbps a 8 Mbps
<b>Tipo H.264</b>	Perfil base/Perfil principal/Perfil alto	Perfil base/Perfil principal/Perfil alto	Perfil base/Perfil principal/Perfil alto	Perfil base/Perfil principal
<b>Red</b>				
<b>Vista en vivo simultánea</b>	Hasta 6 canales	8 canales.	Hasta 20 canales	Hasta 6 canales
<b>Protocolos</b>	Protocolos TCP/IP,ICMP, HTTP,HTTPS, FTP, DHCP, DNS, DDNS,RTP,	Protocolos TCP/IP,ICMP, P, HTTP,HTTP S, FTP,	IPv4/IPv6, HTTP, HTTPS, 802.1x, QoS, FTP,	Protocolos TCP/IP, ICMP, DHCP, DNS,

	RTSP,RTCP, NTP,UPnP, SMTP,IGMP, QoS,IPv6, Bonjour,IPv4, UDP, SSL/TLS	DHCP, DNS, DDNS,RTP, RTSP,RTCP, NTP,UPnP, SMTP,IGMP , QoS,IPv6, Bonjour,IPv4 , UDP, SSL/TLS	SMTP, UPnP,SNM P,DNS,DDN S,NTP,RTS P,RTCP,RT P,TCP/IP,U DP,IGMP,I CMP,DHCP ,PPPoE,Bonj our	DDNS, HTTP, RTP, RTSP, NTP, UPnP, IGMP, IPv6, UDP, QoS, Bonjour
<b>API</b>	Interfaz de vídeo en red abierta, ISAPI	Interfaz de vídeo en red abierta, ISAPI	Interfaz de vídeo en red abierta (versión 18.12), perfil S, perfil G, perfil T, ISAPI, SDK, ISUP	ISAPI
<b>Usuario/operador</b>	Hasta 32 usuarios. 3 niveles: administrador, operador y usuario	Hasta 32 usuarios. 3 niveles: administrador, operador y usuario	Hasta 32 usuarios; 3 niveles de usuario: administrador, operador y usuario	Hasta 32 usuarios  3 niveles: Administrador, Operador y Usuario
<b>Navegador web</b>	Visualización en vivo sin complementos: Chrome 57.0+, Firefox 52.0+	Visualización en vivo sin complementos: Chrome 57.0+, Firefox 52.0+	IE 10-11, Chrome 57+, Firefox 52+, Safari 11+	Requiere complemento de visualización en vivo: IE8, IE9, IE10, IE11
<b>Imagen</b>				
<b>Configuración de imagen</b>	Saturación, brillo, contraste, nitidez, AGC, balance de blancos ajustables mediante el software del cliente o el navegador web.	Portátil, Sensor de Movimiento, Sensor de Imagen, Visión Nocturna	Saturación, brillo, contraste, nitidez, ganancia y balance de blancos ajustables mediante el	Saturación, brillo, contraste, nitidez, AGC, balance de blancos ajustables mediante

			software del cliente o el navegador web	software de cliente o navegador web
<b>Interruptor día/noche</b>	Día, Noche, Automático, Programación	Soporte IR-CUT	Día, Noche, Automático, Programación	Día, noche, automático, programado.
<b>Amplio rango dinámico (WDR)</b>	WDR digital	Verdadero WDR de 120 dB.	120dB	DWDR
<b>Interfaz</b>				
<b>Ethernet Interface</b>	1 puerto Ethernet autoadaptativo RJ45 10 M/100 M	RJ45 x1 (32.8 ft/328.1 ft) (sin cable de red).	1 puerto Ethernet auto adaptativo RJ45 10M/100M	NA
<b>General</b>				
<b>Alimentación</b>	12 VCC $\pm$ 25 %, 0,4 A, máx. 5 W, enchufe de alimentación coaxial de Ø5,5 mm. PoE: 802.3af, Clase 3, 36 V a 57 V, 0,2 A a 0,15 A, máx. 6,5 W	12 VCC $\pm$ 25 %, 0,4 A, máx. 5 W, enchufe de alimentación coaxial de Ø5,5 mm. PoE: 802.3af, Clase 3, 36 V a 57 V, 0,2 A a 0,15 A, máx. 6,5 W	12 VCC, máx. 18 W; PoE (802.3at)	Enchufe de alimentación coaxial de 12 VCC $\pm$ 25 %, Ø 5,5 mm
<b>Material</b>	Metal y plástico	Metal	Metal	Metal y plástioco
<b>Dimensión</b>	Ø110 mm $\times$ 82,4 mm (Ø4,4" $\times$ 3,2")	8,5 x 4,76 x 4,65 pulgadas	Diámetro 169 mm $\times$ 161 mm (Ø 6,65" $\times$ 6,34")	Cámara: 177,6 mm $\times$ 67,8 mm $\times$ 66,2 mm (7" $\times$ 2,7" $\times$ 2,6")

<b>Condiciones de Operación</b>	De -30 °C a 60 °C (de -22 °F a 140 °F). Humedad: 95 % o menos (sin condensación)	-22°F-140°F/-7.6 °F-140.0 °F.	De -30 °C a 65 °C (de -22 °F a 149 °F). Humedad del 90 % o menos (sin condensación).	-30 °C a +60 °C (-22 °F a +140 °F), humedad del 95 % o menos (sin condensación)
<b>Idioma</b>	Inglés, ucraniano	Inglés, ucraniano	Inglés, ucraniano	Inglés, ucraniano
<b>Certificaciones</b>				
<b>Compatibilidad electromagnética</b>	FCC (47 CFR Parte 15, Subparte B) CE-EMC (EN 55032: 2015, EN 61000-3-2: 2019, EN 61000-3-3: 2013+A1: 2019, EN 50130-4: 2011+A1: 2014)	FCC (47 CFR Parte 15, Subparte B) CE-EMC (EN 55032: 2015, EN 61000-3-2: 2019, EN 61000-3-3: 2014)	NA	NA
<b>Seguridad</b>	UL (UL 62368-1) Norma CB (IEC 62368-1:2014+A11) CELVD(EN62368-1: 2014/A11: 2017) BIS (IS 13252 (Parte1): 2010/IEC 60950-1: 2005)	UL (UL 62368-1) Norma CB (IEC 62368-1:2014+A11) CELVD(EN 62368-1: 2014/A11: 2017)	NA	WEP de 64/128 bits, WPA/WPA 2, WPA-PSK/WPA2-PSK, WPS
<b>Protección</b>	IP67 (IEC 60529-2013) IK10(IEC62262:2002)	IP67	Protección contra rayos, sobretensiones y transitorios de tensión IP66 (IEC 60529-	Grado de protección: IP66 (IEC 60529-2013)



---

2MP 25X Powe red by Dark Fight er IR Netw ork Speed Dome	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	11
2MP Outdo or Fixed Bullet Netw ork Came ra with Build -in Mic	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	∞

---

**Elección:** Cámara Mp fixed Dome Network / ANNKE cámara 4K.

---

*Nota:* Elaborado por el autor.

**SELECCIÓN:** El sistema está conformado por varios requisitos, los cuales, para la elección de las cámaras de videovigilancia, se tomaron algunos parámetros clave, como se describen en la tabla 3.2.6. Se realizará un sistema que cumpla con los objetivos propuestos y los requisitos que este empleó en su montaje con la cámara MP Fixed Dome Network / ANNKE cámara 4K.

### 3.2.7.2 Elección de Switches

En el sistema se utilizan distintos parámetros para la transmisión. Uno de estos es el medio por el cual se captura el video, así como la fuente de alimentación en un solo

dispositivo. Esto se logra al implementar el uso de Switches, como se muestra en la tabla 3.2.7, con características que cumplan con los requisitos mencionados anteriormente.

**Tabla 3.2.7**

*Elección del Switch*

<b>TIPOS DE SWITCHES</b>				
<b>Características</b>	<b>4 Port Gigabit Smart POE Switch.</b>	<b>4 Port Fast Ethernet Unmanaged POE Switch.</b>	<b>4 Port Gigabit Unmanaged POE Switch</b>	<b>4 Port Fast Ethernet Unmanaged Industrial Hi-POE Switch</b>
<b>Descripción gráfica</b>				
<b>Código serial de identificación</b>	DS-3E1505P-EI	DS-3E0105P-E(B)	DS-3E0505P-E	DS-3T0306HP
<b>General</b>				
<b>Costo</b>	45\$	75\$	60\$	100\$
<b>Carcasa</b>	Metal material	Metal material, fan-free design	Metal material, fan-free design	Metal material, fan-free design
<b>Temperatura de Funcionamiento</b>	0 °C to 40 °C (32 °F to 104 °F)	0 °C to 40 °C (32 °F to 104 °F)	0 °C to 40 °C (32 °F to 104 °F)	-40 °C to 75 °C (-40 °F to 167 °F)
<b>Fuente de alimentación</b>	-40 °C to 85 °C (-40 °F to 185 °F)	-40 °C to 85 °C (-40 °F to 185 °F)	-40 °C to 85 °C (-40 °F to 185 °F)	-40 °C to 85 °C (-40 °F to 185 °F)
<b>Fuente de alimentación</b>	54VDC, 1.2A	48 VDC, 1.35 A	48 VDC, 1.35 A	48-57VDC, 2.5A

<b>Max. El consumo de energía</b>	65 W	65 W	65 W	120 W
<b>Parámetros de red</b>				
<b>Puertos</b>	4 × Gigabit PoE port, 1 × Gigabit RJ45 port	4 × 10/100 Mbps PoE port, 1 × 10/100 Mbps RJ45 port	4 × Gigabit PoE port, 1 × Gigabit RJ45 port	4 × 10/100 Mbps PoE port, 1 × Gigabit RJ45 port, 1 × Gigabit
<b>Tabla de direcciones MAC</b>	2 K	1 K	2 K	4 K
<b>Capacidad de conmutación</b>	10 Gbps	1 Gbps	10 Gbps	4.8 Gbps
<b>Tasa de reenvío de paquetes</b>	7.44 Mpps	0.74 Mpps	7.44 Mpps	3.57 Mpps
<b>Caché interna</b>	1 Mbits	448 Kbits	1 Mbits	1 Mbits
<b>Fuente de alimentación PoE</b>				
<b>PoE Standard</b>	IEEE 802.3af, IEEE 802.3at	IEEE 802.3af, IEEE 802.3at	IEEE802.3af, IEEE 802.3at	IEEE 802.3af, IEEE 802.3at, IEEE 802.3bt
<b>Pin de alimentación PoE</b>	End-span: 1/2(-), 3/6(+)	8-pin power: 1/2(-), 3/6(+), 4/5(+), 7/8(-)	End-span: 1/2(+), 3/6(-)	8-pin power: 1/2(-), 3/6(+), 4/5(+), 7/8(-)
<b>Puerto PoE</b>	PoE: Ports 1 to 4	PoE: Ports 1 to 4	PoE: Ports 1 to 4	Hi-PoE: Ports 1 to 1, PoE: Ports 2 to 4
<b>Max. Puerto de alimentación</b>	30 W	30 W	30 W	30 W
<b>PoE Power Budget</b>	60 W	60 W	60 W	110 W

---

**Certificaciones**


---

<b>Seguridad</b>	CE-LVD (EN 62368-1:2014+A11:2017),CB (AMD1:2009, AMD2:2013, IEC 62368-1:2014 (Segunda edición)	UL (UL 60950-1), CB (AMD1:2009, AMD2:2013, IEC 62368-1:2014 (segunda edición), CE-LVD (EN 62368-1:2014+A11:2017)	UL (UL 60950-1),CB (AMD1:2009, AMD2:2013, IEC 62368-1:2014 (Second Edition), CE-LVD (EN 62368-1:2014+A11:2017)	CB (AMD1:2009, AMD2:2013, IEC 62368-1:2014 (Second Edition), CE-LVD (EN 62368-1:2014+A11:2017)
------------------	--	--	--	--

---

**Función de software**


---

<b>VLAN</b>	La VLAN se utiliza para planificar la escala de la red y mejorar la salud de la red. Admite 802.1Q. ID de VLAN configurable de 1 a 4094.	NA	NA	NA
<b>Prevención de bucles</b>	Admite 802.1D STP. Admite RSTP 802.1w.	NA	NA	NA
<b>Largo alcance</b>	Puertos 1 a 4: hasta 300 m.	NA	NA	NA
<b>Mantenimiento del sistema</b>	Admite gestión de dispositivos vía web. Admite cliente DHCP.	NA	NA	NA

---

*Nota:* Elaborado por Narváez Israel, Fuente (Amazon, Switches de red Hikvision Series Pro, 2024).

Con ayuda de los datos tomados en la tabla 3.2.7 sobre tecnología PoE y los datos de los requisitos del sistema y soporte, se realiza la elección de los switchs en la tabla 3.2.8.

**Tabla 3.2.8**

*Hardware switch PoE ethernet*

TIPOS	HARDWARE																				REQUERIMIENTOS					Valoración Total
	SYSR 1	SYSR 6	SYSR 12	SYSR 13	SYSR 15	SYSR 18	SYSR 19	SYSR 20	SYSR 22	SRSH 1	SRSH 2	SRSH 3	SRSH 4	SRSH 5	SRSH13	SRSH 15	SRSH 17	SRSH 18	SRSH 19	SRSH 24	SRSH 25	TOTAL				
4 Port Giga bit Smar t POE Swit ch.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	<b>18</b>				
4 Port Fast Ether net Unm anag ed POE Swit ch.	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	<b>11</b>				

---

4 Port Giga bit Unm anag ed POE Swit ch	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	<b>12</b>
4 Port Fast Ether net Unm anag ed Indus trial Hi- POE Swit ch	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	<b>12</b>

---

**Elección:** 4 Port Gigabit Smart POE Switch.

---

Nota: Elaborado por el autor.

**SELECCIÓN:** El sistema está establecido para funcionar a través de un mismo medio de comunicación. Como se menciona en la tabla 3.2.8, los requisitos son específicos para cumplir con los objetivos propuestos, los cuales conducen a un sistema autónomo e independiente, con capacidad de transmisión por puertos POE Ethernet, utilizando el dispositivo 4 Port Gigabit Smart POE Switch tomado de (Amazon, 2024).

### 3.2.7.3 Selección del Computadores de placa reducida.

Para el procesamiento y funcionamiento del sistema, se implementará en formato de sistema autónomo en un ordenador de placa reducida que pueda funcionar con las características adecuadas para el proceso que requiere el análisis de video en vivo, así como las acciones que se ejecutarán posteriormente. Como se menciona en la tabla 3.2.9,

se describen los tipos de ordenadores, y se elegirá el que cumplirá con los objetivos propuestos en este trabajo y solucionará un problema existente en la empresa.

**Tabla 3.2.9**

*Ordenadores de placas reducidas*

<b>TIPOS DE ORDENADOR</b>				
<b>Características</b>	<b>Raspberry Pi 5</b>	<b>Orange Pi 5</b>	<b>Le Potato</b>	<b>NVIDIA Jetson Orin</b>
<b>Descripción grafica</b>				
<b>Costo</b>	140\$	190\$	120\$	400\$
<b>Procesador</b>	Broadcom BCM2712, CPU de cuatro núcleos Arm Cortex-A76 de 64 bits a 2,4 GHz	Rockchip RK3588, 8 núcleos y 64 bits (4 Cortex-A76 a 2,4 GHz y 4 Cortex-A55 a 1,8 GHz)	Amlogic AML-S905X-CC	Intel® Celeron® N5105, 4 núcleos, 4 hilos, frecuencia de 2,0-2,9 GHz
<b>Memoria</b>	LPDDR4X-4267 SDRAM con opciones de 8 GB	LPDDR5 con opciones de 4 GB, 8 GB y 16 GB	Hasta 2 GB DDR3	LPDDR4 de 8 GB a 2933 MHz
<b>GPU</b>	VideoCore VII, compatible con OpenGL ES 3.1 y Vulkan 1.2	ARM Mali-G610 integrado, compatible con OpenGL	GPU Penta Core 3D, compatible con OpenGL ES 2.0	Gráficos Intel® UHD (frecuencia: 450 – 800 MHz)
<b>CPU</b>	Arm Cortex-A76 de cuatro núcleos a 2,4 GHz	8 núcleos: 4 Cortex-A76 y 4 Cortex-A55	ARM Cortex-A de cuatro núcleos de 64 bits, bajo consumo	Intel® Celeron® N5105 (4 núcleos, 4 hilos)
<b>Almacenamiento</b>	Ranura para tarjeta microSD	Soportes: eMMC (32 GB, 64 GB,	microSD o eMMC	Memoria eMMC de 64 GB

	(modo SDR104 de alta velocidad) y opción para unidades SSD M.2 (requiere adaptador HAT opcional)	128 GB, 256 GB), ranura MicroSD, ranura M.2 M-KEY compatible con NVMe SSD (PCIe 3.0 4Lane)		
<b>Frecuencia de cuadro</b>	Salida dual HDMI 4Kp60, decodificación HDR y HEVC	Vídeo hasta 8K a 60 FPS en HDMI 2.1	HDMI 2.0 con soporte para 4K HDR	HDMI 2.0b hasta 4096x2160 a 60 Hz, DP1.4 hasta 4096x2160 a 60 Hz (compatibles con HDR)
<b>Transmisiones</b>	Compatible con transmisión dual HDMI a 4K a 60Hz	Soporte para H.265, H.264, VP9, HDR en resoluciones de hasta 8K	Compatible con H.265, H.264, VP9, HDR	Soporte para HDR a través de HDMI 2.0by DP1.4
<b>Consumo de energía</b>	Alimentación de CC de 5 V/5 A a través de USB-C, compatible con Power Delivery	Alimentación de 5V a 5A a través de USB tipo C	Bajo consumo de energía, optimizado para plataformas	Entrada de conector CC: 12 V CC, Entrada tipo C: 12/15 V CC
<b>Dimensiones</b>	Largo: 89 mm, Ancho: 57 mm, Grosor: 1,6 mm	Largo: 89 mm, Ancho: 57 mm,	Factor de forma compatible con	125 x 78 x 16 mm
<b>Interfaces de red</b>	Wi-Fi 802.11ac de doble banda, Bluetooth 5.0 / BLE, Gigabit Ethernet con PoE+ (requiere adaptador HAT PoE+ independiente)	Ethernet 2,5 G(RTL8125 BG), Wi-Fi 6E+ Bluetooth 5.3/BLE	Ethernet rápido de 100 Mb	Wi-Fi 6 de 2,4/5 GHz, Bluetooth 5.2, Ethernet de 2,5 Gigabit

<b>Puertos</b>	4 puertos USB (2 x 3.0 a 5 Gbps y 2 x 2.0), 2 x micro HDMI (hasta 2 x 4K a 60 Hz), 2 puertos MIPI de 4 carriles, interfaz PCIe 2.0 x1 (requiere adaptador), encabezado GPIO de 40 pines , ranura para tarjeta microSD	2 x USB 3.0, 2 x USB 2.0, 2 x HDMI 2.1, 1 x MIPI DSI TX, 2 x MIPI CSI de 4 carriles, 1 x MIPI D-PHY RX de 4 carriles	1 x HDMI 2.0, con soporte	2 x USB 3.2 Gen1 Tipo A, 1 x USB 3.2 Gen2 Tipo A, 1 x USB Tipo C (compatible con PD, DP, USB 2.0), 1 x conector de pines USB 2.0
<b>Software</b>	Sistema operativo Raspberry Pi (anteriormente Raspbian), Ubuntu, Windows 10 IoT Core, LibreELEC, OSMC, Kali Linux, RetroPie, Android.	Sistema operativo Orange Pi, Ubuntu, Debian, Android, Armbian, Kali Linux, DietPi, LibreELEC, OpenMediaV ault, RetroPie, Arch Linux.	Android 9/TV, Linux (principalme nte Armbian, Ubuntu, Debian), Kodi, LibreELEC, LineageOS, RetroPie, firmware específico de Amlogic GXL	Windows 10, Windows 11, Linux (Ubuntu, Debian, Arch, Fedora), Android, LibreELEC, RetroPie, distribuciones basadas en Raspbian, Orangepi OS (Droid, Arch, OH)

*Nota:* Elaborado por Narváez Israel, Fuente (Raspberry Pi 5, 2024; Computer, 2024; Orangepi, 2024; Amazon, NVIDIA Jetson Orin Nano Developer Kit, 2024).

Con ayuda de los datos tomados en la tabla 3.2.9 sobre los ordenadores de placa reducida y los datos de los requisitos del sistema y soporte, se realiza la elección de una placa que soporte el sistema operativo durante el proceso del sistema, como se observa en la tabla 3.2.10.

Tabla 3.2.10

Hardware de ordenador reducidos

TIPOS	HARDWARE																									REQUERIMIENTOS																									Valoración Total
	STSR 1	STSR 5	STSR 11	SYSR 1	SYSR 2	SYSR 4	SYSR 5	SYSR 7	SYSR 12	SYSR14	SYSR 16	SYSR 17	SYSR 19	SYSR20	SYSR 21	SRSH 4	SRSH 5	SRSH 10	SRSH17	SRSH19	SRSH20	SRSH21	SRSH23	SRSH 24	SRSH 25	<b>TOTAL</b>																									
RaspberryP5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	<b>24</b>																									
Orange Pi 5	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	<b>17</b>																									
Le Potato	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	<b>15</b>																									
NVIDIA Jetson	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	<b>23</b>																									

**Elección:** Raspberry Pi 5.

*Nota:* Elaborado por el autor.

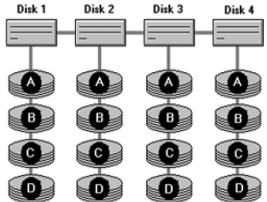
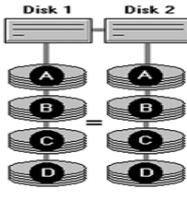
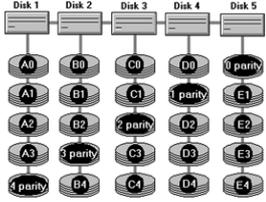
**SELECCIÓN:** El sistema está definido para implementarse con una placa reducida que pueda soportar el procesamiento de imágenes. En la tabla 3.2.10 se especifican los requisitos mínimos que esta placa debe presentar para el desarrollo del software que se ejecutará en el sistema, utilizando la placa Raspberry Pi 5.

### 3.2.7.4 Selección del almacenamiento del sistema.

Para que un sistema de video soporte la exigencia del trabajo, se necesita que cuente suficiente con el espacio para guardar la información de forma redundante, para mantenerla durante 4 meses, dependiendo de la calidad de este y su uso. Posteriormente, para el sistema , se investigaron distintos arreglos que pueden solucionar este problema de redundancia localmente, como se observa en la tabla 3.2.11.

**Tabla 3.2.11**

*Almacenamiento externo del sistema*

RAID de discos				
Características	RAID 0	RAID 1	RAID 5	
<b>Descripción grafica</b>				
<b>Tipos de archivos</b>	Alta velocidad , sin redundancia. Adecuado para datos temporales que no requieren respaldo.	Alta confiabilidad , soporta fallos. Ideal para información crítica que necesita protección constante.	Equilibrio entre rendimiento y seguridad . Requiere al menos tres discos para operar eficientemente.	
<b>Discos</b>	2	2	3	
<b>Registro de rehacer en línea</b>	Puede implementarse, pero se recomienda RAID 1 o RAID 0+1 para una mayor confiabilidad.	Es óptimo, ya que los datos son esenciales y la duplicación previene pérdidas.	No es la opción más adecuada debido a los tiempos prolongados de reconstrucción en caso de fallo.	

<b>Archivos de datos temporales</b>	Ideal para datos efímeros gracias a su elevada velocidad de acceso y ausencia de redundancia.	No es recomendable, ya que estos datos no requieren duplicación y podrían perder espacio.	Menos eficiente para datos temporales debido al procesamiento adicional de la paridad.
<b>Registro de rehacer archivos</b>	Adecuado para entornos de alto rendimiento, aunque es más común utilizar RAID 1 o RAID 0+1 .	Recomendado para proteger registros críticos, asegurando su disponibilidad y consistencia.	Factible, pero no es la mejor opción para esta función específica debido al manejo de la paridad.
<b>Revertir/archivos</b>	No es aconsejable, ya que la falta de redundancia puede comprometer la integridad de los datos.	Es ideal por su capacidad de tolerar fallos y mantener copias duplicadas de la información.	Aceptable, aunque no óptimo, debido al cálculo y manejo de la paridad que puede afectar la eficiencia.
<b>Archivos de datos</b>	Mejora el rendimiento en accesos intensivos de lectura/escritura, aprovechando la distribución de datos.	Recomendada para asegurar la integridad y disponibilidad continua de los datos almacenados.	Adecuada para grandes bases de datos que requieren un equilibrio entre seguridad y rendimiento.
<b>Redundancia.</b>	No ofrece redundancia, por lo que es crucial tener respaldos externos para evitar la pérdida de datos.	Consume el doble de espacio de almacenamiento, ya que cada dato se duplica en otra discoteca.	Adecuada para grandes bases de datos que requieren un equilibrio entre seguridad y rendimiento.

*Nota:* Elaborado por Narváez Israel, Fuente (García, 2024).

Con ayuda de los datos tomados en la tabla 3.2.10 sobre el almacenamiento y los requisitos del sistema y soporte, se realiza la elección de un arreglo de discos que soporte el sistema operativo durante el proceso del sistema, como se observa en la tabla 3.2.12.

**Tabla 3.2.12**

*Hardware de almacenaminto*

TIPOS	HARDWARE		REQUERIMIENTOS		Valoración
	STSR 5	SYSR 5	SRSH22	SRSH24	Total
RAID 0	1	0	0	0	1
RAID 1	1	1	1	1	4
RAID 5	1	1	0	0	2

**Elección:** RAID 1.

*Nota:* Elaborado por el autor.

**SELECCIÓN:** El sistema cuenta con un almacenamiento redundante localmente, como se menciona en la tabla 3.2.12. Existen algunos requisitos que el sistema debe cumplir para alcanzar los objetivos propuestos, los cuales requieren un arreglo de discos proporcional a la cantidad de datos y réplicas que se van a manejar mientras el sistema esté activo, con el uso de RAID 1+0.

### 3.2.7.5 Selección de equipos escalables para el medio de la empresa NVR/DVR

El video grabado en el sistema no es un dispositivo indispensable, ya que el sistema planteado cumple la función de grabador y monitoreo para la detección de los objetos. Se menciona como parte de la infraestructura de la empresa, donde podría conectarse como respaldo de almacenamiento , integrándose a la infraestructura existente en la empresa.

**Tabla 3.2.13**

*Elementos existentes de grabación e almacenamiento empresarial*

<b>Equipos de grabación escalables en el sistema de video existente</b>		
<b>Descripción</b>	<b>NVR</b>	<b>DVR</b>
<b>Descripción grafica</b>		
<b>Costo</b>	228\$	189\$
<b>Compresión de video</b>	H.265+/H.265/H.264+/H.264	H.265+
<b>Entradas de video</b>	Digital	8CH analógico HD/analógico + 4CH IP
<b>Salidas de video</b>	Salida simultánea HDMI/VGA: Salida HDMI 4K; Salida VGA 1-ch 1920x1080/60h	VGA hasta 1080p; HDMI hasta 4K
<b>Resolución de reproducción</b>	Capacidad de decodificación de hasta 1 canal @8MP, 3-ch@4MP, 6-ch @1080p	Hasta 6MP
<b>Resolución de grabación</b>	Hasta 80Mbps entrante/80Mbps de ancho de banda saliente	Hasta 6MP
<b>Capacidad disco duro</b>	1 x Interfaces SATA, hasta 8 TB de capacidad	Capacidad de hasta 10 TB (1 interfaz SATA incluida)
<b>Interfaz de red</b>	8 puertos PoE incorporados.	RJ45 X1 (10/100 M/1000 M).
<b>Entrada de cámara IP</b>	Soporta entradas de cámaras IP de hasta 8 canales.	4 canales.

*Nota:* Elaborado por el autor, Fuente (Virisure, 2024).

Con ayuda de los datos tomados en la tabla 3.2.13 sobre los sistemas de grabación autónomos, y los requisitos del sistema y soporte, se mencionan los equipos que existen en el mercado y que pueden ser compatibles con el sistema, soportando el sistema operativo. Durante el proceso, como se observa en la tabla 3.2.14.

**Tabla 3.2.14**

*Hardware de gravadores en el mercado*

TIPOS	HARDWARE										REQUERIMIENTOS				Valoración Total			
	STSR 3	STSR 4	STSR 8	STSR 9	SYSR 5	SYSR 10	SYSR 11	SYSR 14	SYSR 16	SYSR 21	SRSH 2	SRSH 11	SRSH 13	SRSH 15	SRSH 18	SRSH 21	SRSH 24	TOTAL
NV	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	-
R																		
DV	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	-
R																		

**Elección:** No se ocupa grabador el sistema cumple esta función.

Nota: Elaborado por el autor.

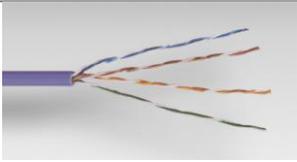
**SELECCIÓN:** El sistema no requiere un grabador por defecto definido como DVR/NVR. El sistema puede utilizar el sistema de la empresa para almacenar información en sus discos; no es necesario contar con un grabador para que el sistema funcione. El sistema incluye estas características para cumplir con los requerimientos y objetivos propuestos.

### 3.2.7.6 Selección del medio de transmisión

El medio de transmisión es a través de medios físicos, ya que se utiliza tecnología PoE Ethernet, la cual está definida en los requisitos, como se menciona en la tabla 3.2.15. Se cuentan con dos medios de transmisión, los cuales se eligen Según las necesidades de la empresa y los recursos que esta tiene actualmente, y serán utilizados para mejorar y alcanzar los objetivos propuestos.

Tabla 3.2.15

Medio de transmisión cableado

<b>Tipos de medios de transmisión ethernet.</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Transceiver SFP 1.25 GB Fibra Optica</b>	<b>STP o UTP Cat6a</b>	<b>UTP Cat.5e</b>
<b>Descripción grafica</b>			
<b>Costo por metro</b>	12\$	1\$	75\$
<b>Conductor</b>	Fibra de vidrio	Cobre (generalmente) o aluminio recubierto de cobre	Cobre (en general)
<b>Rigidez dieléctrica</b>	Alta rigidez dieléctrica para mantener la integridad de la señal óptica.	Blindaje adicional (generalmente una capa de lámina o trenza metálica)	No tiene blindaje, susceptible a interferencias.
<b>Impedancia característica</b>	125 $\Omega$ (ohmios)	100 $\Omega$ (similar a UTP, pero el blindaje mejora la protección)	100 ohmios
<b>Norma Ref. Diseño</b>	ITU-T G.652 o TIA/EIA-492AAAA	ANSI/TIA-568.2-D, ISO/IEC 11801, IEEE 802.3an (10GBASE-T)	ISO/IEC 11801:2011 (Ed. 2.2), IEC 61156-5:2009 (EEd. 2.0), EN 50173-1:2011.
<b>Distancia máxima</b>	Puede llegar a más de 100 km	100 metros a 10 Gbps	100 metros a 1 Gbps

<b>Velocidades</b>	10Gb/s con un ancho de banda de 100 GHz	10 Gb/s con un ancho de banda máximo de 500 MHz	1000Mbps con un ancho de banda máximo de 100 MHz
--------------------	---	---	--

*Nota:* Elaborado por Narváez Israel, Fuente (Services, 2024; FS, 2024; Cervi, 2024) .

Con ayuda de los datos tomados en la tabla 3.2.15 sobre los medios de conexión, se requiere una especificación para el sistema que cumpla con los requisitos del sistema y soporte la carga de datos. Se mencionan los equipos que existen en el mercado y que pueden ser compatibles con el sistema, como se observa en la tabla 3.2.16.

**Tabla 3.2.16**

*Medio de transmisión de datos*

TIPOS	HARDWARE		REQUERIMIENTOS			Valoración Total
	SYSR16	SRSH 1	SRSH 3	SRSH 8	SRSH19	TOTAL
Transceiver SFP 1.25 GB Fibra Optica	1	1	1	1	1	5
FTP o UTP Cat6 A	1	1	1	1	1	5
UTP Cat.5e	0	0	0	0	0	0

**Elección:** Fibra Óptica, FTP Cat 6 A.

*Nota:* Elaborado por el autor.

**SELECCIÓN:** El sistema está diseñado para actuar por medios físicos, como cable Ethernet o fibra óptica, como se menciona en los requisitos del sistema en la tabla

3.2.16. Se menciona que se utilizarán dos tipos de medios de transmisión: fibra y FTP Cat. 6A.

### 3.2.7.7 Selección del receptor (ESP32) nodo botón de pánico

El sistema, conformado por nodos para el aviso de las alarmas, está especificado en la tabla 3.2.17, la cual muestra los distintos tipos de placas funcionales para recibir y actuar según el sistema que lo requiera.

**Tabla 3.2.17**

*Placa con tarjeta Wifi integrada nodo receptor*

<b>Nodos de alarmas para receptor.</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Esp32</b>	<b>Esp82</b>	<b>Esp32Cam</b>
<b>Descripción grafica</b>			
<b>Costo</b>	12\$	8\$	20\$
<b>Tecnología</b>	Wi-Fi, Bluetooth 4.2/5.0, GPIO	Wi-Fi	Wi-Fi, Cámara
<b>Procesador</b>	Tensilica Xtensa LX6 (dual-core)	Tensilica L106 (single-core)	Tensilica Xtensa LX6 (single-core)
<b>Memoria RAM</b>	520 KB SRAM	160 KB SRAM	520 KB SRAM
<b>Capacidad de Flash</b>	Hasta 4 MB (según módulo)	1 MB	4 MB Flash + SD card
<b>Conectividad</b>	Wi-Fi, Bluetooth, GPIOs	Wi-Fi, GPIOs	Wi-Fi, GPIOs, Cámara
<b>Puertos GPIO</b>	Hasta 36	Hasta 11	Limitados debido a uso de la cámara



---

Esp82	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	17
Esp32Cam	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	17

---

**Elección:** Esp32.

---

Nota: Elaborado por el autor.

**SELECCIÓN:** El sistema está condicionado a actuar a través de nodos, los cuales están conectados por medio de alguna plataforma. Desde el nodo principal, este activará la alarma, cumpliendo con las especificaciones de la tabla 3.2.18, las cuales actuarán en respuesta con el servicio de seguridad pública mediante un nodo, como lo es el ESP32.

### 3.2.7.8 Selección de sistema de alarma

El sistema está condicionado para actuar al recibir una alarma. Esta se activa y mostrará la señal para ser visualizada, como un LED, una sirena o una alerta de sonido, como se muestra en la tabla 3.2.19.

**Tabla 3.2.19**

*Actuadores externo*

---

	Tipos de alarmas/actuador		
Descripción	Led	Sirena	Buzzer
Descripción grafica			
Tamaño	Pequeño	Variable (mediano a grande)	Mediano

---

<b>Consumo de energía</b>	Bajo (<20 mA a 5V)	Medio a alto (0.5A - 1A a 12V)	Bajo (~40 mA a 5V)
<b>Conectividad</b>	GPIO, sencillo	GPIO o salida de potencia	GPIO o módulo adicional
<b>Función principal</b>	Indicador visual	Generar alarma audible	Alarma audible con mensajes grabados
<b>Volumen/Brillo</b>	Brillo ajustable (PWM)	Alto volumen (80 - 120 dB)	Volumen medio (~60 - 90 dB)
<b>Control</b>	Fácil, por GPIO	Necesita driver o transistor	Fácil con módulos preconfigurados
<b>Grabación de voz</b>	No	No	Sí (almacena mensajes de alarma)
<b>Facilidad de uso</b>	Alta	Media (requiere más potencia)	Alta
<b>Aplicaciones típicas</b>	Indicadores de estado, alertas simples	Alarmas de alta intensidad	Mensajes de alerta personalizados

*Nota:* Elaborado por Narváez Israel, Fuente (Arduino.cl - Compra tu Arduino en Línea, 2024) .

Con ayuda de los datos tomados en la tabla 3.2.19 sobre los actuadores para la alerta de alarma, estos deben enviar alertas claras que muestren de forma precisa que el sistema se activó. Se mencionan los equipos que existen en el mercado y que pueden ser compatibles con el sistema, como se observa en la tabla 3.2.20.

**Tabla 3.2.20**

*Hardware actuadores*

TIPOS	HARDWARE	REQUERIMIENTOS	Valoración Total
-------	----------	----------------	------------------

	STSR 1	STSR 2	STSR 4	STSR 9	STSR 10	STSR 11	SYSR 8	SYSR 19	SYSR 20	SYSR 21	SRSH 14	SRSH 15	SRSH 17	SRSH 25	<b>TOTAL</b>
Mensajes a un móvil.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	<b>14</b>
Buzzer	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	<b>14</b>
Sirena	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	<b>14</b>
Led	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	<b>14</b>

**Elección:** Led, Sirena, Buzzer, Mensaje a un móvil.

*Nota:* Elaborado por el autor.

**SELECCIÓN:** La elección de los distintos actuadores son necesarios para dar una alerta visible como audible al momento de activarse el modelo como se muestra en la tabla 3.2.20 se mencionan los requerimientos para dar estas alertas.

### 3.2.7.9 Selección de software

El sistema esta plateado para funcionar en una maquina Ubuntu, Linux este es compatible con distintas aplicaciones del sistema como es la parte de programación de la página gestionable en el sistema y la parte de análisis y procesamiento de la imagen en tiempo real a través de los distintos archivos que se activaran cuando se inicialice el

programa este no utiliza sistemas de video o aplicaciones para gestionar el video se tiene que procesar directamente en el Software para realizar acciones predeterminadas en la arquitectura del sistema de visión por computadora, se adaptara el Software para utilizar una GPU y aumentar la fiabilidad de los datos analizados.

**Tabla 3.2.21**

*Software base para sistema*

<b>Software de Programación</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Python</b>	<b>PHP</b>	<b>JavaScript</b>	<b>Django</b>
<b>Facilidad de aprendizaje</b>	Muy fácil	Fácil	Intermedio	Fácil (usa Python)
<b>Rendimiento</b>	Alto	Medio	Alto	Alto
<b>Aplicaciones comunes</b>	IA, web, automatización	Desarrollo web	Web, interfaz y back-end	Web completa
<b>Escalabilidad</b>	Alta	Medios de comunicación	Alta	Alta
<b>Seguridad</b>	Alta	Medios de comunicación	Medios de comunicación	Muy alta
<b>Comunidad y soporte</b>	Muy amplia	Amplia	Muy amplia	Amplia
<b>Integración</b>	Excelente	Buena	Excelente	Excelente
<b>Tiempo de desarrollo</b>	Rápido	Moderado	Rápido	Muy rápido

*Nota:* Elaborado por Narvéez Israel, Fuente .

Con ayuda de los datos tomados en la tabla 3.2.19 sobre los actuadores para la alerta de alarma, estos deben enviar alertas claras que muestren de forma precisa que el sistema se activó. Se mencionan los equipos que existen en el mercado y que pueden ser compatibles con el sistema, como se observa en la tabla 3.2.20

**Tabla 3.2.22**

*Software de programación sencilla*

	TIPOS			HARDWARE			REQUERIMIENTOS						Valoración						
	Total																		
	STSR 2	STSR 4	STSR 6	STSR 8	STSR9	STSR 10	SYSR 3	SYSR 8	SYSR 9	SYSR 10	SYSR 11	SYSR 23	SRSH 6	SRSH 11	SRSH 12	SRSH 14	SRSH 16	SRSH 22	<b>TOTAL</b>
<b>Phyton</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	<b>18</b>
<b>PHP</b>	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	<b>10</b>
<b>JavaScri</b>	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	<b>12</b>
<b>Django</b>	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	<b>13</b>

**Elección:** Python 3 el cual se adapta a sistemas Linux de una forma sencilla y eficiente la versión 3.

*Nota:* Elaborado por el autor.

**SELECCIÓN:** La elección confiable para el sistema es Python 3 el cual será utilizada en el entorno como base para el desarrollo de la salida como entrada de datos y el procesamiento de estos por sus características flexibles.

### 3.2.7.9.1 Software para detección de objetos

El sistema cuenta con un repositorio extenso con más de 50.000 imágenes en su formato .jpg, con un a clase única “0” armas de fuego que se deben entrenar y ajustar según las especificaciones del Software seleccionado para la implementación de los distintos parámetros, se un sitio web llamado ROBOFLOW el cual es indispensable para almacenar cantidades de dataset y etiquetarlas en la segmentación del objeto requerido, mediante cogido y el uso de la herramienta de GOOGLE COLAB se segmento las distintas anotaciones de cada imagen en referencia de “GroundingDINO” que busca los

label que contienen una escala de grises BGR a RGB y guardar coordenadas en un .txt que se deben leer en la detección de objetos.

**Tabla 3.2.23**

*Software diseñados para entrenamiento de modelos para reconocimiento de objetos*

<b>Compatibilidad de Software para Objetos</b>				
<b>Criterio</b>	<b>YOLO</b>	<b>Tensor Flow</b>	<b>PyTorch</b>	<b>OpenCv</b>
<b>Uso</b>	Fácil, versiones entrenadas	Intermedio	Intermedio, codificación	Avanzada
<b>Velocidad de detección</b>	Muy rápido (ideal en tiempo real)	Rápido en GPU	Rápido en GPU	Moderada
<b>Precisión</b>	Versiones como YOLOv5, YOLOv8, YOLOV11	Modelos como SSD, Faster R-CNN	Modelos de Torchvision	No nativos preentrenados
<b>Compatibilidad de hardware</b>	CPU, GPU y TPU	CPU, GPU y TPU	CPU, GPU y TPU	CPU, GPU y TPU
<b>Software Compatible</b>	Python, C++	Python, C++	Python, C++	Python, C++
<b>Costo</b>	Gratuito (código abierto)	Gratuito (código abierto)	Gratuito (código abierto)	Gratuito (código abierto)
<b>Aplicaciones comunes</b>	Vídeo en tiempo real, IoT	Investigación, producción de ML	Investigación avanzada	Proyectos básicos, detección sencilla.

*Nota:* Elaborado por el autor.

Como se muestra la en la tabla 3.2.23 hay distintos modelos pre entrenados y funcionales para el desarrollo de inferencias complejas adaptadas a nuestra red

convolucional por lo tanto se tomó distintos Softwares para nuestro sistema no solo utilizando uno sino en conjunto para su preentrenamiento.

**Tabla3.2.24**

*Software que modelo el sistema*

TIPOS	HARDWARE			REQUERIMIENTOS						Valoración	
	STSR 2	STSR 4	STSR 6	STSR 8	STSR9	STSR 10	YSR 3	YSR 8	YSR 9	YSR 10	TOTAL
<b>YOLO</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	<b>10</b>
<b>Tensor Flow</b>	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	<b>9</b>
<b>PyTorch</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	<b>9</b>
<b>OpenCv</b>	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	<b>9</b>

**Elección:** Se seleccionaron todos los Softwares propuestos ya que se utilizaron por fases de entrenamiento y compilación del sistema.

*Nota:* Elaborado por el autor.

**SELECCIÓN:** Para la selección una vez desarrollado el entrenamiento como la compilación en la placa reducida se utilizan los Softwares mencionados en alguna etapa del sistema como pueden ser el desarrollo del modelo o el análisis como el uso de las librerías de GPU para su debido arranque en el sistema como se muestra en la tabla 3.2.24.

### 3.2.7.9.2 Selección de Sistema Operativo.

Según la investigación y el desenvolvimiento en sistemas operativos Linux se verifico los parámetros de arranque como de grabación del Hardware en este caso admite una distribución Ubuntu 22.04 el cual será la base del sistema este adaptado a ARM64 así que todos los paquetes que se instalen están relacionados a este parámetro se toma en consideración para instalar las distintas librerías que se utilicen en la instalación como se muestra en la tabla 3.2.25.

**Tabla 3.2.25**

*Elección de distribudor Linux*

<b>Compatibilidad de Software con Hardware</b>			
<b>Criterio</b>	<b>Ubuntu 22.04 20.04 (aarch64)</b>	<b>NVIDIA JetPack</b>	<b>Debian ARM64 (aarch64)</b>
<b>Características</b>	Sistema operativo estable, de larga duración, ampliamente utilizado.	SDK optimizado para las plataformas NVIDIA, incluye CUDA, TensorRT, y OpenCV.	Arquitectura de 64 bits, eficiente en consumo de energía y rendimiento.
<b>Costo</b>	Gratuito	Gratuito	Variable
<b>Arquitectura</b>	ARM64 (aarch64)	ARM64 (aarch64)	ARM64
<b>Manejabilidad</b>	Alta: fácil instalación y uso.	Media: Requiere configuraciones técnicas.	Alta: optimizado para hardware ARM.
<b>Compatibilidad</b>	Compatible con JetPack y OpenCV.	Recomendado para desarrollo con Python.	Compatible con Ubuntu 20.04 y JetPack SDK.

Nota: Elaborado por el autor.

Como requerimientos es muy importante escoger un distribuidor que sea manejable y compatible con las librerías en este caso todo tiene que estar relacionado con arm64 como se define en la tabla 3.2.26.

**Tabla 3.2.26**

*Requerimientos del Software*

TIPOS	HARDWARE		REQUERIMIENTOS								Valoración	
	STSR 2	STSR 4	STSR 6	STSR 8	STSR 9	STSR 10	SYSR 3	SYSR 8	SYSR 9	SYSR 10	TOTAL	
<b>Ubuntu</b>												
<b>22.04</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	<b>10</b>	
<b>20.04</b>												
<b>NVIDIA</b>												
<b>JetPack</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	<b>10</b>	
<b>Debian</b>												
<b>ARM64 (aarch64)</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	<b>10</b>	

**Elección:** En la distribución que utiliza el arranque del sistema operativo es optativo entre los mencionados en esta ocasión se selecciona Ubuntu 20.04 o 22.04.

*Nota:* Elaborado por el autor.

**SELECCIÓN:** Se selecciona Ubuntu 20.04 o 22.04 por su compatibilidad con el firmware de la placa Nvidia 36.4 armd64 como lo menciona (NVIDIAJetson, 2025).

### 3.2.7.9.3 Selección de plataformas de entrenamiento en la nube

El desarrollo del entrenamiento es muy importante para este sistema por lo que se optó al uso de plataformas pagas en la nube que pueden brindar recursos de manera limitada pero necesarios para el periodo de entrenamiento y análisis de los datos no se

hace referencia a los requerimientos ya que este depende del uso que se le de y su capacidad de costear los recursos como se muestra en la tabla 3.2.27.

**Tabla 3.2.27**

*Software para desarrollo de modelos en la nube.*

<b>Software para machine learning y análisis de datos</b>					
<b>Google Colab</b>	<b>Amazon SageMaker</b>	<b>Microsoft Azure ML Studio</b>	<b>IBM Watson Studio</b>	<b>Kaggle</b>	<b>Roboflow</b>
Gratis/Colab Pro	Pago por uso	Pago por uso	Gratis/Pago	Gratis	Gratis/Pago
GPU/TPU	GPU/CPU	GPU/CPU	GPU/CPU	GPU	GPU (Nube)
Principiantes- Avanzados	Avanzado	Intermedio- Avanzado	Intermedio	Principiantes	Principiantes- Avanzados
ML y análisis en Python	ML a escala en AWS	Modelado y despliegue ML	Análisis y colaboración de ML	Competencias y ciencia de datos	Visión por computadora y datos

*Nota:* Elaborado por el autor.

**SELECCIÓN:** En este caso no se menciona como parte de un cumplimiento de requisito de los requerimientos del sistema, esta elección está basada al uso y desarrollo de unidades de procesamiento extendido en un PC las cuales se pueden alquilar por un tiempo limitado hasta cumplir con los objetivos propuestos en este caso Google Colab de 100 procesos como se muestra en la tabla 3.2.27 .

### **3.3 Etapa II.**

En la segunda etapa se determina el uso de los requerimientos e información requerida que se menciona en el capítulo dos y tres para ello se selecciona la

compatibilidad de los distintos componentes para realizar pruebas de Hardware y Software a con el modelo y entrenamiento del mismo ya que es lo más importante hacer el entrenamiento de los data set de armas recolectados y filtrados con distintos modelos ya existentes que se pueden adaptar como mejorar en el análisis de imágenes en tiempo real para el uso que se le dará en la empresa DistriCor como implementación de un sistema de seguridad que podría remplazar el uso de personal humano en el sitio y cumpliendo un horario 24 horas.

El sistema fue proyectado para optimizar el uso de video y reaccionar ante un asalto amano armada en la bodega secundaria de la empresa DistriCor en la cual se recolecto datos del lugar fotografías y medición de puntos focales de luz que puedan cambiar la calidad de la imagen como la intervención como flujo de personas que circularan por la zona a detectar.

### **3.3.1 Diseño**

Para del desarrollo del diseño es necesario tener conocimientos previos en programación como aprendizaje de modelos de detección o reconocimiento de objetos a través de redes neuronales o redes convolucionales y los distintos modelos que existen para utilizarlos según sus necesidades, en este diseño el sistema está enfocado a la detección de objetos pequeños y la trasmisión de datos lo más rápido y eficiente posible para responder de una manera efectiva con el uso de entidades de seguridad de la zona como mejorar la seguridad social que hoy en día es uno de los grandes problemas sociales y económicos mediante este trabajo de grado se trata de dar una idea de cómo se debería actuar ante estos hechos delictivos sin repercutir a la sociedad.

### **3.3.2 Diseño del sistema**

Para el diseño del sistema se tiene en cuenta la utilización de un Software libre y la codificación en una plataforma abierta Python donde se desarrollará un programa que cumpla con los requisitos y necesidades del usuario como en la aplicación que se implemente.

El sistema se plateo con una placa reducida Raspberry pi 5 dado que se realizaron pruebas como se presentará en anexos no cumplió con la capacidad de procesamiento de video en vivo por la alta demanda de procesamiento como la velocidad que el sistema alcanza al procesar el video en este caso fotogramas por segundo FPS son muy bajos al capturar un video de al menos 30 cuadros por segundo y 4k de información para el video en vivo.

Se presenta una nueva placa reducida específicamente diseñada para el entrenamiento de modelos de detección de objetos “**NVIDIA Jetson Orin**” este instrumento fue adquirido mirando las necesidades del proyecto de grado para evidenciar el potencial y velocidad de procesamiento ante un modelo muy exigente como se muestra en la figura 3.2.1, para llegar a cumplir con los objetivos propuesto y presentados a la empresa como usuarios del sistema.

### Figura 3.3.1

*Placa reducida “NVIDIA Jetson Orin”*



a) Ventilador



b) Disipador

*Nota:* Placa reducida NVIDIA cuanta con una tarjeta GPU la cual es esencial para el procesamiento de daros como la entrada RJ45 con alimentación POR Ethernet se distingue por a) ventilador para enfriamiento de placa momo el chip para aumentar la capacidad de la placa reducida, b) se caracteriza por tener una placa disipadora pero no contine el chip de procesamiento GPU tomado de (NVIDIA Jetson Orin Nano Developer Kit, 2024).

### 3.3.3 Direccionamiento del sistema

Para este apartado se tomó en cuenta los distintos equipos que se utilizan para dividir una red adaptada al sistema propuesto la cual distribuye las direcciones IP para cada red del sistema como la salida de invocación a ala nube como se presenta en la tabla 3.3.1.

**Tabla 3.3.1**

*Direccionamiento del sistema*

N°	Equipo	IP de red	Máscara	Primer Host	Último Host	Broadcast
1	Switch	172.16.75.0 /28	255.255.255.24 0	<b>172.16.75.1</b>	172.16.75.14	172.16.75.15
2	Otra red nodo	172.16.75.16 /29	255.255.255.24 8	<b>172.16.75.17</b>	172.16.75.22	172.16.75.23
3	Red externa	172.16.75.24 /30	255.255.255.25 2	<b>172.16.75.25</b>	172.16.75.26	172.16.75.27
1.1	Switch	172.16.75.0 /28	255.255.255.24 0	<b>172.16.75.1</b>	172.16.75.14	172.16.75.15
1.2	Router	172.16.75.0 /28	255.255.255.24 0	<b>172.16.75.14</b>	172.16.75.14	172.16.75.15
1.3	Placa NVIDIA A	172.16.75.0 /28	255.255.255.24 0	<b>172.16.75.5</b>	172.16.75.14	172.16.75.15
1.4	Cámara 1	172.16.75.0 /28	255.255.255.24 0	<b>172.16.75.3</b>	172.16.75.14	172.16.75.15

1.5	Cámara 2	172.16.75.0 /28	255.255.255.24 0	172.16.75.4	172.16.75.14	172.16.75.15
-----	-------------	-----------------	---------------------	-------------	--------------	--------------

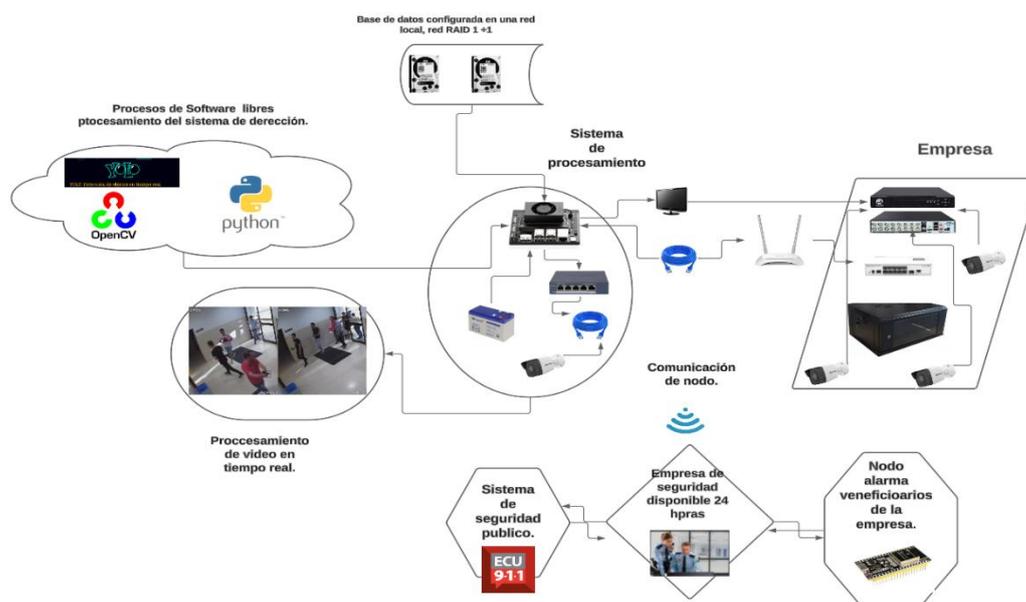
*Nota:* Elaborado por el autor, los recursos se toman en cuenta, con los siguientes parámetros, Número total de hosts solicitados: 24, Número de direcciones requeridas: 28, Número total de hosts disponibles: 254.

### 3.3.4 Arquitectura del sistema

A continuación se presenta la arquitectura de conexión del sistema de detección el cual esta centralizado en la placa reducida la cual en un principio se utilizó una Raspberry Pi 5, con las pruebas realizadas de modelos entrenados con la variación de data set y el uso de las cámaras utilizadas para video vigilancia se puede determinar que en esta placa reducida no da abasto al procesamiento de datos requeridos por lo cual se optó en cambiarla con una placa que utiliza una GPU integrada para el proceso de video en tiempo real con **NVIDIA Jetson Orin** el proba se solucionaría parcialmente para el desarrollo del sistema de detección como se muestra en la figura 3.3.1.

**Figura 3.3.2**

*Diagrama de conexión sistema plateado a equipos existentes en la empresa*



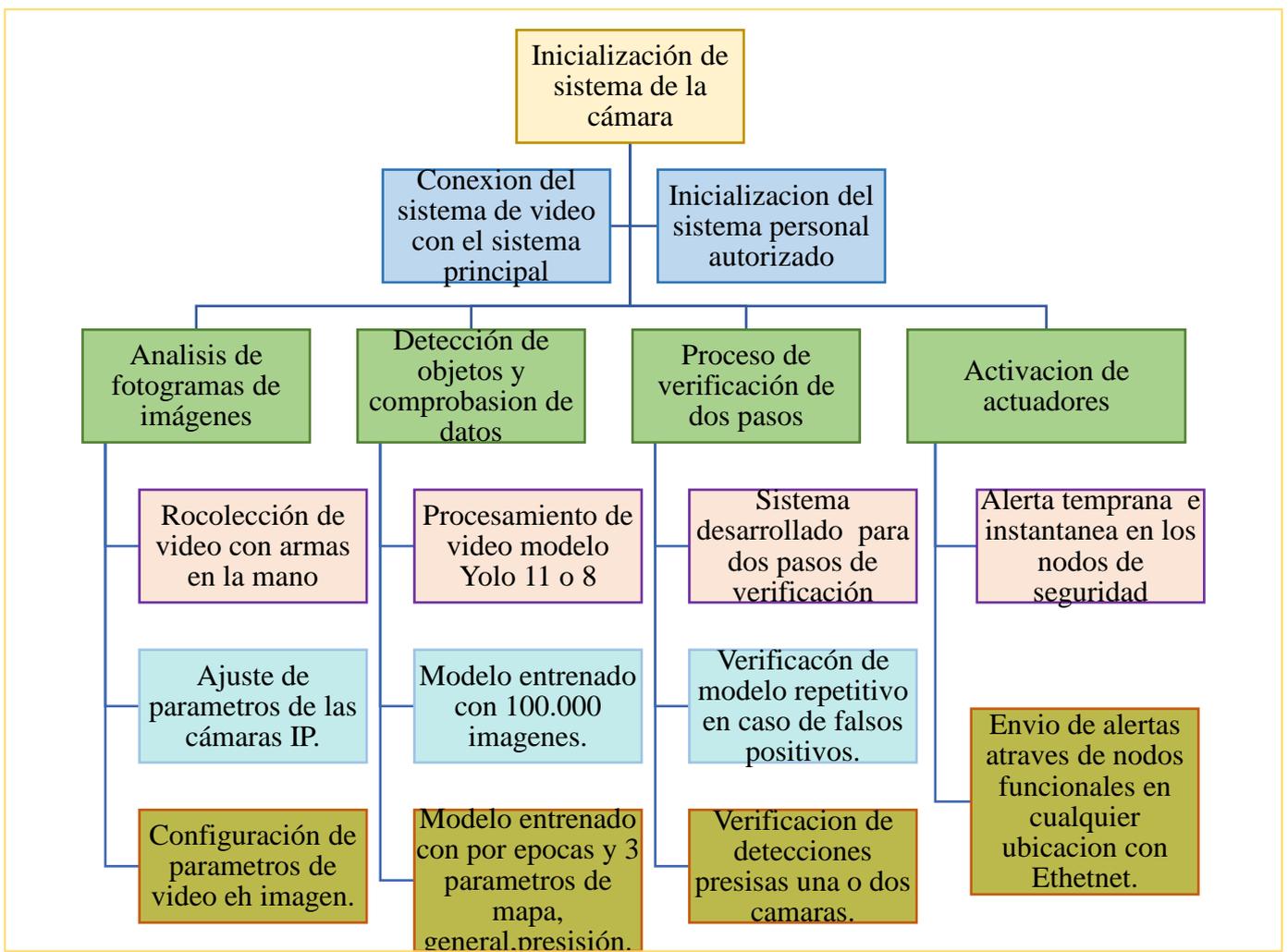
*Nota:* Elaborado por el autor, Se toma como principal la placa reducida la cual es la encargada de contener el modelo como el ingreso y salida de video como alertas al usuario se implanta la grabación redundante en la misma placa como los distintos modos que desarrollara cuando se active el modelo como se presenta en la figura 3.2.2.

### 3.3.5 Diagrama de bloques

La comprensión del diagrama de bloques es esencial para entender como el sistema interactúa para cada proceso según la etapa descrita en el desarrollo del código y el entrenamiento del modelo como se muestra en la figura 3.3.3.

**Figura 3.3.3**

*Diagrama de bloques*



*Nota:* Elaborado por el autor

### **3.3.6 Recursos**

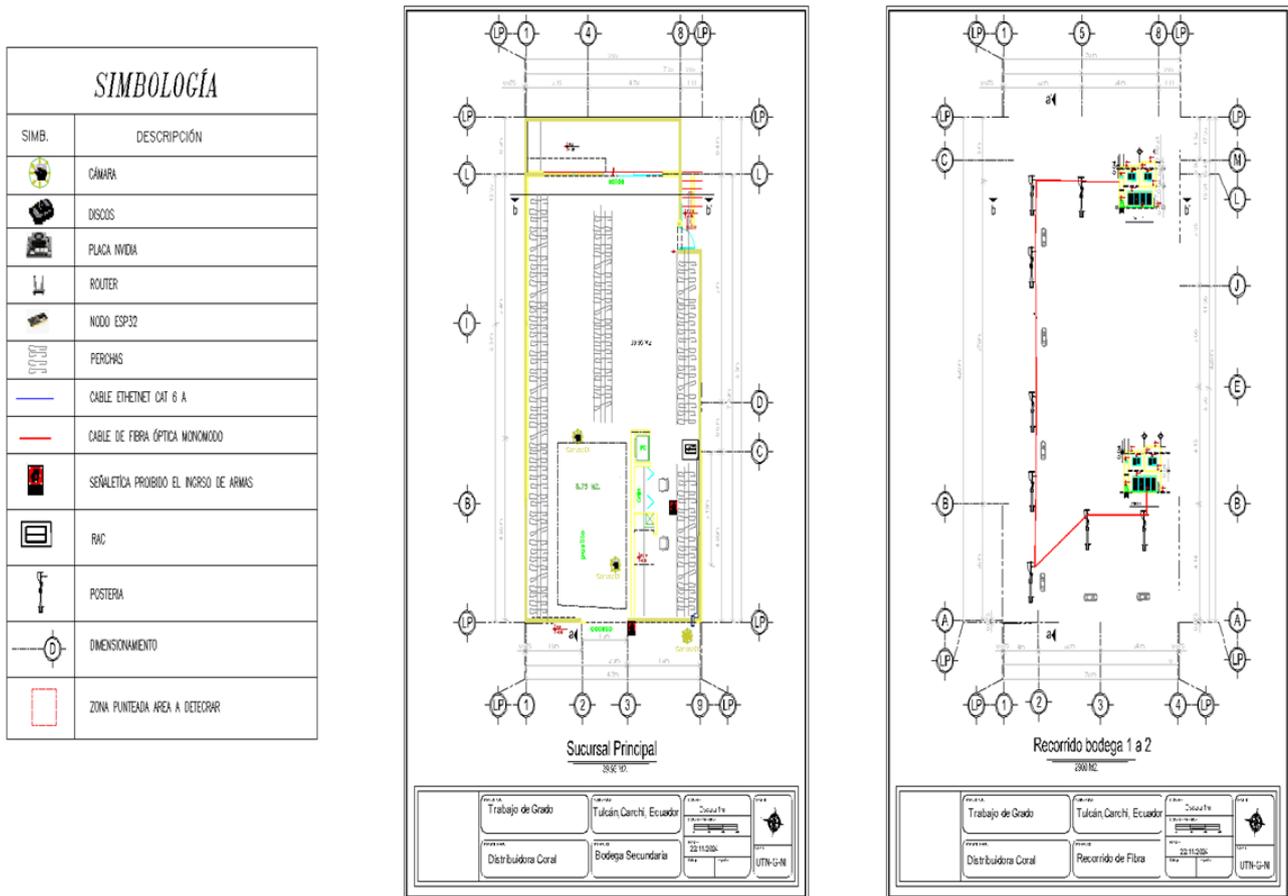
El distributivo de la electrónica y recueros a implementar en las instalaciones de la empresa asocia los diagramas de conexión como comprensión de la lógica para cada componente electrónico que conlleva a la recopilación de información y guía de cómo se debe desenvolver la lógica del sistema de detección de objetos reducidos, se debe establecer una serie de procesos y métricas para detectar con la mayor exactitud un objetos sin un falso positivo que pueda activar el sistema de manera errónea y dar una alerta que complique a los usuarios del sistema planteado.

El sistema está establecido en un lugar específico de la empresa por lo cual se realizó un plano básico donde se muestra la infraestructura más relevante para el trabajo de grado como es el cableado estructural basado en fibra óptica preexistente en la empresa el cual comunica la bodega principal con la secundaria donde se implantará el sistema el lugar tiene una dimensión de  $39.95 m^2$  la cual está dividida por tres zonas la principal la zona de clientes la cual tiene una dimensión de  $8.75 m^2$  esta sección es la zona de interés para capturar el video la cual esta segmentada por el mostrador y las perchas de productos.

Las cámaras preexistentes no se toman en cuenta por ser de una tecnología no compatible con el sistema ser analógicas las cámaras que se usan son específicas concuerde con los requerimientos presentados anteriormente, las dimensiones de los cables están planteadas según los planos del lugar como la posición focal de las cámaras para no afectar la resolución de estas por la afectación de luz del día y el movimiento de esta durante el día como la iluminación del sitio.

**Figura 3.3.4**

*Planos de infraestructura de la empresa Distribuidora Coral*



*Nota:* Elaborado por el autor, en la figura 3.3.4 se muestra los planos de del cableado estructural para la implementación del sistema el cual está basado y delimitado en el plano en la bodega secundaria la cual se diseñó en referencia de fotografías y mediciones tomadas el 12 de noviembre del 2024 con autorización el gerente de la empresa.

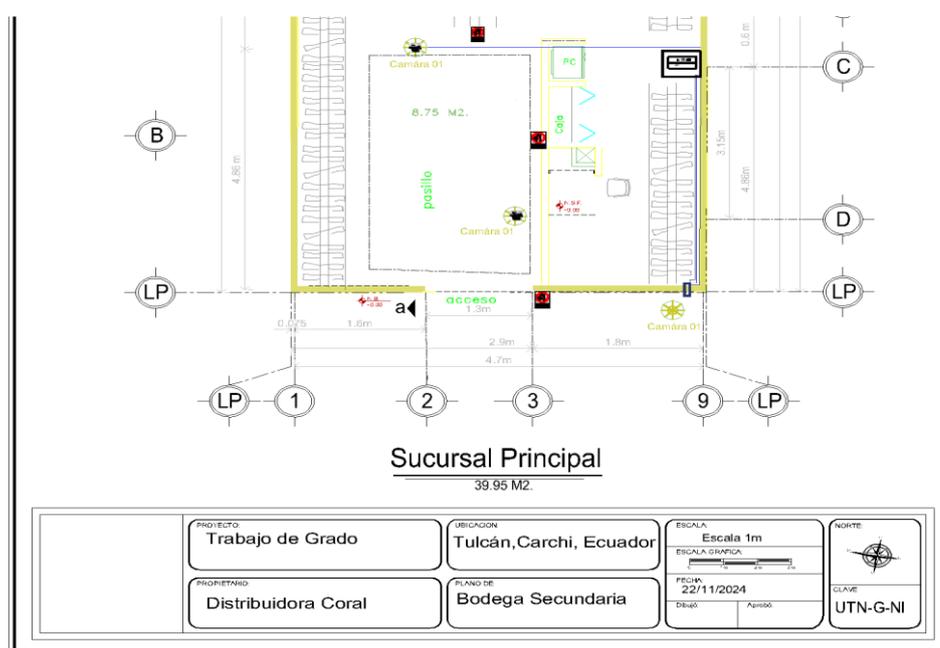
**3.3.6.1 Posicionamiento de sistema de reconocimiento físico y segmentación del área**

Se toma como principal la información recolectada atreves de la encuesta como las mediciones realizadas en el sitio con su debida autorización se midió con el suso de un metro digital para facilitar la toma de datos las distancias las cuales son esenciales para la adquisición de cable en este caso Ethernet Cat 6<sup>a</sup> con la ayuda de estos datos como se

muestra en la figura 3.3.4 la zona a detectar cuenta con un área de 8.75 metros cuadrados por lo que se adquirió 30 metros del cable mencionado y se lo seccionó según las medidas de la figura 3.3.5 la cual cuenta según la tabla de direccionamiento existen 6 secciones donde se utilizarán los cables cada red está certificada y debidamente testeada con el dispositivo **FLUKE Networks** en el espacio de laboratorio.

### Figura 3.3.5

*Plano sobre cableado y dimensionamiento de área a detectar y posicionamiento de equipos*



*Nota:* Elaborado por el autor

### 3.3.6.2 Simbología del área trabajar

En este apartado se describen los símbolos y su significado tomando en cuenta los componentes electrónicos que se utilizan y sus debidas canalizaciones como infraestructura de la empresa, esta cuenta con algunos componentes como lo son canalización toma corrientes regletas dentro de los racks protección a tierra se colocaron los símbolos más significativos como se muestran en la figura 3.3.6.

**Figura 3.3.6**

Simbología y descripción de equippos

<i>SIMBOLOGÍA</i>	
SIMB.	DESCRIPCIÓN
	CÁMARA
	DISCOS
	PLACA NVIDIA
	ROUTER
	NODO ESP32
	PERCHAS
	CABLE ETHETNET CAT 6 A
	CABLE DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO
	SEÑALETCA PROIBIDO EL INGRSO DE ARMAS
	RAC
	POSTERIA
	DIMENSIONAMIENTO
	ZONA PUNTEADA AREA A DETECRAR

*Nota:* Elaborado por el autor

### 3.3.7 Descripción del sistema

Se describe una serie de características lógicas o físicas que se tienen en cuenta al desarrollar el modelo de detección precisó como se muestra en la figura 3.3.7 se toma en cuenta una serie de procesos para que el modelo entrenado toma una vez que se aplica en la captura de video en vivo para llevar acabo estos pase se adaptó la imagen a un formato de 640x640 esto viene relacionado al modelo que se utilizó en este caso Yolo con una adaptación según los parámetros que se quieren analizar, los fps o la rapidez que una imagen pasa por el modelo es muy importante las cámaras tienen un máximo de 30 cuadros por segundo pero hay un limitante que es el procesamiento del modelo en conjunto con la imagen como lo menciona (Roboflow, 2024), se puede mejorar con el

uso de mejores GPU o tarjetas que puedan procesar la información de una manera más eficiente el aumento en frecuencia de datos es muy importante para analizar segmentos como la comparación de un dataset bastante extenso este está repartido en tres etapas las cuales intervienen en la arquitectura propuesta.

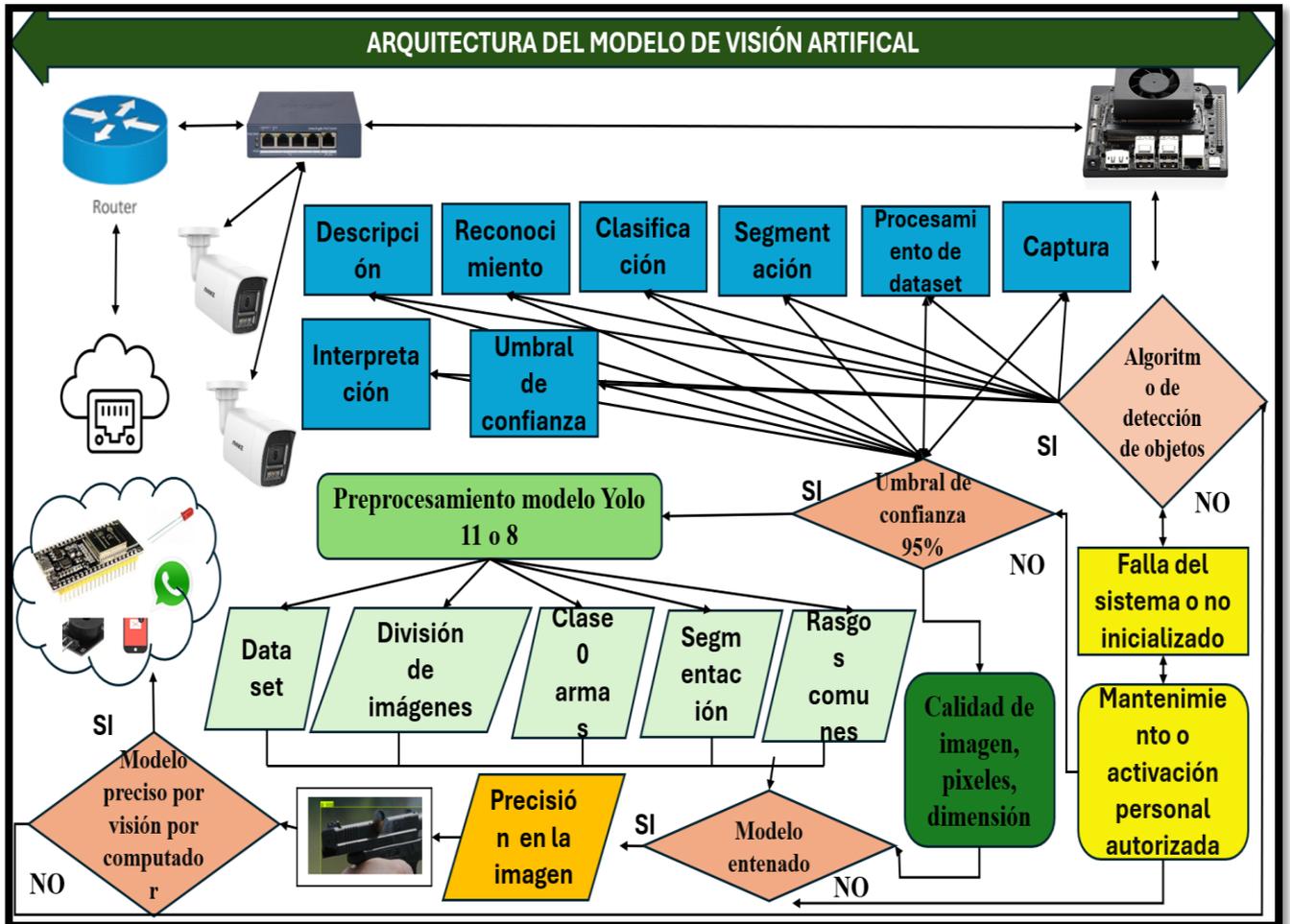
La fase propuesta en recuadros azules es la clasificación de imágenes pre guardadas en la base de datos que clasifica e indica que características debe tener la imagen y los objetos dentro de ella como se mencionó hay distintas formas de analizar imágenes como se menciona anteriormente existe una escala de grises como la trayectoria de colores en RGB y BGR que se utilizan para transformar una imagen en matrices de 0 a 256 pixeles en gama de colores estos recuadros son los analizados en conjunto con el área o a comparar entre imágenes pre seleccionadas llamado dataset.

Se menciona un umbral de confianza que va a la par con el umbral de superposición el cual es el encargado de delimitar los cuadros que se pueden superponer y eliminar los cuadros que tengan menos confianza en la imagen el porcentaje mínimo para este proyecto está definido con un rango de 90% a 98% no se puede llegar al 100 % por que el modelo no cuenta con los recursos de máxima calidad para dar una confianza total.

La detección con visión artificial se dará si se cumplen los parámetros codificados en caso contrario se tendrá que volver a analizar la imagen la cual está constantemente delimitada al retardo que se definió al probar su latencia y respuesta del modelo.

Figura 3.3.7

Arquitectura de modelo de visión artificial



Nota: Elaborado por el autor

### 3.3.8 Topología mixta

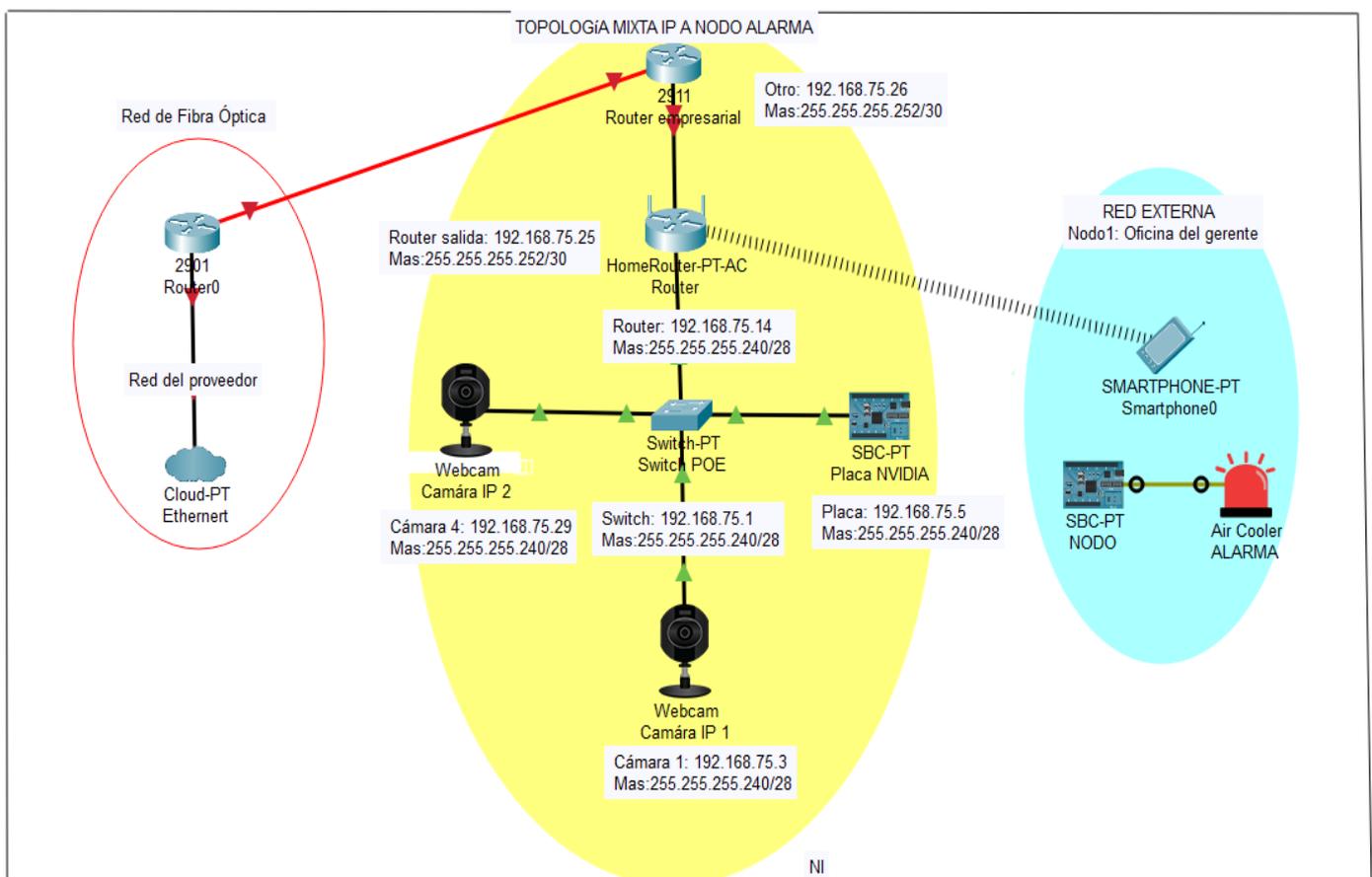
Tomando en cuenta los puntos y saltos de los dispositivos electrónicos a usar se utiliza la tabla 3.3.1 la cual divide utilizando "Subnetting" las redes internas la parte de recepción de nodos se maneja distintivamente por que los mensajes de alerta se envían a sitios o bases de datos en la nube y estos activan los nodos donde se los tenga implementados con su IP estática o una conexión a internet continua, los mensajes de

texto no dependen de un dispositivo local, solo de la conexión a internet del usuario en este caso el gerente de la empresa o la empresa de seguridad.

Como se puede observar en la figura 3.3.8 se muestra como está funcionando el sistema implementado con sus debidas direcciones las cuales están configuradas en los apartados de cada dispositivo electrónico en una sola red interna hasta llegar a la red del proveedor por medio de Fibra óptica donde el sistema se conectará al exterior para informar a cada nodo.

**Figura 3.3.8**

*Topologia mixta*



*Nota:* Elaborado por el autor

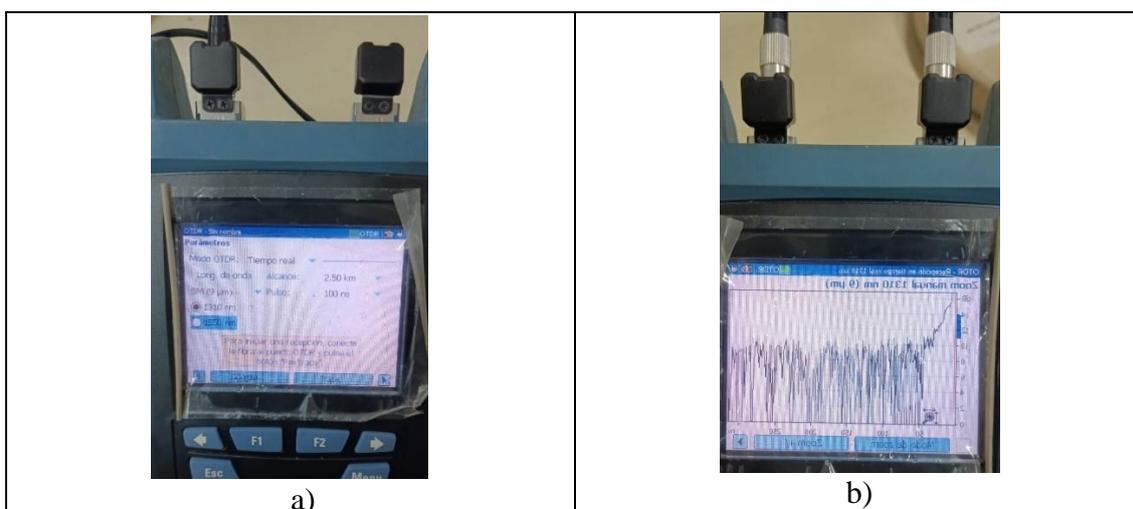
### 3.3.9 Pruebas de medios de transmisión físicos cable Ethernet y Fibra óptica

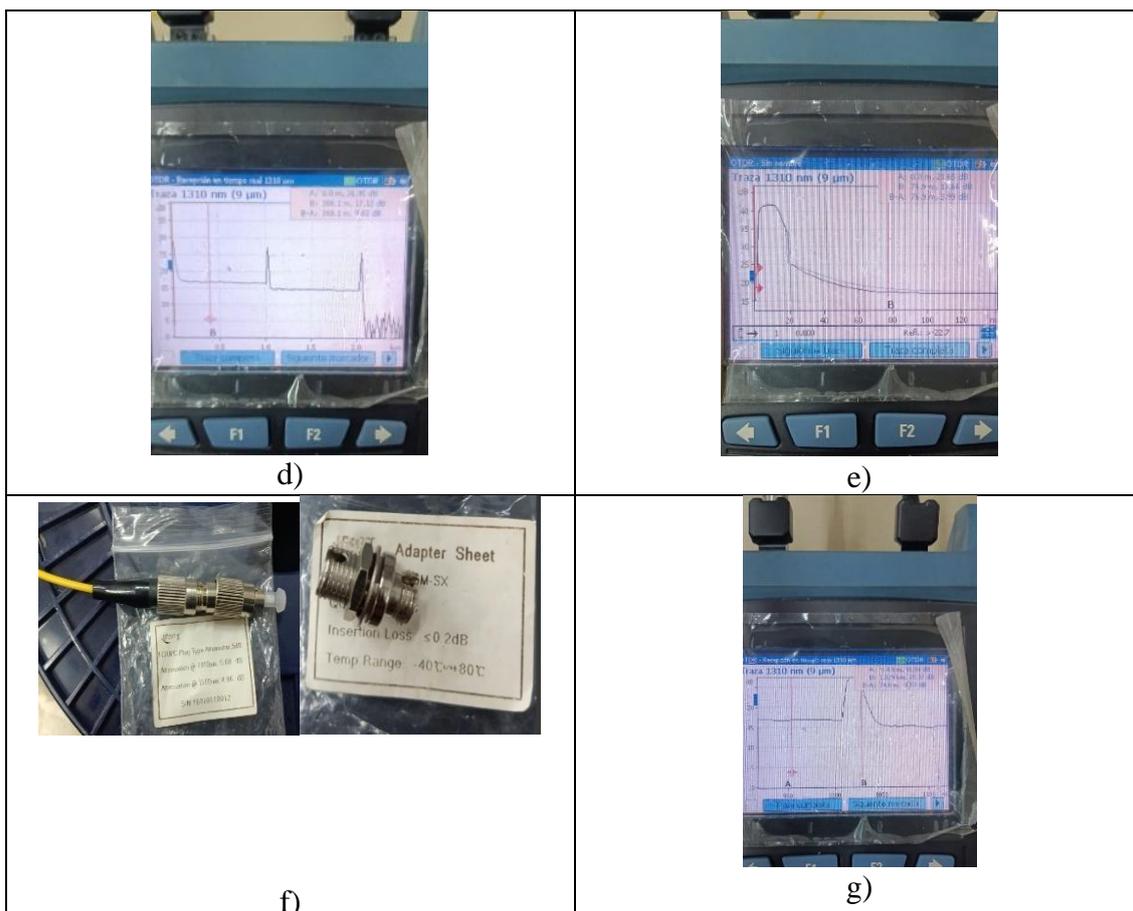
Para la transmisión de datos dentro del sistema y en la implementación física dentro de la empresa se utiliza dos medios de transmisión física como lo es el cable Cat 6<sup>a</sup> y el uso de Fibra óptica para la interconexión entre bodega uno y dos las cuales están separadas con una distancia de 500 metros a 600 metros este recorrido no es muy largo para obtener perdidas muy altas por atenuación del medio de transmisión en este caso Fibra Monomodo que puedo alcanzar 100Gbits por segundo como lo menciona (Services, 2024).

Serializaron pruebas con dispositivos de laboratorio para medir la latencia como las atenuaciones a una distancia de 1000 metros como de 500 metros utilizando un OTEDR, 2 atenuadores de 5 db a 1310 nm, 2 adaptadores Sheet con parámetros de pérdida <0.2 dB, en cada imagen en la figura 3.3.9 se describe las perdidas como configuraciones tomadas con los datos recolectadas en la encuesta como mediciones tomadas en la zona.

**Figura 3.3.9**

*Pruebas de latencia y atenuacion en el cableado de Fobra Óptica*





*Nota:* Elaborado por el autor, Se anexa los archivos de los cables certificados.

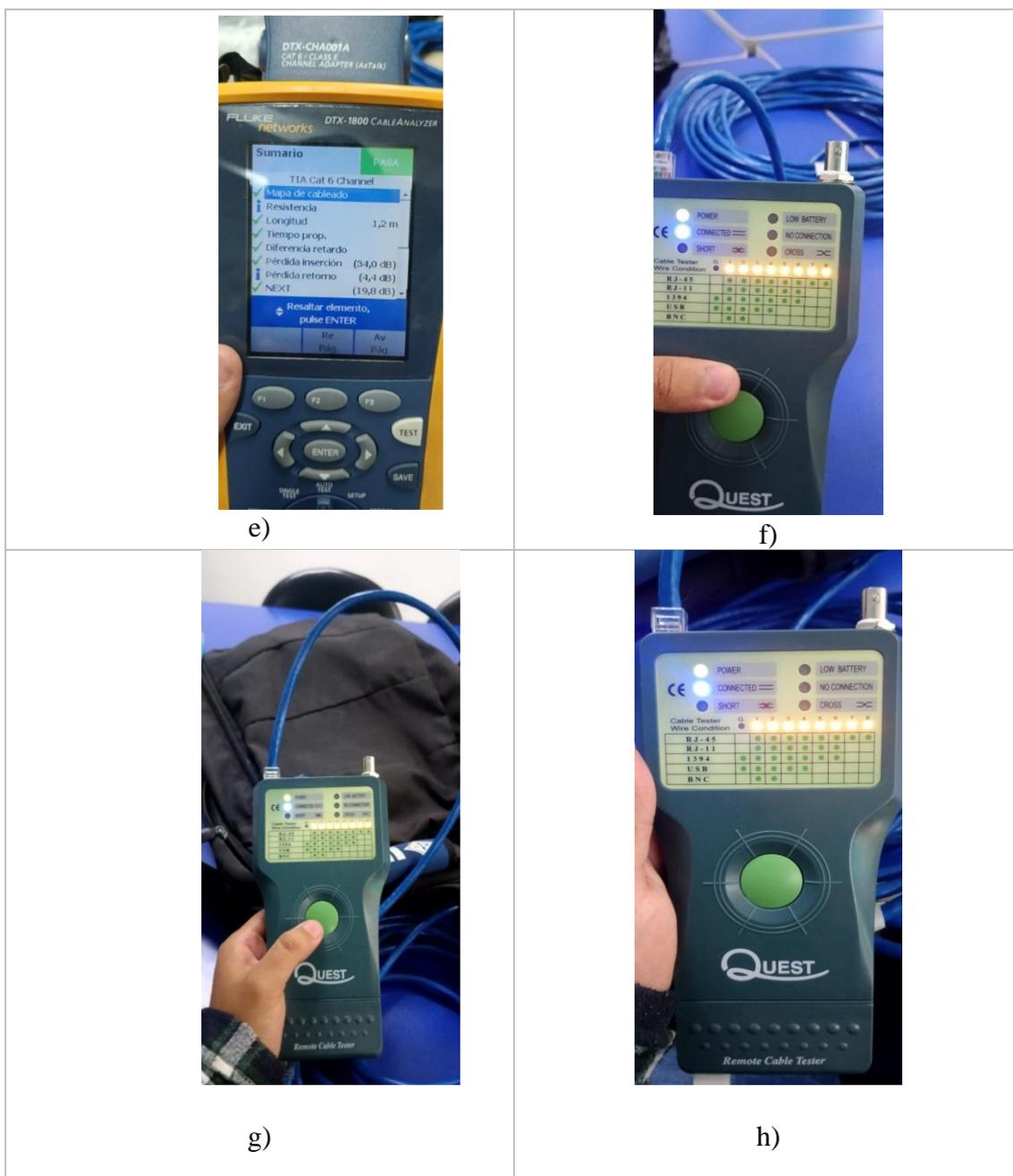
En la infraestructura de red interna se utiliza cable Cat 6<sup>a</sup> el cual se testeó y verificó con los distintos instrumentos de laboratorio cabe recalcar que para certificar un cable se debe tener conectores especiales los cuales no se ocuparon, se utilizó dos conectores hembra Cat 6 Rj45 los cuales son certificables el cable se cortaron a las distancia requerida para cada punto de conexión y se los poncho con su conector el cual esta certificado y testeado según la norma (UIT-T H.264, 2005), la cual muestra cómo se deben utilizar las conexiones para cableado de video para vigilancia.

Se recopiló un conjunto de imágenes como se muestra en la figura 3.3.10 la cual está dividida por letras para mostrar que se realizó en cada testeó y evidenciar las pruebas que se pueden realizar con estos instrumentos de laboratorio.

**Figura 3.3.10**

*Certificación y Testeo de cable UTP Cat 6<sup>a</sup>*





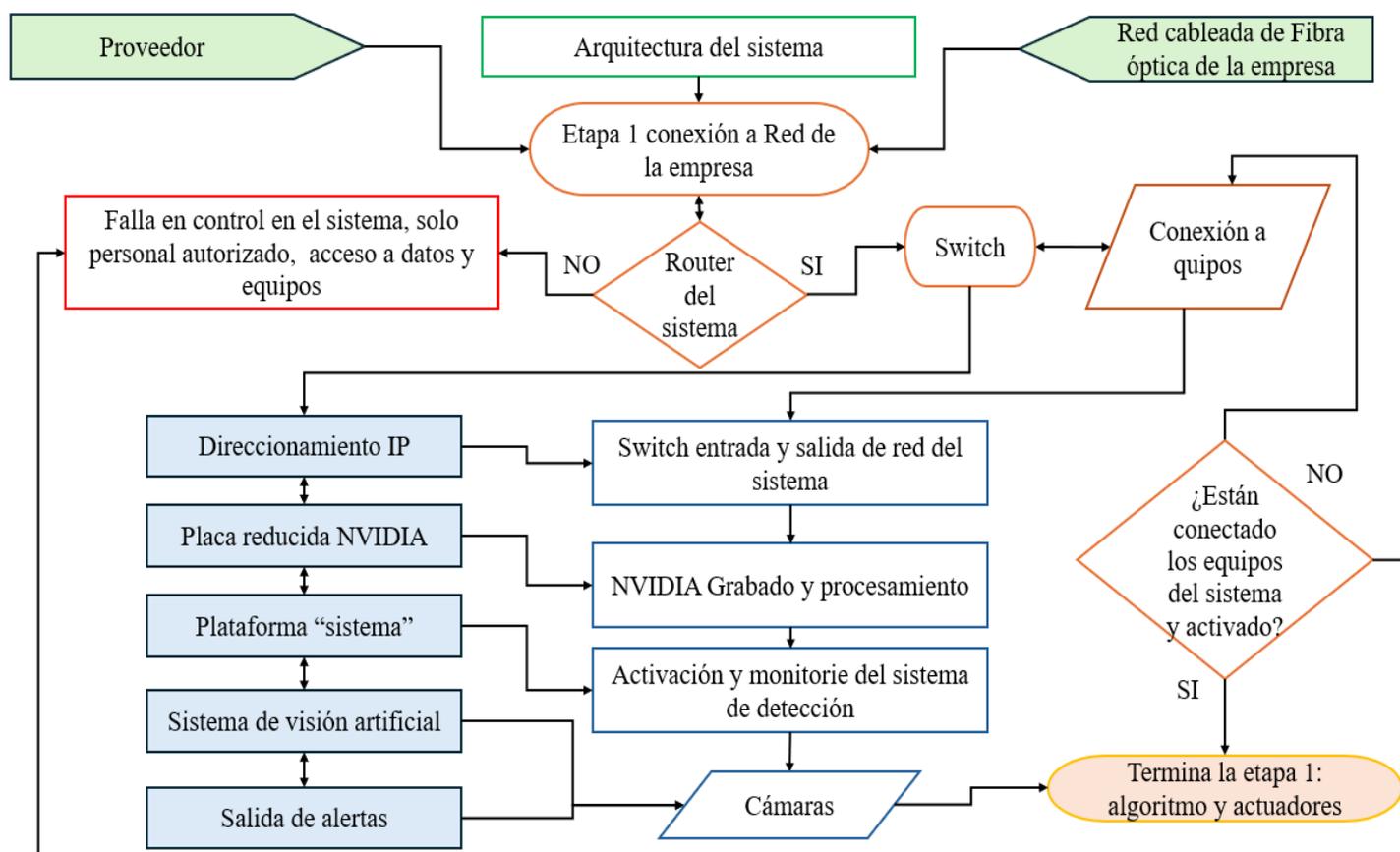
*Nota:* Elaborado por el autor, Se anexa los archivos de los cables certificados.

### 3.3.10 Conexión y configuración de la red IP del sistema

El algoritmo depende de la red creada para el propio sistema por lo cual se inicia la explicación del arranque del algoritmo, la detección del sistema se inicia con el establecimiento de internet y acceso permitido a los equipos, se toma en cuenta los parámetros de la arquitectura del sistema para ello se detalla la primera etapa en la figura 3.3.11.

**Figura 3.3.11**

*Etapa 1. Información esquemática de la arquitectura del sistema*



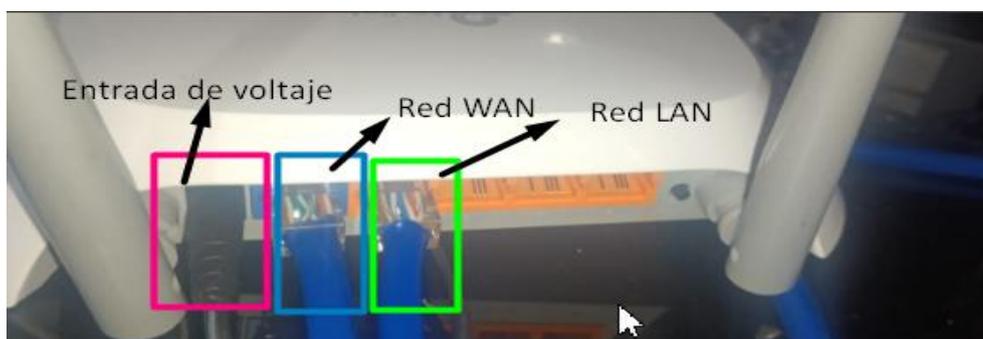
*Nota:* Elaborado por el autor.

### 3.3.11 Configuración del de Router

Creación de una contraseña y usuario una vez se tenga el TP-Link restaurado de fabrica en la parte posterior contiene una etiqueta con información para su conexión la contraseña y usuario , el principal uso es la conexión de la red interna del sistema a la red de la empresa es la salida de y activación de nodo como su control de alertas en los distintos actuadores como mensajes con información relevante al usuario encargado de la empresa y la prevención de manipulación por personas externas a la red local nombrada TesisIN como se indica en las figuras 3.3.12-22.

**Figura 3.3.12**

Router privado, Salida de WAN a red de la empresa Red LAN red privada.



*Nota:* Elaborado por el autor, salida de red local a red privada de la empresa la red de la empresa consta de un Router “Mikrotik” que conectado a un transceiver que recorre 500 metros a la bodega principal donde se conecta al Router del proveedor de Ethernet.

**Figura 3.3.13**

*Inicialización del sistema se crea una contraseña única.*



*Nota:* Elaborado por el autor, la contraseña se muestra en la parte inferior en la etiqueta del fabricante.

El Router cuenta con distintas configuraciones de fábrica las cuales realizan funciones de diferente nivel en las capas de red como se muestra en la figura 3.3.14 se configuro como Router con configuración estática la cual nos permite conectarnos a una red externa a través de la WAN esto nos ayuda obtener una red personalizada y privada para seguridad de datos como de acceso a distintos dispositivos.

**Figura 3.3.14**

*Configuración rápida de router privado.*

Router inalámbrico N 300Mbps WR840N  
Modelo TL-WR840N

Estado  
Configuración Rápida  
Modo de operación  
Red  
Inalámbrico  
Red para Invitados  
DHCP  
Transferencia  
Seguridad  
Controles Parentales  
Control de Acceso  
Enrutamiento Avanzado  
Control de Ancho de Banda  
Enlace de IP y MAC  
DNS Dinámico  
IPv6  
Herramientas del Sistema  
Finalizar Sesión

Configuración Rápida - Inalámbrico

Región: Ecuador

SSID (a ser conectado en puente): DistriCor

Dirección MAC (a ser conectada en puente): 82:E9:3A:F6:26:E3 e.g. 00:1D:0F:11:22:33

Escanear

Tipo de Clave: WPA2-PSK

Encriptación: AES

Contraseña: DistriCor1

Nombre del extensor de rango inalámbrico:
   
 Copiar desde la raíz AP
   
DistriCor
   
 Personalizar
   
Tesis\_Narvaez1

Regresar Siguiete

**Ayuda del In**  
Extensor de Ran Rango, el repet señal entre sus e de la raíz para un

- Nombre Principal remoto (t desde ac Atrás de AP, puede de búsqu
- Dirección Introduzca que dese función anterior ; inalámbr se rellena
- Nombre rango - E AP local. SSID con o persona

WISP - En este varios usuarios desde WISP.

- SSID (el nombre llamado Haga clic la página de los n rellena el

*Nota:* Elaborado por el autor, Es muy importante seleccionar la región como colocar la MAC del proveedor de red en este caso la salida a la empresa o el Router de borde.

La red se compone del tipo de conexión como IP estática la cual nos ayuda a dar privacidad a la red LAN del sistema esta red se gestiona con una IP tomada del Router empresarial a el puerto de enlace de este para la salida a Ethernet como se observa en la figura 3.3.15.

### Figura 3.3.15

*Red WAN salida a red privada empresarial colocada pro el proveedor*

Configuraciones de WAN

Tipo de Conexión: IP Estática Detectar

Dirección IP: 192.168.1.9

Máscara de Subred: 255.255.255.0

Puerta de Enlace: 192.168.1.1

Servidor DNS Primario: 192.168.1.1

Servidor DNS Secundario: 0.0.0.0 (opcional)

Advance

Guardar

*Nota:* Elaborado por el autor.

Para la red LAN se designa una dirección IP tomada del direccionamiento realizado para el sistema y su mascara en este caso tomamos la ultimo host disponible como se indica en a la figura 3.3.16.

**Figura 3.3.16**

*Red LAN conecion de red del sistema a red empresarial*

Configuraciones de la LAN

---

Dirección MAC: 5C:62:8B:7E:CC:FA

Dirección IP:

Máscara de Subred:

---

*Nota:* Elaborado por el autor.

Los parámetros se configuran desde placa reducida para lo cual se debe especificar la IP como la subred que pertenece en este caso se utiliza una puerta de enlace .14 la cual corresponde al Router como se indica en la figura 3.3.17.

**Figura 3.3.17**

*Direccionamiento de enlace a lared NVIDIA a empresa*

Propiedades de Protocolo de Internet versión 4 (TCP/IPv4)

General

Puede hacer que la configuración IP se asigne automáticamente si la red es compatible con esta funcionalidad. De lo contrario, deberá consultar con el administrador de red cuál es la configuración IP apropiada.

Obtener una dirección IP automáticamente

Usar la siguiente dirección IP:

Dirección IP:

Máscara de subred:

Puerta de enlace predeterminada:

Obtener la dirección del servidor DNS automáticamente

Usar las siguientes direcciones de servidor DNS:

Servidor DNS preferido:

Servidor DNS alternativo:

Validar configuración al salir

*Nota:* Elaborado por el autor.

Como se menciona la IP del Router corresponde al último host de la red esta será la puerta de enlace de los demos dispositivos para alcanzar la salida a la red privada de la empresa como el proveedor de servicio se debe desactivar el DHCP para evitar que dispositivos se conecten a nuestros equipos sin permiso o sin saber su direccionamiento como se muestra en la figura 3.3.18.

**Figura 3.3.18**

*Direccionamiento IP del Router*

*Nota:* Elaborado por el autor.

En la configuración inicial nos indica que podemos automatizar el direccionamiento para los dispositivos externos tenemos el Servidor DHCP desactivado por medidas de seguridad y respetar la red privada para el sistema que solo un usuario con los datos correctos podría agregarse desde el direccionamiento de IP como observamos en la figura 3.3.19.

**Figura 3.3.19**

*Desactivacion de Servidor DHCP*

Configuraciones de DHCP

Servidor DHCP:  Deshabilitar  Habilitar

*Nota:* Elaborado por el autor.

Muy importante verificar que la red está conectada a red predeterminada y definida en la tabla 3.3.1 la misma que se aísla de cualquier red externa para seguridad y integridad de datos en la red del sistema.

**Figura 3.3.20**

### Configuración de la red LAN

LAN

Dirección MAC: 5C:62:8B:7E:CC:FA  
 Dirección IP: 192.168.75.14  
 Máscara de Subred: 255.255.255.240

---

Inalámbrico de 2.4GHz

Modo de operación: **Extensor de Rango**  
 Radio Inalámbrica: Habilitado  
 Nombre (SSID) de Raíz del AP: DistriCor  
 Nombre (SSID): Tesis\_Narvaezi  
 Modo: 11bgn mixto  
 Canal: 11  
 Ancho de Canal: Automático  
 Dirección MAC: 5C:62:8B:7E:CC:F9

---

Ethernet

*Nota:* Elaborado por el autor, para la configuración se registró una contraseña de prueba Tesis123 para la administración el sistema.

Se delimito una IP para la administración de la salida del sistema a la empresa recursos gestionados por el técnico encargado por Distri Cor como se muestra en la figura 3.2.21.

**Figura 3.3.21**

### Afministacion remota para tecnico de sistemas en la empresa

Configuración propia

Modo de operación

Red

Inalámbrico

Red para Invitados

DHCP

Transferencia

Administración Remota

Puerto de Administración a través de Internet:

Dirección IP de Administración Remota:  (Ingresar 255.255.255.255 para todo)

*Nota:* Elaborado por el autor.

Para las pruebas del sistema se avalito este apartado para saber si el sistema puede comunicarse con la red externa de la empresa como podemos observar en la figura 3.3.22.

### Figura 3.3.22

#### *Pruebas de ping de la empresa al sistema*

- Prohibir los Paquetes Ping desde el puerto de WAN  
 Prohibir los Paquetes Ping desde el puerto de LAN

Guardar

Lista de Host de DOS Bloqueada

*Nota:* Elaborado por el autor.

La parte más importante de la conexión entre la empresa y el sistema es la creación y conexión entre una red LAN y WAN (red privada de la empresa), es la verificación de la IP estática definida en la red del proveedor en este caso para evitar cambios de IP por motivos externos como se muestra en la figura 3.3.23.

### Figura 3.3.23

#### *Red WAN (red LAN de la empresa) a red LAN del sistema*

#### WAN

Dirección MAC: 5C:62:8B:7E:CC:FB  
 Dirección IP: 192.168.1.9(IP Estática)  
 Máscara de Subred: 255.255.255.0  
 Puerta de Enlace Predeterminada: 192.168.1.1  
 Servidor DNS: 192.168.1.1 0.0.0.0

*Nota:* Elaborado por el autor.

Prueba de ping a entre dispositivos de la red y conexión a internet de cualquier dispositivo en la red LAN interna del sistema como se muestra en la figura 3.3.24.

**Figura 3.3.24**

*Prueba de ping y salida a internet desde red LAN provada del sistema a red empresarial*

```
C:\Users\Israel>ping 8.8.8.8

Haciendo ping a 8.8.8.8 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=17ms TTL=115
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=17ms TTL=115
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=17ms TTL=115
|
```

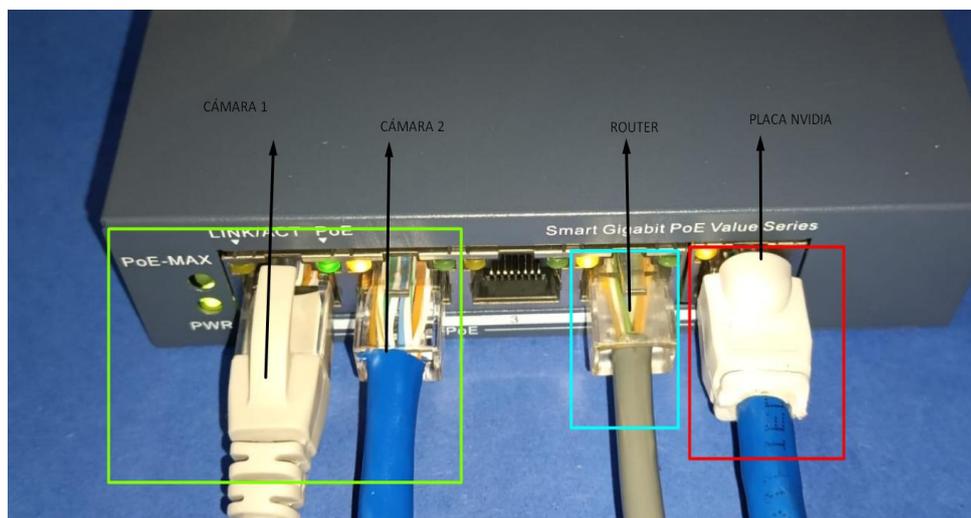
*Nota:* Elaborado por el autor.

### 3.3.12 Conexión del switch

La red del sistema está gestionada desde el Switch el mismo que posee 5 puertos los cuales 4 son PoE y uno es definido para Ethernet como podemos observar en la figura 3.3.25 se muestra la conexión de los puertos predefinidos ya que cada puerto cuenta con configuración que se mencionara en la figura 3.3.26.

**Figura 3.3.25**

*Conecion de puertos a dispositivos del sistema*



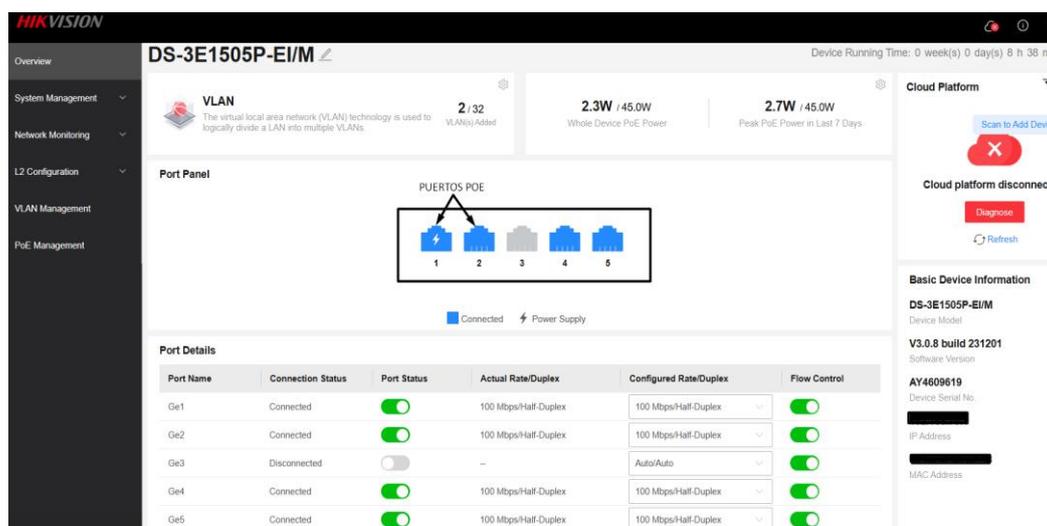
*Nota:* Elaborado por el autor.

### 3.3.12.1 Configuración de Switch

Según los requisitos se adquirió un Switch que soporta algunas configuraciones como es la creación de VLAN y la más importante PoE para alimentar nuestros dispositivos de red a través de cable Ethernet categoría 6<sup>a</sup> certificado en laboratorio, aunque no se utilizan los adaptadores de Rj45 para la conexión tenemos un hacho de banda de 67,6 Mbps con una configuración en la velocidad de 100 Mbps/semidúplex para cada puerto esto garantiza una calidad de video como se puede observar en la figura 3.3.26.

**Figura 3.3.26**

*Cofiguracion de puertos dedicados en Switch Hikvision*



*Nota:* Elaborado por el autor, la inflación del sistema depende del Switch ya que está encargado de la salida y entrada de datos al sistema como a los actuadores fuera de la red privada a través de los 4 puertos habilitados y configurados.

La red IP .1 la designamos a este equipo por ser el Gateway del sistema el mismo que solo puede aceptar los dispositivos previamente configurados en el mismo rango del

direccionamiento para evitar el uso de recursos no permitidos como se muestra en la figura 3.3.27.

**Figura 3.3.27**

*Direccionamiento del sistema en Switch*

Network Configuration      Cloud Platform Configuration      SADP Configuration

---

**Basic Configuration**

DHCP

\* IPv4 Address  → RED ESTATICA

\* IPv4 Subnet Mask

\* Default IPv4 Gateway  → RED ESTATICA

**DNS Address Configuration**

\* Preferred DNS Address

\* Alternate DNS Address

Nota: Elaborado por el autor.

Activación de los puertos PoE en este sistema se utilizan los puertos 1 y 2 para la alimentación como la conexión Ethernet como podemos observar el consumo de una cámara a una distancia de 10 metros es de 1.8w como se muestra en la figura 3.3.27.

**Figura 3.3.28**

*Activación de los puertos PoE del Switch*

Port 1, 2, 3, 4, 5

PUERTOS POE HABILITADOS

Connected PoE

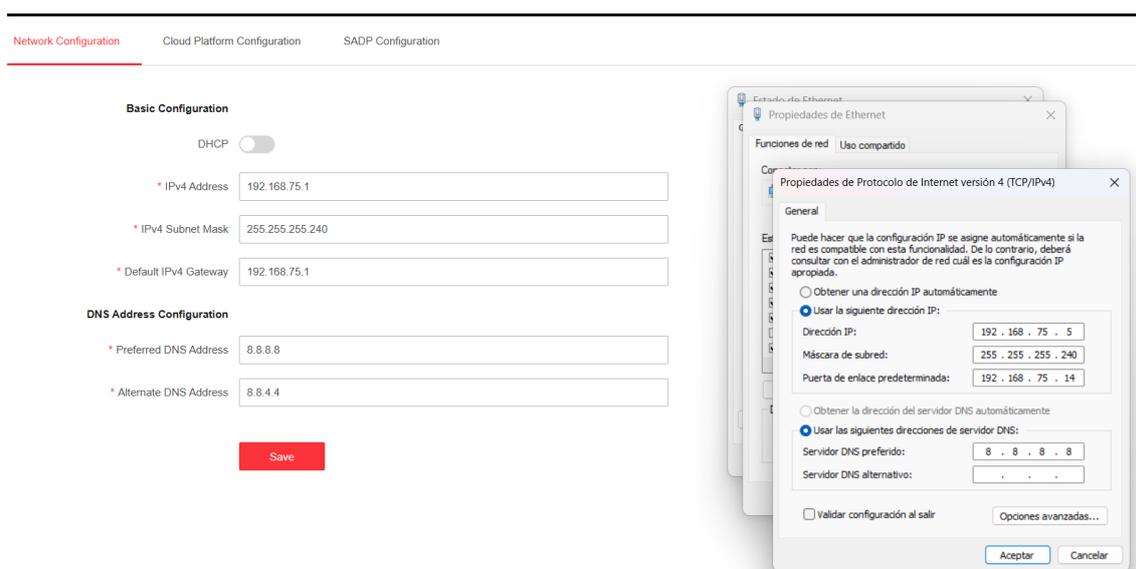
Port Name	PoE	Output Power (W)
Ge1	Enabled	1.8
Ge2	Enabled	--
Ge3	Close	--
Ge4	Close	--

*Nota:* Elaborado por el autor, las especificaciones del sistema como se menciona en los requerimientos no se pueden sobre pasar el uso de los puertos más de 60 metros con cable Ethernet PoE para evitar fallos o activar PoE extendido que solo está en los puertos ya mencionados.

La conexión entre el Router y la Placa reducida Nvidia se debe verificar que esta tenga salida a Ethernet mediante la IP correspondiente y el Gateway del Switch como se observa en la figura 3.3.29.

**Figura 3.3.29**

*Configuración en Placa Nvidia salida a la red LAN de la empresa*



*Nota:* Elaborado por el autor, salida a Ethernet.

### 3.3.13 Conexión grabador integrado a placa reducida

El almacenamiento del sistema se tomó en cuenta distintos métodos de uso de discos duro en este caso se escogió por facilidad y confiabilidad el uso de un RAID 1 el cual está conformado de dos discos de la misma capacidad p superior a 500Gb de

almacenamiento, tomando en cuenta que Nvidia utiliza una unidad de almacenamiento para su Software distinta SSD M2 como se muestra en la figura 3.3.30.

### Figura 3.3.30

*Areglo de discos duros para el RAID 1*



*Nota:* Elaborado por el autor, los discos o almacenamiento es escalable dentro del sistema si la empresa lo requiere.

#### 3.3.14 Conexión de las cámaras

La configuración de las cámaras es a través del estándar Ethernet PoE como se mencionó en los requerimientos se cumplió una norma como el estándar que lo dirige en este caso se usa Rj45 certificados en el laboratorio para prueba de velocidades ya que se necesita las menores pérdidas por transmisión posibles esto también viene desde la configuración del ancho y velocidad de cada dispositivo como se puede observar en la figura 3.3.31 las cámaras 1 y 2 .

### Figura 3.3.31

*Conexión a cámara 1 y 2*



a) Cámara 1

c) Cámara 2

*Nota:* Elaborado por el autor las cámaras no son de la misma marca, pero se pueden usar con la misma plataforma mediante “rtps” el protocolo de video en strimick.

### 3.3.15 Configuración de cámaras 1 y 2

La configuración que se realizó está basada en el enfoque y posicionamiento donde se hicieron las pruebas de laboratorio para implementarlos en la empresa se ajusta estos parámetros de penden del enfoque como luz en el lugar esto es importante recalcarlo que se pueden modificar para mejorar la calidad de video en cada dispositivo para no tener perdidas de Frames por segundo por una imagen desenfocada y una detección equivocada o un falso positivo como se muestra en la figura 3.3.32.

**Figura 3.3.32**

*Configuracion de IP y calidad de trasmision de Frames en ajuste de imagenes*

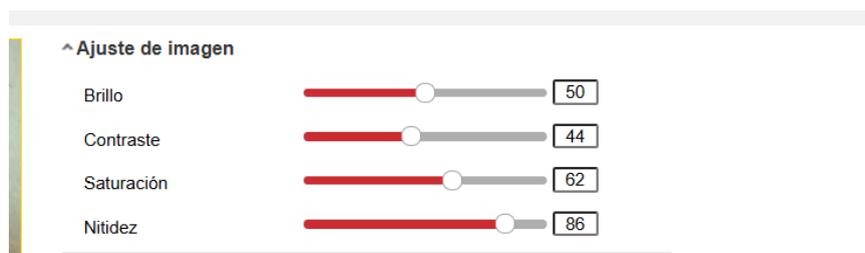


*Nota:* Elaborado por el autor, utilizar la calidad más alta en la cámara

Se tomo una imagen a una distancia de unos dos metros para probar los parámetros de prueba como se muestra en la figura 3.3.38 la cual se ajustó con los parámetros de imagen de la figura 3.3.33.

### Figura 3.3.33

*Configuración de imagen nitides de Frames*

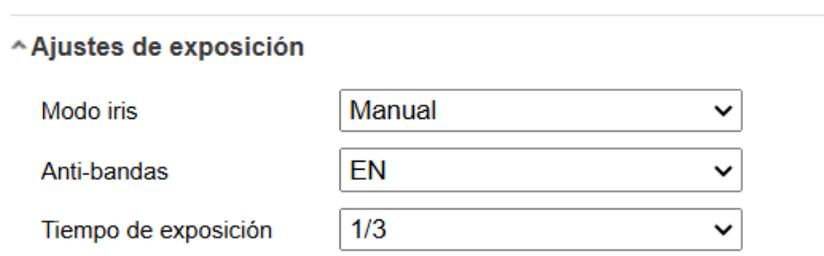


*Nota:* Elaborado por el autor, calibrar los parámetros según el enfoque y el ángulo de la cámara.

Configuración de exposición de imagen es muy importante ajustarlo a lo más conveniente para mostrar una imagen ya que esto implementa filtros en la imagen que pueden bajar la calidad en este caso se utiliza Lamp Incandescent ajustar la luz normal de la imagen como se muestra en la figura 3.3.38.

### Figura 3.3.34

*Exposición a la luz*

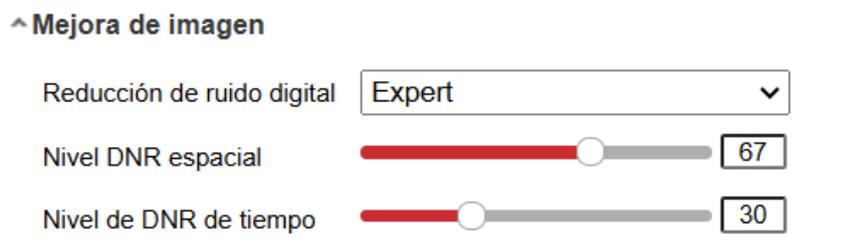


*Nota:* Elaborado por el autor, calibrar los parámetros según el enfoque y el ángulo de la cámara.

Existen configuraciones que agregan filtros a la imagen para mejorar la calidad de esta, pero reducen la velocidad y calidad del video extraído se ajusta en un porcentaje que contribuya a mejorar la calidad de las imágenes como se indica en la figura 3.3.34

**Figura 3.3.35**

*Configuración de filtros en imagen*

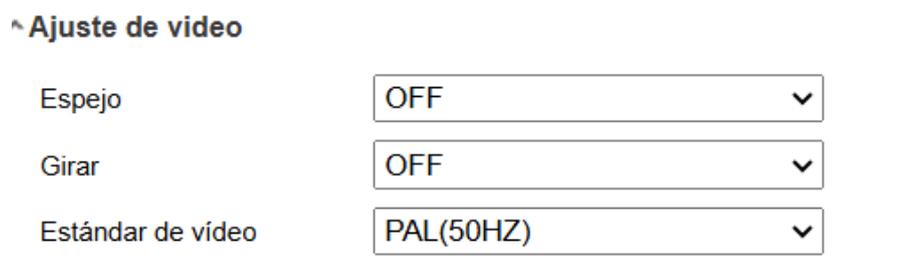


*Nota:* Elaborado por el autor, calibrar los parámetros según el enfoque y el ángulo de la cámara.

El ajuste del video depende de donde se coloque la cámara ya que se puede girar la imagen como verla como espejo y la calidad del video en HZ como se observa en la figura 3.3.36.

**Figura 3.3.36**

*El ajuste del video*



*Nota:* Elaborado por el autor, calibrar los parámetros según el enfoque y el ángulo de la cámara.

Los ajustes y configuraciones de la segunda cámara dependen de los parámetros ya mencionados y del ángulo de visión de la cámara en este caso se cambia la IP tomada

de la tabla 3.3.1 en la figura 3.3.37 se indica la IP y los parámetros de configuración de red.

**Figura 3.3.37**

*Configuración de cámara en la red*

The screenshot shows the configuration page for a VISION camera. The browser address bar indicates the URL is 192.168.75.4/doc/page/config.asp. The interface has a sidebar on the left with menu items: System, Network, Basic Settings, Advanced Settings, Video/Audio, Image, Event, and Storage. The main content area is titled 'Configuration' and has tabs for TCP/IP, DDNS, Port, and NAT. The 'TCP/IP' tab is active, showing the following settings:

- NIC Type: 100M Full-dup (dropdown)
- DHCP
- IPv4 Address: 192.168.75.4 (with a 'Test' button)
- IPv4 Subnet Mask: 255.255.255.240
- IPv4 Default Gateway: 192.168.74.14
- IPv6 Mode: Route Advertisement (dropdown) with a 'View Route Advertisement' button
- IPv6 Address: (empty field)
- IPv6 Subnet Mask: (empty field)
- IPv6 Default Gateway: :: (empty field)
- Mac Address: 98:f1:12:ef:ad:d7
- MTU: 1500
- Multicast Address: (empty field)
- Enable Multicast Discovery

Below these settings are sections for DNS and Domain Name:

- DNS Server**
  - Preferred DNS Server: 8.8.8.8
  - Alternate DNS Server: 8.8.4.4
- Domain Name Settings**
  - Enable Dynamic Domain Name
  - Register Domain Name: (empty field)

*Nota:* Elaborado por el autor, calibrar los parámetros según el enfoque y el ángulo de la cámara.

La imagen esta capturada a una distancia de 3 metros desde el suelo para verificar los parámetros que se mencionaron anterior se ajustó los parámetros a la práctica de laboratorio constancia para el funcionamiento del sistema de video vigilancia esta fotografía representa la distancia en Frames que se pueden alcanzar por metro cuadrado entre más cerca la cámara del objetó más nítido será la imagen pero para el sistema se

ajustó los parámetros para cubrir una distancia máxima de 5 por 6 metros cuadrados como se observa en la figura 3.3.38.

### Figura 3.3.38

*Imagen ajustada a parámetros de video*



*Nota:* Elaborado por el autor, imagen ajustada a los parámetros requeridos por el sistema.

#### 3.3.15.1 Puertos comunicación segura e insegura

La transmisión de datos por se realiza por los puertos seguros claro que esto también aplica al llamado de video al sistema principal como un usuario y contraseña para poder respetar los Frames en RTSP como se muestra en la figura 3.3.39 se utiliza UDP para él envío de paquetes en la red.

### Figura 3.3.39

*Puertos seguros usados en la trasmisicond de datos del sistema*

Protocolo TCP/IP	DDNS	Puerto	NAT
Puerto HTTP		80	
Puerto RTSP		554	
Puerto HTTPS		443	
Puerto del servidor		8000	

Live View Parameters				
Protocol	<input type="radio"/> TCP	<input checked="" type="radio"/> UDP	<input type="radio"/> MULTICAST	<input type="radio"/> HTTP
Play Performance	<input type="radio"/> Shortest Delay	<input type="radio"/> Balanced	<input checked="" type="radio"/> Fluent	<input type="radio"/> Custom
Rules	<input checked="" type="radio"/> Enable	<input type="radio"/> Disable		
Display POS Information	<input checked="" type="radio"/> Enable	<input type="radio"/> Disable		
Image Format	<input checked="" type="radio"/> JPEG	<input type="radio"/> BMP		

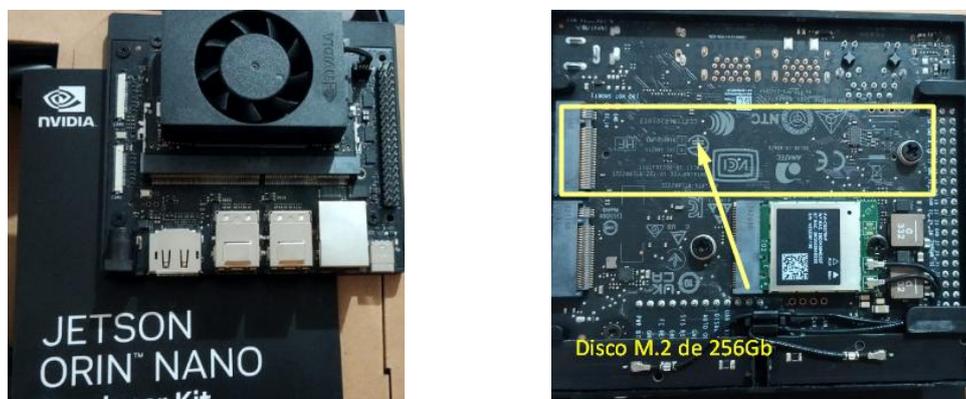
*Nota:* Elaborado por el autor, puertos seguros y protocolo de comunicación y recepción de datos.

### 3.3.16 Proceso de instalaciones de Software y arranque de placa NVIDIA ORION NANO Kit 8GB

El Hardware de NVIDIA es lo suficiente mente adaptativo para entrenamiento de modelos como la implementación de los mismo cuenta con adaptaciones a los requerimientos del sistema y soporte al sistema operativos que soporta grandes cantidades de procesamiento en este caso pose una GPU para el procesamiento e inferencia de modelos, se Flash mediante un disco SSD M.2 de 256 Gb de almacenamiento para contención del sistema operativo Ubuntu 22.04 arm64 como se muestra en la figura 3.3.40.

**Figura 3.3.40**

*NVIDIA JETSON Orin kit y unidad de M.2*



*Nota:* Elaborado por el autor, Placa reducida NVIDIA 8Gb RAM.

En el flash de NVIDIA Nano se utiliza se utiliza la plataforma en un sistema Ubuntu 22.04 el cual corresponde a SDK Manager se debe instalar las dependencias de Cuda y Opencv en las particiones del disco.

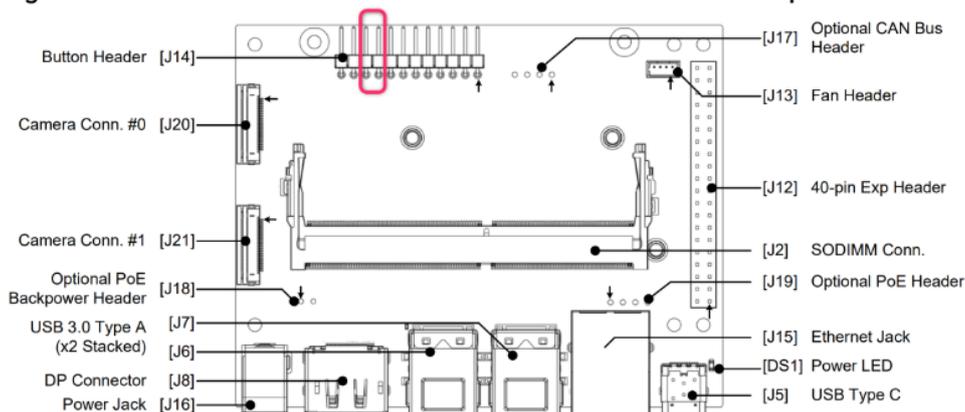
### 3.3.16.1 Arquitectura de Placa NVIDIA en diagrama esquemático

En la ejecución del sistema en la placa reducida se debe tener en cuenta la guía como la configuración de las versiones compatibles en este caso se usa la versión 36.4 que se puede mirar conectando el puerto de video y la corriente a una monitos el mismo sé que mostrara las versiones del firmware y Jetpack 6.2 como se muestra en la figura 3.3.41 para poder subir el sistema operativo se realiza un puente ene l ping 3 y 4 GND para llevar el modo forzado y subir la información desde SD Manager.

**Figura 3.3.41**

*Arquitectura del diagrama esquemático*

**Figure 1-4. Jetson Orin Nano Carrier Board Placement – Top View**



*Nota:* Tomado de (NVIDIAJetson, 2025).

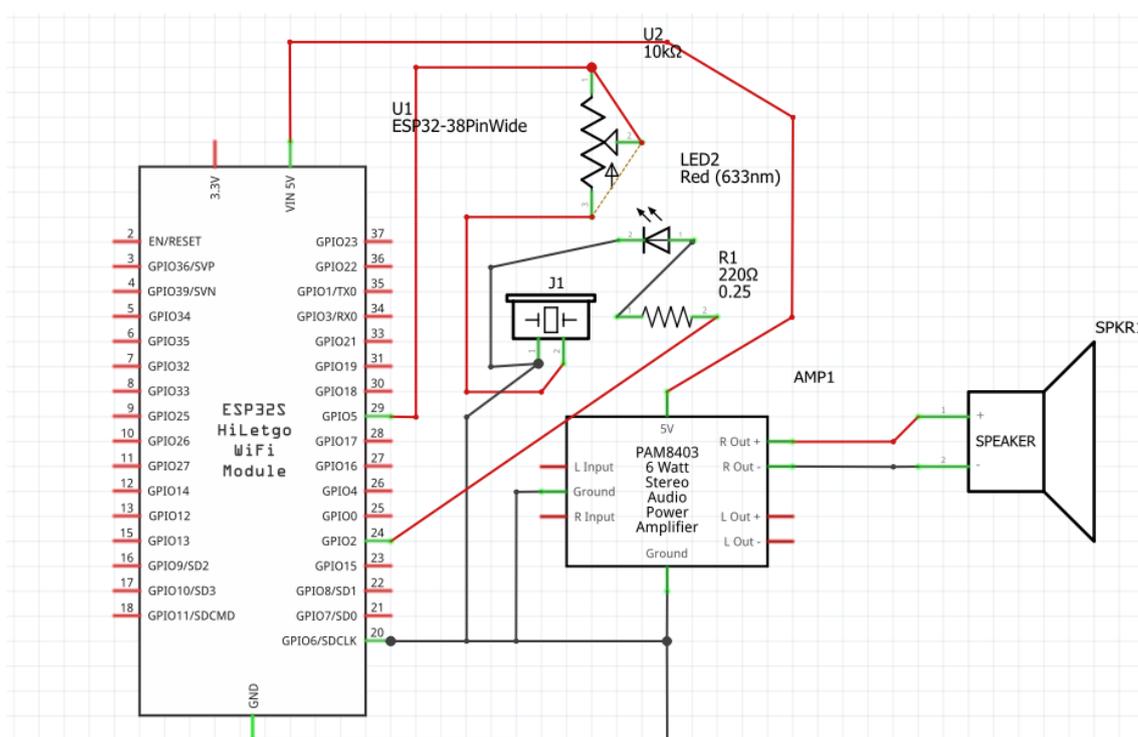
### 3.3.17 Arquitectura de nodo y su configuración

Los nodos están configurados según la locación indicada por el cliente en este caso se considera como persona principal el gerente de la empresa, se considera una red fijada por el gerente en su despacho o atreves de su celular móvil que mantendrá conectado el nodo a Ethernet independiente mente de la ip está conectado a una plataforma con salida a la nube Firebase y WhatsApp que puede enviar un 0 o 1 (OFF, ON) que da paso a la activación del nodo como al envío de imágenes por medio de correos o mensajes de texto pre definidos por el sistema.

Como se muestra en la figura 3.3.42 la cual se tomó de Fritzing el cual es un Software dedicado a la prueba de componentes electrónicos como modelamiento de placas PCB para su impresión y simulación aquellos diagramas son una representación de cómo se verían los nodos físicamente implementados como se mostrará en la implementación.

**Figura 3.3.42**

*Diagrama esquemático nodo Esp32.*



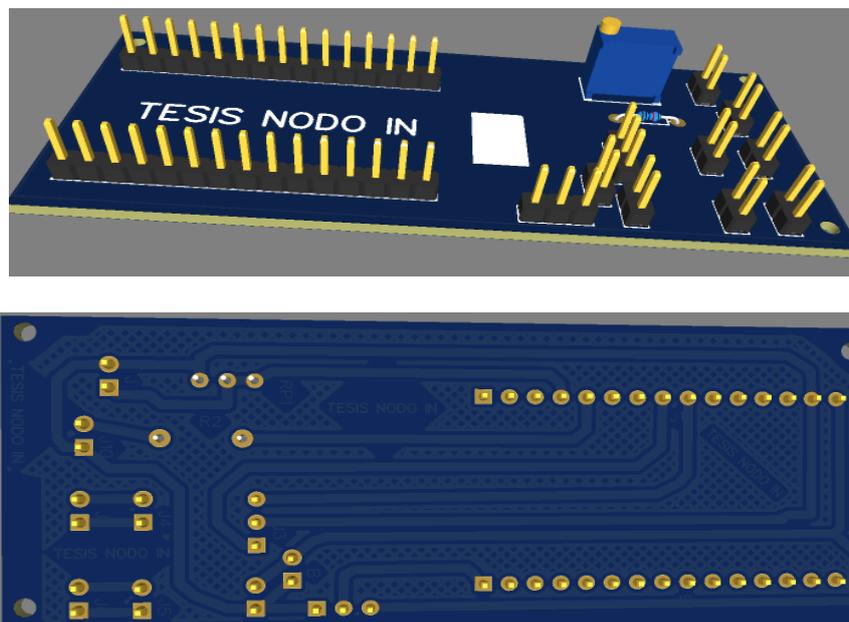
*Nota:* Tomado de (Fritzing, 2025).

En la plataforma web EASYEDA se desarrolló el desarrollo de la placa PCB que está adaptada a los componentes y actuadores descritos en los requisitos del sistema en este caso se imprimió y desarrollo un esquema que se lo puede replicar muchas veces y se conectarían a través de un solo servidor que envira un 1 o 0 para activar ya sea la alarma de 120v o la salida de audio personalizada a una bocina o audífonos como el pulsador de

apagado rápido o reinicio del sistema será automático pero siempre deberá estar conectado al sistema en constante lectura de una alerta como se observa en la figura 3.3.43.

**Figura 3.3.43**

*PCB en 3D vista superior y inferior de la placa reducida*



*Nota:* Elaborado por el autor, al exportar el archivo se debe imprimir BottomLayer.pdf que contine el archivo para pasarlo a una PCB, tomado de (EasyEDA, 2025).

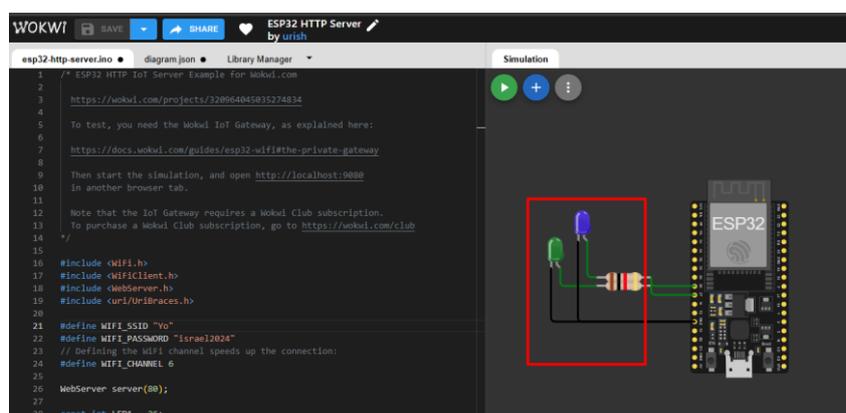
### 3.3.17.1 Desarrollo de código conexión nodo a placa NVIDIA envió de alertas.

La conexión del nodo comisa con la simulación básica utilizando sitios web como Wokwi plataforma gratuita que nos brinda simulaciones de actuadoras como Esp32 el cual se utiliza como principal componente para la salida y entrada de datos atreves de su chip Wifi que nos permite estar comunicados y manipular distintos actuado redes de cualquier parte del mundo solo adquiriendo una conexión a internet.

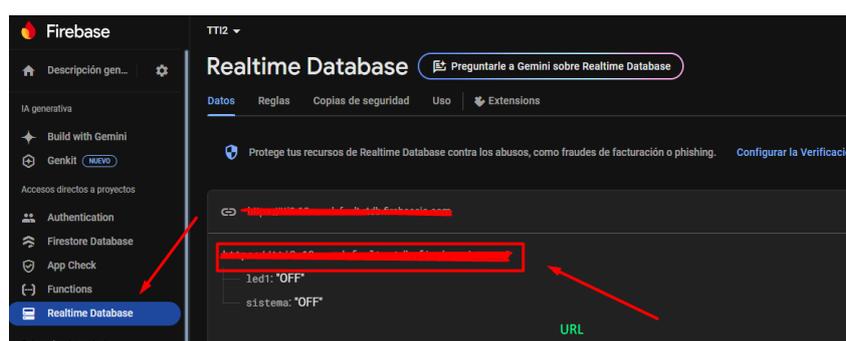
La primera inferencia se realizó encendiendo un led desde la plataforma que actúa como base de datos Firebase que cuenta con distintos servicios en la nube como menciona (Firebase, 2025), los recursos no limitados se se excede la demanda de datos como almacenamiento se utiliza para activar el nodo un 1 o 0 que no ocupa espacios extensos esto contribuye a tener gratuitamente por más de un año de servicio gratis se debe considerar la velocidad de registro en el código realizado en Arduino ID como se muestra en la figura 3.3.44.

**Figura 3.3.44**

*Simulación de nodo y activación del sistema mediante Firebase código Arduino ID*



a) Activación de nodo alarma.



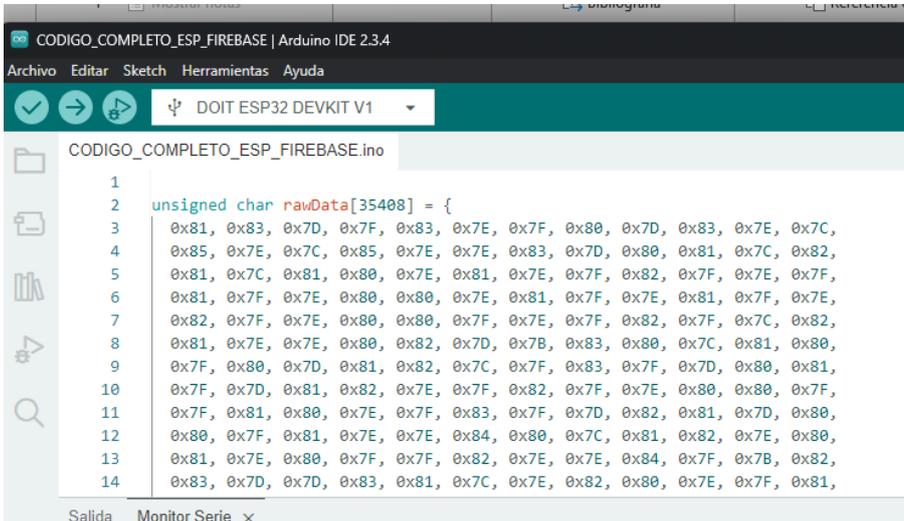
b) Activación de nodo desde base de datos Firebase.

*Nota:* Elaborado por el autor, el código en el esp32 es independiente del sistema recibe una variable en común como se mencionó anteriormente para cambiar de estado ha activado o desactivado al tomado de (ArduiniID, 2025).

El código principal esta seccionado en 3 partes importantes en este caso se utilizó el conocimiento adquirido de trasformación de datos que se puedan leer por el dispositivo en este caso Esp32 que cuenta con una Memoria Flash de 8M y EEPROM como lo menciona (ArduiniID, 2025), se puede imprimir mensajes de audio por los pines 26 y 25 pines específicos para señales

**Figura 3.3.45**

*Audio personalizado trafimasion en Hexadecimales*



```

1
2 unsigned char rawData[35408] = {
3   0x81, 0x83, 0x7D, 0x7F, 0x83, 0x7E, 0x7F, 0x80, 0x7D, 0x83, 0x7E, 0x7C,
4   0x85, 0x7E, 0x7C, 0x85, 0x7E, 0x7E, 0x83, 0x7D, 0x80, 0x81, 0x7C, 0x82,
5   0x81, 0x7C, 0x81, 0x80, 0x7E, 0x81, 0x7E, 0x7F, 0x82, 0x7F, 0x7E, 0x7F,
6   0x81, 0x7F, 0x7E, 0x80, 0x80, 0x7E, 0x81, 0x7F, 0x7E, 0x81, 0x7F, 0x7E,
7   0x82, 0x7F, 0x7E, 0x80, 0x80, 0x7F, 0x7E, 0x7F, 0x82, 0x7F, 0x7C, 0x82,
8   0x81, 0x7E, 0x7E, 0x80, 0x82, 0x7D, 0x7B, 0x83, 0x80, 0x7C, 0x81, 0x80,
9   0x7F, 0x80, 0x7D, 0x81, 0x82, 0x7C, 0x7F, 0x83, 0x7F, 0x7D, 0x80, 0x81,
10  0x7F, 0x7D, 0x81, 0x82, 0x7E, 0x7F, 0x82, 0x7F, 0x7E, 0x80, 0x80, 0x7F,
11  0x7F, 0x81, 0x80, 0x7E, 0x7F, 0x83, 0x7F, 0x7D, 0x82, 0x81, 0x7D, 0x80,
12  0x80, 0x7F, 0x81, 0x7E, 0x7E, 0x84, 0x80, 0x7C, 0x81, 0x82, 0x7E, 0x80,
13  0x81, 0x7E, 0x80, 0x7F, 0x7F, 0x82, 0x7E, 0x7E, 0x84, 0x7F, 0x7B, 0x82,
14  0x83, 0x7D, 0x7D, 0x83, 0x81, 0x7C, 0x7E, 0x82, 0x80, 0x7E, 0x7F, 0x81,

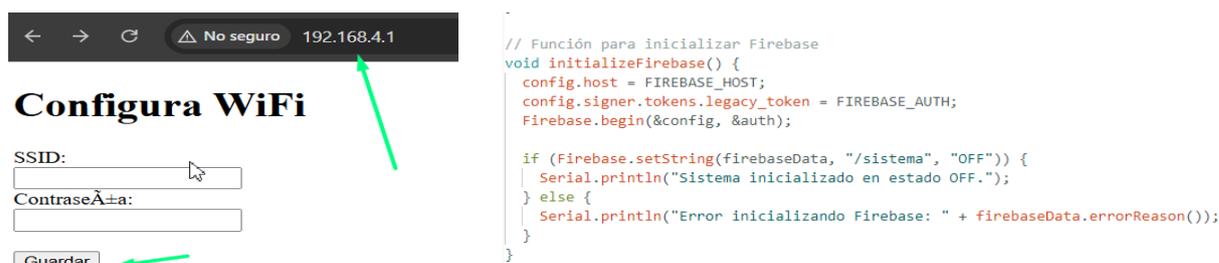
```

*Nota:* Elaborado por el autor, se utiliza una aplicación HxD.

La conexión a internet se realiza mediante la conexión en modo AP del Esp32 el cual da una pequeña página HTTP que indica que ingresemos la credencial de nuestra red Wifi 2.4 debidamente activa, ya que es este bando la que utiliza el nodo para inicializar la conexión con la firebase y estar a la espera de la activación de una detección por parte del sistema como se muestra en la figura 3.3.46.

**Figura 3.3.46**

*Inicialización con la conexión a una red Wifi y verificación de base de datos firebase*

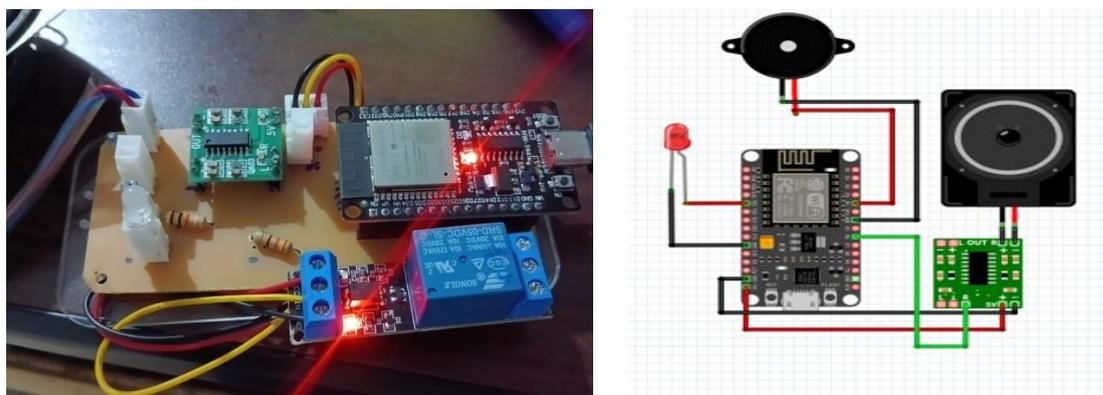


*Nota:* Elaborado por el autor, la conexión se realiza a través de la IP 192.168.4.1.

En el desarrollo físico se implementó algunos ajustes como una base de acrílico para evitar el contacto de pistas en superficies metálicas mediante la malla de tierra conectada a los tornillos evitar cortos por estática como se muestra en la figura 3.3.47 un nodo se vería.

**Figura 3.3.47**

*Nodo conectado a Bateria*



*Nota:* Elaborado por el autor, nodo alarma.

El circuito cuenta con dos salidas de audio mono que soporta hasta 5w de salida se puede alimentar por una batería externa de 5v en la conexión para el preamplificador PAM 8403 una salida de relé para alarmas de 120v alimentadas exterior mente el nodo funciona con una Power bank de 4800mAh duración de 4 horas de energía de respaldo

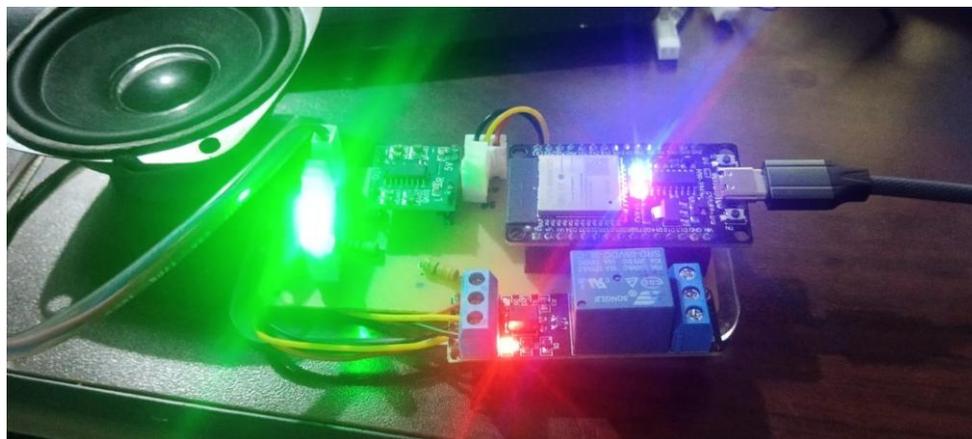
claramente tiene que estar conectado a internet a través de datos móviles o la red con su UPC.

### 3.3.17.2 Pruebas de encendido de nodo y actuadores

En el procesamiento del sistema se definió como se activan los nodos las acciones de alertas que este envía al momento de activarse el sistema de detección como se muestra en la figura 3.3 el nodo está en modo activo durante un periodo de tiempo definido por la codificación, el nodo no tiene funciones para enviar mensajes directamente los mensajes se de Whatsapp se activan desde el código principal del sistema al mismo tiempo que el nodo recibe la alerta de activación los actuadores se activan en estados diferentes para captar la atención del gerente o la persona a cargo de la seguridad dentro o fuera de la empresa como se muestra en la Figura 3.3.48.

#### Figura 3.3.48

*Activacion de nodo desde base de datos Firebase*

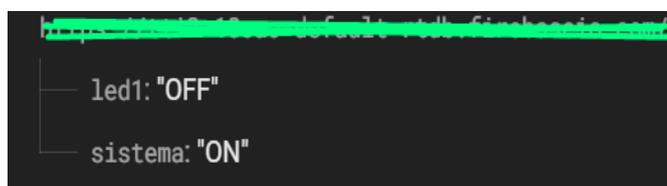


*Nota:* Elaborado por el autor, se enciende el relé por 10 segundos para encender la una sirena de 120v este se puede omitir según la preferencia del usuario, por siguiente se encienden los leds de alerta como se activa la salida de audio esta salida puede adaptarse a una entrada para audífonos para ser trasportado en el lateral del cinturón de la persona encargado de la seguridad o colocarse en un escritorio.

Configuración de base de datos la cual cuata solo con la variable “sistema” que esta reconoce si el sistema se activa o no y se colocara desde la página principal la cual se activará si el sistema lanza la alerta de un arma detectada y se regresara en estado OFF luego de su envío de datos casa un cierto salto de alertas para evitar sobre saturar el encendido del nodo como se observa en la figura 3.3.49.

### Figura 3.3.49

*Base de datos estado del nodo activado o desactivado*



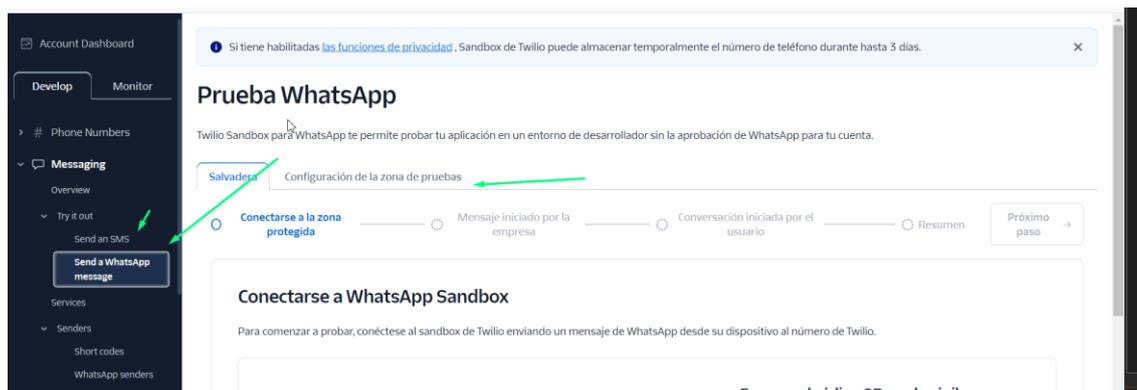
Nota: Elaborado por el autor, se definió esta variable solo para el nodo físico alertas en actuadores las configuraciones de alertas por la red se definirán en la convergencia del sistema tomado de (Firebase, 2025).

### 3.3.17.3 Envío de alertas a través de WhatsApp y Firebase página web con imágenes de alerta del sistema

En vivo de mensajes de texto a través de para en vivo de mensajes de texto y datos desde una base local por 24 horas de prueba o forma paga de un mes de interacción con el sistema recomendación para la empresa y para un sistema interactivo como se indica en la figura 3.3.50.

### Figura 3.3.50

*Uso de Twilio plataforma de mensajes de texto por WhatsApp*

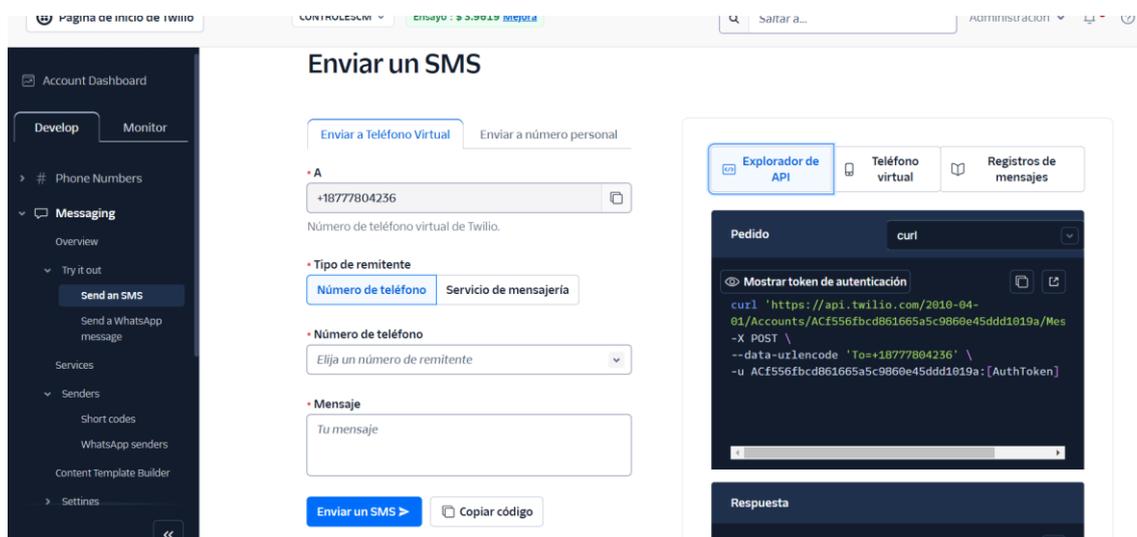


*Nota:* Elaborado por el autor, conexión con número celular del encargado de la empresa o departamento de seguridad externo tomado de (Twilio, 2025).

En vivo de alertas por mensajes SMS un servicio adicional que puede ayudar al sistema en caso de no tener conexión a internet salida a la nube y envió directo al número celular del encargado del sistema como se muestra en la figura 3.3.51.

**Figura 3.3.51**

*Envío de mensajes SMS servicio adicional al envío de alertas*

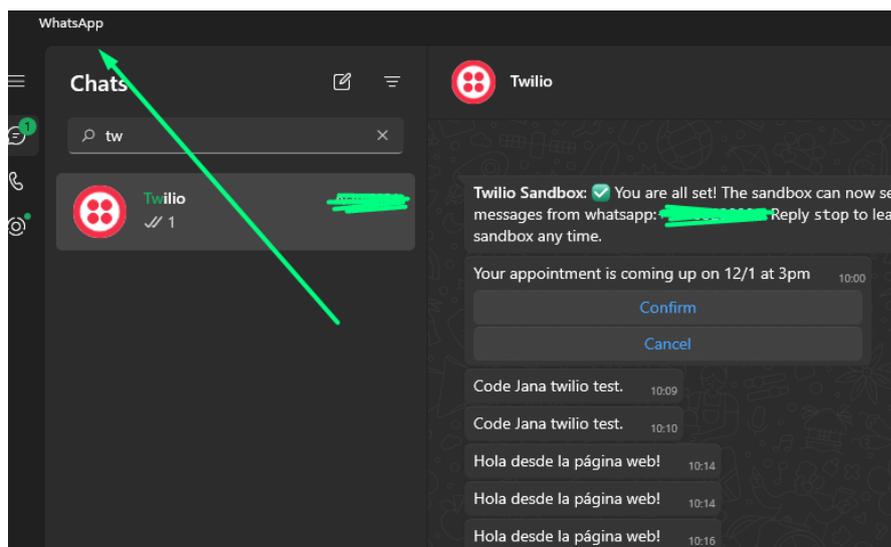


*Nota:* Elaborado por el autor, configuración adicional si se desea pagar la suscripción de la plataforma tomado de (Twilio, 2025).

Mensaje de alerta atabes de la verificación de la plataforma de Twilio a WhatsApp personal esta se dedica a enviar un mensaje de alerta de sistema activo como las imágenes de la última detección del sistema como se muestra en la figura 3.3.52.

**Figura 3.3.52**

*App personal de WhatsApp alerta por Twilio*



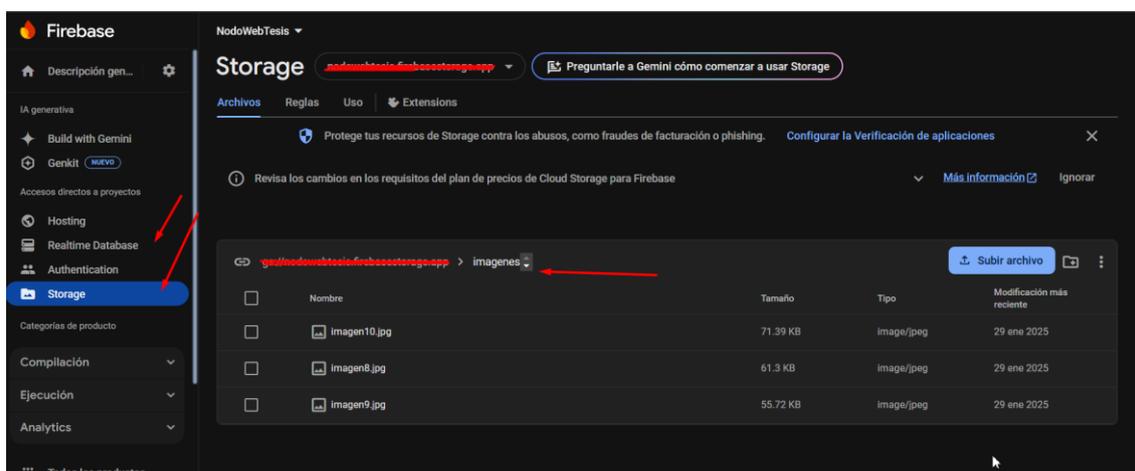
*Nota:* Elaborado por el autor, mensajes de prueba en APP personal.

Creación de página web a través de Firebase Storage para verificación de fotografías de la últimas detección del sistema en tiempo real se desarrolló una página donde se pueda interactuar con la visualización de las últimas 3 imágenes del sistema al activarse también muestra el estado del nodo físico si está encendido o apagado mediante un recuadro que cambia de color.

Creación de base de datos para imágenes en Storage la misma carpeta se vincula con el video almacenado en el procesamiento y base local del sistema como se muestra en la figura 3.3.53 .

**Figura 3.3.53**

*Creación de base de datos para imágenes almacenadas*



*Nota:* Elaborado por el autor, las imágenes se pueden borrar de esta base de datos recordando que hay una copia en manera física en el RAID 1 del sistema.

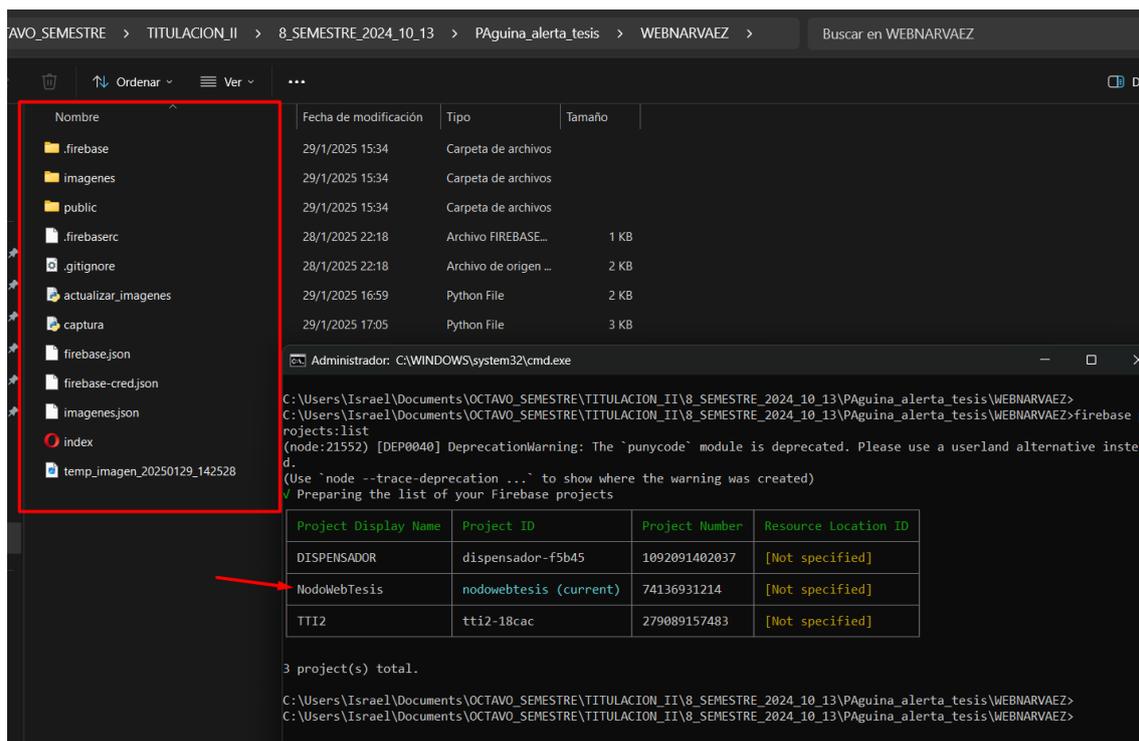
La creación de esta alerta mediante web se activa desde la siguiente carpeta la cual muestra los distintos escritos que convergen en la captura de datos tomados desde el código principal la página web que representa no es interactiva ya que solo es para constancia del momento de la acción realizada por el sistema de detección o alerta enviada en tiempo real.

Su activación viene dada por consola directamente con los comandos de Firebase la cual nos ayuda a inicializar la suscripción a un proyecto que queremos sacar a la Web en este caso NodoWebTesis como se indica en la figura 3.3.54.

Debemos tener una instalación previa de Nodo.js, para vincular los procesos del sistema con la activación de base de datos almacenada en Google Cloud.

**Figura 3.3.54**

*Creación del repositorio de las alertas Web*



*Nota:* Elaborado por el autor, los proyectos se inicializan con el comando firebase payload.

Fotografías tomadas por el sistema y verificadas en tiempo real de su actualización como encendido del nodo en base al estado de ON y OFF se crea una dirección <https://nodowebtesis.web.app/> que es compatible con la red.

**Figura 3.3.54**

*Página Web*

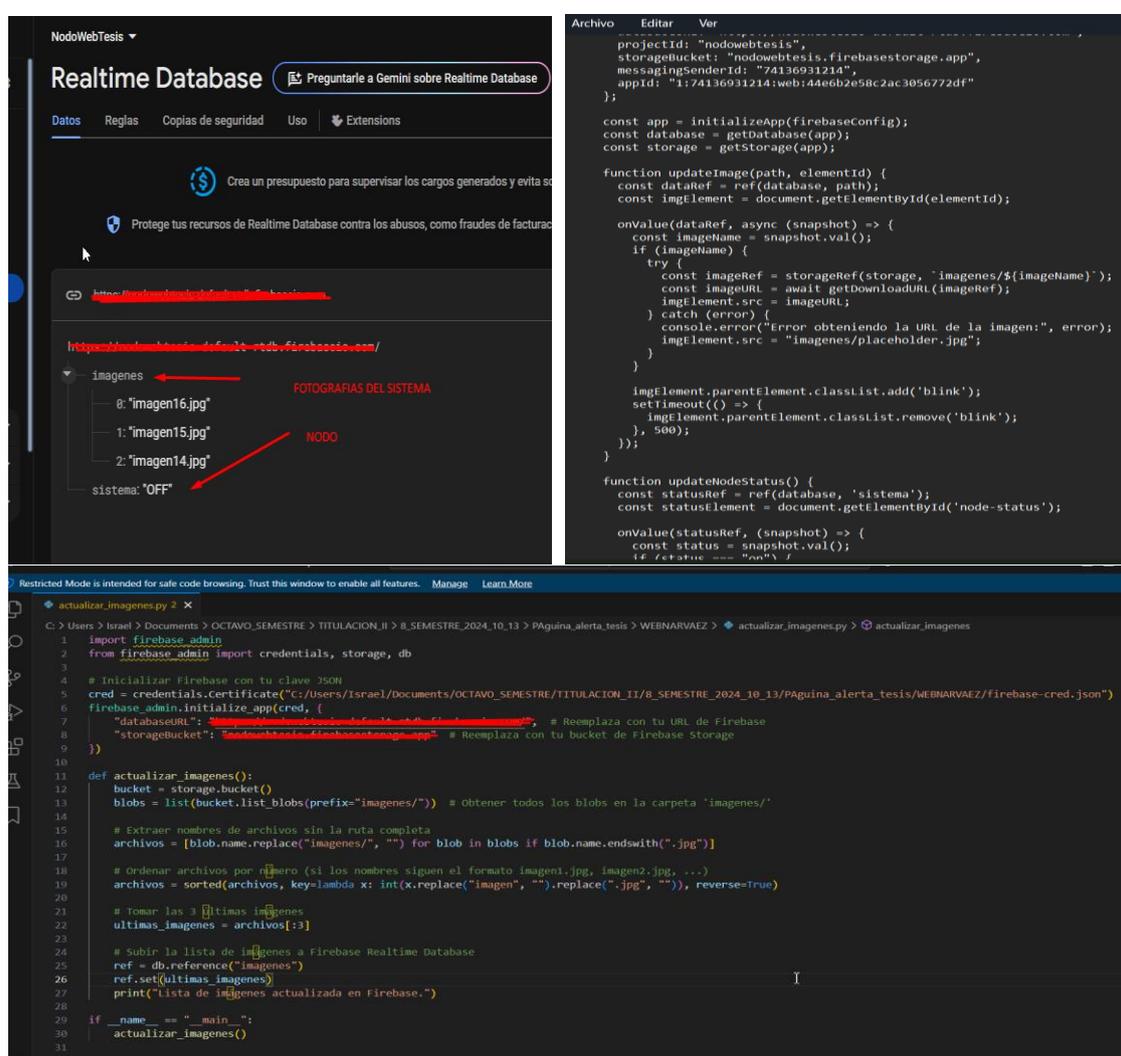


*Nota:* Elaborado por el autor, imagen se actualizan en tiempo real según el sistema se active como el indicador del led esta página web pública.

La codificación empieza creando un archivo .py que este almacenando los procesos de escritura de imágenes como la etiqueta al almacenarse en la base de datos de Google cloud, las cuales se envía desde el sistema a principal al activarse em modelo propuesto y sistema actuado, unión de nodo físico a la interacción de alertas.

**Figura 3.3.56**

*Configuración de página web y nodo físico*



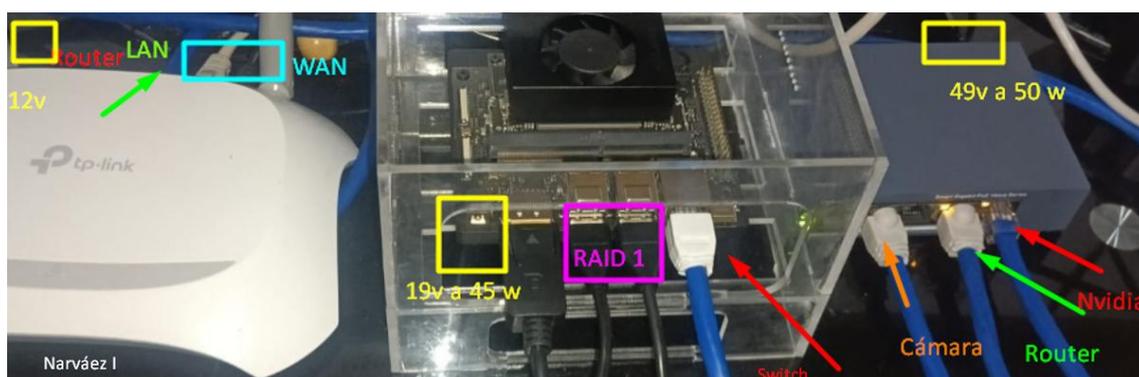
*Nota:* Elaborado por el autor.

### 3.3.17.3.1 Diagrama de conexión del sistema físico

El sistema está distribuido y armado de una manera ordenada referenciando a la arquitectura utilizada PMBOK, la conexiones físicas se almacenaran en las instalaciones de la empresa el rack ubicado en lateral de la caja tiene un espacio adaptable para el sistema en el mismo se almacenan tres componentes del sistema, el sistema principal dado por la tarjeta NVIDIA Jetson Nano, Switch, Router, la conexión dentro del mismo sería como se muestra en la figura 3.3.57 como su alimentación está dada por una regleta disponible en el rack no se hacen modificaciones en el sitio.

**Figura 3.3.57**

*Diagrama de conexión vista lateral de conexiones físicas a la red privada del sistema*



*Nota:* Elaborado por el autor.

### 3.3.18 Análisis y ubicación del sistema

El sistema está localizado en rack de la empresa lo más importante es la ubicación de las cámaras como se indica en la figura 3.3.58 la cual corresponde al plano realizado para obtener las medidas del lugar que se va a implementar el sistema en este caso se determinó que el lugar es mediano en base a la eficacia del sistema considerando algunos parámetros que se mencionaran más adelante.

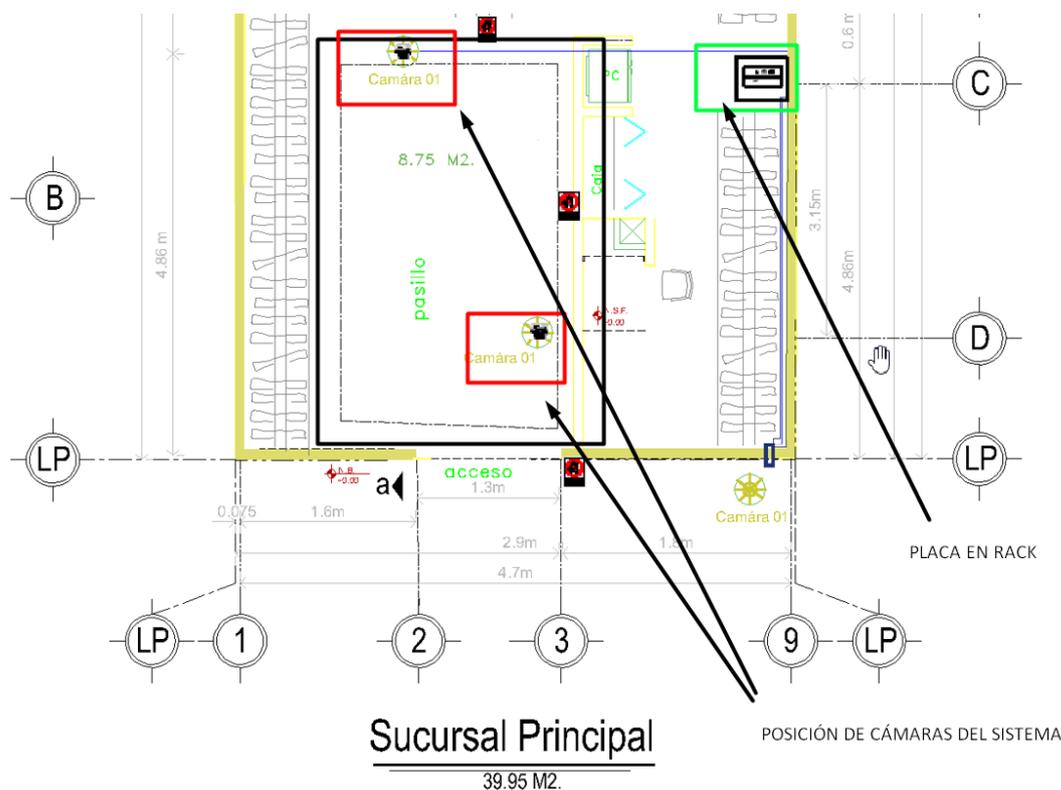
Se tiene que el sistema por usos de recursos y prácticos se implementara con una sola cámara, en los planos presentados se muestran dos cámaras esto es adaptable ya que

si se tiene mayor campo de vista el sistema puede tener más eficiencia, pero el procesamiento de este es más exigente y los recursos del sistema.

Las mediciones se las realizaron con un flexómetro digital este ayudo con la medición de una manera más rápida y sin errores, el área a analizar y que sistema se enfocara tiene una medida de 3.2m x 5.4m en referencia al ancho y largo del lugar, una medida muy importante es la altura del suelo de fabrica al techo ya que esto afectara a medidas que se presentaran a continuación.

**Figura 3.3.58**

*Rocorte de planos sobre el area a detectar*



Se utilizo la siguiente aplicación gratuita para simular los distintos dispositivos de video como las medidas y ajusté de ángulo de cada cámara con la ayuda de <https://www.jvsg.com/calculators/cctv-lens-calculator/> , se logró analizar y comprobar que tenemos seis zonas de visualización de dependiendo de las características de cada cámara estos parámetros se pueden ajustar dentro de la aplicación tomaremos estas

medidas para analizar los “ppm” que son los pixeles por milímetro que la imagen puede detectar o identificar objetos con una mayor calidad de imagen, entre la zona de identificación superior e identificación serán las cuales se trabajara como se muestra en la figura 3.3.59 tomada de (Jvsg, 2025).

### Figura 3.3.59

*Parámetros de visualización de pixeles por milímetro*



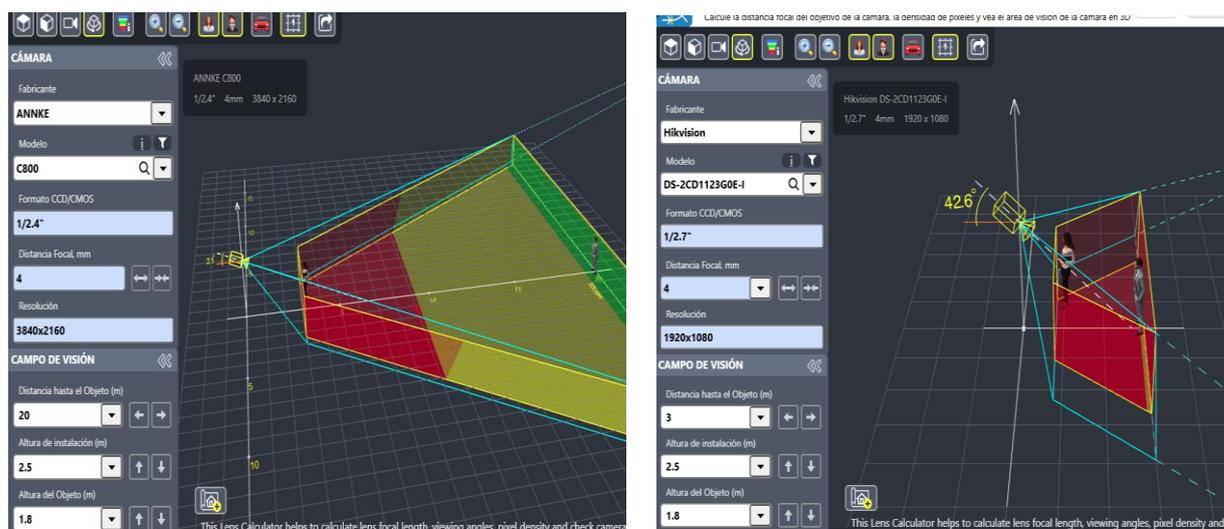
*Nota:* Tomada de (Jvsg, 2025).

El sistema esta estrictamente parametrizado por la calidad de imagen que pueda capturar la cámara en este caso se necesitaron los requerimientos para la adquisición de la misma para la simulación de calidad de imagen se utilizó Jvsg una aplicación que está enfocada en los cálculos de imagen para captura de videovigilancia la misma que cuanta con parámetros variables limitados en su página Web donde se realizaron algunas pruebas de inferencia de imagen la distancia de visualización de cada dispositivo en medidas como en la calidad de captura de imagen que posee la cámara en este caso 4K 3840 x 2160 píxeles.

La imagen capturada por la simulación se mide en escala de colores que van desde la más eficiente en calidad hasta solo lograr monitorear un espacio en este caso solo nos enfocaremos a las dos primeras escañas Fucsia y Rojo como se muestra en la figura 3.3.60.

**Figura 3.3.60**

*Escala de eficiencia con respecto a la distancia del objeto*



*Nota:* Tomada de (Jvsg, 2025).

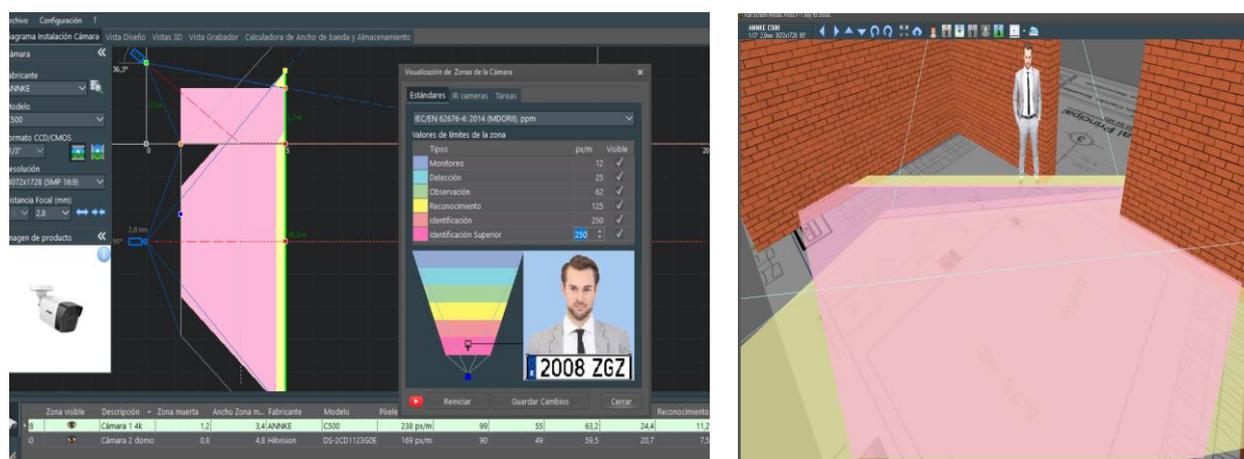
Como se mencionó estos parámetros tomados desde el sitio Web no son suficientes por lo tanto se descargó la aplicación de escritorio la cual cuenta con herramientas adicionales como el cálculo de ancho de banda la calidad de la transmisión la distancia y simulación de las áreas como en 3D de las dimensiones reales estas características ayudan a mejorar la implementación en el sitio ya que trabajamos con parámetros reales, se subió una imagen de los planos la cual se dimensiona a tamaño real dónde se trabajó las medidas y ajustes del sistema nos ayudamos en los ajustes de la aplicación basados en el video demostrativo como se indica en la figura 3.3.61.

- Video demostrativo de uso de espacio Vjsg:

<https://www.youtube.com/watch?v=aTqsoXnHpwQ&list=PLBF426vwVuxuCf45m349I4DKxW9i3Xzrj&index=3>

**Figura 3.3.61**

*Ajuste de ángulo focal de cámaras de seguridad en zona con dimensiones reales*



*Nota:* Tomada de (Jvsg, 2025), se realizó los ajustes de prueba de cada cámara con su respectivo ángulo y distancia focal en las 2 primeras escalas y se estima que la primera escala es muy pequeña con la calidad de imagen capturada por la cámara 1 y 2, la selección de la cámara como la marca es requisito para optimizar y analizar los recursos reales de cada dispositivo.

Los datos analizados y parametrizados se imprimen en una barra inferior donde muestra las siguientes características resolución de cámara 3072x1728 (16:9), compresión H.256-15(Buena calidad), Tamaño de fotograma 35, FPS 15, Grabación 100, Ancho de banda 4.0(Mbits/s), espacio de disco 1.296, velocidad 4301, ANNKE C500, como se muestra en la figura 3.3.62.

**Figura 3.3.62**

*Parámetros de velocidad en transmisión de video en dimensiones reales*

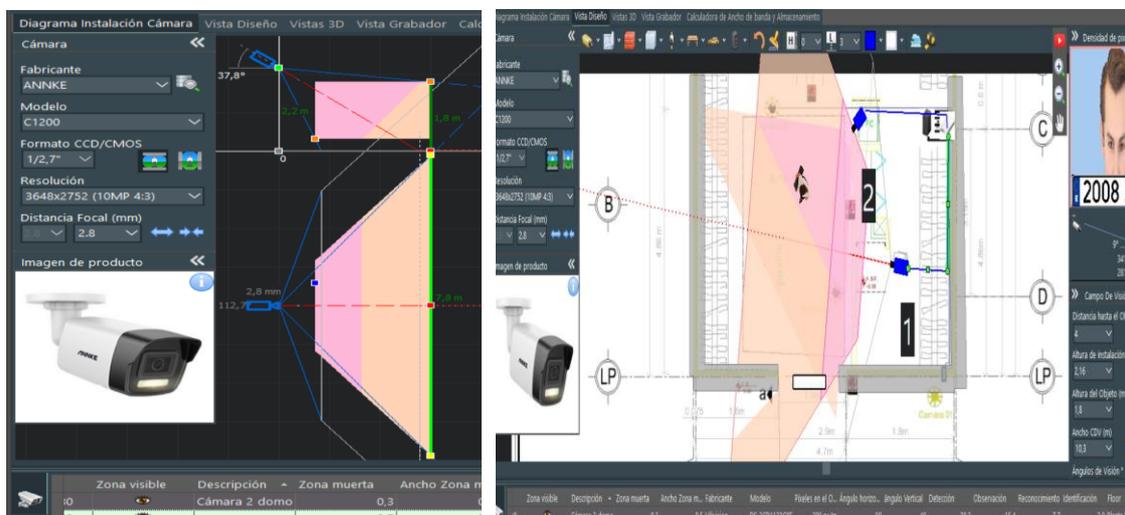
Resolución	Compresión	Tamaño Fotograma*, (...)	FPS	Días	Cámaras	Grabación (%)	Ancho de banda (Mbit/s)	Espacio en disco (GB)	Velocidad de...	Comentario
3072x1728 (5MP 16:9)	H.265-15 (Calidad Buena)		35	15	30	1	100	4,0	1.296,0	4301 1 ANNKE C500

*Nota:* Tomada de (Jvsg, 2025).

Ajuste de cobertura de variación de escalas en la cámara 1 y principal del sistema después de una ajuste manual de la posición física del dispositivo se encontró un punto adecuado el cual cubra con la escala 2 es aceptable la sección de la caja la cual es la zona a identificar con una distancia de la capara 2 de 3 metros tomado la línea que divide la barra de pagos con la zona para el cliente si se implementa la segunda cámara de las mismas características se podrá cubrir una sección superior a esta como se representa en la figura 3.3.63, tomando en cuenta la altura desde el suelo 2.3m si esta distancia es menor mejora el ángulo de visión como la calidad de las clase 1 y 2 definida en la figura 3.3.59.

**Figura 3.3.63**

*Ajuste de cámara vasados en la altura de su ubicación*

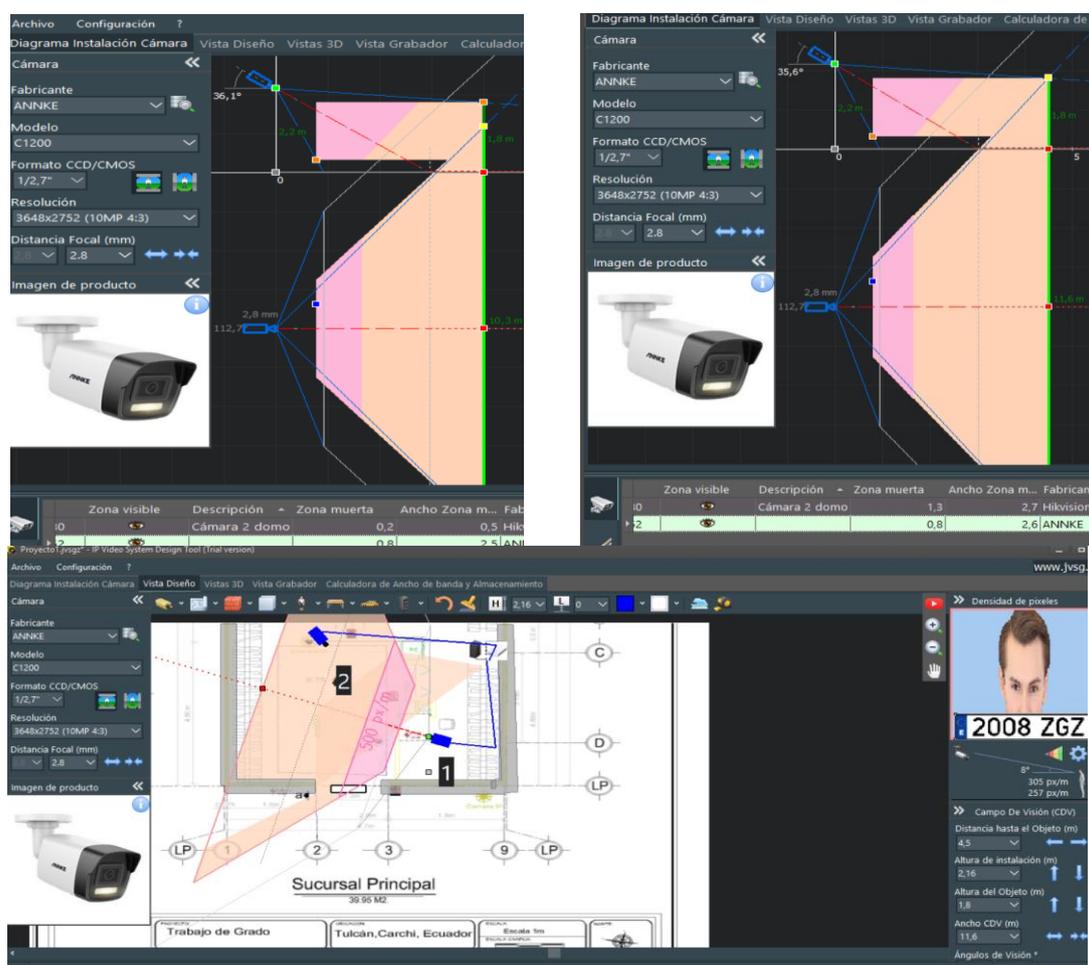


Nota: Tomada de (Jvsg, 2025).

Zona clave para cámara 1 sobre la línea de caja con un ángulo aproximado de  $35^\circ$  a  $36^\circ$  con respecto de la superficie del techo, altura de 2.2m con una cobertura en la escala 2 de 2.4 m de profundidad y 5.6 de ancho, zona a analizar 3.4m x 5m.

Figura 3.3.64

#### Distancia focal zona 1 cámara 4k



Nota: Tomada de (Jvsg, 2025), Zonas definidas para cámara 1 si la empresa requiere ampliar el rango de visualización se puede llegar a un grado de expansión aumentando recursos en el propio sistema el nivel de procesamiento depende de factores económicos en componentes electrónicos de una mayor capacidad de procesamiento de datos.

### 3.3.19 Pruebas de convergencia del sistema

La convergencia del sistema está dada en pruebas basadas en la velocidad de respuesta como las pérdidas que se pueden dar en la transmisión de la red LAN, red independiente del sistema, se utilizó la herramienta Wireshark para el monitoreo de los saltos y interacción dentro de la red privada como la verificación en los equipos físicos y únicos que estarán conectados a la red estos dispositivos cuentan con claves encriptadas como uso de cortafuegos para evitar el acceso indebido.

Captura de paquetes relacionados con el equipo Router Tp-link, muestra la integración con la red WAN red compartidas por la empresa y paso a la salida al distribuidor de esta, la red indica la comunicación entre saltos, el tiempo que le toma es mínimo y aceptable por la topología planteada y las altas capacidades de cada medio de tradición en este caso UTP cat6A como se observa en la figura 3.3.65.

**Figura 3.3.65**

*Captura en Wireshark equipo Router*

```

[Coloring Rule Name: udp]
[Coloring Rule String: udp]
Ethernet II, Src: TPLink_7e:cc:fa (5c:62:8b:7e:cc:fa), Dst: IPv4mcast_7f:ff:fa (01:00:5e:7f:ff:fa)
  Destination: IPv4mcast_7f:ff:fa (01:00:5e:7f:ff:fa)
    ... ..0. .... = LG bit: Globally unique address (factory default)
    ... ..1. .... = IG bit: Group address (multicast/broadcast)
  Source: TPLink_7e:cc:fa (5c:62:8b:7e:cc:fa)
    ... ..0. .... = LG bit: Globally unique address (factory default)
    ... ..0. .... = IG bit: Individual address (unicast)
Type: IPv4 (0x0800)
[Stream index: 3]
Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.75.14, Dst: 239.255.255.250
  0100 .... = Version: 4
  ... 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
  Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
  Total Length: 511
  Identification: 0x0000 (0)
  010. .... = Flags: 0x2, Don't fragment
  ...0 0000 0000 0000 = Fragment Offset: 0
  Time to Live: 4
  Protocol: UDP (17)
  Header Checksum: 0x793d [validation disabled]
  [Header checksum status: Unverified]
  Source Address: 192.168.75.14
  Destination Address: 239.255.255.250
[Stream index: 181]
User Datagram Protocol, Src Port: 41016, Dst Port: 1900
Simple Service Discovery Protocol
  NOTIFY * HTTP/1.1\r\n
    Request Method: NOTIFY
    Request URI: *
    Request Version: HTTP/1.1
    HOST: 239.255.255.250:1900\r\n
    CACHE-CONTROL: max-age=300\r\n
    LOCATION: http://192.168.75.14:1900/gatedesc.xml\r\n
    OPT: "http://schemas.upnp.org/upnp/1/0/"; ns=01\r\n
    01-NLS: 62578fd6-1dd2-11b2-8fcc-c8cb243cb3c4\r\n
    NT: urn:schemas-upnp-org:service:Layer3Forwarding:1\r\n
    NTS: ssdp:alive\r\n
No.: 214601 · Time: 8895.358372 · Source: 192.168.75.14 · Destination: 239.255.255.250 · Protocol: SSDP · Length: 525 · Info: NOTIFY * HTTP/1.1

```

*Nota:* Elaborada por el autor, convergencia de la red LAN red privada exclusiva del sistema.

Captura de rutas del equipo Switch este equipo maneja las interfaces de conexión de todos los equipos en este caso se utilizó el protocolo “UDP” por el alto rendimiento de datagramas y renvió de datos a altas velocidades, se comprueba la salida a Ethernet a través de la red WAN como se observa en la figura 3.3.66.

**Figura 3.3.66**

*Captura en Wireshark equipo Switch*

```

[Frame is ignored: False]
[Protocols in frame: ethertype:ip:udp:dns]
[Coloring Rule Name: UDP]
[Coloring Rule String: udp]
Ethernet II, Src: HikvisionDig_03:c7:48 (80:be:af:03:c7:48), Dst: TPLink_7e:cc:fa (5c:62:8b:7e:cc:fa)
  Destination: TPLink_7e:cc:fa (5c:62:8b:7e:cc:fa)
    ..0. .... = LG bit: Globally unique address (factory default)
    ..0. .... = IG bit: Individual address (unicast)
  Source: HikvisionDig_03:c7:48 (80:be:af:03:c7:48)
    ..0. .... = LG bit: Globally unique address (factory default)
    ..0. .... = IG bit: Individual address (unicast)
Type: IPv4 (0x0008)
Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.75.1, Dst: 8.8.8.8
User Datagram Protocol, Src Port: 21024, Dst Port: 53
Domain Name System (query)
  Transaction ID: 0x0000
  [Expert Info (Warning/Protocol): DNS response missing]
  [DNS response missing]
  [Severity level: Warning]
  [Group: Protocol]
  Flags: 0x0100 Standard query
    0... .. = Response: Message is a query
    .000 0... .. = Opcode: Standard query (0)
    ....0. .... = Truncated: Message is not truncated
    ....1. .... = Recursion desired: Do query recursively
    ....0. .... = Z: reserved (0)
    ....0. .... = Non-authenticated data: Unacceptable
  Questions: 1
  Answer RRs: 0
  Authority RRs: 0
  Additional RRs: 0
  Questions
    liteudev.hik-connect.com: type A, class IN
      Name: liteudev.hik-connect.com
      [Name Length: 25]
      [Label Count: 3]
      Type: A (1) (Host Address)
      Class: IN (0x0001)
  Extraneous Data (0x00000000)
Differentiated Services Codepoint (p.d.sfield.dscp), 6 bit(s)

```

*Nota:* Elaborada por el autor, convergencia de la red LAN red privada exclusiva del sistema.

Captura de rutas a través de placa reducida Nvidia se comprobó la capacidad de respuesta entre el último terminal que sería el equipo de cámara de video por IP en este caso las velocidades no afectan a la transmisión de datos por los saltos de dispositivos entre sí el envío de datos el sistema se adapta al uso de estos datos a ser inferidos por el modelo entrenado y codificado para alto rendimiento como se demuestra en la figura 3.3.67.

**Figura 3.3.67**

*Captura en Wireshark equipo Nvidia Jaton orin kit*

```

[Coloring Rule Name: Routing]
[Coloring Rule String: hsrp || eigrp || ospf || bgp || cdp || vrrp || carp || gvrp || igmp || ismp]
Ethernet II, Src: NVIDIA_f7:6f:77 (48:b0:2d:f7:6f:77), Dst: IPv4mcast_16 (01:00:5e:00:00:16)
  Destination: IPv4mcast_16 (01:00:5e:00:00:16)
    ....0. .... = LG bit: Globally unique address (factory default)
    ....1. .... = IG bit: Group address (multicast/broadcast)
  Source: NVIDIA_f7:6f:77 (48:b0:2d:f7:6f:77)
    ....0. .... = LG bit: Globally unique address (factory default)
    ....1. .... = IG bit: Individual address (unicast)
Type: IPv4 (0x0800)
[Stream index: 28]
Padding: 000000000000
Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.75.5, Dst: 224.0.0.22
  0100 .... = Version: 4
  ....0110 = Header Length: 24 bytes (6)
  Differentiated Services Field: 0xc0 (DSCP: CS6, ECN: Not-ECT)
    1100 00.. = Differentiated Services Codepoint: Class Selector 6 (48)
    ....00 = Explicit Congestion Notification: Not ECN-Capable Transport (0)
  Total Length: 40
  Identification: 0x0000 (0)
  Flags: 0x2, Don't fragment
    0... .... = Reserved bit: Not set
    .1. .... = Don't fragment: Set
    ..0. .... = More fragments: Not set
    ...0 0000 0000 0000 = Fragment Offset: 0
  Time to Live: 1
  Protocol: IGMP (2)
  Header Checksum: 0xf84b [validation disabled]
  [Header checksum status: Unverified]
  Source Address: 192.168.75.5
  Destination Address: 224.0.0.22
  Options: (4 bytes), Router Alert
    IP Option - Router Alert (4 bytes): Router shall examine packet (0)
[Stream index: 351]
Internet Group Management Protocol
  [IGMP Version: 3]
  Type: Membership Report (0x22)
  Reserved: 00
No.: 259325 - Time: 11259.748788 - Source: 192.168.75.5 - Destination: 224.0.0.22 - Protocol: IGMPv3 - Length: 60 - Info: Membership Report / Leave group 239.255.255.250

```

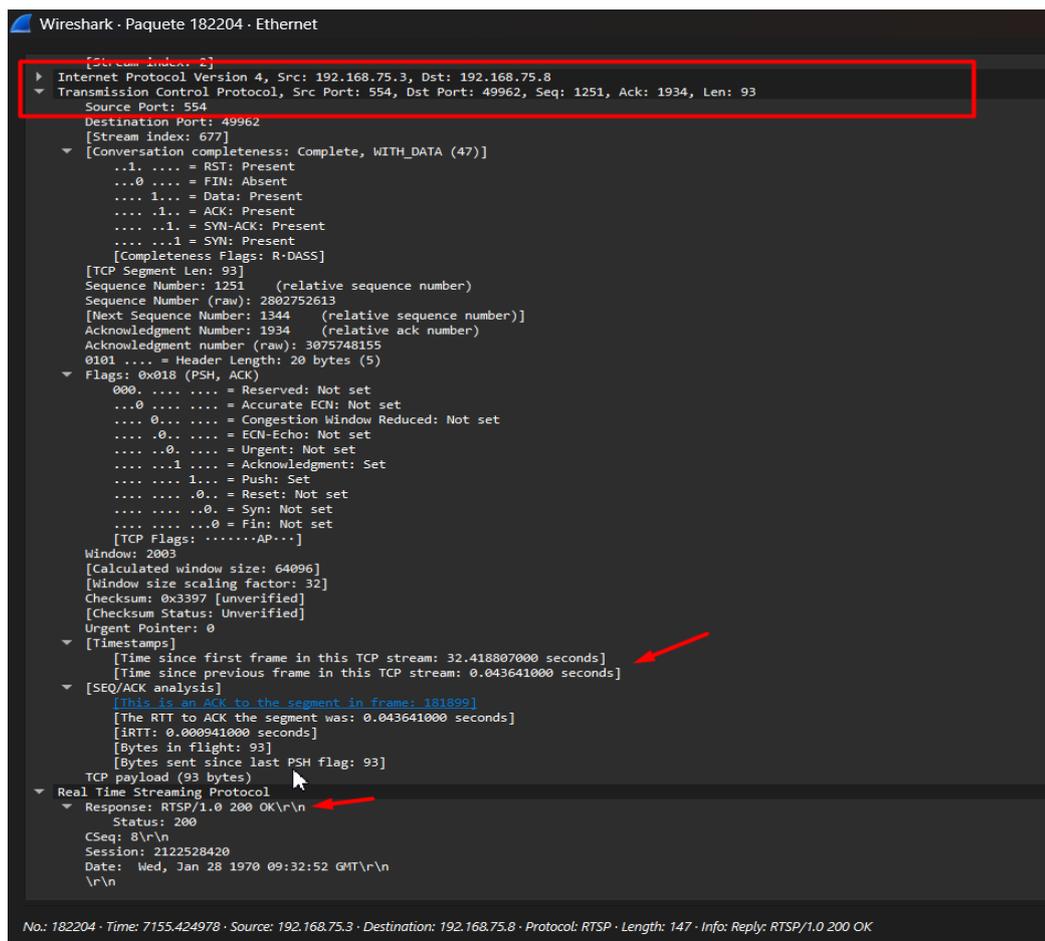
*Nota:* Elaborada por el autor, convergencia de la red LAN red privada exclusiva del sistema.

Captura en el equipo cámara IP en esta captura se verifico la velocidad de salida del video como los protocolos que utiliza y definidos en la configuración de este equipo “UDP” está definido como predeterminado en el sistema para ser capaz de enviar la información lo más rápido que se pueda para no tener latencia en el video.

Se menciona que se utiliza el puerto 445 y 554 para las transmisiones por “RTSP” protocolo para envío de video en tiempo real utilizado en cámaras IP y la interacción que se puede realizar por medio de este como se muestra en la figura 3.3.68.

**Figura 3.3.68**

*Captura en Wireshark equipo Cámara IP 4k*



*Nota:* Elaborada por el autor, convergencia de la red LAN red privada exclusiva del sistema.

Captura de rutas con el comando Tracert para el dimensionamiento de los saltos que dan los distintos equipos del sistema para interactuar entre ellos como se indica en la figura 3.3.69 se observa que los altos dentro de la red LAN son mínimos menores de 1 ms a la red más lejana y la prueba de salida a WAN se tiene que realizar un número 11 saltos en el salto 2 se muestra la salida de la red local del sistema a empresarial y en los siguientes altos a los servicios de Google.com salida como consulta de Ethernet.

### Figura 3.3.69

*Rutas Trasadas en la respuesta de la red*

```

C:\Users\Israel>tracert 192.168.75.3
Traza a 192.168.75.3 sobre caminos de 30 saltos como máximo.
  1      1 ms      1 ms      <1 ms  192.168.75.3
Traza completa.

C:\Users\Israel>tracert 192.168.75.14
Traza a 192.168.75.14 sobre caminos de 30 saltos como máximo.
  1      1 ms      1 ms      <1 ms  192.168.75.14
Traza completa.

C:\Users\Israel>tracert 192.168.75.1
Traza a la dirección ISRAEL-NARVAEZ [192.168.75.1]
sobre un máximo de 30 saltos:
  1      <1 ms     <1 ms     <1 ms  ISRAEL-NARVAEZ [192.168.75.1]
Traza completa.

C:\Users\Israel>tracert 8.8.8.8
Traza a la dirección dns.google [8.8.8.8]
sobre un máximo de 30 saltos:
  1      1 ms      <1 ms      4 ms   192.168.75.14
  2     901 ms    26 ms     32 ms  192.168.1.1
  3      9 ms      *          5 ms   10.234.40.1
  4      *        5 ms     10 ms  10.150.160.17
  5      7 ms     9 ms     6 ms   172.29.1.165
  6      9 ms     6 ms     6 ms   192.168.177.2
  7      *        504 ms   1011 ms 192.168.177.1
  8     16 ms    16 ms    18 ms  72.14.243.192
  9     19 ms    41 ms    36 ms  192.178.87.231
 10     27 ms    50 ms    26 ms  142.251.228.97
 11     24 ms    25 ms    18 ms  dns.google [8.8.8.8]
Traza completa.

```

*Nota:* Elaborada por el autor, convergencia de la red LAN red privada exclusiva del sistema.

### 3.3.20 Creación de RAID 1 para Almacenamiento

El sistema debe contener una cantidad de información almacenada muy grande al estar definida por los requerimientos del sistema ya que se debe asegurar que las copias de los datos se guarden por un periodo extenso con la finalidad de usarlos en forma de evidencia en caso de llegar a necesitarlo se aplica la redundancia de información, estos datos se toman en base a un cálculo de Gb de uso en el periodo previo a su copia de seguridad realizado por la división de particiones en el disco en un arreglo de los mismo RAID 1.

- Dimensionamiento de almacenamiento del sistema

**Se considera:**

**Tabla 3.3.11***Dimensionamiento de Discos Externos*

Número de Cámaras IP	1 - 2
Número de horas al día que está registrando datos	<b>24 horas</b>
Resolución de imagen	<b>640 x 480 - 3840 x 2160</b>
Tipo de comprecipn de imagen	<b>JPEG</b>

*Nota:* Elaborado por el autor.

Tomando en cuenta que la redundancia del sistema será aproximada mente de 8 meses se tiene que para 1 cámara con resolución 640 x480.

**Capacidad de almacenamiento por hora/día:**

$\frac{\text{Capacidad}}{\text{hora}} = \text{Tamaño de la imagen} \times \text{número de iamgenes por segundo} \times \text{segundos por hora}$

$$\frac{\text{Capacidad}}{\text{hora}} = 22 \text{ KB} \times 2 \frac{\text{imagenes}}{\text{segundo}} \times 3600 \frac{\text{segundos}}{\text{hora}}$$

$$\frac{\text{Capacidad}}{\text{hora}} = \frac{158,400 \text{ KB}}{\text{hora}} = \frac{158,400 \text{ MB}}{\text{hora}}$$

$$\frac{\text{Capacidad}}{\text{dia}} = 3.8016 \frac{\text{GB}}{\text{dia}}$$

**Capacidad de almacenamiento por días:**

*Almacenamiento disponible : 1 TB = 1024 GB*

$$\text{Tiempo de almacenamiento} = \frac{\text{Almacenamiento total}}{\text{Mínima diaria}}$$

$$\text{Tiempo de almacenamiento} = \frac{1024 \text{ GB}}{3.8916 \text{ GB/día}} = 269.1 \text{ Días}$$

### Resultado:

Con 1 TB de almacenamiento , tomaría aproximadamente 269,1 días (alrededor de 8 meses y 27 días ).

#### 3.3.20.1 Implementación de RAID 1

Proceso de instalación de MDADM para RAID 1 se une el espacio disponible del disco con las particiones actuales esto realiza un aumentó de espacio el cual será destinado a almacenamiento de las grabaciones como capturas de datos en tiempo real durante un periodo de 4 meses y tendrá una copia de seguridad de 4 meses para la seguridad de información como se indica en la figura 3.3.70.

#### Figura 3.3.70

*Instalación de mdadm creación del RAID1*

```

sudo apt install mdadm
israel@israel-virtual-machine:~/Tesis$ sudo apt install mdadm
[sudo] password for israel:

```

*Nota:* Elaborada por el autor, esta extensión crea las particiones del disco.

Mirar las particiones que tenemos en los discos se identifica las partes que se van a unir a la nueva partición del RAID 1 en este caso SDA1 las particiones como examinar los bloques en los discos libres como se muestra en la figura 3.3.71.

**Figura 3.3.71***Bloques en los discos*

```

7          9      39760 loop9
israel@israel-virtual-machine:~/Tesis$ sudo mdadm -E /dev/sd[ba]
/dev/sda:
  MBR Magic : aa55
Partition[0] : 52428799 sectors at 1 (type ee)
israel@israel-virtual-machine:~/Tesis$

```

*Nota:* Elaborada por el autor

Creación de particiones en los discos SSD con el comando fdisk y el nombre del disco se utilizan los comandos m, n, p, t, l, w que son las abreviaturas que crean una partición de redundancia como se muestra en la figura 3.3.72.

**Figura 3.3.73***Comandos creación de partición RAID1*

```

israel@israel-virtual-machine:~/Tesis$ sudo fdisk /dev/sda1
Welcome to fdisk (util-linux 2.37.2).
Changes will remain in memory only, until you decide to write.
Be careful before using the write command.

Device does not contain a recognized partition table.
Created a new DOS disklabel with disk identifier 0x82b60731.

Command (n for help): n

Partition type
  p   primary (0 primary, 0 extended, 4 free)
  e   extended (container for logical partitions)
select (default p): p
Partition number (1-4, default 1):
First sector (1-2047, default 1):
Last sector, +/-sectors or +/-size[K,M,G,T,P] (1-2047):
Created a new partition 1 of type 'Linux' and of size
Command (m for help): t
selected partition 1
Hex code or alias (type L to list all): l

Command (m for help): n

```

```

israel@israel-virtual-machine:~/Tesis$

```

```

israel@israel-virtual-machine:~/Tesis$ sudo fdisk /dev/sda1

```

```

00 Empty                24 NEC DOS               81 Minix / old
01 FAT12                 27 Hidden NTFS Win      82 Linux swap

```

```

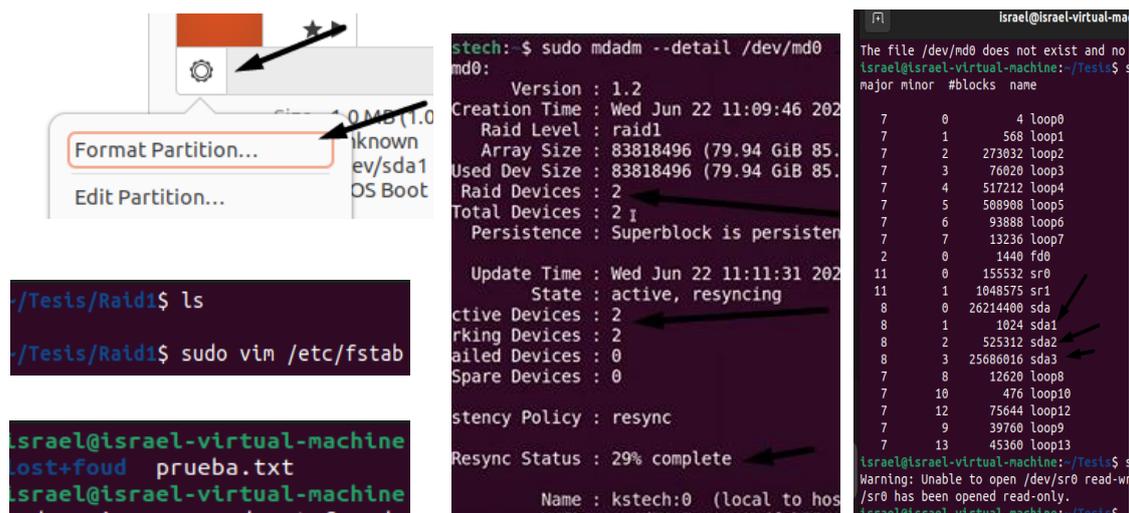
Aliases:
  linux - 83
  swap - 82
  extended - 05
  uefi - EF
  raid - FD
  lvm - 8E
  linuxex - 85
Hex code or alias (type L to list all): fd
Changed type of partition 'linux' to 'Linux raid autodetect'.
Command (m for help):

```

*Nota:* Elaborada por el autor, configuraciones realizadas a disposición de la cantidad de discos disponibles.

Verificación de la creación del RAID1 el cual está relacionado en las particiones de la carpeta de redundancia Tesis tendría que contener el archivo lost+foud como se muestra en la figura 3.3.73.

**Figura 3.3.73***Creación del RAID 1*

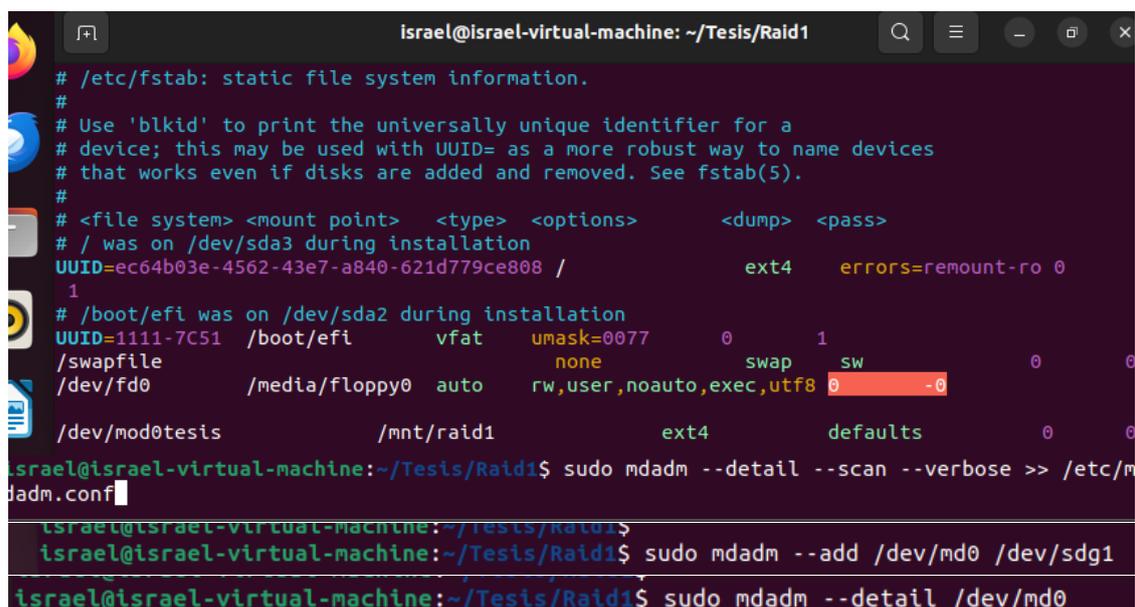


*Nota:* Elaborada por el autor, configuraciones realizadas a disposición de la cantidad de discos disponibles.

Para que los cambios se mantengan tenemos que editar la siguiente carpeta donde se guardan las particiones de los discos Raid 1 tenemos que aumentar la última línea que se observa “tesis” este comando nos ayuda a guardar los cambios realizados :wq como se muestra en la figura 3.3.74 como también se muestra los distintos pasos para ver si se creó correctamente las particiones del disco y su agregación.

**Figura 3.3.74**

*Verificación del acceso al RAID 1*



*Nota:* Elaborada por el autor, consultar el detalle y escáner los resultados de este Raid 1 en modo ROOT, añadir un disco al Raid 1 se repite el proceso y se le agrega el disco.

Prueba de un fallo de un disco en el sistema RAID1 verificación de recuperación de información como se observa en la figura 3.3.75.

### Figura 3.3.75

*Prueba de fallo de un disco*

```
virtual-machine:~/Tesis/Raid1$ sudo mdadm --manage --fail /dev/md0 /dev/sdd1
```

Number	Major	Minor	RaidDevice	State	
0	8	17	0	active sync	/dev/sdb1
1	8	33	1	active sync	/dev/sdc1
5	8	97	2	spare rebuilding	/dev/sdg1
3	8	65	3	active sync	/dev/sde1
4	8	81	4	active sync	/dev/sdf1
2	8	49	-	faulty	/dev/sdd1

*Nota:* Elaborada por el autor, prueba de funcionamiento del RAID1 de conexión de un disco y ver la copia como activa o no notar que el archivo se borró solo se cambia de prioridad.

### 3.4 Etapa III. Integración del algoritmo

El sistema esta desarrollado en un entorno de programación Visual Studio Code, Python este sistema se desarrollarlo en base a módulos pre entrenados y adaptados a los requisitos de la empresa, los módulos se integran en una ventana principal la cual se corre desde una aplicación ejecutable y predeterminada a funcionar cuando el sistema se active y actúe por sí solo como se va a presentar en los distintos módulos y faces del sistema.

El sistema cuenta con una serie de etapas a cumplir basadas en capas de inferencias la principal es la capa de detección de objetos y el modelo implementado es

YOLO 11<sub>n</sub> una variante de detección de objetos en escalas reducidas se intenta dar seguimiento a las fases de entrenamiento como implementación en el sistema a nivel de Software y Hardware.

El sistema se desarrolló en un sistema operativo basado en Windows, pero se lo adapto a las necesidades del sistema principal basado en Linux en una distribución de Ubuntu 22.04 arm64.

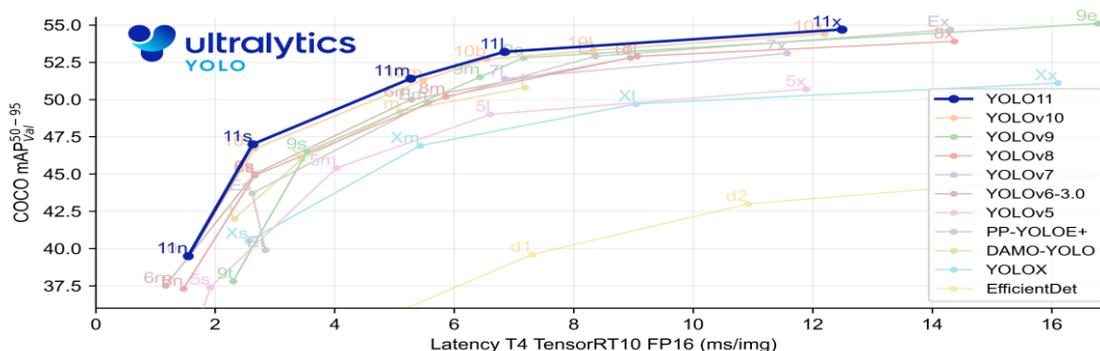
### 3.4.1 Instalación de Ultralytics, Open CV, YOLO11, CUDA, cuDNN, L4T, Tensor RT, Python, Opencv-CV, pytorch cuda

El sistema esta desarrollado en base a modelos pre entrenados y eficientes en la detección de objetos estos modelos como operadores de inferencias de datos han sido mejorados en el transcurso de los años como lo menciona (UltralyticsYOLO, 2025), redefine con una precisión, velocidad y eficacias de vanguardia.

YOLO11 cuenta con una arquitectura basada en columnas vertebrales y cuello, que mejoran la extracción de características para un rendimiento más complejo y tareas más pesadas, con un diseño YOLO11m esta dimensionado en 22% menos que YOLO8 en mayor precisión de la media en (mAP) con ayuda de COCO como se indica en la figura 3.4.1 (UltralyticsYOLO, 2025).

**Figura 3.4.1**

#### **Modelo YOLO11m**



*Nota:* Elaborada por el autor, Ultralytics cuenta con un extenso repositorio que al paso del tiempo se mejoró por las extensiones y apoyo que este recibe para proyectos de última generación como lo son la IA.

El sistema este documentado con el formato YOLO11m-x concuerdan con las características de uso para la inferencia en una tarjeta GPU NVIDIA la cual será incluida en la parte de placa reducida que forma el sistema final a la empresa DistriCoral como se muestra en la figura 3.4.2.

### Figura 3.4.2

*Los modelos se pueden dividir en distintos argumentos*

Modes  
Train  
Val  
Predict  
Export  
Track  
Benchmark

Available YOLOv8 export formats are in the tal [↑ Back to top](#) export to any format using the `format` argument, i.e. `format='onnx'` or `format='engine'`.

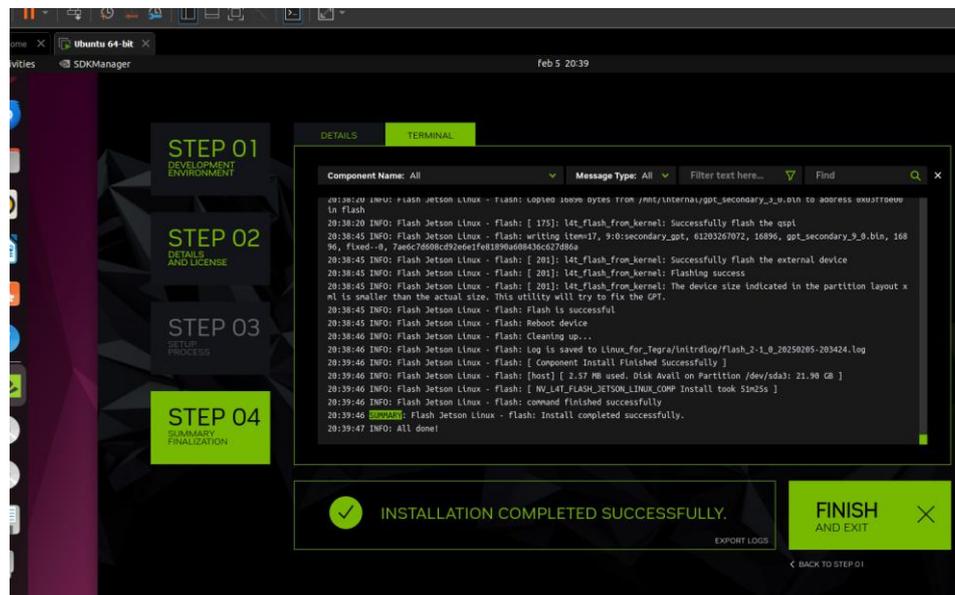
Format	format Argument	Model	Metadata	Arguments
PyTorch	-	yolov8n.pt	✓	-
TorchScript	torchscript	yolov8n.torchscript	✓	imgsz, optimize
ONNX	onnx	yolov8n.onnx	✓	imgsz, half, dynamic, s, opset
OpenVINO	openvino	yolov8n_openvino_model/	✓	imgsz, half, int8
TensorRT	engine	yolov8n.engine	✓	imgsz, half, dynamic, s, workspace
CoreML	coreml	yolov8n.mlpackage	✓	imgsz, half, int8, nms
TF SavedModel	saved_model	yolov8n_saved_model/	✓	imgsz, keras, int8
TF GraphDef	pb	yolov8n.pb	✗	imgsz
TF Lite	tflite	yolov8n.tflite	✓	imgsz, half, int8
TF Edge TPU	edgetpu	yolov8n_edgetpu.tflite	✓	imgsz
TF.js	tfjs	yolov8n_web_model/	✓	imgsz
PaddlePaddle	paddle	yolov8n_paddle_model/	✓	imgsz
ncnn	ncnn	yolov8n_ncnn_model/	✓	imgsz, half

*Nota:* Elaborada por el autor, formatos de inferencia según los argumentos de inferencia.

La instalación comienza con el Flash de la placa NVIDIA esta será programada de manera adecuada con sus librerías como activación de estas para el desenvolvimiento del código y la inferencia de los datos que se usan en la obtención de video como el análisis de datos como se muestra en la figura 3.4.3.

Figura 3.4.3

Plataforma SDKManager



*Nota:* Elaborada por el autor, Después de un largo proceso de descarga de librerías se consiguió los distintos paquetes que instalan Ubuntu 22.04 como los soportes para NVIDIA Jetson Orin.

Las versiones compatibles con NVIDIA Jetson nano son limitadas por parte de las nuevas actualizaciones de Jetpack 6.2 se recomienda leer la guía de compatibilidad para soporte de GPU en la plataforma de NVIDIA tomando en cuenta los distintos parámetros que estaba pre instalados en el sistema, la instalación de OpenCV depende de Cudnn esta versión define algunas librerías como también el uso de Pythorch la base de gestión para GPU y su debido funcionamiento en el desarrollo del sistema como se muestra en la figura 3.4.4.

Figura 3.4.4

Instalacion de Cudnn

Instrucciones de instalación:

```

$ wget https://developer.download.nvidia.com/compute/cudnn/9.7.0/local_installers/cudnn-local-repo-ubuntu2204-9.7.0_1.0-1_arm64.deb
$ sudo dpkg -i cudnn-local-repo-ubuntu2204-9.7.0_1.0-1_arm64.deb
$ sudo cp /var/cudnn-local-repo-ubuntu2204-9.7.0/cudnn-*-keyring.gpg /usr/share/keyrings/
$ sudo apt-get update
$ sudo apt-get -y install cudnn

```

Para instalar CUDA 11, realice la configuración anterior pero instale el paquete específico de CUDA 11:

```

$ sudo apt-get -y install cudnn-cuda-11

```

Para instalar CUDA 12, realice la configuración anterior pero instale el paquete específico de CUDA 12:

```

$ sudo apt-get -y install cudnn-cuda-12

```



```

libtbb-dev libtbb12 libtesseract4 libucx0 liburiparser1 libvtk9.1
libxerces-c3.2 libxvctrl0 mysql-common proj-data unixodbc-common
Use 'sudo apt autoremove' to remove them.
The following additional packages will be installed:
libnvinfer-bin libnvinfer-dev libnvinfer-dispatch-dev libnvinfer-dispatch
libnvinfer-headers-dev libnvinfer-headers-plugin-dev libnvinfer-lean-dev
libnvinfer-lean10 libnvinfer-plugin-dev libnvinfer-plugin10
libnvinfer-samples libnvinfer-vc-plugin-dev libnvinfer-vc-plugin10
libnvinfer10 libnvonnxparsers-dev libnvonnxparsers10 python3-libnvinfer
python3-libnvinfer-dev python3-libnvinfer-dispatch python3-libnvinfer-lean
python3-libnvinfer-lean-dev python3-libnvinfer-plugin python3-libnvinfer-plugin10
python3-libnvinfer-samples python3-libnvinfer-vc-plugin python3-libnvinfer-vc-plugin10
The following NEW packages will be installed:
libnvinfer-bin libnvinfer-dev libnvinfer-dispatch-dev libnvinfer-dispatch
libnvinfer-headers-dev libnvinfer-headers-plugin-dev libnvinfer-lean-dev
libnvinfer-lean10 libnvinfer-plugin-dev libnvinfer-plugin10
libnvinfer-samples libnvinfer-vc-plugin-dev libnvinfer-vc-plugin10
libnvinfer10 libnvonnxparsers-dev libnvonnxparsers10 python3-libnvinfer
python3-libnvinfer-dev python3-libnvinfer-dispatch python3-libnvinfer-lean
python3-libnvinfer-lean-dev python3-libnvinfer-plugin python3-libnvinfer-plugin10
python3-libnvinfer-samples python3-libnvinfer-vc-plugin python3-libnvinfer-vc-plugin10

```

*Nota:* Elaborada por el autor, la instalación correcta de las librerías es muy indispensable en este caso se deben aplicar los comandos en secuencia ya que estos activan las librerías como los paquetes de activación de la GPU en sistemas de video con alta calidad fiabilidad de FPS un valor de 18fps es la mínima para el análisis claro del modelo.

Versiones recomendadas para la instalación de las librerías compatibles con la interfaz y código de detección del sistema tiene que estar relacionado con el uso de GPU en la parte de JetPack 6.1 a 5.0 como se muestra en la siguiente figura 3.4.5 representa las versiones y sus hosts permitidos para cada versión investigar si la placa reducida utiliza en su versión SD o admite SSD en los procesos de Flasheo.

### Figura 3.4.5

*Solución a librerías incompatibles con el uso de GPU en Pychart*

## Archivo JetPack

Esta página incluye acceso a versiones anteriores de **JetPack**. La última versión de JetPack siempre está disponible en la [página principal del pro](#)

- > Paquete Jet 6.2
  - > Serie Jetson AGX Orin, Serie Jetson Orin NX, Serie Jetson Orin Nano [ L4T 36.4.3 ]
- > Paquete Jet 6.1
  - > Serie Jetson AGX Orin, Serie Jetson Orin NX, Serie Jetson Orin Nano [ L4T 36.4 ]
- > Paquete Jet 6.0
  - > Serie Jetson AGX Orin, Serie Jetson Orin NX, Serie Jetson Orin Nano [ L4T 36.3 ]
- > Paquete Jet 6.0 DP
  - > Serie Jetson AGX Orin, Serie Jetson Orin NX, Serie Jetson Orin Nano [ L4T 36.2 ]
- > Paquete Jet 5.1.4
  - > Serie Jetson AGX Orin, Serie Jetson Orin NX, Serie Jetson Orin Nano, Serie Jetson Xavier NX, Serie Jetson AGX Xavier, [ L4T 35.6.0 ]
- > Paquete Jet 5.1.3
  - > Serie Jetson AGX Orin, Serie Jetson Orin NX, Serie Jetson Orin Nano, Serie Jetson Xavier NX, Serie Jetson AGX Xavier, [ L4T 35.5.0 ]

*Nota:* Elaborada por el autor, la instalación se realiza manualmente o con el uso de SDKManager.

Librerías compatibles con la versión 6.0 se opta por esta versión por las características de flexibilidad en uso de recursos en Jetson nano orin 8Gb, se guía del siguiente enlace que presenta la solución más rápida y cómoda para los usuarios como se muestra en la figura 3.4.6.

### **Figura 3.4.6**

*Librerías compatibles con código desarrollado en Python optimizando la inferencia de video*

Llave	Valor
Número P	p3767-0005
Módulo	NVIDIA Jetson Orin Nano (kit de desarrollo)
Sistema en chip (SoC)	Tegra234
CUDA Arco BIN	8.7
L4T	36.2.0
Mochila propulsora	6.0 puntos de descuento
Máquina	aarch64
Sistema	Linux
Distribución	Ubuntu 22.04 Jammy Jellyfish
Liberar	5.15.122-tegra
Pitón	3.11.5
CUDA	12.2.140
OpenCV	4.8.0
OpenCV-Cuda	FALSO
cuDNN	8.9.4.25
Tensor RT	8.6.2.3
VPI	3.0.10
Vulcano	1.3.204

*Nota:* Elaborada por el autor, Se debe instalar las versiones mencionadas en la descripción para obtener la optimización de video en tiempo real.

Instalación de Cuda se realiza según la versión requerida en la página oficial de NVIDIA remarcando el sistema operativo o sistema anterior mente ya sea Ubuntu 22.04 o 20.0 esto varia en la interfaz de comandos a utilizar como se muestra en la figura 3.4.7

### **Figura 3.4.7**

*Cuda 12.2 controlador de GPU*

## Descargas de CUDA Toolkit 12.2 Update 2

### Seleccionar plataforma de destino

Haga clic en los botones verdes que describen su plataforma de destino. Solo se mostrarán las plataformas compatibles. Al descargar y utilizar el software, acepta cumplir plenamente con los términos y condiciones del [EULA de CUDA](#).

Sistema operativo	Linux	Ventanas		
Arquitectura	x86_64	ppc64le	brazo64-sbsa	aarch64-jetson
Compilación	Nativo	Cruz		
Distribución	Redacción Humanitaria Europea	LES	Ubuntu	
Versión	20.04	22.04		
Tipo de instalador	deb (local)	deb (red)	archivo de ejecución (local)	

**Descargar instalador para Linux Ubuntu 22.04 arm64-sbsa**

El instalador base está disponible para descargar a continuación.

> Instalador base

Instrucciones de instalación:

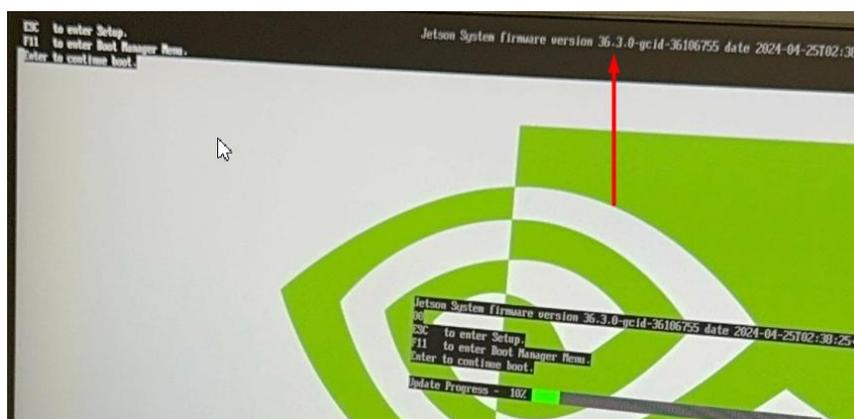
```
$ wget https://developer.download.nvidia.com/compute/cuda/repos/ubuntu2204/sbsa/cuda-ubuntu2204.pin
$ sudo mv cuda-ubuntu2204.pin /etc/apt/preferences.d/cuda-repository-pin-600
$ wget https://developer.download.nvidia.com/compute/cuda/12.2.2/local_installers/cuda-repo-ubuntu2204-12-2-local_12.2.2-535.104.05-1_arm64.deb
$ sudo dpkg -i cuda-repo-ubuntu2204-12-2-local_12.2.2-535.104.05-1_arm64.deb
$ sudo cp /var/cuda-repo-ubuntu2204-12-2-local/cuda-*-keyring.gpg /usr/share/keyrings/
$ sudo apt-get update
$ sudo apt-get -y install cuda
```

*Nota:* Elaborada por el autor, Se debe instalar las versiones mencionadas en la descripción para obtener la optimización de video en tiempo real.

L4T es la versión del firmware que permite que los controladores arranquen correctamente en la parte de uso de recursos adicionales en la Jetson nano orin la versión 36.0 como se muestra en la figura 3.4.8.

**Figura 3.4.8**

*Firmware requerido en el sistema actual 36.x*



*Nota:* Elaborada por el autor, Se debe instalar las versiones mencionadas para el funcionamiento actual en los márgenes de las actualizaciones de NVIDIA.

TensorRT es uno de los más importantes para el funcionamiento del sistema ya que enlaza las formas de aprendizaje profundo con el uso de recursos de la placa Jetson orin kit se debe utilizar los recursos mencionados en plataformas oficiales como se muestra en la figura 3.4.9.

**Figura 3.4.9**

### Controlador de IA en el sistema Jetson orin kit

## IA ética

Las plataformas y los marcos de apl  
o crear los modelos que se van a im  
se proporcionen las instrucciones y  
condiciones y de la manera prevista

### Versiones disponib

- > Tensor RT 10
- > Tensor RT 8
- > Tensor RT 7
- > Tensor RT 6
- > Tensor RT 5
- > Tensor RT 4
- > Tensor RT 3
- > Tensor RT 2
- > Tensor RT 1

*Nota:* Elaborada por el autor, Se debe instalar las versiones mencionadas para el funcionamiento actual en los márgenes de las actualizaciones de NVIDIA.

OpenCV\_Cuda es una de las librerías más difíciles de instalar debido a la incompatibilidad con las versiones del sistema actual de Jetson nano orin por lo mismo se ocupa el siguiente repositorio el cual cuanta con las versiones compatibles con Jetpack 6.0

- <https://github.com/Qengineering/Install-OpenCV-Jetson-Nano>

Pytorch Cuda es una herramienta necesaria para video en vivo ya que utiliza las GPU para mejorar la transmisión de 20fps una medida considerable de video en tiempo real se muestra en la siguiente figura 3.4.10 donde esta versión compatible.

- <https://github.com/AndreasKaratzas/orin?tab=readme-ov-file>

### 3.4.2 Estructura del algoritmo

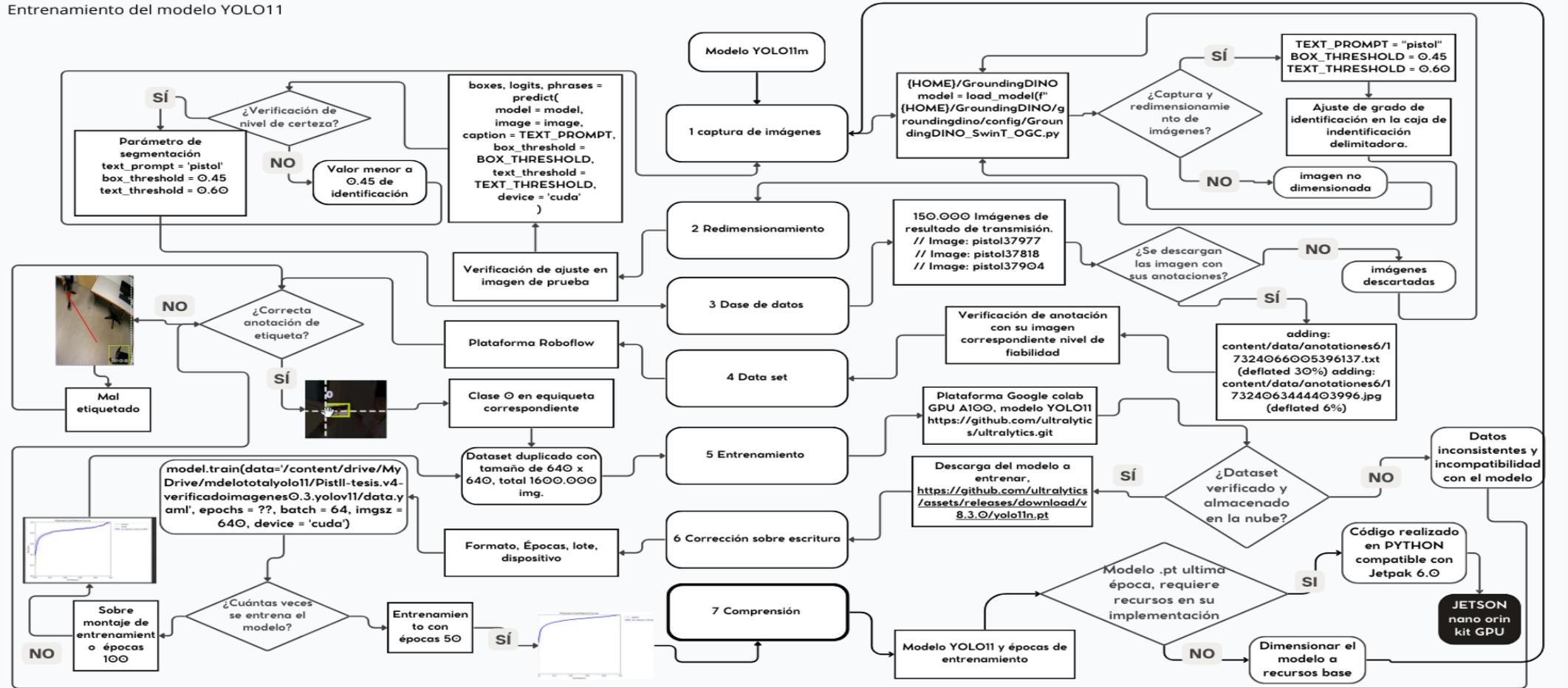
El sistema depende totalmente del entrenamiento del algoritmo de detección de objetos pequeños es este caso enfocado a la armas de fuego cortas, como se explicó anterior mente el algoritmo está basado en un modelo pre existente modificado para aptarse en los requerimientos necesarios de la empresa como el objetivo principal que es dar una alerta silenciosa a un conjunto o individuo encargado de la seguridad de una zona como también la planificación y organización en los actos que se puedan realizar ante una amenaza de este tipo, utilizando distintas plataformas y la investigación previa se logró plantear una estructura siguiendo la metodología plateada hasta llegar a un resultado satisfactorio en este caso a una detección precisa y confiable de una manera rápida y sin falsos positivos.

La estructura del algoritmo está basada en las etapas que se realizaron en el trascurso del trabajo integración curricular el mismo que esta plateado en si una acción y requisito se cumple se puede pasar a la siguiente etapa de desarrollo como investigación del algoritmo, prueba y error en la parte de no, hasta lograr tener un resultado confiable como se muestra en la figura 3.4.5.

Figura 3.4.5

Estructura de algoritmo de reconocimiento

Entrenamiento del modelo YOLO11



### **3.4.3 Desarrollo de código abierto**

El sistema es independiente de las acciones de soporte por el usuario está basado en la seguridad y eficiencia para actuar en un periodo de 24 horas sin dificultades ante anomalías que se puedan presentar como fallos del sistema envió de alertas esto sería una de las faces más importantes ya que si no se alerta al usuario el sistema no está realizando su propósito de alarma silenciosa, el algoritmo está basado en modelos relacionados con detección de objetos adaptados y configurados para la clase de objetos única para ese sistema.

El código desarrollado en Python cuenta con distintas funciones integradas para el uso constante de video a través de recursos adicionales en la placa reducida en este caso el código se apto en dos etapas las cual es la prueba en un sistema operativo común como lo es Windows y el sistema Ubuntu el mismo que está adaptado por NVIDIA para manejar los recursos de Hardware que el sistema dispone su adaptación varía dependiendo del tipo de simulación a realizar para el caso de detección de objetos se trabajó en la Pytorch Cuda el mismo que maneja librerías definidas para usos de grandes cantidades de datos y minimizar este consumo.

#### **3.4.3.1 Implementación del modelo en la captura de video básico**

Para el desarrollo del código como ya se mencionó se utilizó Visual estudio en un entorno de programación libre Python se tomó por su flexibilidad y ajustes en compatibilidad en entornos Linux para la captura de video se llama al modelo .pt en base a librerías de YOLO11 el cual permite inicializar la inferencia de las acciones que se analizan en un video fotograma a fotograma en un velocidad fluida para no tener distorsiones en la imagen este parámetro se define en la parte de análisis del video según

las medidas de cuadros por segundo que se están recibiendo de la cámara IP como se muestra en la figura 3.4.6.

### Figura 3.4.6

*Implementación de modelo Best.pt último entrenamiento*

```
# Dirección RTSP de la cámara IP
#rtsp://admin:israe2001nn.@192.168.75.4
url = "rtsp://admin:aNNKE2001@192.168.75.3"
#url = "rtsp://admin:israe2001nn.@192.168.75.4"

# Carga el modelo YOLO preentrenado y usa la GPU si está disponible
device = 'cuda' if torch.cuda.is_available() else 'cpu'
model = YOLO('/home/israelnvidia/Tesis/models/train2/weights/best.pt').to(device)
```

*Nota:* Elaborada por el autor, la inferencia se realiza con una tarjeta gráfica para mejorar la eficiencia del modelo en la adaptación con la imagen capturada.

El dimensionamiento de la cámara es muy importante ya que uno está tomando el video en un formato distinto al que el modelo analiza la calidad de cada cuadro ya que el modelo está entrenado en 640x640 tamaño de la imagen y la inferencia del video se captura en 1920x1080 cuadros por segundo esto quiere decir que la imagen llega en una calidad mejor en esta calidad la imagen es enviada de una forma más clara y nítida la imagen solo se adapta al tamaño con las características que fue enviada como la nitidez en los objetos como se muestra en la figura 3.4.7.

### Figura 3.4.7

*Dimensionamiento de imagen sin reducción de calidad*

```

# Conectar a la cámara IP
def connect_camera(rtsp_url):
    cap = cv2.VideoCapture(rtsp_url, cv2.CAP_FFMPEG)
    cap.set(cv2.CAP_PROP_FRAME_WIDTH, 1920)
    cap.set(cv2.CAP_PROP_FRAME_HEIGHT, 1080)
    return cap

cap = connect_camera(url)

# Variables de control
detection_count = 0
last_sent_time = 0

# Transformación para redimensionar la imagen a 640x640
transform = transforms.Compose([
    transforms.ToPILImage(),
    transforms.Resize((640, 640)),
    transforms.ToTensor()
])

```

*Nota:* Elaborada por el autor, la imagen se redimensiona al tamaño del modelo según las especificaciones de este solo se modifica su tamaño no su calidad.

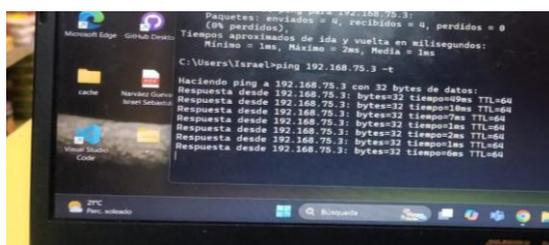
### 3.4.3.2 Convergencia entre el sistema de red LAN del sistema

El sistema está conformado por una red LAN específica y única para la red de transmisión de los distintos componentes con su debido VLSM la máscara de red variable específico para cada equipo de la red interna del sistema como se mostró en la figura 3.3.69.

En la siguiente figura se muestra la convergencia del Router instalado en la empresa a el ultimo dispositivo de la red en este caso la cámara IP, prueba realizada en sitio como se muestra en la figura 3.4.8.

*Figura 3.4.8*

*Prueba del último host del sistema a red WAN*



iones de WAN

Tipo de Conexión:	<input type="text" value="IP Dinámico"/>	<input type="button" value="Detectar"/>
Dirección IP:	192.168.100.106	
Máscara de Subred:	255.255.255.0	
Puerta de Enlace:	192.168.100.1	
	<input type="button" value="Renovar"/>	<input type="button" value="Liberar"/>

*Nota:* Elaborada por el autor, se realizó una prueba de convergencia de red entre los primeros hosts a la salida del proveedor de Ethernet.

### 3.4.3.3 Prueba de modelo con cámaras IP sistema de vigilancia

La cámara IP se colocó en una zona específica tomando en cuenta el entorno final en la localidad de la empresa en este caso a una altura de 2.2m tomado del suelo de la habitación como se puede observar en la figura 3.4.9 la cámara esta empotrada y colocada en un ángulo recto para verificación de alcance de la zona de reconocimiento como ya se mencionó anterior mente en los pre-requisitos.

#### Figura 3.4.9

*Prueba de ubicación de cámara IP*



*Nota:* Elaborada por el autor, la cámara debe ser ajustada a los parámetros requeridos en la zona de interés es este caso se toman los datos de las medidas recolectadas como la dimensión de la zona.

El modelo se ajustó a un entorno semejante al real para ello se realizaron pruebas con un grado de 0.90 de confianza en detectar si es el objeto correcto este parámetro esta dado al ajuste y precisión del modelo previamente entrenado como se mencionará más adelante en la captura de datos en la figura 3.4.10.

### Figura 3.4.10

*Nivel de confianza mínimo en detección para el sistema*

```

print(f"Detectado: {class_name} con {conf:.2f} de confianza")
if conf >= 0.90:
    detection_count += 1
    print(f"Detección {detection_count} con alta confianza")

    current_time = time.time()
    if detection_count >= 5 and (current_time - last_sent_time) >= 5:
        # Guardar imagen localmente
        timestamp = datetime.now().strftime("%Y%m%d_%H%M%S")
        image_name = f"detection_{timestamp}.jpg"
        image_path = os.path.join(save_path, image_name)
        cv2.imwrite(image_path, frame)
        print(f"Imagen guardada localmente: {image_path}")

        # Subir imagen a Firebase y ejecutar script
        upload_to_firebase(image_path)

    last_sent_time = current_time
    detection_count = 0

```

*Nota:* Elaborada por el autor, El código se adapta a los requerimientos del usuario se utiliza la confianza en un porcentaje alto por que el sistema no puede dar falsos positivos en un entorno empresarial ya que se trabaja con personas encargadas con la seguridad del sitio y puede causar falsas acciones y uso de recursos innecesarios como mal uso de una línea de emergencia.

La siguiente figura muestra como en un entorno lleno de varios objetos a un a distancia de 3 metros se detecta un arma de fuego simulando el entorno con objetos similares y un grado de confianza de 0.9 que de manera clara está funcionando correctamente como se muestra en la figura 3.4.10 se observa un individuo con un objeto definido en el modelo y su clase.

### Figura 3.4.10

*Detención de arma corta a 3.4 metros con 0.9 de eficacia*



*Nota:* Elaborada por el autor, El objeto detectado por el sistema claramente es un arma corta esto da a conocer que el modelo está realizando la inferencia adecuada al detectar un objeto sospechoso a una distancia considerable de la zona definida como zona de detección.

### 3.4.3.4 Prueba de convergencia con el nodo alarma desde el sistema principal

Como se describió anterior mente el sistema realizo una captura y inferencia al 0.9 de eficacia esto conlleva a paso de dar aviso al sistema con una a letra inmediata a través del nodo ubicado en la oficina de la seguridad como también anclado a un guardia encargado de monitorio de la zona como también al uso de alarmas comunes en el sitio correspondiente como se muestra en la figura 3.4.11.

**Figura 3.4.11**

*Prueba de salida de alerta inmediata al detectar un objeto no permitido*



*Nota:* Elaborada por el autor, Nodo conectado a la red y en espera de una interacción realizada por el sistema principal, Prueba se alerta por objeto identificado funcionando.

### 3.4.3.5 Prueba de página Web alerta de nodo y verificación de imágenes en tiempo real

El sistema cuenta con una base de datos que se muestra a través del sitio web publica “nodowebtesis.wep.com” desarrollado para visualización de imágenes y no sobre cargar otro medio de alerta el sitio se activa a la vez que se envían los mensajes de alerta como el encendido del nodo físico como se muestra en la figura 3.4.12 el cambio de color a verde muestra una detección y las imágenes se actualizan según la última detección.

**Figura 3.4.12**

*Página web base de evidencias del sistema*



*Nota:* Elaborada por el autor, la página web actualiza automáticamente las últimas detecciones guardadas en la base de datos del sistema en forma síncrona con el encendido del nodo físico y la alerta de mensajes.

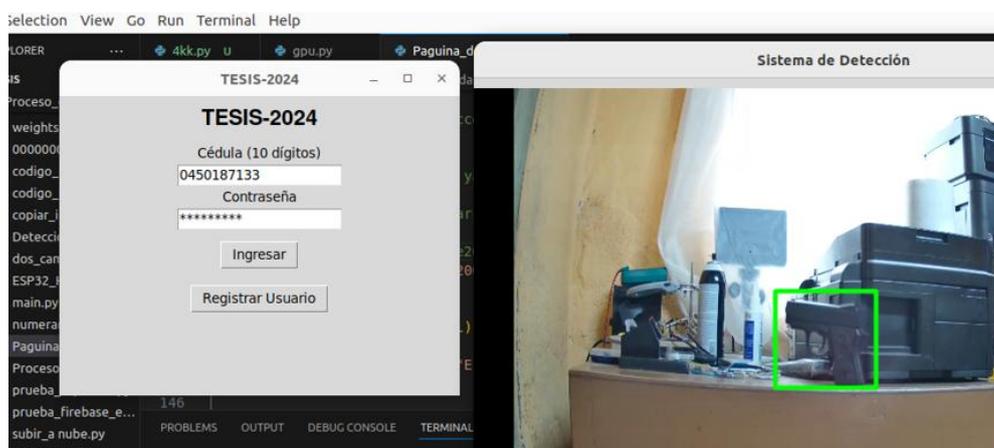
### 3.4.3.6 Prueba del sistema de detección activado desde placa NVIDIA Jetson nano orin

El sistema se probó en una zona con varios objetos para prueba de la clasificación correcta como el uso de los recursos máximos en la inferencia y la transmisión de video en

este caso en la figura 3.4.13 se muestra que el sistema está activado desde la parte principal y está funcionando correctamente con una detección realizada a una distancia de 3 metros aun dentro de la zona de detección definida anteriormente en el dimensionamiento del sistema.

**Figura 3.4.13**

*Sistema activo desde Jetson nano orin*



*Nota:* Elaborada por el autor, el sistema una vez activo solo se puede apagar con permisos de administrador en este caso la clave y usuario del gerente de la empresa el sistema es autónomo y no requiere manipulación externa a menos que se requiera datos tomados por un evento en el historial del sistema.

Para verificar las interacciones que se realizan dentro del sistema se observa dentro de Visual estudio las interacciones que suceden en este caso se logró detectar un arma la cual activo la alerta por 4 vez a un 0.80 de eficacia esto conlleva a que en las anteriores interacciones se detectó aun 0.90 de eficacia para que el sistema se activara.

El sistema muestra los falsos positivos a un grado menor de inferencia en este caso la imagen muestra muchos objetos y el arma se confunde con el entorno, pero el sistema está configurado a actuar en correlación con las alertas de eficiencia a un grado cercano a 1 es el porcentaje más alto definido en el sistema este no es posible de alcanzar

por que el sistema no tiene los recursos necesarios para ser capaz de inferir datos a un nivel de eficiencia de 0.95 de asertividad como se indica en la figura 3.4.14 el cuadro rojo muestra los falsos positivos que se mencionaran más adelante con el modelo entrenado.

**Figura 3.4.14**

*Inferencias del sistema dentro del código principal*

```

def show_video(video_label):
    def callback():
        img = cv2.cvtColor(frame_resized, cv2.COLOR_BGR2RGB)
        img = Image.fromarray(img)
        tkimage = ImageTk.PhotoImage(img)

        video_label.configure(image=tkimage)
        video_label.image = tkimage # Mantener una referencia del objeto de imagen
        video_label.after(10, callback) # Llamar a la función recursivamente para mos
    else:

```

```

0: 640x640 1 pistol, 442.4ms
Speed: 0.0ms preprocess, 442.4ms inference, 15.1ms postprocess per image at shape (1, 3, 640, 640)
Detectado: pistol con 0.80 de confianza
Detección 4 con alta confianza

0: 640x640 1 pistol, 497.6ms
Speed: 0.0ms preprocess, 497.6ms inference, 15.1ms postprocess per image at shape (1, 3, 640, 640)
Detectado: pistol con 0.28 de confianza

0: 640x640 1 pistol, 479.2ms
Speed: 0.0ms preprocess, 479.2ms inference, 15.5ms postprocess per image at shape (1, 3, 640, 640)
Detectado: pistol con 0.31 de confianza

0: 640x640 1 pistol, 462.9ms
Speed: 0.0ms preprocess, 462.9ms inference, 15.2ms postprocess per image at shape (1, 3, 640, 640)

```

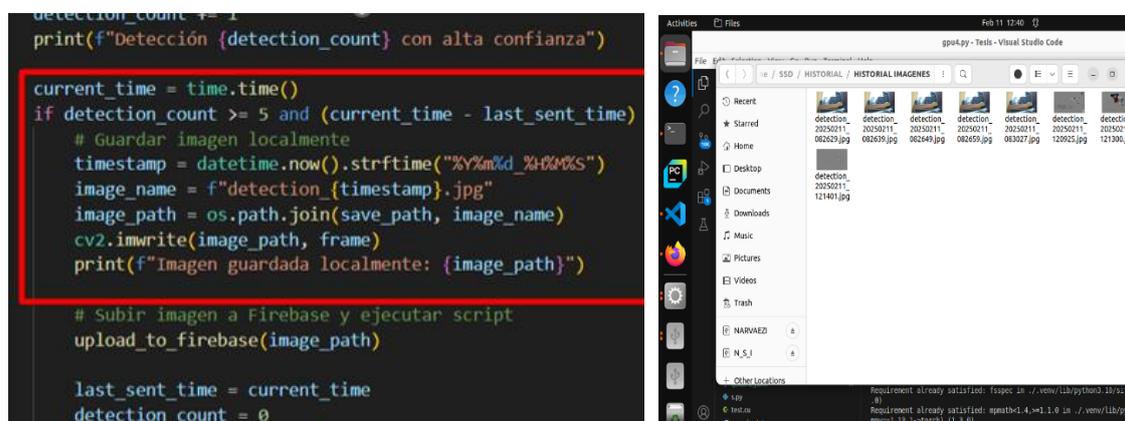
*Nota:* Elaborada por el autor, el sistema muestra el grado de inferencia como los procesos que realizo durante un tiempo de activación del sistema tomando en cuenta que el arma debe estar sujeta por alguien o en la mano del sospechoso.

### 3.4.3.7 Creación de anotaciones

Se tomo como anotaciones las acciones que realiza el sistema empezando en la inferencia del modelo como el dimensionalmente que se ejecuta con las librerías de Pyotcho como OpenCV librerías de clasificación y mejoramiento de inferencia de imágenes en entornos con capacidades reducidas de recursos, a partir de la detección de se realiza el paso al envío de mensajes de alerta los cuales están basados en el confinamiento de una imagen que se enviara al almacenamiento local y saldrá como respuesta de alerta al usuario como se indica en la figura 3.4.15.

Figura 3.4.14

Creación de anotaciones después de la inferencia del sistema



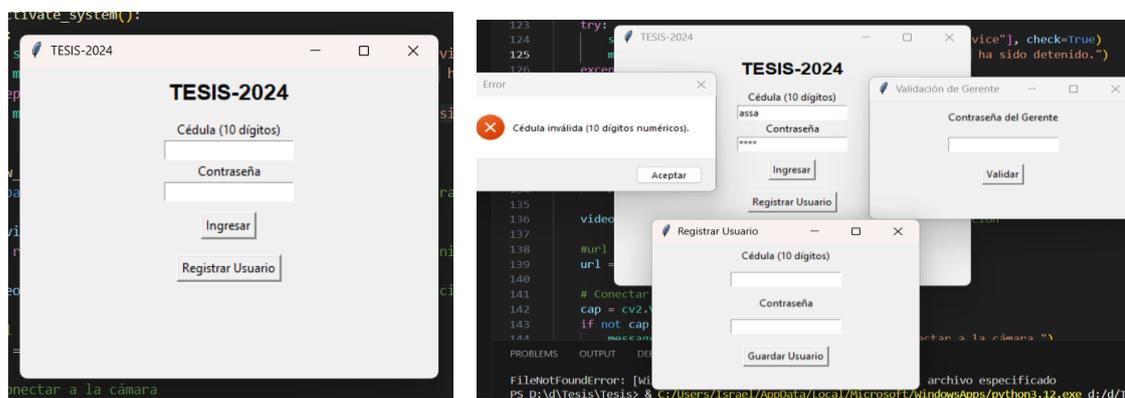
*Nota:* Elaborada por el autor, el sistema cuenta con algunas anotaciones desde la activación de este se realizan automáticamente sin el uso de un administrador.

### 3.4.3.8 Secciones del sistema

Salida del sistema página de inicio del sistema está conformada por dos ventanas una principal y una para ingreso con autorización privilegiada como se menciona el usuario puede realizar la verificación con permiso durante un periodo de tiempo limitado para evitar el uso de información no permitida, el registro de personas autorizadas solo puede generarla el gerente de la empresa como se muestra en la figura 3.4.15.

Figura 3.4.15

Páginas principales de ingreso al sistema restringido

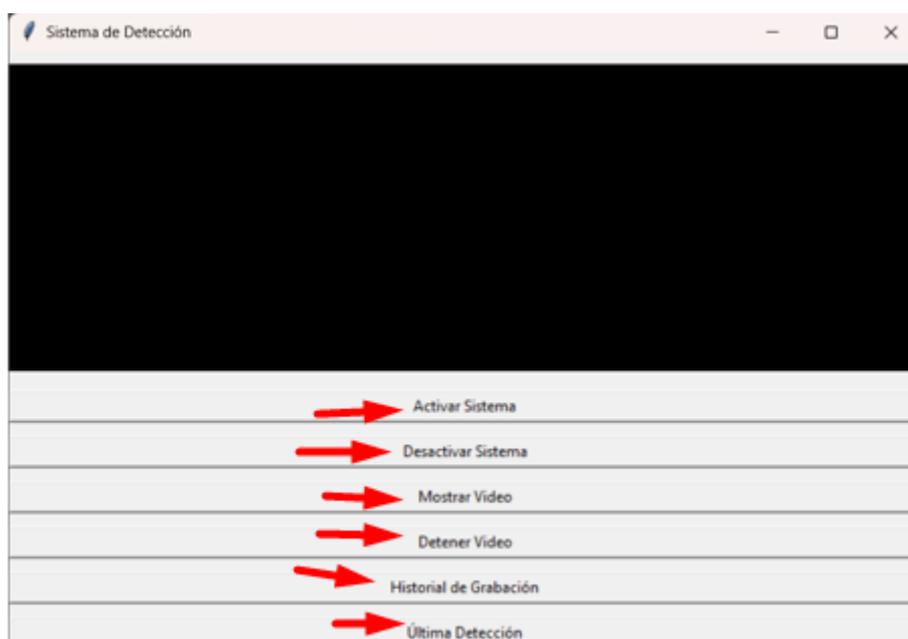


*Nota:* Elaborada por el autor, ventanas principales en el ingreso de usuarios permitidos a manejo del sistema.

El sistema está controlado desde una interfaz básica pero intuitiva para la activación del sistema como la visualización del mismo se debe tener permisos de administrador para el uso del mismo ya que se está realizando cambios en el sistema principal del dispositivo, los botones principales son Activar sistema y Detener sistema el sistema se rige a estos dos botones para su activación indefinida ya que el equipo no puede apagar el sistema porque está predefinido como sistema de arranque como se muestra en la figura 3.4.16.

### **Figura 3.4.16**

*Ventana interactiva principal del sistema*



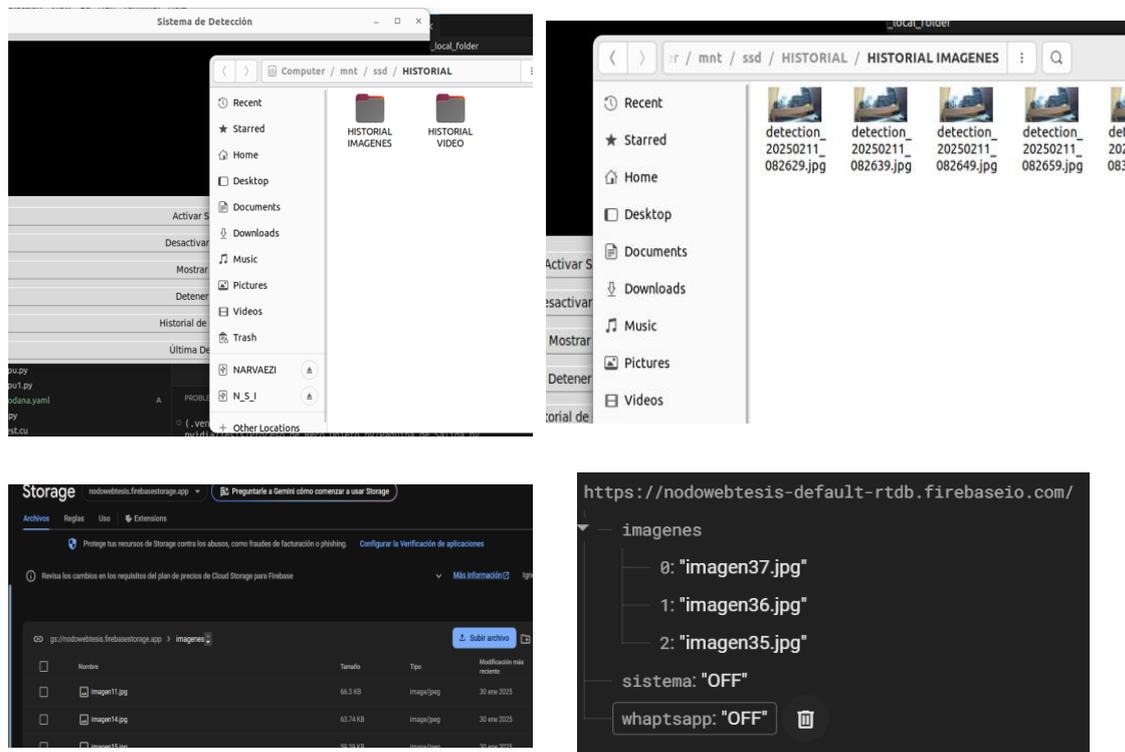
*Nota:* Elaborada por el autor, ventana principal para la activación del modelo preinstalado en el sistema de Jetson nano orin.

Los botones de registro muestran los historiales presentes en el RAID1 como imágenes y videos tomados el momento de la interacción o detección del objeto no

permitido en el sistema principal, como la base de datos e interacciones hacia la salida de los distintos actuadores como se muestra en la figura 3.4.17.

**Figura 3.4.17**

*Historial de detecciones como de grabación del sistema*



*Nota:* Elaborada por el autor, ventanas emergentes de historial de detecciones como video pre grabado en el sistema interactivo.

La impresión del video se realiza antes de implementar el modelo de detección ya que se puede ahorrar recursos del Jetson gracias a que no tenemos que mostrar una inferencia activa con el uso de datos extremadamente grandes como se muestra en la figura 3.4.18.

**Figura 3.4.18**

*Impresión de video sin inferencia de modelo para botón de salida*

```

# Define las clases que deseas detectar (ajusta según tu modelo)
detection_classes = ['armas', 'knife'] # Asegúrate de que las etiquetas sean correctas

# Variables de estado
alert_active = False # Controla si se debe mostrar la alerta

def connect_camera(url):
    """Intenta conectar a la cámara y devuelve el objeto de captura."""
    cap = cv2.VideoCapture(url, cv2.CAP_FFMPEG)
    cap.set(cv2.CAP_PROP_FRAME_WIDTH, 640)
    cap.set(cv2.CAP_PROP_FRAME_HEIGHT, 480)
    return cap

# Conectar a la cámara
cap = connect_camera(url)

while True:
    ret, frame = cap.read()

```

*Nota:* Elaborada por el autor, Botón de impresión de video sin inferencia del modelo para ahorrar recursos del sistema Jetson nano orin.

### 3.5 Sección I. Captura de datos

El sistema se basa en el entrenamiento del modelo más eficiente para la implementación de un entorno basa en transmisión y detección efectiva como precisa al enviar alertas tempranas en usuario que lo implemente como una mejora en la seguridad privada o pública este sistema está dotado con una cantidad de información muy grande la misma que es útil para dar eficiencia, eficacia y evitar errores en el sistema de detección de objetos, como se plantea el principal objetivó es desarrollar un sistema que permita actuar de forma segura ante una anomalía basada en la seguridad ante un robo y a seguridad del personal como personas que adquieran un recurso o bien material que por ser de alto valor alguien pueda atentar contra su integridad.

#### 3.5.1.1 Creación de dataset en Roboflow

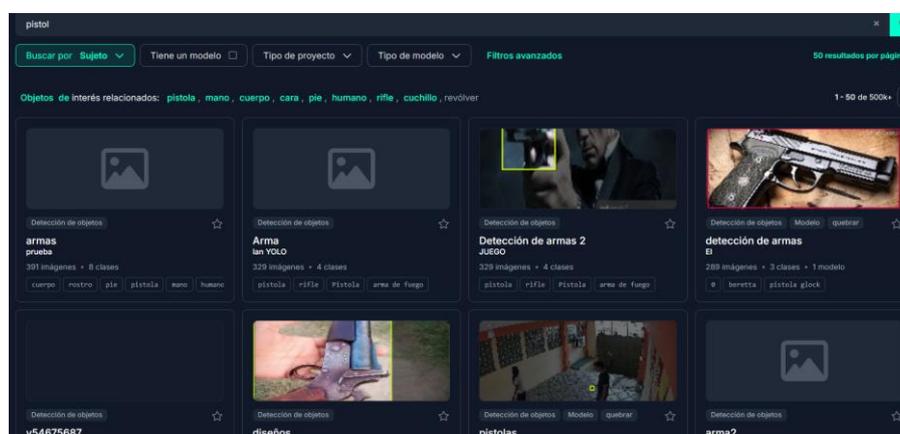
El modelo usado en el sistema se realizó en base a un modelo entrenado a través de una plataforma llamada Roboflow que permite realizar y almacenar una cantidad muy extensa de Dataset que se pueden compilar según las necesidades de cada usuario.

Recolección de imágenes para entrenamiento del modelo, se realizó una búsqueda de modelos definidos en la detección de armas en general para ello se utilizó distintas fuentes de información que en realidad no superan las 5 mil imágenes por modelo

entrenado esto con lleva a una búsqueda extensa hasta recolectar 100.000 imágenes relacionadas con armas cortas y un calibre considerado pequeño o portable por una persona infractora de la ley y el orden público como se muestra en la imagen se usó en gran cantidad dataset extraídos de la base de datos de Roboflow como se observa en la figura 3.4.19.

**Figura 3.4.19**

*Base de datos en Roboflow “Dataset”*



*Nota:* Elaborada por el autor, Base de datos y modelos referentes al sistema.

El dataset se realizó manualmente con ayuda de Python este código ayuda a dividir las imágenes según el modelo entrenado en Roboflow y el grado de confianza obtenido en el mismo para alcanzar un mejor entrenamiento superando el 95 de efectividad en “test”, “train”, “valid” como se indica en la figura 3.4.20.

**Figura 3.4.20**

*División de imágenes según el modelo seleccionado YOLO11*

```

no_de_reco_objeto.py > copiar_imagenes_dataset_copiar.py ...
import os
import shutil

# Ruta de la carpeta principal
base_dir = "D:\VITULACION II\8 SEMESTRE 2024 10 13\Dataset Armas tesis 14-11-24\Weapon Detection.v1-dataset.yolo"
output_dir = "D:\VITULACION II\8 SEMESTRE 2024 10 13\Dataset Armas tesis 14-11-24\DatasetCompleto"

# Crear la carpeta "DatasetCompleto" si no existe
if not os.path.exists(output_dir):
    os.makedirs(output_dir)

# Subcarpetas a procesar
subfolders = ["test", "train", "valid"]

# Recorrer cada subcarpeta
for subfolder in subfolders:
    images_dir = os.path.join(base_dir, subfolder, "images")

    # Verificar si la carpeta existe
    if os.path.exists(images_dir):
        # Listar todos los archivos en la carpeta "images"
        for file_name in os.listdir(images_dir):
            file_path = os.path.join(images_dir, file_name)

            # Verificar que sea un archivo y no un directorio
            if os.path.isfile(file_path):
                # Copiar el archivo a la carpeta de destino
                shutil.copy(file_path, output_dir)
                print(f"Copiado: {file_path} -> {output_dir}")
            else:
                print(f"Carpeta no encontrada: {images_dir}")

```

*Nota:* Elaborada por el autor, clasificación de imágenes para su debido entrenamiento según los parámetros obtenidos de Ultralytics

### 3.6 Sección II. Base de datos del objeto “Dataset”

El dataset está conformado por 100.000 imágenes recolectadas de distintas fuentes y dimensionadas en la plataforma Roboflow al tamaño relacionado con el modelo YOLO 11 el cual es “640x640” sería el tamaño de las imágenes a inferir como la imagen de un ingreso al análisis del sistema como se muestra en la figura 3.4.21 se dividió en 12 carpetas que cada una cuenta con 8.400 imágenes para aligerar la carga a la plataforma de redireccionamiento Roboflow.

**Figura 3.4.21**

*Seccionamiento de imágenes para su direccionamiento*

Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
anotaciones_total	27/11/2024 10:57	Carpeta de archivos	
Carpeta de imagenes con su peso y teccion	21/11/2024 12:35	Carpeta de archivos	
Datasetpistol	21/11/2024 12:27	Carpeta de archivos	
subcarpeta_1	22/11/2024 21:47	Carpeta de archivos	
subcarpeta_2	21/11/2024 12:25	Carpeta de archivos	
subcarpeta_3	21/11/2024 12:25	Carpeta de archivos	
subcarpeta_4	21/11/2024 12:26	Carpeta de archivos	
subcarpeta_5	21/11/2024 12:26	Carpeta de archivos	
subcarpeta_6	21/11/2024 12:26	Carpeta de archivos	
subcarpeta_7	21/11/2024 12:26	Carpeta de archivos	
subcarpeta_8	21/11/2024 12:26	Carpeta de archivos	
subcarpeta_9	21/11/2024 12:26	Carpeta de archivos	
subcarpeta_10	21/11/2024 12:27	Carpeta de archivos	
subcarpeta_11	21/11/2024 12:27	Carpeta de archivos	
subcarpeta_12	21/11/2024 12:27	Carpeta de archivos	

*Nota:* Elaborada por el autor, la clasificación se guarda en las siguientes carpetas las cuales liberan la excesiva carga de un solo archivo de 10Gb.

Imágenes con sus etiquetas correspondientes este archivo se realizó manualmente con el uso de Google colab para ayudar a la identificación de los objetos en la plataforma Roboflow como se muestra en la figura 3.4.22.

### Figura 3.4.22

*Verificación de Dataset con su correspondiente etiqueta*

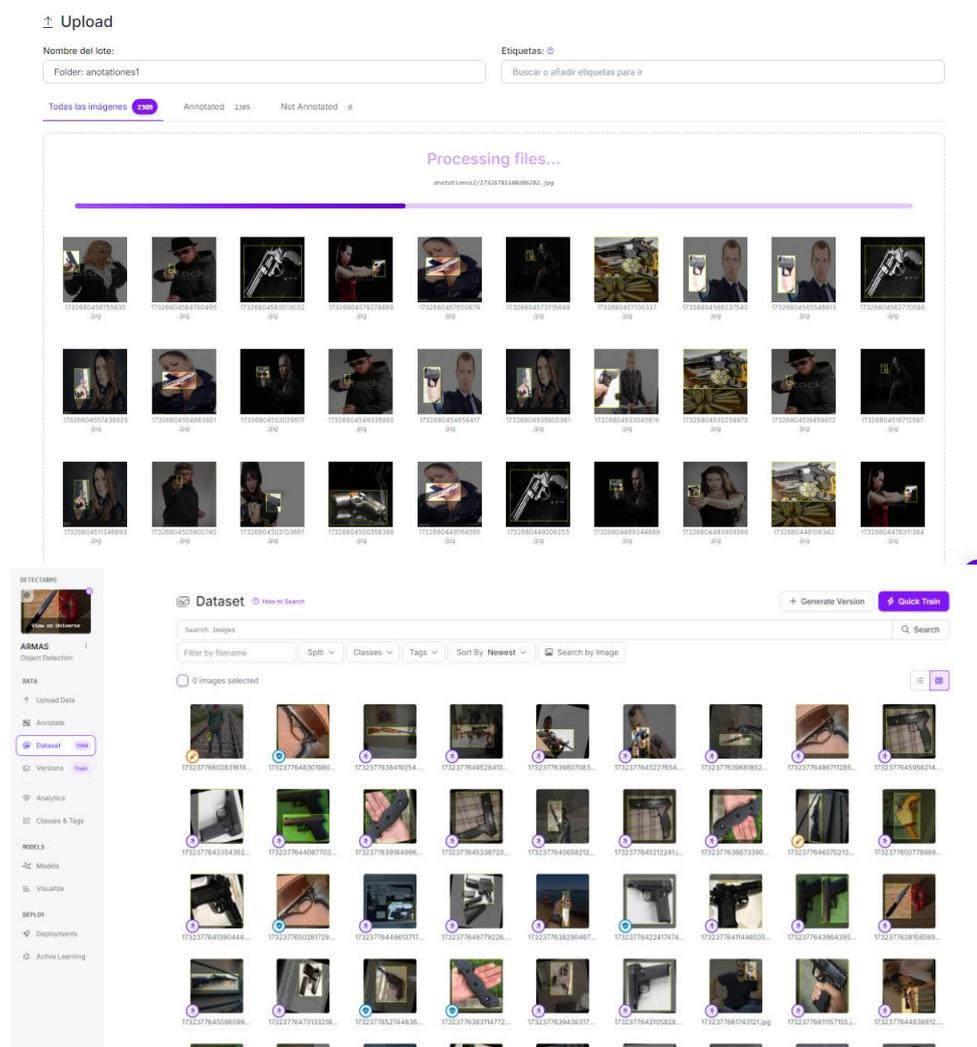
 1732679628911	27/11/2024 8:33	Archivo JPG	46 KB
 1732679628911	27/11/2024 8:32	Documento de tex...	1 KB
 1732680317179	27/11/2024 8:32	Archivo JPG	93 KB
 1732680317179	27/11/2024 8:32	Documento de tex...	1 KB
 17326791396321	27/11/2024 8:34	Archivo JPG	135 KB
 17326791396321	27/11/2024 8:33	Documento de tex...	1 KB
 17326792673883	27/11/2024 8:33	Archivo JPG	39 KB
 17326792673883	27/11/2024 8:33	Documento de tex...	1 KB
 17326792717609	27/11/2024 8:32	Archivo JPG	57 KB
 17326792717609	27/11/2024 8:32	Documento de tex...	1 KB
 17326802044508	27/11/2024 8:33	Archivo JPG	74 KB
 17326802044508	27/11/2024 8:33	Documento de tex...	1 KB

*Nota:* Elaborada por el autor, clasificación de imágenes con su respectiva etiqueta.

El dataset cargado con 100.00 imágenes muestra con su etiqueta la cual debe estar bien definida en el lugar del objeto existente en este caso se deben corregir las imágenes en la cuales su etiqueta no esté muy bien dimensionada, sobre la imagen este proceso lleva mucho tiempo pero es necesario para mejorar el rendimiento del modelo, cada imagen debe de cumplir con los requisitos de tener solo el objeto a detectar como sus respectivas etiquetas si existen más de una figura en la misma imagen este paso conlleva mucho tiempo ya que la plataforma permite revisar 200 imágenes por sección de corrección, la delimitación anterior es esencial para tener etiquetas correctas y no aplicar muchos cambios en este paso como se muestra en la figura 3.4.23.

Figura 3.4.23

## Corrección de etiquetas en Roboflow



*Nota:* Elaborada por el autor, ajuste de etiqueta en cada imagen eliminación de imágenes no relacionadas o mal etiquetadas.

### 3.7 Sección III. Entrenamiento

El sistema depende esencialmente del modelo y su configuración el uso de herramientas en la nube ayuda a la ardua labor y conocimiento previos para el manejo de datos en especial en la delimitación y recolección de información con respecto a modelos ya realizados y aplicados en medios similares.

Se definió el uso de un modelo que se adoptó a las características que son flexible, rápido, fiable, confiable, compacto, eficiente con respecto a graficas como experimentación en fases de laboratorio que toman un tiempo amplio pero son esenciales para el uso de Ultralytics con YOLO11 este modelo esta constante mente actualizado por su eficacia en el campo de la investigación y aplicación empresarial un producto apto para el mejoramiento del bienestar de una empresa como de personas naturales.

El uso de las redes neuronales convolucionales densas permite que el entrenamiento sea eficiente ya que permite optimización de los recursos al trabajar en sistemas reducidos con pocos recursos computacionales o uso de una GPU.

### **3.7.1.1 Entrenamiento de prueba en Roboflow**

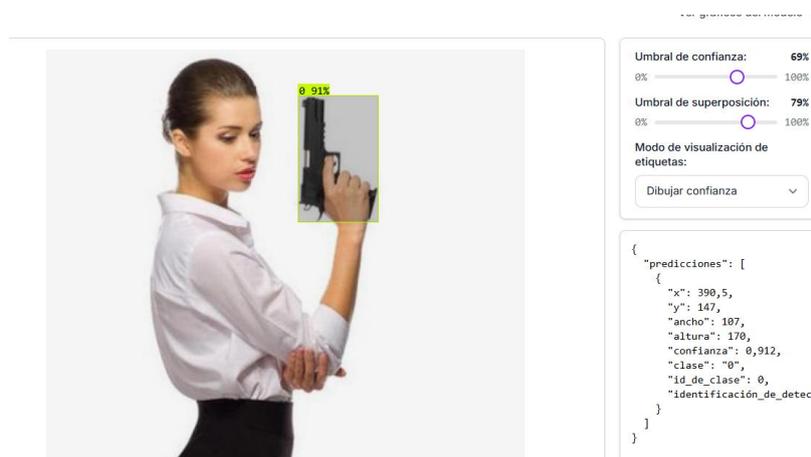
El sistema cuenta con dos etapas de entrenamiento en este caso hablaremos de las pruebas realizadas en la plataforma Robloflow esta plataforma permitió desarrollar modelos de prueba que trabajan en la misma interfaz ya que si se requiere extraer estos datos como pesos de modelo ya entrenados los costos de un plan básico superan los 70 dólares y por las prestaciones que esta página a una persona en vías de aprendizaje no permite utilizar toda la capacidad de la misma por desconocimiento o mal uso de tiempos de procesamiento adquiridos.

El modelo pre entrenado con 100.000 presenta una eficiencia y eficacia del 0.92 por ciento estos datos son esenciales para el desarrollo del dataset personal, en este caso se realizó el entrenamiento con un modelo YOLO11 con COCO el cual permitió entrenar durante 50 épocas las cuales tardan una tiempo estimado de 2 días consecutivos ejecutado el procesamiento por la cantidad de información y por ser un plan sin paga se acoplo a los tiempos gratuitos como se observa en la figura 3.4.24 una imagen que

muestra un arma sujeta por una persona tiene una asertividad del 0.9 del Umbral de confianza como la superposición de la imagen.

### Figura 3.4.24

*Modelo de prueba entrenado en Roboflow*

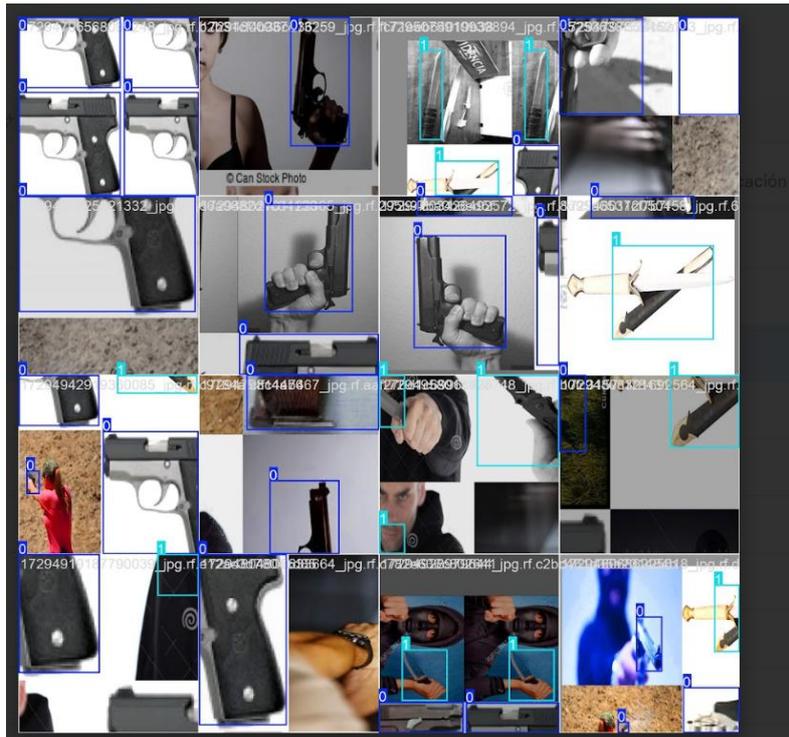


*Nota:* Elaborada por el autor, prueba de modelo entrenado en Roboflow plataforma gratuita con uso de suscripción mediante correo institucional no permite descargar pesos del modelo.

Prueba de reconocimiento de objetos según las impresiones de lotes recolectados en el entrenamiento del modelo clase 0 como única y principal para el proceso de identificación de imágenes tras el procesamiento de las etiquetas en la figura 3.4.25 se muestran imágenes de otro tipo que fueron introducidas como una clase 1 para diferenciar que el modelo este detectando correctamente la única clase 0 y el objeto a identificar son pistolas cortas o de calibres 17 al 22 comúnmente también se puede incluir un revolver que conforma la misma clase de armas cortas, como se menciona la clase 1 es de cuchillos pero son objetos que después se eliminaran para evitar errores en el modelo.

### Figura 3.4.25

*Lote de etiquetas en el modele presentado por Roboflow*



*Nota:* Elaborada por el autor, verificación de lote clase 0 como principal armas cortas clase 1 clase de prueba para identificar si el modelo no detecta objetos como la misma clase principal.

Pruebas de modelo tomado como ejemplo para el desarrollo del sistema principal, se puede observar que se tomaron los valores de segmentación correctos en una proporción de 35, 30, 25 en Tren, Valido y Prueba con un modelo con grado de detención e 0.93 por ciento como se muestra en la figura 3.4.26.

**Figura 3.4.26**

*Prueba de detección de objetos en Roboflow*

Pruebas del conjunto de prueba

Ver conjunto de pruebas

Subir archivo de imagen o video

Sueltel archivo aquí o selecciona archivo

Ingresa URL de YouTube o imagen

mapa 97,0%

Precisión 94,0%

Recordar 92,5%

5fps

Umbral de confianza: 50%

Umbral de superposición: 50%

Modo de visualización de etiquetas: Dibujar confianza

```

{
  "predictions": [
    {
      "class": "0",
      "confidence": 0.928,
      "bbox": [
        {
          "x": 382.88,
          "y": 233.133,
          "width": 333.983,
          "height": 175.599
        }
      ],
      "color": "#C76C00"
    }
  ]
}

```

*Nota:* Elaborada por el autor, Prueba de detección de objetos mediante plataforma Roboflow.

### 3.7.1.2 Entrenamiento del modelo ajustado a necesidades del sistema y usuario

El sistema esta plateado como una mejora en la seguridad pública o privada dar tranquilidad como proteger la integridad de las personas el siguiente modelo fue entrenado con grandes cantidades de datos para ser más eficaz como preciso al momento de actuar una vez implementado en el sistema anterior mente explicado, se pensó en dar a conocer esta información en este apartado para demostrar los pre requisitos que se utilizaron como los ajustes que se realizaron durante esta investigación, se considera que la información relacionada con estos objetos se deben exponer al público para mejoramiento como implementaciones mejoradas en sistemas más robustos y enfocados a zonas de riesgo.

El primer paso para el entrenamiento sería el conocimiento a las redes convolucionales como se conforma una imagen que esto será de gran utilidad para el proceso y tratamiento que se le da a cada imagen en los distintos procesos del sistema “SSD” detector de múltiples cajas de disparo único, optimiza los recursos como menciona “YOLO” solo miras una vez, como se muestra en la figura 3.4.27.

**Figura 3.4.27**

*Redes de convolución eficientes*



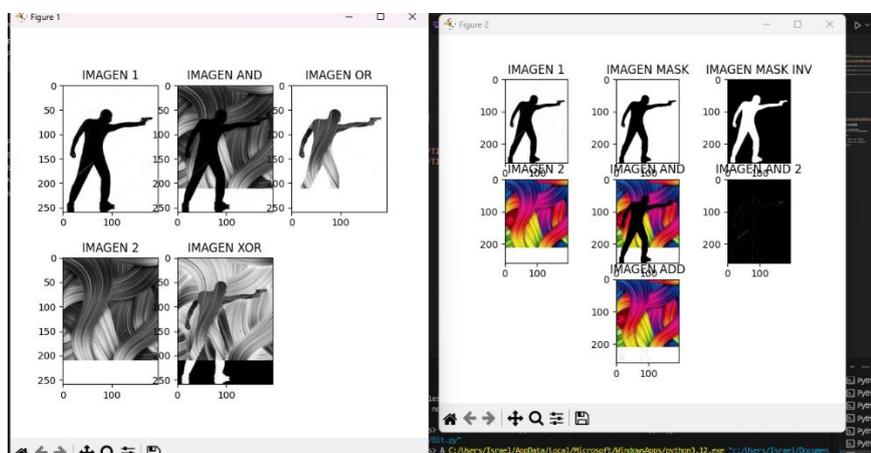
- SSD agrega 6 capas de convolución auxiliares para la detección de objetos.
- A estas capas las llamaremos: Capas de mapas de características multiescala.
- A medida que la CNN reduce gradualmente la dimensión espacial, los mapas de características también disminuyen.

*Nota:* Tomado de (Sojasingarayar, 2022), Redes convolucionales método de extracción de caracteres para detectar objetos.

Las imágenes se representan como conjuntos y agrupaciones de matrices que cada pixel contiene una escala de color del 0 a 256 estos valores están dados con la cantidad de divisiones dentro de la matriz formado pixeles, los valores se pueden tomar como BGR y RGB que representan una y tres matrices super puestas para formar una imagen o cascara en escala de grises como darle color a una imagen mediante el mismo proceso y la sobre posición de colores Rojo, Verde, Azul como se representa en la figura 3.4.28 se observan lo distintos canales que serán usados para identificar las posiciones del objeto en la generación de una etiqueta “posición de pixeles en una imagen”.

**Figura 3.4.28**

*Matrices de convolución RGB y BGR*



*Nota:* Elaborada por el autor, uso de matrices para el entendimiento de cómo funciona una imagen dentro de la escala de colores y escala de grises aplicada en el reconocimiento y entrenamiento de modelos para detección y objetos.

El modelo se entrenó por fases de aprendizaje empezando desde el “tracket” de objetos el cual representa las coordenadas y números de pixeles dentro de una matriz

tridimensional el cual sigue el objeto dentro de la imagen definido por pixeles de colores para seguir el cambio del objeto en un fondo fijo.

Se realizo este entrenamiento utilizando lo anteriormente mencionado se escoge una imagen y el uso de librerías de visión por computadora .jpg, se aplica a la imagen un modelo pre entrenado para detectar un tipo de objetos en este caso dos tipos de armas definida por etiquetas y clases “pistol and revolver” que serán una sola clase más adelante para formar el modelo ya presentado, se definen los grados de asertividad en este caso BOX-threshold está representado por la asertividad de encontrar el objeto y con que grado de nitidez de la observa en la inferencia de información para anotar la caja en el objeto, el TEXT- threshold representa el grado de confianza del valor que representa el objeto como se muestra en la figura 3.4.29, se utilizan cuda la computación en paralelo que incluye compiladores para la identificación de objetos y mejorar el rendimiento de la inferencia.

**Figura 3.4.29**

*Reconocimiento de imágenes en Google colab*

```
import os
import supervision as sv

IMAGE_NAME = '/content/drive/MyDrive/Datasertdividida_total/subcarpeta_5/pistol28540.jpg'
IMAGE_PATH = os.path.join(HOME, 'data', IMAGE_NAME)

TEXT_PROMPT = "pistol and revolver"
BOX_THRESHOLD = 0.45
TEXT_THRESHOLD = 0.60

image_source, image = load_image(IMAGE_NAME)

boxes, logits, phrases = predict(
    model = model,
    image = image,
    caption = TEXT_PROMPT,
    box_threshold = BOX_THRESHOLD,
    text_threshold = TEXT_THRESHOLD,
    device = 'cuda'
)

annotated_frame = annotate(image_source=image_source, boxes=boxes, logits=logits, phrases=phrases)

%matplotlib inline
sv.plot_image(annotated_frame, (16,16))
```

*Nota:* Elaborada por el autor, prueba de detección de objetos usando tensores de cuda prueba de calidad de identificación de imágenes.

Se utilizo las librerías de GroundingDINO las cuales cuentan con una gran cantidad de modelos entrenados con distintos objetos una de ellas el objeto definido para el este sistema con las distintas etiquetas predefinida en la documentación “.pth”, el modelo esta entrenado con un conjunto de anotaciones relacionadas el rastreador de los pixeles el modelo transforma las matrices en RGB para distinguir los puntos en cada Check\_point como se muestra en la figura 3.4.30.

**Figura 3.4.30**

*Modelo entrenado con librerías de GroundingDINO*

```

with open(f"{out_folder}/{time_now}.txt", 'a') as f:
    f.write(info)

def main():
    img_folder_path = '/content/drive/MyDrive/Datasetdividida_total/subcarpeta_6'
    out_folder_path = '/content/data/anotaciones6'
    class_id = 0
    save_results_flag = True

    images, classes = read_images_from_folder(img_folder_path)
    num_images = len(images)

    print(f"Imagenes: {num_images}")
    print(f"Nombres: {classes}")

    home = os.getcwd()

    # Config Path
    config_path = os.path.join(home, "/content/GroundingDINO/groundingdino/config/GroundingDINO_SwinT_OGC.py")

    # CheckPoint Weights
    check_point_path = '/content/weights/groundingdino_swint_ogc.pth'

    # Model
    model = load_model(config_path, check_point_path)

    # Prompt
    text_prompt = 'pistol and revolver'
    box_threshold = 0.45
    text_threshold = 0.60

    for con in range(num_images):
        img = images[con]
        print("-----//-----")
        print(f"Image: {classes[con]}")

        img_copy = img.copy()

        transform = T.Compose([
            T.RandomResize([800], max_size=1333),
            T.ToTensor(),
            T.Normalize([0.485, 0.456, 0.406], [0.229, 0.224, 0.225])
        ])

        img_source = Image.fromarray(img).convert("RGB")
        img_transform, _ = transform(img_source, None)

        boxes, logits, phrases = predict(
            model=model,
            image=img_transform,
            caption=text_prompt.

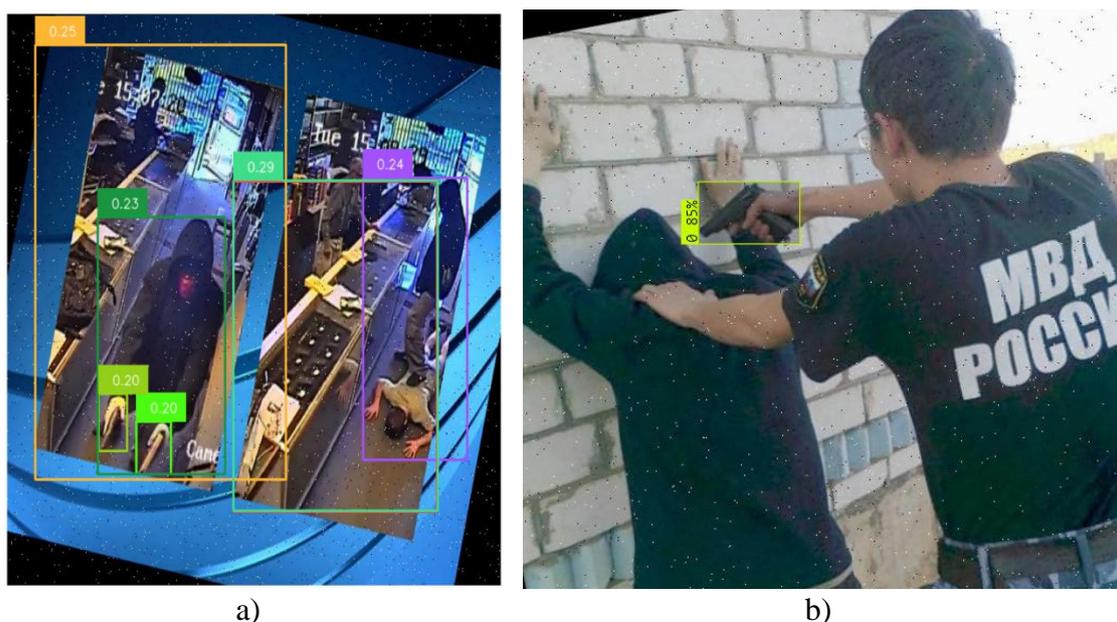
```

*Nota:* Elaborada por el autor, prueba de modelo para una imagen en específico para observar el grado de efectividad en este caso se obtuvo que con un ajuste al .045 no se obtienen buenos resultados eficientes en las etiquetas que se presentaran continuación.

Se verifica los distintas etiquetas tomadas y porcentaje de asiento, como se observa en la figura 3.4.31 el objeto definido como arma se muestra con un recuadro verde con 0.20 por ciento de asertividad como se indica en la figura a), esto está relacionado con la calidad de la imagen como los niveles de precisión del modelo está colocado a un 0.15 por ciento de asertividad si se aumenta a más de un 0.70 por ciento como se muestra en la figura b), de precisión de los objetivos se identifica de una mejor manera y tenemos que realizar un ajuste manual mente como se observó en la plataforma Roboflow

**Figura 3.4.31**

*Nivel de precisión del modelo según la calidad de imagen*



*Nota:* Elaborada por el autor, verificación de nivel de confianza para las etiquetas según la calidad de imagen como se puede observar una calidad de imagen representa un mayor asertividad en el desenvolvimiento del sistema.

Nivel de eficacia en el modelo en una comprensión del modelo YOLO11, como se observa se muestra un conjunto de objetos que están delimitados y bien segmentados por sus etiquetas y cuadros de comprensión la figura 3.4.32.

**Figura 3.4.32**

*Precisión de modelo pre entrenado etiquetado de pistolas de calibre corto*



*Nota:* Elaborada por el autor, se presenta distintas imágenes tomadas aleatoriamente de la cantidad de 100.000 imágenes al verificar su correcto etiquetado.

### 3.8 Sección IV. Comprensión del dimensionamiento del modelo

El modelo esta dimensionado para trabajar en un sistema empresarial el cual consta de recursos como datos muy amplios estos valores son precisos para la eficacia al detectar los objetos y no presentar un grado de errores muy amplio se debe ajustar las parametrizaciones según las especificaciones recolectadas de la base de datos analizada anteriormente.

El siguiente código contienen los valores a los cuales e van ajustar los parámetros del modelo este caso tomamos las etiquetas como dimensionamiento de cada fase del

modelo, en este caso “train, val, ” dimensionados y debidamente corregidos en este caso se toman los valores del archivo “.yaml”, contienen las clases como las direcciones de los archivos a entrenar según su distinción en calidad una imagen, nivel de confiabilidad y precisión como se muestra en la figura 3.4.33 se defino un entrenamiento de 64 épocas las cuales fueron obtenidas después de un análisis extenso para analizar si la cantidad de épocas en paralelo son correctas y el modelo no pierda su eficacia al momento de escribir los valores o pesos en cada época del entrenamiento, se decidió descargar los pesos de cada época para verificar y analizar el contenido del nivel de confianza para no exceder y prever el sobre descripción del modelo y perder eficacia un falso positivo.

### Figura 3.4.33

*Código aplicado en Google colab con el uso de GPU*

```
import os
from google.colab import files
from ultralytics import YOLO

# Crear un directorio para los resultados (opcional)
output_dir = '/content/weights_output'
os.makedirs(output_dir, exist_ok=True)

# Entrenamiento del modelo
model = YOLO('yolov11m.pt') # Carga el modelo base YOLOv8 Nano (o tu modelo personalizado)

# Entrenar el modelo
model.train(
    data='/content/drive/MyDrive/mdelototalyolo11/Pistol11-tesis.v4-verificadoimagenes0.3.yolov11/data.yaml',
    epochs=64,
    batch=64,
    imgsz=640,
    device='cuda',
    save_period=5, # Guardar pesos cada 10 épocas
    project=output_dir, # Directorio de salida de los resultados
    name='pistol_detection' # Nombre del experimento
)

# Comprimir y descargar los pesos generados
weights_path = f'{output_dir}/pistol_detection/weights'
zip_path = '/content/pistol_detection_weights.zip'

# Comprimir la carpeta de pesos
os.system(f'zip -r {zip_path} {weights_path}')

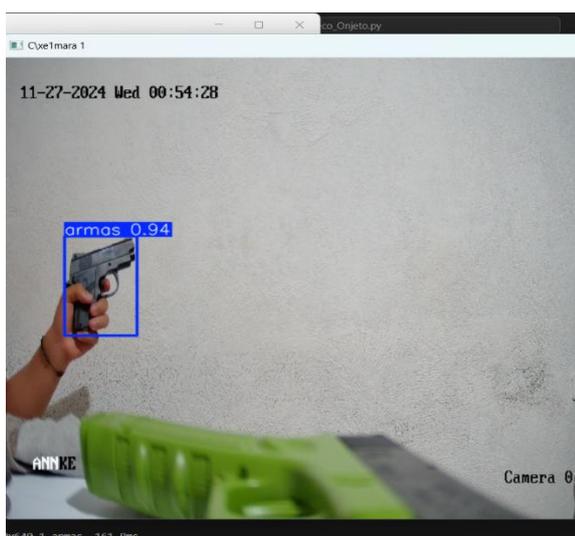
# Descargar el archivo ZIP
files.download(zip_path)
```

*Nota:* Elaborada por el autor, el modelo esta dimensionado con un entrenamiento de 64 épocas entrenadas a la vez 64 veces en paralelo, con el uso de una GPU A100 con un dimensionamiento de imagen 640 con un dataset de 150.000 datos.

Prueba de modelo final en una prueba de laboratorio como se puede verificar en la captura de video en vivo se tiene que el modelo está captando un objeto identificado con la clase 0 y la etiqueta arma con un grado de confianza de 0.94 porciento de eficacia a una distancia de 2 metros atreves de la entrada de video por la capara IP promedio de video RTPS como se muestra en la figura 3.4.34.

### Figura 3.4.34

*Prueba de campo en implementación de modelo final*



*Nota:* Elaborada por el autor, el modelo definitivo se probó en distintos escenarios uno de ellos una situación de fondo vacío y el objeto a identificar se ingresó de manera instantánea.

### 3.8.1 Análisis del número optimo en épocas de entrenamiento y parámetros de dispersión del modelo de visión artificial

EL siguiente análisis toma en cuenta el uso de las gráficas generadas al finalizar el proceso de entrenamiento en cada una de las épocas como se describe de cada una de las siguientes graficas.

- **Curva de F1-Confianza:** Muestra la confianza en las predicciones y la puntuación F1, la medida de precisión en identificar la muestra verdadera como positivas en el modelo.
- **Curva de Precisión-confianza:** Muestra como varia la precisión del modelo con diferentes niveles de confianza en la predicción.
- **Curva de precisión-Recall:** Plasma la relación entre la precisión y recall a diferentes umbrales de confianza
- **Matriz de Confección:** Muestra la precisión que varía dentro del modelo con distintos índices de confianza en las predicciones.

Se tomo en cuenta distintas épocas de entrenamiento para el modelo definitivo el cual no se puede realizar una gran comparación por fines de recursos, se realizaron 3 comparaciones según análisis previos con plataformas relacionadas para no desperdiciar recursos ya que el entrenamiento tarda 2 a 3 días en realizarse por la gran cantidad de datos como se muestra en la tabla 3.4.1.

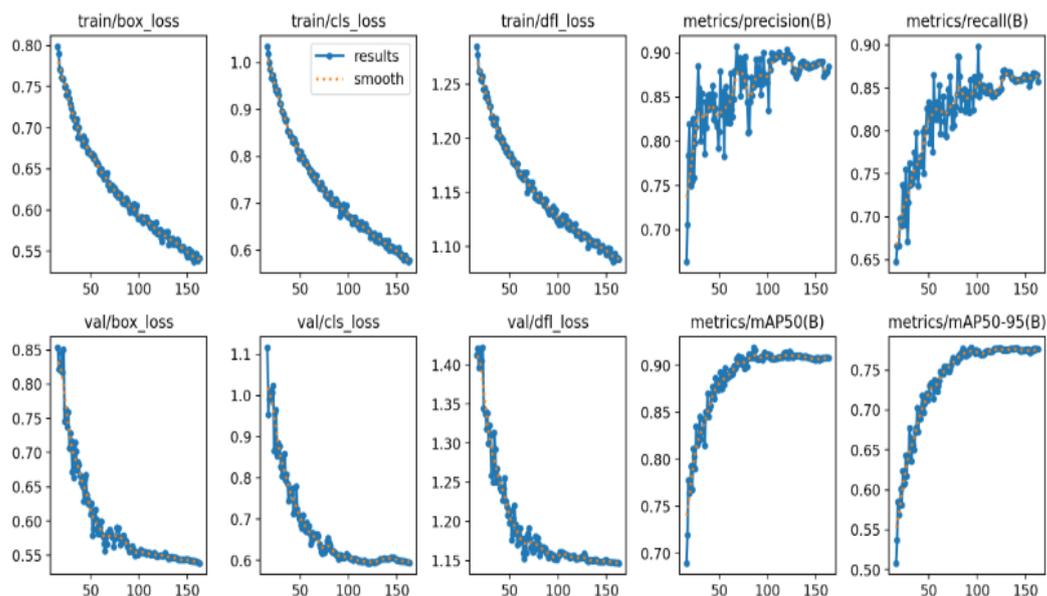
#### **Tabla 3.4.1**

##### ***Graficas de entrenamientos***

---

Análisis de entrenamiento y el entendimiento de cada gráfica

---



Parámetro	Descripción
<b>train/box_loss</b> (Pérdida de caja - entrenamiento)	La pérdida inicial es ~0,8 y se reduce hasta ~0,55 al final (150 épocas)
<b>train/cls_loss</b> (Pérdida de clasificación - entrenamiento)	Inicia en ~0.9 y desciende a ~0.6 tras 150 épocas.
<b>train/dfl_loss</b> (Pérdida de distribución focal - entrenamiento)	Comienza en ~1.5 y finaliza en ~1.1 tras 150 épocas.
<b>métricas/precisión(B)</b> (Precisión - Cuadros delimitadores)	Oscila bastante al inicio, pero se estabiliza alrededor de 0.85 al final.
<b>métricas/recuperación(B)</b> (Exhaustividad - Cuadros delimitadores)	Parte de ~0.7 y sube hasta ~0.88 tras 150 épocas.

---

<b>val/box_loss</b> (Pérdida de caja - validación)	Baja de ~0.85 a ~0.55.
--	------------------------

---

<b>val/cls_loss</b> (Pérdida de clasificación - validación)	Baja de ~1.0 a ~0.6.
---	----------------------

---

<b>val/df1_loss</b> (Pérdida de distribución focal - validación)	Parte de ~1.35 y finaliza en ~1.1.
--	------------------------------------

---

<b>métricas/mAP50(B)</b> (Media de Precisión - IoU 50%)	Parte de ~0.7 y sube a ~0.88.
--	-------------------------------

---

<b>metrics/mAP50-95(B)</b> (Media de Precisión - IoU de 50% a 95%)	Parte de ~0.55 y sube a ~0.75.
---	--------------------------------

---

*Nota:* Elaborada por el autor, El entrenamiento fue muy largo, con mejoras progresivas, pero con muchas fluctuaciones las cuales producen un entrenamiento más lento y con algunas irregularidades en 150 épocas.

#### **mAP50:**

Es el valor de mAP cuando el umbral de coincidencia IoU es 0.5 (50% de intersección entre la caja predicha y la caja real), Significa que, si al menos el 50% de la caja predicha se superpone con la caja real , se considera una detección correcta.

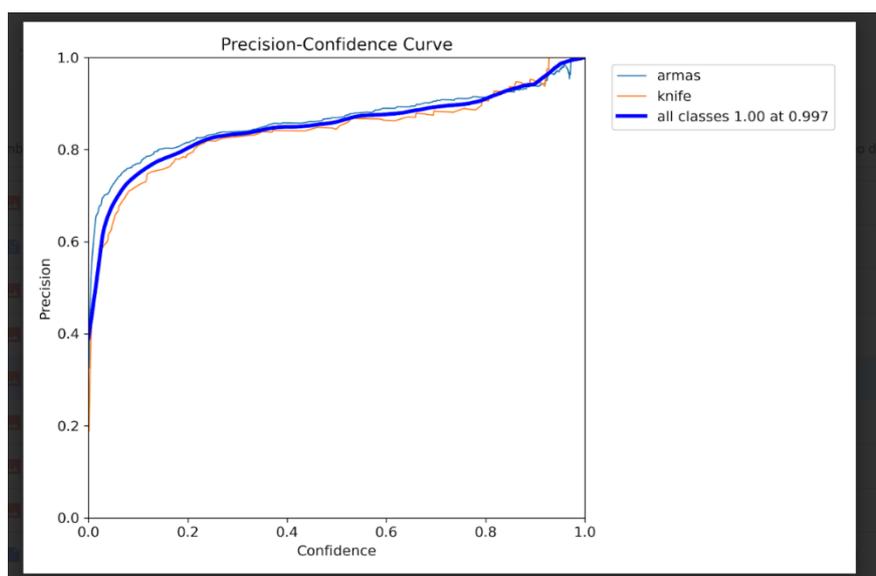
#### **mAP50-95:**

Es el valor promedio de mAP calculado en varios umbrales IoU desde 0.5 hasta 0.95 en pasos de 0.05 (0.5, 0.55, 0.6, ... 0.95), Es más exigente porque evalúa el modelo en situaciones donde se necesita que las cajas sean mucho más precisas.

El entrenamiento con una cantidad de datos menor y las cantidades de épocas superior a 150 muestra una desviación en el asertividad de las cajas en las predicciones reales de cada época como se muestra en la figura 3.4.35.

**Figura 3.4.35**

*Curva de precisión de modelo con una cantidad de datos inferior a 10.000 imágenes*



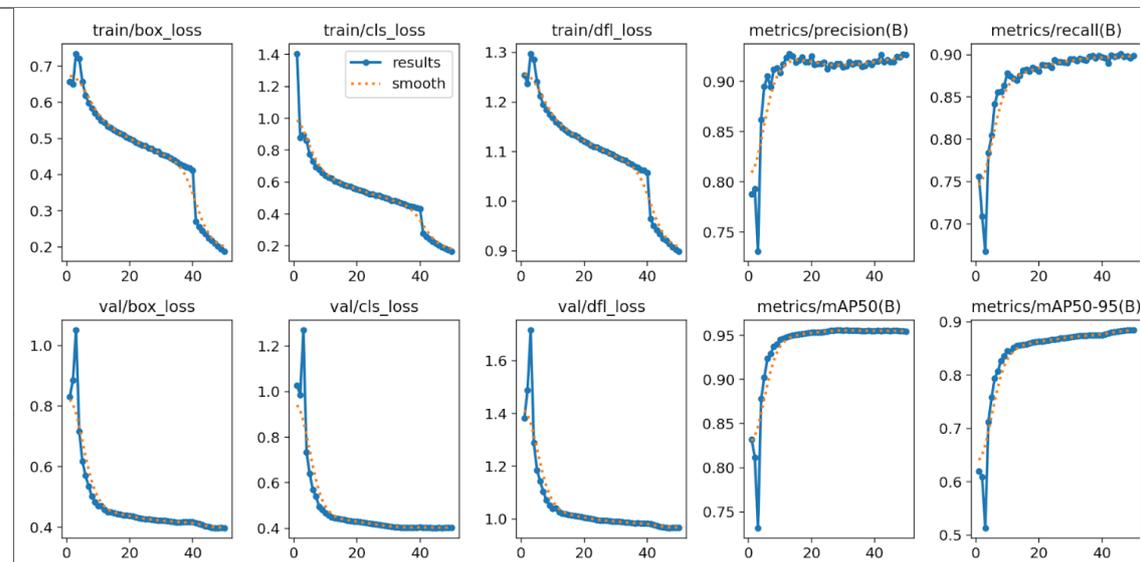
*Nota:* Elaborada por el autor, modelo poco preciso en se utilizó Map50 que es variante en el cuadro de predicción un objeto no debe estar muy bien sobre escrito sobre el cuadro real del modelo.

A continuación, en la Tabla 3.4.2, se analizará de cada imagen descrita los parámetros que se mencionan como las interacciones que se realizaron con una cantidad de épocas 50 a una cantidad de 100.000 imágenes su grado de asertividad como la desviación que esta presenta a medida que se coloca la sobre posición de una identificación en cada imagen.

Tabla 3.4.2

Análisis de graficas para un entrenamiento de 150 épocas

Análisis de entrenamiento y el entendimiento de cada gráfica



**Parámetro**

**Descripción**

**train/box\_loss** (Pérdida de caja -  
entrenamiento)

La pérdida comienza en  $\sim 0,7$  y baja a  $\sim 0,2$  en solo 50 épocas. Esto indica que el modelo está aprendiendo más rápido y con mayor precisión debido a la gran cantidad de datos.

**train/cls\_loss** (Pérdida de  
clasificación - entrenamiento)

Parte de  $\sim 1.4$  y baja hasta  $\sim 0.2$  en solo 50 épocas. Esto indica que el modelo se beneficia de más datos, logrando una clasificación más precisa y rápida.

**train/df\_l\_loss** (Pérdida de  
distribución focal - entrenamiento)

Empieza en  $\sim 3.3$  y se reduce a  $\sim 0.9$  en 50 épocas. La mayor cantidad de datos acelera la reducción de esta pérdida.

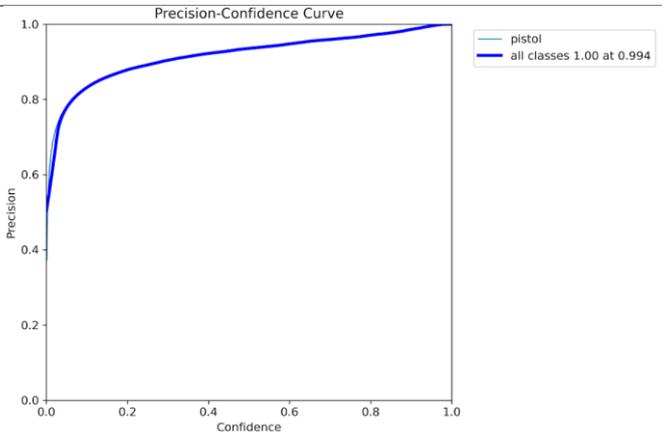
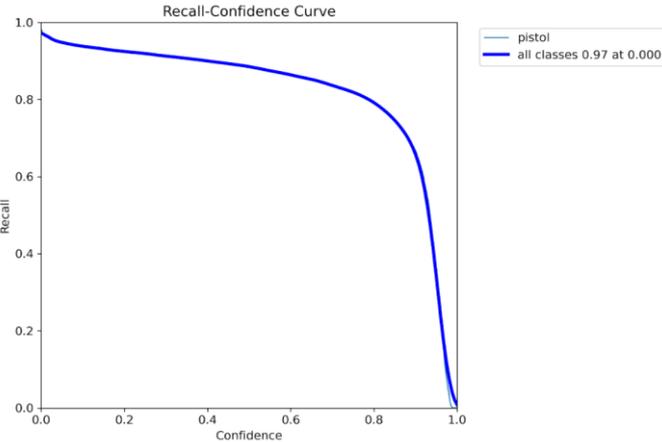
<b>métricas/precisión(B)</b> (Precisión - Cuadros delimitadores)	Rápidamente supera 0.9 y se mantiene estable. Más datos permiten lograr una mayor precisión con menos épocas.
<b>métricas/recuperación(B)</b> (Exhaustividad - Cuadros delimitadores)	Llega rápidamente a 0.9 y se mantiene. Con más datos, el modelo detecta más objetos correctamente.
<b>val/box_loss</b> (Pérdida de caja - validación)	Parte de ~1.0 y cae hasta ~0.3. La reducción es más rápida y efectiva con más datos.
<b>val/cls_loss</b> (Pérdida de clasificación - validación)	Comienza en ~1.2 y se reduce a ~0.3. Muestra que el modelo generaliza mejor con más datos.
<b>val/df_l_loss</b> (Pérdida de distribución focal - validación)	Baja de ~1.8 a ~0.9. Más datos ayudan a mejorar la localización en validación.
<b>métricas/mAP50(B)</b> (Media de Precisión - IoU 50%)	Llega rápido a ~0.95, lo cual es excelente y muestra que con más datos se logra un mejor rendimiento en menos tiempo.
<b>metrics/mAP50-95(B)</b> (Media de Precisión - IoU de 50% a 95%)	Sube rápido a ~0.85. Indica que el modelo es más robusto y preciso con más datos.

*Nota:* Elaborada por el autor, El entrenamiento muy rápido a pesar la cantidad grade de datos como la convergencia más rápida en métricas superiores en (mAP50 y Map50-95 ) en 50 épocas .

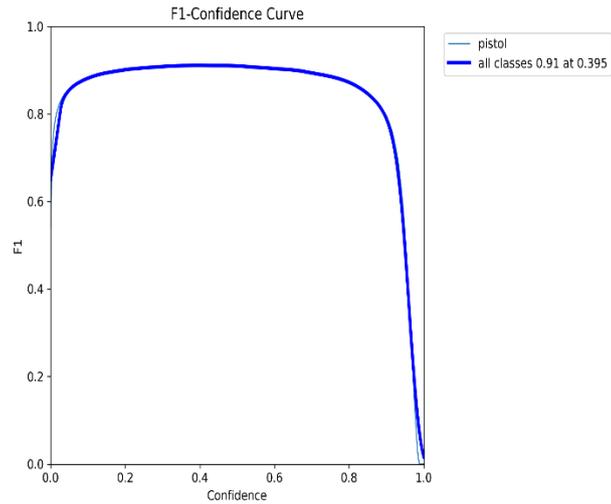
En la tabla 3.4.3 se relizan los analisis de entrenamiento del modelo como si existe un mal ajuste en el entrenaminto del modelo como se definira en cada proceso relizado se toma en cuanta la cantidad de datos como las perdidas de efectivida.

Tabla 3.4.3

*Análisis de entrenamiento del modelo final*

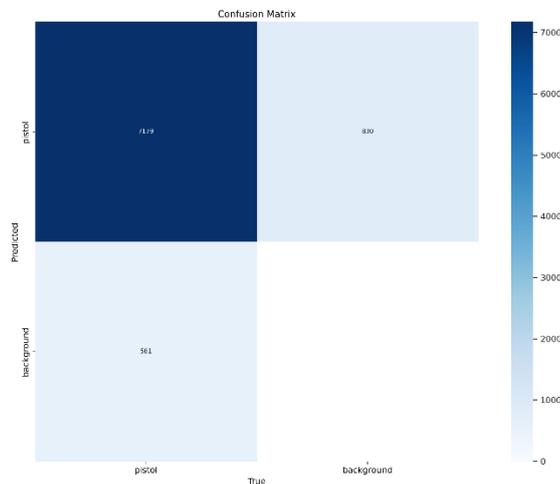
Análisis de entenamamiento con 50 épocas		
Tipo de gráfica	Análisis	Gráfica
<b>Curva de precisión-confianza</b>	En la presenta gáficamuestra la precisión en un valor de $mAP@0,5 = 0.9$ alta capasidad de detección.	 <p>The graph is titled "Precision-Confidence Curve". The y-axis is labeled "Precision" and ranges from 0.0 to 1.0. The x-axis is labeled "Confidence" and ranges from 0.0 to 1.0. A blue curve starts at (0,0) and rises steeply to a precision of approximately 0.8 at a confidence of 0.1. It then continues to rise more gradually, reaching a precision of 1.0 at a confidence of approximately 0.994. A legend in the top right corner indicates "pistol" (light blue line) and "all classes 1.00 at 0.994" (dark blue line).</p>
<b>Curva de recuperación-confianza</b>	En la presenta gráfica es posible observar que el area bajo la curba se mantiene con una pequeña interaccion en la parte final que afecta al rendimiento del modelo con un 0.95 eficiencia.	 <p>The graph is titled "Recall-Confidence Curve". The y-axis is labeled "Recall" and ranges from 0.0 to 1.0. The x-axis is labeled "Confidence" and ranges from 0.0 to 1.0. A blue curve starts at (0,1) and remains high, with a recall of approximately 0.95 at a confidence of 0.95. It then drops sharply to a recall of 0.0 at a confidence of 1.0. A legend in the top right corner indicates "pistol" (light blue line) and "all classes 0.97 at 0.000" (dark blue line).</p>
<b>Curva de F1-Confianza</b>	En la presenta gráfica es posible observar que la puntuacion de F1, es alta que el modelo es confiable con una precision	

óptima que determina que tiene un ajuste adecuado y consecutivo.



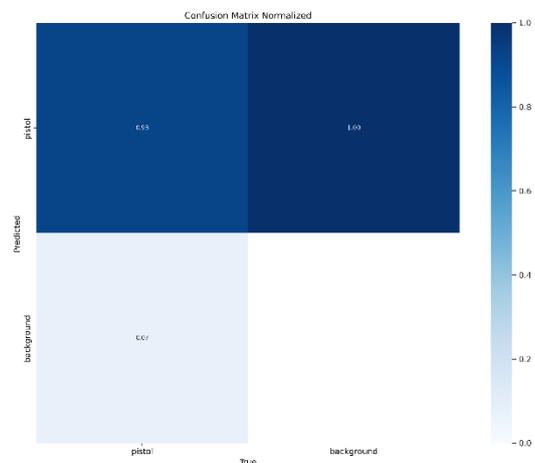
**Matriz de confusión**

En la presente gráfica se puede observar que las predicciones correctas son altas superando el 9 por ciento de eficiencia.



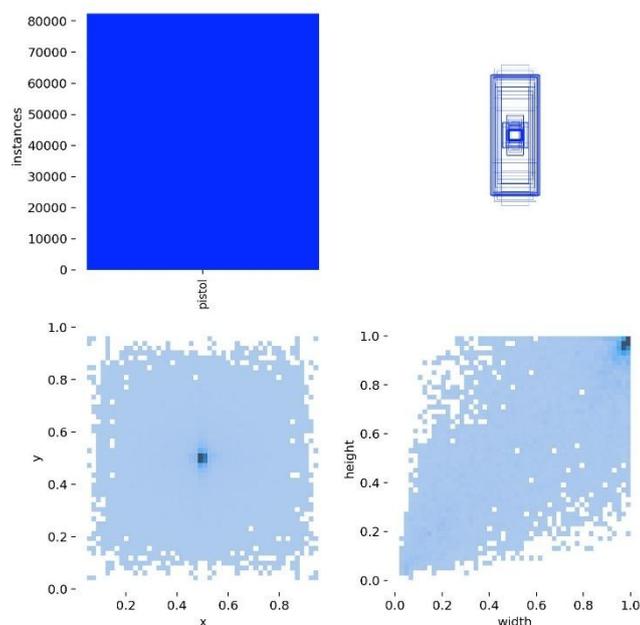
**Matriz de confusión normalizada**

En la presente gráfica se puede observar que las predicciones corecctas son altas en si la clase pistola cuanta con el 0.93 por ciento de asertividad variando entre el 1 seria un sobre escribimeinto.



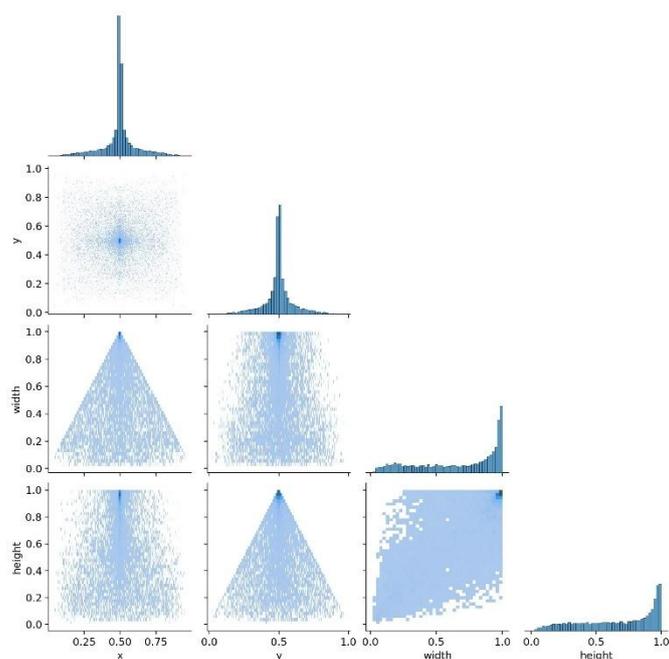
## Etiquetas

En la presente grafica se observa la dispersion de identificacion de datos en el momento del entrenamiento como se observa los pixeles asules intensos muestran la mayor cantidad constante de entrenamiento como se observa con una confianza mayor a 0.9 porciento.



## Correlograma de etiquetas

En la presente gráfica se muestra las distribuciones normalizadas entre 0 y 1 de las cajas delimitadoras y la muestra de la cantidad de datos en una posición específica



---

de uneres del  
modelo.

---

*Nota:* Elaborada por el autor, en los presentes histogramas se muestran las distintas fases del entrenamiento como la confianza que este modelo presento al ser entrenado dado que se recolecto la información para ajustar las épocas de entrenamiento se determinó que 60 son suficiente para modelar correctamente sin sobre pasar el entrenamiento de caja sobre colocada en un dataset de 100.000 imagen.

Las redes CNN se utilizaron como base para el entrenamiento del modelo como se pudo observar el entrenamiento con 60 épocas es adecuado para la cantidad de datos y el modelamiento del proceso dado por YOLO11m el mismo que se observaron mejoras comparados con dataset con pocos datos, el número proporcionado de épocas ayuda a obtener un modelo eficiente y preciso, con altos niveles de efectividad, estabilidad sin indicios de sobrentrenamiento, un modelo entrenado con más épocas puede disminuir al grado de precisión por condiciones con el mismo modelo a acercarse a 1 seria la capacidad máxima del modelo y no adecuado.

## 4 CAPÍTULO IV

### EVALUACIÓN Y RESULTADOS

En este capítulo se plasma la implementación del presente proyecto en la empresa Districor, se evaluara que tan eficiente y preciso es el sistema, con distintas pruebas realizadas en el sitio, las cuales permiten saber en qué parámetros el funcionamiento se están presentando de manera adecuada y correcta con las acciones cotidianas que se presentan en la empresa, con estos datos se recolectan datos que deben mejorar, para poder garantizar el rendimiento como la eficiencia, rapidez de respuestas del modelo implementado en el sistema plateado para empresas comerciales.

#### 4.1 Interpretación del algoritmo

El algoritmo está basado en el lenguaje de programación Python como se mencionó anteriormente, el código consiste en una interfaz básica de usuario que está relacionada con los intereses de la empresa para este caso solo se proporciona acceso a esta interfaz por medio de privilegios dados al gerente de la empresa Districor para su manejo preferente o encargado del sistema de seguridad como usuario con privilegios, el algoritmo entrenado está relacionado en la parte de activación del sistema el cual ejecuta el .py que contiene los datos de las inferencias como las medidas de video en vivo de entrada al sistema que será procesado con las distintas librerías en el sistema Ubuntu a través de Jetson Nvidia no orin kit.

La segunda ventana desarrollada dentro del algoritmo es la base principal del sistema cuanta con botones interactivos que realizan las activaciones de los distintos procesos, codificados en el sistema para un control fácil con el usuario el programa no puede ser modificado ni alterado a menos que se conozca y se permita el ingreso a las carpetas restringida dentro del sistema principal, este sistema fue presentado al gerente

de la empresa Districor y fue aceptado por su facilidad de interacción, ya que una vez el sistema activo no depende de un personal que lo monitoree el sistema cuenta con una alerta de error enviado a través de un mensaje de texto que indica que el sistema tiene fallas, estas fallas pueden ser de recursos de almacenamiento como nodo no conectado.

## 4.2 Configuración de monitoreo del sistema

El sistema está configurado según las medidas y ángulos establecidos en los planos del sistema realizados por el autor estos valores se presentaron anteriormente el dato más importante a considerar es la colocación de la cámara IP esta es la encargada de obtener el video como se muestra en la figura 4.2.1 para que el sistema obtenga una imagen de entrada para analizarla, el sistema se colocó a través de la canaletas metálicas existentes en la empresa por petición del personal de trabajo y estética del lugar se realizó las pruebas correspondientes a la transmisión de datos como se presentara continuación.

### Figura 4.2.1

*Instalación del sistema de video*



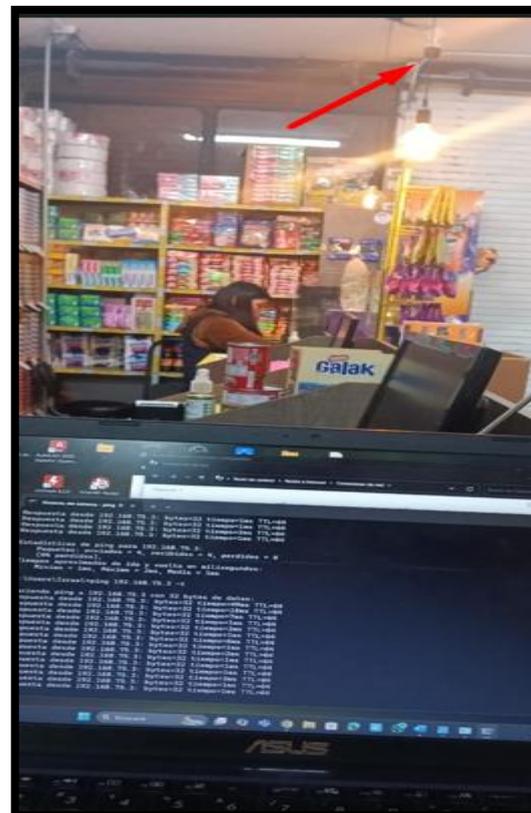
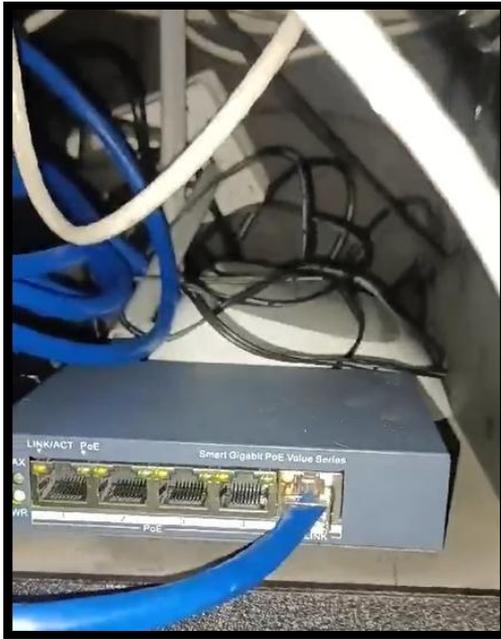
*Nota:* Elaborada por el autor, posicionamiento del ángulo correcto de la cámara IP 4k cámara principal como la canalización el cable Ethernet cat6a.

Cableado interno del sistema colocado dentro del rack principal de bodega 1 las conexiones se realizaron como se mencionó anteriormente y siguiendo el orden y

instrucciones dadas en cada proceso explicado con anterioridad hasta obtener los resultados requeridos como se muestra en la figura 4.2.2.

**Figura 4.2.2**

*Pruebas de conexión del sistema*

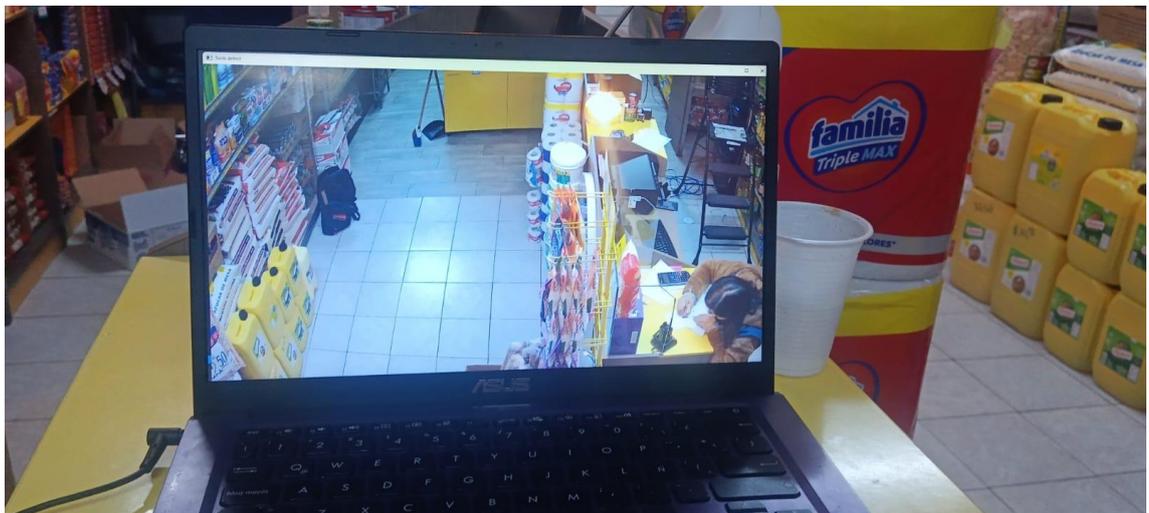


*Nota:* Elaborada por el autor, prueba de red del sistema las conexiones como configuraciones se realizan como se menciona en las distintas fases del sistema.

Prueba de monitoreo del sistema tomando desde la cámara principal los datos de entrada se recolectan como se muestra en la figura 4.2.3 los tiempos de retardo desde el ultimo host son mínimos varían de 1 a 3 ms las fluctuaciones de fps aceptables para el sistema son 18 a 20 ya que si la calidad baja las imágenes serán ilegibles para el sistema.

### **Figura 4.2.3**

*Monitoreo del sistema implementado en empresa*



*Nota:* Elaborada por el autor, prueba de monitoreo del sistema en tiempo real .

## **4.3 Monitoreo del sistema**

El sistema se presentó desde la configuración de en el sitio, presentado al gerente de la empresa la forma de monitoreo de datos el sistema cuenta con una página web que muestra el historial de detenciones realizadas cundo se detecte un arma que quiere decir

que está pasando una situación de asalto en el lugar como se muestra en la figura 4.3.1 se monitore el sistema las 24 horas al día.

Se muestra una captura de la grabación constante del sistema la cual esta almacenada en el historial de video.

### Figura 4.3.2

*Prueba de monitoreo en tiempo real*

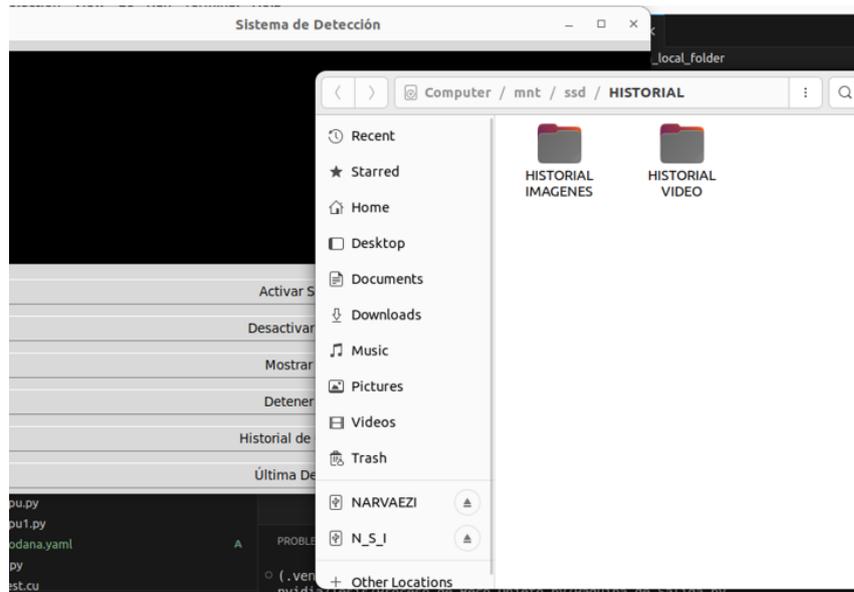


*Nota:* Elaborada por el autor, prueba de monitoreo del sistema en tiempo real .

El almacenamiento interno del video solo se puede observar desde el propio sistema ya que el uso del RAID1 el mismo permite la redundancia de video ya que las imágenes se almacenan en la nube un video sería muy grande y ocuparía mucho espacio como se muestra en la figura 4.3.3.

### Figura 4.3.3

*Utilización de redundancia RAID1 para video almacenaje*

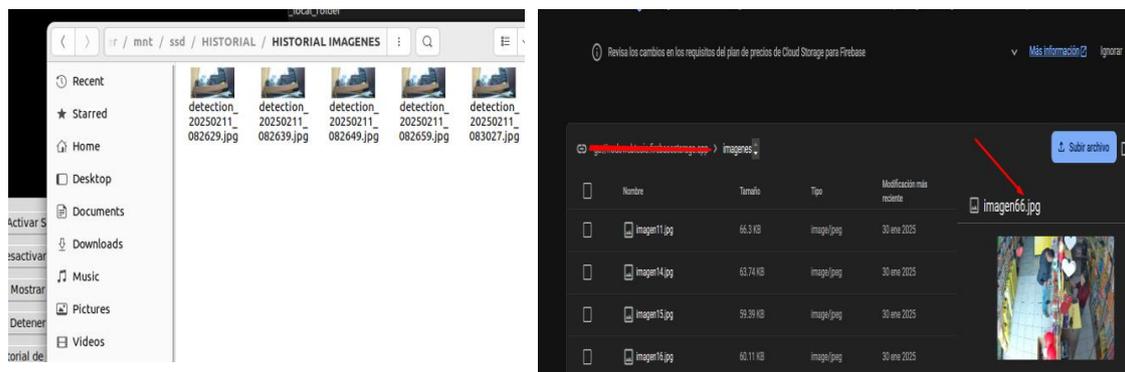


*Nota:* Elaborada por el autor, prueba de monitoreo de video enviado durante la activación del sistema.

Tenemos el monitoreo de las imágenes cada vez que se realice la detección estas imágenes serán subidas inmediatamente a la nube de forma automática para ser identificadas en la página web estos medios de monitoreo serían los principales para virilización del sistema como se muestra en la figura 4.3.4.

### Figura 4.3.4

*Sistema de alerta y almacenamiento de imágenes en la nube*



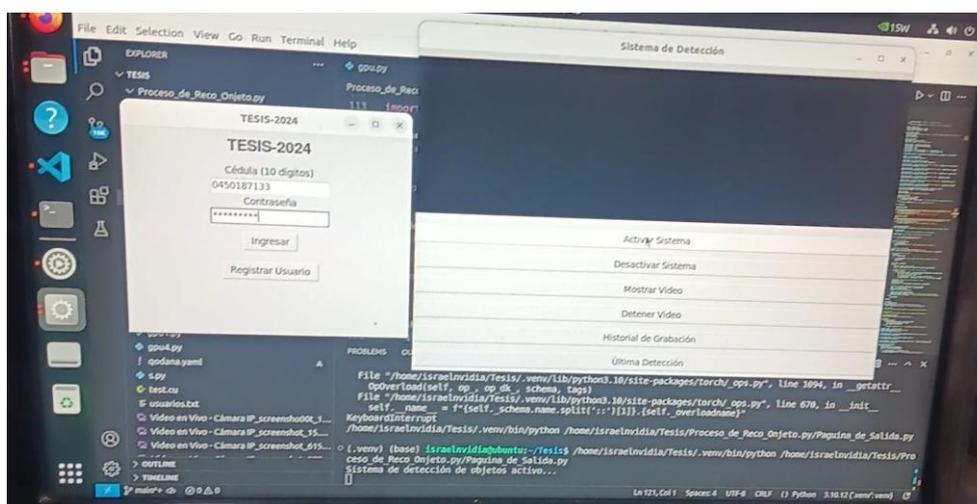
*Nota:* Elaborada por el autor, prueba de monitoreo de imágenes enviado durante la activación del sistema.

#### 4.3.1 Método de control local y remoto para el sistema de video vigilancia

El sistema se activa localmente y se puede de activar o activar usando una herramienta de RealVNC en caso de forzar la instrucción de monitoreo del sistema de forma remota, de caso contrario el centro se realiza localmente como se muestra en la figura 4.3.5, la cual indica el ingreso permitido del encargado de la empresa.

**Figura 4.3.5**

*Prueba de ingreso permitido a usuario encargado del sistema*



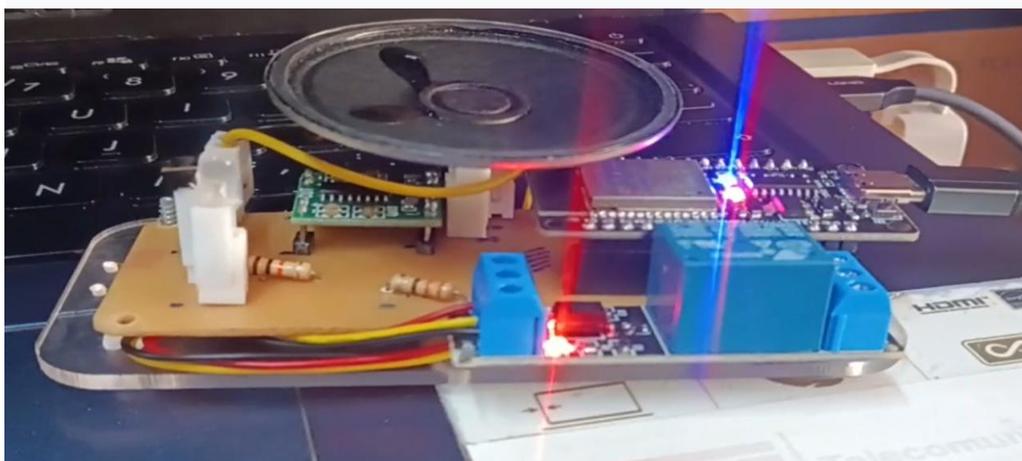
*Nota:* Elaborada por el autor, prueba de ingreso de usuario permitido ya implementado en la empresa Districor.

#### 4.3.2 Verificación del modo de Alarma y Monitoreo

En la implementación del sistema se realizaron varias pruebas de funcionalidad del sistema como en este caso se simuló un robo con las debidas precauciones y permisos evitando que estén personas presentes en el momento de la prueba para tener malentendidos ya que se utilizó un arma que puede ser confundida como real y para la prueba resultado eficiente como se muestra en la figura 4.3.6.

**Figura 4.3.6**

*Prueba de salida del alerta como monitoreo de situación actual en la empresa*

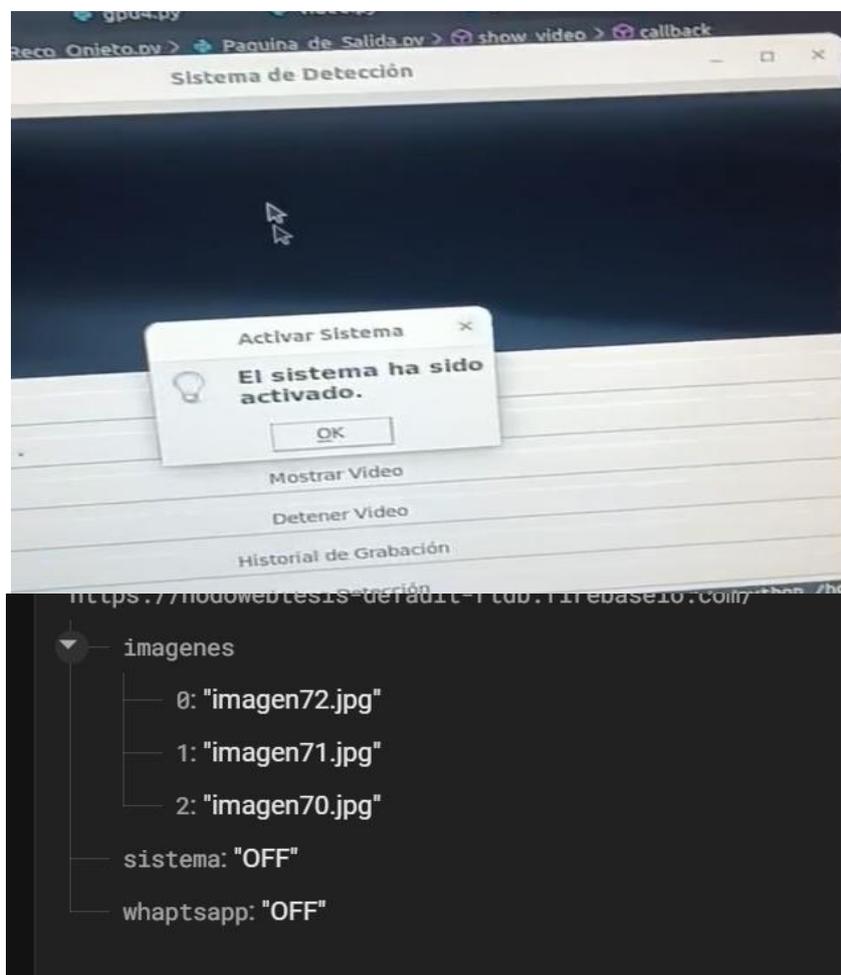


*Nota:* Elaborada por el autor, prueba de activación de nodo alarma con su debida alerta con pruebas de detección de arma corta.

El sistema está monitoreando la alerta desde el momento de su activación como se puede observar en la figura 4.3.7, se observa el levantamiento del sistema como la base de datos que interactúa para la activación de las notificaciones existentes en este caso se usan las alertas del nodo principal como el primer método de aviso ante una detección o activación el sistema por una situación predecible en la locación de bodega 1.

**Figura 4.3.7**

*Encendido del sistema la espera de interacciones para activación de notificaciones inmediatas*



*Nota:* Elaborada por el autor, prueba de activación del sistema, a la espera de una interacción del sistema para su alerta inmediata.

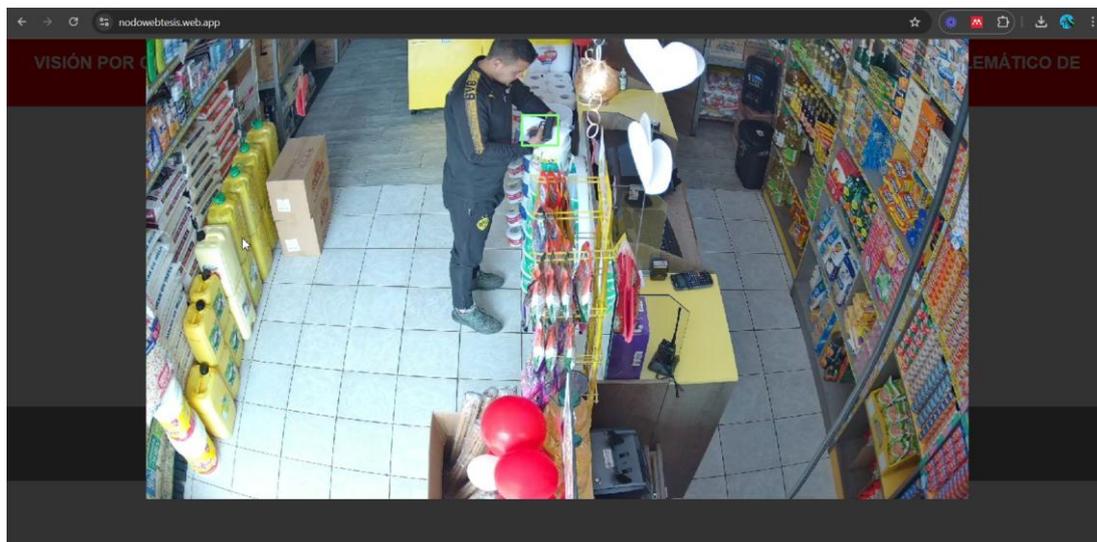
### 4.3.3 Verificación de detección de movimiento y control de eventos

El sistema esta dimensionado para el trabajo autónomo, las alertas y detecciones funcionan en conjunto, siguiendo la metodología plateada la cual expresa un orden de operación como las acciones que realiza, como se muestra en la figura 4.3.8 tenemos una dirección de un presunto individuo portando un arma de fuego en este caso tomamos la

evidencia directamente de la página web que nos muestra el registro más actual de las acciones capturadas una vez reconocidas por el sistema de inteligencia artificial.

### Figura 4.3.8

*Captura de sospechoso portando un arma de fuego*



*Nota:* Elaborada por el autor, los eventos capturados se manejan con el historial de detecciones del sistema en este caso se numeran en orden descendente y presentan en este orden en la base de datos como en la página web para observar de una manera más factible estos hechos.

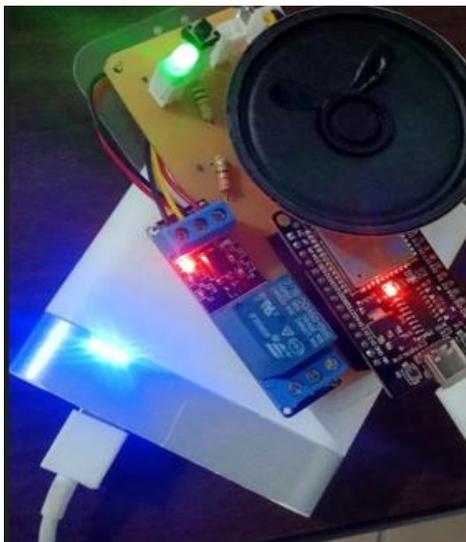
#### 4.3.4 Principal envío de alertas del sistema

El sistema está plateado con alertas rápidas a través de nodos portátiles que puedan ser transportados por un guardia de seguridad o colocados en locaciones específicas donde se pueda tener un control en la seguridad del lugar a monitorear en este caso el nodo cuenta con una salida de audio porque en la implementación el nodo está colocado en el escritorio del gerente de la empresa Districor, cuenta con una salida de relé para la activación de una sirena de 120vol ya que en la locación se cuenta con una sirena que puede ser utilizada para alertar al personal de la bodega 2, como se observa en la figura

4.3.9, se colocó el nodo alarma en la oficina del usuario final en este caso se tomó videos como fotografías para evidenciar que el nodo revisión la alerta cuando se la active.

#### **Figura 4.3.9**

*Alerta de nodo alarma al activarse el sistema de visión por computadora*



*Nota:* Elaborada por el autor, las alertas principales son las activaciones del nodo alarma como se presenta en la resolución del problema.

El sistema cuenta con un sitio secundario para la visualización de las alertas este sitio esta creado para flexibilidad de evidencia en caso de necesitar comprobar si la alerta es correcta mediante las imágenes capturadas en el instante de la detección.

#### **Figura 4.3.10**

*Verificación de alertas correctas con la activación el nodo alarma*



*Nota:* Elaborada por el autor, verificación de situación real con el encendido de nodo alarma esto muestra que el sistema esta funcionando de manera adecuada sin un falso positivo.

#### 4.3.5 Etapa IV. Pruebas del sistema

Las pruebas en el sistema están dadas con la implementación el lugar de interés en este caso la empresa Districor, se recolectaron pruebas en distintas circunstancias las pruebas preliminares se realizaron bajando el nivel de precisión del sistema un 0.50 por ciento de confianza lo que presento distintos falsos positivos ya que el sitio cuenta con una gran cantidad de objetos que pueden llegar a confundir el sistema, por ende se definió el grado de 0.92 de efectividad en detectar un objeto para que el sistema no confunda algunos objetos presentes en el lugar como lo son , Woki Tokii, teléfonos celulares estos dos objetos son las principales y que se encontraron en la comúnmente en la empresa ya sea por el uso de clientes como del personal de atención al cliente.

La pruebas se realizaron en un entorno real con las debidas medidas de seguridad que serían dar aviso al personal que se encuentra en la zona de prueba, permiso de grabación como también el uso del espacio al gerente de la empresa, las pruebas se realizaron a lo largo de dos semanas en las cuales se obtuvo casi nulos falsos positivos

esto quiere decir que el sistema está funcionando correctamente se realizaron pruebas dos fines de semana los cuales se utilizó un arma parecida a la real para probar el sistema durante el día y la tarde noche se provo el sistema.

#### **4.3.6 Introducción a las pruebas**

Las pruebas presentadas son pruebas simuladas por personal de la empresa guiados por mi persona para saber cómo actuar en caso de una situación real las imágenes mostradas son tomadas como prueba de un suceso real en el ámbito de estudio del sistema de detección de objetos, las pruebas más relevantes se llevaron los fines de semana las cuales se simulo un robo amano armada para prueba del sistema, en el trascurso de las semanas no se registraron detecciones solo se obtuvo un historial de grabación constante del sitio en cuestión bodega 1 de la empresa Districor, estas pruebas muestran la fiabilidad del sistema como los aspectos a mejora del mismo, se obtuvo una cantidad de falsos positivos al momento de implementar el sistema ya que se debe ajustar los parámetros y configuraciones con respecto al lugar a monitorear como se aplicara a continuación en las pruebas preliminares.

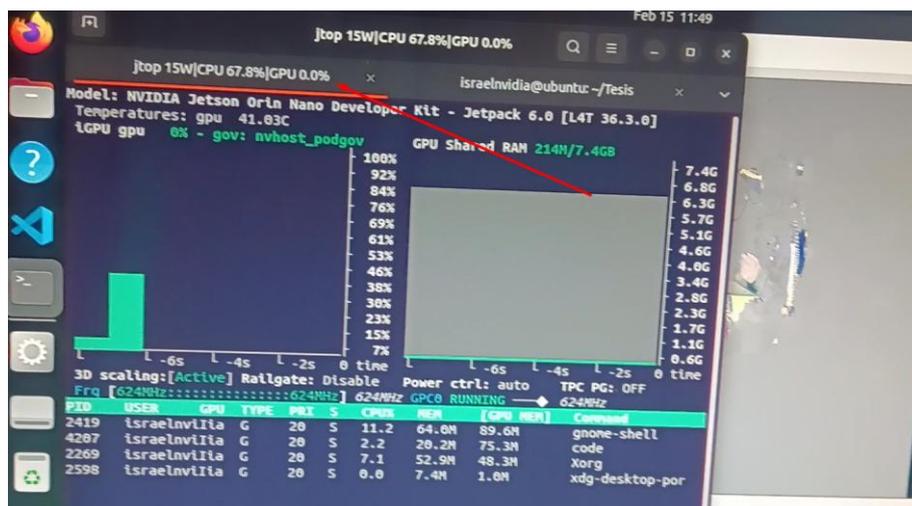
#### **4.3.7 Pruebas preliminares**

Las pruebas se realizaron con ayuda de trabajadores y mi persona para simular las acciones que activan el sistema en este caso se presenta en la figura 4.3.12 una prueba de asalto a mano armada realizada por un empleado de la empresa como se puede observar el sistema funciona de manera correcta peor se tienen algunos fallos en la reproducción de video por lo que se verificara a continuación que mejoras se debe realizar para obtener las mejores prestaciones del modelo como los recursos del sistema en Jetson nano orin en este caso se procedió a buscar las interacciones que no permiten que el flujo de video sea

mayor a 20 fps ya que no se estaba utilizando el 100 por ciento de las GPU que cuenta el sistema por falta de librerías de CUDA las cuales se solucionaron con guía del siguiente error presente en la figura 4.3.11.

**Figura 4.3.11**

*Uso de GPU no activado*



*Nota:* Elaborada por el autor, verificación de recursos en la inferencia del sistema no activada solución del error se mencionará más adelante.

El sistema está funcionando solo con los recursos de CPU el cual funciona como se puede verificar en la prueba preliminar, pero en medida que el tiempo de ejecución avanza se obtienen errores con la entrada de video ya que el sistema colapsa por la gran cantidad de datos e interacciones que suceden en cada imagen analizada entre más movimiento más recursos necesita el sistema.

**Figura 4.3.12**

*Prueba preliminar sin uso de los recursos GPU del sistema posibles errores de inferencia*



*Nota:* Elaborada por el autor, pruebas preliminares del sistema funcionando en el entorno real entro de la empresa Distractor pruebas realizadas en el día.

#### **4.3.8 Características importantes de reacción**

Se realizó una introducción a los usuarios de la empresa como se debe actuar al momento de vivir un momento robo a mano armada como se observa en la figura 4.3.13 se realizó un video explicativo al personal que se utilizara un arma casi real para las pruebas en el sitio en este caso las personas encargadas de caja deben colaborar y no forzar con la persona que porte el arma ya que el sistema actuara inmediatamente en dar aviso a la oficina de seguridad o protocolos de la empresa ante una situación similar, las personas pueden organizar un plan de contingencia el cual muestra los puntos clave y saber que el responsable está siendo identificado como puesto en alerta con el uso del guardia de seguridad como el servicio del EC911, estas acciones ya son responsabilidad de la empresa en como organizar su plan de contingencia al usar el sistema de alarma al instante del robo.

#### **Figura 4.3.13**

*Introducción al plan de contingencia ante un asalto a mano armada*



*Nota:* Elaborada por el autor, introducción a plan de contingencia contra una amedrantarían y uso del sistema de detección de amas de fuego, como se explicó nunca se debe forzar o realizar acciones agresivas ante este tipo de situaciones se tienen que tomar medidas de reacción como sería dejar que el suceso pase y esperar al implicado fuera del lugar con las respectivas medidas para evitar amenazas a personal de la empresa como personas naturales.

#### **4.3.9 Calibración de equipos**

El sistema está presentando un error con la fludes de captura de video en vivo debido a la alta cantidad de datos que se infieren en cuestión de segundos 1 o 3 ms, como se mencionan en las pruebas de velocidad de transmisión.

El sistema estaba mal calibrado en la interfaz de efectividad el número de aciertos estaba en 0.30 este valor permite que se realicen activaciones no prisas o falsos positivos ya que el modelo puede confundir algunos objetos con este grado de inferencia se debe subir el nivel al indicado anterior mente que es 0.93 de eficiencia del sistema.

**Figura 4.3.14***Calibración de eficiencia del sistema*

```

101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000

```

*Nota:* Elaborada por el autor, corrección en la inferencia del modelo aumento en la detección de objetos a 0.93 valor analizado y probado anterior mente para el buen funcionamiento del sistema.

El principal erro al momento de inferir el video era el uso de recursos para la inferencia del modelo en este caso estaba haciendo falta una librería llamada “startup.service” la misma que debe estar incluida en los archivos de CUDA este recurso debemos clonarlo como un acceso directo a nitro proyecto el cual intenta utilizar esta librería pero al no estar en la misma localización, si no funciona se debe hacer un enlace simbólico al encender el sistema para que el sistema utilice la GPU de Jetson nano orin como se muestra en la figura 4.3.15.

**Figura 4.3.15***Permisos de uso de recursos GPU*



*Nota:* Elaborada por el autor, verificación de fluides de sistema activo sin cortes de imagen y con una alta fiabilidad.

#### **4.3.10 Análisis de variación de luz**

El sistema esta ajustado a los cambios de luz según la rotación del sol y la ubicación de la entrada a bodega 1 en este caso se observa y mediante datos recabados por los trabajadores todo el día están encendidas las luces del lugar para tener mejor visualización como márquetin de los productos, por consiguiente se ajustó la cámara aun ajuste estático que no varía a lo largo del día ya que el sistema está posicionado donde la luz solar no afecta el rendimiento del mismo indistintamente ya que está regido a la luz artificial por las luminarias del lugar, en este caso se toman las medidas que cuenta la empresa como lo es un generador de electricidad por cortes de luz o algún inconveniente relacionado como se observa en la figura 4.3.17 se tiene una imagen nítida de 7 am a 5 pm horario en el que funciona este establecimiento.

#### **Figura 4.3.17**

*Variación de luz mínima en el transcurso del día se observa de la misma forma*



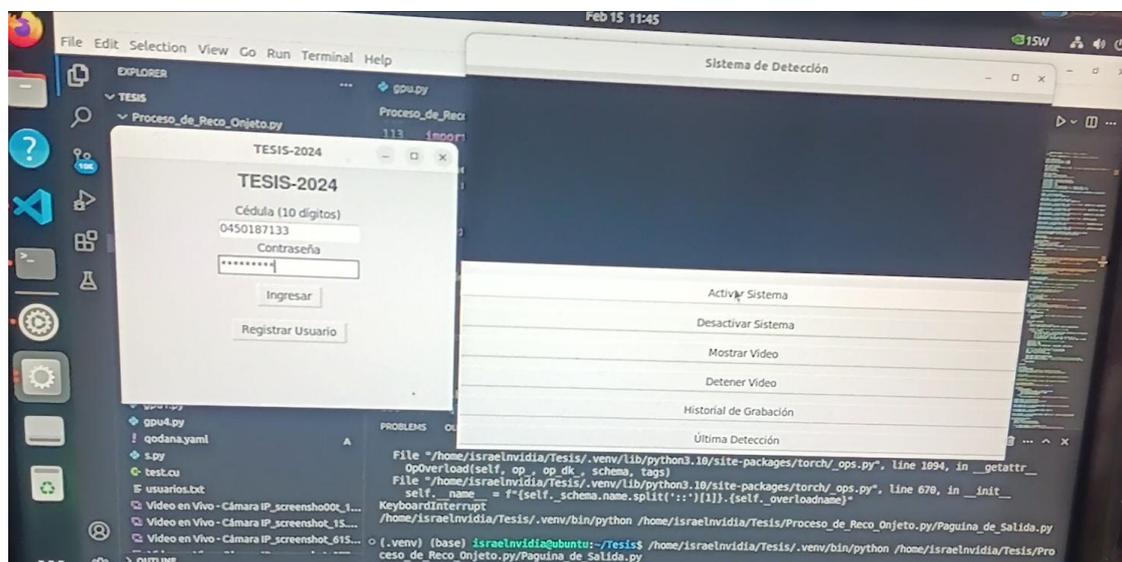
*Nota:* Elaborada por el autor, variación de luz mínima durante el horario de funcionamiento.

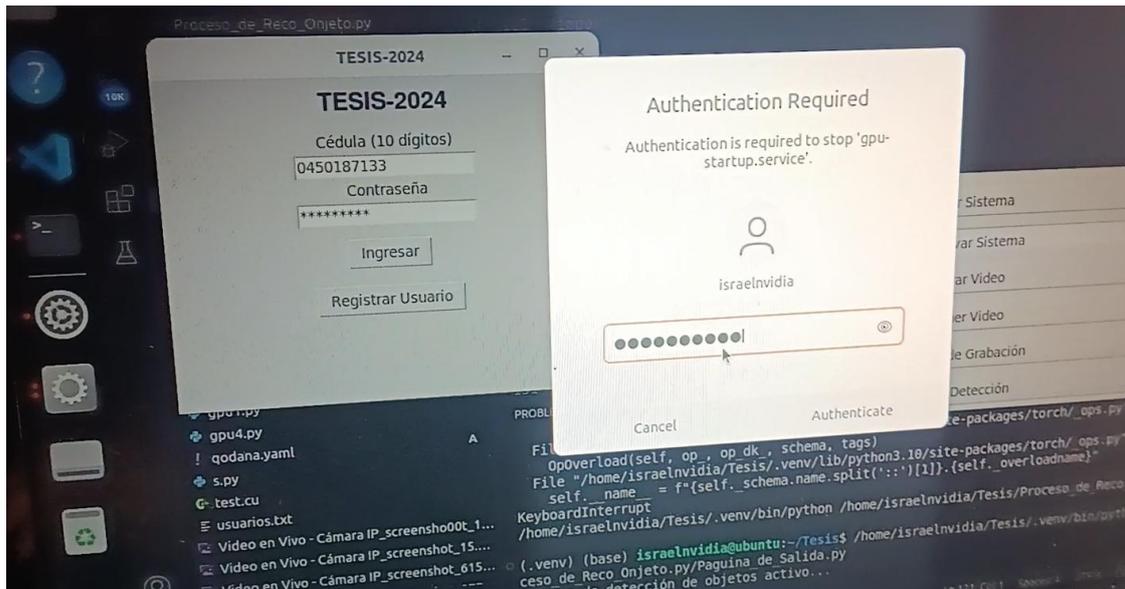
### 4.3.11 Pruebas de producción

La prueba de producción muestra el funcionamiento en si del sistema como se presentó al gerente y su manipulación, ingreso al sistema y prueba de interacciones con el mismo prueba de funcionamiento delimitaciones y verificación de historiales de alerta como de video en el sistema compacto, el sistema solo puede ser manipulado con el uso de credenciales permitidas, ya que el sistema solo debe ser activado una vez es caso de requerir pruebas se puede obtener directo del sistema o a través del sitio web que muestra lo que ha sucedido en caso de una alerta por asalto como se muestra en la figura 4.3.18 el sistema se activó correctamente con permisos adecuados y sin errores el sistema estará activo hasta que se decida desactivarlo manualmente.

**Figura 4.3.18**

*Activación del sistema sin errores*





*Nota:* Elaborada por el autor, activación del sistema correctamente interacción del usuario final con la interfaz realizada para el uso del sistema de manera sencilla y rápida.

Verificación del sistema mediante la interfaz de video funcional como se observa en la figura 4.3.19 se presenta la ventana de inferencia en tiempo real del modelo esto nos permite comprobar la correcta operación del mismo ya que tenemos personas que están realizando sus asuntos y no tenemos perdida de video o fallos en el sistema por sobre carga de datos el gerente menciono que el sistema cumple con su objetivo y los requisitos plateados.

### **Figura 4.3.19**

*Sistema inicializado por el usuario final*



*Nota:* Elaborada por el autor, activación del sistema y verificación del funcionamiento por parte del usuario final gerente de Districor.

#### 4.3.12 Toma de datos en sitio

Se rebabo algunas fotografías del sitio en el transcurso de tres días como se observa el rendimiento del modelo es óptimo se muestran las capturas de video fluidas sin perdidas y con una gran calidad esto quiere decir que el sistema está funcionando con normalidad en el transcurso de las pruebas no se ha detectado falsos positivos que no hayan sido simulados por el autor como se muestra en la figura 4.3.20 se puede observar un objetos en la mano del cliente con alta calidad de imagen se puede identificar las manos del personal de caja con buena resolución esto muestra que el sistema no está detectando falsos positivos durante el pedido de activación, en la figura 4.3.21 se muestran capturas de video durante los días posteriores y el sistema sigue funcionando con normalidad sin falsos positivos o interacciones por la transmisión y envió de datos.

#### Figura 4.3.21

*Captura de video al azar prueba de calidad del sistema*



*Nota:* Elaborada por el autor, calidad y funcionalidad del sistema durante un periodo de prueba.

Se puede verificar que el sistema esta funcionando correctamente con fiabilidad durante periodos largos de uso.

#### **Figura 4.3.22**

*Pruebas de video en los posteriores días de grabación*



*Nota:* Elaborada por el autor, calidad y funcionalidad del sistema durante un periodo de prueba.

#### **4.3.13 Pruebas en el día**

Las pruebas se realizaron a lo largo de la semana, se utilizaron la pruebas realizadas la última visita a las instalaciones de la empresa para saber cómo el sistema está funcionando se simulo con ayuda del personal de la empresa y encargado un intento de robo con una arma de fuego corta esta interacción mostro el grado de eficacia y la confiabilidad de la implementación del sistema para solventar los objetivos propuesto que serían alertar y evitar amedrentaciones al personal de la empresa, el sistema al detectar el objeto entrenado alerta al gerente y notifica a los empleados la situación que está pasando en el lugar para aplicar el plan de contingencia que la empresa realizara según su dimensionamiento y recursos planteados en su comunidad como se observa en la figura 4.3.23 el sistema detecta 2 actividades las cuales son inmediatamente representadas en el nodo alarma ubicado en la oficina del encargado en cuestión.

**Figura 4.3.23**

*Simulación de robo a mano armada en la empresa Districor*



*Nota:* Elaborada por el autor, las pruebas se realizaron en las horas del día para mostrar la fiabilidad como eficacia del modelo en este caso se obtuvo buenos resultados del sistema al detectar al sujeto con un arma corta en el instante de la simulación se obtuvo una alerta en el nodo alarma que se evidencia por el gerente de la empresa con la figura 4.3.23.

#### 4.3.14 Pruebas en la tarde casi noche

Prueba simulada en el transcurso de la tarde llegando la noche en la empresa Districor como se observa se ingresó con un celular en la mano simulando algún error por el sistema el cual no detecto ninguna anomalía en el bolsillo izquierdo de guardo un arma de fuego corta la cual al momento de su visualización la alerta al nodo alarma se activó correctamente demostrando que el cambio de luz es mínimo como la eficiencia del modelo es muy alta en caso de una situación real deberían permanecer las mismas métricas ya que el sistema no está presentando fallos estos fallos celos simulara continuación para obtener pruebas de errores como falsos positivos provocados eb la eficiencia de detención el sistema como se muestra en la figura 4.3.24.

#### Figura 4.3.24

*Simulación de asalto y verificación de confusión de sistema*



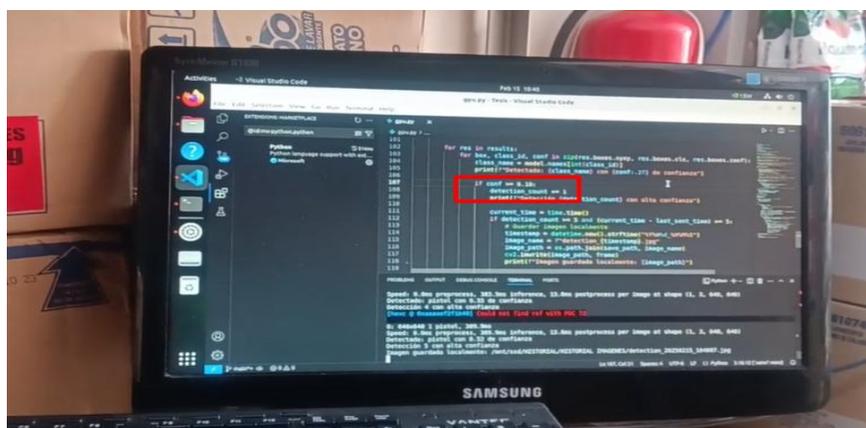
*Nota:* Elaborada por el autor, las pruebas se realizaron en las horas de la tarde así noche para verificar la calidad del sistema en el cambio de luz y se verifica que no tiene ningún cambio en el funcionamiento de detección.

#### 4.3.14.1 Falsos positivos

Los falsos positivos como se mencionaron anterior mente fueron casi nulos, claramente si estos no se fuerzan en de manera interna el sistema no estaría mostrando errores en el funcionamiento habitual, se simulo los falsos positivos bajando el índice de fiabilidad del sistema a un 0.40 de efectividad al detectar un objeto como se muestra en la figura 4.3.25 se utilizó el código fuente para esta simulación al bajar el rango de eficiencia

**Figura 4.3.25**

*Simulación de falsos positivos*



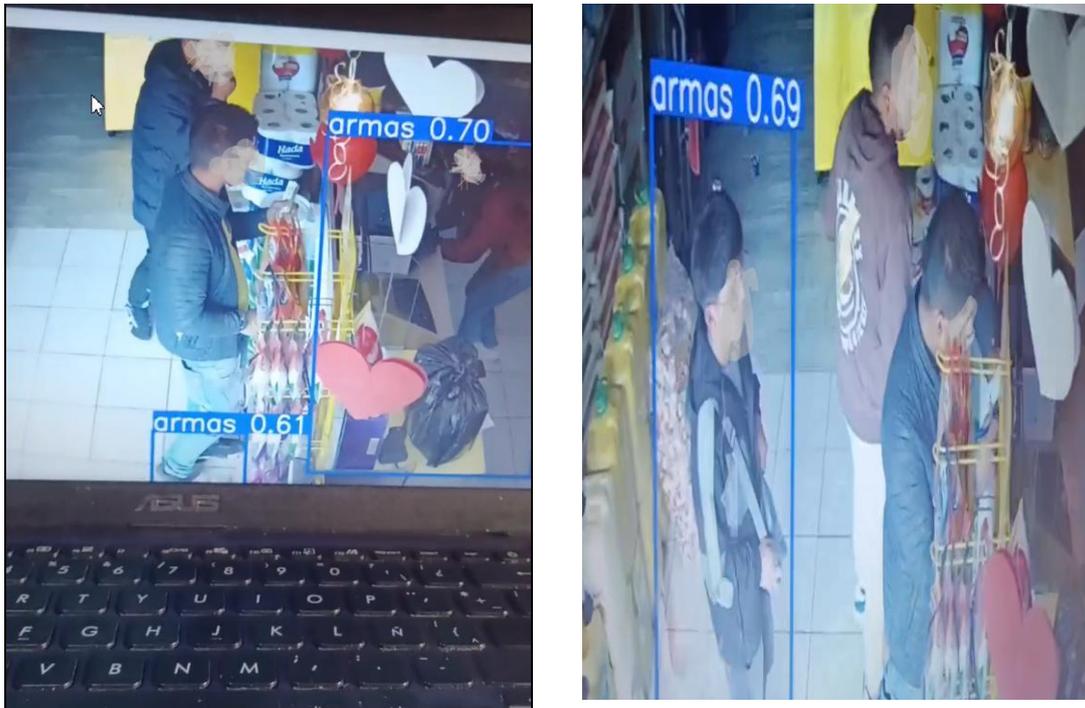
*Nota:* Elaborada por el autor, las pruebas se realizaron forzando el sistema principal al modificar la fiabilidad del sistema un grado no recomendado analizado anterior mente con los parámetros de inferencias de datos.

Prueba de falsos positivos como se observa en la figura 4.3.26 se detectan varias interacciones con más del 0.69 por ciento de efectividad que no corresponden al objeto entrenado y la alerta se activó varias veces al verificar el que este parámetro está regido en la codificación del sistema para evitar los falsos positivos se debe mantener entre 0.9

y 0.93 por ciento de efectividad en el sistema como se observó que el sistema funciona correctamente el momento adecuado.

### Figura 4.3.26

*Falsos positivos en el sistema*

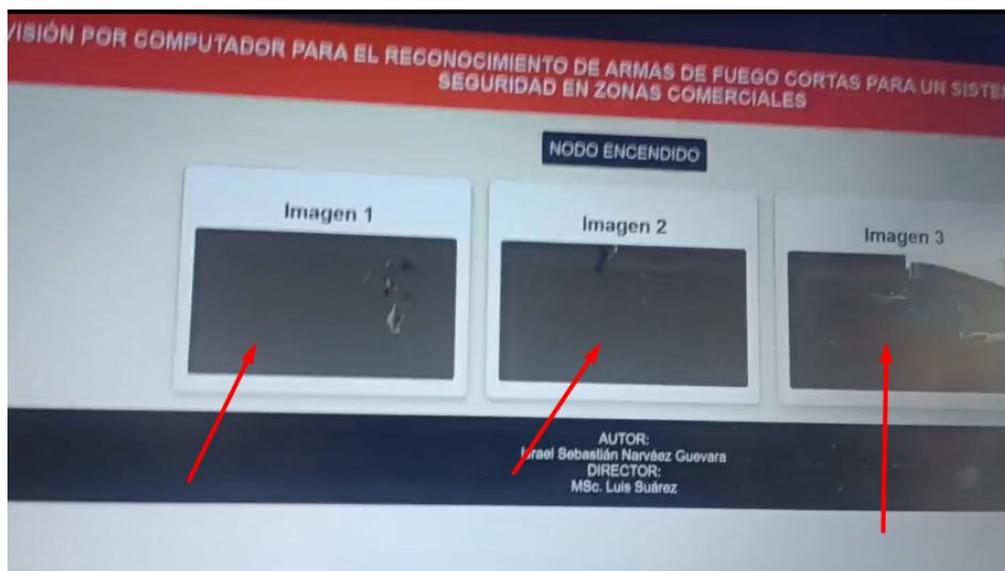


*Nota:* Elaborada por el autor, las pruebas se realizaron en la empresa con los cambios presentados para observar los falsos positivos del sistema cabe recalcar que se utilizó una codificación distinta para esta prueba y no afectar al sistema ya funcional y eficaz de la empresa.

Como se observa no se distinguen las imágenes en las pruebas de falsos positivos ya que el rendimiento del modelo es afectado al no utilizar los recursos necesarios para su funcionamiento adecuado como se observa en la figura 4.3.27 se activa el nodo alarma, pero no se verifica ninguna imagen del lugar.

### Figura 4.3.27

*Falsos positivos en la verificaciones web*



*Nota:* Elaborada por el autor, las pruebas se realizaron en la empresa con los cambios presentados para provocar errores de alertas falsas y equivocadas.

#### 4.3.15 Video de funcionamiento del sistema

Como parte de evidencia se realizó un video académico mostrando cómo funciona el sistema implementado en las instalaciones de la empresa Districor.

- [https://drive.google.com/drive/folders/1WtGz7-6fhY9q\\_kPUz0YRXMj\\_9K4I2z5N?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1WtGz7-6fhY9q_kPUz0YRXMj_9K4I2z5N?usp=sharing)

#### 4.4 Análisis de Costos/Beneficio

El presente apartado tiene como fin recabar los costos que asocian la elaboración de sistema implementado el cual evaluará la factibilidad para ser aplicado en empresas con una necesidad de mejorar su entorno de trabajo y dar una factibilidad de seguridad y bienestar al personal como las personas que adquieren productos en dicha empresa dando un servicio rentable a largo plazo. Comprender el costo beneficio representa la importancia del impacto económico y social del sistema.

Como se muestra en la tabla 4.4.1 se detallan los costos de Hardware incorporados para el desarrollo del sistema de visión por computador para el reconocimiento de armas de fuego cortas para un sistema telemático de seguridad en zonas comerciales. Los elementos como la placa reducida, NVIDIA Jetson nano orin kit, 2 cámaras 4K IP, monitor para visualización del sistema, entrada VGA-DisplayPort, 40 metros de cable Cat6a, RJ45 Cat6a, Disco duró de 1T, 2 Discos SSD 256Gb, Switch PoE, Router Tp-link, Esp32, Sirena, Parlante 4 Ohms, Amplificador, leds, Power bank, cable USB-C.

**Tabla 4.4.1**

*Costos de hardware para el sistema de alarma*

<b>ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario (USD)</b>	<b>Costo Total (USD)</b>
<b>NVIDIA Jetson nano orin kit</b>	Placa reducida con características de NVIDIA GPU Jetson nano orin kit	1	566.71	566.71
<b>Cámaras 4K IP</b>	Cámaras con resolución 4096 x 2160 pixeles	2	100	200
<b>Monitor</b>	Monitor de 1024 x 768 píxeles	1	95	95
<b>VGA-DisplayPort</b>	Adaptador de VGA a Display port	1	13	13
<b>Cat6a</b>	Cable Cat6a para exteriores blindado.	40m	1,25	45
<b>RJ45 Cat6a</b>	Conectores metálicos.	12	0.4	4.8
<b>Disco duró de 1T</b>	Disco de almacenamiento para el RAID 1.	1	60	60
<b>Discos SSD 256Gb</b>	Sistema Ubuntu en las particiones de los discos.	2	16	32
<b>Switch PoE</b>	Salida de los dispositivos y Cámaras IP	1	50	50

<b>Router Tp-link</b>	Ruteador de la red WAN a LAN	1	35	35
<b>Esp32</b>	Nodo Sirena	2	14	28
<b>Sirena</b>	Alarma o actuador	1	30	30
<b>Parlante 4 Ohms</b>	Actuador de audio	2	3	6
<b>Amplificador</b>	Salida aumentada de esp32	2	6	12
<b>Leds</b>	Actuadores de alarma	4	0,15	0,6
<b>Power bank</b>	Batería de nodo alarma	2	9	18
<b>Cable USB-C.</b>	Alimentación de nodo alarma	2	4	8
<b>TOTAL(USD)</b>			<b>1003.51</b>	<b>1204.11</b>

*Nota:* Elaborada por el autor

En el desarrollo de Software se requirió adquirir algunos planes de pago para desarrollo del sistema implementado ya que los planes gratuitos no abastecían los periodos extensos de entrenamiento, almacenamiento y depuración del sistema final se utilizaron distintos ítems, como NVIDIA, Google Colab, Roboflow, Google Drive, Firebase, Python, Ultralytics, PyCharm, los cuales ayudaron a desarrollar un modelo confiable y escalable en la implementación que se lo quiera implementar como se muestra en la tabla 4.4.2.

**Tabla 4.4.2**

*Costos de Software para el desarrollo del sistema de alarma*

<b>ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo Total (USD)</b>
<b>NVIDIA</b>	Entorno de configuración de Jetson nano orin kit	0
<b>Google Colab</b>	Entrenamiento del modelo con más de 100,000 imágenes	32
<b>Roboflow</b>	Redimensionamiento de dataset	0

<b>Google Dirve</b>	Almacenamiento de modelo y dataset	5
<b>Firestore</b>	Base de datos del sistema a nodo alarma	10
<b>Python</b>	Lenguaje de programación del sistema	0
<b>Ultralytics</b>	Modelos libres	0
<b>PyCharm</b>	Funciones de GPU NVIDIA	0
<b>Librerías</b>	Correcta configuración de Jetson nano orin kit	0
<b>TOTAL (USD)</b>		<b>47</b>

*Nota:* Elaborada por el autor

En la tabla 4.4.3 se incluyen las horas de desarrollo que tomo el sistema, el costo unitario por hora y el costo realizado en cada actividad realizada para el montaje del sistema como su implementación estos costos no son sumados a los costos totales del sistema ya que son asumidos por única vez al desarrollo del trabajo de grado, tomando en cuenta los valores presentes en el costo unitario de cada actividad impuestos por el Ministerio de trabajo del Ecuador que contemple el salario mínimo legal de un ingeniero electrónico como lo menciona (Mensuales & Adicionales, 2025).

**Tabla 4.4.3**

*Costo de ingeniería para el sistema de alarma*

<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario (USD)</b>	<b>Costo Total (USD)</b>
<b>Diseño del sistema</b>	Formulación y planificación del sistema, implementación de requerimientos, metodología, arquitectura del sistema de detección	100 horas	3	300

<b>Entrenamiento del modelo</b>	Entrenamiento y ajustes del modelo YOLO11m en Google colab, dataset desarrollado en la , misma plataforma	72 horas	2,50	180
<b>Programación e implementación</b>	Planificación, estructura del código, integración de modelo y librerías para correr modelo en Jetson nano orin kit con sus librerías	100 horas	3	300
<b>TOTAL (USD)</b>		<b>272 horas</b>	<b>8,5</b>	<b>780</b>

*Nota:* Elaborada por el autor

El costo total del sistema esta dado en la tabla 4.4.4 la cual muestra todos los costos en el desarrollo del prototipo y su codificación la misma que incluye los costos de hardware, software e ingeniería . El costo total asciende en \$2031,11 USD.

**Tabla 4.4.4**

*Costo total para el sistema de alarma para detención de armas cortas*

<b>Costos de sistema</b>	<b>Costo (USD)</b>
Costo de hardware	1204,11
Costo de software	47
Costo de ingeniería	780
<b>TOTAL(USD)</b>	<b>2031,11</b>

*Nota:* Elaborada por el autor

El beneficio del sistema de visión por computador para el reconocimiento de armas de fuego cortas para un sistema telemático de seguridad en zonas comerciales, en el ámbito empresarial aplicado es muy factible y fiable ya que puede ser preciso e independiente de vigilancia ya que esto provoca que una persona en el trascurso de

observación de 8 cámaras pierda el 98% de acciones que pasen en un tiempo de 5 segundos de respuesta ya que se utilizan videos en paralelo.

Desde una vista empresarial, se tiene que el sistema es mas rentable que otros sistema ya que el mismo puede monitorear varias zonas de interés y puede ser mejorado con tecnologías emergentes, ya que sistemas similares superan los costos de \$3000 USD por zona vigilada ya que son sistemas incorporados en cámaras fijas y no sistemas expandibles a varios entornos de vigilancia, como se menciona este sistema es viable por el grado de confianza y la rentabilidad del mismo ya que el costo de ensamblaje es el mismo que un sistema de video grabación de una calidad adecuada.

#### **4.5 Discusión**

En el siguiente apartado se va a analizar algunos trabajos de grado similares para el reconocimiento de objetos como armas en el entorno de seguridad como implementaciones de sistemas similares en entornos privados.

El proyecto realizado por Canacuán Ipiiales & Cristian German (2018), *“Diseño de un sistema de video vigilancia IP y alarma basada en movimiento, utilizando software libre sobre un computador de placa reducida, para la empresa color 2000 de la ciudad de Ibarra”*, da una idea de cómo implementar una alerta a través de detección de movimientos para la seguridad en áreas restringidas en un sistema IP se puede evidenciar el montaje de un sistema en un entorno ya existente.

En el trabajo realizado por Condor Silva & Max Manolo (2023), *“Sistema de videovigilancia con tecnología infrarroja controlado por visión artificial para aumentar la seguridad en zonas residenciales”*, el trabajo da a conocer el uso de tecnologías de infrarrojos en un sistema de vigilancia través de cámaras IP y reconocimiento de personas para la detección personas en un sitio controlado.

El trabajo realizado por David Orlando Romero Mogrovejo (2018), “*Desarrollo de un sistema de detección de armas de fuego cortas en el monitoreo de video de cámaras de seguridad*”, el presente proyecto da una idea rápida de cómo se desarrolla la captura de un objeto pequeño como armas cortas en un sistema similar pero no robusto y muy deficiente por el grado de estudio y modelos no confiables.

#### **4.6 Trabajos futuros**

El presente sistema puede ser mejorado en la parte de implementación de tecnologías de cámaras con infrarrojos que puedan detectar armas a través de la ropa midiendo la temperatura corporal como las figuras que se marcan al portar una arma oculta dentro de las prendas, como la implementación de varios sitios de vigilancia para tener mayor control de sitios con un solo procesador, el sistema sería una ayuda a la seguridad en cárceles con la detección y control de ingreso de personas con objetos no permitidos como el control de zonas sin exponer a una persona a riesgos de atentados o atender a la vida misma, me gustaría colaborar con proyectos similares y ampliar tus objetivos con bases en IA y el uso de placas NVIDIA Jetson nano orin kit.

## 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 CONCLUSIONES

El desarrollo del sistema de visión por computador para el reconocimiento de armas de fuego cortas para un sistema telemático de seguridad en zonas comerciales a demostrado ser un sistema funcional y ampliamente utilizado para aplicaciones más robustas como la seguridad de un banco uso de tecnologías por infrarrojo el sistema actual está aprobado por la empresa Districor que menciono que es una herramienta útil ya que no cuenta con un servicio de guardia y este sistema converger con estos servicios de seguridad gratuita a través de distintos planes de seguridad brindada por el ECU911.

La selección del modelo desarrollado con YOLO11 fue indispensable para la implementación del sistema ya que cuenta con la capacidad de inferir una cantidad inmensurable de datos que mejoran el rendimiento de los sistemas que lo utilicen a un 20 por ciento mejor que todos los modelos anterior mente expuestos por YOLO.

Se determino la cantidad de conjunto de datos utilizados para cada fase como el particionamiento de 75% para entrenamiento y 35% para validación, permitió entrenar un modelo robusto con más de 100.000 imágenes lo que contribuyó a su eficacia en avientes reales.

Se determino el número de épocas óptimo para no sobre escribir el modelo entrenado se obtuvo que 60 a 50 épocas de entrenamiento con la interacción de 64 entrenamientos en paralelo se obtiene una efectividad del 0.93% recursos suficientes para la implementación el modelo.

La arquitectura del prototipo, NVIDIA Jetson nano orin kit permitió el desarrollo del sistema por sus altas prestaciones como la integración de GPU en este caso se adecuo

el modelo a los parámetros de ejemplo para utilizar todos los recursos de la placa ya que el sistema es muy robusto y no puede ser implementado en cualquier sistema sin las características adecuadas como memoria y procesamiento de IA en tiempo real.

A pesar del óptimo rendimiento del sistema, identifiqué las limitaciones de recursos basada en la placa Jetson nano orin ya que no permite la accesibilidad de librería adecuadas se deben instalar manualmente para su funcionamiento y esto toma mucho tiempo y las compatibilidades de las mismas malas en razón que las nuevas actualizaciones no cuentan con soporte para utilizar recursos de NVIDIA con estos obstáculos se obtuvo una inferencia de 20 fps en la recepción del sistema que quiere decir que no se puede aplicar los valores originales de una tecnología mejor sin el dimensionamiento del sistema.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

Los resultados obtenidos son muy gratificantes ya que se alcanzó los objetivos propuestos como es un sistema autónomo y eficaz al momento de enviar las alertas , el entono se lo puede mejorar con el uso de optimizaciones del modelo en si ya que consume casi el 95% de recursos al no estar optimizado adecuadamente.

Este proyecto está enfocado a que sirva como base para investigaciones el uso de inteligencia artificial para la seguridad y bienestar de las personas en un entorno hostil como se presentó, la empresa no cuenta con servicios de vigilancia y puede ser parte de un salto que conllevaría a pérdidas muy grande ya que se trabaja con cantidades de dinero en mayoristas, las repercusiones a los empleados como clientes pueden ser muy graves al querer enfrentar una situación que amedrente la vida, se platea este sistema para aplicarlo con cámaras térmicas que permitan escanear una persona y loque porta con ella.

La resolución es el delimitador del modelo ya que YOLO11 utiliza 640x640 píxeles para su modelo esto delimita los recursos de video como del sistema que tiene que transformar las inferencias y ajustarlas a las correspondientes utilizando recursos innecesarios que podría mejorar la eficiencia del modelo.

Se recomienda seguir la guía de NVIDIA para Jetson nano orin kit, las librerías tienen que consistir con las compatibilidades del Jetpack 36.3 las mismas que organizan las medidas de recursos como GPU el uso de Cuda y OpenCV son deficientes sin una buena compilación de librerías.

Se recomienda análisis los parámetros de dimensionamiento en un modelo con cantidades muy grandes de imágenes para el desarrollo del sistema como los equipos que se ajusten a la flexibilidad el mismo ya que los recursos del sistema son esenciales para el funcionamiento de un modelo tan grande como presentado en este trabajo de integración curricular.

El uso de nuevas tecnologías ayuda a la innovación y a descubrir nuevos campos en el desenvolvimiento de aprendizaje y las nuevas tendencias en desarrollo como los temas de AI y el desarrollo de un mundo más seguro con la ayuda de estas herramientas hagamos un mundo mejor con el uso correcto del conocimiento que formamos en el aprendizaje y desarrollo de cualquier proyecto.

## 6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Actiweb.es. (2013). *Directorioloco.com*. Obtenido de <http://www.directoriolocal.com/dl/media/Promocionales/24429MaximaSeguridad4.jpg>
- Alba., J. (2020). *repositorio.utn*. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10171/2/04%20ISC%20535%20TRABAJ>
- Amazon. (2024). *ANNKE Cámara de seguridad C800 4K 8MP PoE con detección de humanos y vehículos AI, Cámara IP H.265+ Bullet IP para exteriores FOV 96° Lente gran angular de 0.157* . Obtenido de [https://www.amazon.com/-/es/gp/product/B07V8H5QQ1?ref=ppx\\_pt2\\_dt\\_b\\_prod\\_image](https://www.amazon.com/-/es/gp/product/B07V8H5QQ1?ref=ppx_pt2_dt_b_prod_image)
- Amazon. (2024). *NVIDIA Jetson Orin Nano Developer Kit*. Obtenido de [https://www.amazon.com/gp/product/B0BZJTQ5YP/ref=ppx\\_yo\\_dt\\_b\\_asin\\_title\\_o01\\_s00?ie=UTF8&psc=1](https://www.amazon.com/gp/product/B0BZJTQ5YP/ref=ppx_yo_dt_b_asin_title_o01_s00?ie=UTF8&psc=1)
- Amazon. (2024). *Switches de red Hikvision Series Pro*. Obtenido de <https://www.hikvision.com/es-la/products/transmission/Network-Switches/Pro-Series/?category=Transmisi%C3%B3n&subCategory=Switches+de+red&series=Serie+Profesional&checkedSubSeries=NONE>
- Andrés, L. M. (2016). SISTEMA INTELIGENTE DE RECONOCIMIENTO DE PATRONES CON VISIÓN ARTIFICIAL PARA LA ALERTA AUTOMÁTICA DE INTRUSOS EN LAS ÁREAS DE ALMACENAMIENTO DE LAS PYMES. *Universidad Técnica De Ambato*, 2-119.

- ArduiniID. (26 de 01 de 2025). *www.arduino.cc*. Obtenido de <https://www.arduino.cc/reference/es/>
- Barbieri, S. (9 de junio de 2024). *Ethernet / IEEE 802.3 Ethernet / IEEE 802.3*. Obtenido de <https://users.exa.unicen.edu.ar/catedras/comdat1/material/Ethernet2010.pdf>
- Buñay, A. S. (2023). Estado del Arte de las Comunicaciones Acústicas Submarinas. *andre.samaniego@epoch.edu.ec*, 20. Obtenido de Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Cervi. (2024). *Cervi.es*. Obtenido de Sistema de cableado UTP Cat.5e: <https://www.cervi.es/ES/3-productos/36--sistemas-de-cableado-y-racks/268-sistema-de-cableado-utp-cat5e.html>
- Computer, L. (2024). *Le Potato AML-S905X-CC*. Obtenido de <https://libre.computer/products/aml-s905x-cc/>
- Crime, U. N. (2020). *Unodc.org*. Obtenido de Unodc.org: [https://www.unodc.org/documents/e4j/Firearms/E4J\\_Firearms\\_Module\\_02\\_-\\_Basics\\_on\\_Firearms\\_and\\_Ammunition\\_ES\\_final.pdf](https://www.unodc.org/documents/e4j/Firearms/E4J_Firearms_Module_02_-_Basics_on_Firearms_and_Ammunition_ES_final.pdf)
- EasyEDA. (26 de 01 de 2025). *easyeda.com*. Obtenido de <https://easyeda.com/editor#id=bd36f699008d4e93b9fa0df001223bc3|1d190418fed049b7bba610ddf8984589>
- FGE. (08 de 10 de 2022). *Cifras de Robo*. Obtenido de Cifras de Robo: <https://www.fiscalia.gob.ec/analitica-cifras-de-robo/>
- Firestore. (26 de 01 de 2025). *firebase.google.com*. Obtenido de <https://console.firebase.google.com/>

- Fritzing. (26 de 01 de 2025). *forum.fritzing.org*. Obtenido de <https://forum.fritzing.org/t/fzpz-for-jetson-nano/13252>
- FS. (2024). *STP Cat6a vs UTP Cat6a: ¿cómo elegir?* Obtenido de FS.com: <https://www.fs.com/es/blog/shielded-or-unshielded-which-to-choose-for-cat-6a-cabling-2692.html>
- Gabriel, L. (2016). Sistema Inteligente De Reconocimiento De Patrones con Visión Artificial Para La Alerta Automarica de Intrusos En Las Áreas De Almacenamiento De las Pymes. *Universidad Técnica De Ambato* , 3-119.
- Gacitúa, M. E. (Septiembre de 2007). *vdocuments.mx*. Obtenido de Plan comercial para la introducción de un nuevo servicio de vigilancia : <https://vdocuments.mx/plan-comercial-para-la-introduccion-de-un-nuevo-servicio-de-.html?page=1>
- García, A. (2024). *SG Buzz*. Obtenido de Arreglos de Discos: <https://sg.com.mx/revista/06/arreglos-discos-que-son-y-donde-utilizarlos>
- German, C. (24 de 04 de 2018). *Repositorio Digital Universidad Técnica Del Norte*. Obtenido de Universidad Técnica Del Norte: <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8150>
- Gordillo E, L. y. (2009). Aplicación de vIsión con LabVIEW para la detección de frascos con tuberías. *Trabajo de titulación (Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones)*. Guayaquil, *Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación.* , 311 p.
- Guide, I. D., & IONOS. (8 de Diciembre de 2022). *¿Qué es Ethernet (IEEE 802.3)?* Obtenido de <https://www.ionos.mx/digitalguide/servidores/know-how/ethernet-ieee-8023/>

Hernández, V. (09 de 20 de 2016). *Programarfacil Arduino y Home Assistant*. Obtenido de ESP8266 todo lo que necesitas saber del módulo WiFi para Arduino:  
<https://programarfacil.com/podcast/esp8266-wifi-coste-arduino/>

Hikvision, D. T. (2024). *Hikvision*. Obtenido de Hikvision:  
<https://www.hikvision.com/es-la/products/IP-Products/Network-Cameras/value-series/?category=Productos+IP&subCategory=C%C3%A1maras+de+red&series=Serie+Valor&checkedSubSeries=NONE>

Hora, L. (15 de 05 de 2018). *lahora*. Obtenido de lahora:  
<https://www.lahora.com.ec/noticias/preocupacion-por-robos-a-locales-comerciales-en-tulcan/>

IEEE 802.3. (17 de 10 de 2024). *GRUPO DE TRABAJO ETHERNET IEEE 802.3*. Obtenido de <https://www.ieee802.org/3/>

INEC. (2018). *Google Docs*. Obtenido de Google Docs:  
[https://drive.google.com/file/d/1muPP4EJ6QCApdj-\\_eUb8RckvL7-4KgQD/view](https://drive.google.com/file/d/1muPP4EJ6QCApdj-_eUb8RckvL7-4KgQD/view)

Ipiates, C. G. (2018). Diseño de un sistema de cideo vigilancia IP y aalrmas basada en Movimiento, utilizando software libre sobre computadora de placa reducida, para la empresa color 2000 de la Ciudad de Ibarra. *Universidad Técnica Del Norte*, 1-222.

Jvsg. (29 de 01 de 2025). *jvsg.com*. Obtenido de <https://www.jvsg.com/calculators/cctv-lens-calculator/>

Ltda, I. M. (2024). *Arduino.cl - Compra tu Arduino en Línea*. Obtenido de <https://arduino.cl/categoria-producto/accesorios/sensores-y-actuadores->

accesorios/?srsltid=AfmBOorlPgtT4whgFM8i2zgsQRXxtEm\_xgnNi9EOGj9Sy  
AisJ\_WvcuEq

Lugo, D. (2021). *DISEÑO DE UN SISTEMA DE VISIÓN ARTIFICIAL MEDIANTE UNA PLATAFORMA*. Obtenido de repositorio.utn:  
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11492/2/04%20RED%20262%20TRABAJ>

luis, L. (11 de 15 de 2022). *Llamas*. Obtenido de <https://www.luisllamas.es/esp32-comparar-versiones/>

Márquez, L. (2016). Sistema Inteligente De Reconocimiento De Patrones con Visión Artificial Para La Alerta Automarica de Intrusos En Las Áreas De Almacenamiento De las Pymes. *Universidad Técnica Del Norte*, 180.

Mata, F. J. (21 de junio de 2010). *Videovigilancia: CCTV usando vídeos IP*. Obtenido de [https://www.google.com.ec/books/edition/Videovigilancia\\_CCTV\\_usando\\_v%C3%ADdeos\\_IP/xb3mzBE-yIoC?hl=es&gbpv=0](https://www.google.com.ec/books/edition/Videovigilancia_CCTV_usando_v%C3%ADdeos_IP/xb3mzBE-yIoC?hl=es&gbpv=0)

Mella, C. (10 de 07 de 2023). *Ediciones EL PAÍS S.L.* Obtenido de Ediciones EL PAÍS S.L: <https://elpais.com/internacional/2023-07-10/la-inseguridad-en-ecuador-escala-a-niveles-historicos-y-se-impone-como-prioridad-del-proximo-gobierno.html>

Ministeriodegobierno. (9 de febrero de 2014). *ecu911.gob.ec*. Obtenido de [ecu911.gob.ec: https://www.ministeriodegobierno.gob.ec/el-boton-de-seguridad-un-servicio-gratuito-y-efectivo-para-manabi/](https://www.ministeriodegobierno.gob.ec/el-boton-de-seguridad-un-servicio-gratuito-y-efectivo-para-manabi/)

- Moya, U. d. (2014). El lenguaje de programación Python/The programming language Python. *Interview with Guido van Rossum*, 3-14. Obtenido de Scribd: <https://es.scribd.com/document/433626595/Python-Informe>
- NVIDIAJetson. (24 de 01 de 2025). *Jetson-ai-lab.com*. Obtenido de [https://www.jetson-ai-lab.com/initial\\_setup\\_jon\\_sdkm.html](https://www.jetson-ai-lab.com/initial_setup_jon_sdkm.html)
- OrangePi. (2024). *OrangePi.org*. Obtenido de <http://www.orangePi.org/html/hardWare/computerAndMicrocontrollers/details/Orange-Pi-5-Max.html>
- Ortiz, F. J. (2012). *Práctica de Redes*. San Vicente (Alicante). Editorial.
- Ramírez R, J. (2005). Generación de fuentes virtuales de sonido en audífonos. Trabajo de titulación (Licenciatura en Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones). *Universidad de las Américas Puebla, Escuela de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Electrónica*, 86 p.
- Raspberry. (24 de 06 de 2019). *Raspberry Pi 4 Conoce todas las Características, Precios, donde Comprar*. Obtenido de Descubrearduino: <https://descubrearduino.com/raspberry-pi-4/>
- Raspberry. (2024). *Raspberry Pi 5*. Obtenido de <https://raspberrypi.cl/producto/raspberry-pi-5-4gb-ram/>
- Reich, B. y. (2006). Buscando el Conocimiento en la Guía Pmbok®. *Diario de gestión de proyectos*, 11-26. Obtenido de Pmi.org: <https://doi.org/10.1177/875697280603700203>
- Roboflow. (04 de 01 de 2024). *Roboflow: Build better computer vision models, faster*. Obtenido de <https://app.roboflow.com/>

- Romero, D. (2018). Desarrollo de un sistema de detección de armas de fuego cortas en el monitoreo de video de cámaras de seguridad. *Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca*, 1-46.
- Sánchez, M., & Bedolla, P. (2008). Diseño y Construcción de un sistema de monitoreo para Saturación de Oxígeno por Medio Digital. *Instituto Politécnico Nacional*, 6-84.
- Santillana, G., & Elías. (2008). En estos dispositivos, la señal eléctrica generada por los fotodiodos se ve influenciada por varios parámetros, como la intensidad de luz captada, su espectro y el tiempo de integración. *En estos dispositivos, la señal eléctrica generada por los fotodiodos se ve influenciada por varios parámetros, como la intensidad de luz captada, su espectro y el tiempo de integración.*, 136 p.
- Services, B. B. (2024). 3747 - Cable de fibra óptica multimodo vs. monomodo. Obtenido de <https://www.blackbox.com.mx/mx-mx/page/28535/Recursos/Technical/black-box-explica/Fibre-Optic-Cable/Cable-de-fibra-optica-multimodo-vs-monomodo>
- Silva, C. (2023). SISTEMA DE VIDEOVIGILANCIA CON TECNOLOGÍA INFRARROJA. *Universidad Técnica Del Norte*, 9-286.
- Sojasingarayar, A. (08 de 29 de 2022). *IBM Data Science in Practice*. Obtenido de <https://medium.com/ibm-data-ai/faster-r-cnn-vs-yolo-vs-ssd-object-detection-algorithms-18badb0e02dc>
- Sydle. (22 de 01 de 2022). *PMBOK: ¿qué es y cómo se utiliza para la gestión de proyectos?* Obtenido de Blog SYDLE: <https://www.sydle.com/es/blog/pmbok-61e80383f41fbf069eb3ef2b>

- Twilio. (26 de 01 de 2025). <https://console.twilio.com>. Obtenido de <https://console.twilio.com/us1/develop/sms/try-it-out/send-an-sms>
- UIT-T H.264. (2005). SISTEMAS AUDIOVISUALES Y MULTIMEDIOS . *UIT*, 330.
- UltralyticsYOLO. (5 de 02 de 2025). [docs.ultralytics.com](https://docs.ultralytics.com). Obtenido de <https://docs.ultralytics.com/es/models/yolo11/>
- Vélez S, J. (2003). Visión por computador. Madrid: Universidad Rey Juan Carlos. *Servicio de Publicaciones*, 232 p.
- Vera, M. F., & Rosendo, P. (3 de Enero de 2012). [dspace.ups.edu.ec](https://dspace.ups.edu.ec). Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1109/14/UPS-CT002210.pdf>
- Verma, R. K. (2015). A Computer Vision based Framework for Visual Gun Detection Using Harris Interest Point Detector. *Procedia Computer Science*, 54.
- Virisure. (06 de 10 de 2024). *Com.ar*. Obtenido de <https://www.verisure.com.ar/blog/diferencias-entre-nvr-y-dvr-que-son-y-comparacion>

## 7 ANEXOS

Recopilación de recursos utilizados en la implementación del sistema de visión por computador para el reconocimiento de armas de fuego cortas para un sistema telemático de seguridad en zonas comerciales.

### 7.1 Anexo 1. Encuesta para recopilar el estado actual de la empresa Distribuidora Coral

## Encuesta para recopilar el estado actual de la empresa Distribuidora Coral.

15 oct 2024

Los datos de esta encuesta serán personales y solo se utilizarán para conocer, con qué cuenta la empresa actualmente. Se emplearán en varios ámbitos en el desarrollo del trabajo de titulación, sin comprometer partes que puedan afectar a la empresa directa o indirectamente. El puntaje de las

Total: 100 puntos 

### \* Obligatoria

¿Con cuantas sucursales cuenta la empresa actualmente? \* (1 Punto)

El requisito es que las sucursales estén en la misma ciudad.

- 1
- 2
- 3 o más

¿Cuál es el número de trabajadores con los que cuenta la empresa y sus sucursales, en caso de tenerlas? \* (1 Punto)

Los datos tomados aquí serán útiles para mejorar el registro de los trabajadores, como quién puede o no ingresar a áreas restringidas de la empresa.

- 4 a 6
- Más de 7 trabajadores

10 o más trabajadores en distintas sucursales

¿La empresa cuenta con algún sistema de detección para el ingreso de objetos blancos no permitidos, como armas de fuego, bebidas alcohólicas, armas que no están dentro del inventario y uso del personal autorizado? \* (1 Punto)

Seleccione 3 opciones.

- Sí, cuenta con un sistema de detección básico.
- Sí, cuenta con señalética de prohibido el ingreso de estos objetos.  Sí, el sistema está integrado en el sistema de videgrabación.
- No, cuenta con un sistema de detección básico.
- No, cuenta con señalética de prohibido el ingreso de estos objetos.

No, el sistema está integrado en el sistema de videgrabación.

¿Cuál es el método de registro del personal autorizado en la empresa? \* (1 Punto)

Se toma en cuenta las horas de trabajo para el registro de entrada y salida de la empresa.

Seleccione 2 opciones.

- Formulario de ingreso y salida de la empresa.
- No se cuenta con ningún registro de entrada ni salida de la empresa.  Registro por huella dactilar o facial en la entrada y salida de la empresa.

No se cuenta con registro por huella dactilar o facial en la entrada y salida de la empresa.

¿La empresa cuenta con algún contrato de guardia o seguridad privada? \* (5 puntos)

SI  NO

La empresa se ha planteado contratar una empresa que brinde servicios de seguridad.

¿Cuántos guardias trabajan en la empresa? \* (2 puntos)

1 a 2

Más de  3

¿Los guardias disponen de armas de fuego de dotación? \* (5 puntos)

SI  NO

El sistema tendría que verificar primero si el portador del arma está autorizado o no \* (5 puntos)

El sistema podría registrar el ingreso y salida del personal de seguridad, si así lo requiere la empresa.

El sistema podría registrar al personal de seguridad autorizado en la base de datos.

¿El sistema podría sustituir a un guardia de seguridad y mejorar la seguridad de una manera autónoma! \* (5 puntos)

La empresa puede ahorrar en seguridad y realizar un mejor control con este sistema autónomo, que siempre estará disponible las 24 horas del día con una sola inversión de muy bajo costo.

La empresa prefiere contratar seguridad humana.

¿Cuál es el método de cobro o recaudación requerido por la empresa? \* (5 puntos)

Esta pregunta es privada y ayudará a entrenar al modelo y diferenciar distintos objetos que se puedan captar como errores por su similitud en la mano al momento de estar en la zona de caja.

- Pagos en efectivo (billetes).
- Pagos mixtos: efectivo o uso de teléfonos inteligentes por medio de banca web, etc.
- Pagos con tarjeta de crédito o débito.
- Todas las anteriores.

¿La tecnología de videovigilancia es actual en la empresa? \* (5 puntos)

Esta pregunta se refiere a si los dispositivos son analógicos o digitales y si utilizan NVR (sí) o DVR (no) para la obtención de vídeo.

- SI NO
- 

\*\*"¿Qué tipo de marca son los dispositivos de video? \* (5 puntos)

Estos datos son necesarios para saber el alcance de expansión que tiene la empresa actualmente. Por ejemplo, si la empresa se expande, podrán agregar nuevos dispositivos o tendrán que ser reemplazados por nuevos, porque no aceptarán nuevas actualizaciones.

- NVR: HIKVISION, Dahua, Provision-ISR, Meriva, TP-LINK (2018 a 2024), entre otros.

DVR: ASUS, EPSON, Gamemax, HIKSEMI, HIKVISION (2016 a 2023), entre otros.

¿Qué tipo de infraestructura de red o medio de transmisión de datos se usa en la empresa: cable de cobre, UTP Cat 5 o 6, ¿fibra óptica o router configurable? \* (5 puntos)

La transmisión de datos por cualquiera de estos medios interfiere con la calidad y velocidad del sistema debido a pérdidas por distancia.

Cuenta con mini servidor o rack básico, base de datos, sistemas contables, grabadores de video de seguridad y servidor local.

Cuenta con servidores e infraestructura de red de datos mediana, servidores en la nube y almacenamiento en la nube.

Cuenta con alojamiento directamente en la nube, por medio de AWS o algún servidor en la nube.

¿La empresa estaría de acuerdo en que el sistema funcione separado del sistema eléctrico? \* (5 puntos)

El sistema funciona mediante un UPS que evitaría cortes de electricidad o fallas eléctricas, pero esto conlleva que esté activo las 24 horas del día, siendo responsabilidad de la empresa.

- UPS
- Planta eléctrica a gasolina

Sistema eléctrico principal de la empresa

Por favor, indique una mejora que la empresa requiera, como, por ejemplo, mejorar el almacenamiento en la nube, implementar servidores en la nube o mejorar la infraestructura de red. Estas mejoras se pueden llevar a cabo tanto para el sistema como para lo que existe actualmente, ya que pueden compartir algunos elementos que mejoren la velocidad y confiabilidad de la empresa \* (5 puntos)

¿La empresa cuenta con algún medio de alarma comunitaria o botón de pánico en caso de asalto? \* (5 puntos)

Sí, cuenta con una alarma o sirena en caso de asalto.  Botón de pánico del ECU

911.

NO

¿Qué aplicación móvil es más utilizada por el personal de la empresa? \* (5 puntos)

Correo electrónico

Mensajes de WhatsApp  Telegram

Mensaje de texto "SMS" ¿Estaría de acuerdo en que la empresa trabaje con algún plan de seguridad pública, como el ECU 911? \* (5 puntos)

SI NO

"Escribir el nombre y cargo dentro de la empresa, separados por una ',' \* (9 puntos)

Una estrella representa el grado de conformidad, desde el más bajo hasta el más alto. Estoy de acuerdo en que este sistema de videovigilancia mejorará la seguridad de la empresa y el rendimiento de los trabajadores al aplicar que ayuden a mantener un ambiente controlado y vigilado. La seguridad ciudadana es un derecho respaldado principalmente por la Constitución del Ecuador, específicamente en el Plan de Desarrollo Nacional, el cual se encarga de mantener organizada a la ciudadanía, siempre y cuando se conozcan sus deberes y derechos la empresa, al implementar recursos tecnológicos. emergentes, puede acceder a soluciones confiables que mejoren la seguridad nacional y local mediante métodos autónomos y seguros. \* (20 puntos)



---

Este contenido no está creado ni respaldado por Microsoft. Los datos que envíe se enviarán al propietario del formulario.

Microsoft Forms



### **7.1.1 Resultados de la encuesta**

comparación y análisis realizados en la figura 3.1.1, Requerimiento y Tabulación de data dirigido al gerente de Districor, se realizó un levantamiento de preguntas mas significativas en la encuesta como la falta de un guardia o seguridad en la empresa para ver qué tan factible eficiente es el modelo sin una persona a cargo de esta área se realizó un plan de contingencia que requiere un departamento de seguridad planteada la idea al gerente de la empresa.

### **7.2 Anexo 2. Aprobación de uso de espacio por la empresa Districor firma gerente y dueño de la empresa**

Israel Sebastián Narváez Guevara  
Campus el Olivo, Ibarra, Imbabura.  
Ibarra, Imbabura.  
israelnarvaez385@gmail.com  
0980093156  
06/11/2024



**Persona a cargo de la empresa o el mantenimiento del sistema de datos, video, seguridad.**

Distribuidora Coral "DistriCor".  
Venezuela y Sucre Tulcán, Ecuador

Estimado/a [Distribuidora Coral]:

Me dirijo a usted en mi calidad de Estudiante de la Universidad Técnica Del Norte ,con el propósito de solicitar formalmente el permiso para utilizar los equipos de video de su empresa si el sistema lo requiere ya que este funciona de manera autónoma al sistema actual, así como para tomar fotografías de algunos lugares específicos dentro de sus instalaciones. Esta solicitud es en relación con mi tema de tesis "Visión por Computador para el Reconocimiento de Armas de Fuego Cortas para un Sistema Telemático de Seguridad en Zonas Comerciales", el cual está dirigido a mejorar la video vigilancia con el mejoramiento de detección de objetos pequeños y el envío de alertas rápidas con medios relacionados a las Telecomunicaciones.

**Detalles de la solicitud:**

1. **Uso de equipos de video:** Solicito la autorización para utilizar los equipos de video de la Distribuidora Coral durante dos a tres meses, con el fin de llevar acabo pruebas los últimos meses de mi trabajo de grado las cuales serán colocar alguna cámara en otra ubicación y el espacio en el rack o donde se dispongan los equipos de red para colocar el sistema independientemente de la infraestructura ya existente un espacio en la nube o almacenamiento para recolectar imágenes útiles de los ángulos de la zona que se utilice en este caso caja o oficina de pagos.
2. **Toma de fotografías:** Asimismo, solicito su autorización para tomar fotografías en los siguientes lugares específicos dentro de sus instalaciones, Entrada a la empresa o sucursales, caja, ubicación del rack, zona permitida por los compradores, ubicación de cámaras en las sucursales. Estas fotografías se utilizarán exclusivamente para documentación del proyecto, las imágenes que involucren algo muy específico para la empresa se omitirán en el documento de tesis, pero serán utilizadas para la implementación y mejora del sistema planteado.
3. **Uso del nombre de la empresa:** Solicito el permiso para utilizar el nombre de Distribuidora Coral "DistriCor" en el documento de tesis, al mostrar y ser una empresa innovadora que apoye proyectos de alto impacto por la alta inseguridad que se está viviendo en la Ciudad de Tulcán o el país en general.

Quisiera asegurarles que cualquier uso del material, equipos o el nombre de su empresa se realizará con el mayor respeto y en conformidad con las normas de confidencialidad y profesionalismo. Estaré encantado de proporcionar cualquier información adicional que sea necesaria y de cumplir con las condiciones que ustedes consideren pertinentes.

Agradezco de antemano su atención a esta solicitud y quedo a la espera de su pronta respuesta. Por favor, no dude en ponerse en contacto conmigo en caso de que necesite más detalles o desee discutir algún aspecto de esta solicitud.

**Atentamente:**Israel Sebastián Narváz Guevara

Nombre del Tesista:

Firma:

**Aprobación de la Empresa:**Guillermo Rosal

Nombre del representante

Gerente Propietario

Cargo del representante:

Firma:



**Israel Sebastián Narvárez Guevara**  
Campus el Olivo, Ibarra, Imbabura.  
Ibarra, Imbabura.  
israelnarvaez385@gmail.com  
0980093156  
06/11/2024

**Persona a cargo de la empresa o el mantenimiento del sistema de datos, video  
vigilancia, seguridad en la red.**

Distribuidora Coral "DistriCor".  
Venezuela y Sucre Tulcán, Ecuador

Estimado/a: Distribuidora Coral:

Me permito dirigirme a usted en mi calidad de estudiante de la carrera en Ingeniería en Telecomunicaciones, para plantear mi tema de tesis que considero de gran relevancia y utilidad para la empresa Distribuidora Coral, y que también responde a una necesidad crítica en la ciudad de Tulcán como en el País.

El tema propuesto para mi tesis es "**Visión por Computador para el Reconocimiento de Armas de Fuego Cortas para un Sistema Telemático de Seguridad en Zonas Comerciales**". Este proyecto se desarrollará con el objetivo de crear un sistema capaz de identificar armas de fuego cortas en tiempo real, en áreas comerciales del centro de Tulcán, utilizando técnicas avanzadas de visión por computador e inteligencia artificial.

**Objetivos y Justificación:**

La creciente inseguridad en las zonas comerciales de Tulcán representa una preocupación tanto para la comunidad como para las empresas que operan en la zona. Este proyecto pretende abordar esta problemática, desarrollando un sistema que no solo aumente la seguridad, sino que lo haga de manera precisa, rápida y sin riesgos para los usuarios.

El sistema se enfocará en:

- **Detección automática de armas de fuego cortas** a través de cámaras de seguridad instaladas en zonas comerciales.
- **Transmisión de alertas en tiempo real** a las autoridades pertinentes, mediante un sistema telemático eficiente y seguro.
- **Integración con las infraestructuras existentes** en el ámbito de las telecomunicaciones para optimizar el envío de datos.

**Metodología y Duración:**

El desarrollo del proyecto está planificado para realizarse en un periodo de cuatro a cinco meses, durante los cuales se llevarán a cabo pruebas de campo con fines estrictamente educativos. Estas pruebas buscarán evaluar la eficacia del sistema y ajustarlo para su implementación en el sistema actual con algunas recomendaciones para la mejora de la empresa.

**Solicitud de Colaboración:**

Para llevar a cabo este proyecto, solicito amablemente su colaboración, permitiéndome utilizar algunas de sus instalaciones (lugar) y equipos para realizar pruebas controladas. Además, me gustaría contar con su autorización para mencionar el nombre de Distribuidora Coral en mi trabajo de tesis, reconociendo su valiosa contribución al desarrollo de soluciones innovadoras para la seguridad de la comunidad.

Estoy seguro de que este proyecto no solo aportará un avance significativo en el campo de la visión por computador y las telecomunicaciones, sino que también contribuirá a mejorar la seguridad en Tulcán, beneficiando tanto a su empresa como a la comunidad en general.

Agradezco de antemano su tiempo y consideración a esta propuesta. Quedo a la espera de su respuesta y me encuentro a su disposición para proporcionar más detalles o discutir cualquier aspecto de este proyecto.

**Atentamente:**

Israel Sebastián Narváez Guevara

Nombre del Tesisista:

Firma:

**Aprobación de la Empresa:**

Cecilia Coral

Nombre del representante

Gerente Repetorio

Cargo del representante:

Firma:



Israel Sebastián Narváez Guevara  
 Campus el Olivo, Ibarra, Imbabura.  
 Ibarra, Imbabura.  
 israelnarvaez385@gmail.com  
 0980093156  
 06/11/2024

**Persona a cargo de la empresa o el mantenimiento del sistema de datos, video, seguridad.**

Distribuidora Coral "DistriCor".  
 Venezuela y Sucre Tulcán, Ecuador

Estimado/a [Distribuidora Coral]: .

Me dirijo a usted en mi calidad de Estudiante de la Universidad Técnica Del Norte ,con el propósito de solicitar formalmente la realización de una encuesta que será realizada en Forms la cual tiene como finalidad obtener información para el desarrollo del sistema planteado como lo es mi tema de tesis **"Visión por Computador para el Reconocimiento de Armas de Fuego Cortas para un Sistema Telemático de Seguridad en Zonas Comerciales"**, esta encuesta consta de 20 preguntas claves que me ayudaran a mejorar y plantear los requerimientos que se pueden omitir o implementar en caso de contar con algunas características de la empresa, este documento avala que se realizó la encuesta conscientemente y que se dio paso a el uso de esta información claro que se utilizaran los datos con la mayor seriedad y se omitirá información que pueda afectar indirectamente llevando el profesionalismo que me caracteriza.

Agradezco de antemano su tiempo y consideración a esta propuesta. Quedo a la espera de su respuesta y me encuentro a su disposición para proporcionar más detalles o discutir cualquier aspecto de este proyecto.

**Atentamente:**

Israel Sebastián Narváez Guevara

Nombre del Tesista:

Firma:

**Aprobación de la Empresa:**

Nombre del representante

Cargo del representante:

Firma:

### 7.3 Anexo 3. Código de segmentación de objetos

#### Labeling with Grounding DINO

```
[ ] from google.colab import drive
drive.mount('/content/drive')
```

Mounted at /content/drive

Check GPU

```
[ ] !nvidia-smi
```

Sat Nov 23 22:52:32 2024

```
+-----+
| NVIDIA-SMI 535.104.05                Driver Version: 535.104.05   CUDA Version: 12.2   |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| GPU  Name                   Persistence-M | Bus-Id        Disp.A | Volatile Uncorr. ECC |
| Fan  Temp   Perf          Pwr:Usage/Cap |      Memory-Usage | GPU-Util  Compute M. |
|-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|   0   NVIDIA A100-SXM4-40GB         Off          | 00000000:00:04:0 Off |             0         |
| N/A   31C    P8              43W / 400W |  2MiB / 4096MiB |      0%      Default |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|
| Processes:
| GPU   GI   CI          PID   Type   Process name                        GPU Memory
|   ID   ID   ID              |                   |            Usage         |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| No running processes found
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|
```

Install libraries

```
[ ] cd/content
```

/content

```
[ ] import os
HOME = os.getcwd()
```

Download and install Grounding DINO

```
[ ] %cd {HOME}
!git clone https://github.com/IDEA-Research/GroundingDINO.git
```

Mostrar el resultado oculto

```
[ ] %cd {HOME}/GroundingDINO
!pip install -q -e .
!pip install supervision
```

Mostrar el resultado oculto

Descargar pesas

```
[ ] !mkdir {HOME}/weights
%cd {HOME}/weights
!wget -q https://github.com/IDEA-Research/GroundingDINO/releases/download/v0.1.0-alpha/groundingdino_swint_ogc.pth
```

↳ Código ↳ Texto

```
[ ] %cd {HOME}/GroundingDINO
    !pip install -q -e .
    !pip install supervision
```

↳ Mostrar el resultado oculto

#### Descargar pesos

```
!mkdir {HOME}/weights
%cd {HOME}/weights
!wget -q https://github.com/IDEA-Research/GroundingDINO/releases/download/v0.1.0-alpha/groundingdino\_swint\_ogc.pth
```

↳ /content/weights

```
[ ] cd /content/GroundingDINO
```

↳ /content/GroundingDINO

#### Detección de objetos con conexión a tierra DINO

#### Pesos de carga Seleccionar la imagen de prueba

```
[ ] %cd {HOME}/GroundingDINO
    from groundingdino.util.inference import load_model, load_image, predict, annotate

    model = load_model(f"{HOME}/GroundingDINO/groundingdino/config/GroundingDINO_SwinT_OGC.py",
                      f"{HOME}/weights/groundingdino_swint_ogc.pth")
```

↳ Mostrar el resultado oculto

#### Object Detect

```
[ ] import os
    import supervision as sv

    IMAGE_NAME = '/content/drive/MyDrive/Datasetdividida_total/subcarpeta_5/pistol28548.jpg'
    IMAGE_PATH = os.path.join(HOME, 'data', IMAGE_NAME)

    TEXT_PROMPT = "pistol"
    BOX_THRESHOLD = 0.45
    TEXT_THRESHOLD = 0.60

    image_source, image = load_image(IMAGE_NAME)

    boxes, logits, phrases = predict(
        model = model,
        image = image,
        caption = TEXT_PROMPT,
        box_threshold = BOX_THRESHOLD,
        text_threshold = TEXT_THRESHOLD,
        device = 'cuda'
    )

    annotated_frame = annotate(image_source=image_source, boxes=boxes, logits=logits, phrases=phrases)

    %matplotlib inline
    sv.plot_image(annotated_frame, (16,16))
```

↳ Mostrar el resultado oculto

```
[ ] import locale
locale.getpreferredencoding = lambda: "UTF-8"
!find /content/data/images -type d -name ".ipynb_checkpoints" -exec rm -r {} +
```

find: '/content/data/images': No such file or directory

```
[ ] # Libraries
import os
from time import time
import cv2
import torch
from PIL import Image
from GroundingDINO.groundingdino.util.inference import load_model, predict, annotate
import GroundingDINO.groundingdino.datasets.transforms as T
```

```
# Device
DEVICE = torch.device('cuda:0' if torch.cuda.is_available() else 'cpu')

def read_images_from_folder(folder_path):
    images = []
    classes = []
    lista = os.listdir(folder_path)

    for lis in lista:
        img_path = os.path.join(folder_path, lis)
        img = cv2.imread(img_path)
        images.append(img)
        classes.append(os.path.splitext(lis)[0])

    return images, classes

def save_results(image, boxes, class_id, out_folder):
    # Norm
    xc, yc, an, al = boxes[0][0], boxes[0][1], boxes[0][2], boxes[0][3]

    xc, yc, an, al = max(0, min(1, xc)), max(0, min(1, yc)), max(0, min(1, an)), max(0, min(1, al))

    list_info = [f"{class_id} {xc} {yc} {an} {al}"]

    time_now = str(time()).replace('.', '')

    cv2.imwrite(f"{out_folder}/{time_now}.jpg", image)

    for info in list_info:
        with open(f"{out_folder}/{time_now}.txt", 'a') as f:
            f.write(info)

def main():
    img_folder_path = '/content/drive/MyDrive/Datasetdividida_total/subcarpeta_6'
    out_folder_path = '/content/data/anotaciones6'
    class_id = 0
    save_results_flag = True

    images, classes = read_images_from_folder(img_folder_path)
    num_images = len(images)

    print(f"Imágenes: {num_images}")
    print(f"Nombres: {classes}")

    home = os.getcwd()

    # Config Path
    config_path = os.path.join(home, "/content/GroundingDINO/groundingdino/config/GroundingDINO_SwinT_OGC.py")
```

```

# Config Path
config_path = os.path.join(home, "/content/GroundingDINO/groundingdino/config/GroundingDINO_SwinT_OGC.py")

# CheckPoint Weights
check_point_path = '/content/weights/groundingdino_swint_ogc.pth'

# Model
model = load_model(config_path, check_point_path)

# Prompt
text_prompt = 'pistol and revolver'
box_threshold = 0.45
text_threshold = 0.60

for con in range(num_images):
    img = images[con]
    print("-----//-----")
    print(f"Image: {classes[con]}")

    img_copy = img.copy()

    transform = T.Compose([
        T.RandomResize([800], max_size=1333),
        T.ToTensor(),
        T.Normalize([0.485, 0.456, 0.406], [0.229, 0.224, 0.225])
    ])

    img_source = Image.fromarray(img).convert("RGB")
    img_transform, _ = transform(img_source, None)

    boxes, logits, phrases = predict(
        model=model,
        image=img_transform,
        caption=text_prompt,
        box_threshold=box_threshold,
        text_threshold=text_threshold,
        device=DEVICE)

    if len(boxes) != 0:
        if save_results_flag:
            save_results(img_copy, boxes, class_id, out_folder_path)

    annotated_img = annotate(image_source=img, boxes=boxes, logits=logits, phrases=phrases)
    out_frame = cv2.cvtColor(annotated_img, cv2.COLOR_BGR2RGB)

if __name__ == "__main__":
    main()

```

Mostrar el resultado oculto

Compress annotations

[ ] Comienza a programar o [generar](#) con IA.

[ ] `!zip -r "/content/data/anotaciones6.zip" "/content/data/anotaciones6"`

Mostrar el resultado oculto

Delete old images

`from shutil import rmtree`  
`rmtree("/content/data/1")`

## 7.4 Anexo 4. Código para entrenamiento del modelo

```

entramiento.ipynb ☆ No se guardaron los cambios desde las 1:10 p.m.
Archivo Editar Ver Insertar Entorno de ejecución Herramientas Ayuda

+ Código + Texto

Invidia-smi

Fri Jan 24 02:43:56 2025
+-----+
| NVIDIA-SMI 535.104.05                Driver Version: 535.104.05   CUDA Version: 12.2     |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| GPU   Name                               Persistence-M   Bus-Id        Disp.A     Volatile Uncorr. ECC  |
| Fan  Temp  Perf              Pwr:Usage/Cap     Memory-Usage   GPU-Util  Compute M. |
| /=|=|=|=|=|=|=|=|=|=|=|=|=|=|=|=|=|=|=|=|=|=|=|=|=|=|=|=|=|
| 0   NVIDIA A100-SXM4-40GB                Off           00000000:00:04:0  Off          0          0      |
| N/A   38C   P0               43W / 400W           2MIB / 48960MIB   0%        Default |
|                                     43W / 400W           2MIB / 48960MIB   0%        Disabled |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|
| Processes:
| GPU   GI   CI          PID Type   Process name                          GPU Memory |
| /=|=|=|=|=|=|=|=|=|=|=|=|=|=|=|=|=|=|=|=|=|=|=|=|=|=|=|=|=|
| No running processes found
|
+-----+

import os
HOME = os.getcwd()
print(HOME)

/content

[ ] from google.colab import drive
drive.mount('/content/drive')

Drive already mounted at /content/drive; to attempt to forcibly remount, call drive.mount("/content/drive", force_remount=True).

[ ] cd /content/models

[Errno 2] No such file or directory: '/content//content/drive/MyDrive/mdltotalyolo11/models'
/content

[ ] wget https://github.com/ultralytics/assets/releases/download/v8.3.0/yolo11n.pt

```

```

[ ] %pip install ultralytics supervision roboflow
import ultralytics
ultralytics.checks()

Ultralytics 8.3.65 Python-3.11.11 torch-2.5.1+cu121 CUDA:0 (Tesla T4, 15102MiB)
Setup complete (8 CPUs, 51.0 GB RAM, 31.1/235.7 GB disk)

[ ]
# Libraries
from ultralytics import YOLO

model = YOLO('/content/models/yolo11n.pt')

#Train
model.train(data='/content/drive/MyDrive/mdltotalyolo11/Pistol1-tesis.v4-verificadoimagenes0.3.yolov11/data.yaml', epochs = 60, batch = 64, imgsz = 640, device = 'cuda')

Mostrar el resultado oculto

[ ] import os
from google.colab import files
from ultralytics import YOLO

# Crear un directorio para los resultados (opcional)
output_dir = '/content/weights_output'
os.makedirs(output_dir, exist_ok=True)

# Entrenamiento del modelo
model = YOLO("yolo11n.pt") # Carga el modelo base YOLOv8 Nano (o tu modelo personalizado)

# Entrenar el modelo
model.train(
    data='/content/drive/MyDrive/mdltotalyolo11/Pistol1-tesis.v4-verificadoimagenes0.3.yolov11/data.yaml',
    epochs=64,
    batch=64,
    imgsz=640,
    device='cuda',
    save_period=5, # Guardar pesos cada 10 épocas
    project_output_dir, # Directorio de salida de los resultados
    name='pistol_detection' # Nombre del experimento
)

# Comprimir y descargar los pesos generados
weights_path = f'{output_dir}/pistol_detection/weights'
zip_path = '/content/pistol_detection_weights.zip'

# Comprimir la carpeta de pesos
os.system(f'zip -r {zip_path} {weights_path}')

# Descargar el archivo ZIP
files.download(zip_path)

```

## 7.5 Anexo 5. Código principal de modelo

```

1  import tkinter as tk
2  from tkinter import messagebox
3  import threading
4  import cv2
5  from PIL import Image, ImageTk
6  import subprocess
7  import torch
8  from ultralytics import YOLO
9  import time
10 import webbrowser # Para abrir la página web
11 import os # Para abrir la carpeta local
12
13 # Nombre del archivo que actuará como base de datos
14 DB_FILE = 'usuarios.txt'
15
16 # Contraseña del gerente
17 GERENTE_PASSWORD = "gerente123"
18
19 gpu_process = None # Variable global para manejar el proceso
20
21 # Bandera para controlar la reproducción del video
22 video_playing = False
23
24 def load_users():
25     users = {}
26     try:
27         with open(DB_FILE, 'r') as file:
28             for line in file:
29                 cedula, password = line.strip().split(':')
30                 users[cedula] = password
31     except FileNotFoundError:
32         return users
33     return users
34
35 def save_user(cedula, password):
36     with open(DB_FILE, 'a') as file:
37         file.write(f"{cedula}:{password}\n")
38
39 registered_users = load_users()
40
41 def validate_login():
42     cedula = entry_username.get()
43     password = entry_password.get()
44
45     if not cedula.isdigit() or len(cedula) != 10:
46         messagebox.showerror("Error", "Cédula inválida (10 dígitos numéricos).")
47         return
48
49     if cedula in registered_users and registered_users[cedula] == password:
50         open_new_window() # Abrir la ventana secundaria
51     else:
52         messagebox.showerror("Error", "Cédula o contraseña incorrecta.")
53
54 def clear_credentials():
55     entry_username.delete(0, tk.END)
56     entry_password.delete(0, tk.END)
57
58 def auto_logout(window):
59     messagebox.showinfo("Sesión cerrada", "La sesión ha expirado después de 10 minutos.")
60     window.destroy()
61     clear_credentials()
62
63 def open_new_window():
64     new_window = tk.Toplevel(root)
65     new_window.title("Sistema de Detección")
66
67     screen_width = root.winfo_screenwidth()
68     screen_height = root.winfo_screenheight()
69     window_width = 720
70     window_height = 480
71     x_coordinate = int((screen_width / 2) - (window_width / 2))
72     y_coordinate = int((screen_height / 2) - (window_height / 2))
73
74     new_window.geometry(f"{window_width}x{window_height}+{x_coordinate}+{y_coordinate}")

```

```

74     new_window.geometry(f"{window_width}x{window_height}+{x_coordinate}+{y_coordinate}")
75
76     frame = tk.Frame(new_window)
77     frame.pack(fill=tk.BOTH, expand=True)
78
79     video_label = tk.Label(frame, bg="black")
80     video_label.pack(pady=10, fill=tk.BOTH, expand=True)
81
82     activate_button = tk.Button(frame, text="Activar Sistema", command=lambda: (activate_system()))
83     activate_button.pack(pady=5, fill=tk.X)
84
85     deactivate_button = tk.Button(frame, text="Desactivar Sistema", command=lambda: (deactivate_system()))
86     deactivate_button.pack(pady=5, fill=tk.X)
87
88     show_video_button = tk.Button(frame, text="Mostrar Video", command=lambda: show_video(video_label))
89     show_video_button.pack(pady=5, fill=tk.X)
90
91     stop_video_button = tk.Button(frame, text="Detener Video", command=stop_video)
92     stop_video_button.pack(pady=5, fill=tk.X)
93
94     history_button = tk.Button(frame, text="Historial de Grabación", command=open_local_folder)
95     history_button.pack(pady=5, fill=tk.X)
96
97     last_detection_button = tk.Button(frame, text="Última Detección", command=open_web_page)
98     last_detection_button.pack(pady=5, fill=tk.X)
99
100    threading.Thread(target=start_detection_system, daemon=True).start()
101    new_window.after(600000, lambda: auto_logout(new_window))
102
103    def open_web_page():
104        webbrowser.open("https://nodowebtesis.web.app/")
105
106    def open_local_folder():
107        folder_path = '/mnt/ssd/HISTORIAL'
108        if os.path.exists(folder_path):
109            os.system(f'xdg-open "{folder_path}"') # Abre la carpeta en el explorador de archivos
110        else:
111            messagebox.showerror("Error", "La carpeta no existe.")
112
113    import subprocess
114
115    def activate_system():
116        try:
117            subprocess.run(["systemctl", "start", "gpu-startup.service"], check=True)
118            messagebox.showinfo("Activar Sistema", "El sistema ha sido activado.")
119        except subprocess.CalledProcessError:
120            messagebox.showerror("Error", "No se pudo activar el sistema.")
121
122    def deactivate_system():
123        try:
124            subprocess.run(["systemctl", "stop", "gpu-startup.service"], check=True)
125            messagebox.showinfo("Desactivar Sistema", "El sistema ha sido detenido.")
126        except subprocess.CalledProcessError:
127            messagebox.showerror("Error", "No se pudo detener el sistema.")
128
129
130    def show_video(video_label):
131        global video_playing # Accedemos a la variable global para controlarlo desde la función
132
133        if video_playing:
134            return # Si el video ya está en ejecución, no lo reiniciamos
135
136        video_playing = True # Marcar que el video está en ejecución
137
138        #url = "rtsp://admin:israc2001nn@192.168.75.4"
139        url = "rtsp://admin:aNKE2001@192.168.75.3"
140
141        # Conectar a la cámara
142        cap = cv2.VideoCapture(url)
143        if not cap.isOpened():
144            messagebox.showerror("Error", "No se pudo conectar a la cámara.")
145        return
146

```

```

147 # Configurar el modelo YOLO
148 device = 'cuda' if torch.cuda.is_available() else 'cpu'
149 model = YOLO('/home/israelnvidia/Tesis/models/train2/weights/best.pt').to(device)
150
151 # Función para mostrar el video
152 def callback():
153     global video_playing
154
155     if not video_playing: # Si el video no está activo, detenemos la función
156         cap.release()
157         return
158
159     ret, frame = cap.read()
160     if ret:
161         # Realizar predicciones con YOLO
162         results = model.predict(frame, imgsz=640, conf=0.4, device=device)
163
164         # Dibujar los cuadros de las predicciones en el frame
165         for res in results:
166             for box, class_id, conf in zip(res.boxes.xyxy, res.boxes.cls, res.boxes.conf):
167                 class_name = model.names[int(class_id)]
168                 x1, y1, x2, y2 = map(int, box)
169                 cv2.rectangle(frame, (x1, y1), (x2, y2), (0, 255, 0), 2)
170                 cv2.putText(frame, f'{class_name} {conf:.2f}', (x1, y1 - 10), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.5, (0, 255, 0), 2)
171
172         # Establecer una resolución estática para el video
173         video_width = 640
174         video_height = 480
175         frame_resized = cv2.resize(frame, (video_width, video_height))
176
177         # Convertir el frame a RGB para mostrarlo en Tkinter
178         img = cv2.cvtColor(frame_resized, cv2.COLOR_BGR2RGB)
179         img = Image.fromarray(img)
180         tkimage = ImageTk.PhotoImage(img)
181
182         video_label.configure(image=tkimage)
183         video_label.image = tkimage # Mantener una referencia del objeto de imagen
184         video_label.after(10, callback) # Llamar a la función recursivamente para mostrar el siguiente frame
185     else:
186         cap.release()
187
188     callback()
189
190 def stop_video():
191     global video_playing
192     video_playing = False # Detener la reproducción del video
193     messagebox.showinfo("Detener Video", "El video ha sido detenido.")
194
195 #def start_system():
196     #messagebox.showinfo("Activar Sistema", "El sistema ha sido activado.")
197
198 #def stop_system():
199     #messagebox.showinfo("Detener Sistema", "El sistema ha sido detenido.")
200
201 def start_detection_system():
202     print("Sistema de detección de objetos activo...")
203
204 def add_user():
205     def validate gerente():
206         if entry_manager_pass.get() == GERENTE_PASSWORD:
207             entry_manager_pass.delete(0, tk.END)
208             open_registration_window()
209         else:
210             messagebox.showerror("Error", "Contraseña de gerente incorrecta.")
211
212     manager_window = tk.Toplevel(root)
213     manager_window.title("Validación de Gerente")
214     manager_window.geometry("300x150")
215
216     label_manager_pass = tk.Label(manager_window, text="Contraseña del Gerente")
217     label_manager_pass.pack(pady=10)
218

```

PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL PORTS

```

217     label_manager_pass.pack(pady=10)
218
219     entry_manager_pass = tk.Entry(manager_window, show="*")
220     entry_manager_pass.pack(pady=5)
221
222     button_validate = tk.Button(manager_window, text="Validar", command=validate gerente)
223     button_validate.pack(pady=10)
224
225 def open_registration_window():
226     def save_new_user():
227         cedula = entry_new_username.get()
228         password = entry_new_password.get()
229
230         if not cedula.isdigit() or len(cedula) != 10:
231             messagebox.showerror("Error", "La cédula debe tener 10 dígitos.")
232         elif cedula in registered_users:
233             messagebox.showerror("Error", "El usuario ya está registrado.")
234         else:
235             registered_users[cedula] = password
236             save_user(cedula, password)
237             messagebox.showinfo("Registro exitoso", "Usuario registrado exitosamente.")
238             registration_window.destroy()
239
240     registration_window = tk.Toplevel(root)
241     registration_window.title("Registrar Usuario")
242     registration_window.geometry("300x200")
243
244     label_new_username = tk.Label(registration_window, text="Cédula (10 dígitos)")
245     label_new_username.pack(pady=5)
246
247     entry_new_username = tk.Entry(registration_window)
248     entry_new_username.pack(pady=5)
249
250     label_new_password = tk.Label(registration_window, text="Contraseña")
251     label_new_password.pack(pady=5)
252
253     entry_new_password = tk.Entry(registration_window, show="*")
254     entry_new_password.pack(pady=5)
255
256     button_save_user = tk.Button(registration_window, text="Guardar Usuario", command=save_new_user)
257     button_save_user.pack(pady=10)
258
259 root = tk.Tk()
260 root.title("TESIS-2024")
261
262 screen_width = root.winfo_screenwidth()
263 screen_height = root.winfo_screenheight()
264 window_width = 400
265 window_height = 300
266 x_coordinate = (screen_width // 2) - (window_width // 2)
267 y_coordinate = (screen_height // 2) - (window_height // 2)
268
269 root.geometry(f"{window_width}x{window_height}+{x_coordinate}+{y_coordinate}")
270
271 title_label = tk.Label(root, text="TESIS-2024", font=("Helvetica", 16, "bold"))
272 title_label.pack(pady=10)
273
274 label_username = tk.Label(root, text="Cédula (10 dígitos)")
275 label_username.pack()
276
277 entry_username = tk.Entry(root)
278 entry_username.pack()
279
280 label_password = tk.Label(root, text="Contraseña")
281 label_password.pack()
282
283 entry_password = tk.Entry(root, show="*")
284 entry_password.pack()
285
286 tk.Button(root, text="Ingresar", command=validate_login).pack(pady=10)
287 tk.Button(root, text="Registrar Usuario", command=add_user).pack(pady=5)
288
289 root.mainloop()
290

```

## 7.6 Anexo 6. Código implementación del modelo entrenado

```

1 import torch
2 from ultralytics import YOLO
3 import cv2
4 import time
5 import numpy as np
6 from datetime import datetime
7 from torchvision import transforms
8 import os
9 import subprocess
10 import firebase_admin
11 from firebase_admin import credentials, storage, db
12
13 # Dirección RTSP de la cámara IP
14 #rtsp://admin:israe2001nn.@192.168.75.4
15 url = "rtsp://admin:ANNKE2001@192.168.75.3"
16 #url = "rtsp://admin:israe2001nn.@192.168.75.4"
17
18 # Carga el modelo YOLO preentrenado y usa la GPU si está disponible
19 device = 'cuda' if torch.cuda.is_available() else 'cpu'
20 model = YOLO('/home/israelnvidia/Tesis/models/train2/weights/best.pt').to(device)
21
22 # Ruta local para guardar imágenes
23 save_path = "/mnt/ssd/HISTORIAL/HISTORIAL IMAGENES/"
24 os.makedirs(save_path, exist_ok=True)
25
26 # Inicializar Firebase Storage y Realtime Database
27 cred = credentials.Certificate("/home/israelnvidia/Tesis/WEBNARVAEZ/firebase-cred.json") # Ruta del arc
28 firebase_admin.initialize_app(cred, {
29     "storageBucket": "nodowebtesis.firebaseio.com",
30     "databaseURL": "https://nodowebtesis-default-rtdb.firebaseio.com/"
31 })
32 bucket = storage.bucket()
33 ref = db.reference('/sistema')
34
35 # Función para subir imagen a Firebase Storage
36 def upload_to_firebase(local_path):
37     blob_name = f"imagenes/imagen{get_next_image_number()}.jpg" # Nombres secuenciales
38     blob = bucket.blob(blob_name)
39     blob.upload_from_filename(local_path)
40     print(f"Imagen subida a Firebase: {blob_name}")
41
42     # Actualizar estado en Firebase Realtime Database
43     ref.set("ON")
44     print("Estado 'sistema' actualizado a 'on' en Realtime Database.")
45
46     # Ejecutar script después de subir la imagen
47     subprocess.run(["python3", "/home/israelnvidia/Tesis/WEBNARVAEZ/actualizar_imagenes.py"])
48     print("Script actualizar_imagenes.py ejecutado.")
49
50 # Función para obtener el siguiente número de imagen en Firebase Storage
51 def get_next_image_number():
52     blobs = list(bucket.list_blobs(prefix="imagenes/"))
53     existing_numbers = []
54
55     for blob in blobs:
56         filename = blob.name.split("/")[-1]
57         if filename.startswith("imagen") and filename.endswith(".jpg"):
58             num = filename[6:-4] # Extrae el número
59             if num.isdigit():
60                 existing_numbers.append(int(num))
61
62     return max(existing_numbers, default=0) + 1 # Retorna el siguiente número disponible
63
64 # Conectar a la cámara IP
65 def connect_camera(rtsp_url):
66     cap = cv2.VideoCapture(rtsp_url, cv2.CAP_FFMPEG)
67     cap.set(cv2.CAP_PROP_FRAME_WIDTH, 1920)
68     cap.set(cv2.CAP_PROP_FRAME_HEIGHT, 1080)
69     return cap
70
71 cap = connect_camera(url)
72
73 # Variables de control
74 detection_count = 0
75 last_sent_time = 0

```

```

# Transformación para redimensionar la imagen a 640x640
transform = transforms.Compose([
    transforms.ToPILImage(),
    transforms.Resize((640, 640)),
    transforms.ToTensor()
])

try:
    while True:
        ret, frame = cap.read()
        if not ret:
            print("Error: No se puede leer el frame de la cámara IP. Reintentando...")
            time.sleep(2)
            cap.release()
            cap = connect_camera(url)
            continue

        frame_rgb = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2RGB)
        frame_tensor = torch.from_numpy(frame_rgb).permute(2, 0, 1).unsqueeze(0).to(device).float()

        frame_resized = transform(frame_tensor.squeeze(0))
        frame_resized = frame_resized.unsqueeze(0).to(device)

        results = model(frame_resized)

        for res in results:
            for box, class_id, conf in zip(res.bboxes.xyxy, res.bboxes.cls, res.bboxes.conf):
                class_name = model.names[int(class_id)]
                print(f"Detectado: {class_name} con {conf:.2f} de confianza")

                if conf >= 0.60:
                    detection_count += 1
                    print(f"Detección {detection_count} con alta confianza")

                    current_time = time.time()
                    if detection_count >= 5 and (current_time - last_sent_time) >= 5:
                        # Guardar imagen localmente
                        timestamp = datetime.now().strftime("%Y%m%d_%H%M%S")
                        image_name = f"detection_{timestamp}.jpg"
                        image_path = os.path.join(save_path, image_name)
                        cv2.imwrite(image_path, frame)
                        print(f"Imagen guardada localmente: {image_path}")

                        # Subir imagen a Firebase y ejecutar script
                        upload_to_firebase(image_path)

                    last_sent_time = current_time
                    detection_count = 0

except KeyboardInterrupt:
    print("Proceso detenido manualmente. Liberando recursos...")

finally:
    cap.release()
    print("Cámara liberada. Programa finalizado.")

```

## 7.7 Anexo 7. Código index paguina web

```

1  <!DOCTYPE html>
2  <html lang="es">
3  <head>
4    <meta charset="UTF-8">
5    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
6    <title>Visualización de Imágenes en Tiempo Real</title>
7    <script type="module">
8      import { initializeApp } from "https://www.gstatic.com/firebasejs/9.12.0/firebase-app.js";
9      import { getDatabase, ref, onValue } from "https://www.gstatic.com/firebasejs/9.12.0/firebase-database.js";
10     import { getStorage, ref as storageRef, getDownloadURL } from "https://www.gstatic.com/firebasejs/9.12.0/firebase-storage.js";
11
12     const firebaseConfig = {
13       apiKey: "AIzaSyA...",
14       authDomain: "nodowebtesis.firebaseio.com",
15       databaseURL: "https://nodowebtesis.firebaseio.com",
16       projectId: "nodowebtesis",
17       storageBucket: "nodowebtesis.firebaseio.com",
18       messagingSenderId: "74136931214",
19       appId: "1:74136931214:web:44000000000000000000000000000000"
20     };
21
22     const app = initializeApp(firebaseConfig);
23     const database = getDatabase(app);
24     const storage = getStorage(app);
25
26     function updateImage(path, elementId) {
27       const dataRef = ref(database, path);
28       const imgElement = document.getElementById(elementId);
29
30       onValue(dataRef, async (snapshot) => {
31         const imageName = snapshot.val();
32         if (imageName) {
33           try {
34             const imageRef = storageRef(storage, `imagenes/${imageName}`);
35             const imageURL = await getDownloadURL(imageRef);
36             imgElement.src = imageURL;
37           } catch (error) {
38             console.error("Error obteniendo la URL de la imagen:", error);
39             imgElement.src = "imagenes/placeholder.jpg";
40           }
41         }
42
43         imgElement.parentElement.classList.add('blink');
44         setTimeout(() => {
45           imgElement.parentElement.classList.remove('blink');
46         }, 500);
47       });
48     }
49
50     function updateNodeStatus() {
51       const statusRef = ref(database, 'sistema');
52       const statusElement = document.getElementById('node-status');
53
54       onValue(statusRef, (snapshot) => {
55         const status = snapshot.val();
56         if (status === "on") {
57           statusElement.textContent = "NODO ENCENDIDO";
58           statusElement.style.backgroundColor = "green";
59         } else {
60           statusElement.textContent = "NODO APAGADO";
61           statusElement.style.backgroundColor = "red";
62         }
63       });
64     }
65
66     updateImage('imagenes/0', 'imagen0');
67     updateImage('imagenes/1', 'imagen1');
68     updateImage('imagenes/2', 'imagen2');
69     updateNodeStatus();
70
71     document.addEventListener("DOMContentLoaded", () => {
72       document.querySelectorAll(".card img").forEach(img => {
73         img.addEventListener("click", () => {
74           const modal = document.getElementById("modal");
75           const modalImg = document.getElementById("modal-img");
76           modal.style.display = "block";
77           modalImg.src = img.src;
78         });
79       });
80
81       document.getElementById("modal").addEventListener("click", () => {

```

```

C:\Users> Israel > Documents > OCTAVO SEMESTRE > TITULACION II > 8 SEMESTRE_2024_10_13 > Pagina_alerta_tesis > WEBINARVAEZ > index.html > {} index.html
1 <!DOCTYPE html>
2 <html lang="es">
3 <head>
86 <style>
119 .card img {
121     height: auto;
122     border-radius: 5px;
123     cursor: pointer;
124 }
125 .blink {
126     animation: blinkEffect 0.5s ease-in-out;
127 }
128 @keyframes blinkEffect {
129     0% { background-color: #76f094; }
130     100% { background-color: #ffffff; }
131 }
132 #node-status {
133     margin-top: 20px;
134     padding: 10px;
135     font-size: 20px;
136     color: white;
137     border-radius: 5px;
138     display: inline-block;
139 }
140 #modal {
141     display: none;
142     position: fixed;
143     z-index: 1000;
144     left: 0;
145     top: 0;
146     width: 100%;
147     height: 100%;
148     background-color: rgba(0,0,0,0.8);
149     display: flex;
150     align-items: center;
151     justify-content: center;
152 }
153 #modal img {
154     max-width: 90%;
155     max-height: 90%;
156 }
157 footer {
158     background-color: gray;
159     color: white;
160     padding: 15px;
161     margin-top: 20px;
162 }
163 </style>
164 </head>
165 <body>
166 <header>VISIÓN POR COMPUTADOR PARA EL RECONOCIMIENTO DE ARMAS DE FUEGO CORTAS PARA UN SISTEMA TELEMÁTICO DE SEGURIDAD EN ZONAS COMERCIALES</header>
167 <div id="node-status">Cargando estado del nodo...</div>
168 <div class="container">
169     <div class="card">
170         <h2>Imagen 1</h2>
171         
172     </div>
173     <div class="card">
174         <h2>Imagen 2</h2>
175         
176     </div>
177     <div class="card">
178         <h2>Imagen 3</h2>
179         
180     </div>
181 </div>
182 <div id="modal">
183     <img id="modal-img">
184 </div>
185 <footer>
186     AUTOR:<br>
187     Israel Sebastián Narvéz Guevara<br>
188     DIRECTOR:<br>
189     MSc. Luis Suárez
190 </footer>
191 </body>
192 </html>
193

```

## 7.8 Anexo 8. Código para nodo sensor

```

1  #define AUDIO_PIN 25 // Pin para el sonido de la sirena
2  #define RELAY_PIN 23
3  #define LED_PIN_1 12 // Primer LED
4  #define LED_PIN_2 2 // Segundo LED
5  #define BUTTON_PIN 34 // Pin del pulsador
6
7  #include <Wifi.h>
8  #include <WebServer.h>
9  #include <FirebaseESP32.h>
10
11 // Configuración Firebase
12 #define FIREBASE_HOST "https://nodowebtesis-default-rtdb.firebaseio.com/"
13 #define FIREBASE_AUTH "mP826LW8Df3LQDH6DUeuTou5h2iWoX6SZeKRQBVh"
14
15 FirebaseConfig config;
16 FirebaseAuth auth;
17 FirebaseData firebaseData;
18
19 // WebServer para la configuración de Wi-Fi
20 WebServer server(80);
21
22 // Página de configuración WiFi con estado de conexión
23 String getConfigPage() {
24     String ipAddress = (Wifi.status() == WL_CONNECTED) ? Wifi.localIP().toString() : "No conectado";
25     return "<!DOCTYPE html><html><body>"
26         "<h1>Configura WiFi</h1>"
27         "<form action='/setwifi' method='POST'"
28         "  SSID:<br><input type='text' name='ssid'><br>"
29         "  Contraseña:<br><input type='password' name='pass'><br><br>"
30         "  <input type='submit' value='Guardar'"
31         "</form>"
32         "<h2>Estado de conexión: " + String(Wifi.status() == WL_CONNECTED ? "Conectado" : "No conectado") + "</h2>"
33         "<h2>IP: " + ipAddress + "</h2>"
34         "</body></html>";
35 }
36
37 void setup() {
38     Serial.begin(115200);
39
40     // Configuración de pines
41     pinMode(RELAY_PIN, OUTPUT);
42     pinMode(AUDIO_PIN, OUTPUT);
43     pinMode(BUTTON_PIN, INPUT_PULLUP);
44     pinMode(LED_PIN_1, OUTPUT);
45     pinMode(LED_PIN_2, OUTPUT);
46
47     digitalWrite(LED_PIN_1, LOW);
48     digitalWrite(LED_PIN_2, LOW);
49     digitalWrite(RELAY_PIN, LOW);
50
51     // Conectar a WiFi en modo AP para la configuración
52     Wifi.mode(WIFI_AP);
53     Wifi.softAP("ESP_Config");

```

```

54 server.on("/", HTTP_GET, []() { server.send(200, "text/html", getConfigPage()); });
55 server.on("/setwifi", HTTP_POST, handleSetWiFi);
56 server.begin();
57
58 Serial.println("Esperando configuración de Wi Cargando...");
59 Serial.println("Conéctate a la red WiFi: 'ESP_Config' para configurar el WiFi.");
60
61 // Configuración de Firebase
62 config.host = FIREBASE_HOST;
63 config.signer.tokens.legacy_token = FIREBASE_AUTH;
64 Firebase.begin(&config, &auth);
65
66 // Establecer valor inicial en Firebase como OFF
67 if (Firebase.setString(firebaseData, "/sistema", "OFF")) {
68   Serial.println("Sistema inicializado en estado OFF.");
69 } else {
70   Serial.println("Error inicializando Firebase: " + firebaseData.errorReason());
71 }
72 }
73
74 void loop() {
75   server.handleClient();
76
77   if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {
78     digitalWrite(LED_PIN_2, LOW);
79     handleFirebaseControl();
80   } else {
81     digitalWrite(LED_PIN_2, HIGH);
82   }
83 }
84
85 void handleSetWiFi() {
86   String ssid = server.arg("ssid");
87   String pass = server.arg("pass");
88
89   WiFi.begin(ssid.c_str(), pass.c_str());
90   server.send(200, "text/html", "<h1>Conectando...</h1>");
91   delay(3000);
92
93   if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {
94     Serial.println("Conectado a WiFi: " + ssid);
95     WiFi.mode(WIFI_STA);
96     server.send(200, "text/html", getConfigPage());
97     updateFirebaseStatus();
98   } else {
99     server.send(200, "text/html", "<h1>Error al conectar al WiFi!</h1>");
100   }
101 }
102
103 void updateFirebaseStatus() {

```

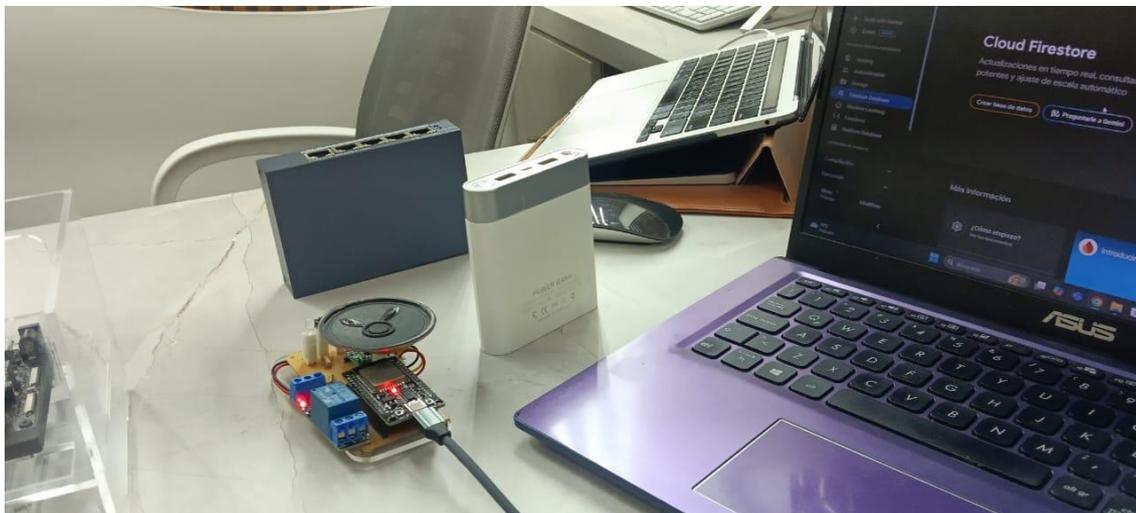
```

104   if (Firebase.setString(firebaseData, "/sistema", "OFF")) {
105       Serial.println("Estado del sistema actualizado a OFF en Firebase.");
106   } else {
107       Serial.println("Error actualizando estado en Firebase: " + firebaseData.errorReason());
108   }
109 }
110
111 void handleFirebaseControl() {
112   if (Firebase.getString(firebaseData, "/sistema")) {
113       String estado = firebaseData.stringData();
114       if (estado == "ON") {
115           Serial.println("Sistema activado desde Firebase.");
116
117           // Encender el relé y los LEDs durante 6 segundos
118           digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH);
119           Serial.println("Relé ENCENDIDO.");
120
121           // Iniciar la sirena y los LEDs parpadeando rápidamente
122           playAudio();
123
124           delay(6000);
125
126           digitalWrite(RELAY_PIN, LOW);
127           Serial.println("Relé APAGADO.");
128
129           // Cambiar estado en Firebase a OFF
130           if (Firebase.setString(firebaseData, "/sistema", "OFF")) {
131               Serial.println("Estado actualizado a OFF en Firebase.");
132           } else {
133               Serial.println("Error actualizando estado en Firebase: " + firebaseData.errorReason());
134           }
135       }
136   }
137 }
138
139 // Función de activación de la sirena y parpadeo rápido de LEDs
140 void playAudio() {
141     Serial.println("Reproduciendo sirena...");
142
143     for (int i = 0; i < 30; i++) { // Aproximadamente 3 segundos (30 ciclos de 100 ms)
144         digitalWrite(LED_PIN_1, HIGH);
145         digitalWrite(LED_PIN_2, HIGH);
146         tone(AUDIO_PIN, 1000);
147         delay(100);
148
149         digitalWrite(LED_PIN_1, LOW);
150         digitalWrite(LED_PIN_2, LOW);
151         tone(AUDIO_PIN, 500);
152         delay(100);
153     }
154
155     noTone(AUDIO_PIN);
156     digitalWrite(LED_PIN_1, LOW);
157     digitalWrite(LED_PIN_2, LOW);
158     Serial.println("Sirena finalizada.");
159 }
160

```

## 7.9 Anexo 9. Fotografías de las pruebas e instalación realizada en la empresa

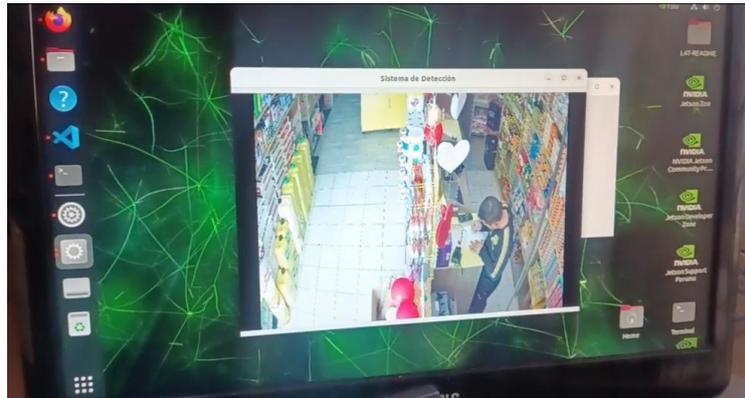
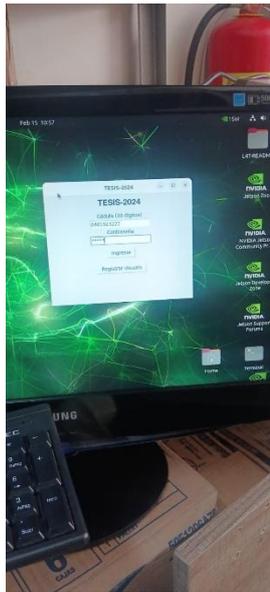
- Socialización de funcionamiento del sistema a gerente de Districor.



- Instalación del sistema por canalización.



- Manejo del sistema por encargado de Districor.



- Prueba de robo a mano armada trabajador de la empresa Districor.



- Prueba de robo a mano armada realizada por el tesista en la empresa Districor.

