



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

CARRERA DE COMPUTACIÓN

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE BIENVENIDA CON
RECONOCIMIENTO FACIAL EN UN CONJUNTO HABITACIONAL**

Trabajo de Titulación previo a la obtención del
Título de Ingenieros en Ciencias de la Computación

AUTORES: Fabricio Alexander Borja Hernández

Darwin Nicolás Cruz Escobar

TUTOR: Holger Raúl Ortega Martínez

Quito - Ecuador

2024

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUDITORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Nosotros, Fabricio Alexander Borja Hernández con documento de identificación N° 1724036536 y Darwin Nicolás Cruz Escobar con documento de identificación N° 1726961434; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 5 de agosto de 2024

Atentamente,



Darwin Nicolás Cruz Escobar
1726961434



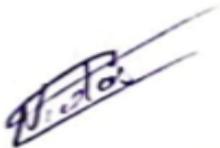
Fabricio Alexander Borja Hernández
1724036536

**CERTIFICADO DE CESION DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Fabricio Alexander Borja Hernández con documento de identificación N° 1724036536 y Darwin Nicolás Cruz Escobar con documento de identificación No 1726961434; expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: “Diseño e implementación de un sistema de bienvenida con reconocimiento facial en un conjunto habitacional”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingenieros en Ciencias de la Computación, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

Quito, 5 de agosto de 2024

Atentamente,



Darwin Nicolás Cruz Escobar
1726961434



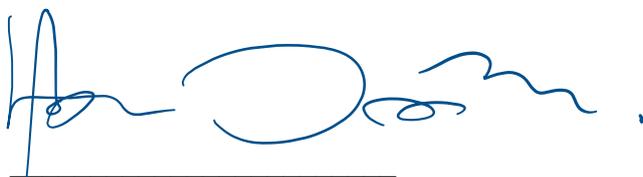
Fabricio Alexander Borja Hernández
1724036536

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Holger Raúl Ortega Martínez con documento de identificación N° 1708182728, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE BIENVENIDA CON RECONOCIMIENTO FACIAL EN UN CONJUNTO HABITACIONAL, realizado por Fabricio Alexander Borja Hernández con documento de identificación N° 1724036536 y por Darwin Nicolás Cruz Escobar con documento de identificación N° 1726961434, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 5 de agosto de 2024

Atentamente,



Fis. Holger Raúl Ortega Martínez, MSc.

1708182728

DEDICATORIA

Quiero agradecer a mi familia y padre por darme la oportunidad de seguirme preparando y aprendiendo de la experiencia que me comparten día a día, con el apoyo brindado en este proceso que fue tan extenso y largo de preparación les dedico este proyecto realizado en conjunto con Nicolas Cruz. También quiero darle mi agradecimiento a Daniela Pinzón una mujer extraordinaria que me apoyo en este camino dándome ánimos, dándome su cariño apoyo incondicional y confiando en mi en cada paso que daba.

Fabricio Alexander Borja Hernández

Agradezco a mis padres Karina Escobar y Marco Cabascango por su apoyo inconmensurable durante toda mi vida y en este gran paso, de la misma manera a Susana Hidalgo como a Bety Hidalgo por ser el pilar fundamental durante toda la carrera, por su preocupación constante, su apoyo incondicional y su amor hacia a mí, finalmente agradezco a cada docente que en mi camino que sin dudarlo siempre supo ayudarme en mi preparación.

Darwin Nicolás Cruz Escobar

AGRADECIMIENTO

Quiero Agradecer a mi padre y a mis abuelitos por el apoyo en todo este tiempo que me han brindado a lo largo de la carrera que escogí, su constancia para darme los estudios y brindarme su conocimiento y su experiencia la cual me ha sido muy útil en todo este tiempo ha cambiado mi perspectiva en lo que es la preparación académica que se obtuvo de esta prestigiosa Universidad mediante su labor y dedicación para formar estudiantes. También quiero agradecer a Daniela Pinzón, una gran mujer que me ha dado su apoyo y cariño en este proceso estudiantil que opte por seguir y cumplir las metas planteadas, gracias a su cariño, apoyo, comprensión y animarme cuando me sentía desanimado cuando fallaba.

Fabricio Alexander Borja Hernández

Agradezco a toda mi familia a y a mis padres por siempre apoyarme y preocuparse por mis estudios en esas noches o tardes de tareas, trabajos y proyectos, gracias a ellos es posible llegar a culminar mi carrera y se los agradeceré de manera infinita, también a cada docente de la Universidad por su labor y formación de estudiantes con dedicación y preocupación.

Darwin Nicolas Cruz Escobar

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I.....	1
ANTECEDENTES Y GENERALIDADES	1
1. Introducción.....	1
1.1 Problema de estudio.....	2
1.1.1 Antecedentes	3
1.1.2 Importancia	3
1.1.3 Delimitación	4
1.2 Justificación	4
1.3 Objetivos.....	5
1.3.1 Objetivo general:	5
1.3.2 Objetivos específicos:.....	6
1.4 Alcance	7
CAPÍTULO II	8
MARCO TEÓRICO	8
2. Descripción Teórica	8
2.1 Inteligencia artificial en uso de cámaras.....	8
2.2 Laptop Acer Nitro 5	9
2.3 Visual Studio.....	9
2.4 SQLite.....	10
2.5 Google Colab	10
2.6 Inteligencia artificial.....	11
2.7 Visión por Computador.....	11
2.8 Cuda.....	12
2.9 Redes Neuronales	12
2.10 Redes Convolucionales.....	12
2.11 Python	13
2.12 RoboFlow	14
2.13 YOLOv8	15
2.14 TensorFlow	16
2.15 TeamViewer	17
2.16 Confianza.....	17
2.17 Telegram	17
2.17.1 Bots de Telegram	18
2.17.2 Bot Father	18
2.17.3 Get ID bot	18
CAPÍTULO III.....	19
METODOLOGÍA	19
3. Metodología adaptada al trabajo.....	19
3.1 Diseño del sistema	20
3.1.1 Esquema de Funcionamiento.....	20

3.1.2 Análisis de Funcionamiento de cámaras de seguridad	21
3.1.3 Diseño e instalación de Cámara.....	23
3.2 Generación del conjunto de entrenamiento	24
3.2.1 Imágenes en el día	25
3.2.2 Imágenes en la noche.....	25
3.3 Clasificación de imágenes	26
3.3.1 Etiquetas en RoboFlow.....	27
3.3.2 Manejo de Etiquetas con RoboFlow.....	28
3.4 Preprocesamiento de Imágenes con RoboFlow.....	29
3.4.1 Escala de grises.....	29
3.4.2 Redimensionamiento	30
3.4.3 Histograma de ecualización.....	31
3.5 Data Augmentation	32
3.5.1 Saturación	34
3.5.2 Ruido	35
3.5.3 Difuminación	35
3.5.4 Brillo.....	36
3.6 Reconocimiento con YOLOv8	37
3.6.1 Balanceo de clases	38
3.6.2 Entrenamiento.....	39
3.6.3 Validación	41
3.6.4 Pruebas.....	41
3.7 Configuración detallada del entorno de Reconocimiento Facial para pruebas de prototipos	43
3.7.1 Instalación y configuración del proyecto en Visual Studio Code.....	44
3.7.2 Base de datos de registros.....	45
3.7.3 Saludos Personalizados.....	47
3.7.4 Pruebas con modelos entrenados	48
3.7.5 Notificación a Usuarios	48
3.7.5.1 Notificaciones en Telegram	50
3.8 Ajuste de Parámetros para Reconocimiento	52
3.8.1 Confianza.....	52
3.8.2 Validación y Tiempo de Reconocimiento	53
CAPITULO IV	55
RESULTADOS	55
4. Métricas y Resultados del Reconocimiento Facial.....	55
4.1 Resultados Entrenamiento Final.....	55
4.2 Resultados Validación Final	56
4.3 Resultados Pruebas	57
CONCLUSIONES.....	61
RECOMENDACIONES	62
REFERENCIAS.....	63
ANEXOS.....	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Características Laptop	9
Tabla 2	Características DVR Hikvision	22
Tabla 3	Características Cámara Tapo C100	24
Tabla 4	Clases usadas para el modelo	27
Tabla 5	Etiquetas en RoboFlow	29
Tabla 6	Parámetros entrenamiento con YOLOv8	40
Tabla 7	Métricas durante el entrenamiento	40
Tabla 8	Campos de la tabla en la base de datos registros.....	46
Tabla 9 10	Confianza establecida para reconocimiento de los rostros en el sistema	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Ubicación del conjunto residencial	4
Figura 2	Interfaz de Visual Studio Code.....	10
Figura 3	Logo SQLite & Python.....	10
Figura 4	Imagen representativa del funcionamiento de una red neuronal.....	12
Figura 5	Imagen representativa de usos de Python.....	14
Figura 6	Cámara TP-Link Modelo Tapo C100	24
Figura 7	Imágenes extraídas de video por la mañana	25
Figura 8	Imagen capturada de video por la tarde.....	25
Figura 9	Imágenes extraídas de video por la noche.....	26
Figura 10	Clases en RoboFlow	27
Figura 11	Imágenes Etiquetadas con RoboFlow.....	28
Figura 12	Aplicación de Escala de grises	30
Figura 13	Redimensionamiento en Roboflow	31
Figura 14	Histograma de Ecuálización	32
Figura 15	Cambios de las imágenes que generan confusión al predecir	33
Figura 16	Saturación Aumentada en imágenes con Robo Flow	34
Figura 17	Ruido agregado a las imágenes del conjunto	35
Figura 18	Difuminación con RoboFlow	36
Figura 19	Brillo aumentado para aclarar u oscurecer las imágenes	37
Figura 20	Balanceo de clases.....	38
Figura 21	Seguimiento de imágenes sin etiquetas o ejemplos nulos.....	38
Figura 22	Esquema de Yolo	39
Figura 23	Fragmento de código para entrenamiento del modelo	39
Figura 24	Comando para la validación del modelo entrenado con YOLOv8.....	41
Figura 25	Resultados Validación modelo	41
Figura 26	Pruebas de Funcionamiento con modelos entrenados.....	42
Figura 27	Pruebas de modelos con rostros desconocidos.....	43
Figura 28	Dependencias del proyecto.....	44
Figura 29	Organización Lógica del proyecto	45
Figura 30	Creación base de datos para registros.....	46
Figura 31	Consulta de la base de datos	47
Figura 32	Archivo de saludos por persona.....	47
Figura 33	Aleatorización de Saludos por cada clase.....	48
Figura 34	Modelo entrenado en Visual Studio Code.....	48
Figura 35	Identificación del grupo de notificaciones	49
Figura 36	Token para envío de notificaciones por API.....	49
Figura 37	Integración al sistema para envío de notificaciones	50
Figura 38	Notificación de Usuario reconocido.....	51
Figura 39	Notificación de Usuario no reconocido y registrado.....	51
Figura 40	Reconocimiento ejecutándose en tiempo real	54
Figura 41	Control de tiempos de registros y saludos.....	54
Figura 42	Matriz de Confusión usada para el reconocimiento	56

Figura 43 Matriz de Validación Final	57
Figura 44 Imágenes para pruebas con imágenes fuera del conjunto de entrenamiento y validación.....	58
Figura 45 Ejecución de predicción	58
Figura 46 Rostros reconocidos desde la cámara.....	58
Figura 47 Sistema en Funcionamiento.....	59
Figura 48 Figura de notificación con sistema en tiempo real.....	60

RESUMEN

El incremento de inseguridad en Ecuador y en cada zona dentro del país aumenta la probabilidad de ser víctimas, incluso de intrusos dentro del hogar. Con este trabajo de titulación se concluyó el diseño e implementación eficaz de un sistema de reconocimiento facial, aplicado dentro de un conjunto habitacional ubicado en el norte de Quito, específicamente en Tumbaco. Este sistema utiliza tecnologías de reconocimiento orientadas a imágenes, específicamente en el área de Visión por Computador, rama de la Inteligencia Artificial. Se instaló un sistema para mejorar la seguridad interna, que mantiene un registro de rostros reconocidos y no reconocidos en una base de datos simple. Mediante una API, notifica a cada usuario con una imagen del ingreso, junto con la hora y el día del registro. El sistema también da una bienvenida personalizada a los residentes y un saludo genérico a quienes no pertenecen al conjunto.

El presente trabajo abordó la creación de un mecanismo extra de seguridad eficiente para los residentes y una experiencia personalizada con el uso de herramientas de Visión por Computador como Roboflow y YOLOv8. Se implementó utilizando un equipo portátil conectado a una cámara de forma inalámbrica, realizando un monitoreo en tiempo real de los usuarios que ingresan al conjunto residencial. Creando prototipos de funcionamiento con modelos entrenados usando las herramientas mencionadas y, finalmente, se implementó el modelo con las mejores métricas individuales superiores a 0.85. Con esto, mediante el ajuste de confianza, se realizó el reconocimiento facial de los residentes.

Palabras clave: reconocimiento, seguridad, métricas, modelo, confianza

ABSTRACT

The increase in insecurity in Ecuador and in each area within the country increases the probability of being victims, even of intruders within the home. With this degree work, the design and effective implementation of a facial recognition system was concluded, applied within a housing complex located in the north of Quito, specifically in Tumbaco. This system uses image-oriented recognition technologies, specifically in the area of Computer Vision, a branch of Artificial Intelligence. A system was installed to improve internal security, which maintains a record of recognized and unrecognized faces in a simple database. Through an API, it notifies each user with an image of the entry, along with the time and day of registration. The system also provides a personalized welcome to residents and a generic greeting to those who do not belong to the complex.

This work addresses the creation of an extra efficient security mechanism for residents and a personalized experience with the use of Computer Vision tools such as Roboflow and YOLOv8. It was implemented using a portable device connected to a camera wirelessly, performing real-time monitoring of users entering the residential complex. Working prototypes were created with models trained with the tools and, finally, the model with the best individual metrics, greater than 0.85, was implemented in the recognition system. With this, through confidence adjustment, facial recognition of the residents was carried out.

Keywords: recognition, security, metric, model, confidence

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES Y GENERALIDADES

1. Introducción

La seguridad se ha vuelto prioritaria para el cuidado de cada individuo, dado que en los países del tercer mundo la inseguridad es altamente preocupante. El miedo dentro del hogar por posibles infiltraciones de delincuentes, así como el riesgo de atracos durante paseos o salidas familiares, son situaciones comunes. Por ello, con la tecnología actual se trata de cubrir brechas de seguridad de acceso mediante registros inteligentes de control y bienvenida, tanto a residentes como a desconocidos, con la incorporación de sistemas de reconocimiento facial a equipos de videovigilancia que no cuentan con esta tecnología.

La Visión por Computador es una rama de la Inteligencia Artificial que ha escalado a niveles muy amplios hoy en día, permitiendo reconocer a grandes distancias o encontrar patrones descriptivos para identificar desde objetos hasta personas. Los sistemas de cámaras conectados a un DVR o NVR varían en precios y escalan dependiendo de la marca y calidad del equipo, incluyendo cámaras comúnmente inferiores a 5 megapíxeles que, dada la distancia a la que están colocadas, no tienen buena resolución para observar o detectar rostros. Para lograr un reconocimiento efectivo, en algunos casos será necesario implementar una nueva cámara con mayor resolución, buscando el lugar más adecuado para colocar el dispositivo y así obtener mejores resultados en el proceso de reconocimiento. “La detección y el reconocimiento de objetos son técnicas similares para identificar objetos, pero varían en cuanto a su ejecución”. MATLAB & Simulink – MathWorks, (2024). Comprendido esto hay que considerar que algunas empresas o microempresas dedicadas al comercio de productos de videovigilancia confunden el concepto de reconocimiento con detección con lo mismo, pero son conceptos totalmente diferentes.

Para implementar el sistema propuesto se considerarán factores indispensables para trabajar puntualmente con esta rama, ya que los problemas fundamentales son cambios de luz, interferencia, difuminación de la imagen, saturación por brillo, diferentes patrones del rostro al ingresar, entre otros.

1.1 Problema de estudio

En 2022 se registró una tasa de 15.48 muertes por cada 100,000 habitantes causadas por homicidio, sicaratos, asesinatos, feminicidios, robos, etc. Mella, (2022). Debido a este incremento en la tasa de muertes, se plantea el aumento de la videovigilancia para apoyar a la Policía Nacional contra la delincuencia.

Actualmente, gracias a la combinación de internet y tecnologías como la inteligencia artificial, machine learning o Deep learning. Podemos acceder, analizar y evaluar imágenes, figuras, colores, etc., para trabajar con computadoras que utilizan técnicas específicas para clasificar imágenes o tomar decisiones. Marketing (2022).

Las cámaras de videovigilancia se utilizan para grabar video constantemente y monitorear. En las cuales, si constan con personal de seguridad deberá analizar las grabaciones de la video vigilancia en casos concretos como fechas, horas, pedido exclusivo de la gente residente, etc. El monitoreo de en tiempo real puede interrumpirse con las actividades del personal de seguridad, por lo cual se planea la incorporación de inteligencia artificial a las cámaras, que podrán reconocer a los residentes del conjunto.

La principal diferencia entre un sistema tradicional de videovigilancia y un sistema inteligente radica en el análisis automático de la escena. Este análisis se refiere al análisis de la imagen de la cámara de videovigilancia, que abarca tareas cruciales para la seguridad, como detectar e identificar personas, detectar objetos abandonados y analizar el comportamiento humano, incluyendo la interpretación de trayectorias. Urtasun (2021).

Dentro del conjunto habitacional buscan mejorar la seguridad de las personas que viven ahí. Dado que el índice delictivo se ha visto incrementado con el paso del tiempo por lo quieren mantener un control de las personas que ingresan dentro del conjunto, teniendo la confianza que solo personas de confianza han ingresado al conjunto.

1.1.1 Antecedentes

El incremento de la delincuencia hace que se opte por medidas de seguridad como cercas eléctricas, cámaras de seguridad, perros guardianes, personal de seguridad, etc. El conjunto residencial toma de decisión a partir del incremento delictivo y el uso de cámaras de video vigilancia, buscan mejorar la seguridad implementando un sistema de reconocimiento facial el cual otorgue un reconocimiento eficaz con un mensaje de bienvenida a los residentes del conjunto y notificando el ingreso de usuarios propios o externos a las residencias.

1.1.2 Importancia

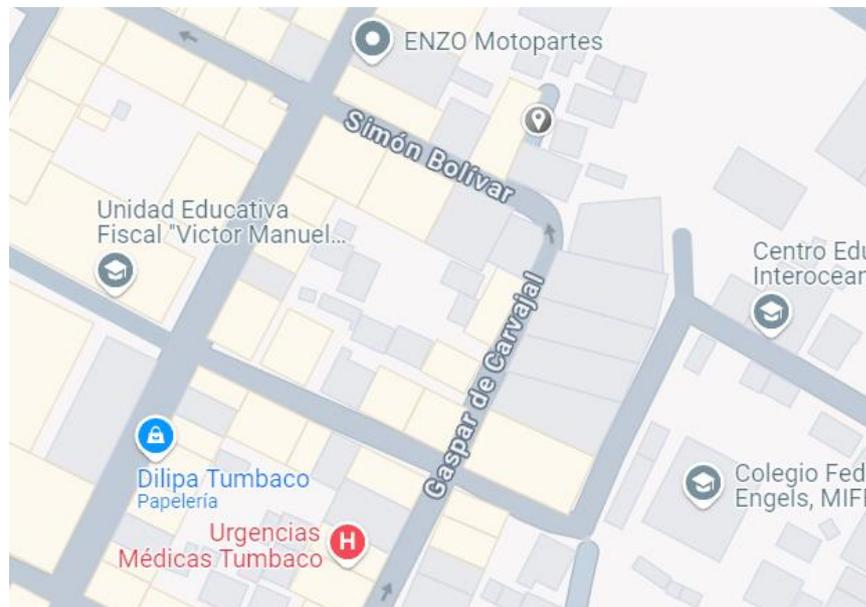
El conjunto residencial, dado el incremento constante de la delincuencia, opta por la implementación de un sistema de reconocimiento facial. Se busca tener control sobre las personas que ingresan al conjunto, con notificación y registro de la hora correspondiente. Cada día aumentan los problemas de seguridad, por lo que es conveniente buscar formas inteligentes de protección y seguridad. Métodos como cámaras de seguridad que vigilan a personas cercanas o dentro del conjunto, cercas eléctricas alrededor de viviendas o conjuntos residenciales que emiten descargas eléctricas para evitar intrusiones, y guardias que custodian el bienestar de la comunidad, son algunas medidas de protección para prevenir actos delictivos.

1.1.3 Delimitación

El conjunto residencial Hidalgo cuenta con un total de 10 personas que habitan en el mismo. Se encuentra ubicado en la siguiente dirección: Tumbaco, Quito, 170184, Simón Bolívar Oe1-32. En este conjunto se incorporará un sistema de reconocimiento facial, con el objetivo de lograr el reconocimiento de cada persona.

Figura 1

Ubicación del conjunto residencial



Nota. Ubicación geográfica del conjunto residencial Hidalgo. Elaborado por: Los autores

1.2 Justificación

La implementación de un sistema de reconocimiento facial, que trabaja con tecnología de inteligencia artificial en un conjunto habitacional, ofrece una solución avanzada y práctica para fortalecer la seguridad residencial, al tiempo que brinda una experiencia acogedora para los residentes. Actualmente se han realizado estudios asociados en diversos campos como la vigilancia, la navegación de vehículos, los deportes, el manejo de tráfico, la seguridad, entre otros. Grandon (2017). Con el fin de garantizar una identificación precisa de individuos mediante el análisis de características faciales, estos sistemas son altamente efectivos para reducir el riesgo de intrusiones no autorizadas. Además de este aspecto de seguridad, el

sistema también tiene la capacidad de dar la bienvenida a los usuarios registrados de manera automatizada, creando así un ambiente más cómodo y conveniente para aquellos que tienen acceso autorizado. La rapidez y precisión del reconocimiento facial no solo mejoran la seguridad del conjunto habitacional, sino que también agilizan el proceso de ingreso, proporcionando una experiencia fluida y sin contratiempos para los residentes y visitantes habituales. Además, el sistema registra de manera detallada todos los accesos, lo que facilita la investigación de eventos sospechosos o incidentes y añade un nivel adicional de protección y respaldo.

La presencia visible del sistema de reconocimiento facial actúa como un disuasivo efectivo para posibles intrusos, fortaleciendo la percepción de seguridad en el entorno residencial. La flexibilidad y adaptabilidad del sistema para personalizarse según las necesidades específicas del conjunto habitacional garantizan una mayor seguridad sin imponer restricciones innecesarias. La integración con otros sistemas de seguridad preexistentes, como alarmas y cámaras de vigilancia, ofrece una solución integral y escalable para la protección de los residentes.

La implementación de un sistema de reconocimiento inteligente mejora la seguridad efectiva y promueve un entorno residencial más seguro y confiable, ofreciendo una bienvenida automatizada a los usuarios registrados y mejorando así la experiencia de residentes y visitantes. Chaves (2019).

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general:

Implementar un sistema de inteligencia artificial en un conjunto habitacional con el desarrollo de algoritmos de reconocimiento y mensajes personalizados para identificar a los

usuarios y dar un mensaje de bienvenida personalizado, así como su integración con sistemas de seguridad en el caso de ser posible.

1.3.2 Objetivos específicos:

- Analizar las características de las cámaras en base a sus componentes y de ser necesario adquirir una adecuada, que se utilizara para el sistema de reconocimiento facial.
- Identificar el punto más adecuado, para el posicionamiento de la/s cámaras/s.
- Recopilar a través de videos en tiempo real imágenes de la cámara para su preprocesamiento.
- Entrenar el sistema de reconocimiento facial mediante varias técnicas y herramientas de Inteligencia Artificial.
- Instalar la infraestructura adecuada, para la implementación del sistema ocupando el hardware y software requerido para su funcionamiento óptimo.
- Realizar pruebas exhaustivas para garantizar la precisión y la eficiencia del mismo sistema, ajustando los algoritmos, parámetros y los mensajes según sea necesario
- Implementar un sistema de registro para la bienvenida de los residentes.

1.4 Alcance

El plan se concentra en la implementación de un sistema de inteligencia artificial (IA) basado en el reconocimiento facial, dirigido a optimizar la seguridad y la experiencia de los residentes en un conjunto residencial específico. Como primer punto se llevará el análisis de las tecnologías de reconocimiento facial adecuadas hasta el desarrollo de algoritmos personalizados y la implementación de una infraestructura tecnológica. Se llevará a cabo una exhaustiva evaluación de diversas tecnologías de reconocimiento facial, priorizando aquellas que garanticen una precisión superior al 80% en las pruebas, lo que se traducirá en un sistema confiable y efectivo. Esta evaluación no solo se centrará en la precisión, sino también en la capacidad de adaptación a diferentes condiciones ambientales y ángulos de visión, asegurando así un rendimiento consistente en situaciones del mundo real.

En cuanto a la infraestructura tecnológica, se realizarán inversiones en hardware o software necesarios, incluyendo cámaras y el equipo necesario para el funcionamiento del algoritmo. Además, se implementará un sistema de saludo personalizado que aproveche la IA para identificar a los residentes registrados y darles la bienvenida de manera individualizada, contribuyendo así a mejorar la interacción y comodidad de los residentes con el sistema.

Se llevarán a cabo pruebas exhaustivas de funcionalidad y seguridad en entornos residenciales y situaciones reales para validar la efectividad y la confiabilidad del sistema en reales.

Llegando por último a la implementación de un sistema de reconocimiento facial funcional para registrar y dar la bienvenida a los residentes y/o invitados.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2. Descripción Teórica

2.1 Inteligencia artificial en uso de cámaras

El impacto presente y futuro de la Inteligencia Artificial en la industria de la seguridad electrónica. Este documento proporciona una visión detallada de cómo la IA (Inteligencia Artificial) está transformando los sistemas de seguridad, incluyendo el análisis de video, la detección de anomalías y la mejora de la eficiencia operativa. Hikvision (2023).

Aplicación de Visión Artificial en Sistemas de Video Vigilancia con Reconocimiento Facial enfocados en el reconocimiento facial para el control de acceso. Ofrece una revisión exhaustiva de los avances en esta área, destacando la importancia de la precisión y la seguridad en la implementación de sistemas de reconocimiento facial para el control de accesos en entornos diversos para el Control de Acceso. Open Journal Systems (2021).

Inteligencia Artificial Aplicada a la Videovigilancia. Este autor analiza cómo se utiliza la IA para mejorar la eficacia de los sistemas de videovigilancia en cuanto a detección de objetos, seguimiento de personas y análisis de comportamiento, entre otros aspectos relevantes. Cohen (2023).

Se enfoca en examinar el impacto de la Inteligencia Artificial (IA) en el uso de cámaras de seguridad. El autor explora cómo integrar algoritmos de IA mejorando la capacidad de las cámaras de seguridad para identificar y responder a eventos de manera eficiente, lo que lleva a aumentar la seguridad y la prevención de incidentes. Soto (2023).

Re-identificación de personas a través de sus características soft-biométricas en un entorno multicámara de video vigilancia. Este estudio aborda cómo la combinación de datos de múltiples cámaras y el análisis de características biométricas no tradicionales, como la

postura y la forma de caminar, pueden mejorar la precisión y la robustez de los sistemas de identificación en entornos de videovigilancia. Moctezuma (2016).

2.2 Laptop Acer Nitro 5

Laptop con características y especificaciones para un desempeño de alto rendimiento. Cuenta con las siguientes Características:

Tabla 1
Características Laptop

Características	Descripción
Marca	Acer
Modelo	Nitro 5
Procesador	Intel i5 9300h
RAM	8 Gb
GPU	Gráficos Intel integrados
GPU	Nvidia GTX 1650 TI 4 Gb
Almacenamiento	1Tb HDD y 128 SSD

Nota. Características principales del equipo. Elaborado por: Los autores

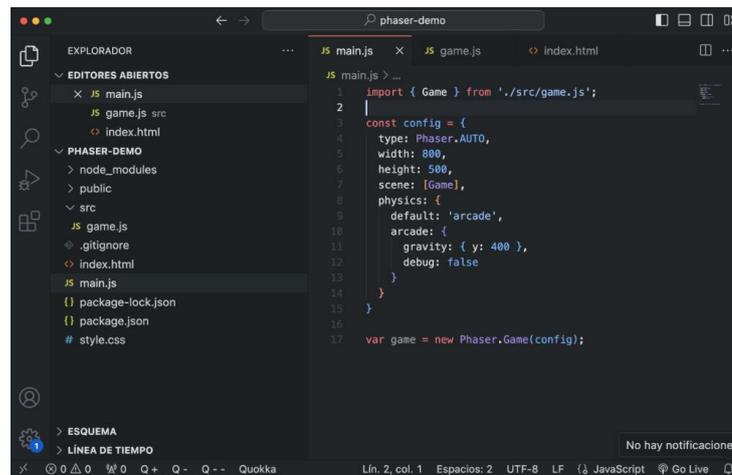
Es un equipo completo para tareas de cómputo con demanda mediana y procesos largos con un funcionamiento óptimo.

2.3 Visual Studio

Es un editor de código optimizado para probar código, escribir y depurar, el cual dispone de gran adaptabilidad para ejecutar código en cualquier lenguaje de programación. Flores (2022).

Es utilizada para desarrollar diversas codificaciones o proyectos orientados en diferentes lenguajes de programación como: java, Python, go, C#, C++, entre otros, también dispone de varias extensiones.

Figura 2
Interfaz de Visual Studio Code.



Nota. Aplicativo utilizado para desarrollo. Fuente: García de Zúñiga, (2024).

2.4 SQLite

Es una librería de C que permite crear bases de datos ligeras compatibles con Python que no requieren muchos recursos computacionales usados para prototipos de aplicaciones o usos sencillos de estas. GeeksforGeeks, (2021).

Figura 3
Logo SQLite & Python



Nota. Conexión entre SQLite y Python . Fuente: GeeksforGeeks, (2021).

2.5 Google Colab

Es una herramienta desarrollada por Google, muy demandada en la comunidad de aprendizaje automático. Un ejemplo de la aplicación que tiene son los pasos con Tensor Flow, el cual permite desarrollar y entrenar redes neuronales. Google Colab, (2021)

Trabaja con el lenguaje de programación de Python, las ventajas que dispone es que no necesita de configuración, tiene el acceso a GPUs sin costo adicional, se puede compartir el contenido fácilmente, se creó con el fin de facilitar el trabajo para estudiantes, ciencia de datos o investigador de IA. Google Colab, (2021)

2.6 Inteligencia artificial

El objetivo principal de la inteligencia es imitar la mente humana. Por el avance tecnológico se ha logrado avanzar hasta el punto de realizar actividades como aprendizaje, razonamiento, percepción y resolución de problemas cotidianos, pero aún falta lograr imitar la creatividad humana. Ramírez (2024). El crecimiento de esta tecnología avanza a pasos logrando mejorar la imitación de la mente humana, abriendo el paso a una era donde la inteligencia artificial va de la mano con machine learning y el Deep learning para hacer el cambio dentro de las industrias reemplazando a los humanos y reduciendo el riesgo de mortalidad de algunos trabajos de riesgo.

2.7 Visión por Computador

Es la referencia al grupo de tecnologías o herramientas mediante las cuales los equipos captan imágenes reales del mundo para procesar y obtener información mediante estas. Es la manera en que los equipos pueden observar el mundo como si fuera la representación de la visión humana. EDS/ROBOTICS, (2022).

La visión por computador ofrece un apoyo al mejorar mediante la inteligencia artificial, donde se implementan algoritmos matemáticos para decodificar las imágenes y detectar las formas de estas, detectando las figuras y patrones llevando a comparar, tomar decisión a través de la comparativa de patrones. EDS/ROBOTICS, (2022).

2.8 Cuda

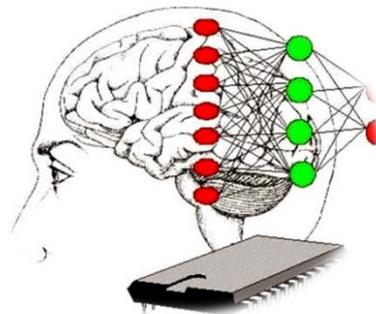
Son procesadores paralelos encargados del procesamiento de datos que ingresan y salen de la GPU realizando cálculos gráficos que los observara el usuario final. Se trabajan dentro de la GPU ocupando el procesamiento en paralelo de los datos de manera más rápida y eficiente dado que utiliza cómputo paralelo acortando el tiempo de ejecución. Aller (2018).

2.9 Redes Neuronales

Redes Neuronales es la forma que mediante la inteligencia artificial se enseña a las computadoras el procesamiento de datos, donde la inspiración es la manera en la que el cerebro humano lo hace. Es un proceso de machine learning llamando aprendizaje profundo, el cual ocupa los nodos o las neuronas que se encuentran interconectados en una estructura por capas que se asemeja al cerebro humano. En un sistema se crea la adaptabilidad donde se utilizan los errores para aprender y mantenerse en una mejora continuamente. AWS (2023).

Figura 4

Imagen representativa del funcionamiento de una red neuronal



Nota. Esta imagen representa de manera comprensible el funcionamiento de una red neuronal.
Fuente: Instituto de Ingenieros de Minas del Perú, (2022).

2.10 Redes Convolucionales

Las conforman decenas o cientos de capas, en cada una aprenden a detectar las diferentes características de la imagen. Se opta por la aplicación de filtros a las imágenes del

entrenamiento con diferentes resoluciones y la salida que se obtenga al ser convolucional cada imagen es empleada como entrada para la siguiente capa. MathWorks, (1994-2024).

2.11 Python

Es un lenguaje de programación de alta demanda en desarrollo de software, aplicación en ciencia de datos, en machine learning, aplicaciones web. Dado a su facilidad de aprendizaje y la eficiencia que mantiene el mismo, ya que se puede ejecutar en diferentes plataformas. AWS, (2023).

Se trabaja en diferentes áreas como análisis de datos, machine learning, inteligencia artificial, visión por computador, entre otras. Las cuales también trabaja con backend para la conexión con el servidor que es para desarrollo de aplicaciones web, la utilización de scripting para realizar automatización de procesos y modificación en cantidad de datos. Cassingena Navone (2022).

También Python es utilizado en lo que es ciencia de datos y machine learning dado que al poseer librerías compatibles que optimizan procesos, en los cuales se requieren grandes volúmenes de datos, los cuales incorporan las librerías como: Tensor Flow, OpenCV, nltk, etc. Las cuales son open source, son de código abierto para el desarrollo de nuevos proyectos en base a machine learning. AWS, (2023).

Figura 5
Imagen representativa de usos de Python



Nota. Aplicaciones del lenguaje Python. Fuente: Cassingena Navone (2022).

2.12 RoboFlow

Es una herramienta para mejorar la calidad de las imágenes y prepararlas. Siendo la temática del uso de RoboFlow es exclusivo para mejorar las imágenes y videos dándoles etiquetas para mejorar el reconocimiento de estas, el cual tiene diversos espacios para realizar el tratamiento de las imágenes, por lo que es normal realizar diferentes procesos a las imágenes para lograr obtener la mejor extracción de características para lograr un reconocimiento efectivo y óptimo, buscando todos los casos que se pueden presentar para lograrlo.

Figura 5
RoboFlow

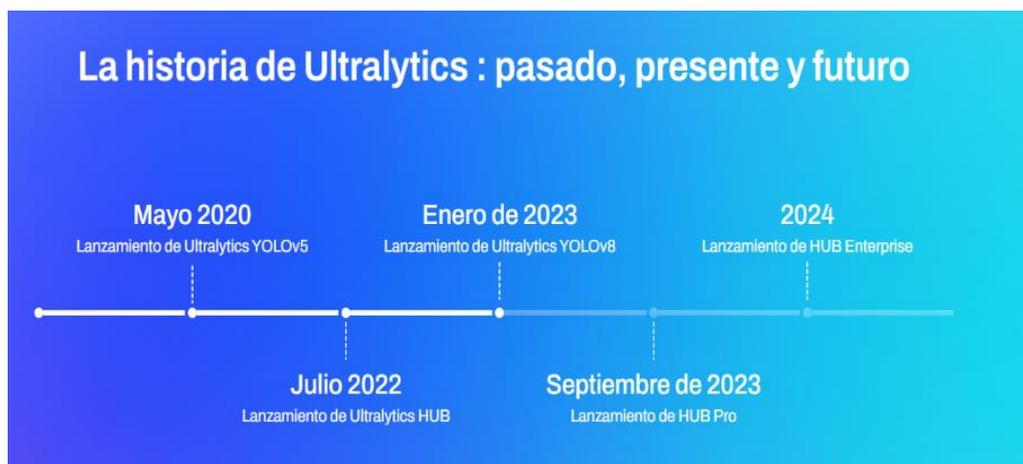


Nota. Código abierto para desarrollo con RoboFlow. Fuente: Hansen, (2022).

2.13 YOLOv8

Es una herramienta ocupada por profesionales para desarrollo de detección de objetos aquí tenemos elementos como visión por computador y Machine Learning. Jocher Glenn, (2023). Ya que es una herramienta desarrollada durante un tiempo abarca tiempo de desarrollo pruebas y al final se obtuvo la librería final que la implementan profesionales para desarrollos para visión por computadora y aprendizaje de máquina. Jocher Glenn, (2023). Simplifica los procesos que realiza, la librería se llama ultralytics. Tuvo una evolución hasta llegar a YOLOv8.

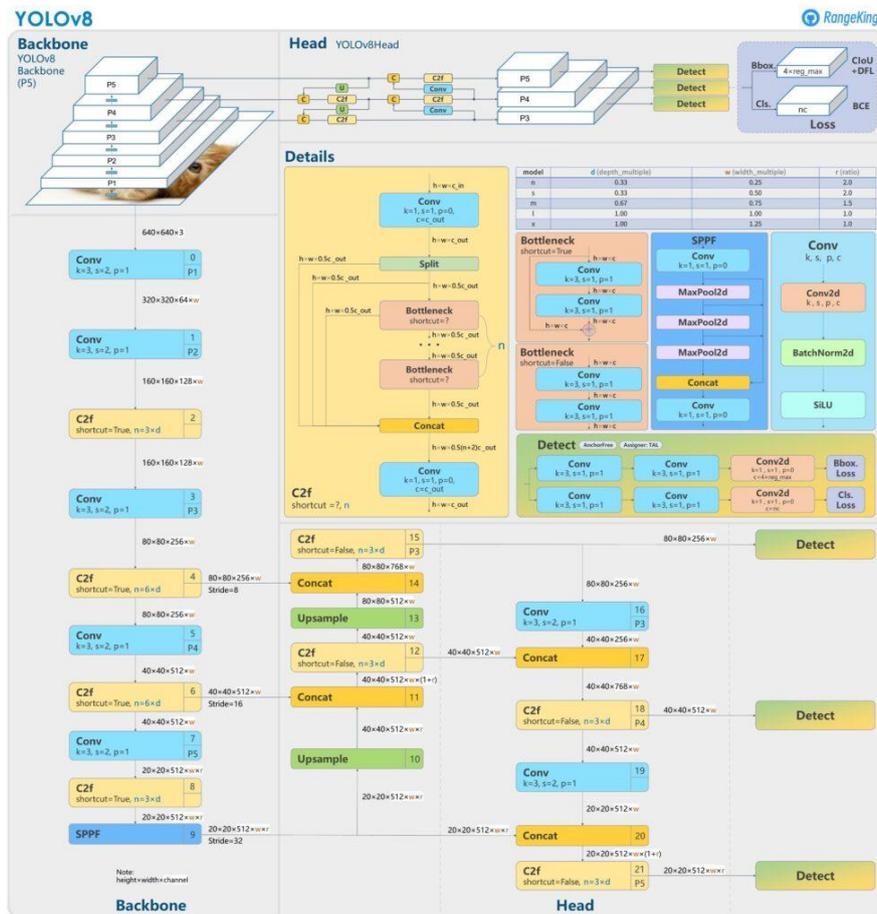
Figura 6
Evolución de Yolo



Nota. Evolución de Yolo en ultralytics. Fuente: Jocher, (2023).

En la figura 7 se visualiza la estructura de decisión que maneja YOLOv8 para determinar la clasificación de un objeto mediante redes neuronales:

Figura 7
Arquitectura de Yolo



Nota. Arquitectura de decisión de YOLOv8. Fuente: Schcolnik-Elias, Aarón & Martinez, Saul & Luna-Taylor, Jorge & Castro, Iliana, (2023).

2.14 TensorFlow

Es una librería diseñada por Google de código abierto para el uso de machine learning y Deep learning. optimizando procesos matemáticos y tiene compatibilidad para GPU, CPU o TPU, se implementa para el desarrollo de algoritmos de machine learning. Jon Larkin Alonso (2022)

Al tratarse de grandes volúmenes de datos, imágenes, videos, audios. Trabajan con tensores para el procesamiento de la data. Dado que los algoritmos de machine learning y Deep learning son de una extensa cantidad de información es esencial realizar el trabajo con la librería Tensor Flow. González, (2021).

Figura 8
Logo Tensor Flow



Nota. Representación del logo oficial de Tensor Flow desarrollado por Google. Fuente: TensorFlow, (2024).

2.15 TeamViewer

Es un software diseñado especialmente para soporte a dispositivos como tablets, celulares, laptops, desktops y servidores. Se puede brindar asistencia remota si los dispositivos mantienen este software instalado, para su uso será posible si se tiene conexión a internet. Al ser un software comercial y rápido se adapta a todas las redes 3G o superiores. También permite mantener la transferencia de archivos entre dispositivos. Velásquez, (2021).

2.16 Confianza

Se define como la variación entre la media obtenida en un estudio y la media real de la población (el valor real). Responde a un rango de valores, donde la distribución es normal y en la cual se obtiene con alta probabilidad el valor real de una variable, con alta probabilidad obtenida por el coseno en 95%. Indicando que está en un parámetro de certeza de un 95 %.

Candia , Caiozzi (2005).

2.17 Telegram

Es una herramienta ocupada principalmente para mensajería. Es muy utilizada dado que ocupa envío de mensajes, de voz, videollamadas. Etc. Han realizado implementaciones de marketing mediante esta herramienta de uso empresarial, dentro de estas funcionalidades que ofrece la aplicación facilita el uso y comunicación de este.

Al ser una aplicación multiplataforma ofrece facilidades como realizar reuniones, pueden ocuparlo hasta 200 usuarios, etc. Al ser una herramienta de comunicación ofrece muchos campos de ocupación tanto laboral como para usuarios normales. También ofrece bots para realizar tareas, no es necesario instalarlos dado que se encuentran dentro de la misma aplicación, se le puede asignar tareas pequeñas para recordatorios, mensajes automáticos, etc.

2.17.1 Bots de Telegram

Los Bot de Telegram son generalmente utilizados para realizar pequeñas tareas, que son de apoyo para las personas como ayudando a responder pequeños mensajes, ofreciendo opciones, entre otras. Además, se puede ocupar los Bot sin tener que descargarse dado que los tiene incorporados, simplemente es buscar el Bot que se necesite ocupar para realizar la tarea que se requiere asignar.

2.17.2 Bot Father

Es un Bot que se puede configurar creando uno nuevo, a su vez tiene una lista de comandos que facilita su uso. José María López. (2020). El bot puede controlar a otros y se le designar tareas dado la configuración que sea necesario. López. (2020)

2.17.3 Get ID bot

Se asocia con bot father dado que se implementa para enviar mensajes según se requiera, para su configuración se ocupa en líneas de código donde se utiliza el api key para el acceso, el chat id de donde va a estar dando la funcionalidad e incorporar la frase que se va a mencionar. Influx data Documentation. (2018).

CAPÍTULO III

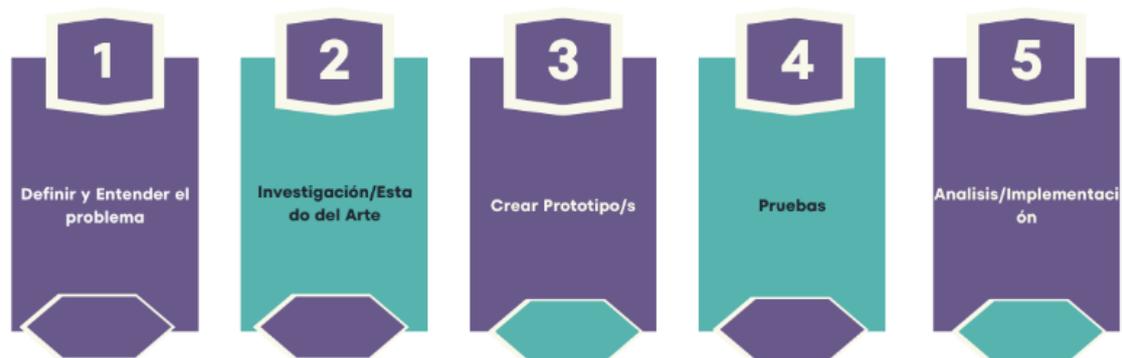
METODOLOGÍA

3. Metodología adaptada al trabajo

Para este trabajo de titulación, la metodología Sprint fue la que al dividir las tareas en partes y encontrar de manera eficiente mediante el análisis de inicio a fin hasta mejorar en corto tiempo los resultados, se ajusta para solventar una problemática rápidamente, siendo ideal para cada paso para comprender, investigar, implementar y desarrollar el sistema de reconocimiento facial.

En el desarrollo del sistema el primer análisis para empezar con el diseño e implementación del sistema de reconocimiento se ajustó en tareas divididas a lo largo de cada semana las cuales nos permitían verificar, comprender, realizar pruebas y corregir errores del sistema, a continuación, los pasos de nuestro proyecto técnico adaptados a esta metodología:

Figura 9
Metodología adaptada al proyecto



Nota. Metodología Sprint Adaptada al trabajo Elaborado por: Los autores.

Tras establecer la mejor metodología para esto, se recolectó datos y diseñó la implementación del sistema dentro del conjunto habitacional.

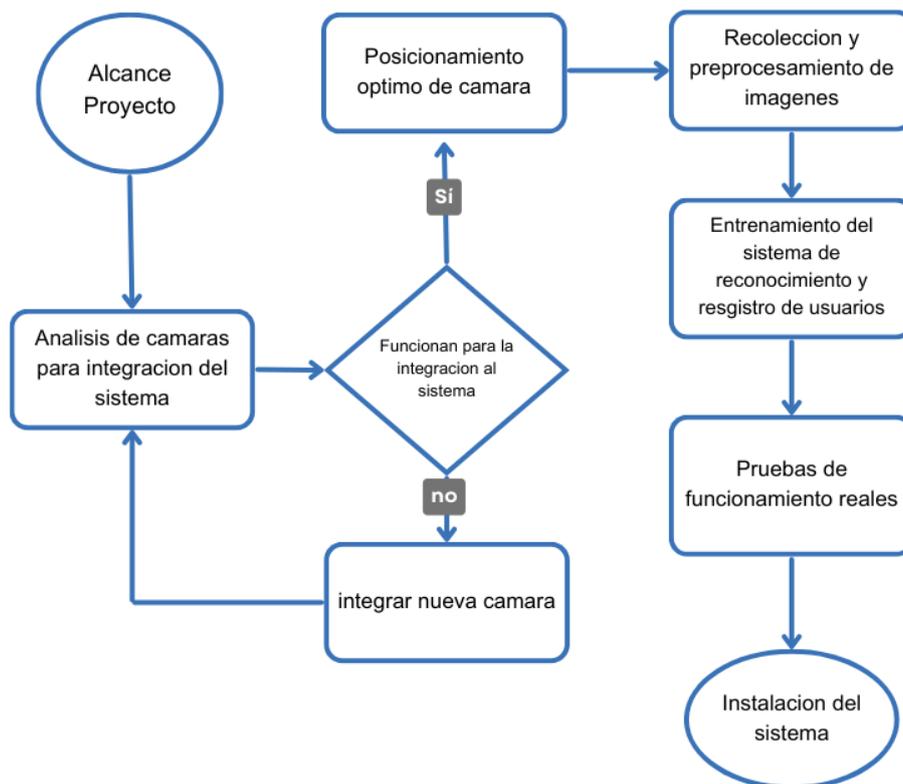
Se verifico si se podría trabajar con las cámaras de seguridad usadas dentro del conjunto residencial que, al ser un sistema DVR, no permitían el acceso a las cámaras, y un sistema

NVR permite el acceso remoto a las cámaras con el que facilitaría el manejo y pruebas en tiempo para implementar el reconocimiento facial, que también en costos es mucho más costoso que un DVR, por lo que buscamos opciones que desarrollen cada punto propuesto mediante diferentes pruebas para obtener el resultado deseado.

3.1 Diseño del sistema

Una vez claro el punto anterior el diseño del sistema se tendrá en cuenta el siguiente flujo de etapas para el funcionamiento del sistema:

Figura 10
Diagrama de Flujo del Proyecto

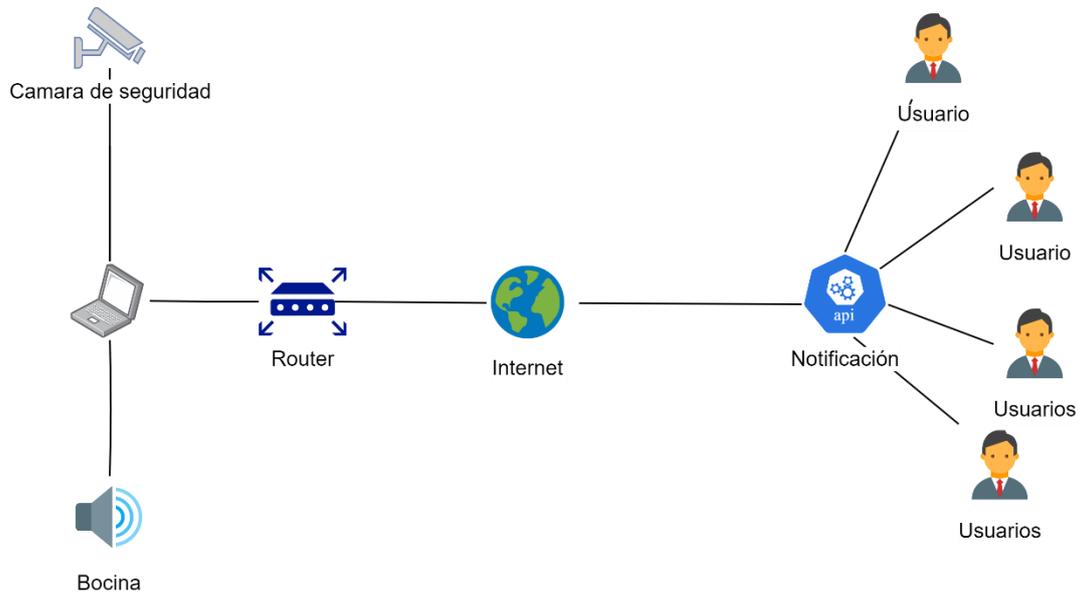


Nota. Este diagrama explica los pasos para tener en cuenta para el diseño e implementación del sistema de reconocimiento facial. Elaborado por: Los autores.

3.1.1 Esquema de Funcionamiento

El esquema del sistema se realizará de manera inalámbrica con la ayuda de protocolos y configuraciones de manera remota como se muestra en la figura siguiente:

Figura 11
Esquema de Funcionamiento Grafico



Nota. Con esta imagen se explica el diseño que se aplicara para implementar el sistema.
Elaborado por: Los Autores.

Para este esquema se tendrá en cuenta la posibilidad del cambio de la portátil si surge algún inconveniente de procesamiento en tiempo real con el equipo.

3.1.2 Análisis de Funcionamiento de cámaras de seguridad

Para este caso se llevó un análisis prospectivo de las cámaras de la marca Hikvision que mantenía el conjunto en uso las cuales centralizaban todo el video en el DVR de la siguiente figura:

Figura 12

DVR marca Hikvision serie Hilook



Nota. DVR del Conjunto. Elaborado por: Los autores

Este equipo cuenta con las siguientes características:

Tabla 2

Características DVR Hikvision

Características	Descripción
Modelo	DVR-204Q-K1
Resolución	Decodificación de hasta 2 canales a 1080p
Entrada De Vídeo Analógico	04 canales
Iluminación infrarroja	Si
Almacenamiento	Disco Duro 1tb Preinstalado
Detección de movimiento	No
Audio	De 1 canal, RCA (2,0 Vp-p, 1 K Ω) (usando entrada de audio)
Fuente de Alimentación	12 VCC, 1,5 A
Compatibilidad	IOs y Android

Nota. Tabla descripción de características DVR. Elaborado por: Los autores.

A continuación, la descripción de las cámaras de seguridad internas del conjunto:

Tabla 3

Características cámaras del conjunto

Características	Descripción
Modelo	Cámara de red tipo bala de 2 MP
Resolución	1920 x 1080 (Full HD)
Tipo de Sensor	CMOS
Protección contra el Agua	IP66

Nota. Características cámaras conectadas al DVR. Fuente: Hikvision.

Una vez analizado el sistema del equipo se determinó que el equipo no permitiría el manejo de los videos de manera remota o local ya que al ser un DVR trabaja cada video de las cámaras de manera análoga y directa hacia este equipo.

Por otro lado, al ser un dispositivo DVR que no asigna de manera automática IPs a cada cámara haciendo un breve análisis de los dispositivos conectados a la red y puertos no permite el acceso al video en tiempo real de cada cámara.

Otra desventaja de estas cámaras fue la resolución de video decodificada de cada cámara que al decodificar el video pierde mucho la resolución, también impidió que, al encontrarse cada cámara en una ubicación alta y distante de cada punto, por lo que no permitió obtener buenas imágenes para preprocesar imágenes.

3.1.3 Diseño e instalación de Cámara

Con el punto anterior aclarado se procedió adquisición e instalación de una cámara de seguridad en la puerta interna para obtener imágenes claras de cada persona obteniendo imágenes con detalles faciales más claros ya que esto afecta proporcionalmente al entrenamiento de modelos de reconocimiento facial en su precisión y efectividad.

Con esto claro se adquirió para su propia instalación la cámara de marca TP-Link modelo C100:

Figura 6
Cámara TP-Link Modelo Tapo C100



Nota. Imagen cámara. Elaborado por: Autores

Las características de la cámara adquirida para este proyecto son las siguientes:

Tabla 3
Características Cámara Tapo C100

Características	Descripción
Marca	TP-Link
Modelo	Tapo C100
Resolución	1080p HD
Iluminación infrarroja	Si, hasta 10 metros
Almacenamiento	Soporta microSD hasta 512GB
Detección de movimiento	Si
Audio	Bidireccional
Fuente de Alimentación	9V DC
Compatibilidad	IOs y Android

Nota. Características cámara Tapo C100. Fuente: TP-Link

3.2 Generación del conjunto de entrenamiento

Una vez instalada la cámara con el ángulo óptimo para obtener imágenes de los residentes por el ingreso interno a las viviendas se procedió a capturar video en tiempo real transformándolo a imágenes cada cuadro por segundo con ayuda de la herramienta RoboFlow, con esto es posible entrenar un modelo optimo, esto se logrará recolectando imágenes en todo momento del día para luego preprocesar las imágenes.

3.2.1 Imágenes en el día

Para esto se realizó un análisis de video de la cámara Tapo C100 desde 06:30 AM hasta alrededor de las 18:30 PM, durante las cuales el video se mantiene adquiriendo imágenes de buena calidad con todos los colores posibles y variando las condiciones de la imagen según la hora.

Figura 7

Imágenes extraídas de video por la mañana



Nota. Imagen de residentes por la mañana entre 06:30 a 07:40 horas. Elaborado por: Autores.

Figura 8

Imagen capturada de video por la tarde



Nota. Imagen de residentes por la tarde entre 16:00 a 17:00 horas. Elaborado por: Los autores. Estas son solo imágenes de muestra de cómo se recolecto durante el día o varias horas ya que en total se recolectaron de más horas durante el día.

3.2.2 Imágenes en la noche

Durante la noche que normalmente a partir de las 18:30 a 19:00 PM se activaban hasta las 06:00 o 6:30 variando un poco según las condiciones del día podía variar un poco, pero se mantiene en este horario.

Figura 9

Imágenes extraídas de video por la noche



Nota. Imágenes de residentes por la noche entre 19:00 a 20:10 horas. Elaborado por: Los autores.

Para la recolección de videos durante la noche se consideró la saturación de imágenes, que en muchos casos llegaba a ser muy alta en varios casos perdiendo información importante para su entrenamiento.

3.3 Clasificación de imágenes

Para la clasificación de imágenes se dividió y etiquetó a cada imagen de residente como una clase propia en las cuales se agregaron grandes cantidades de imágenes para evitar confusiones al entrenar los modelos teniendo en cuenta factores de los pasos anteriores mencionados como la hora del día o la noche, días soleados, uso de accesorios como gorras o gafas e incluso variando un poco su forma de peinarse con todo esto en cuenta se determinó que se necesitaría una gran variedad de imágenes en todas las formas anteriores mencionadas para el correcto funcionamiento del modelo.

Tabla 4
Clases usadas para el modelo

Clases
Bety
Cesar
Genesis
Mauricio
Nicolas
Paola
Santiago
Susana
Verónica
Alfredo

Nota. Cada clase es un residente. Elaborado por: Los Autores

3.3.1 Etiquetas en RoboFlow

Para el manejo de las etiquetas en RoboFlow a cada residente se lo clasificó como una clase a la cual se le agregaron gran variedad de imágenes que representan a la misma de varias formas, estados o gestos en diferentes horas del día, a continuación, todas las clases que se establecieron para el proyecto:

Figura 10
Clases en RoboFlow

Classes	
	Alfredo
	Bety
	Cesar
	Genesis
	Mauricio
	Nicolas
	Paola
	Santiago
	Susana
	Veronica

Nota. Imagen de clases establecidas en RoboFlow. Elaborado por: Autores

Con la ayuda de la herramienta RoboFlow herramienta de Inteligencia Artificial para preprocesar todas las imágenes se etiquetó de manera manual las imágenes dentro de esta herramienta:

Figura 11
Imágenes Etiquetadas con RoboFlow



Nota. Imágenes de Residente etiquetada el rostro Elaborado por: Los autores.

Para esto también se consideró la distancia óptima para obtener imágenes que mantengan buena resolución de las imágenes asegurando que el modelo pueda clasificar bien. Esto evita errores por imágenes borrosas que no aporten al entrenar al modelo, sino que lo distorsionen creando desorden dentro de este.

3.3.2 Manejo de Etiquetas con RoboFlow

Para comprender de mejor manera cómo funciona el manejo de las etiquetas dentro de RoboFlow se muestra el siguiente gráfico de las clases establecidas:

Tabla 5
Etiquetas en RoboFlow

Clase	Muestra la clase a la que pertenece la imagen etiquetada
x_center	Centro de la etiqueta en X
y_center	Centro de la etiqueta en Y
Ancho	Ancho de la etiqueta
Altura	Altura de la etiqueta

Nota. Manejo de etiquetas en RoboFlow. Elaborado por: Los autores.

3.4 Preprocesamiento de Imágenes con RoboFlow

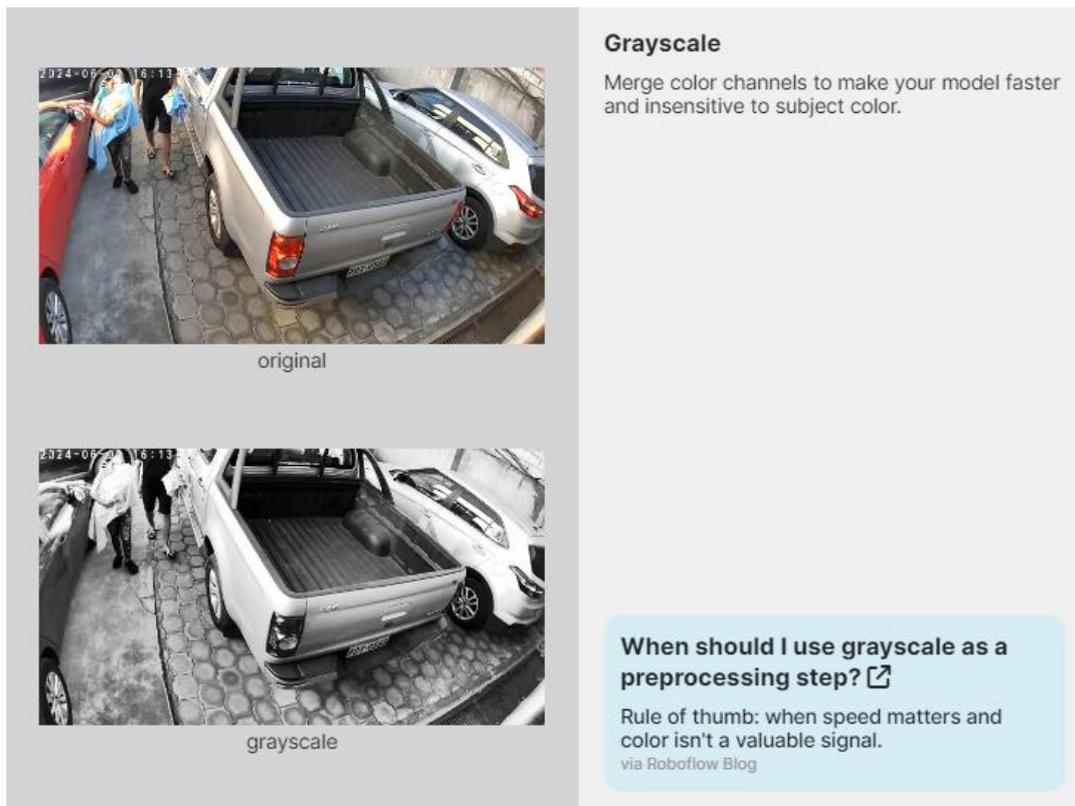
La herramienta RoboFlow ofrece una gran cantidad de maneras de procesar las imágenes para obtener una cantidad de datos más grande y con esto mejorar el modelo, a continuación, se muestran el preprocesamiento que se usó para todas las imágenes:

3.4.1 Escala de grises

Para manejar de manera óptima las imágenes se trabajó en un solo canal para mantener la información de intensidad relevante de cada imagen resaltando en estas las características de cada una y de igual manera un procesamiento más rápido ya que contendrá menos datos al trabajar con las imágenes en escala de grises y priorizando también la reducción de la carga computacional en el proyecto.

A continuación, se muestra este paso en la siguiente imagen:

Figura 12
Aplicación de Escala de grises

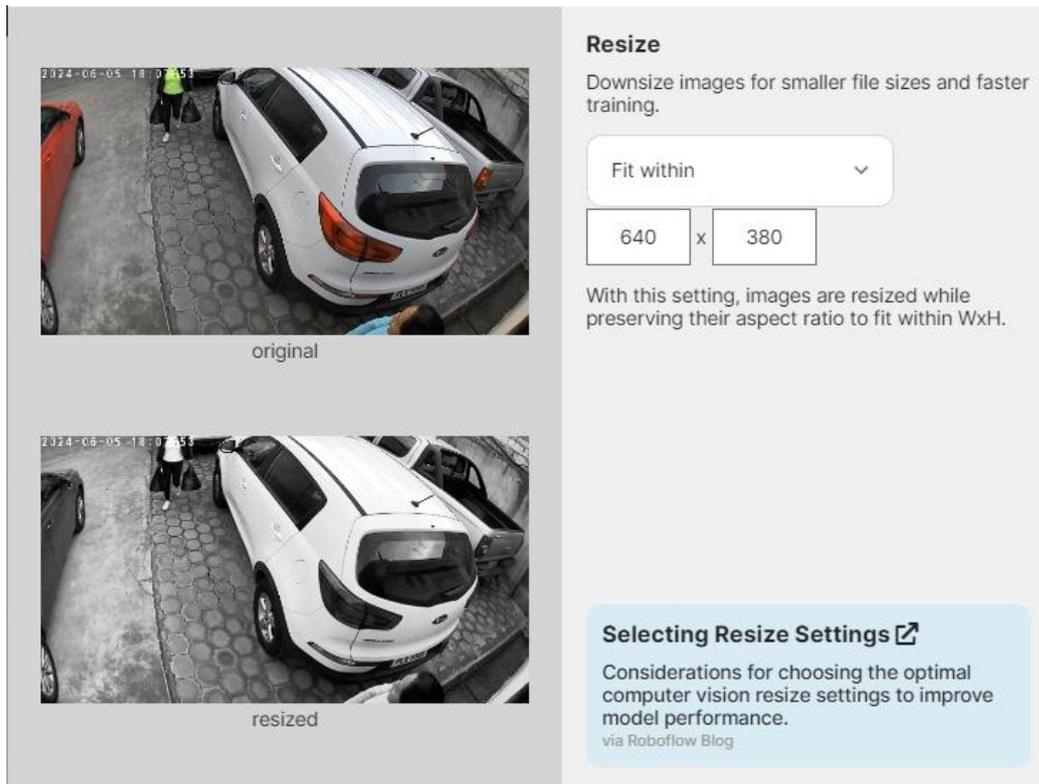


Nota. En la figura se visualiza las imágenes originales y las imágenes en escala de grises.
Elaborado por: Autores.

3.4.2 Redimensionamiento

Para el preprocesamiento se tuvo en cuenta la resolución con la que se adquiere cada video al pasarlo a fotogramas dentro de la herramienta ya que la cámara maneja una resolución de 1920 pixeles de ancho por 1080 pixeles de largo lo cual sin duda se debe reducir de cierta manera evitando perder cierta cantidad de pixeles que determinan las características propias de cada rostro:

Figura 13
Redimensionamiento en Roboflow



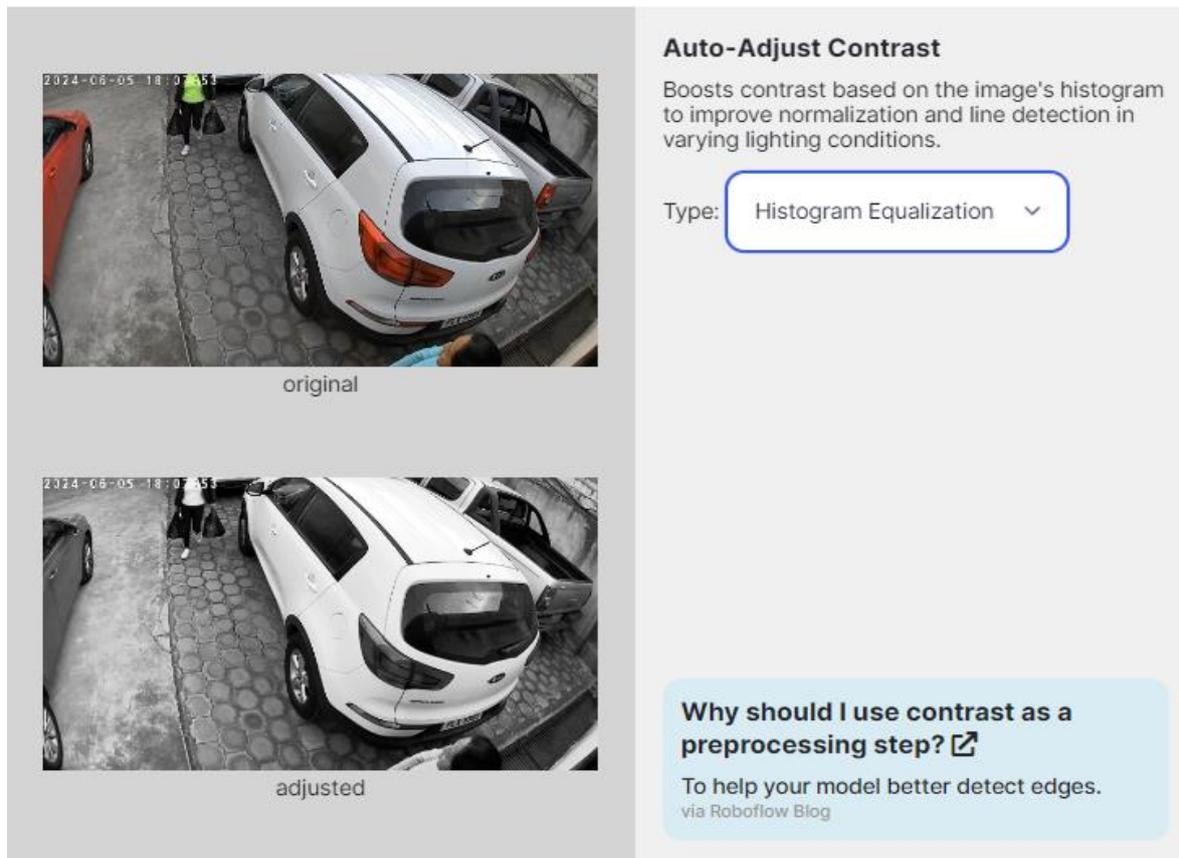
Nota. Imagen ejemplo de redimensionamiento dentro de Roboflow. Elaborado por: Los autores.

Se siguió este redimensionamiento recomendado por YOLOv8 ya que es una resolución tanto suficiente como eficiente para encontrar o capturar detalles en las imágenes, permitiendo una detección precisa. Esto también reduce la cantidad de memoria al entrenar el modelo siendo más factible ejecutar el modelo en equipos de bajos recursos con poca memoria.

3.4.3 Histograma de ecualización

Dentro del preprocesamiento de las imágenes también se tomó en cuenta este proceso que mejora los detalles de las imágenes para ecualizar todo el conjunto de imágenes.

Figura 14
Histograma de Ecuación



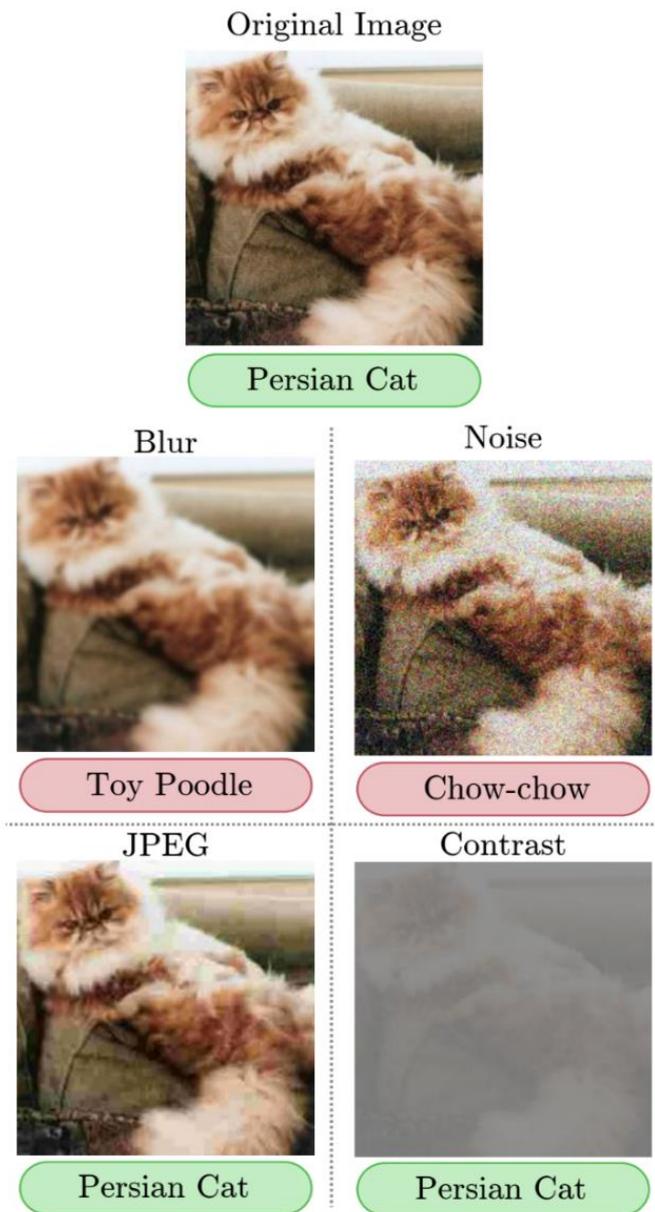
Nota. Aplicación del histograma de ecuación. Elaborado por: Los autores

Con esto se logra realzar el nivel de contraste que maneja cada imagen así las características de cada rostro que vamos a entrenar y encontrar de mejor manera cada línea, rasgo o determinantes que ayuden al modelo a entender características propias de cada rostro, sin importar el ángulo en el que se encuentre.

3.5 Data Augmentation

En esta parte denominada en español como Aumentación de datos con la herramienta Robo Flow que contiene desde rotar, agregar ruido, difuminarlas, voltear y saturar las imágenes, todo esto se puede manejar con porcentajes de acuerdo con el uso que se quiera dar o ajustar según su uso, para nuestro caso se detallara a continuación los pasos agregados en las imágenes:

Figura 15
Cambios de las imágenes que generan confusión al predecir



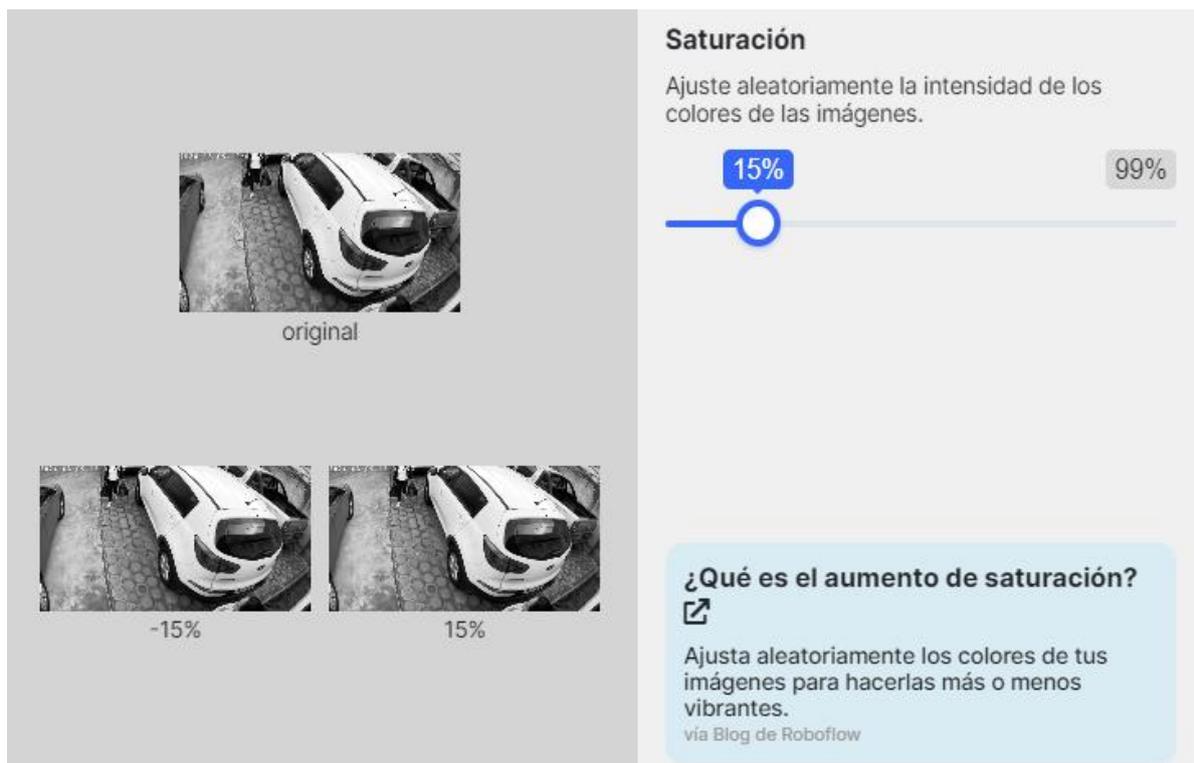
Nota. La imagen demuestra que incluso un porcentaje pequeño de difuminación o ruido cambia el resultado de la clasificación. Fuente: RoboFlow.

Para evitar lo mostrado en la imagen anterior se usaron los siguientes parámetros para todo el conjunto de imágenes, no aplicando a las imágenes originales sino triplicando estas con varios de los siguientes pasos:

3.5.1 Saturación

Para la saturación de manejo un 15% positivo como negativo tanto para variar un poco las condiciones de los días y cubrir un poco más el margen que varía por las condiciones de cada día.

Figura 16
Saturación Aumentada en imágenes con Robo Flow



Nota. En la imagen se muestra la saturación positiva y negativa al 15%. Elaborado por:
Autores.

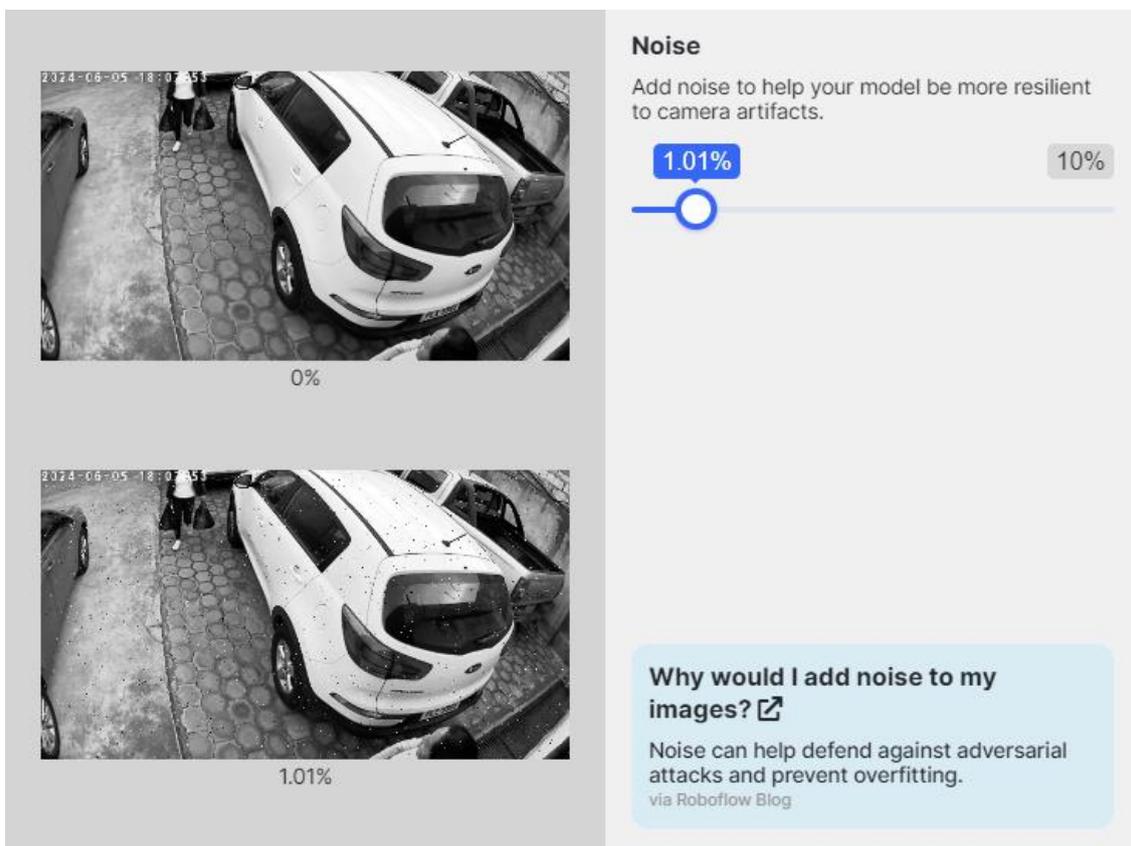
Con esto, se logra cubrir una gran parte de variabilidad que se abre incluso en días independientemente del modelo, es decir, días muy oscuros o nublados, y en los que no esté nada nublado con altos niveles de luz.

3.5.2 Ruido

El Ruido en la imagen es algo que sin duda afecta en muchas ocasiones a las imágenes ya sea por interferencias, pérdida de señal lo que provoca que deliberadamente en varios casos se alteren píxeles aleatorios de la imagen.

Para abarcar esta parte dentro del conjunto de imágenes se determinó un porcentaje pequeño de 1% hasta 5% en todas las imágenes agregando imágenes aleatorias tomadas del conjunto original para entrenar el modelo imágenes que incluyen ruido.

Figura 17
Ruido agregado a las imágenes del conjunto



Nota. Aplicación de ruido en las imágenes. Elaborado por: Los autores.

3.5.3 Difuminación

En la difuminación dentro del rango de Robo Flow se maneja desde 0,1 píxeles hasta 25 píxeles esto se utiliza ya que la cámara al funcionar en tiempo real siempre reconocerá en

tiempo real para lo cual en muchos casos dependiendo la frecuencia por señal o por movimientos rápidos las imágenes se van a ver un poco borrosas.

Figura 18
Difuminación con RoboFlow



Difuminar

Agregue desenfoque gaussiano aleatorio para ayudar a que su modelo sea más resistente al enfoque de la cámara.

1px 25px

¿Cuándo debo utilizar el desenfoque aleatorio?

Si es posible que sus sujetos en la naturaleza no estén enfocados o que su modelo se ajuste demasiado a los bordes duros.

vía Blog de Roboflow

Nota. Aplicación de difuminación en las imágenes. Elaborado por: Los autores.

Para el proyecto se manejó 1 píxel, ya que el desenfoque dependerá de la cámara, que maneja entre 15 y 30 fotogramas por segundo, tolerando que si los residentes pasan corriendo se difume un poco el video y por defecto a las imágenes obtenidas, con las pruebas realizadas se mantienen los porcentajes de precisión con esta pequeña cantidad.

3.5.4 Brillo

El brillo cubre una parte importante que al igual que la saturación dependerá de factores ambientales en este caso al mantenerse la cámara, por lo cual el brillo tendrá varia demasiado, con la gran cantidad de imágenes etiquetadas durante diferentes días tanto soleados como

nublados más el brillo que agrega RoboFlow aporta mejorando con más imágenes con brillo variable.

Figura 19
Brillo aumentado para aclarar u oscurecer las imágenes



Nota. Aplicación de Brillo para oscurecer como aclarar las imágenes. Elaborado por: Los autores.

3.6 Reconocimiento con YOLOv8

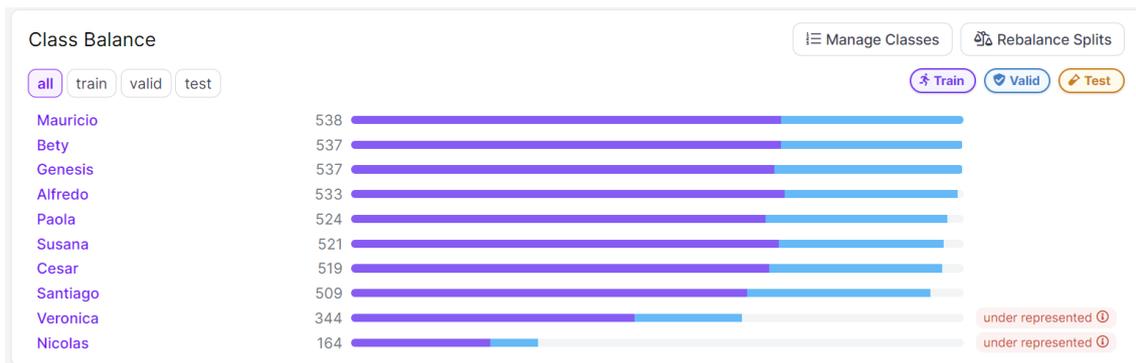
Para entrenar el modelo de reconocimiento facial se realizó con YOLOv8, ya que alberga muchos modelos especializados para tareas como detección, segmentación, puntos clave, detección orientada y clasificación, en los que se consideraron parámetros como inferencia, validación, entrenamiento y exportación para su correcto funcionamiento en el reconocimiento, se hicieron varias pruebas con modificaciones o cambios en los parámetros por defecto del entrenamiento.

Para nuestro caso el modelo usado fue detección, ya que permite rastrear y reconocer varios rostros en tiempo real. Para nuestro caso se usó YOLOv8n, que trabaja de manera más rápida con CPU o GPU comparado con sus otras versiones más robustas.

3.6.1 Balanceo de clases

Previo al entrenamiento se llevó a cabo un balanceo de clases para evitar sobre ajuste, sesgo entre clases y mejoras de métricas, con Robo Flow se puede dividir el conjunto de imágenes de esta manera:

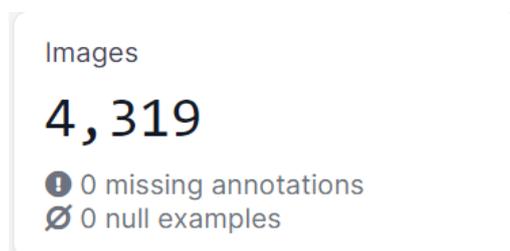
Figura 20
Balanceo de clases



Nota. Las clases se fueron balanceando poco a poco con imágenes durante el día y la noche de igual manera. Elaborado por: Los autores.

Para esto también se tomó en cuenta el seguimiento que hace la herramienta de las etiquetas o imágenes sin etiquetas que puedan representar ejemplos nulos o anotaciones vacías, que se llegaban hacer muchas veces sin darnos cuenta al ir etiquetando.

Figura 21
Seguimiento de imágenes sin etiquetas o ejemplos nulos

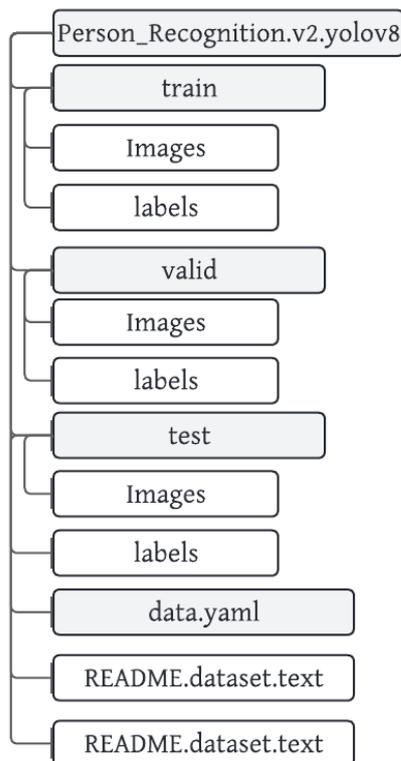


Nota. En muchos casos si estaban anotaciones faltantes o ejemplos nulos afecta negativamente a la hora de clasificar las clases. Elaborado por: Los autores.

3.6.2 Entrenamiento

Para el entrenamiento con el modelo de detección de YOLOv8n trabajando con Python y dentro del framework que ofrece Google denominado colab se descargó dentro de este entorno directamente de Roboflow todas las imágenes preprocesadas obteniendo la siguiente raíz de archivos:

Figura 22
Esquema de Yolo



Nota. Esquema de la estructura de YoloV8. Elaborado por: Los autores.

Con todo esto importado dentro de nuestro entorno procedemos a entrenar nuestro modelo mostrando la ruta de data.yaml que tiene la información de la división de las clases y su partición tanto para entrenamiento, validación y pruebas:

Figura 23
Fragmento de código para entrenamiento del modelo

```
!yolo task=detect mode=train model=yolov8n.pt data=/content/FaceRecognitionNight-3/data.yaml
```

Nota. Dentro de esta línea de ejecución establecemos parámetros para el entrenamiento del modelo con YOLOv8n.pt. Elaborado por: Los autores.

Una vez ejecutado este código el entrenamiento por defecto empieza con todos los parámetros siguientes:

Tabla 6
Parámetros entrenamiento con YOLOv8

Épocas	100
Optimizador	Adam
Dimensiones	640
Tolerancia	50
Datos	Ruta de archivo de información de las clases
Modo	Entrenamiento/validación/Pruebas
Tarea	Detección
Modelo	Yolov8n.pt

También se tendrá en cuenta que los resultados irán variando en tiempo de ejecución de acuerdo con la cantidad de imágenes que contiene el archivo que nos entrega Roboflow y lo importante en este punto es ir verificando resultados en el proceso de entrenamiento teniendo en cuenta:

Tabla 7
Métricas durante el entrenamiento

GPU_mem	Memoria utilizada durante cada época.
box_loss	Perdida de precisión de las cajas delimitadoras.
cls_loss	Perdida asociada a la clasificación de las clases del modelo o pérdida de entropía cruzada.
df1_loss	Perdida asociada al desequilibrio que hay por un desbalance entre las clases.

3.6.3 Validación

Para validar nuestro modelo se ejecuta el siguiente comando, que cambia el modo a validación para detectar y cargar la ruta de nuestro modelo entrenado y el archivo data. yaml que contiene la información de nuestras clases y rutas a las imágenes de entrenamiento, validación y pruebas.

Figura 24

Comando para la validación del modelo entrenado con YOLOv8

```
!yolo task=detect mode=val model=/content/runs/detect/train/weights/best.pt data=/content/FaceRecognitionNight-3/data.yaml
```

Al ejecutar esto nos devuelve las métricas individuales de la validación que darán una idea general del funcionamiento que tiene el modelo:

Figura 25

Resultados Validación modelo

```
Ultralytics YOLOv8 0.196 Python-3.10.12 torch-2.3.0+cu121 CUDA:0 (NVIDIA L4, 22700MiB)
Model summary (fused): 168 layers, 3007208 parameters, 0 gradients, 8.1 GFLOPs
val: Scanning /content/FaceRecognitionNight-3/valid/labels.cache... 70 images, 0 backgrounds, 0 corrupt: 100% 70/70 [00:00<?, ?it/s]

```

Class	Images	Instances	Box(P	R	mAP50	mAP50-95)
all	70	74	0.944	0.921	0.983	0.868
Alfredo	70	14	0.938	1	0.995	0.888
Bety	70	5	1	0.809	0.995	0.883
Genesis	70	23	0.964	0.957	0.993	0.822
Mauricio	70	7	0.939	1	0.995	0.877
Santiago	70	10	0.76	0.6	0.9	0.786
Susana	70	7	0.991	1	0.995	0.901
Veronica	70	6	0.989	1	0.995	0.939
cesar	70	2	0.97	1	0.995	0.847

```
Speed: 1.7ms preprocess, 4.3ms inference, 0.0ms loss, 19.5ms postprocess per image
Results saved to runs/detect/val
Learn more at https://docs.ultralytics.com/modes/val
```

Nota. Resultado de la validación por clase. Elaborado por: Los autores.

Esta imagen es un ejemplo de los primeros modelos usados para el entrenamiento que aun teniendo una cantidad baja de imágenes mostraban buenos resultados, deben tener en cuenta que estos resultados fueron con la tarjeta gráfica del entorno de Google Colab daba resultados más rápido que entrenando con la CPU o la laptop de cada integrante del proyecto.

3.6.4 Pruebas

Con RoboFlow para las pruebas en conjunto con el modelo entrenado separa imágenes que no están dentro del entrenamiento automáticamente en un porcentaje que se ajusta

manualmente con RoboFlow separando una cantidad de imágenes que se usaran para probar el modelo luego de entrenado y validado.

Para las pruebas se trabajó con videos aparte sin tomar la división mencionada antes de RoboFlow lo cual tomaba una gran cantidad parte del conjunto de imágenes generado en la herramienta, para esto determinamos que entrenamiento y validación son suficientes sin división del conjunto para prueba, sino directamente realizar pruebas aparte con videos del conjunto sería mejor y suficiente.

A continuación, se mostrará una prueba realizada con los videos que no se tomaron en cuenta para entrenamiento o validación:

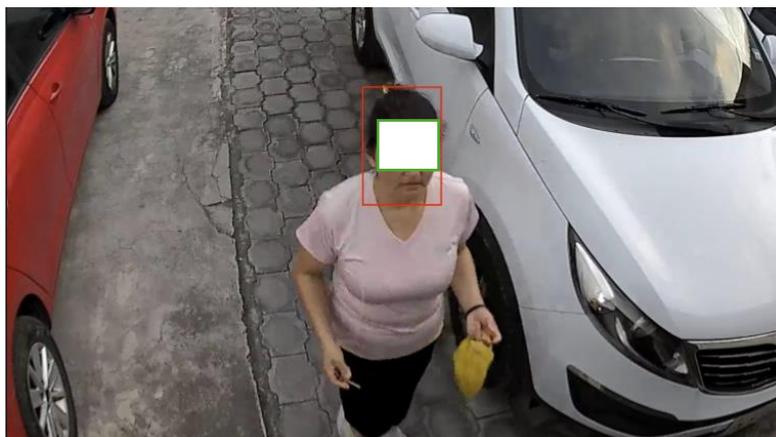
Figura 26
Pruebas de Funcionamiento con modelos entrenados



Nota. Cuando el recuadro enmarcado sea de color verde significa que la persona/s fueron reconocidas por el sistema. Elaborado por: Los autores.

Si algún rostro se mantiene lejos o no pertenece a las clases, se resalta igual enmarcando en color rojo, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 27
Pruebas de modelos con rostros desconocidos



Nota. El rostro mostrado es externo a las clases del modelo y se lo mantendrá privado.
Elaborado por: Los autores.

3.7 Configuración detallada del entorno de Reconocimiento Facial para pruebas de prototipos

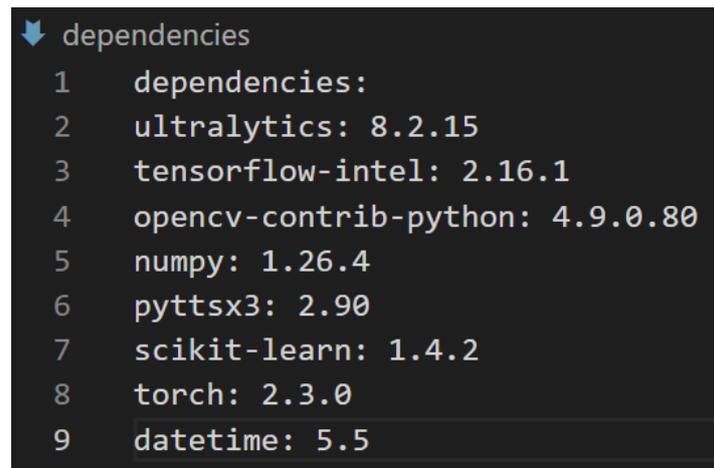
Para las pruebas de funcionamiento se entrenaron varios modelos verificando resultados según las métricas que devuelve el entrenamiento y su validación, verificada que clasificaba según la cantidad de imágenes y los parámetros tomados en cuenta.

Una vez tomado en cuenta lo anterior si el modelo mantiene resultados en promedio buenos con todas las clases o con valores no tan altos de pérdidas por clase o por distribución focal se configurará el entorno de Visual Studio Code con todas las librerías necesarias para el funcionamiento del sistema de reconocimiento de modelos entrenados con YOLOv8 para su aplicación de reconocimiento en el proyecto.

3.7.1 Instalación y configuración del proyecto en Visual Studio Code

Para el correcto funcionamiento y pruebas del modelo se importaron las siguientes librerías teniendo en cuenta las versiones de cada una ya que en casos específicos el cambio de alguna podría afectar el funcionamiento:

Figura 28
Dependencias del proyecto

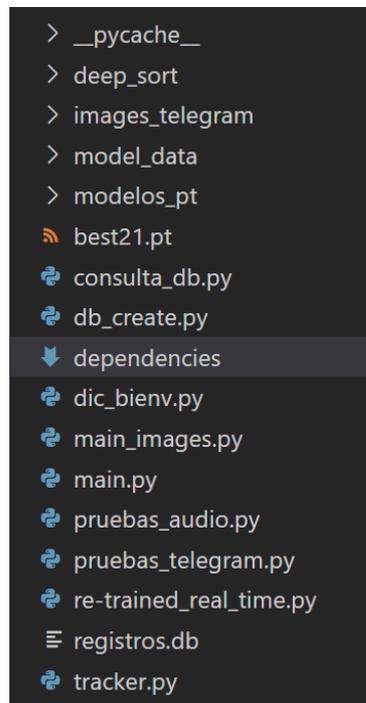


```
dependencies
1 dependencies:
2 ultralytics: 8.2.15
3 tensorflow-intel: 2.16.1
4 opencv-contrib-python: 4.9.0.80
5 numpy: 1.26.4
6 pyttsx3: 2.90
7 scikit-learn: 1.4.2
8 torch: 2.3.0
9 datetime: 5.5
```

Nota. Tener en cuenta las versiones para su correcto funcionamiento. Elaborado por: Los autores.

Una vez configurado e instaladas las dependencias ya se podrá trabajar con el modelo previamente entrenado con YOLOv8 dentro de nuestro entorno de trabajo para configurar y cargar el modelo realizando las respectivas pruebas teniendo en cuenta la siguiente organización del entorno:

Figura 29
Organización Lógica del proyecto



Nota. Muestra estructura manejada para el proyecto y pruebas. Elaborado por: Los autores.

El principal archivo del proyecto será `main.py` y `main_images.py`, en los que se ejecutará el sistema de reconocimiento facial en tiempo real o se harán pruebas con videos para pensar en el funcionamiento del sistema.

3.7.2 Base de datos de registros

El sistema también contará con una base de datos creada con el archivo `db_create` el cual se crea de la siguiente manera utilizando `sqlite3` como una base de datos sencilla para el registro de los usuarios:

Figura 30
Creación base de datos para registros

```
db_create.py > ...
1  import sqlite3
2  #Conexión base de datos SQLite
3  conn = sqlite3.connect('registros.db')
4  c = conn.cursor()
5
6  #Control para crear si no existe la tabla
7  c.execute('''CREATE TABLE IF NOT EXISTS registros
8             (id INTEGER PRIMARY KEY AUTOINCREMENT,
9              nombre TEXT,
10             fecha_hora TEXT)''')
```

Nota. Muestra de creación de base de datos para registro de usuarios. Elaborado por: Los autores.

En la siguiente tabla se explica detalladamente cada campo que se tendrá en cuenta para el registro e ingreso de los usuarios:

Tabla 8
Campos de la tabla en la base de datos registros

ID	Identificación y llave primaria auto incrementable de tipo entero para llevar un registro con orden de reconocimiento.
Nombre	Nombre del Usuario que el sistema reconocerá para registrarlo y guardarlo en la base de datos.
Fecha	Fecha y hora exacta del registro, esto se tomará con la librería datetime que tomará la fecha y hora actual del registro que se realiza por persona.

Y finalmente una vez que el reconocimiento sea seguro o identifique a alguien desconocido se registrara en la base de datos de la siguiente manera:

Figura 31

Consulta de la base de datos

```
(642, 'Alfredo', '2024-06-23_22-57-28')
(643, 'Paola', '2024-06-23_22-57-35')
(644, 'Susana', '2024-06-23_22-57-46')
(645, 'Desconocido', '2024-06-23_22-58-12')
```

Nota. Se maneja el formato antes mencionado de id, nombre, fecha y hora. Elaborado por: Los autores.

3.7.3 Saludos Personalizados

Para el saludo personalizado fue una integración simple que se puede seguir expandiendo con muchos saludos dentro del archivo que funciona como diccionario según la persona, cada uno tendrá diferentes saludos para evitar el saludo repetitivo constantemente.

Figura 32

Archivo de saludos por persona

```
dic_bienv.py > ...
1  import random
2  #Diccionario de bienvenida para cada persona/clase
3  welcome_messages = {
4      "Bety": [
5          "Hola Bety, bienvenida.",
6          "Hola Bety, espero que tengas un buen día.",
7          "Hola Bety, bienvenida a casa.",
8          "Hola Bety, que tengas una excelente jornada."
9      ],
10     "Cesar": [
11         "Hola Cesar, bienvenido.",
12         "Hola Cesar, espero que tengas un buen día.",
13         "Hola Cesar, buen día.",
14         "Hola Cesar, que tengas una excelente jornada."
```

Nota. Cada persona constara de 4 saludos variables que se podrán aumentar o modificar según se requiera. Elaborado por: Los autores.

La librería random se envía al sistema randomicamente los saludos para cada residente evitando el mismo saludo repetitivo:

Figura 33

Aleatorización de Saludos por cada clase

```
66 # Función para obtener un mensaje de bienvenida aleatorio para cada persona
67 def get_random_welcome_message(name):
68     return random.choice(welcome_messages.get(name, ["Hola, bienvenido/a."]))
```

Nota. Muestra de código de aleatorización de saludo. Elaborado por: Los autores.

Con esto cada habitante podrá tener saludos personalizados o neutrales de ser requeridos para dar a entender que el sistema los reconoció y está en funcionamiento al reconocer sus rasgos faciales.

3.7.4 Pruebas con modelos entrenados

Para esto luego de entrenar varios modelos con bajas cantidades de imágenes etiquetadas se entrenaron una cantidad de 22 modelos los cuales se exporto al entorno de Visual Studio Code con lenguaje Python como muestra la siguiente imagen en la cual se trabaja con el modelo dentro de este para realizar pruebas con videos o imágenes que no estuvieron dentro del conjunto entrenamiento y validación del modelo:

Figura 34

Modelo entrenado en Visual Studio Code

```
21 #Cargar y probar modelo
22 try:
23     model = YOLO("best21.pt")
24 except Exception as e:
25     print(f"Error al cargar el modelo YOLO: {e}")
26     exit()
27
```

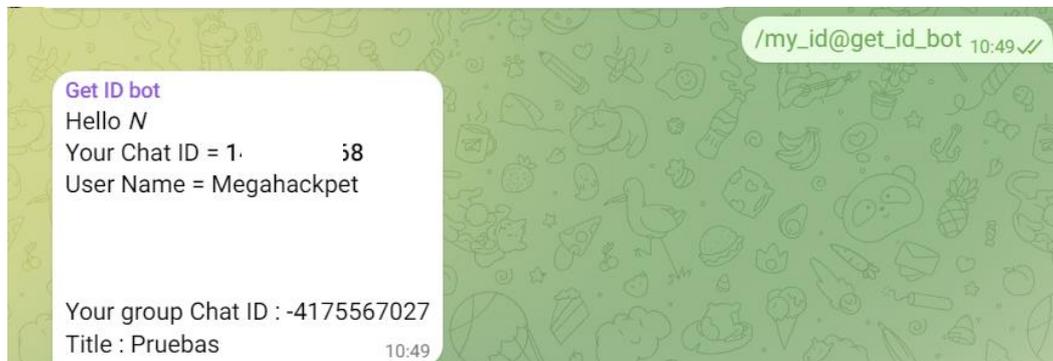
Nota. En la figura se muestra cómo se carga el modelo entrenado con YOLOv8. Elaborado por: Los autores.

3.7.5 Notificación a Usuarios

Para las notificaciones de alerta de ingreso se manejó con ayuda de la aplicación de Telegram y su api para enviar notificaciones con imágenes y mensajes para mantener a los usuarios informados sobre quién y cuando ingresa dentro del conjunto residencial.

Con ayuda de un Bot de Telegram se consiguió la identificación única del chat grupal y el dónde se enviarán las notificaciones:

Figura 35
Identificación del grupo de notificaciones



Nota. Este código se mantendrá privado para el uso de los usuarios. Elaborado por: Los autores.

Luego de esto lo único faltante fue la API que se obtuvo con la ayuda de bot-father el cual nos devuelve el token para la conexión y envío de notificaciones:

Figura 36
Token para envío de notificaciones por API



Nota. Por privacidad el token no será mostrado en su totalidad. Elaborado por: Los autores.

Una vez que se obtienen estos dos parámetros se lo integro al código en el entorno de Visual Studio Code para notificar y enviar notificaciones de ingreso de desconocidos como reconocimientos de los usuarios dentro de la residencia.

Figura 37
Integración al sistema para envío de notificaciones

```
49 def send_telegram_message(name, image_path):
50     url = "https://api.telegram.org/bot711...txD1pLBM/sendPhoto"
51     payload = {
52         "chat_id": "-4...027",
53         "caption": f"{name} ha sido reconocido y registrado."
54     }
55     files = {
56         'photo': open(image_path, 'rb')
57     }
58     try:
59         response = requests.post(url, data=payload, files=files)
60         print(response.text)
61     except requests.exceptions.RequestException as e:
62         print(f"Error al enviar el mensaje de Telegram: {e}")
```

Nota. El id y el token se mantienen sin mostrar por privacidad. Elaborado por: Los autores.

Esta función tomara el nombre de la clase reconocida es decir el nombre de la persona que el sistema reconocerá en tiempo real, con el id del chat y su token se enviara una imagen notificando quien ingreso o fue reconocido por el sistema cargando la imagen para él envió desde la carpeta donde se capturan los rostros reconocidos y en caso de algún fallo se mostrara el mensaje de error al enviar el mensaje.

3.7.5.1 Notificaciones en Telegram

Cada que reconozca a una persona enviara una notificación adquiriendo el nombre de esta notificando a los usuarios automáticamente y alertando también si es desconocido que no pertenezca a las clases entrenadas.

A continuación, en la siguiente figura se muestra el funcionamiento cuando pase algún rostro conocido se mostrará enmarcado en color verde:

Figura 38
Notificación de Usuario reconocido



Nota. El rostro se enmarca de color verde cuando pertenece a las clases entrenadas.
Elaborado por: Los autores.

Cuando algún un rostro que no pertenezca a las clases entrenadas se enmarca de color rojo esto se ajusta de acuerdo con los parámetros de confianza establecidos y configurados en el sistema:

Figura 39
Notificación de Usuario no reconocido y registrado.



Nota. El rostro se enmarca con color rojo cuando no pertenece a las clases entrenadas.
Elaborado por: Los autores.

3.8 Ajuste de Parámetros para Reconocimiento

Finalmente como último paso se ajustaron los parámetros de reconocimiento para reforzar y tener una validación extra que dé más veracidad del funcionamiento del sistema para esto se tomaron en cuenta las veces que se reconoce en milisegundos, la confianza, los tiempos de entrada y control de estos para evitar saludos infinitos si se mantienen en el área de reconocimiento, para esto se tendrá en cuenta la cantidad de imágenes con las que se entrenó el modelo ya que estos parámetros antes mencionados al reconocer en tiempo real y milisegundos será mejor en cuanto más imágenes se hayan agregado al modelo.

A continuación, los parámetros tomados en cuenta y su explicación para el correcto funcionamiento del sistema:

3.8.1 Confianza

En este punto la confianza es importante a considerar, ya que con esto se determina si el rostro pertenece o no a alguna clase entrenada y con esto se clasificará como desconocido si no llega a la confianza establecida. En este punto la confianza es importante ya que con esto se determina si el rostro pertenece o no a alguna clase entrenada y así se clasificará como desconocido si no llega a la confianza establecida.

Tabla 9 10

Confianza establecida para reconocimiento de los rostros en el sistema

Confianza	Descripción
confianza < 0.20	Si la confianza es inferior a esa medida no lo registrara el sistema ya que esto se ajusta para evitar confusiones con objetos que el sistema pueda confundir.
confianza > 0.20 & confianza < 0.90	Si la confianza se encuentra en estos niveles se lo registrara como desconocido
confianza > 0.90	Si la confianza es superior a 0.90 se guardará según el rostro que reconozca.

Nota. Confianza establecida para el reconocimiento de residentes como de usuarios externos a este. Elaborado por: Los autores.

Debido a la probabilidad de confusión del modelo al manejar bajos niveles de confianza de mantuvo el nivel de confianza superior a 0.20 hasta 0.90 para la detección de rostros no reconocidos en el sistema.

3.8.2 Validación y Tiempo de Reconocimiento

Para el reconocimiento se creó una variable que se mantendrá contando las veces que reconoce a un rostro en tiempo real teniendo en cuenta que lo hará en milisegundos como se muestra a continuación:

Figura 40
Reconocimiento ejecutándose en tiempo real

```
0: 384x640 1 Paola, 9.9ms
Speed: 1.0ms preprocess, 9.9ms inference, 2.0ms postprocess per image at shape (1, 3, 384, 640)

0: 384x640 1 Paola, 9.0ms
Speed: 2.0ms preprocess, 9.0ms inference, 2.0ms postprocess per image at shape (1, 3, 384, 640)

0: 384x640 1 Paola, 10.0ms
Speed: 1.0ms preprocess, 10.0ms inference, 2.0ms postprocess per image at shape (1, 3, 384, 640)

0: 384x640 1 Paola, 8.9ms
Speed: 1.0ms preprocess, 8.9ms inference, 2.0ms postprocess per image at shape (1, 3, 384, 640)

0: 384x640 1 Paola, 9.0ms
Speed: 1.0ms preprocess, 9.0ms inference, 2.0ms postprocess per image at shape (1, 3, 384, 640)

0: 384x640 1 Paola, 9.0ms
Speed: 1.0ms preprocess, 9.0ms inference, 2.0ms postprocess per image at shape (1, 3, 384, 640)

0: 384x640 1 Paola, 10.0ms
Speed: 2.0ms preprocess, 10.0ms inference, 2.0ms postprocess per image at shape (1, 3, 384, 640)
```

Nota. Se visualiza la cantidad de veces que reconoce por rostro según las imágenes entrenadas.
Elaborado por: Los autores.

Teniendo en cuenta la anterior ejecución del reconocimiento se agregó una validación extra para el sistema en la cual se ajusta una cantidad fija que según la variable mencionada para contar las veces que reconoció el rostro la supere se procederá a registrar y saludar al usuario.

Figura 41
Control de tiempos de registros y saludos

```
78     if recognition_count[class_name] >= 5:
79         if current_time - last_greeting_time.get(class_name, 0) >= 25:
80             if current_time - last_registration_time.get(class_name, 0) >= 25:
81                 last_registration_time[class_name] = current_time
82                 insert_record(class_name, frame)
```

Nota. Muestra de código de manejo de tiempos para saludos, registro y notificación
Elaborado por: Los autores.

Finalmente, con estos parámetros se evitará saludos repetitivos si el usuario se mantiene en el punto de reconocimiento, registrando solo el reconocimiento del rostro si supera el tiempo ajustado en este punto.

CAPITULO IV

RESULTADOS

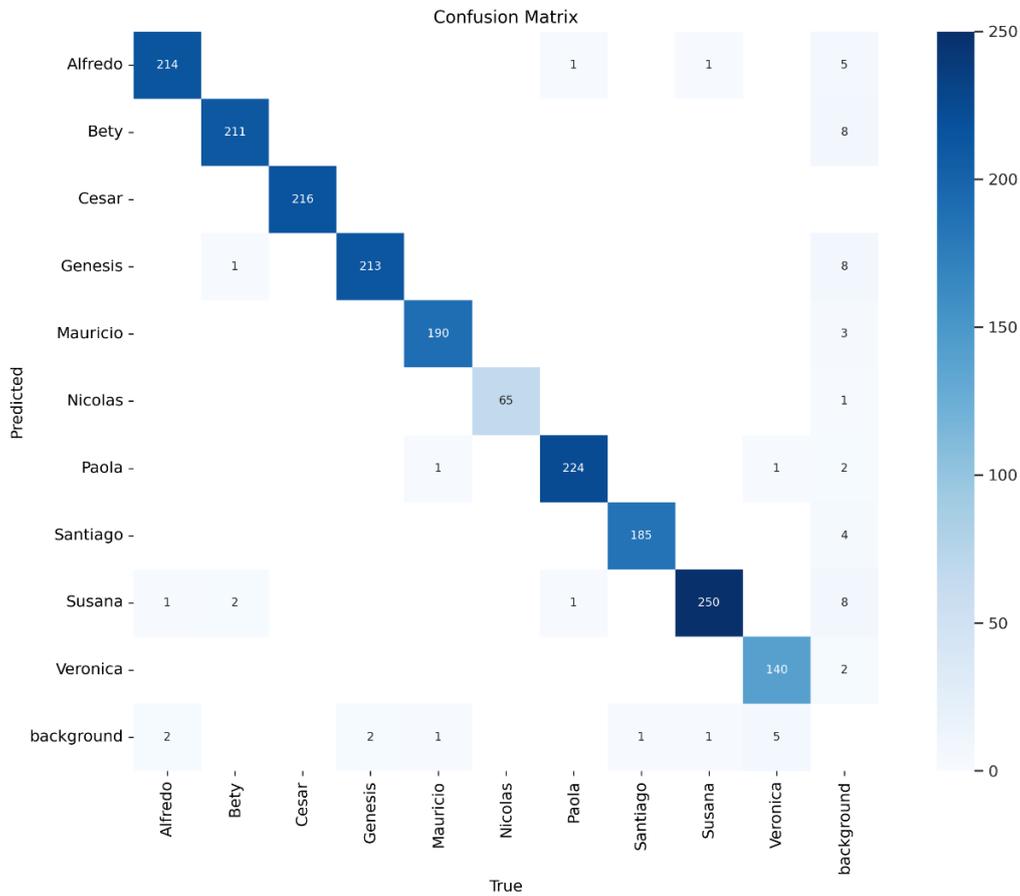
4. Métricas y Resultados del Reconocimiento Facial

4.1 Resultados Entrenamiento Final

Como último paso antes de los resultados se llevó a cabo el balanceo de clases para evitar sobre ajuste o errores a la hora de clasificar, para esto se tomó en cuenta que las imágenes agregadas hasta el día 8 de junio desde la instalación de la cámara el día 24 de Mayo se agregaron un total de 9477 imágenes con un total de 7736 imágenes triplicadas gracias a la herramienta Roboflow para entrenamiento y 1740 imágenes para su validación, con esto ya se cubría en gran porcentaje la gran variabilidad de gestos por cada rostro de la clases, así como también por la variabilidad del clima que agregaba brillo, saturación e incluso interferencias con RoboFlow se cubrió mucho más cada brecha de variación con ayuda del pre procesamiento y aumentación de datos por cada imagen.

A continuación, las métricas finales de cada clase en el gráfico de la matriz de confusión demostrando los resultados del último modelo en entrenamiento:

Figura 42
Matriz de Confusión usada para el reconocimiento



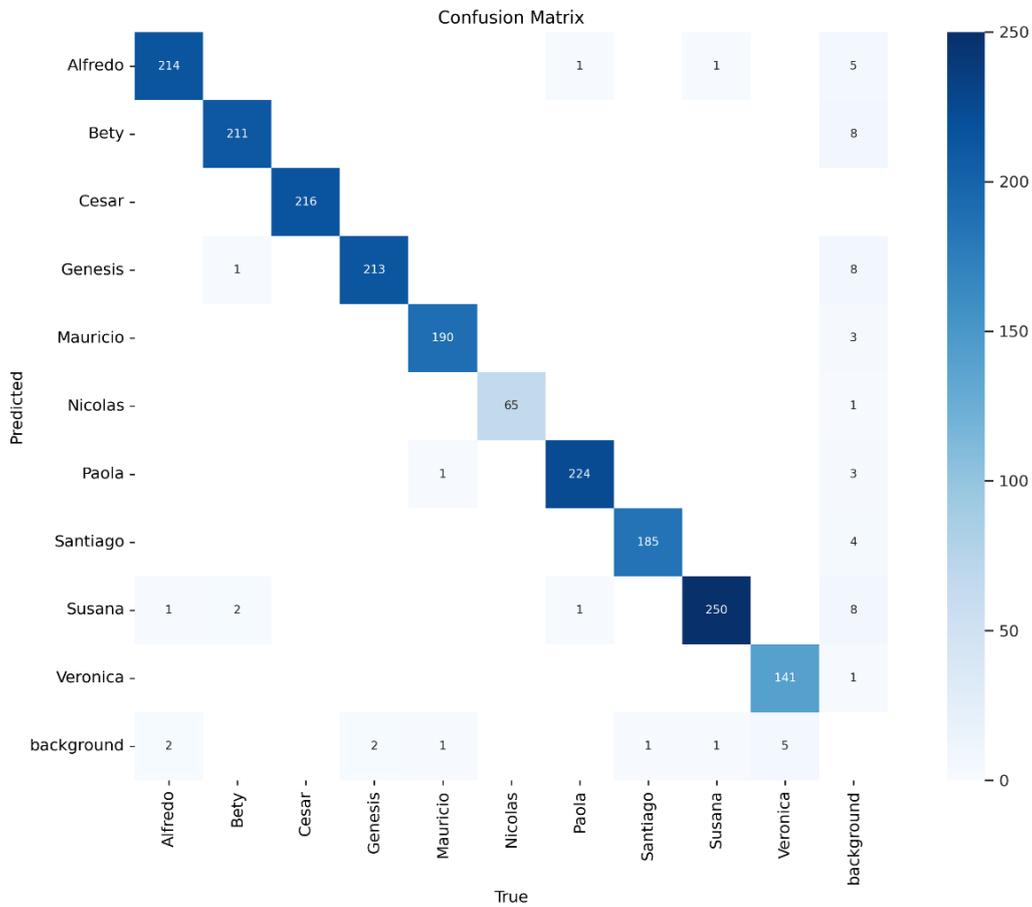
Nota. Esta grafica muestra resultados del entrenamiento. Elaborado por: Los autores.

Para el entrenamiento verificando los resultados de este se visualizan resultados bastante altos de clasificaciones correctas que dan prácticamente una idea de cómo podría funcionar la clasificación de los rostros en el sistema.

4.2 Resultados Validación Final

Para la validación se ejecutó nuevamente, pero ahora con el conjunto de validación revisando minuciosamente que tan buenos llegarían a ser los resultados validados del entrenamiento:

Figura 43
Matriz de Validación Final



Nota. Grafica de resultados. Elaborado por: Los autores.

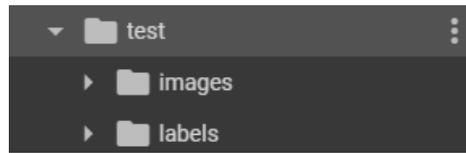
Como se observa en la gráfica, hubo una pequeña mejora de los resultados y no hubo muchos falsos positivos o falsos negativos, comprobado esto se hicieron pruebas del modelo en tiempo real con la cámara instalada en la residencia.

4.3 Resultados Pruebas

Como último punto de pruebas se cargó con la ayuda de RoboFlow una gran cantidad de imágenes aleatorias para realizar la prueba de funcionamiento con el parámetro de confianza en 0.92.

Figura 44

Imágenes para pruebas con imágenes fuera del conjunto de entrenamiento y validación

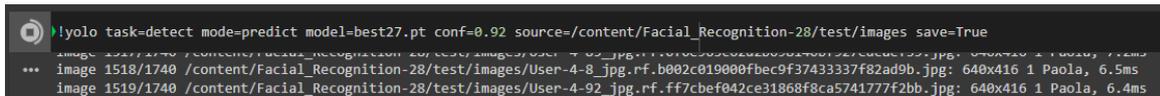


Nota. Todas las imágenes dentro de esta carpeta fueron recolectadas aparte del entrenamiento y validación. Elaborado por: Los autores.

A continuación, se muestran los resultados de las imágenes que no estuvieron dentro del entrenamiento y validación para comprobar la precisión del reconocimiento del modelo con el ajuste del parámetro mencionado para el reconocimiento de cada rostro en diferentes momentos:

Figura 45

Ejecución de predicción

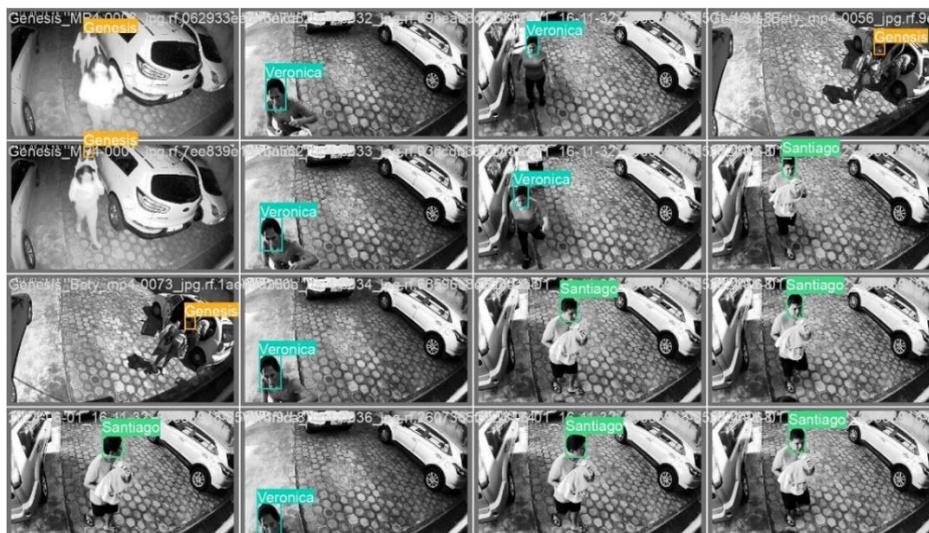


Nota. Con esta ejecución el modelo ira clasificando cada rostro en base a la confianza ajustada en 0.92. Elaborado por: Los autores.

A continuación, se mostrarán un porcentaje de imágenes de los resultados en predicción:

Figura 46

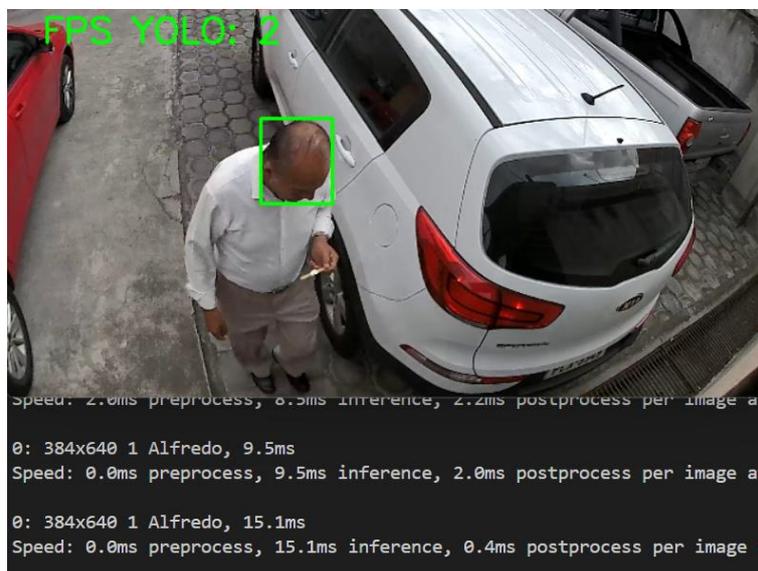
Rostros reconocidos desde la cámara



Nota. Imagen de las imágenes con predicciones. Elaborado por: Los autores.

Una vez comprobado esto, finalmente se mudó este último modelo para ejecutarlo en tiempo real en la portátil mencionada en el marco teórico al realizar las pruebas finales tuvo un funcionamiento eficaz de manera correcta y en tiempo real preprocesando y realizando la inferencia cada imagen del reconocimiento lo cual al ser un sistema de medianamente altos logro tener un funcionamiento rápido y en tiempo real:

Figura 47
Sistema en Funcionamiento



Nota. Reconocimiento en tiempo real los fotogramas por segundo se reducen un poco al procesar las imágenes y al reconocer y notificar. Elaborado por: Los autores.

Una vez que el sistema supere la cantidad ajustada de reconocimiento establecida en el ciclo de reconocimiento saludara en la entrada interna de la residencia notificando el ingreso de algún usuario desconocido o conocido enviando la notificación al grupo de Telegram:

Figura 48

Figura de notificación con sistema en tiempo real



Nota. La persona que se visualiza es Cesar confirmando que el sistema lo reconoció.

Elaborado por: Los autores.

Con todos estos resultados, se puede culminar la implementación del sistema, el cual cubrirá en un alto porcentaje la probabilidad de intrusos y alertará a todos los usuarios integrados en el grupo. Con los ajustes de parámetros, el sistema reconocerá de manera óptima el ingreso de personas, tanto conocidas como desconocidas, notificando a los residentes sobre esto.

CONCLUSIONES

Al finalizar el proyecto de titulación se cumplió con los objetivos específicos establecidos al inicio de este, obteniendo los siguientes resultados:

Se analizaron las características de las cámaras en función de sus componentes y se adquirió una adecuada, la cual se utilizó para el sistema de reconocimiento facial.

Mediante el análisis del conjunto habitacional en función de su estructura, se encontró el punto más adecuado para posicionar la cámara y lograr un mejor desempeño.

Se recopilaron videos en tiempo real e imágenes de las cámaras para realizar su preprocesamiento.

Se entrenó el sistema de reconocimiento facial utilizando diversas técnicas y herramientas de Inteligencia Artificial.

Se realizó la instalación de infraestructura adecuada para la implementación del sistema, utilizando el hardware y software requeridos para su funcionamiento.

Se realizaron pruebas exhaustivas para garantizar la precisión y la eficiencia del sistema, ajustando los algoritmos, parámetros y mensajes según fuera necesario.

Se implementó un sistema de registro simple para la bienvenida de los residentes, utilizando diccionarios de saludos personalizados para cada usuario y generando aleatoriamente los mensajes de saludo por usuario y un saludo genérico para usuarios no registrados en el sistema.

RECOMENDACIONES

RoboFlow es una herramienta muy completa para trabajar en el preprocesamiento de imágenes. Se recomienda su uso siguiendo los pasos en las guías proporcionadas por otros usuarios o los mismos creadores de la herramienta, para entrenar varios modelos según su uso.

Se recomienda el uso de GPUs externas o de herramientas que las brindan, como Google Colab, para el entrenamiento y pruebas de los modelos, ya que lo hará de manera rápida y ofrece métodos de pago por uso que dan acceso fácil y rápido, evitando largos periodos de entrenamiento con CPU. Esto también dependerá plenamente de la cantidad de datos que contenga el conjunto de datos.

Al entrenar modelos, se debe considerar dónde se implementará el proyecto, el tipo de proyecto y si se ajustará a sistemas de bajos recursos sin memoria gráfica o a equipos con tarjetas gráficas dedicadas que lo ejecutarán rápidamente y procesarán sin problema la gran cantidad de datos en tiempo real.

REFERENCIAS

- Aller, A., (2018, 9 de octubre). Qué son los Nvidia CUDA Cores y cuál es su importancia <https://www.profesionalreview.com/2018/10/09/que-son-nvidia-cuda-core/>
- AWS, (2023). ¿Qué es una red neuronal? – Machine Learning <https://aws.amazon.com/es/what-is/neural-network/>
- AWS. (2023). ¿Qué es Python? – *Explicación del lenguaje Python* - AWS <https://aws.amazon.com/es/what-is/python/#:~:text=Python%20es%20un%20lenguaje%20de,ejecutar%20en%20muchas%20plataformas%20diferentes>
- Cabello Pardos, E. (2004). Técnicas de reconocimiento facial mediante redes neuronales [Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, España]. <https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.215>
- Candia, B., R., & Caiozzi A., G., (2005). Intervalos de Confianza. Revista médica de Chile, 133(9), 1111-1115. <https://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872005000900017>
- Cassingena Navone, E., (2022, 22 de marzo) ¿Para qué se usa Python? 10+ usos del lenguaje de programación Python <https://www.freecodecamp.org/espanol/news/para-que-se-usa-python-10-usos-del-lenguaje-de-programacion-python/>
- Chaves , F., J., (2019). Diseño de un sistema de apoyo en seguridad basado en reconocimiento de múltiples rostros e identificación de usuarios. [Universidad de los Andes, Colombia]. <http://hdl.handle.net/1992/44747>
- Contreras, A. M., & Peñaloza, F. G. Diseño e implementación de reconocimiento facial en un sistema domótico. automática, 3, 5. https://virtual.cuautitlan.unam.mx/CongresoCiTec/Memorias_Congreso/Anio3_No3/Extensos/IF-03.pdf (ISSN-2448-7236)
- EDS/ROBOTICS, (2022, 31 de enero). Visión por computador: que es, objetivos y aplicaciones. <https://www.edsrobotics.com/blog/vision-computador-que-es/>
- Flores, F., (2022, 22 de julio) *Qué es visual studio y qué ventajas ofrece.* <https://openwebinars.net/blog/que-es-visual-studio-code-y-que-ventajas-ofrece/>
- García de Zúñiga, F., (2024, 26 de junio) ¿Qué es Visual Studio Code y cuáles son sus ventajas? <https://www.arsys.es/blog/que-es-visual-studio-code-y-cuales-son-sus-ventajas>
- Gonzales, A., (2021). Conceptos básicos de machine learning [https://cleverdata.io/conceptos-basicos-machine-learning/#:~:text=Confianza%20\(confidence\),cada%20una%20de%20las%20predicciones](https://cleverdata.io/conceptos-basicos-machine-learning/#:~:text=Confianza%20(confidence),cada%20una%20de%20las%20predicciones).
- González, L., (2021, 01 de junio). ¿Qué es Tensor Flow? ¿Cómo funciona? <https://aprendeia.com/que-es-tensorflow-como-funciona/>

- Google Colab, (2021). Te damos la bienvenida a Colab
<https://colab.research.google.com/?hl=es#:~:text=Colab%20es%20una%20herramienta%20muy,Desarrollar%20y%20entrenar%20redes%20neuronales>
- Hansen, T., (2022, 27 de julio). Open Source at Roboflow. <https://blog.roboflow.com/open-source-computer-vision-roboflow/>
- Influx data Documentation. (2018) Get your Telegram chat ID
https://docs.influxdata.com/kapacitor/v1/reference/event_handlers/telegram/.
- Jocher, G., (2023, enero). *Entrena modelos de IA en segundos con Ultralytics Yolo. Ultralytics.*
<https://www.ultralytics.com/es/yolo#:~:text=Ultralytics%20YOLO%20es%20una%20herramienta,utilizando%20nuestra%20plataforma%20sin%20c%C3%B3digo>
- Larkin Alonso, J., (2022, 15 de junio). ¿Qué es Tensor Flow y para qué sirve
<https://www.incentro.com/es-ES/blog/que-es-tensorflow>
- Llerena Yupanqui, J. E., & La Madrid Aliaga, A. A. Guía de estandarización con especificaciones técnicas de las cámaras de video vigilancia, ubicación y posicionamiento para enfrentar la ineficaz identificación facial en la sección de reconocimiento facial digitalizado de la DIRCRI-PNP de Lima Metropolitana, periodo 2017-2019. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/21428>
- López, J., M., (2020) Crea tu propio bot de Telegram sin saber programar
<https://blogthinkbig.com/crear-bot-de-telegram-botfather>
- Marketing. (2022). *Visión por Computador Qué es, Aplicaciones y Objetivos.* EDS Robotics; EDS Robotics.
- MathWorks, (1994-2024). ¿Qué son las redes neuronales convolucionales?
<https://es.mathworks.com/discovery/convolutional-neural-network.html>
- Mella, C., (2022, 2 de septiembre). "Ecuador alcanza la tasa más alta de muertes violentas de la última década." Primicias. <https://www.primicias.ec/noticias/exclusiva/ecuador-tasa-muertes-violentas-ultima-decada/>
- Pantoja Bernal, J., (2023). "Sistema de seguridad a partir de una base de datos mediante machine learning, basado en reconocimiento de rostros." [Universidad de los Andes, Colombia]. <https://hdl.handle.net/1992/73260>
- Python SQLite.* (2021, septiembre 22). GeeksforGeeks.
<https://www.geeksforgeeks.org/python-sqlite/>
- Ramírez, L., (2024, 13 de febrero). Inteligencia artificial: ¿Qué es y para qué sirve?
<https://www.iebschool.com/blog/inteligencia-artificial-que-es-y-para-que-sirve-big-data/>
- Reconocimiento de objetos s.f., (1994-2024). MATLAB & Simulink.
<https://la.mathworks.com/solutions/image-video-processing/object-recognition.html>
- RoboFlow. (2024, junio). Roboflow – Reseña 2024. <https://www.aplicaciones.ai/roboflow/>

- Santos, D., Dallos, L., & Gaona-García, P., A., (2020). "Algoritmos de rastreo de movimiento utilizando técnicas de inteligencia artificial y machine learning." *Información tecnológica*, 31(3), 23-38. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642020000300023>
- Scholnik-Elias, Aarón & Martinez, Saul & Luna-Taylor, Jorge & Castro, Iliana. (2023). Detección de armas tipo pistola mediante el uso de redes convolucionales con una arquitectura tipo YOLO y estereoscopia. "Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI." ("Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI") 11. 196-204. 10.29057/icbi.v11iEspecial2.10727. https://www.researchgate.net/figure/Figura-4-Arquitectura-de-la-red-YOLOv8-RangeKing-2023_fig2_373849112
- Tensor Flow (2024). Introducción a Tensor Flow <https://www.tensorflow.org/learn?hl=es-419>
- Urtasun, M. J. (2021). *Tramas de actores y objetos detrás de cámara* [Tesis Doctoral, Universidad Nacional de La Plata, Argentina]. <https://doi.org/10.35537/10915/120593>
- Velásquez, L., (2021, 23 de mayo). ¿Qué es TeamViewer y por qué es perfecto para el trabajo a distancia? <https://cinusual.com/que-es-teamviewer-y-por-que-es-perfecto-para-el-trabajo-a-distancia>

ANEXOS

CRONOGRAMA ACTIVIDADES

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES GENERALES			
#	ACTIVIDAD	Duración (Hrs)	OBSERVACIÓN
1	Alcance de plan	30	Definir objetivos, responsabilidades y la cobertura del sistema.
2	Análisis detallado para instalación del sistema	30	Evaluar un punto estratégico para la instalación del sistema.
3	Diseño del sistema	120	Configuración y diseño del sistema de inteligencia artificial a implementar en la cámara de seguridad.
4	Integración y pruebas	60	Integrar el sistema a la cámara de seguridad previamente evaluada para la instalación y realizar pruebas de funcionamiento y rendimiento.
5	Capacitación y Documentación	20	Crear material de formación para los residentes que empleará el sistema y documentar el código y el proceso de desarrollo para tener referencias futuras.
6	Implementación y Despliegue	30	Preparar el sistema para los residentes y realizar pruebas finales en tiempo real.
CRONOGRAMA DE HITOS			
#	ENTREGABLE/SITUACIÓN	FECHA	OBSERVACIÓN
1	Diseño y Planificación	1/04/2024	Documento de Diseño de la Aplicación.
2	Desarrollo del sistema	11/04/2024	Versión Alfa del sistema
3	Pruebas y Depuración	1/06/2024	Versión Beta del sistema
4	Despliegue y Capacitación	15/06/2024	Sistema Implementado y Personal Capacitado.
5	Mantenimiento y Actualizaciones	15/07/2024	Actualizaciones Periódicas y Soporte Continuo.

PRESUPUESTO

#	Detalles	Costo
1	Desarrollo	350,00
2	Hardware	350,00
3	Movilización	150,00
4	Alimentación	100,00
Total		950,00

CONSENTIMIENTO DE USO DE LA IMAGEN

Se adjunta el consentimiento del uso de las imágenes de los residentes del conjunto residencial, en base a los fundamentos legales establecidos en la constitución de la República del Ecuador, en la ley Orgánica de la Protección de datos personales.

Consentimiento Informado para el Uso de Imágenes

Yo, Bety Elizabeth Hidalgo, con cédula de ciudadanía/identidad No. 1711503412,

En uso de mis facultades y por voluntad propia, otorgo mi consentimiento libre, expreso e informado para que el estudiante Cruz Escobar Darwin Nicolás con cedula de identificación No. 1726961434 utilice mi imagen para los siguientes fines:

- Diseño e implementación de un sistema de reconocimiento facial.

Manifiesto que he sido informado(a) de lo siguiente:

- Mi imagen podrá ser utilizada en los siguientes medios: Demostración y pruebas de funcionamiento de sistema de reconocimiento facial.
- Mi imagen podrá ser editada o modificada para mejorar su calidad o para adaptarla a los fines descritos anteriormente.
- Podré revocar este consentimiento en cualquier momento, mediante notificación por escrito dirigida a Cruz Escobar Darwin Nicolás.
- El uso de mi imagen se realizará con el debido respeto a mi dignidad y decoro.
- No se me reconocerá ninguna compensación económica por el uso de mi imagen.

En señal de conformidad, firmo este documento en dos ejemplares de igual tenor y a un solo efecto, en la ciudad de Quito, a 15 de junio de 2024.



Firma del titular de la imagen



Firma del autorizado

Consentimiento Informado para el Uso de Imágenes

Yo, Luis Antonio Pérez Salas, con cédula de ciudadanía/identidad No. 171973301-4,

En uso de mis facultades y por voluntad propia, otorgo mi consentimiento libre, expreso e informado para que el estudiante Cruz Escobar Darwin Nicolás con cedula de identificación No. 1726961434 utilice mi imagen para los siguientes fines:

- Diseño e implementación de un sistema de reconocimiento facial.

Manifiesto que he sido informado(a) de lo siguiente:

- Mi imagen podrá ser utilizada en los siguientes medios: Demostración y pruebas de funcionamiento de sistema de reconocimiento facial.
- Mi imagen podrá ser editada o modificada para mejorar su calidad o para adaptarla a los fines descritos anteriormente.
- Podré revocar este consentimiento en cualquier momento, mediante notificación por escrito dirigida a Cruz Escobar Darwin Nicolás.
- El uso de mi imagen se realizará con el debido respeto a mi dignidad y decoro.
- No se me reconocerá ninguna compensación económica por el uso de mi imagen.

En señal de conformidad, firmo este documento en dos ejemplares de igual tenor y a un solo efecto, en la ciudad de Quito, a 15 de junio de 2024.



Firma del titular de la imagen



Firma del autorizado

Consentimiento Informado para el Uso de Imágenes

Yo, Luis Alfredo Hidalgo Escobar, con cédula de ciudadanía/identidad No. 170325577-C.

En uso de mis facultades y por voluntad propia, otorgo mi consentimiento libre, expreso e informado para que el estudiante Cruz Escobar Darwin Nicolás con cedula de identificación No. 1726961434 utilice mi imagen para los siguientes fines:

- Diseño e implementacion de un sistema de reconocimiento facial.

Manifiesto que he sido informado(a) de lo siguiente:

- Mi imagen podrá ser utilizada en los siguientes medios: Demostración y pruebas de funcionamiento de sistema de reconocimiento facial.
- Mi imagen podrá ser editada o modificada para mejorar su calidad o para adaptarla a los fines descritos anteriormente.
- Podré revocar este consentimiento en cualquier momento, mediante notificación por escrito dirigida a Cruz Escobar Darwin Nicolás.
- El uso de mi imagen se realizará con el debido respeto a mi dignidad y decoro.
- No se me reconocerá ninguna compensación económica por el uso de mi imagen.

En señal de conformidad, firmo este documento en dos ejemplares de igual tenor y a un solo efecto, en la ciudad de Quito, a 15 de junio de 2024.



Firma del titular de la imagen



Firma del autorizado

Consentimiento Informado para el Uso de Imágenes

Yo, Vicenta Susana Hidalgo Cruz, con cédula de ciudadanía/identidad No. 1703874931.

En uso de mis facultades y por voluntad propia, otorgo mi consentimiento libre, expreso e informado para que el estudiante Cruz Escobar Darwin Nicolás con cedula de identificación No. 1726961434 utilice mi imagen para los siguientes fines:

- Diseño e implementación de un sistema de reconocimiento facial.

Manifiesto que he sido informado(a) de lo siguiente:

- Mi imagen podrá ser utilizada en los siguientes medios: Demostración y pruebas de funcionamiento de sistema de reconocimiento facial.
- Mi imagen podrá ser editada o modificada para mejorar su calidad o para adaptarla a los fines descritos anteriormente.
- Podré revocar este consentimiento en cualquier momento, mediante notificación por escrito dirigida a Cruz Escobar Darwin Nicolás.
- El uso de mi imagen se realizará con el debido respeto a mi dignidad y decoro.
- No se me reconocerá ninguna compensación económica por el uso de mi imagen.

En señal de conformidad, firmo este documento en dos ejemplares de igual tenor y a un solo efecto, en la ciudad de Quito, a 15 de junio de 2024.



Firma del titular de la imagen



Firma del autorizado

Consentimiento Informado para el Uso de Imágenes

Yo, SANTIAGO XAVIER NÚÑEZ MITCA, con cédula de ciudadanía/identidad No. 171750889-2,

En uso de mis facultades y por voluntad propia, otorgo mi consentimiento libre, expreso e informado para que el estudiante Cruz Escobar Darwin Nicolás con cedula de identificación No. 1726961434 utilice mi imagen para los siguientes fines:

- Diseño e implementación de un sistema de reconocimiento facial.

Manifiesto que he sido informado(a) de lo siguiente:

- Mi imagen podrá ser utilizada en los siguientes medios: Demostración y pruebas de funcionamiento de sistema de reconocimiento facial.
- Mi imagen podrá ser editada o modificada para mejorar su calidad o para adaptarla a los fines descritos anteriormente.
- Podré revocar este consentimiento en cualquier momento, mediante notificación por escrito dirigida a Cruz Escobar Darwin Nicolás.
- El uso de mi imagen se realizará con el debido respeto a mi dignidad y decoro.
- No se me reconocerá ninguna compensación económica por el uso de mi imagen.

En señal de conformidad, firmo este documento en dos ejemplares de igual tenor y a un solo efecto, en la ciudad de Quito, a 15 de junio de 2024.



Firma del titular de la imagen



Firma del autorizado

Consentimiento Informado para el Uso de Imágenes de Menores de Edad

Yo, Ruby Elizabeth Hidalgo Hidalgo, con cédula de ciudadanía/identidad No. 121503472, en calidad de tutor(a) legal del menor Campos Velez Cruz Escobar, con cédula de ciudadanía/identidad No. 12 28282226,

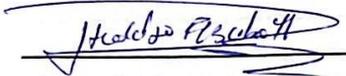
En uso de mis facultades y por voluntad propia, otorgo mi consentimiento libre, expreso e informado para que el estudiante Cruz Escobar Darwin Nicolás con cédula de identificación No. 1726961434 utilice la imagen del menor para los siguientes fines:

- Diseño e implementación de un sistema de reconocimiento facial.

Manifiesto que he sido informado(a) de lo siguiente:

- La imagen del menor podrá ser utilizada en los siguientes medios: Demostración y pruebas de funcionamiento de sistema de reconocimiento facial.
- La imagen del menor podrá ser editada o modificada para mejorar su calidad o para adaptarla a los fines descritos anteriormente.
- Podré revocar este consentimiento en cualquier momento, mediante notificación por escrito dirigida a Cruz Escobar Darwin Nicolás.
- El uso de la imagen del menor se realizará con el debido respeto a su dignidad y decoro.
- No se reconocerá ninguna compensación económica por el uso de la imagen del menor.

En señal de conformidad, firmo este documento en dos ejemplares de igual tenor y a un solo efecto, en la ciudad de Quito, a 15 de junio de 2024.



Firma del tutor



Firma del autorizado

Consentimiento Informado para el Uso de Imágenes

Yo, PATRICIA PATRICIA HIDALGO HIDALGO, con cédula de ciudadanía/identidad No. 1717677310,

En uso de mis facultades y por voluntad propia, otorgo mi consentimiento libre, expreso e informado para que el estudiante Cruz Escobar Darwin Nicolás con cedula de identificación No. 1726961434 utilice mi imagen para los siguientes fines:

- Diseño e implementación de un sistema de reconocimiento facial.

Manifiesto que he sido informado(a) de lo siguiente:

- Mi imagen podrá ser utilizada en los siguientes medios: Demostración y pruebas de funcionamiento de sistema de reconocimiento facial.
- Mi imagen podrá ser editada o modificada para mejorar su calidad o para adaptarla a los fines descritos anteriormente.
- Podré revocar este consentimiento en cualquier momento, mediante notificación por escrito dirigida a Cruz Escobar Darwin Nicolás.
- El uso de mi imagen se realizará con el debido respeto a mi dignidad y decoro.
- No se me reconocerá ninguna compensación económica por el uso de mi imagen.

En señal de conformidad, firmo este documento en dos ejemplares de igual tenor y a un solo efecto, en la ciudad de Quito, a 15 de junio de 2024.



Firma del titular de la imagen



Firma del autorizado

Consentimiento Informado para el Uso de Imágenes

Yo, LUIS ANDRÉS ESCOBAR DARWIN NICOLÁS, con cédula de ciudadanía/identidad No. 171167798-6,

En uso de mis facultades y por voluntad propia, otorgo mi consentimiento libre, expreso e informado para que el estudiante Cruz Escobar Darwin Nicolás con cédula de identificación No. 1726961434 utilice mi imagen para los siguientes fines:

- Diseño e implementación de un sistema de reconocimiento facial.

Manifiesto que he sido informado(a) de lo siguiente:

- Mi imagen podrá ser utilizada en los siguientes medios: Demostración y pruebas de funcionamiento de sistema de reconocimiento facial.
- Mi imagen podrá ser editada o modificada para mejorar su calidad o para adaptarla a los fines descritos anteriormente.
- Podré revocar este consentimiento en cualquier momento, mediante notificación por escrito dirigida a Cruz Escobar Darwin Nicolás.
- El uso de mi imagen se realizará con el debido respeto a mi dignidad y decoro.
- No se me reconocerá ninguna compensación económica por el uso de mi imagen.

En señal de conformidad, firmo este documento en dos ejemplares de igual tenor y a un solo efecto, en la ciudad de Quito, a 15 de junio de 2024.



Firma del titular de la imagen



Firma del autorizado

Fundamento Legal:

Este consentimiento se otorga en base a las siguientes leyes:

- **Constitución de la República del Ecuador:**
 - Artículo 66, numeral 19: "El derecho a la protección de datos de carácter personal, que incluye el acceso y la decisión sobre información y datos de este carácter, así como su correspondiente protección."
- **Ley Orgánica de Protección de Datos Personales:**
 - Artículo 4: "Principios generales del tratamiento de datos personales. Los datos personales serán objeto de tratamiento de conformidad con los siguientes principios:
 - a) Licitud, lealtad y transparencia.
 - b) Finalidad determinada, explícita y legítima.
 - c) Minimización de datos.
 - d) Exactitud y actualización de datos.
 - e) Limitación del tratamiento en el tiempo.
 - f) Integridad y confidencialidad.
 - g) Responsabilidad."
 - Artículo 7: "Consentimiento del titular. El tratamiento de datos personales solo podrá realizarse con el consentimiento previo, libre, expreso e informado del titular."
 - Artículo 18: "Derechos del titular de datos personales. El titular de datos personales tiene derecho a:
 - a) Acceder a sus datos personales y obtener su confirmación.
 - b) Rectificar sus datos personales que sean inexactos o incompletos.
 - c) Suprimir sus datos personales cuando concurren determinadas circunstancias.
 - d) Oponerse al tratamiento de sus datos personales en determinados supuestos.
 - e) Solicitar la limitación del tratamiento de sus datos personales.
 - f) Obtener portabilidad de sus datos personales.
 - g) No ser objeto de decisiones individuales automatizadas, incluida la elaboración de perfiles."
- **Código Penal:**
 - Artículo 190: "El que, sin el consentimiento de su titular, publique o divulgue imágenes, datos o informaciones personales o familiares de otro, a través de cualquier medio, será sancionado con pena de multa de tres a cinco salarios básicos unificados del sector general."

Consentimiento Informado para el Uso de Imágenes

Yo, César Humberto García Guaní, con cédula de ciudadanía/identidad No. 1710542364,

En uso de mis facultades y por voluntad propia, otorgo mi consentimiento libre, expreso e informado para que el estudiante Cruz Escobar Darwin Nicolás con cedula de identificación No. 1726961434 utilice mi imagen para los siguientes fines:

- Diseño e implementación de un sistema de reconocimiento facial.

Manifiesto que he sido informado(a) de lo siguiente:

- Mi imagen podrá ser utilizada en los siguientes medios: Demostración y pruebas de funcionamiento de sistema de reconocimiento facial.
- Mi imagen podrá ser editada o modificada para mejorar su calidad o para adaptarla a los fines descritos anteriormente.
- Podré revocar este consentimiento en cualquier momento, mediante notificación por escrito dirigida a Cruz Escobar Darwin Nicolás.
- El uso de mi imagen se realizará con el debido respeto a mi dignidad y decoro.
- No se me reconocerá ninguna compensación económica por el uso de mi imagen.

En señal de conformidad, firmo este documento en dos ejemplares de igual tenor y a un solo efecto, en la ciudad de Quito, a 15 de junio de 2024.



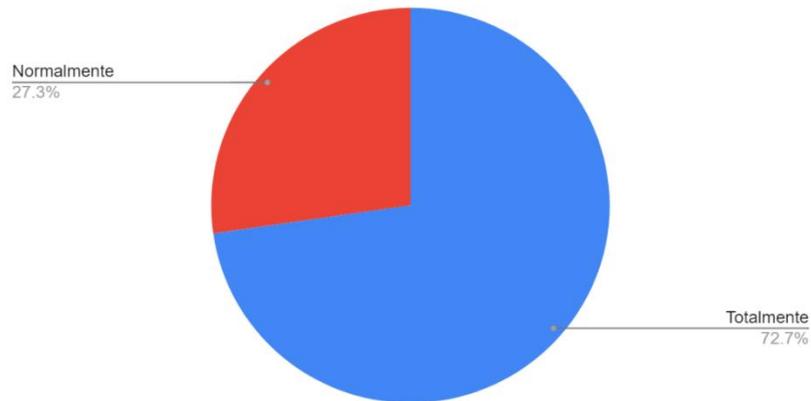
Firma del titular de la imagen



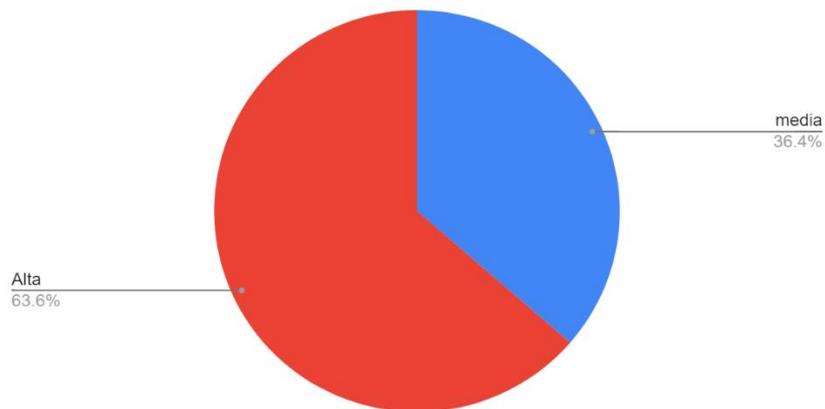
Firma del autorizado

Encuestas de Satisfacción anónimas

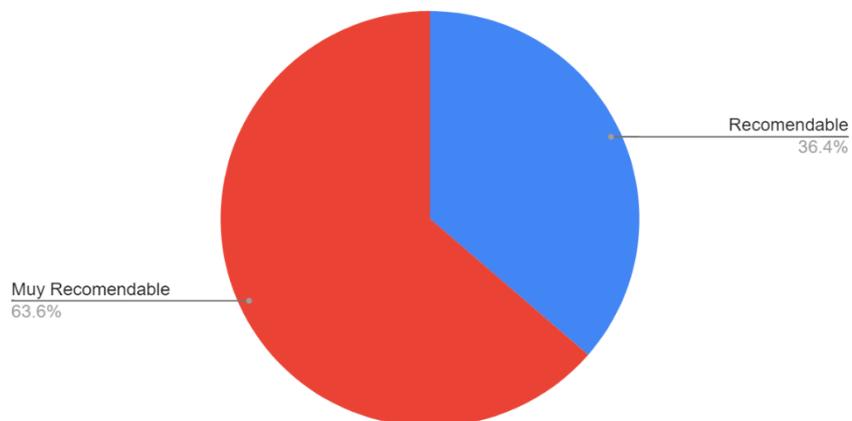
Recuento de La cámara cumple con el reconocimiento facial correcto por cada usuario?



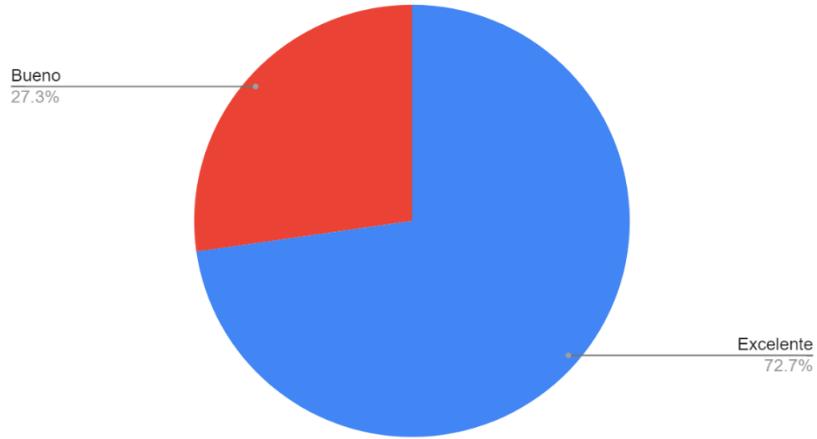
Recuento de En que escala calificaría la seguridad que brinda este sistema.



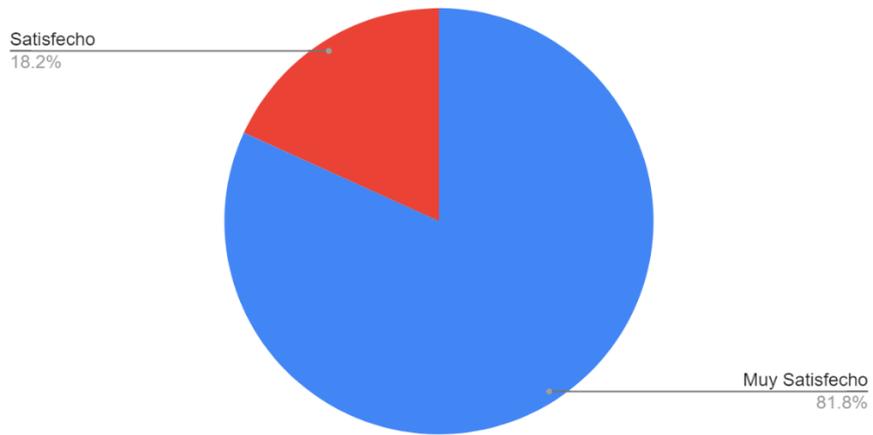
Recuento de En que escala recomendaría el uso de sistemas de reconocimiento facial para seguridad



Recuento de Como califica el trabajo realizado por los integrantes del proyecto tecnico al implementar el sistema de reconocimiento facial.



Recuento de Qué tan satisfecho con la integración del sistema dentro del conjunto habitacional?



Instalación de Cámara

Se adjunta la evidencia de la cámara instalada para el reconocimiento facial.



