



PROYECTO DE TITULACIÓN

Departamento de Ciencias de la Computación

Carrera de Tecnologías de la Información

Control de ingreso vehicular mediante reconocimiento de placas para la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Santo Domingo

Chila Moncayo, Josselyn Abigail y Ortega Becerra, Jonathan Adrian

Ing. Puente Ponce, Pablo Francisco, Mgr.

Santo Domingo, 01 de marzo 2024

Reporte de Verificación de Contenido



Plagiarism and AI Content Detection Report

Tesis (2).pdf

Scan details

Scan time: March 4th, 2024 at 23:31 UTC
Total Pages: 118
Total Words: 29285

Plagiarism Detection



Types of plagiarism		Words
Identical	0.1%	42
Minor Changes	0.4%	120
Paraphrased	0.5%	141
Omitted Words	11.7%	3434

AI Content Detection



Text coverage	Words	
AI text	0%	0
Human text	100%	25851

[Learn more](#)

Plagiarism Results: (6)

🌐 **¿Qué es el aprendizaje profundo? | Programar SQL** 0.4%
<https://www.programarsql.com/que-es-el-aprendizaje-profundo/>
Saltar al contenido Programar SQL Aprende a Programar SQL desde cero ...

🌐 **¿Cómo reconocer caracteres ópticos en imágenes en Python? - Barcelona...** 0.3%
<https://barcelonageeks.com/como-reconocer-caracteres-opticos-en-imagenes-en-python/>
Skip to content Barcelona Geeks ¿Cómo reconocer caracteres ópticos en imágenes en Pyt...

🌐 **¿QUÉ ES MYSQL? INTRODUCCIÓN A MYSQL | SISTEMA DE GESTIÓN DE BAS...** 0.2%
<https://es.ichlese.at/what-is-mysql-an-introduction-database-management-systems>
...

🌐 **UPSE-TCO-2023-0075.pdf** 0.2%
<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/10254/1/upse-tco-2023-0075.pdf>
LENOVO
UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y DE LA SALUD
CARRERA DE COMUNICACIÓN TÍTULO DEL PROYECTO DE I...



Certified by

About this report
help.copyleaks.com

copyleaks.com



Departamento de Ciencias de la Computación

Carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información

Certificación

Certifico que el trabajo de integración curricular: **“Control de ingreso vehicular mediante reconocimiento de placas para la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Santo Domingo”** fue realizado por los señores estudiantes **Chila Moncayo, Josselyn Abigail y Ortega Becerra, Jonathan Adrian**, el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Santo Domingo, 1 de marzo del 2024



Firma:

Puente Ponce, Pablo Francisco

C. C: 1002771762



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE LA COMPUTACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Nosotros, **Chila Moncayo Josselyn Abigall** y **Ortega Becerra Jonathan Adrian**, con cédulas de ciudadanía n.º 2300075013 y n.º 1718552068, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **Control de Ingreso vehicular mediante reconocimiento de placas para la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Santo Domingo** es de mi/nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 05 de marzo del 2024

Firmas

.....
Chila Moncayo, Josselyn Abigall

C.C.:2300075013

.....
Ortega Becerra, Jonathan Adrian

C.C.:1718552068



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS

INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE LA COMPUTACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Nosotros, **Chila Moncayo Josselyn Abigail** y **Ortega Becerra Jonathan Adrian**, con cédulas de ciudadanía n.º 2300075013 y n.º 1718552068, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: **Control de Ingreso vehicular mediante reconocimiento de placas para la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Santo Domingo** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra responsabilidad.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 05 de marzo del 2024

Firmas

Chila Moncayo, Josselyn Abigail

C.C.:2300075013

Ortega Becerra, Jonathan Adrian

C.C.:1718552068

Dedicatoria

Dedico con profundo agradecimiento este trabajo a mis padres, cuyo amor incondicional y constante apoyo han sido la columna vertebral de mi travesía universitaria. Su sacrificio y dedicación han sido la fuerza impulsora detrás de cada uno de mis logros académicos. Agradezco también a mis queridos hermanos, cuya presencia ha sido un constante recordatorio de la importancia del apoyo mutuo y la colaboración familiar. Extendiendo mi gratitud a mis apreciados tíos, cuya sabiduría y aliento han enriquecido mi camino académico, y a mis valiosos amigos, quienes han compartido risas, desafíos y momentos inolvidables a lo largo de esta travesía. Su amistad ha sido un faro de luz en los días difíciles y una celebración en los días de triunfo.

Chila Moncayo, Josselyn Abigail

Dedico este trabajo a mis dos pilares fundamentales: mi amada esposa Mery y mi querida hija Maguitos. Su amor incondicional, paciencia infinita y constancia inquebrantable han sido mi fortaleza ante las pruebas de la vida. Agradezco profundamente a mis padres, cuyo amor infinito y sabio consejo me han guiado por el camino del bien y han estado presentes en cada paso de mi vida. A mis queridos hermanos, les agradezco por el apoyo incondicional que me han brindado para alcanzar este logro. Extiendo mi gratitud a mis suegros y Abumaru, quienes también conocen el desafío que implica la vida universitaria. Su apoyo y aliento han sido invaluable. Este trabajo está dedicado con profundo amor y agradecimiento a todos ellos.

Ortega Becerra, Jonathan Adrian

Agradecimiento

Quiero expresar mi profundo agradecimiento al Ing. Franklin Pérez y a Omar Ferrín, quienes desempeñaron un papel fundamental en el desarrollo de este trabajo. Su inestimable ayuda y orientación fueron esenciales para superar los desafíos del proceso, y su compromiso contribuyó significativamente al éxito de este proyecto.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi tutor de tesis, cuya orientación, paciencia y apoyo constante han sido pilares fundamentales a lo largo de este arduo trabajo de titulación. Sus valiosos consejos y profundo conocimiento no solo han allanado el camino hacia el éxito de este proyecto, sino que también han sido fuentes de inspiración para mi crecimiento académico.

A mi compañero de trabajo, quiero agradecerle sinceramente por su colaboración y contribución excepcional. Trabajar juntos ha sido una experiencia verdaderamente enriquecedora, donde hemos compartido ideas, superado desafíos y logrado un trabajo que refleja el fruto de nuestra dedicación conjunta.

Mi gratitud especial se extiende a mi familia, cuyo apoyo emocional inquebrantable y comprensión han sido mi mayor fortaleza a lo largo de todo este proceso. Su aliento constante y presencia amorosa han sido el pilar sobre el cual he construido mi éxito académico.

No puedo dejar de agradecer también a mis amigos cercanos, cuyo ánimo constante ha iluminado mis días universitarios. Sin ustedes, mi experiencia en la universidad no habría sido la misma. Aprecio profundamente cada palabra de aliento, risa compartida y momento significativo que hemos vivido juntos.

Agradezco sinceramente a mis docentes, cuyo compromiso con la enseñanza y dedicación han sido fundamentales en mi formación académica. Sus conocimientos compartidos y su orientación han dejado una huella perdurable en mi desarrollo como estudiante.

Chila Moncayo, Josselyn Abigail

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi ejército vencedor, por brindarme la oportunidad de crecer profesionalmente y enriquecer las filas de nuestros soldados con nuevos conocimientos. A mi tutor de tesis, cuya guía experta fue fundamental en el desarrollo de este trabajo. Su labor desinteresada fue un apoyo técnico y moral invaluable durante todo este tiempo, guiándonos con sus valiosos conocimientos. A mi querida amiga y compañera de equipo, que demostró ser una profesional excepcional desde el principio. Compartir este tiempo de trabajo con ella fue una experiencia única y enriquecedora, que me permitió intercambiar conocimientos valiosos y fortalecer nuestra colaboración. Su dedicación y esfuerzo fueron fundamentales para el éxito de este proyecto. Quiero expresar mi sincero agradecimiento al Ingeniero Franklin Pérez por su valiosa ayuda en la materialización de este proyecto. En un contexto donde la colaboración desinteresada es cada vez más rara, su apoyo ha sido fundamental. Su contribución ha sido de gran importancia para alcanzar este logro, y por ello le estoy profundamente agradecido. Mi agradecimiento especial se extiende a toda mi familia, cuyo apoyo incondicional convirtió este sueño en realidad. Su amor y aliento han sido la fuerza que me impulsó a seguir adelante en los momentos más difíciles. A todos ellos, les estoy eternamente agradecido. Quiero expresar también mi profundo agradecimiento a Dios, cuya gracia y providencia han estado presentes en cada paso de este camino. Su amor incondicional y su sabiduría han sido mi guía en los momentos de incertidumbre y mi fortaleza en los momentos de dificultad. Agradezco a Dios por sus bendiciones y por permitirme alcanzar este logro

Ortega Becerra, Jonathan Adrian

Índice

Dedicatoria	I
Agradecimiento	II
Resumen	1
Abstract	2
1 Introducción y estado del arte	3
1.1 Introducción	3
1.2 Estado del Arte	4
1.3 Objetivos	12
1.3.1 Objetivo General	12
1.3.2 Objetivos Específicos	12
2 Marco Teórico	13
2.1 Datos de imágenes	13
2.2 Introducción a los datos de imágenes	13
2.3 Almacenamiento y formatos de datos de imágenes	15
2.4 Mapas de bits	18
2.5 Aprendizaje profundo o Deep Learning	21
2.6 Redes neuronales	21
2.7 Redes neuronales y datos de imágenes	23
2.8 Segmentación de placas	23
2.8.1 Uso de conectividad de píxeles	23
2.8.2 Uso de perfiles de proyección	23
2.8.3 Utilizar conocimientos previos de los personajes	24
2.8.4 Uso de contornos de caracteres	25
2.8.5 Uso de características combinadas	25
2.9 Reconocimiento de placas	25
2.9.1 Uso de datos sin procesar	25
2.9.2 Uso de funciones extraídas	25

2.10	Google Colab	25
2.11	Python	26
2.11.1	Opencv	27
2.11.2	Pytesseract	27
2.11.3	Imutils	27
2.11.4	NumPy	27
2.11.5	Flask	27
2.11.6	Flask Cors	28
2.11.7	Flask Socketio	28
2.11.8	Pyjwt	28
2.12	MySQL	28
2.13	Angular	28
2.14	Visual Studio Code	29
2.15	You Only Look Once (YOLO)	29
3	Metodología/Técnicas/Diseño	30
3.1	Análisis y requerimientos	30
3.1.1	Requerimientos Funcionales	30
3.1.2	Requerimientos no funcionales	31
3.1.3	Requerimientos exploratorios	32
3.1.4	Requerimientos del sistema	33
3.2	Definición y roles	33
3.3	Planificación de Product Backlog	34
3.4	Descripción de los sprints	35
3.5	Planificación de los sprints	36
3.5.1	Spring Backlog 1	36
3.5.2	Spring Backlog 2	39
3.5.3	Spring Backlog 3	40
3.5.4	Spring Backlog 4	42
3.6	Criterios de aceptación	44
3.6.1	Sprint 1	44
3.6.2	Sprint 2	44

3.6.3	Sprint 3	47
3.6.4	Sprint 4	49
3.7	Fases de la metodología CRISP-DM	51
3.7.1	Comprensión del negocio	51
3.7.2	Comprensión de los datos	51
3.7.3	Preparación de los datos	52
3.7.4	Modelamiento	52
3.7.5	Evaluación	52
3.7.6	Despliegue	52
3.8	Técnicas	53
3.9	Diseño	53
4	Resultados	55
4.1	Backend	55
4.2	Resultados del sprint 1	57
4.2.1	Creación de base de datos relacional	57
4.2.2	Diseño de maquetación del sistema web	58
4.2.3	Burndown chart sprint 1	62
4.3	Resultados del sprint 2	63
4.3.1	Modelo de identificación de placas vehiculares	63
4.3.2	Diseño de interfaces	63
4.3.3	Gestión de cuentas de usuario	67
4.3.4	Gestión de vehiculos de forma manual	69
4.3.5	Gestión de vehiculos de forma automática	72
4.3.6	Burndown chart sprint 2	73
4.4	Resultados del sprint 3	73
4.4.1	Gestion de entradas y salidas vehiculos particulares y militares al detectar placa	73
4.4.2	Gestión del historial de entradas y salidas de vehiculos	75
4.4.3	Gestion de conductores	78
4.4.4	Conexion a una camara institucional	81
4.4.5	Generación de metricas de entrada y salida de vehiculos	83

4.4.6	Burndown chart sprint 3	83
4.5	Resultados del sprint 4	84
4.5.1	Generación de reportes en formato excel	84
4.5.2	Funcionamiento del sistema en un servidor	86
4.5.3	Pruebas de campo	86
4.5.4	Burndown chart sprint 4	87
4.6	Trabajos a futuro	88
5	Conclusiones, Recomendaciones	89
5.1	Conclusiones	89
5.2	Recomendaciones	90
6	Referencias	91

Índice de Figuras

Figura 1.	Colores de ejemplo como resultado de mezclar luces rojas, verdes y azules.	14
Figura 2.	Una imagen mostrada utilizando RGB y CMYK.	14
Figura 3.	Gráficos de red portátiles versus formatos del Grupo Conjunto de Expertos en Fotografía.	16
Figura 4.	Comparación de profundidad de 8 bits versus 16 bits.	20
Figura 5.	Red neuronal que identifica características en los datos.	24
Figura 6.	Fases de la metodología CRISP-DM.	50
Figura 7.	Etiquetado de imagen en la plataforma Make Sense.	51
Figura 8.	Directorio del dataset.	52
Figura 9.	Arquitectura aplicada en el desarrollo de sistema.	54
Figura 10.	Diagrama de la base de datos.	58
Figura 11.	Diseño página de login.	59
Figura 12.	Diseño página de inicio.	59
Figura 13.	Diseño vista camara.	60
Figura 14.	Diseño vista vehiculos.	60
Figura 15.	Diseño vista conductores.	61
Figura 16.	Diseño vista registros de entrada y salida.	61
Figura 17.	Diseño vista usuarios.	62
Figura 18.	Burndown chart sprint 1.	62
Figura 19.	Precisión del modelo de placas vehiculares.	63
Figura 20.	Interfaz de inicio.	64
Figura 21.	Interfaz de cámara	64
Figura 22.	Interfaz de vehículos.	65
Figura 23.	Interfaz de conductores.	65
Figura 24.	Interfaz de registros de entrada y salida.	66
Figura 25.	Interfaz de Usuarios.	66
Figura 26.	Agregar nuevo usuario.	67
Figura 27.	Lista de usuarios.	68
Figura 28.	Editar de usuario.	68

Figura 29.	Eliminar de usuario.	69
Figura 30.	Agregar vehiculo.	70
Figura 31.	Lista de vehículos.	70
Figura 32.	Editar vehículo.	71
Figura 33.	Eliminar vehículo.	71
Figura 34.	Información detectada de vehículo.	72
Figura 35.	Burndown chart sprint 2.	73
Figura 36.	Detección de vehículo no registrado.	74
Figura 37.	Detección de vehículo registrado.	74
Figura 38.	Nuevo registro.	75
Figura 39.	Nuevo registro vehículo militar.	76
Figura 40.	Listado registros de ingreso y salida de vehículos.	77
Figura 41.	Eliminar registro.	77
Figura 42.	Editar registro.	78
Figura 43.	Agregar conductor.	79
Figura 44.	Lista de conductores.	79
Figura 45.	Editar conductor.	80
Figura 46.	Eliminar conductor.	80
Figura 47.	Instalación de rack en biblioteca.	81
Figura 48.	Instalación de cámara en garita.	82
Figura 49.	Visualización de video de la cámara en el sistema.	82
Figura 50.	Métricas de entrada y salida de vehiculos	83
Figura 51.	Burndown chart sprint 3.	84
Figura 52.	Reporte de conductores.	84
Figura 53.	Reporte de vehículos.	85
Figura 54.	Reporte de usuarios.	85
Figura 55.	Reporte de registros de entrada y salida de vehículos.	85
Figura 56.	Funcionamiento del sistema en la web.	86
Figura 57.	Detección de placa en la institución.	87
Figura 58.	Burndown chart sprint 4.	88

Índice de Tablas

Tabla I.	Requerimientos Funcionales	31
Tabla II.	Requerimientos no Funcionales	32
Tabla III.	Requerimientos exploratorios	32
Tabla IV.	Requerimientos del sistema	33
Tabla V.	Roles del equipo	33
Tabla VI.	Planificación del Product Backlog	34
Tabla VII.	(Continuación)Planificación del Product Backlog	35
Tabla VIII.	Definición de Sprint 1 y 2	35
Tabla IX.	Definición de Sprint 3 y 4	36
Tabla X.	Planificación del Sprint 1	37
Tabla XI.	(Continuación) Planificación del Sprint 1	38
Tabla XII.	Planificación del Sprint 2	39
Tabla XIII.	(Continuación) Planificación del Sprint 2	40
Tabla XIV.	Planificación del Sprint 3	41
Tabla XV.	(Continuación) Planificación del Sprint 3	42
Tabla XVI.	Planificación del Sprint 4	43
Tabla XVII.	Criterios de aceptación sprint 1	44
Tabla XVIII.	Criterios de aceptación sprint 2	44
Tabla XIX.	(Continuación) Criterios de aceptación sprint 2	45
Tabla XX.	(Continuación) Criterios de aceptación sprint 2	46
Tabla XXI.	Criterios de aceptación sprint 3	47
Tabla XXII.	(Continuación) Criterios de aceptación sprint 3	48
Tabla XXIII.	(Continuación) Criterios de aceptación sprint 3	49
Tabla XXIV.	Criterios de aceptación sprint 4	49
Tabla XXV.	Servicio RESTful de video transmisión	55
Tabla XXV.	Servicio RESTful para la gestión de vehículos, conductores, usuarios y registros	55
Tabla XXVI.	(Continuación) Servicio RESTful para la gestión de vehículos, conductores, usuarios y registros	56

RESUMEN

El presente documento detalla el proyecto de integración curricular titulado 'Control de ingreso vehicular mediante reconocimiento de placas para la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Santo Domingo'. El propósito fundamental de este proyecto es abordar los desafíos asociados con la gestión del tráfico y la seguridad en el campus universitario mediante la implementación de un sistema automatizado de control de ingreso vehicular basado en el reconocimiento de placas. En este proyecto se realiza un exhaustivo análisis del estado del arte en el campo del reconocimiento de placas, abarcando las técnicas más recientes y relevantes. Se explora el uso de técnicas de aprendizaje profundo, como redes neuronales, para lograr un alto grado de precisión en el reconocimiento de las placas de los vehículos. Además, se investigan diferentes enfoques, como la segmentación de placas y el análisis de características combinadas, con el fin de optimizar los resultados obtenidos. Durante el desarrollo del proyecto, se emplean diversas herramientas y tecnologías, como Google Colab, Python, OpenCV, YOLO y PyTesseract. Estas herramientas permiten la implementación eficiente de los algoritmos de reconocimiento de placas y la integración con otros componentes del sistema. Se describe a detalle las metodologías utilizadas, incluyendo la adquisición y almacenamiento de datos de imágenes, la selección del algoritmo de reconocimiento y la evaluación de los resultados obtenidos además del desarrollo del sistema web.

Palabras clave: Aprendizaje profundo, placas, YOLO, detección.

ABSTRACT

The present document details the curricular integration project titled 'Vehicle Entry Control through License Plate Recognition for the University of the Armed Forces ESPE Santo Domingo campus.' The fundamental purpose of this project is to address the challenges associated with traffic management and security on the university campus by implementing an automated system for vehicle entry control based on license plate recognition. This project involves a thorough analysis of the state of the art in the field of license plate recognition, encompassing the most recent and relevant techniques. The use of deep learning techniques, such as neural networks, is explored to achieve a high degree of precision in recognizing vehicle plates. Additionally, different approaches, such as plate segmentation and combined feature analysis, are investigated to optimize the obtained results. Throughout the project development, various tools and technologies are employed, including Google Colab, Python, OpenCV, YOLO, and PyTesseract. These tools enable the efficient implementation of license plate recognition algorithms and integration with other components of the system. The methodologies used are described in detail, including the acquisition and storage of image data, the selection of the recognition algorithm, and the evaluation of the results obtained. Additionally, the development of the web system for the management of vehicle entry and exit is included in the detailed description.

Keywords: Deep Learning, plates, YOLO, detected

1. INTRODUCCIÓN Y ESTADO DEL ARTE

1.1. Introducción

EL aprendizaje profundo y la inteligencia artificial son campos que han experimentado un crecimiento considerable en la última década. En parte impulsada por los avances en el poder computacional y la acumulación de datos, la inteligencia artificial se está empleando en un mayor número de tareas que quizás alguna vez se consideran improbables para una máquina. Impulsadas por inteligencia artificial, las tareas de visión por computadora se basan en la capacidad de un modelo para clasificar imágenes o detectar e identificar objetos dentro de las imágenes [1].

Los usos de estos sistemas varían, desde el uso policial para identificar más rápidamente los vehículos en cuestión, hasta la siguiente evolución en la asignación de peajes y el cumplimiento de multas por infracciones de tránsito. La naturaleza automatizada de estos sistemas hace que la identificación del número de matrícula sea más rápida que la revisión manual, además de poder identificar cada vehículo que pasa, y es por esta razón que la tecnología ha encontrado oposición [2].

El presente estudio se centra en abordar problemas específicos de seguridad relacionados con el ingreso y salida de vehículos en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE SD. Conscientes de la importancia de garantizar un entorno seguro y controlado, este trabajo ha realizado la implementación de un sistema avanzado basado en inteligencia artificial y aprendizaje profundo. Se ha utilizado cámaras especializadas para la captura de imágenes de las placas de los vehículos, las cuales son procesadas y analizadas por un modelo de reconocimiento automático de placas (ANPR). Este sistema, integrado con un aplicativo web, permite la detección eficiente de las placas de los vehículos que ingresan y salen de la universidad.

Es por ello que este trabajo de integración curricular tiene como objetivo desarrollar e implementar un algoritmo de reconocimiento de matrículas que permita la automatización del proceso de entrada y salida de vehículos de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Santo Domingo de los Tsáchilas. El sistema permitirá llevar la gestión de entradas y salidas vehiculares, además de tener un control de los vehículos que ingresan y salen de manera frecuente tales como los de docentes, personal administrativo, personal militar y estudiantes como también

de los vehículos invitados. El flujo de datos generado por las cámaras se transmite en tiempo real a una computadora central controlada por el personal de seguridad de la universidad. Esta solución no solo agiliza el proceso de identificación de vehículos, sino que también proporciona un registro detallado de los movimientos, mejorando así la capacidad de supervisión y respuesta ante posibles situaciones de seguridad. Este enfoque innovador ha superado las limitaciones de los sistemas convencionales, ofreciendo una herramienta integral y eficaz que fortalece la seguridad en el acceso vehicular a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE SD. Por lo cual se optó por utilizar dos metodologías las cuales son CRISP-DM que se implementó en el modelo en vista de que contiene las siguientes fases, entendimiento del negocio, entendimiento de los datos, preparación de los datos, modelamiento, evaluación del modelo y el despliegue del modelo y la metodología SCRUM se la utilizo para la gestión del sistema, aprovechando los principios ágiles el enfoque interactivo que tiene. Esta metodología se aplico de manera efectiva para la planificación del sistema con el fin de garantizar el cumplimiento del trabajo de integración curricular.

1.2. Estado del Arte

[3] en su investigación titulada “Sistema automático de control de entrada de vehículos” en su trabajo se propone un sistema de control de acceso de vehículos completamente automático que se basa en el reconocimiento de las matrículas de los vehículos. El objetivo fue diseñar e implementar un sistema de control de puertas que automatizará el proceso de ingreso de vehículos y al mismo tiempo aumentará la comodidad y seguridad en la entrada de estacionamientos de sociedades, hospitales, oficinas, etc. Este sistema se implementó utilizando un pequeño conjunto de herramientas que incluyen Arduino. uno, servomotor, sensores ultrasónicos y cámara. La idea fundamental detrás de esto era automatizar el sistema que funciona sin necesidad de intervención humana. El sistema se implementó físicamente y se probó en varias imágenes para comprobar su rendimiento. El sistema fue desarrollado de tal manera que detecta y reconoce con éxito la matrícula del vehículo y determina si permite la entrada o no.

[4] en su investigación titulada “Propuesta de Sistema Automático de Reconocimiento de Matrículas y Matrículas para la Identificación de Vehículos” se propuso un sistema automático y mecanizado de reconocimiento de matrículas y licencias (LNPR) que puede extraer el número de matrícula de los vehículos que pasan por un lugar determinado utilizando algoritmos

de procesamiento de imágenes. No es necesario instalar dispositivos adicionales como GPS o identificación por radiofrecuencia (RFID) para implementar el sistema propuesto. Utilizando cámaras especiales, el sistema toma fotografías de cada vehículo que pasa y envía la imagen a la computadora para que sea procesada por el software LPR. El software de reconocimiento de placas utiliza diferentes algoritmos como localización, orientación, normalización, segmentación y finalmente reconocimiento óptico de caracteres (OCR). Los datos resultantes se aplican para compararlos con los registros de una base de datos. Los resultados experimentales revelan que el sistema presentado detecta y reconoce con éxito la matrícula del vehículo en imágenes reales. Este sistema también se puede utilizar para seguridad y control de tráfico.

[5] en su investigación titulada “Un sistema de reconocimiento automático de matrículas para la gestión de aparcamientos”, mencionaron que es una metodología reconocida internacionalmente que se utiliza en la identificación de vehículos. Los sistemas ANPR permiten el reconocimiento en tiempo real de la matrícula de un vehículo. El estacionamiento de vehículos es un componente importante dentro de cualquier sistema de transporte, por lo que los vehículos a menudo se estacionan en los destinos. Con un mayor número de vehículos de motor en las carreteras, especialmente en los países en desarrollo, se necesita un mecanismo de identificación de vehículos que sea eficaz, asequible y eficiente. También existen mayores desafíos de inseguridad, incluido el terrorismo, que exigen una mayor vigilancia. En la mayoría de las instituciones académicas y aparcamientos, el proceso continuo de registro de entrada al aparcamiento para visitantes, personal o estudiantes que ingresan a la institución implica que un guardia de seguridad tiene que confirmar los detalles de membresía comprobando la etiqueta de membresía en el parabrisas del vehículo o verificando la identificación del conductor. tarjeta. Este proceso de escritura es tedioso, requiere mucho tiempo y tiende a generar grabaciones inexactas; además, realizar copias de seguridad y compartir la información de este vehículo es difícil porque los datos están en copia impresa. Proponemos la adopción de una solución de software móvil que tenga capacidades ANPR para ayudar en la identificación y el registro de vehículos. La aplicación de software desarrollada adoptó una metodología de análisis y diseño orientada a objetos, el software desarrollado implementa el Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR) utilizando la cámara del dispositivo móvil para detectar y capturar la matrícula del vehículo. La solución propuesta redujo el tiempo de registro de 30 segundos a 6 segundos, además de otros beneficios. Se recomendó que el sistema se adoptara e implementara para abordar los desafíos

actuales en el registro y vigilancia de vehículos.

[6] en su investigación titulada “Sistema automático de reconocimiento de matrículas de vehículos para transporte inteligente” mencionaron que las ciudades metropolitanas de todo el mundo están esforzándose por lograr un objetivo común de desarrollo urbano inteligente y sostenible como iniciativa de ciudades inteligentes. Para implementar sistemas de transporte inteligentes como parte de ciudades inteligentes, el reconocimiento automático de las matrículas de los vehículos es esencial para el control de los puntos de control fronterizos, la infracción del tráfico y los semáforos en rojo, y el seguimiento de los vehículos que entran y salen de infraestructuras críticas y agencias gubernamentales. Este artículo presenta una implementación de un sistema de reconocimiento automático de matrículas utilizando matrículas de vehículos en Myanmar como estudio de caso. El enfoque propuesto se puede utilizar para capacitar en el reconocimiento de matrículas de vehículos específicas de un país. Al recopilar más de 1200 imágenes reales de matrículas, entrenar y evaluar el rendimiento, nuestra implementación logra una precisión del 90% para reconocer los caracteres de las matrículas y una precisión del 100% para detectar el número total de matrículas de vehículos en los videos. Hasta donde sabemos, somos los primeros en Myanmar en tener un conjunto de datos de imágenes/videos de matrículas reales e implementar con éxito un sistema de reconocimiento automático de este tipo.

[7] en su artículo que se titula “Un algoritmo de reconocimiento de matrículas para aplicaciones de sistemas de transporte inteligentes”, se propone un nuevo algoritmo para la identificación de matrículas de vehículos, basado en una novedosa técnica de segmentación de imágenes adaptativa (ventanas concéntricas deslizantes) y análisis de componentes conectados en conjunto con una red neuronal de reconocimiento de caracteres. El algoritmo se probó con 1334 imágenes de vehículos en niveles de grises de escenas naturales de diferentes fondos e iluminación ambiental. La cámara enfocó la placa, mientras que el ángulo de visión y la distancia desde el vehículo variaron según la configuración experimental. Las matrículas debidamente segmentadas fueron 1287 sobre 1334 imágenes de entrada (96,5%). El sistema de reconocimiento óptico de caracteres es una red neuronal probabilística (PNN) de dos capas con topología 108-180-36, cuyo rendimiento para el reconocimiento de placas completas alcanzó el 89,1%. El PNN está capacitado para identificar caracteres alfanuméricos de matrículas de automóviles basándose en datos obtenidos del procesamiento algorítmico de imágenes. Combinando las dos tasas anteriores, la tasa general de éxito del algoritmo de reconocimiento de matrículas es del 86,0%. Una revisión

de la literatura relacionada presentada en este artículo revela que se ha informado un mejor rendimiento (90% a 95%) cuando se establecen limitaciones en la distancia, el ángulo de visión, las condiciones de iluminación y la complejidad del fondo es baja.

[8] en su artículo “Un sistema inteligente para el control de acceso de vehículos mediante tecnologías RFID y ALPR” mencionan que presentan un sistema híbrido para el control de acceso de vehículos utilizando tecnologías RFID y reconocimiento automático de matrículas (ALPR). Está demostrado que la tecnología RFID proporciona una solución eficaz a diferentes problemas de seguimiento y localización. Sin embargo, la tecnología tiene sus desventajas a la hora de rastrear objetos/usuarios sin una etiqueta. Por ello, proponemos complementar esta tecnología con ALPR para controlar el acceso de diferentes tipos de vehículos a la zona de La Meca (Arabia Saudita) durante las temporadas de Peregrinación. Esta área limitada puede congestionarse fácilmente con la gran cantidad de vehículos que intentan acceder. Antes del inicio de la temporada, a los vehículos autorizados a acceder a la región se les asignan etiquetas RFID pasivas que especifican su horario de entrada permitido. Los vehículos infractores que no tienen etiquetas RFID se detectan e identifican mediante ALPR. El sistema desarrollado fue probado durante dos temporadas de peregrinación. Los experimentos demostraron que el sistema RFID desarrollado era capaz de identificar todos los vehículos que pasaban con velocidades de hasta 100 km/h, mientras que el sistema ALPR lograba una precisión de reconocimiento del 94% de los vehículos no equipados con etiquetas RFID.

[9] en su investigación “Un eficiente sistema automatizado de reconocimiento de matrículas de vehículos bajo procesamiento de imágenes” mencionan que un sistema automatizado de reconocimiento de matrículas de vehículos que utiliza técnicas de procesamiento de imágenes identifica los números de vehículos sin interferencia humana. Este sistema tiene un impacto significativo debido a su buena aplicación en diversos campos como aparcamiento, control de acceso, control de velocidad, cobro automático de peajes, seguridad fronteriza, detección de violencia en el tráfico y aplicaciones de vigilancia. Este artículo presenta una metodología que es bastante simple, pero a la vez muy eficiente y este sistema consta de cuatro módulos secuenciales que son preprocesamiento, extracción de matrículas, segmentación de caracteres de matrículas y reconocimiento de caracteres. El preprocesamiento tiene como objetivo mejorar la calidad de la imagen que se captura en diversas condiciones de iluminación y resaltar la información destacada que necesitamos, lo que favorece el procesamiento posterior, incluida la extracción, la

segmentación y el reconocimiento. Después del preprocesamiento, se aplican varias operaciones morfológicas para extraer la región de matrícula deseada. Luego, para la segmentación, se aplica el método del cuadro delimitador que segmenta cada letra y número presentes en la región de la matrícula. Finalmente, la coincidencia de plantillas se aplica para identificar todos los caracteres segmentados presentes en la imagen de la matrícula. Los resultados experimentales mostraron que el sistema propuesto puede reconocer los caracteres de las matrículas de manera eficiente y con mayor precisión. Utilizando el software MATLAB, el método propuesto alcanza una precisión de reconocimiento del 94,17%.

[10] en su investigación titulada “Sistema de reconocimiento de matrículas de vehículos: revisión de la literatura e implementación mediante coincidencia de plantillas” mencionan que la creciente riqueza de la India urbana ha hecho que la propiedad de vehículos sea una necesidad. Esto ha resultado en un problema cívico inesperado: el del control del tráfico y la identificación de vehículos. Las zonas de aparcamiento se han visto sobrecargadas debido al creciente número de vehículos que circulan actualmente por las carreteras. El Sistema de Reconocimiento Automático de Matrículas (ANPR) desempeña un papel importante a la hora de abordar estos problemas, ya que su aplicación abarca desde la admisión a aparcamientos hasta la vigilancia del tráfico urbano y el seguimiento de robos de automóviles. Existen numerosos sistemas ANPR disponibles en la actualidad que se basan en diferentes metodologías. En este artículo, intentamos revisar las diversas técnicas y su uso. El sistema ANPR se implementó utilizando la coincidencia de plantillas y se encontró que su precisión era del 80,8% para las matrículas de la India.

[11] en su investigación titulada “Un sistema de detección de matrículas en tiempo real para el acceso a aparcamientos” mencionan que el sistema de detección de matrículas automático y en tiempo real se puede utilizar como control de acceso de entrada de vehículos a la zona de aparcamiento. El problema es cómo reconocer los vehículos que entrarán al estacionamiento y cómo reconocer varios tipos de matrículas en diversas condiciones de iluminación de forma rápida y precisa. En esta investigación se desarrolló el prototipo con un sistema de detección para reconocer los vehículos que ingresarán al área de estacionamiento y un sistema de reconocimiento de matrículas. En el sistema de reconocimiento de matrículas, la transformada de Fourier y el método del modelo oculto de Markov han propuesto detectar la ubicación de la matrícula y, como segmentación de caracteres, reconocer las matrículas de Indonesia. Los resultados de la investigación han demostrado que el sistema prototipo desarrollado ha reconocido con éxito todas

las matrículas de Indonesia en diversas condiciones de iluminación y posición de la cámara. El porcentaje de reconocimiento de placas en el experimento en tiempo real es del 84,38% y el tiempo medio de ejecución de todo el proceso de reconocimiento es de 5,834 segundos.

[12] en su investigación “Desarrollo de una autenticación de dos factores para el control de plazas de aparcamiento de vehículos basada en el reconocimiento automático de matrículas y la identificación por radiofrecuencia” mencionan que propusieron una autenticación de dos factores para los controles de acceso de vehículos utilizando el reconocimiento automático de matrículas (ANPR) y el sistema de identificación por radiofrecuencia (RFID) para los puntos de acceso de vehículos de la Universidad de Zambia (UNZA). La Universidad de Zambia está experimentando un desafío cada vez mayor en cuanto a espacios de estacionamiento y controles de acceso de vehículos hacia y dentro de las instalaciones del campus. La encuesta realizada revisó que los miembros del personal encontraron dificultades para encontrar espacios de estacionamiento debido a intrusiones. La encuesta también revisó que se han robado vehículos dentro de las áreas de estacionamiento del campus sin ser detectados. Se desarrolló un sistema de control de acceso que utiliza tecnologías ANPR y RFID integradas para proporcionar cinco estados de autenticación que cumplieran con los requisitos de diferentes puntos de acceso de vehículos. Fue construido con configuraciones lógicas 'ORed' y 'ANDed' para lograr cinco estados diferentes de niveles de autenticación, cada uno adecuado para un punto de acceso en particular. El sistema ANRP utilizó la matrícula del vehículo para autenticar el vehículo mediante el uso de la cámara. Por otro lado, el sistema RFID utilizaba la tarjeta/etiqueta del conductor a través del lector de tarjetas RFID para autenticar al usuario. Los registros de transacciones diarias se enviaban al centro de seguridad, donde se podía recuperar fácilmente la información. Esta propuesta resolvió amigablemente el acceso ilegal a áreas restringidas, las amenazas de robo de vehículos de motor y el fallo del sistema de registro de transacciones.

[13] titulada de “Reconocimiento de matrículas de vehículos mediante Matlab” mencionaron que el sistema de videovigilancia se utiliza con fines de seguridad y como sistemas de monitoreo. Pero la detección de objetos en movimiento es una parte desafiante de la videovigilancia. El sistema de videovigilancia se utiliza para seguridad doméstica, aplicaciones militares, seguridad bancaria/cajeros automáticos, monitoreo de tráfico, etc. Hoy en día, debido a la disminución de los costos de los sistemas de videovigilancia de alta calidad, la detección y el seguimiento de la actividad humana se han vuelto cada vez más prácticos. En consecuencia, se han diseñado

sistemas automatizados para numerosas tareas de detección, pero la tarea de detectar vehículos estacionados ilegalmente se ha dejado en gran medida a los operadores humanos de los sistemas de vigilancia. La detección de vehículos indios por sus matrículas es el tema de investigación más interesante y desafiante de los últimos años. Se observa que las matrículas de los vehículos tienen diferentes formas y tamaños y también tienen diferentes colores en distintos países. Este trabajo propone un método para la detección e identificación de matrículas de vehículos que ayudará en la detección de matrículas de vehículos autorizados y no autorizados. Este artículo presenta un enfoque basado en una operación morfológica simple pero eficiente y el método de detección de bordes de Sobel. Este enfoque se simplifica para segmentar todas las letras y números utilizados en la matrícula mediante el método del cuadro delimitador. Después de la segmentación de los números y caracteres presentes en la matrícula, se utiliza un método de coincidencia de plantillas para el reconocimiento de números y caracteres. El concentrado se administra para ubicar correctamente la región de la matrícula para segmentar todos los números y letras para identificar cada número por separado.

[14] en su artículo titulado “Reconocimiento automatizado de matrículas: una encuesta sobre métodos y técnicas” mencionaron que con el crecimiento explosivo del número de vehículos en uso, se requieren sistemas de reconocimiento automático de matrículas (ALPR) para una amplia gama de tareas como aplicación de la ley, vigilancia y operaciones de peajes. Las especificaciones operativas de estos sistemas son diversas debido a las diferencias en la aplicación prevista. Por ejemplo, es posible que deban ejecutarse en dispositivos portátiles o servidores en la nube, u operar en condiciones climáticas adversas y con poca luz. Para cumplir con estos requisitos, se han desarrollado una variedad de técnicas para el reconocimiento de matrículas. Aunque ha habido una mejora notable en los métodos ALPR actuales, existe un requisito que se debe cumplir con técnicas ALPR para un entorno complejo. Por tanto, muchos enfoques son sensibles a los cambios de iluminación y funcionan principalmente a la luz del día. Este estudio explora los métodos y técnicas utilizados en ALPR en la literatura reciente. Presentamos un análisis crítico y constructivo de estudios relacionados en el campo de ALPR e identificamos el desafío abierto que enfrentan los investigadores y desarrolladores. Además, proporcionamos direcciones y recomendaciones de investigación futuras para optimizar las soluciones actuales para trabajar en condiciones extremas.

[15] en su investigación que lleva por título “Reconocimiento automático de matrículas

mediante aprendizaje profundo” mencionan que en esta era de tecnologías de rápido crecimiento, existe una gran demanda entre la gente de un estilo de vida y viajes seguros. En la última década, el número de vehículos en circulación ha aumentado. El seguimiento de vehículos individuales se convierte en una tarea muy desafiante con el crecimiento masivo del sector vehicular todos los días. Este artículo sugiere un sistema automatizado de seguimiento de vehículos para vehículos que se mueven rápidamente con la ayuda de cámaras de vigilancia en la carretera. El proceso de obtener imágenes de CCTV en tiempo real es un proceso muy tedioso. Para abordar este problema, se utiliza un modelo eficiente de aprendizaje profundo como You Only Look Once (YOLO) para la detección de objetos. El trabajo propuesto consta de cuatro pasos principales. En el primer paso, las secuencias de vídeo se convierten en imágenes y se detecta el coche en cada uno de los fotogramas. En el siguiente paso, se detecta la matrícula de los automóviles detectados. En el paso final, la lectura de los caracteres de la matrícula se reconoce a partir de las matrículas detectadas. El modelo de aprendizaje profundo propuesto utiliza la biblioteca ImageAI para facilitar el proceso de capacitación. Las imágenes de matrículas de Tamil Nadu se utilizan para analizar el rendimiento del modelo. Se logra una precisión del 97% para la detección de automóviles, una precisión del 98% para la localización de matrículas y una precisión del 90% para el reconocimiento de caracteres.

[16] en su artículo titulado “Un algoritmo de reconocimiento de matrículas aplicado a un sistema de transporte inteligente” proponen que un algoritmo para el reconocimiento de matrículas (LPR) aplicado al sistema de transporte inteligente sobre la base de una novedosa técnica de eliminación de sombras y algoritmos de reconocimiento de caracteres. Este artículo tiene dos contribuciones principales. Una contribución es un nuevo método binario, es decir, el método de eliminación de sombras, que se basa en el algoritmo mejorado de Bernsen combinado con el filtro gaussiano. Nuestra segunda contribución es un algoritmo de reconocimiento de caracteres conocido como integración de máquina de vectores de soporte (SVM). En la integración SVM, las características de los caracteres se extraen de la malla elástica y se toma como objeto de estudio toda la cadena de caracteres de la dirección, en lugar de un solo carácter. Este artículo también presenta técnicas mejoradas para la corrección de la inclinación de la imagen y la mejora del gris de la imagen. Nuestro algoritmo es robusto ante la variación de iluminación, ángulo de visión, posición, tamaño y color de las matrículas cuando se trabaja en un entorno complejo. El algoritmo se probó con 9026 imágenes, como imágenes de vehículos de escenas

naturales que utilizan diferentes fondos e iluminación ambiental, especialmente para imágenes de baja resolución. Las placas fueron correctamente ubicadas y segmentadas en 97,16% y 98,34%, respectivamente. El sistema de reconocimiento óptico de caracteres es la integración SVM con diferentes características de caracteres, cuyo rendimiento para números, kana y reconocimiento de direcciones alcanzó el 99,5%, 98,6% y 97,8%, respectivamente. Combinando las pruebas anteriores, el rendimiento general de éxito de la matrícula alcanza el 93,54% cuando el sistema se utiliza para LPR en diversas condiciones complejas.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General: Desarrollar e implementar un algoritmo de reconocimiento de placas vehiculares que se integre de manera efectiva en un sistema web que permita llevar la gestión de vehículos, conductores, usuarios e ingreso de entradas y salidas de los vehículos.

1.3.2. Objetivos Específicos:

- Establecer los requerimientos por medio de entrevistas a la empresa de seguridad de la institución.
- Crear una base de datos que actuará como depósito de números de placas de automóviles previamente registrados además de registrar vehículos, conductores, usuarios e ingreso y salida de vehículos.
- Desarrollar un modelo de deep learning que permita el reconocimiento de placas vehiculares.
- Diseñar un sistema web que permita integrar el modelo y llevar la gestión de vehículos, conductores, usuarios e ingreso y salida de vehículos.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. *Datos de imágenes*

Las cámaras digitales, los videojuegos, los sitios web y más aprovechan los avances en el almacenamiento y la representación de datos de imágenes para expresar y representar mejor sus respectivos medios, pero la complejidad de dichos datos es mucho mayor que simplemente representar una mezcla de luces rojas, verdes y azules [17]. Examinar los datos de imágenes tal como se representan en una máquina, así como se muestran los datos de imágenes en las pantallas, crea una mayor comprensión de cómo los medios antes mencionados hacen uso de los datos de imágenes.

2.2. *Introducción a los datos de imágenes*

Los datos de imágenes y las imágenes digitales se utilizan en casi todos los aspectos de la tecnología moderna, incluidas las interfaces gráficas de usuario, los videojuegos e incluso las películas. A pesar de su prevalencia, una comprensión sólida de los datos de imágenes es sorprendentemente poco común, y si bien la teoría del color, como los colores aditivos, puede entenderse, las facetas más complejas de los datos de imágenes a menudo pasan desapercibidas, ya que los algoritmos de compresión modernos se basan en matemáticas avanzadas y una comprensión de la percepción humana del color para lograr un rendimiento óptimo [18].

Es cierto que el concepto fundamental de datos de imágenes gira en torno a la mezcla de los colores rojo, verde y azul; sin embargo, simplemente terminar con el conocimiento es un flaco favor a las complejidades y logros de los métodos modernos de almacenar y representar datos de imágenes. Aparte de eso, para comenzar a discutir datos de imágenes, el punto de partida ideal sería la teoría general del color, y cómo las computadoras pueden crear más de dieciséis millones de colores diferentes combinando 24 bits que representan rojo, verde y azul [19]. Teniendo en cuenta que el ojo humano sólo puede diferenciar diez millones de colores diferentes, los 24 bits permiten a las computadoras almacenar y mostrar más colores de los que el ojo humano puede reconocer.

Las computadoras utilizan monitores para mostrar gráficos al usuario y, desde el punto de vista del usuario, los gráficos se componen de miles, incluso millones de píxeles, y a menudo

parecen fluir naturalmente. Si bien los monitores son capaces de mostrar millones de colores diferentes, la fuerza impulsora detrás de esta capacidad es simple.

Detrás de cada píxel de una pantalla hay luces rojas, verdes y azules individuales, y los colores que percibimos en una pantalla son en realidad mezclas borrosas de luces rojas, verdes y azules en diferentes niveles de intensidad. El negro se presenta con las tres luces apagadas, mientras que el blanco es visible cuando los tres colores omiten el brillo máximo. De manera similar, el amarillo se puede crear solo con las luces verde y roja, y esta aparente ilusión óptica se puede ver cuando las luces individuales de un píxel se vuelven discernibles entre sí.

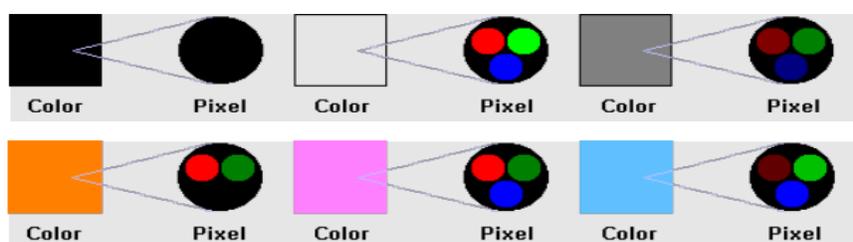


Figura 1. Colores de ejemplo como resultado de mezclar luces rojas, verdes y azules.

Nota. Recuperado de [19].

Cabe señalar que los monitores de computadora utilizan RGB como base para todos los colores, mientras que las impresoras utilizan el cian, magenta, amarillo y negro. Esto se debe a que los RGB son colores aditivos, mientras que los CMYK son colores sustractivos, con la diferencia de que los colores aditivos se volverán más blancos a medida que se intensifican, mientras que los colores sustractivos se vuelven más oscuros a medida que los colores se intensifican. Tomado de [20].



Figura 2. Una imagen mostrada utilizando RGB y CMYK.

Nota. Recuperado de [18].

Se pueden usar varios formatos diferentes para indicar el color de un píxel; sin embargo, las computadoras resolverán el binario con los mismos valores. En el nivel más alto, los colores se pueden escribir como 'rojo', 'naranja', 'amarillo', 'verde', 'azul', 'púrpura', etc. Esto, naturalmente, se vuelve inviable en cierto momento, ya que nombrar dieciséis millones de colores diferentes es una tarea casi imposible, y recordarlos todos aún más [1]

Sin embargo, en aplicaciones limitadas, como maquetas de CSS, se pueden utilizar nombres para anotar los colores. Un formato más común y popular utilizado para indicar el color es el hexadecimal, ya que se relaciona más estrechamente con el binario subyacente. Si bien el formato utilizado para guardar la imagen determinará la gama de colores disponibles, el color de 24 bits es un formato utilizado con frecuencia que asigna un byte (8 bits) para rojo, verde y azul, respectivamente.

En lugar de escribir veinticuatro ceros y unos, el hexadecimal lo acorta a seis caracteres, que van del 0 al 9 y de la A a la F, y cada dos caracteres representan un color subyacente diferente. La notación hexadecimal suele tener como prefijo el símbolo '#', aunque el prefijo '0x' también se puede utilizar para indicar hexadecimal. FF0000 representa rojo puro, #00FF00 verde puro y #0000FF azul puro. El máximo de cada color, FF, se resuelve en el decimal 255 y, aunque se puede utilizar y se utiliza la representación decimal, los dos suelen ser intercambiables. El número 255 se utiliza ya que es el equivalente decimal a 1 byte que es todo unos, o 11111111, que en binario equivale a $255 (2^8 - 1)$, aunque 0 está reservado sin color, lo que permite el rango de 0-255.

2.3. Almacenamiento y formatos de datos de imágenes

Dos de los formatos de datos de imágenes más conocidos y populares son el formato de gráficos de red portátiles, PNG, y el formato del grupo conjunto de expertos en fotografía, JPG, aunque el formato de mapa de bits, BMP, también puede utilizarse comúnmente. En general, PNG y JPG se diferencian por ser sin pérdida o con pérdida [2]. En otras palabras, un PNG conserva el valor original de una imagen, mientras que un JPG pierde la imagen original con el tiempo y puede verse en la creación de imágenes en Internet. Un PNG, cuando se descarga, se carga, se descarga, etc., tendrá el mismo aspecto que cuando se cargó por primera vez, mientras que un JPG puede comenzar a verse en forma de 'bloques' y perder la nitidez de los bordes

[21].



Figura 3. Gráficos de red portátiles versus formatos del Grupo Conjunto de Expertos en Fotografía.

Nota. Recuperado de [21].

Si bien esta comparación no es del todo inexacta, no logra captar la imagen completa. Un PNG, aunque no tiene pérdidas, utiliza algoritmos complicados para comprimir la imagen a un tamaño más manejable. Un verdadero formato sin pérdidas, sin compresión alguna, existe en el formato de mapa de bits o BMP.

Un mapa de bits no aplica ningún algoritmo de compresión, lo que significa que un mapa de bits de 24 bits reservará 3 bytes para cada píxel de la imagen y, debido a esto, un mapa de bits puede aumentar de tamaño rápidamente. Un mapa de bits de 100x100, independientemente de los colores utilizados, costará un mínimo de 30 kb, mientras que un JPG de 100x100 con píxeles completamente negros (#000000) cuesta sólo 823 bytes, o un poco menos de 1 kb. Otra diferencia clave a tener en cuenta es la compatibilidad con la transparencia, que se puede encontrar en PNG y no en BMP [22].

Una alternativa a estos tres formatos es un archivo vectorial, que, en lugar de basarse en almacenar píxeles, almacena ecuaciones matemáticas que crean la imagen cuando se dibuja, a menudo a través de formas. Si bien son poco comunes, las imágenes vectoriales encuentran algún uso en el diseño web, ya que los principios matemáticos permiten que las imágenes se escalen con la página, lo que a menudo es útil para brindar soporte para una variedad de pantallas. Uno de esos formatos de archivo que aprovecha las propiedades vectoriales es el archivo de gráficos vectoriales escalables, o SVG [23]

Dicho todo esto, en un formato de archivo hay más que una simple extensión de archivo y, como tal, cambiar el nombre de image.png a image.jpg no convertirá la imagen de sin pérdidas a con pérdidas. Al igual que muchos otros formatos de archivo, los formatos de archivos de datos de imágenes tienen el prefijo de códigos únicos que le indican a la aplicación qué archivo son. Si bien estas firmas de archivos se pueden ver en binario, para facilitar la lectura, se presentarán en hexadecimal.

Un archivo JPG podría tener una de varias firmas, algunas de las cuales incluyen FF D8 FF DB, FF D8 FF E0 y FF D8 FF EE. Un PNG contiene la firma de archivo 89 50 4E 47 o 0D 0A 1A 0A, mientras que los mapas de bits contienen una firma de archivo más corta de 42 4D. Algunas aplicaciones pueden convertir un archivo de un formato a otro; sin embargo, el mero hecho de cambiar el nombre de una extensión de archivo no cambia el formato subyacente [24].

Los formatos de archivos de imagen PNG y JPG se basan en algoritmos de compresión

para mantener el tamaño de una imagen más pequeño que un mapa de bits y, por esta razón, se diferencian de los mapas de bits sin formato. JPG obtiene su compresión en parte debido a cómo el ojo humano percibe el color; sin embargo, este mismo razonamiento también conduce a la naturaleza con pérdida de una imagen JPG [25]. Al utilizar cian, magenta, amarillo y negro (CMYK) como colores base, JPG disminuye el tamaño del archivo al reducir los valores de cian y magenta.

Esto se basa en el conocimiento de que el cerebro es más sensible a los cambios en los valores de amarillo (o más precisamente, de luminancia, en resumen, el brillo de una imagen) que en cian o magenta. Si bien el color real y crudo puede cambiar, es probable que el cerebro humano no note la diferencia. JPG tomará un bloque de 8x8 píxeles, comprimirá los filtros cian y magenta y pasará al siguiente bloque, hasta que se haya repetido toda la imagen. Este método de tomar 8x8 píxeles a la vez es, en última instancia, lo que le da a JPG los artefactos en bloques que se pueden ver en imágenes muy comprimidas [26].

PNG comprime imágenes basándose en las relaciones de los píxeles entre sí. Mientras escanea datos de imágenes, PNG busca relaciones matemáticas entre los píxeles, específicamente los valores RGB, y aplicará un filtro a toda la línea, aunque lo hará a cada valor de forma independiente. Una gran simplificación excesiva de un algoritmo complejo, se puede tomar como ejemplo lo siguiente. Una línea de píxeles contiene los valores decimales 100, 90, 80, 70 y 60, y contiene los mismos valores para rojo, verde y azul.

En lugar de almacenar estos números más grandes, PNG identifica un descenso de -10 en el valor de cada píxel y, en su lugar, guardará la línea como 100 -10 -10 -10 -10. Cuando se abre ese archivo PNG, los valores originales se restauran agregando cada valor posterior. El algoritmo de compresión PNG real es mucho más complejo que este ejemplo, lo que puede llevar a que dos imágenes iguales tengan dos tamaños de archivo muy diferentes; sin embargo, en un nivel básico, esta relación entre los píxeles y sus valores de color individuales es lo que impulsa el algoritmo [27].

2.4. Mapas de bits

En comparación con los complejos algoritmos que intervienen en la compresión de imágenes JPG y PNG, los mapas de bits se basan en una relación uno a uno más simple entre

píxeles y bits almacenados. Los mapas de bits se pueden escribir a mano utilizando un editor hexadecimal, lo que requiere sólo un encabezado de archivo y los datos de píxeles en sí. La diferencia más drástica entre los formatos de mapas de bits se puede atribuir a la disponibilidad de color, que va desde monocromo y escala de grises hasta color "verdadero", o más colores de los que el ojo humano puede diferenciar. Si bien se pueden lograr monocromos y escalas de grises utilizando mapas de bits de color verdadero, existen opciones que refuerzan estas características y, de hecho, reducen en gran medida el tamaño del archivo [28].

Con la potencia computacional y la capacidad de almacenamiento de las computadoras modernas, guardar bytes no es un problema tan grande, por lo que a menudo los mapas de bits se guardan como mapas de bits de 24 bits o como el color verdadero antes mencionado. La imagen de un mapa de bits monocromático se almacena, de forma muy parecida al color, como color "sin color", que se asigna a 1 o 0 y, como tal, se conocen como mapas de bits de 1 bit, ya que un bit representa un píxel [29].

Si un mapa de bits de 1 bit se hubiera convertido en un mapa de bits de 24 bits, se necesitarían 24 bits para representar cada píxel, o #FFFFFF y #000000, aumentando el tamaño del archivo en un factor de veinticuatro. Algunas otras opciones para la profundidad de color del mapa de bits incluyen 4 bits, 8 bits, 16 bits y 32 bits. Si bien la única diferencia real entre 4 bits, 8 bits, 16 bits y 24 bits es la cantidad de bits reservados para el color, los mapas de bits de 32 bits introducen un byte adicional para el canal alfa, más comúnmente conocido como transparencia. Los mapas de bits de 32 bits son bastante poco comunes, ya que el soporte para el canal alfa agregado no es universalmente compatible, favoreciendo en cambio la transparencia de PNG [29] [27] [30].

Para establecer correctamente la profundidad de color de un mapa de bits, el encabezado del archivo debe escribirse para indicarle a la computadora exactamente lo que está mirando. Un encabezado de mapa de bits tiene aproximadamente 40 bytes de longitud, aunque esto puede variar ligeramente según la configuración escrita. El encabezado del archivo se escribirá automáticamente mediante aplicaciones de edición; sin embargo, si se utiliza un editor hexadecimal, se puede escribir un mapa de bits a mano. El siguiente binario se representará en hexadecimal, pero se puede lograr lo mismo si se escribe como equivalente binario.

Todos los mapas de bits comenzarán con 42 4D, que especifica que los siguientes datos

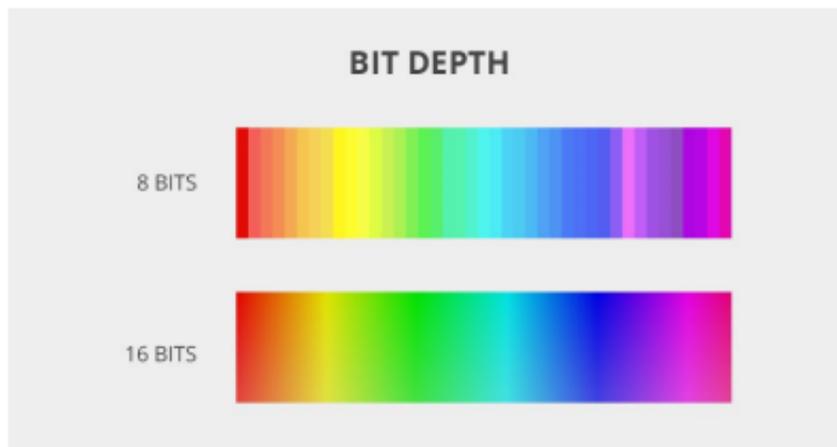


Figura 4. Comparación de profundidad de 8 bits versus 16 bits.

Nota. Recuperado de [22].

pertenecen a un archivo de mapa de bits. Luego se deben reservar varios bytes para el tamaño del archivo, y el editor de imágenes utilizará los bytes posteriores según sea necesario, aunque esto no tiene ningún efecto en el mapa de bits en sí y puede dejarse como 00 00 00 00 si se crea en un editor hexadecimal[21]. Para diferenciar el encabezado de los propios datos de la imagen, se debe especificar la longitud del encabezado en bytes.

Lo siguiente es el ancho y alto del mapa de bits en píxeles, con dos bytes reservados para cada uno, lo que permite un ancho y alto máximo de 65,536 x 65,536 píxeles, que en color de 24 bits requiere más de cien mil millones de bits, o una cifra asombrosa. 12,8 GB. En aquellas circunstancias en las que se requieren grandes dimensiones, se deben preferir los formatos que admitan la compresión [31]. Luego se requiere información relacionada con los colores, siendo la parte más importante la cantidad de bits reservados para cada píxel, 00x18 para color de 24 bits.

También se pueden especificar los colores totales y los colores importantes, aunque a menudo se dejan en blanco, o 00 00 00 00 para ambos. Si bien los algoritmos de compresión se pueden configurar en este punto, algunas profundidades de bits, en particular 16 y 32 bits, no admiten la compresión. La longitud del encabezado ahora debería coincidir con lo especificado anteriormente, por lo que ahora se pueden escribir los datos de la imagen [32]. De forma predeterminada, los mapas de bits leen los datos de la imagen de abajo hacia arriba, de izquierda

a derecha, lo que significa que la primera línea de píxeles del archivo se correlaciona con la línea inferior de píxeles de la imagen real.

Un mapa de bits de 24 bits con un ancho y alto de 4x4 tendrá el siguiente encabezado: 42 4D 4C 00 00 00 00 00 00 00 1A 00 00 00 0C 00 00 00 04 00 04 00 01 00 18 00 Con el encabezado completado, terminando el mapa de bits es tan simple como escribir los colores de cada píxel respetando la profundidad, el ancho y la altura del color especificados en el encabezado [32] [27] [30]

2.5. *Aprendizaje profundo o Deep Learning*

El aprendizaje profundo, también conocido como deep learning, es una rama avanzada de la inteligencia artificial (IA) que se centra en la construcción y entrenamiento de modelos computacionales denominados redes neuronales profundas. Estas redes están diseñadas para simular el funcionamiento del cerebro humano, con capas de nodos interconectados que procesan y analizan datos de manera jerárquica. A diferencia de los métodos tradicionales de aprendizaje automático, el aprendizaje profundo permite a los modelos aprender representaciones complejas y abstracciones de los datos de entrada, facilitando la extracción de patrones y características sofisticadas [33].

El núcleo del aprendizaje profundo reside en el proceso de entrenamiento, donde el modelo ajusta iterativamente sus parámetros para minimizar la discrepancia entre las predicciones y las etiquetas reales. Este enfoque ha demostrado ser especialmente efectivo en tareas como reconocimiento de voz, visión por computadora, procesamiento del lenguaje natural y juegos, alcanzando niveles de rendimiento que superan a los métodos convencionales. A medida que evoluciona la investigación en este campo, el aprendizaje profundo continúa desempeñando un papel crucial en el avance de la IA, brindando nuevas oportunidades y desafíos para la resolución de problemas complejos en diversas disciplinas [34].

2.6. *Redes neuronales*

Las redes neuronales, a veces denominadas aprendizaje profundo, están formadas por neuronas artificiales que abarcan un número determinado de capas. Cada neurona individual recibe alguna entrada, la combina con su peso o sesgo conocido y crea una salida. Con capas

más grandes o completamente conectadas, las neuronas individuales pueden recibir decenas, cientos o incluso miles o más de entradas y deben determinar la salida en consecuencia.

Las redes neuronales utilizan una función de activación elegida para decidir la salida de una neurona; tales ejemplos incluyen las funciones de activación de unidad lineal rectificadas, sigmoidea y tangente hiperbólica. El resultado final de la red neuronal es la predicción del modelo, que varía según la tarea en cuestión [35].

Para la clasificación de imágenes, la salida es la clase de imagen predicha; para la detección de objetos, la salida generalmente consta de cuadros delimitadores para cualquier objetivo predicho. Naturalmente, las tareas más complejas requieren más neuronas para interpretar los datos disponibles, lo que da como resultado redes neuronales con cincuenta o más capas, con un recuento total de parámetros que llega a millones [27].

Una red neuronal puede aprender a hacer predicciones precisas sobre los datos del tren mediante la propagación hacia atrás, que a su vez está controlada por el descenso de gradiente. El descenso de gradiente es un algoritmo de optimización que permite que una red neuronal ajuste iterativamente sus pesos a medida que ve más datos, con el objetivo de minimizar la pérdida o las predicciones incorrectas. La pendiente del descenso del gradiente se gestiona con el parámetro de tasa de aprendizaje, donde tasas de aprendizaje más altas se correlacionan con un descenso del gradiente más pronunciado.

El beneficio de utilizar una tasa de aprendizaje mayor es la reducción del tiempo de entrenamiento; sin embargo, la desventaja es que el modelo tiene una mayor probabilidad de perder la mejor minimización de pérdidas posible. Alternativamente, una tasa de aprendizaje menor puede tardar más en entrenarse, pero probablemente tendrá menos pérdida de entrenamiento [22].

Después de cada iteración, el modelo ajusta sus pesos de acuerdo con la pendiente del descenso del gradiente, y la retropropagación maneja estos cambios. Cuando los datos se introducen en la red neuronal, cada neurona calcula su salida a partir de la entrada y la transmite. Con el error calculado tras la predicción, la red neuronal ajusta primero sus pesos de las capas posteriores para intentar generar resultados más precisos para la siguiente iteración. Esta es también la razón por la que se produce el sobreajuste: con una cantidad limitada de datos, o cuando se entrena con los mismos puntos de datos demasiadas veces, la red neuronal esencialmente crea un conjunto de pesos extremadamente preciso que funciona excelentemente

con los datos del tren, pero es demasiado específico para realizarlo adecuadamente sobre nuevos datos [18].

2.7. *Redes neuronales y datos de imágenes*

Las tareas relacionadas con datos de imágenes generalmente requieren redes más profundas debido a la complejidad de extraer características de una imagen, que para el modelo no es más que una matriz de n dimensiones. La capa de entrada descompone la imagen en partes más pequeñas que pasan a través de la red, identificando primero las características más simples antes de construir otras más complejas a través de las neuronas de la red, reuniendo lo que se cree que es la imagen [31].

Como se ve a continuación en la Figura 7, la red neuronal de ejemplo comienza dividiendo los datos en un conjunto de características, buscando puntos naranjas y azules a la izquierda y a la derecha, arriba y abajo, y así sucesivamente. A medida que las neuronas reciben las salidas de las capas anteriores, comienzan a surgir características más complejas hasta que finalmente la capa de salida contiene las características más complejas que se incluyen en la salida predicha. Aunque están demasiado simplificados, los puntos azules y naranjas pueden representar objetos dentro de una imagen que la red neuronal está tratando de aprender a identificar [28]. Las características extraídas por la red neuronal se introducen en una red de propuesta de región secundaria que intenta juntar las características en cuadros delimitadores y segmentaciones de instancias, si es aplicable.

2.8. *Segmentación de placas*

2.8.1. *Uso de conectividad de píxeles:* La segmentación se realiza en la imagen binaria derivada de la imagen de entrada, etiquetando los píxeles conectados en componentes conectados, que se analizarán en aspectos como el tamaño y la relación de aspecto, para determinar si pertenecen a caracteres de la matrícula. La desventaja, sin embargo, es que fallará en personajes que estén unidos o rotos [25].

2.8.2. *Uso de perfiles de proyección:* Dado que los caracteres y las placas son de diferentes colores para que los seres humanos puedan distinguirlos, deben tener valores diferentes en la imagen binaria. Se proponen algunos métodos para proyectar la matrícula binaria extraída

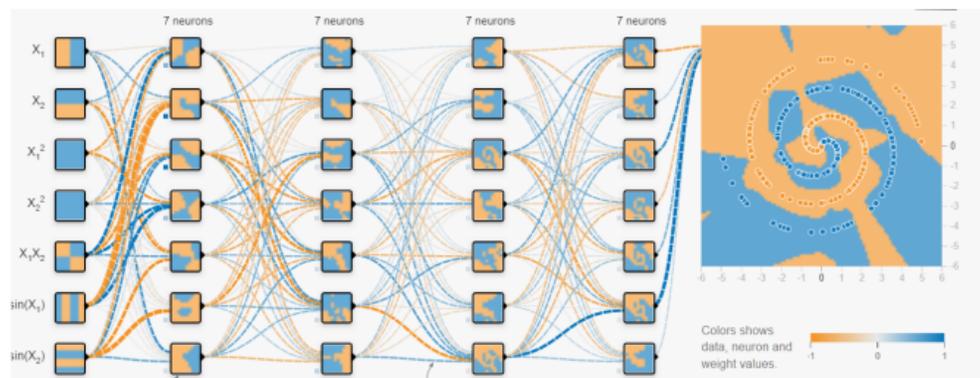


Figura 5. Red neuronal que identifica características en los datos.

Nota. Recuperado de [28].

verticalmente para determinar las posiciones inicial y final de los caracteres y horizontalmente para determinar la posición de cada uno. La información del color de los caracteres reemplazó la información binaria en la proyección [29].

La ventaja de este tipo de métodos es que la segmentación es independiente de las posiciones de los caracteres, sin embargo, la desventaja es que depende de la calidad de la imagen de entrada porque cualquier ruido podría afectar el valor de proyección. Además, este tipo de métodos requieren conocimientos previos sobre el número de caracteres.

2.8.3. Utilizar conocimientos previos de los personajes: El conocimiento previo de los caracteres puede resultar útil para las placas de algunos países porque sus placas están estandarizadas y por lo tanto no son versátiles, como las placas chinas. El trazado es fijo salvo algunas placas especiales como las de vehículos militares. Se propone un enfoque que proporciona una solución para detectar placas de vehículos que están gravemente degradadas [36]. Primero se ubica la placa mediante la colocación de colores, luego se usan las dimensiones de cada carácter para la segmentación. El diseño de las placas chinas proporciona información para que el clasificador reconozca los caracteres posteriormente. La ventaja de estos métodos es su simplicidad. Sin embargo, la matrícula extraída no debe corresponder a ningún desplazamiento de la ubicación de la placa de verdad terrestre; de lo contrario, los resultados de la extracción pueden aparecer en segundo plano en lugar de caracteres.

2.8.4. *Uso de contornos de caracteres:* La información de contorno también se utiliza para la segmentación de placas. Un modelo de contorno activo impulsado por la forma que utiliza un algoritmo variacional de marcha rápida [37]. La ubicación aproximada de las placas se encuentra en la primera etapa mediante una técnica de marcha rápida ordinaria en combinación con una función de velocidad dependiente de la pendiente y de la curvatura. En la segunda etapa se determinan los límites exactos de las placas mediante un método especial de marcha rápida.

2.8.5. *Uso de características combinadas:* Se pueden usar dos o más características de los caracteres para segmentar la matrícula de manera más eficiente. El método descrito segmenta los caracteres numéricos principales de una matrícula mediante programación dinámica (DP) [38]. Es muy rápido al aplicar el enfoque ascendente del algoritmo DP y es robusto al minimizar el uso de características que dependen del entorno, como el color y los bordes.

2.9. *Reconocimiento de placas*

2.9.1. *Uso de datos sin procesar:* La coincidencia de plantillas es simple y directa en el reconocimiento de placas. Mide la distancia o similitud entre la plantilla y el personaje. Cualquiera que sea la plantilla a la que sea similar el personaje, el índice correspondiente será el resultado del reconocimiento. La imagen binaria se usa comúnmente en la coincidencia de plantillas porque, de lo contrario, la escala de grises cambiará si la iluminación es diferente. Este tipo de método es útil para reconocer caracteres de una sola fuente, no rotados, no rotos y de tamaño fijo. Aunque este método es sencillo, es bastante limitado.

2.9.2. *Uso de funciones extraídas:* Este es el método más común para el reconocimiento de caracteres. Reduce el tiempo de procesamiento ya que no involucra todos los píxeles como lo hace el método de coincidencia de plantillas. Y supera al método de coincidencia de plantillas cuando los caracteres están distorsionados. Las características extraídas forman un vector de características que se compara con los vectores de características almacenados previamente para medir la similitud [26].

2.10. *Google Colab*

Google Colab, una innovadora plataforma en la nube desarrollada por Google, revoluciona la forma en que los científicos de datos e investigadores abordan el aprendizaje profundo e

inteligencia artificial. Este entorno colaborativo se basa en cuadernos Jupyter, permitiendo a los usuarios ejecutar código Python directamente desde el navegador sin la necesidad de configuraciones locales. Lo distintivo de Colab radica en su acceso gratuito a recursos computacionales, incluyendo GPU y TPU, facilitando la aceleración de tareas intensivas en cómputo, como entrenamiento de modelos de aprendizaje profundo. La plataforma no solo democratiza el acceso a hardware especializado, sino que también fomenta la colaboración en tiempo real, ya que varios usuarios pueden trabajar conjuntamente en un mismo cuaderno, mejorando así la productividad y la eficiencia en proyectos colaborativos [39].

Con una interfaz intuitiva, Google Colab se ha convertido en un aliado invaluable para la comunidad de aprendizaje profundo y ciencia de datos. Al integrarse de manera fluida con bibliotecas populares como TensorFlow y PyTorch, Colab facilita el desarrollo y la experimentación con modelos complejos, permitiendo a los usuarios centrarse en la creatividad y la innovación en lugar de lidiar con configuraciones técnicas. Esta plataforma representa un paso significativo hacia la accesibilidad y la democratización de la inteligencia artificial, brindando a los profesionales y entusiastas de la tecnología una herramienta poderosa y colaborativa para avanzar en sus investigaciones y proyectos. [39].

2.11. *Python*

Python es un lenguaje de programación multipropósito, de alto nivel y orientado a objetos: tres propiedades que lo hacen popular entre codificadores y desarrolladores. Python es multipropósito porque puede usarse para crear software y aplicaciones, diseñar sitios web y automatizar tareas repetitivas. A los desarrolladores web y científicos de datos les gusta Python por su amplia gama de bibliotecas complementarias, su sintaxis accesible y su portabilidad [40]. Las herramientas y paquetes de la biblioteca ayudan a los desarrolladores a acortar y optimizar su tiempo de codificación, y muchos programadores aprecian que Python requiere menos tiempo para crear proyectos.

Como lenguaje de alto nivel, Python utiliza una sintaxis de comandos fácil de leer que convierte a código de máquina. También funciona en las plataformas Mac, Windows y Linux, lo que lo hace accesible a casi todos los programadores. Como lenguaje orientado a objetos, Python organiza programas en objetos y clases que se pueden reutilizar a lo largo de un proyecto.

2.11.1. Opencv: (Open Source Computer Vision) es una biblioteca de visión por computadora multiplataforma gratuita para el procesamiento de imágenes en tiempo real. El software OpenCV se ha convertido en una herramienta estándar de facto para todo lo relacionado con la visión por computadora [41]. OpenCV está escrito en C y C++. Se ejecuta bajo los sistemas operativos más populares, como GNU/Linux, OS X, Windows, Android, iOS, etc. Está disponible de forma gratuita bajo la licencia Apache 2. Existe un desarrollo activo de interfaces para Python, Ruby, Matlab y otros lenguajes que las hacen fácilmente accesibles mediante comandos como "pip install opencv" para usuarios de Python y "git opencv" para control de versiones.

2.11.2. Pytesseract: Python-tesseract es un contenedor para el motor Tesseract-OCR de Google. También es útil como script de invocación independiente para tesseract, ya que puede leer todos los tipos de imágenes admitidas por las bibliotecas de imágenes Pillow y Leptonica, incluidos jpeg, png, gif, bmp, tiff y otros. Además, si se usa como script, Python-tesseract también imprimirá el texto reconocido en lugar de escribirlo en un archivo. Python-tesseract se puede instalar usando pip [42]

2.11.3. Imutils: Imutils es una serie de funciones para implementar funciones básicas de procesamiento de imágenes como traducción, rotación, cambio de tamaño, visualización de imágenes Matplotlib, detección de bordes y mucho más fácilmente con OpenCV. Para instalar imutils, ya debes tener instalados NumPy, SciPy, Matplotlib y OpenCV. Para instalar estos módulos en su entorno Python, ejecute los siguientes comandos en la terminal [43]

2.11.4. NumPy: NumPy es un módulo para Python que te permite trabajar con matrices y arreglos multidimensionales. Es perfecto para cálculos científicos o matemáticos porque es rápido y eficiente. Además, NumPy incluye soporte para procesamiento de señales y operaciones de álgebra lineal [44].

NumPy es una biblioteca Python de código abierto que facilita operaciones numéricas eficientes en grandes cantidades de datos. Hay algunas funciones que existen en NumPy que usamos en pandas DataFrames. Para nosotros, la parte más importante de NumPy es que pandas está construido sobre él. Entonces, NumPy es una dependencia de Pandas.

2.11.5. Flask: Flask es un marco web, es un módulo de Python que le permite desarrollar aplicaciones web fácilmente. Tiene un núcleo pequeño y fácil de ampliar: es un microframework que no incluye un ORM (Object Relational Manager) ni características similares[45].

Flask es responsable de manejar todas las funciones de visualización, enrutamiento de URL y configuración de plantillas, por lo que, en una aplicación simple, terminarás teniendo un solo archivo.

2.11.6. Flask Cors: Es una extensión de Flask para manejar el intercambio de recursos de origen cruzado (CORS), lo que hace posible AJAX de origen cruzado. Este paquete tiene una filosofía simple: cuando desee habilitar CORS, desea habilitarlo para todos los casos de uso en un dominio [43]. Esto significa que no se puede jugar con diferentes encabezados, métodos, etc. permitidos. De forma predeterminada, el envío de cookies entre dominios está deshabilitado debido a implicaciones de seguridad. Consulte la documentación sobre cómo habilitar solicitudes con credenciales y asegúrese de agregar algún tipo de protección CSRF antes de hacerlo.

2.11.7. Flask Socketio: Cuando la aplicación está en modo de depuración, el servidor de desarrollo Werkzeug todavía se utiliza y se configura correctamente en su interior socketio.run [41]. En el modo de producción, se utiliza el servidor web eventlet si está disponible; en caso contrario, se utiliza el servidor web gevent. Si eventlet y gevent no están instalados, se utiliza el servidor web de desarrollo Werkzeug.

2.11.8. Pyjwt: Es una biblioteca de Python que le permite codificar y decodificar tokens web JSON (JWT). JWT es un estándar industrial abierto (RFC 7519) para representar reclamaciones de forma segura entre dos partes [45].

2.12. MySQL

MySQL es un sistema de gestión de bases de datos relacionales de código abierto que funciona en muchas plataformas. Proporciona acceso multiusuario para admitir muchos motores de almacenamiento y está respaldado por Oracle. Por lo tanto, puede comprar una versión de licencia comercial de Oracle para obtener servicios de soporte premium [42].

2.13. Angular

Angular es una plataforma de desarrollo completa que permite a los desarrolladores crear aplicaciones web con una estructura sólida, una interfaz de usuario rica y una lógica empresarial compleja [42]. Angular usa TypeScript, que es un superconjunto de JavaScript y se basa en

una arquitectura de componentes, lo que permite a los desarrolladores dividir una aplicación en pequeñas partes reutilizables. Angular también incluye funciones como enrutamiento, formularios, validación y servicios, lo que facilita la creación de aplicaciones complejas.

2.14. *Visual Studio Code*

Visual Studio Code (VSCode) es un entorno de desarrollo integrado perfecto para Python. Es simple y viene con funciones integradas que mejoran la experiencia de desarrollo (Chazallet, 2016). Las extensiones VSCode Python vienen con funciones poderosas como autocompletar de sintaxis, linting, depuración, pruebas unitarias, GitOps, entornos virtuales, cuadernos, herramientas de edición y la capacidad de personalizar el editor.

2.15. *You Only Look Once (YOLO)*

YOLO (Solo miras una vez) es un sistema de detección de objetos en tiempo real de última generación. Ha estado causando sensación por su capacidad para procesar datos de forma más rápida y precisa que los modelos tradicionales [42]. YOLO es un enfoque basado en el aprendizaje profundo para la detección de objetos. En términos simples, YOLO cuadrícula la imagen de entrada en una determinada segmentación y luego la pasa a través de una red neuronal para generar cuadros delimitadores y predicciones de clase para determinar el resultado de detección final. Antes de realizar pruebas con imágenes y videos reales, primero entrenamos varias instancias en todo el conjunto de datos.

3. METODOLOGÍA/TÉCNICAS/DISEÑO

3.1. *Análisis y requerimientos*

El sitio web desarrollado se basa en la implementación de un modelo de aprendizaje profundo con el fin de optimizar el control de acceso de vehículos a las instalaciones de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, ubicada en Santo Domingo, busca garantizar una gestión eficiente y precisa de este proceso. El objetivo es crear un algoritmo de reconocimiento preciso de matrículas, además de llevar a cabo un registro de los vehículos que ingresan y salen de la institución. Con el fin de que los registros de ingreso o salida puedan ser realizados automáticamente en caso de ya estar registrado en el sistema o a su vez también se disponga de un formulario en el cual la persona encargada en garita de la institución registrará los datos tanto del vehículo como del conductor. Para el inicio del desarrollo del presente trabajo, se inició analizando los requerimientos tanto funcionales, no funcionales, exploratorios y del sistema. Se realizó una entrevista con los guardias de la institución con el fin de que nos expliquen cómo es el proceso de entrada y salida ya sea de vehículos regulares como también de vehículos irregulares. De igual forma se hizo una revisión a la bitácora que llenan al ingreso y salida de un vehículo militar. A continuación, se detallan los requerimientos que se obtuvieron.

3.1.1. Requerimientos Funcionales: En la Tabla 1, se presenta una descripción de los requerimientos funcionales obtenidos a partir de las entrevistas realizadas con los guardias de seguridad. Estos requerimientos han sido identificados para orientar el desarrollo del sistema. Como primer requerimiento se estableció una base de datos relacional que nos ayude a almacenar todos los datos relacionados con los vehículos, conductores, cuentas de usuarios y el historial de entradas y salidas. La implementación del modelo de identificación de placas vehiculares es indispensable para la funcionalidad del sistema además de que esta acompañado de interfaces intuitivas para que sea sencillo de comprender para el personal de seguridad de la institución. En vista de que el personal de seguridad se encarga del registro de entradas y salidas, se procedió a gestionar el historial de las mismas por medio de la detección automática de las placas vehiculares, lo que implica una automatización en el control de ingreso y salida. La gestión de las cuentas de usuario se lleva a cabo para salvaguardar la integridad del sistema ya que solo el administrador tendrá los permisos para crear nuevos usuarios ya sea administradores como usuarios guardias que serán los que puedan utilizar el sistema. La conexión a una cámara de la institución se lleva a cabo

en vista de que es un requisito indispensable para lograr la detección de las placas vehiculares, además de que se generarán métricas para tener en cuenta la cantidad de vehículos que ingresan y salen de la institución, aparte de generar reportes en formato de excel que permitirán analizar toda la información.

TABLA I
Requerimientos Funcionales

Código	Descripción
RF-01	Creación de base de datos relacional.
RF-02	Modelo de identificación de placas vehiculares
RF-03	Diseño de interfaces
RF-04	Gestión de vehículos de forma manual
RF-05	Gestión de vehículos de forma automática
RF-06	Gestión de entradas y salidas vehículos particulares y militares al detectar placa
RF-07	Gestión de cuentas de usuario
RF-08	Gestión del historial de entradas y salidas de vehículos
RF-09	Gestión de conductores
RF-10	Conexión a una cámara institucional
RF-11	Generación de métricas de entrada y salida de vehículos
RF-12	Generación de reportes en formato Excel

Nota: Requerimientos funcionales del sistema.

3.1.2. Requerimientos no funcionales: En la tabla 2 se presentan los requerimientos no funcionales que se fueron analizando de acuerdo a las investigaciones realizadas. Estos requerimientos nos ayudarán a garantizar la eficiencia, seguridad y usabilidad del sistema de gestión vehicular que se propuso. Dentro de estos requerimientos se remarca la importancia de desarrollar interfaces de usuarios que sea fácil de entender y de navegar para el personal de seguridad lo que facilitará la interacción del sistema. La capacitación al personal de seguridad sobre la utilización del sistema también es fundamental para asegurarnos de su uso efectivo y eficiente del sistema. La implementación de medidas de autenticación y autorización es indispensable para el uso del sistema ya que garantizara la seguridad del mismo permitiendo el control de acceso al sistema y protegiendo la información. Por último, dentro de estos requerimientos se colocó la validación de campos ya que es necesario que no se ingrese ningún tipo de dato erróneo. Estos requerimientos

se diseñaron con el fin de que tener una estructura solida que aborde consideraciones claves que vayan mucho más allá de la funcionalidad directa del sistema, la implementación de estos requerimientos ayudará a la creación de un sistema robusto, seguro y fácil de utilizar además de que se ajuste a las necesidades del personal de seguridad de la institución.

TABLA II
Requerimientos no Funcionales

Código	Descripción
RNF-01	Interfaz de usuario facil de entender y navegar
RNF-02	Capacitación a los usuarios que utilicen el sistema
RNF-03	Implementación de medidas de autenticación y autorización
RNF-04	Validación de campos al ingresar vehiculos

Nota: Requerimientos no funcionales.

3.1.3. Requerimientos exploratorios: En la Tabla 3 se presentan los requerimientos exploratorios que se definieron para llevar a cabo el desarrollo del sistema. El primer requerimiento se lo coloco en vista de que fue necesario realizar una investigación sobre el ingreso y salida vehicular. El segundo requerimiento se realizó un estudio y selección de las herramientas para el desarrollo del sistema, además de realizar las investigaciones necesarias sobre diferentes modelos de detección de placas. Se tuvieron que realizar pruebas de campo con el fin de que el sistema funciones correctamente y que el modelo este detectando correctamente las placas vehiculares. También se pidió la respectiva opinión al personal de seguridad que nos dé una retroalimentación acerca del sistema.

TABLA III
Requerimientos exploratorios

Código	Descripción
RE-01	Investigación del proceso de ingreso vehicular a la institución
RE-02	Estudio y selección de las herramientas de desarrollo
RE-03	Investigación de modelos de detección de placas
RE-04	Pruebas de campo
RE-05	Retroalimentación del personal de seguridad

Nota: Requerimientos exploratorios.

3.1.4. Requerimientos del sistema: En la Tabla 4 se dan a conocer los requerimientos del sistema que se fueron definiendo para lograr el desarrollo del sistema a desarrollarse. Estos requerimientos se centran básicamente en tres aspectos claves los cuales están relacionados con la infraestructura, la accesibilidad y el diseño visual del sistema. El funcionamiento del sistema en un servidor nos permite que el sistema sea accesible desde cualquier parte. La navegabilidad también es indispensable ya que el sistema debe ser accesible desde cualquier tipo de navegador y desde cualquier dispositivo. El diseño de la maquetación de igual forma es necesario ya que se debe garantizar una experiencia de usuario atractiva, funcional e intuitiva.

TABLA IV
Requerimientos del sistema

Código	Descripción
RS-01	Funcionamiento del sistema en un servidor.
RS-02	Navegación desde cualquier navegador
RS-03	Diseño de maquetación del sistema web

Nota: Requerimientos del sistema.

3.2. Definición y roles

La metodología que se utilizó para llevar la gestión del proyecto fue la SCRUM, esto con el fin de que si en algún momento haya algún cambio nos podamos adaptar rápidamente al cambio, por ello, es necesario realizar la definición de los roles dentro del grupo de trabajo. En la Tabla 5 se puede observar la definición de los roles del equipo los cuales se conforman por el product owner, scrum master y el developments team.

TABLA V
Roles del equipo

Roles del Equipo	
Product Owner	CrnI. Nilo Maza
Scrum Master	Ing. Puente Ponce, Pablo Francisco, Mgtr
Development Team	Chila Moncayo Josselyn Abigail, Ortega Becerra Jonathan Adrian

Nota: En la presente tabla se describen los roles del que tiene cada integrante del equipo de trabajo

3.3. Planificación de Product Backlog

El product backlog es uno de los componentes que se tiene en la metodología SCRUM, dentro de este componente se listan todos los requerimientos en un orden de prioridad con el fin de que el equipo pueda tener una guía para el desarrollo del proyecto. A continuación, en la Tabla 6 y 7 se visualiza el detalle de la planificación que se realizó en el producto backlog constando con 19 requerimientos en los cuales se encuentran los funcionales, exploratorios y los del sistema. La duración del producto backlog tiene una duración de 1120 horas que dan un total en días de 70.

TABLA VI
Planificación del Product Backlog

Código	Descripción	Valor Estimado (Horas)	Prioridad	Orden
RE-01	Investigación del proceso de ingreso vehicular a la institución	24	ALTA	1
RE-02	Estudio y selección de las herramientas de desarrollo	48	ALTA	2
RE-03	Investigación de modelos de detección de placas y el sistema web	120	ALTA	3
RF-01	Creación de base de datos relacional	72	ALTA	4
RS-03	Diseño de maquetación del sistema web	56	ALTA	5
RF-02	Modelo de identificación de placas vehiculares	120	ALTA	6
RF-03	Diseño de interfaces	56	ALTA	7
RF-07	Gestión de cuentas de usuario	48	ALTA	8
RF-04	Gestión de vehículos de forma manual	72	ALTA	9
RF-05	Gestión de vehículos de forma automática	24	ALTA	10
RF-06	Gestión de entradas y salidas vehículos particulares y militares al detectar placa	48	ALTA	10
RF-08	Gestión del historial de entradas y salidas de vehículos	48	ALTA	11
RF-09	Gestión de conductores	48	ALTA	12
RF-10	Conexión a una cámara institucional	72	ALTA	13
RF-11	Generación de métricas de entrada y salida de vehículos	24	ALTA	14

TABLA VII
(Continuación)Planificación del Product Backlog

Código	Descripción	Valor Estimado (Horas)	Prioridad	Orden
RF-11	Generación de métricas de entrada y salida de vehículos	24	ALTA	15
RF-12	Generación de reportes en formato excel.	72	MEDIA	16
RS-01	Funcionamiento del sistema en un servidor.	48	MEDIA	17
RE-04	Pruebas de campo.	72	MEDIA	18
RE-05	Retroalimentación del personal de seguridad.	48	MEDIA	19

Nota: Planificación del product backlog

3.4. Descripción de los sprints

De acuerdo a los requerimientos que se especificaron en el product backlog, se procedió a llevar a cabo la subdivisión de los sprint en cuatro etapas. En la Tabla 8 se detalla el primero y segundo sprint. Estos sprint tienen una duración de 20 días, para lo cual se tuvo en cuenta que el equipo de desarrollo tiene una jornada laboral de 8 horas al día en la semana de lunes a viernes con un total de 320 horas.

TABLA VIII
Definición de Sprint 1 y 2

Spring 1 y 2			
Duración del sprint			20
Días de trabajo			20
Miembros del equipo	Días hábiles durante el sprint	Horas hábiles por día	Horas hábiles por sprint
Chila Josselyn	20	8	160
Ortega Jonathan	20	8	160
Total			320

En la Tabla 9 se detallan los sprint 3 y 4 los cuales tienen una duración de 15 días, de igual forma se tomo en cuenta que el equipo de desarrollo tiene una jornada laboral de 8 horas al día de lunes a viernes.

TABLA IX
Definición de Sprint 3 y 4

Spring 3 y 4			
Duración del sprint			15
Días de trabajo			15
Miembros del equipo	Días hábiles durante el sprint	Horas hábiles por día	Horas hábiles por sprint
Chila Josselyn	15	8	120
Ortega Jonathan	15	8	120
Total			240

3.5. Planificación de los sprints

Después de establecer la lista de requisitos y las horas laborales asignadas a cada sprint, se avanzó en la elaboración de su planificación. Se establecieron nuevas tareas las cuales forman parte de los sprints, esto con la finalidad de que cada una de las tareas establecidas ayuden a conseguir el objetivo de cada sprint dentro del proyecto.

3.5.1. Spring Backlog 1: En la Tabla 10 y 11 se detalla la planificación del sprint 1, en el cual se estableció una fecha de inicio y fin. Para el sprint 1 se determinó una fecha de inicio del 07 de noviembre del 2023 y una fecha fin del 04 de diciembre del 2023, sin embargo, dentro de las fechas no se tomaron los fines de semana es por ello que el sprint 1 tiene una duración de 20 días laborables. Este sprint consta de 5 requerimientos, como se mencionó anteriormente cada requerimiento tiene tareas que ayudan a cumplir con esta meta. Al ser el sprint 1, las tareas que se colocaron son netamente investigativos, diseño de la base de datos y del prototipo del sistema web.

TABLA X
Planificación del Sprint 1

Sprint:		1	
Fecha de inicio:		07-11-2023	
Fecha de fin:		04-12-2023	
Código	Descripción	Tareas	Valor Estimado (Horas)
RE-01	Investigación del proceso de ingreso vehicular a la institución	Entrevista con el guardia de seguridad encargado	24
		Recolección de datos que tiene la bitácora de ingreso vehicular en la prevención	
		Investigación de las políticas que tienen los guardias para la autorización del ingreso de los vehículos	
		Consulta del procedimiento con el ingreso y salida de los vehículos militares	
		Definir y enlistar los requerimientos necesarios para el desarrollo del sistema	
RE-02	Estudio y selección de las herramientas de desarrollo	Actualización de lenguajes de programación para el desarrollo del modelo	48
		Investigación de frameworks para el desarrollo de sistemas web	
		Comparación de frameworks que sea compatible con el lenguaje en el que se desarrolla el modelo	
		Selección del lenguaje de programación para la creación del modelo	
		Selección del framework que se adecue a las necesidades del sistema	
RE-03	Investigación de modelos de detección de placas y del sistema web	Explorar diversas fuentes sobre modelos de detección de placas	120
		Realizar una lista detallada de los modelos encontrados	
		Investigar requisitos de hardware y software para la ejecución del modelo	
		Investigar las características que ofrece Angular en conexión con python	

TABLA XI
(Continuación) Planificación del Sprint 1

Código	Descripción	Tareas	Valor Estimado (Horas)
		<p>Explorar cómo conectar Angular y Python para mostrarlos resultados del modelo en la interfaz</p> <p>Aprender la conexión de una base de datos relacional con python</p> <p>Aprender el manejo de estructuras en python</p> <p>Aprender el uso de bibliotecas de ciencias de datos en python</p> <p>Aprender la creación de APIs en python</p> <p>Aprender a integrar el modelo en Python</p>	
RF-01	Creación de base de datos relacional	<p>Análisis de tipos de bases de datos a usar en el sistema web</p> <p>Exploración de gestores de bases de datos relacionales</p> <p>Investigación acerca del SGBDR MySQL y sus funcionalidades</p> <p>Configuración del entorno de MySQL en las computadoras de los desarrolladores del sistema web</p> <p>Examinar los requisitos necesarios para el sistema web, centrándose en la creación de la base de datos</p> <p>Validación del diseño propuesto para la base de datos</p> <p>Desarrollo e implementación de la base de datos en MySQL para el sistema web</p>	72
RS-03	Diseño de maquetación del sistema web	<p>Identificación de los requisitos para las vistas necesarias en el sistema web.</p> <p>Elección de la paleta de colores correspondiente para cada una de las interfaces que conforman el sistema web.</p> <p>Elección de estilos para botones, cuadros de texto para el diseño de las interfaces del sistema web.</p> <p>Desarrollo de la maqueta del sistema web conforme a las pautas y especificaciones previamente establecidas.</p>	56

Nota: Planificación sprint 1

3.5.2. *Spring Backlog 2:* En la Tabla 12 y 13 se detalla la planificación del sprint 2, en el cual se estableció una fecha de inicio del 05 de diciembre del 2023 y una fecha fin del 05 de enero del 2024, sin embargo, dentro de las fechas no se tomaron los fines de semana ni los feriados es por ello que el sprint 2 tiene una duración de 20 días laborables. Este sprint consta de 5 requerimientos, en estos requerimientos dentro de estos requerimientos se realiza el modelo de identificación de placas vehiculares, el diseño de las interfaces y de cada uno de los componentes que va a tener el sistema.

TABLA XII
Planificación del Sprint 2

Código	Descripción	Tareas	Valor Estimado (Horas)
Sprint:		2	
Fecha de inicio:		05-12-2023	
Fecha de fin:		05-01-2024	
RE-02	Modelo de identificación de placas vehiculares	Recopilación de imágenes de vehículos que contengan imágenes Etiquetado de imágenes en las coordenadas de las placas Determinar librerías a utilizar en el modelo Dividir el conjunto de datos en entrenamiento y prueba Entrenamiento del modelo Validación del modelo Probar modelo con cámara de prueba	120
RF-03	Diseño de interfaces	Diseñar la vista correspondiente al inicio de sesión. Diseño de la vista del Dashboard Diseño de la vista para listar vehículos Diseño del formulario para registro de vehículos Diseño de la vista para listar conductores Diseño del formulario para registro de conductor Diseño de la vista para listar Usuarios Diseño del formulario para registro de usuarios Diseño de la vista registros de entrada y salida de vehículos	56

TABLA XIII
(Continuación) Planificación del Sprint 2

Código	Descripción	Tareas	Valor Estimado (Horas)
RF-04	Gestión de vehículos de forma manual	Desarrollo de los métodos CRUD para los vehículos	72
		Desarrollo de las interfaces donde se listan los vehículos	
		Desarrollo de la ventana modal para la creación y modificación del vehículo	
		Validar los componentes de los formularios de creación y actualización de vehículos.	
		Implementar funcionalidad de búsqueda en la lista de vehículos	
		Responsive de interfaz de vehículos apta para dispositivos móviles	
RF-05	Gestión de vehículos de forma automática	Prueba de funcionalidad de las operaciones CRUD en los usuarios gestionados	24
		Obtener placa a través de respuesta de socket de un vehículo detectado	
		Desarrollo de validaciones para placas validas	
		Prueba de funcionalidad de las operaciones CRUD en los usuarios gestionados	

Nota: Planificación sprint 2

3.5.3. Spring Backlog 3: En la Tabla 14 y 15 se definen la planificación del sprint 3, en el cual se estableció una fecha de inicio del 08 de enero del 2024 y una fecha fin del 26 de enero del 2024, de igual forma como en los otros sprint, no se tomaron en cuenta los fines de semana ni los feriados en caso de haber dentro de las fechas establecidas. este sprint tiene una duración de 15 días laborales. El sprint 3 consta de 5 requerimientos, dentro de los cuales se realiza la gestión de entrada y salida de los vehículos y también de la de los conductores. Además de esto se realiza la instalación y conexión de la cámara. También se generan las métricas de los vehículos que ingresan y salen de la institución, básicamente se realiza un contador mediante vayan ingresando y saliendo los vehículos cabe recalcar que estas métricas son por día es decir una vez se acabe el día el contador empieza en 0.

TABLA XIV
Planificación del Sprint 3

Código	Descripción	Tareas	Valor Estimado (Horas)
Sprint:		3	
Fecha de inicio:		08-01-2024	
Fecha de fin:		26-01-2024	
RF-06	Gestión de entradas y salidas de vehículos particulares y militares al detectar una placa	Desarrollo de la interfaz donde se visualiza la cámara Conexión con la Api que obtiene la placa a la interfaz web Búsqueda de placa en la base de datos Escuchar socket si encuentra en base de datos la placa Escuchar socket si no encuentra en base de datos la placa Alerta de vehículo que esta registrado Alerta de vehículo que no esta registrado	48
RF-08	Gestión del historial de entradas y salidas de vehículos	Obtener placa a través de respuesta de socket de vehículo detectado Desarrollo de los métodos CRUD para el ingreso y salida de vehículos Desarrollo de las interfaces donde se listan el ingreso y salida de vehículos Desarrollo de las ventana modal para la creación y modificación del vehículo Validar los componentes de los formularios de creación y actualización del ingreso y salida de vehículos Validar que la cedula del chofer se encuentre registrada Mensajes de validaciones Implementar funcionalidad de búsqueda en la lista del ingreso y salida de vehículos Responsive de interfaz de ingreso y salida de vehículos apta para dispositivos móviles Prueba de funcionalidad de las operaciones CRUD en los usuarios gestionados	48

TABLA XV
(Continuación) Planificación del Sprint 3

Código	Descripción	Tareas	Valor Estimado (Horas)
RF-03	Gestión de conductores	Desarrollo de los métodos CRUD para los Vehículos	48
		Desarrollo de las interfaces donde se listan los vehículos	
		Desarrollo de las ventana modal para la creación y modificación del vehículo	
		Validar los componentes de los formularios de creación y actualización de vehículos.	
		Implementar funcionalidad de búsqueda en la lista de vehículos	
		Responsive de interfaz de vehículos apta para dispositivos móviles	
		Prueba de funcionalidad de las operaciones CRUD en los usuarios gestionados	
RF-10	Conexión a una cámara institucional	Oficio solicitando instalación de rack en biblioteca dirigido al sr Capt. Bustamante Israel	72
		Oficio solicitando autorización para entrega de una computadora en la prevención dirigido al sr Capt. Bustamante Israel	
		Seguimiento con la ing. Luke Dayra para entrega y recepción de la computadora	
		Solicitar instalación de cámara ip en prevención de la ESPE SD al Tec. Franklin Perez	
		Instalación de cámara ip en la prevención de la ESPE SD	
		Verificación y constatación de entrega y recepción de los equipos al personal de la empresa de seguridad	
RF-11	Generación de métricas de entrada y salida de vehículos	Contador de entradas	24
		Contador de salidas	

Nota: Planificación sprint 3

3.5.4. Spring Backlog 4: En la Tabla 16 se especifican la planificación en el sprint 4, en el cual se estableció la fecha de inicio del 29 de enero del 2024 y una fecha fin del 20 de

febrero del 2024, no se están tomando en cuenta los fines de semana ni feriados que haya dentro de esas fechas. Dentro de este sprint que ya es el ultimo donde se generan reportes en Excel en los registros de conductores, vehículos, usuarios y del ingreso y salida de vehículos. Se sube al servidor el backend, frontend y la base de datos, luego de que funcione la página en la web se procede a realizar las pruebas de campo respectivas con el fin de probar el funcionamiento del sistema además de recibir una retroalimentación del personal de seguridad.

TABLA XVI
Planificación del Sprint 4

Código	Descripción	Tareas	Valor Estimado (Horas)
Sprint:		4	
Fecha de inicio:		29-01-2024	
Fecha de fin:		20-02-2024	
RF-12	Generación de reportes en formato excel	Generación de reporte para conductores Generación de reporte para vehículo Generación de reporte para ingreso y salida de vehículos Generación de reporte de usuarios registrados	72
RS-01	Funcionamiento del sistema en un servidor	Exportar la base de datos del proyecto Solicitar un contenedor en el servidor de la ESPE sede Santo Domingo Investigación sobre el procedimiento para hospedar un sistema web junto con su correspondiente base de datos Generación de la base de datos en el servidor Implementación del alojamiento de los archivos del proyecto en el entorno correspondiente Verificación del funcionamiento de la página web Verificar la detección de vehículos sea precisa Verificar que lea las placas de manera correcta Verificar el ingreso de todos los registros	48
RE-05	Retroalimentación del personal de seguridad	Capacitación al personal Feedback por parte del personal de seguridad	48

Nota: Planificación del sprint 4

3.6. Criterios de aceptación

3.6.1. *Sprint 1:* A continuación en la Tabla 17 se detallan los criterios de aceptación para el sprint 1. Tomando en cuenta que la mayoría de los criterios en este sprint están más orientados a investigación del proyecto por lo cual existen pocas actividades.

TABLA XVII
Criterios de aceptación sprint 1

ID Req	ID Criterio	Criterio de aceptación	Contexto	Evento	Resultados esperados
RS-03	CAS1-1	Número de pantallas en el sistema	Diseño de maquetación	Revisión del prototipo	El diseño debe disponer de 7 pantallas
	CAS1-2	Navegación Intuitiva	Diseño de maquetación	Evaluación de navegación	Estructura de navegación debe ser clara y fácil de entender
	CAS1-3	Feedback Visual	Diseño de maquetación	Pruebas de interacción	Utilización de alertas para informar sobre la acción que se realiza

Nota: Criterios de aceptación sprint

3.6.2. *Sprint 2:* Los criterios de aceptación definidos, se detallan a continuación en la Tabla 18, 19 y 20.

TABLA XVIII
Criterios de aceptación sprint 2

ID Req	ID Criterio	Criterio de aceptación	Contexto	Evento	Resultados esperados
RF-02	CAS2-1	Detección de Placa	Modelo de identificación de placas vehiculares	Ejecución de YOLOv5	El modelo debe ser capaz de detectar correctamente la placa vehicular en imágenes de vehículos.
	CAS2-2	Precisión de Detección	Modelo de identificación de placas vehiculares	Pruebas de precisión	El modelo debe tener una precisión de detección de al menos el 90% en un conjunto de datos de prueba.

TABLA XIX
(Continuación) Criterios de aceptación sprint 2

ID Req	ID Criterio	Criterio de aceptación	Contexto	Evento	Resultados esperados
RF-02	CAS2-3	Extracción de Texto	Modelo de identificación de placas vehiculares	Uso de pytesseract	El número de placa debe ser extraído correctamente de la región detectada por YOLO
	CAS2-4	Precisión en Extracción	Gestión de vehículo de forma manual	Comparación con datos reales	La precisión en la extracción del número de placa debe ser de al menos el 90% en un conjunto de datos de prueba
RF-03	CAS2-5	Coherencia Visual	Diseño de interfaces	Revisión del prototipo	La interfaz debe seguir un diseño coherente con la maquetación
	CAS2-6	Navegación Intuitiva	Diseño de interfaces	Evaluación de la navegación	Los usuarios deben encontrar la interfaz fácil de entender y navegar, siguiendo un flujo lógico
	CAS2-7	Respuesta a Dispositivos	Diseño de interfaces	Pruebas en dispositivos variados	La interfaz debe ser responsiva y adaptarse correctamente a diferentes tamaños de pantalla y dispositivos
RF-07	CAS2-9	Modificación de Datos	Gestión de cuentas de usuario	Edición de datos de cuenta	Los usuarios con el rol de administrador deben poder modificar la información de las cuentas existentes, incluyendo cedula, nombres, apellidos, usuario, estado, contraseña y rol asignado
	CAS2-10	Eliminación de Cuentas	Gestión de cuentas de usuario	Eliminación de cuenta	Los usuarios con el rol de administrador deben poder eliminar cuentas de usuario. La eliminación debe requerir confirmación para evitar acciones accidentales
	CAS2-11	Asignación de Roles	Gestión de cuentas de usuario	Asignación de roles a cuentas	Al crear o modificar una cuenta, el administrador debe poder asignar el rol de administrador o usuario
	CAS2-12	Listado de Cuentas	Gestión de cuentas de usuario	Visualización de cuentas existentes	El sistema debe proporcionar al administrador una lista de todas las cuentas de usuario, mostrando su cedula, nombres ,apellidos, usuario, rol asignado y estado.

TABLA XX
(Continuación) Criterios de aceptación sprint 2

ID Req	ID Criterio	Criterio de aceptación	Contexto	Evento	Resultados esperados
RF-07	CAS2-13	Restricciones de Acceso	Gestión de cuentas de usuario	Acceso a funciones administrativas	Solo los usuarios con el rol de administrador deben tener acceso a funciones de creación, modificación y eliminación de cuentas. Los guardias deben tener un acceso más limitado
	CAS2-14	Registro de Vehículos	Gestión de vehículos de forma manual	Registro de Vehículos	Se debe proporcionar una interfaz de usuario que permita el registro manual de vehículos, ingresando detalles como número de placa, tipo de acceso, tipo vehículo, estado de vehículo (ingresa o sale)
	CAS2-15	Validación de Datos	Gestión de vehículos de forma manual	Validación en el registro	El sistema debe validar la entrada de datos para asegurarse de que se proporcionen todos los campos requeridos y que los datos sean correctos y coherentes
RF-04	CAS2-16	Edición de Información	Gestión de vehículos de forma manual	Edición de detalles de vehículos registrados	Los usuarios autorizados deben poder editar la información de los vehículos registrados
	CAS2-17	Eliminación de Registros	Gestión de vehículos de forma manual	Eliminación de vehículos registrados	Los usuarios autorizados deben poder eliminar registros de vehículos del sistema
	CAS2-18	Búsqueda y Filtrado	Gestión de vehículos de forma manual	Funciones de búsqueda y filtrado	Se deben proporcionar opciones de búsqueda y filtrado para encontrar rápidamente información sobre vehículos específicos
	CAS2-19	Registro Automático de Placas	Gestión de vehículos de forma automática	Proceso automático de registro	La placa detectada automáticamente debe colocarse en el campo de placa para proceder al registro
RF-05	CAS2-20	Confirmación Manual	Gestión de vehículos de forma automática	Confirmación manual de detalles	Después de la detección automática, un usuario debe confirmar y agregar manualmente el resto de los detalles del vehículo, como tipo de acceso, tipo vehículo, estado de vehículo (ingresa o sale).

Nota: Criterios de aceptación del sprint 2

3.6.3. *Sprint 3*: Los criterios de aceptación definidos, se detallan a continuación en la Tabla 21, 22 y 23.

TABLA XXI
Criterios de aceptación sprint 3

ID Req	ID Criterio	Criterio de aceptación	Contexto	Evento	Resultados esperados
RF-06	CAS3-1	Verificación de Registro	Gestión de entradas y salidas vehículos particulares y militares al detectar placa	Verificación de la existencia de la placa	El sistema debe verificar si la placa ingresada o detectada está registrada; de lo contrario, debe avisar al usuario que debe registrarla en la sección de vehículos
	CAS3-2	Muestra de alertas de detección	Gestión de entradas y salidas vehículos particulares y militares al detectar placa	Alertas al detectar placa	El sistema debe mostrar una alerta, en caso de ser una placa registrada la alerta tendrá un color verde, caso contrario debe ser roja
RF-08	CAS3-3	Registro Automático de placa	Gestión del historial de entradas y salidas de vehículos	Registro automático al detectar placa	Si la placa está registrada, el sistema me dará algunos datos acerca de ese vehículo
	CAS3-4	Registro Manual	Gestión del historial de entradas y salidas de vehículos	Registro manual de vehículos	Los usuarios deben poder registrar manualmente la entrada de vehículos, ingresando la placa y otros detalles relevantes, como la cédula del conductor.
	CAS3-5	Registro de Conductor	Gestión del historial de entradas y salidas de vehículos	Registro de cédula del conductor	Al ingresar la cédula del conductor, el sistema debe verificar si está registrado como conductor; de lo contrario, debe avisar al usuario que debe registrar al chofer en la sección de choferes
	CAS3-6	Registro de Vehículos Militares	Gestión del historial de entradas y salidas de vehículos	Criterios adicionales para vehículos militares	Si el vehículo es militar, el sistema debe permitir el registro de información adicional como kilómetros recorridos, destino y observaciones.

TABLA XXII
(Continuación) Criterios de aceptación sprint 3

ID Req	ID Criterio	Criterio de aceptación	Contexto	Evento	Resultados esperados
RF-08	CAS3-7	Visualización de Registros	Gestión del historial de entradas y salidas de vehículos	Vista de registros de entradas y salidas	Los usuarios deben tener acceso a una vista que muestre todos los registros de entradas y salidas de vehículos.
	CAS3-8	Filtrado y Búsqueda	Gestión del historial de entradas y salidas de vehículos	Funciones de búsqueda y filtrado	Los usuarios deben poder buscar y filtrar el historial de entradas y salidas
RF-09	CAS3-9	Registro de Choferes	Gestión de choferes	Registro manual de choferes	El sistema debe permitir la creación manual de registros para nuevos choferes ingresando detalles como cedula, nombres, apellidos y tipo (estudiante, docente, administrativo, particular y militar)
	CAS3-10	Edición de Información	Gestión de choferes	Edición de detalles de choferes	Los usuarios autorizados deben poder editar la información de los choferes registrados
	CAS3-11	Eliminación de Registros	Gestión de choferes	Eliminación de registros de choferes	Los usuarios autorizados deben poder eliminar registros de choferes del sistema
	CAS3-12	Validación de Datos	Gestión de choferes	Validación en el registro	El sistema debe validar la entrada de datos para asegurarse de que se proporcionen todos los campos requeridos y que los datos sean correctos y coherentes.
	CAS3-13	Gestión de choferes	Gestión de choferes	Visualización de todos los choferes	El sistema debe proporcionar una lista de todos los choferes registrados
	CAS3-14	Gestión de choferes	Gestión de choferes	Funciones de búsqueda y filtrado	Los usuarios deben poder buscar y filtrar la lista de choferes

TABLA XXIII
(Continuación) Criterios de aceptación sprint 3

ID Req	ID Criterio	Criterio de aceptación	Contexto	Evento	Resultados esperados
RF-10	CAS3-15	Conexión a la Cámara	Conexión a una cámara institucional	Establecimiento de conexión	El sistema debe ser capaz de establecer una conexión exitosa con la cámara institucional ubicada en la garita.
	CAS3-16	Visualización de la Transmisión	Conexión a una cámara institucional	Transmisión en tiempo real	El sistema debe mostrar la transmisión en tiempo real desde la cámara
RF-11	CAS3-17	Visualización de vehículos que ingresan y salen	Generación de métricas de entrada y salida de vehículos	Clasificación automática	El sistema debe ser capaz de mostrar la cantidad de vehículos que ingresan y salen de acuerdo al tipo es decir administrativos, estudiantes, militares y particulares

Nota: Criterio de aceptación sprint 3

3.6.4. *Sprint 4*: Los criterios de aceptación definidos, se detallan a continuación en la Tabla 24.

TABLA XXIV
Criterios de aceptación sprint 4

ID Req	ID Criterio	Criterio de aceptación	Contexto	Evento	Resultados esperados
RF-12	CAS4-1	Exportación de Datos a Excel	Generación de reportes en formato Excel	Exportación de datos	En las vistas de vehículos, conductores, registros y usuarios, el sistema debe exportar los datos mostrados a un archivo Excel.
	CAS4-2	Selección de Datos a Exportar	Generación de reportes en formato Excel	Selección de campos	Por medio del filtrado, el sistema debe ser capaz de exportar esos datos filtrados
RS-01	CAS4-3	Despliegue del sistema en un servidor	Funcionamiento del sistema en un servidor.	Despliegue del sistema	Al escribir en el navegador la dirección de mi pagina debe presentar la interfaz inicial del sistema

La metodología CRISP-DM se aplicó para el desarrollo del modelo de detección de placas vehiculares. Esta metodología consta de seis fases, a continuación, se describe las fases que se realizaron. En la fase de comprensión del negocio se determinan los objetivos del modelo a desarrollar. La fase dos es la comprensión de los datos, dentro de esta fase se realiza la recolección de los datos, en este caso se recolectan las imágenes que tengan placas vehiculares. En la preparación de los datos se construye el dataset final, es decir que luego de haber recolectado las imágenes se realiza una limpieza de las imágenes que si sirven para el desarrollo del modelo. En la etapa del modelado se selecciona la técnica y el modelo para realizar la detección, para la fase de evaluación se evalúa el rendimiento del modelo, esto se lleva a cabo evaluando las métricas más relevantes. La fase del despliegue ya es la implementación del modelo en el sistema web, en la Figura 6 se observa las fases de la metodología CRISP-DM.



Figura 6. Fases de la metodología CRISP-DM.

Nota. En esta imagen se muestra la metodología utilizada en el modelo para la identificación de placas.

3.7. Fases de la metodología CRISP-DM

3.7.1. *Comprensión del negocio:* En la Universidad de las fuerzas armadas ESPE sede Santo Domingo de los Tsáchilas, la seguridad y el control de acceso vehicular son aspectos fundamentales para garantizar la seguridad de quienes se encuentren dentro de la institución. Actualmente el registro de vehículos que ingresan y salen de la institución se realiza de manera manual por parte de la empresa de seguridad de la institución. El control de ingreso vehicular por medio del reconocimiento de placas surge como una solución para optimizar el registro de los vehículos, proporcionando un método automatizado lo que permitirá agilizar el proceso del registro, reduciendo el tiempo requerido por parte del personal de seguridad y mejorando la capacidad para llevar un registro detallado de los vehículos que ingresan.

3.7.2. *Comprensión de los datos:* Luego de recopilar imágenes a través de la base de datos de Kaggle y complementarlas con imágenes adicionales de placas vehiculares obtenidas de Internet, se procedió al etiquetado de todas las imágenes mediante la plataforma Make Sense. La fase de etiquetado fue crucial para asignar categorías precisas a cada imagen y garantizar la calidad del conjunto de datos.

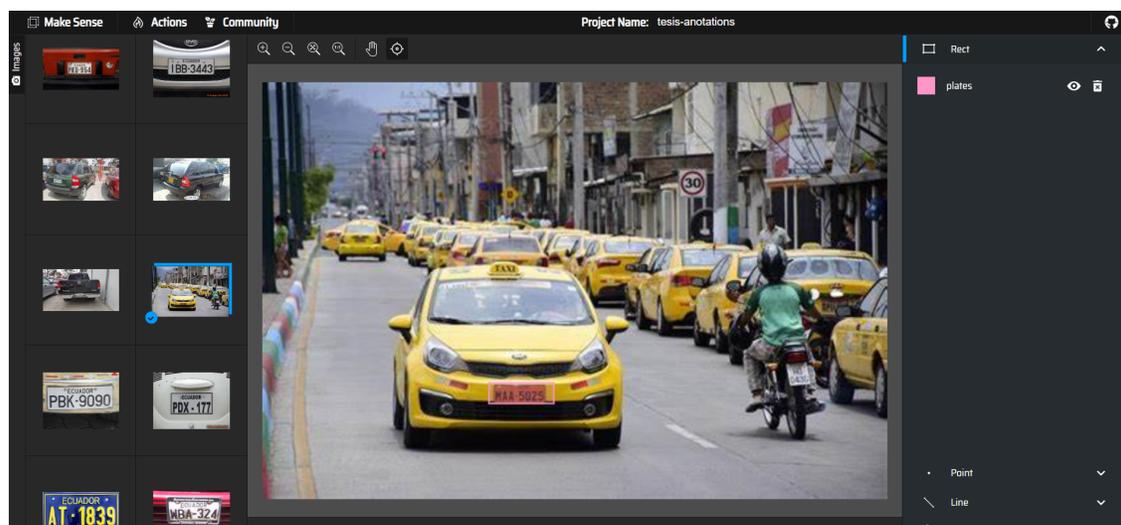


Figura 7. Etiquetado de imagen en la plataforma Make Sense.

Nota. En esta figura se muestra la plataforma con la que se realizó el etiquetado de las imágenes.

3.7.3. *Preparación de los datos:* Una vez obtenido el dataset final con las imágenes y el etiquetado de las mismas, se realizó la partición del conjunto de datos de entrenamiento (train) y de prueba(test) tanto para el dataset como también para el etiquetado de las imágenes.

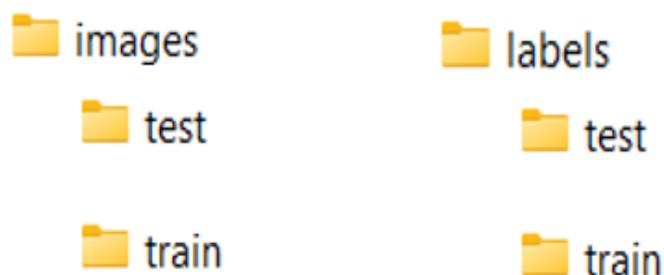


Figura 8. Directorio del dataset.

Nota. En esta figura se muestra el directorio que se conformó a fin de tener un dataset ordenado y distribuido en test y train.

3.7.4. *Modelamiento:* Para el modelamiento del modelo, se procede a seleccionar YOLO como técnica para la detección de las placas vehiculares. Para esto se empieza a revisar las versiones de YOLO disponibles, para ello se encontró que hay cinco versiones de YOLO las cuales son YOLO, YOLO9000, YOLOv2, Fast YOLO, YOLOv3, YOLOv4, YOLOv5, YOLOR, YOLOv6, YOLOv7 y YOLOv8. Dentro de las ultimas versiones de YOLO se encontró que la que mejor nos servía en base a los objetivos planteados es YOLOv5 puesto que a diferencia de YOLOv8 detecta mejor los objetos y con mayor precisión que YOLOv8 que es la ultima versión. Una vez seleccionada la versión se realiza la configuración del modelo estableciendo las clases a detectar, pero en este caso simplemente se estableció una clase ya que solo necesitamos detectar la placa. Luego de realizar eso se entrenó el modelo.

3.7.5. *Evaluación:* Para la evaluación del modelo, se utilizó la herramienta de visualización de TensorFlow llamada TensorBoard la cual nos ayudo a analizar y comprender el rendimiento de modelo. Para ello se hizo el análisis respectivo del accuraccy.

3.7.6. *Despliegue:* Se realizo un api para realizar la conexión con la cámara por medio de la Ip, además de que este api nos ayuda a mostrar en el frontend la visualización del video de la cámara.

3.8. Técnicas

Como ya se lo ha mencionado para la realización del modelo se utilizó YOLO (You Only Look Once). Para ello se seleccionó imágenes tanto de una base de datos que ya existía dentro del sitio web de kaggle y para complementar esa base investigo imágenes de vehículos con placas vehiculares en Google. Una vez obtenido las imágenes de los vehículos se procedió a realizar la etiqueta o anotación de las imágenes por medio del sitio web Make Sense AI, ahí en cada una de las imágenes se selecciono el cuadro donde esta la placa para que al momento de entrenar el modelo sepa donde se encuentran las placas de un vehiculo. Una vez realizado esto se separó las imágenes con sus respectivas anotaciones en entrenamiento (train) y prueba (test). Para el entrenamiento se utilizaron 220 imágenes mientras que para la prueba se asignaron 122 imágenes. Dentro de los archivos que se utiliza para crear el modelo en YOLO fue necesario agregar la clase, en este caso se añadió la clase plate. Para realizar el entrenamiento se configuraron las épocas en 60 ya que si se le colocaba más épocas se puede llegar a producir un sobreajuste del modelo. Una vez realizado el modelo se procede a realizar la extracción del texto de las placas que se detectaron en el modelo realizado en YOLO, para ello se utilizo el OCR de pytesseract el cual nos permite realizar el reconocimiento de caracteres en una imagen y los convierte en texto. Una vez que se extrae el texto este envía por medio del socket si se ha detectado la placa además de que buscara dentro de la base de datos si ya se encuentra registrada o no.

3.9. Diseño

La arquitectura del sistema se basa en una combinación de microservicios y el modelo cliente-servidor, proporcionando una estructura modular y eficiente tal como se muestra en la Figura 9. El objetivo es separar las responsabilidades del backend, abordando tanto las APIs de gestión del sistema como la transmisión de video. El primer microservicio se encarga de las operaciones CRUD del sistema, utilizando Python como lenguaje de backend y Flask como framework. Este microservicio gestiona la creación, lectura, actualización y eliminación de datos relacionados con vehículos, conductores, usuarios, y el registro de entradas y salidas vehiculares. La separación de estas funciones facilita el mantenimiento independiente y la escalabilidad del sistema. El segundo microservicio se enfoca en el API de transmisión de video, obteniendo la transmisión del video y detectando las placas vehiculares. Flask también se utiliza en este servicio,

el cual se conecta con la cámara de videovigilancia y emplea el modelo YOLO junto con los frames proporcionados por la cámara. Esta arquitectura asegura un procesamiento eficiente, la combinación de Angular en el frontend y Flask en los microservicios establece una estructura sólida, facilitando la comunicación y colaboración entre el cliente y los servicios backend.

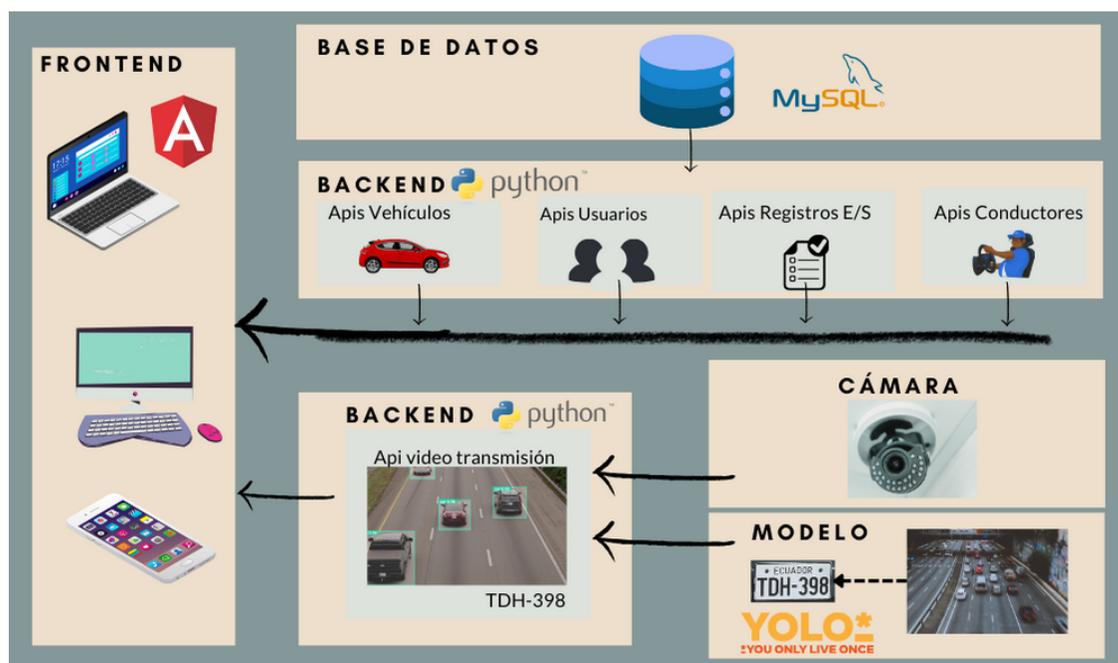


Figura 9. Arquitectura aplicada en el desarrollo de sistema.

Nota. En esta figura se visualiza la arquitectura utilizada para el desarrollo del sistema.

4. RESULTADOS

4.1. Backend

A continuación, se detalla en la Tabla 25, 26 y 27 los servicios RESTful creados tanto para la visualización de la transmisión como también para la gestión de vehículos, conductores, usuarios y registros. Esto con el fin de cumplir con los requerimientos que se detallaron anteriormente. Dentro de estos servicios se puede encontrar los diferentes CRUD para cada necesidad además de filtros de búsqueda a nivel de backend, totales de registros guardados para cada uno y los totales de vehículos que ingresan y salen de la institución.

TABLA XXV

Servicio RESTful de video transmisión

ID	Servicio	URL	Tipo	Resultado
SR1-01	Video Transmisión de la camara	/video_feed	GET	Video transmisión

Nota: Servicio RESTful de video transmisión

TABLA XXVI

Servicio RESTful para la gestión de vehículos, conductores, usuarios y registros

ID	Servicio	URL	Tipo	Resultado
SR2-01	Inicio de sesión	/user/get-access	POST	Status: 200 ok
SR2-02	Carga los datos de la página actual de la tabla de usuarios	/user/load	POST	Status: 200 ok
SR2-03	Agrega un nuevo usuario	/user/new	POST	Status: 200 ok
SR2-04	Actualiza un nuevo usuario	/user/update	POST	Status: 200 ok
SR2-05	Elimina un nuevo usuario	/user/delete	POST	Status: 200 ok
SR2-06	Total usuarios registrados	/user/total	GET	Status: 200 ok
SR2-07	Estado de los usuarios	/user/types	GET	Status: 200 ok
SR2-08	Filtro de búsqueda en la tabla de usuarios	/user/filter	POST	Status: 200 ok
SR2-09	Roles de usuarios	/user/roles	GET	Status: 200 ok
SR2-10	Carga los datos de la página actual de la tabla de vehículos	/vehicle/load	POST	Status: 200 ok
SR2-11	Total vehículos registrados	/vehicle/total	POST	Status: 200 ok
SR2-12	Agrega un nuevo vehículo	/vehicle/new	POST	Status: 200 ok

TABLA XXVII

(Continuación) Servicio RESTful para la gestión de vehículos, conductores, usuarios y registros

ID	Servicio	URL	Tipo	Resultado
SR2-13	Actualiza un nuevo vehículo	/vehicle/update	POST	Status: 200 ok
SR2-14	Elimina un nuevo vehículo	/vehicle/delete	POST	Status: 200 ok
SR2-15	Buscar vehículo por su placa	/vehicle/find	POST	Status: 200 ok
SR2-16	Filtro de búsqueda en la tabla de vehículo	/vehicle/filter	POST	Status: 200 ok
SR2-17	Control de ingreso y salida del vehículo	/vehicle/data-form	GET	Status: 200 ok
SR2-18	Carga los datos de la página actual de la tabla de conductor	/driver/load	POST	Status: 200 ok
SR2-19	Filtro de búsqueda en la tabla de conductor	/driver/filter	POST	Status: 200 ok
SR2-20	Total conductores registrados	/driver/total	POST	Status: 200 ok
SR2-21	Tipos de conductor	/driver/types	GET	Status: 200 ok
SR2-22	Agregar conductor	/driver/new	POST	Status: 200 ok
SR2-23	Actualizar conductor	/driver/update	POST	Status: 200 ok
SR2-24	Eliminar conductor	/driver/delete	POST	Status: 200 ok
SR2-25	Buscar conductor por su cedula	/driver/find	POST	Status: 200 ok
SR2-26	Carga los datos de la página actual de la tabla de registros de entrada y salida de vehículos	/register/load	POST	Status: 200 ok
SR2-27	Filtro de búsqueda en la tabla de registros de entrada y salida de vehículos	/register/filter	POST	Status: 200 ok
SR2-28	Total de registros de entrada y salida de vehículos	/register/total	POST	Status: 200 ok
SR2-29	Agrega un nuevo registros de entrada y salida de vehículos	/register/new	POST	Status: 200 ok
SR2-30	Actualiza un registros de entrada y salida de vehículos	/register/update	POST	Status: 200 ok
SR2-31	Elimina un registros de entrada y salida de vehículos	/register/delete	POST	Status: 200 ok
SR2-32	Total de vehículos que han ingresado	/register/home-arrival-data	GET	Status: 200 ok
SR2-33	Total de vehículos que han salido	/register/home-exit-data	GET	Status: 200 ok
SR2-34	Buscar el registro	/register/find-one	POST	Status: 200 ok

Nota: Servicio RESTful para la gestión de vehículos, conductores, usuarios y registros

4.2. Resultados del sprint 1

4.2.1. *Creación de base de datos relacional:* Para el almacenamiento de los datos se utilizó mysql. En base a los requerimientos establecidos se determinó que la base de datos contara de 12 tablas las cuales guardaran la información de los conductores, vehículos, usuarios, entradas y salidas que provienen de la información introducida desde el frontend. A continuación en la Figura 10 se da a conocer el diagrama de la base de datos. En la tabla usuarios se coloca la información de los usuarios que maneja el sistema, esta tabla tiene una relación con la tabla rol donde se encuentran los roles del usuario ya sea administrador o guardia para ello se coloca una tabla adicional donde se establezca esa relación entre usuario y el rol que le corresponde la cual es user_rol. También se incorpora una relación adicional al usuario la cual es use_status está nos ayuda a saber si el usuario este habilitado o no para utilizar el sistema, es decir que si no esté habilitado no podrá ingresar al sistema. Para la gestión del conductor se crea la tabla driver donde se ingresa la información del conductor, adicional se relaciona con la tabla driver_type la cual nos ayuda a saber qué tipo de conductor ya que a la institución ingresan estudiantes, docentes, administrativos, particulares y militares. Para la gestión de vehículos se crea la tabla vehicles donde se coloca información básica del vehículo, esta tiene una relación con access_type la cual nos determinara el tipo de acceso del vehículo que se lo ha clasificado en regular o invitado además de que por medio de la tabla status_type para saber si el vehículo sale o ingresa, el tipo de vehículo también se controla por medio de la tabla vehicles_type que puede ser de estudiantes, docentes, administrativos, particulares y militares. Por ultimo para la gestión de ingreso o salida del vehículo se creo la tabla access_register que se ingresa información relacionada al acceso del vehículo a la institución de igual forma se establece por medio de la tabla register_type el tupo de ingreso, si es regular o si es invitado.

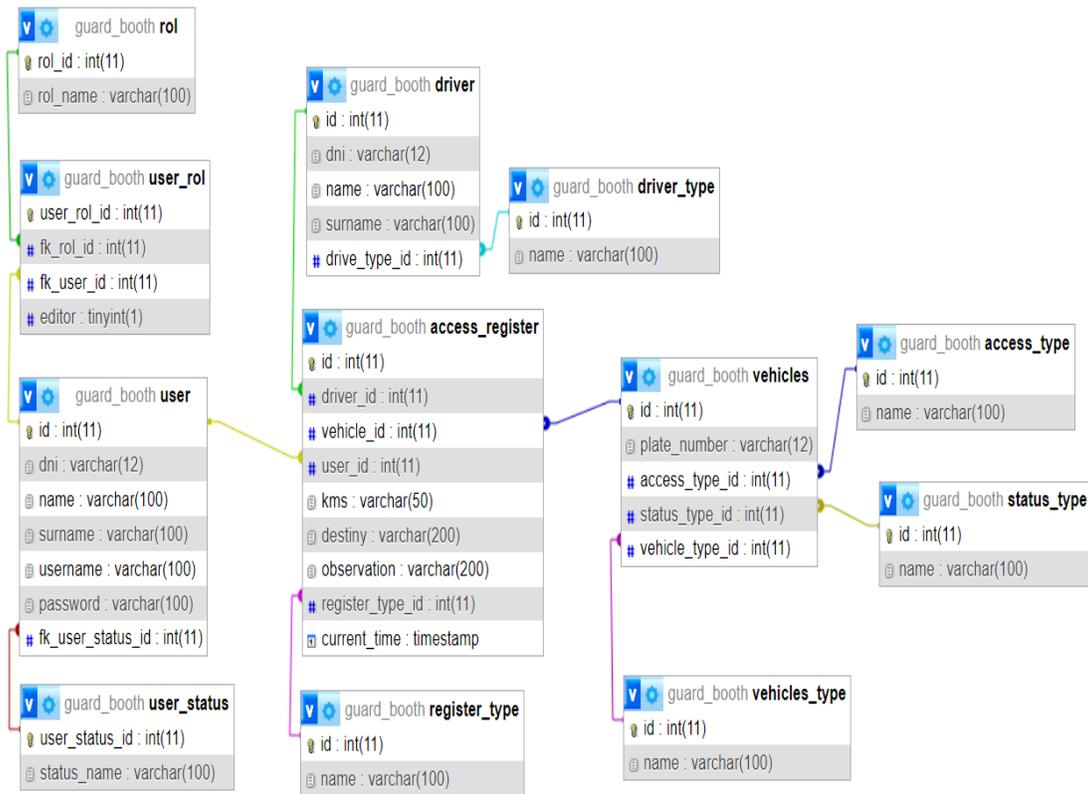


Figura 10. Diagrama de la base de datos.

Nota. En esta figura se presenta la base de datos con las tablas creadas.

4.2.2. *Diseño de maquetación del sistema web:* De acuerdo a los requerimientos establecidos se realizó la maquetación correspondiente de cada una de las vistas del sistema web, para realizar la maquetación se utilizó la herramienta de prototipado Marvel la cual nos ayuda a crear prototipos tanto de sistemas web como de móvil. Se realizaron 7 pantallas las cuales cumplen con los criterios de aceptación propuestos.

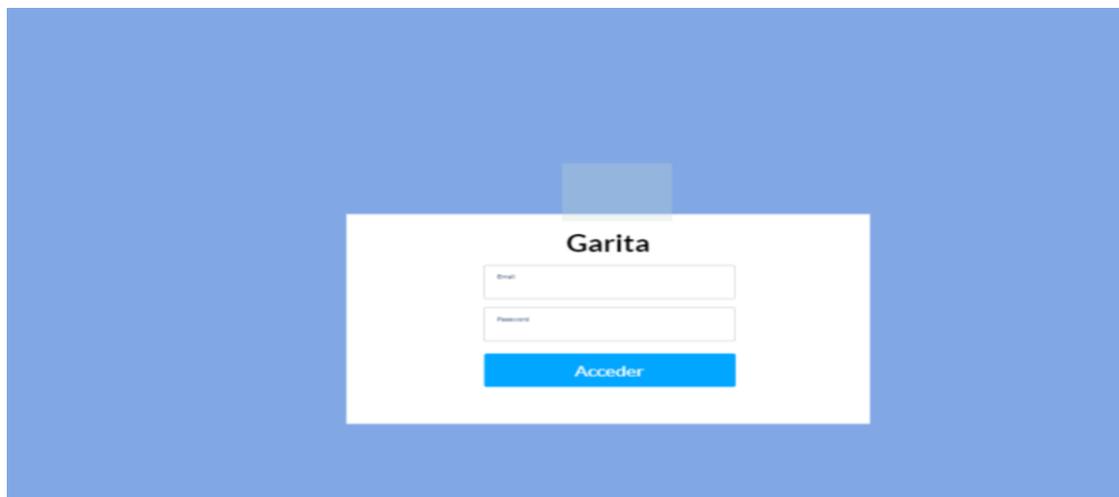


Figura 11. Diseño página de login.

Nota. La figura indica el diseño de la maquetación de la vista de login.

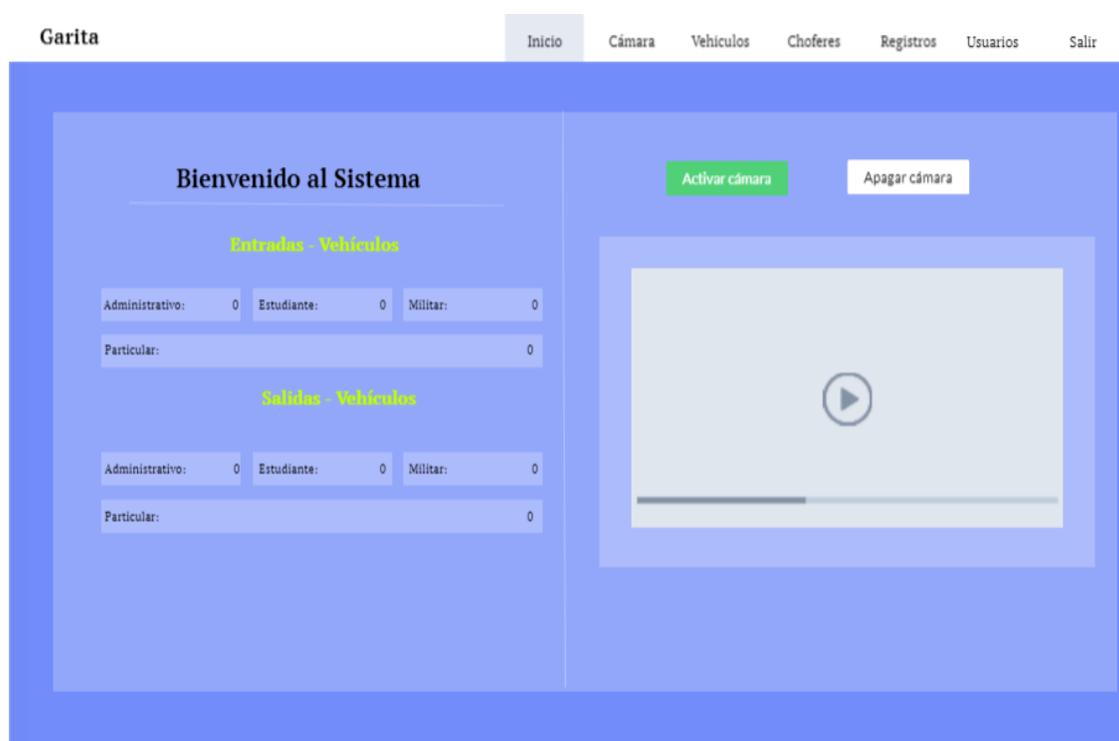


Figura 12. Diseño página de inicio.

Nota. La figura muestra la maquetación de la vista de inicio.

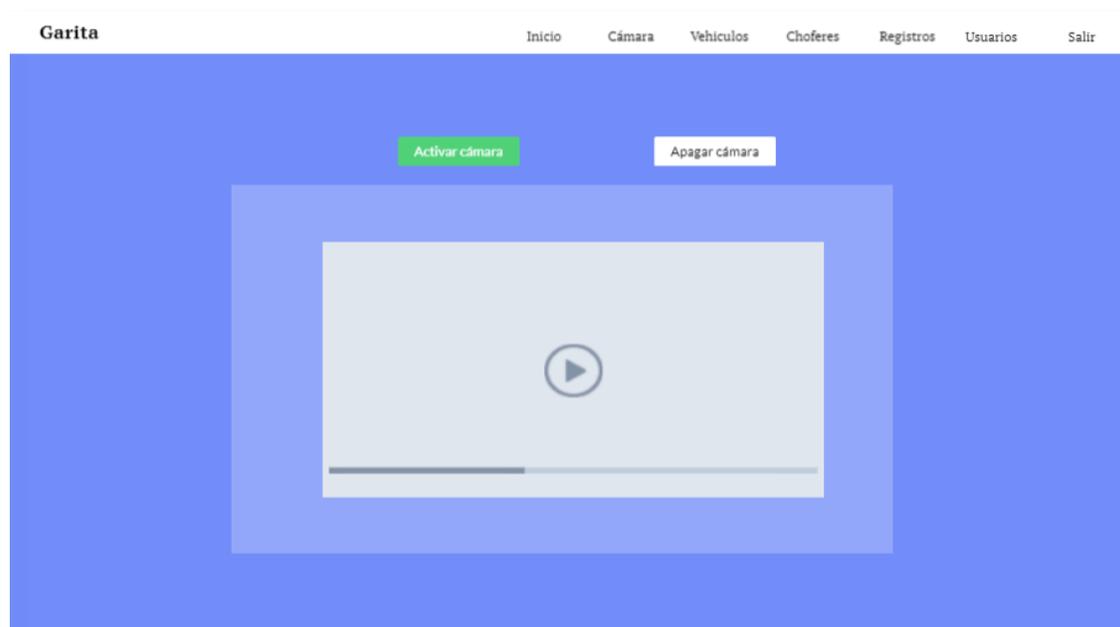


Figura 13. Diseño vista camara.

Nota. La figura muestra la maquetación de la vista donde se visualizará la cámara de forma individual.

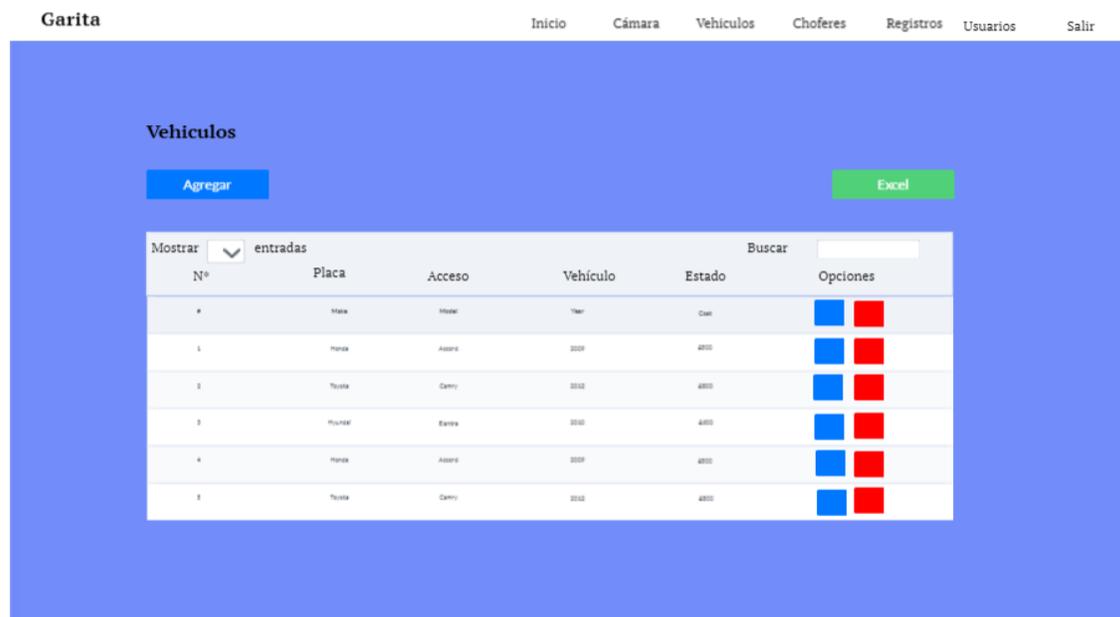


Figura 14. Diseño vista vehiculos.

Nota. La figura muestra la maquetación de la vista que gestiona los vehículos.

Garita Inicio Cámara Vehículos Choferes Registros Usuarios Salir

Choferes

Agregar
Excel

Mostrar ▼ entradas Buscar

Nº	Cédula	Nombres	Apellidos	Tipo	Opciones
#	Matr	Model	Year	Cost	■ ■
1	Matr	Aspire	2009	4500	■ ■
2	Taxi	Camry	2010	4800	■ ■
3	PLUMER	Extra	2010	4800	■ ■
4	Matr	Aspire	2009	4500	■ ■
5	Taxi	Camry	2010	4800	■ ■

Figura 15. Diseño vista conductores.

Nota. La figura muestra la maquetación de la vista que gestiona los conductores.

Garita Inicio Cámara Vehículos Choferes Registros Usuarios Salir

Registros

Agregar
Excel

Mostrar ▼ entradas Buscar

Nº	Cédula	Usuario	Chofér	Placa	Tipo de Registro	Tipo de Vehículo	Opciones
#	Matr	Camry	Model	Year	Cost	Cost	■ ■
1	Matr	Camry	Aspire	2009	4500	Cost	■ ■
2	Taxi	Camry	Camry	2010	4800	Cost	■ ■
3	PLUMER	Camry	Extra	2010	4800	Cost	■ ■
4	Matr	Camry	Aspire	2009	4500	Cost	■ ■
5	Taxi	Camry	Camry	2010	4800	Cost	■ ■

Figura 16. Diseño vista registros de entrada y salida.

Nota. La figura muestra la maquetación de la vista que gestiona las entradas y salidas de los vehículos.

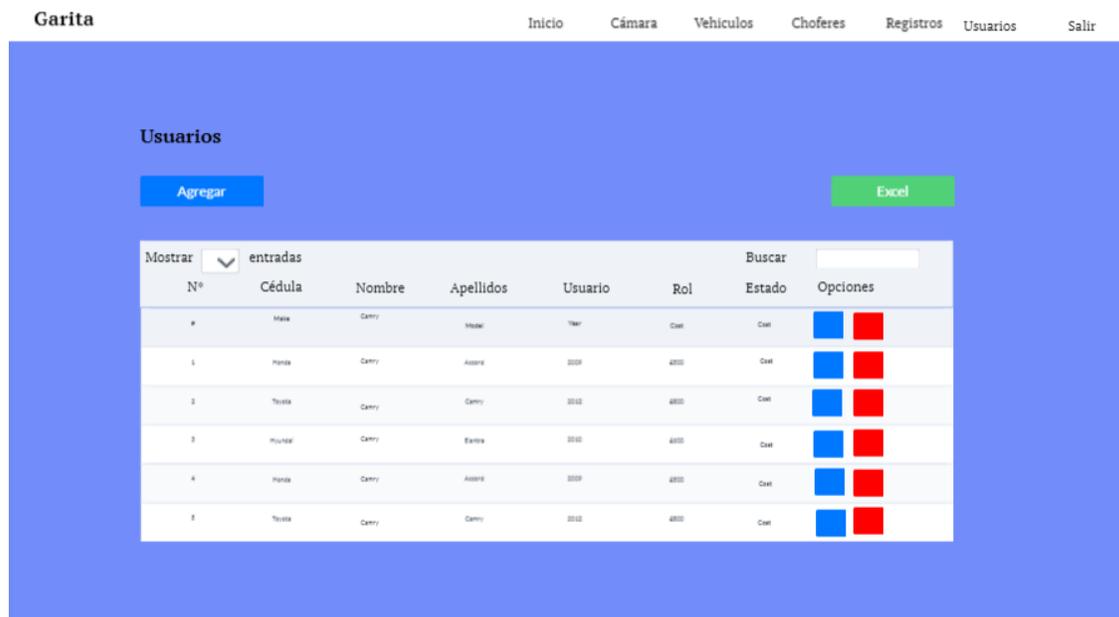


Figura 17. Diseño vista usuarios.

Nota. La figura muestra la maquetación de la vista que gestiona los usuarios del sistema.

4.2.3. *Burndown chart sprint 1:* En la Figura 18 se puede observar que existió un retraso al inicio del proyecto en vista de que estas actividades tomaron mucho más tiempo de lo estipulado sin embargo se mejoró a partir del día 13, al finalizar el sprint se logró culminar de acuerdo a lo planificado.

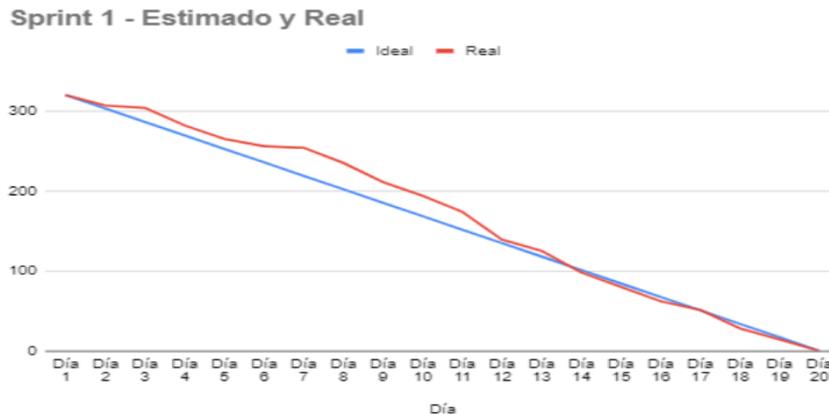


Figura 18. Burndown chart sprint 1.

Nota. La figura muestra el tiempo real obtenido en comparación con el tiempo que se estimó.

4.3. Resultados del sprint 2

4.3.1. *Modelo de identificación de placas vehiculares:* La precisión del modelo de detección de placas vehiculares alcanzo un nivel significativo logrando llegar al 93%. Esta métrica refleja la habilidad del modelo para realizar predicciones correctas en un conjunto de pruebas. En esencia, el 93% de las veces, el modelo identificó y clasificó correctamente las placas vehiculares presentes en las imágenes evaluadas. El alto porcentaje de precisión sugiere que el modelo ha aprendido patrones y características relevantes para distinguir placas vehiculares de manera efectiva. Este logro es crucial, ya que la precisión es una métrica esencial para evaluar la confiabilidad de las predicciones generadas por el modelo.

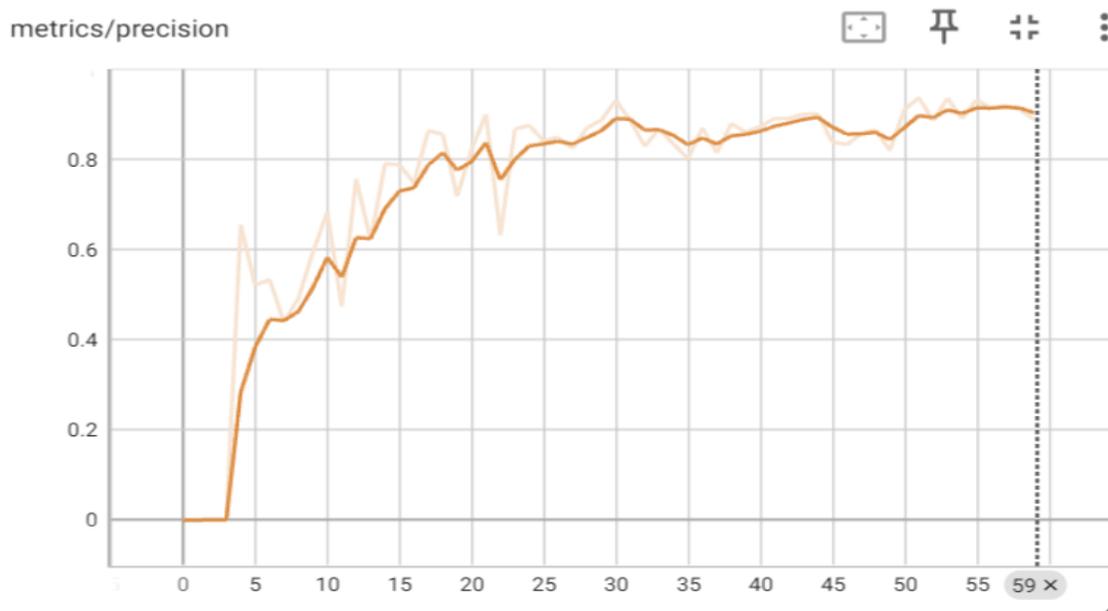


Figura 19. Precisión del modelo de placas vehiculares.

Nota. La figura muestra la precisión obtenida en el desarrollo del modelo que detecta la placa vehicular.

4.3.2. *Diseño de interfaces:* Se realizó el diseño de las interfaces de acuerdo a la maquetación que se realizó, para ello se crearon 6 vistas las cuales conciernen a la vista principal, la vista de la cámara, vehículos, conductores, registros de entrada y salida y la vista de usuarios que solo estará habilitada para el usuario que tenga rol de administrador. Dentro de las vistas de vehículos, conductores, usuarios y registros de entrada y salida se crea un modal el cual

permitirá realizar el ingreso de nuevos registros o a su vez la edición de registros ya realizados. A continuación, en las figuras se muestran el resultado final de la creación de interfaces.



Figura 20. Interfaz de inicio.

Nota. La figura muestra la interfaz de usuario desarrollada de acuerdo a la maquetación realizada.

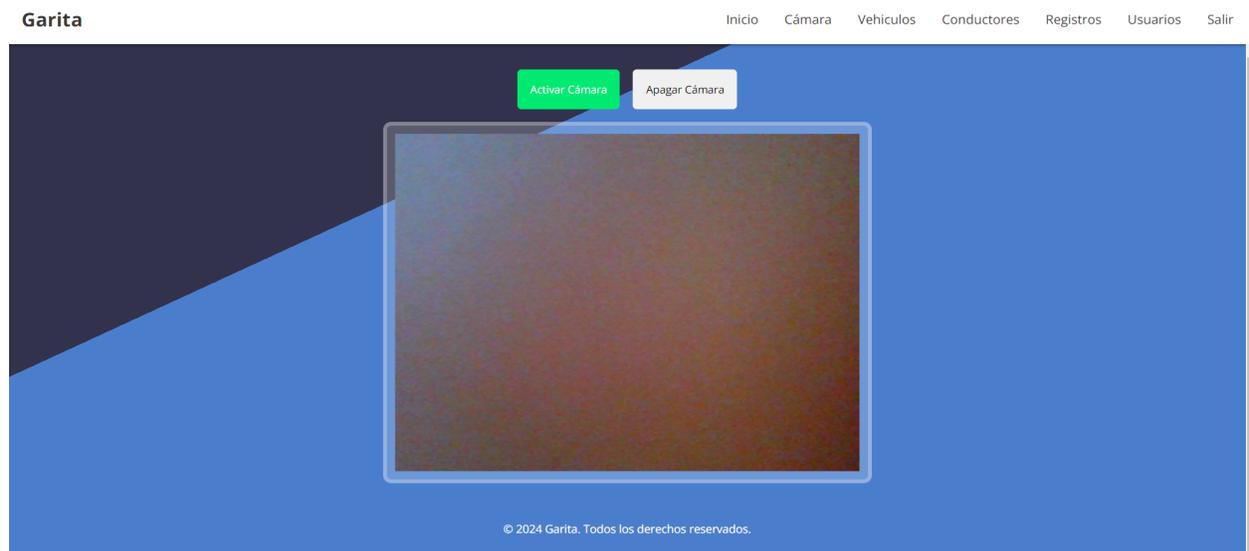


Figura 21. Interfaz de cámara .

Nota. La figura muestra la interfaz de la cámara desarrollada de acuerdo a la maquetación realizada.

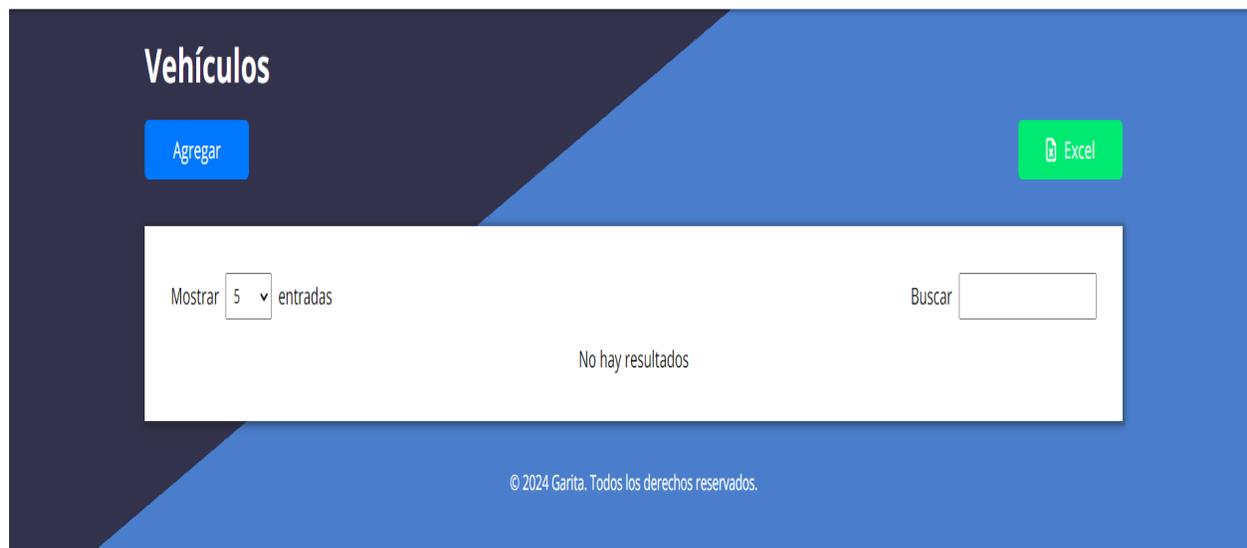


Figura 22. Interfaz de vehículos.

Nota. La figura contiene la interfaz para la gestión de vehículos desarrollada.

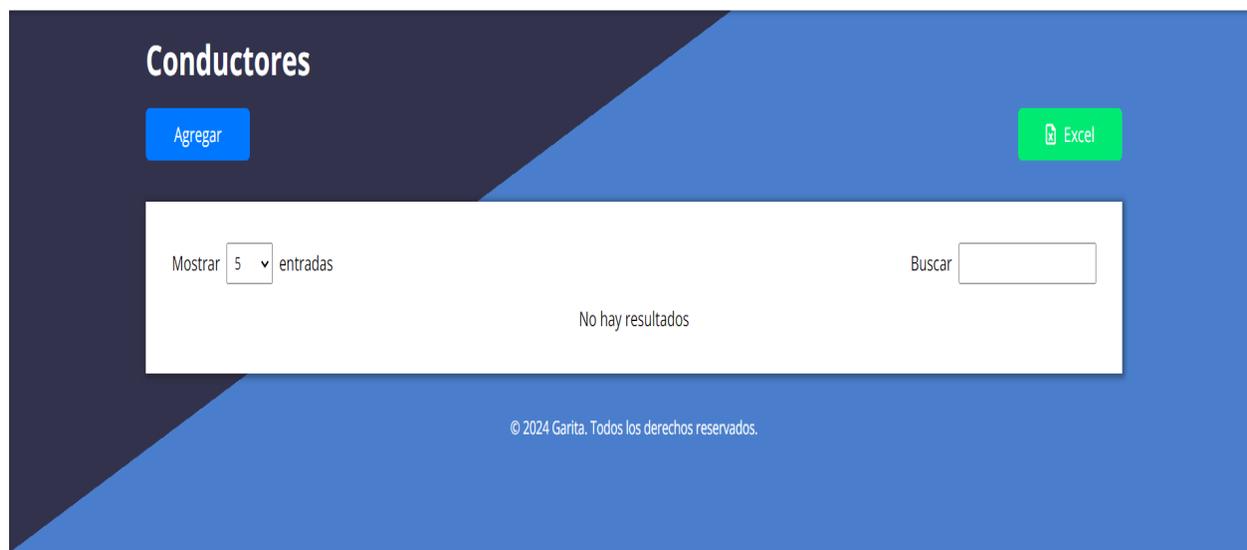


Figura 23. Interfaz de conductores.

Nota. La figura muestra el diseño de la vista desarrollada para la gestión de conductores.



Figura 24. Interfaz de registros de entrada y salida.

Nota. La figura muestra el diseño de la vista desarrollada para la gestión de conductores.

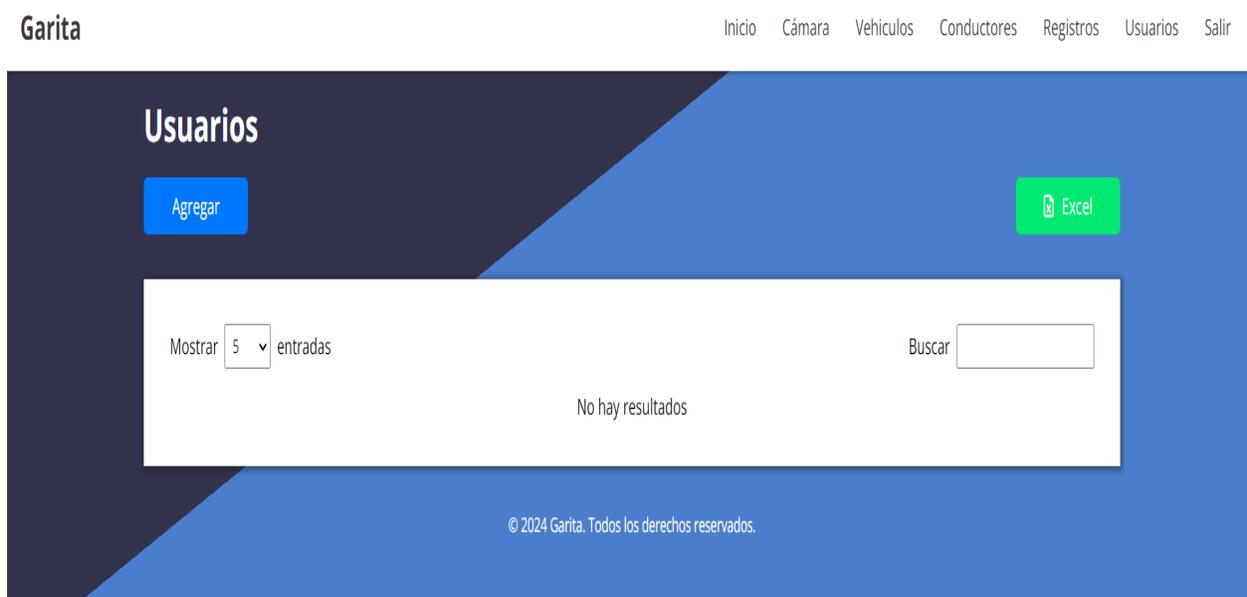
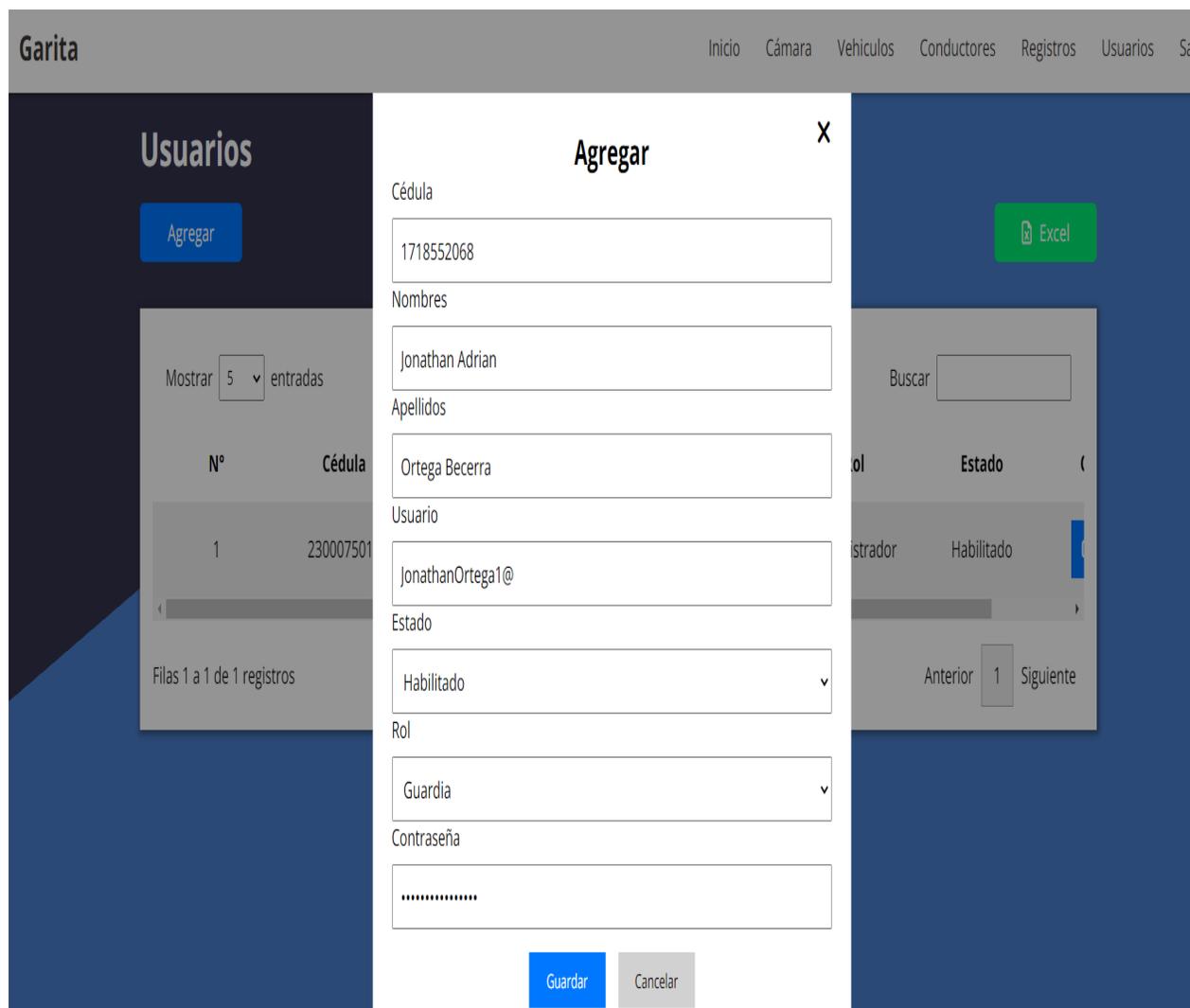


Figura 25. Interfaz de Usuarios.

Nota. La figura muestra el diseño de la vista desarrollada para la gestión de los usuarios que utilizarán la aplicación.

4.3.3. *Gestión de cuentas de usuario:* En la vista creada para la gestión de cuentas de usuario se crea la tabla que tendrá de registros de los usuarios creados. Al ingresar un nuevo usuario se debe seleccionar el tipo de usuario que corresponde esto en vista de que el usuario guardia no debe tener acceso a la vista de usuarios y que solo el administrador puede ver, crear, editar y eliminar un usuario.



The screenshot displays a web application interface for user management. At the top, a navigation bar includes 'Inicio', 'Cámara', 'Vehiculos', 'Conductores', 'Registros', 'Usuarios', and 'Sa'. The main content area is split into two parts. On the left, a dark sidebar titled 'Usuarios' features an 'Agregar' button and a table with columns 'N°' and 'Cédula'. The table shows one record with '1' and '230007501'. Below the table, it indicates 'Filas 1 a 1 de 1 registros'. On the right, a modal window titled 'Agregar' is open, containing a form with the following fields: 'Cédula' (1718552068), 'Nombres' (Jonathan Adrian), 'Apellidos' (Ortega Becerra), 'Usuario' (JonathanOrtega1@), 'Estado' (Habilitado), 'Rol' (Guardia), and 'Contraseña' (masked with dots). The modal also includes an 'Excel' button, a search bar, and pagination controls (Anterior, 1, Siguiete). At the bottom of the modal are 'Guardar' and 'Cancelar' buttons.

Figura 26. Agregar nuevo usuario.

Nota. Modal para agregar datos de nuevos de usuarios en sistema.

Garita Inicio Cámara Vehículos Conductores Registros Usuarios Salir

Usuarios

Agregar Excel

Mostrar 5 entradas Buscar

N°	Cédula	Nombre	Apellidos	Usuario	Rol	Estado
1	2300075013	Josselyn Abigail	Chila Moncayo	Jachila1@	administrador	Habilitado
2	1718552068	Jonathan Adrian	Ortega Becerra	JonathanOrtega1@	guardia	Habilitado

Filas 1 a 2 de 0 registros Anterior Siguiente

© 2024 Garita. Todos los derechos reservados.

Figura 27. Lista de usuarios.

Nota. Lista que contiene la información de los usuarios registrados.

Inicio Cámara Vehículos Conductores Registros Usuarios

Usuarios

Agregar Excel

Mostrar 5 entradas Buscar

N°	Nombre	Apellidos	Estado	Opciones
1	Josselyn		Habilitado	 
2	Jonathan		Habilitado	 

Filas 1 a 2 de 2 registros Anterior 1 Siguiente

Editar

Cédula
1718552068

Nombres
Jonathan Adrian

Apellidos
Ortega Becerra

Usuario
JonathanOrtega1@

Estado
Habilitado

Rol
Guardia

Deseo actualizar mi contraseña

Guardar Cancelar

Figura 28. Editar de usuario.

Nota. Modal para la edición de los usuarios que ya se encuentran registrados.

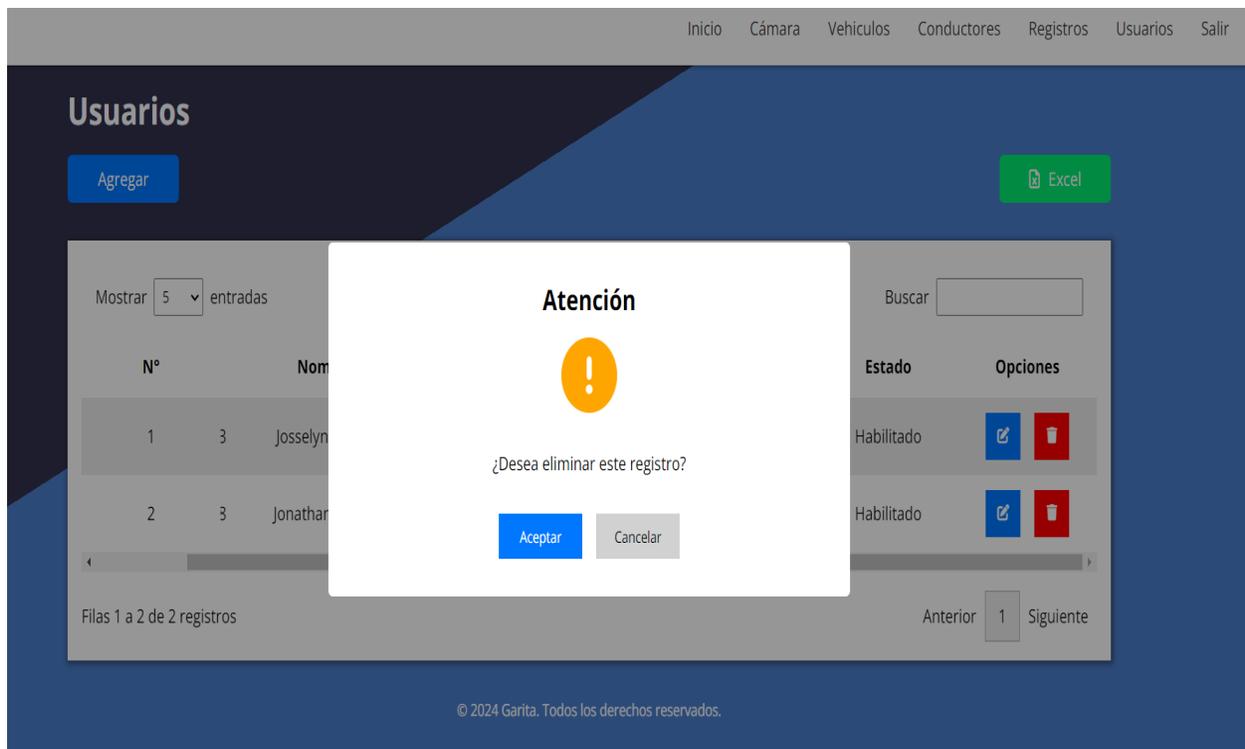


Figura 29. Eliminar de usuario.

Nota. Mensaje para la eliminación de los usuarios registrados en el sistema.

4.3.4. Gestión de vehiculos de forma manual: Dentro de la gestión de vehículos de forma manual, se tiene la interfaz de usuario que permite el registro del vehículo ingresando detalles como número de placa, tipo de acceso (regular o invitado), tipo de vehículo (Militar o particular), estado de vehículo (Si está ingresando o saliendo de la institución). Se realiza la validación de los datos en los formularios de ingreso y de edición. Se creó el botón que permita eliminar el vehículo sin embargo no lo eliminara de la base de datos ya que el vehículo puede tener registros relacionados a el vehículo eliminado, es por ello que simplemente se inactiva.

Inicio Cámara Vehículos Conductores Registros Us

Vehículos

Agregar

Mostrar 5 entradas

N° Pl

1 GTT

Filas 1 a 1 de 1 registros

Excel

Buscar

Opciones

Anterior 1 Siguiente

© 2024 Garita. Todos los derechos reservados.

Figura 30. Agregar vehículo.

Nota. Modal para agregar un vehículo nuevo al sistema.

Inicio Cámara Vehículos Conductores Registros Usuarios

Vehículos

Agregar

Excel

Mostrar 5 entradas

Buscar

N°	Placa	Acceso	Vehículo	Estado	Opciones
1	GTT-5273	Regular	Militar	Fuera	 

Filas 1 a 1 de 1 registros

Anterior 1 Siguiente

© 2024 Garita. Todos los derechos reservados.

Figura 31. Lista de vehículos.

Nota. Listado de los vehículos ingresados al sistema.

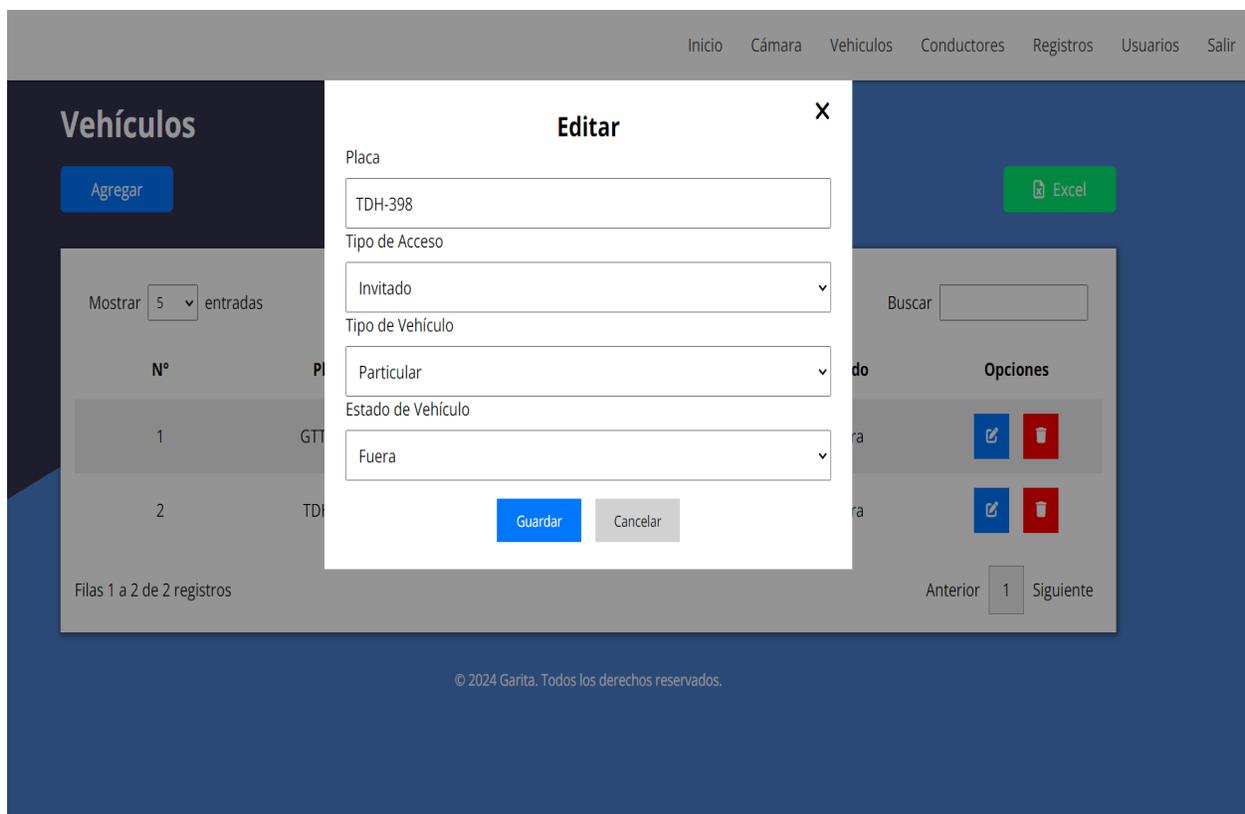


Figura 32. Editar vehículo.

Nota. Modal para editar un vehículo nuevo al sistema.

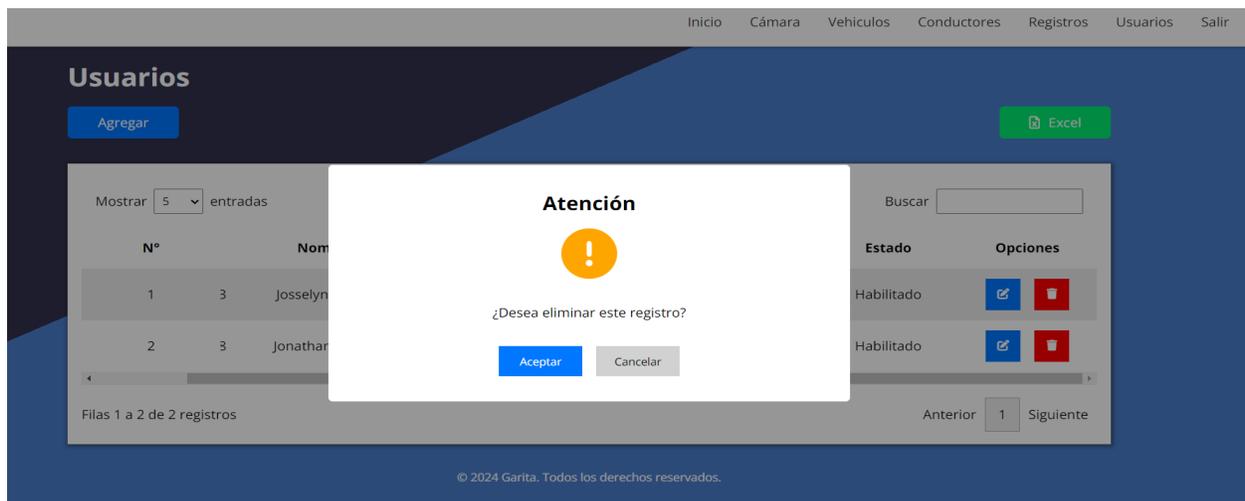


Figura 33. Eliminar vehículo.

Nota. Mensaje de eliminación del vehículo.

4.3.5. *Gestión de vehículos de forma automática:* El vehículo que ingrese o salga de la institución debe detectarse la placa vehicula, esta placa se envía a través de socket si se detectó o no y se envía la información de la placa vehicular al campo de placa que se encuentra en el registro de entrada y salida de vehículos. Una vez que se ha detectado la placa de forma automática se ingresan los datos de tipo de acceso (Invitado o Regular), tipo de vehículo (Militar o particular), estado de vehículo (Si está ingresando o saliendo de la institución).

Nuevo registro

Vehículo

¿Desea editar la placa?

Numero de Placa

GTD-6497

Placa: GTD-6497 **Tipo Vehículo:** Particular
Tipo de acceso: Invitado **Estado actual:** Dentro

Chofér

Cédula

Guardar **Cancelar**

Figura 34. Información detectada de vehículo.

Nota. Modal para nuevo registro de ingreso o salida al detectar una placa.

4.3.6. *Burndown chart sprint 2*: Durante la ejecución de las tareas del sprint 2 (Figura 35), por medio del burndown char nos damos cuenta que al inicio no estábamos en el tiempo que se estimó es decir que estuvimos retrasados a las fechas hasta el día 5. Sin embargo, luego ya pudimos estar en los tiempos estimados hasta el día 11 que hubo retrasos, pero pusimos lograr cumplir con las fechas.

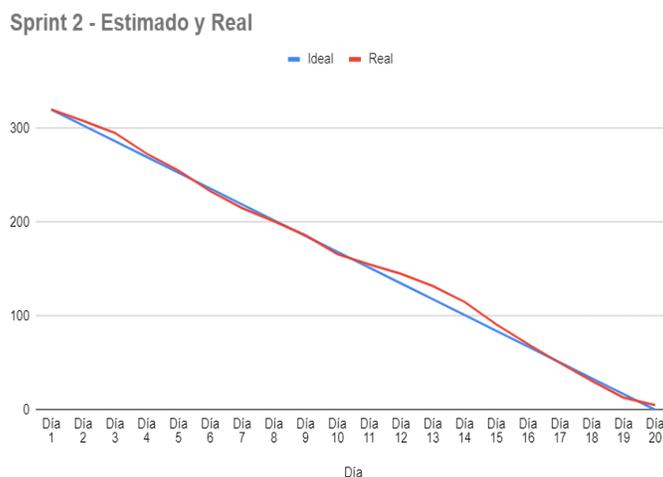


Figura 35. Burndown chart sprint 2.

Nota. Representación de los resultados del burndown chart spring 2 donde no se obtuvo tantas diferencias en cuanto al tiempo estimado y el real.

4.4. Resultados del sprint 3

4.4.1. *Gestion de entradas y salidas vehiculos particulares y militares al detectar placa*: Para llevar la gestión de entradas y salidas de vehículos, una vez que la placa se detecte. Se realiza una búsqueda de esa placa en la base de datos para saber si ese vehículo ya se encuentra registrado, en caso de no registrarse se muestra una alerta de vehículo registrado pero en color rojo, en caso de que si este registrada la placa la alerta se mostrara en color verde. En la Figura 36 se observa la alerta que muestra cuando el vehículo no esta registrado, en la Figura 37 se muestra en cambio cuando el vehículo esta registrado.



Figura 36. Detección de vehículo no registrado.

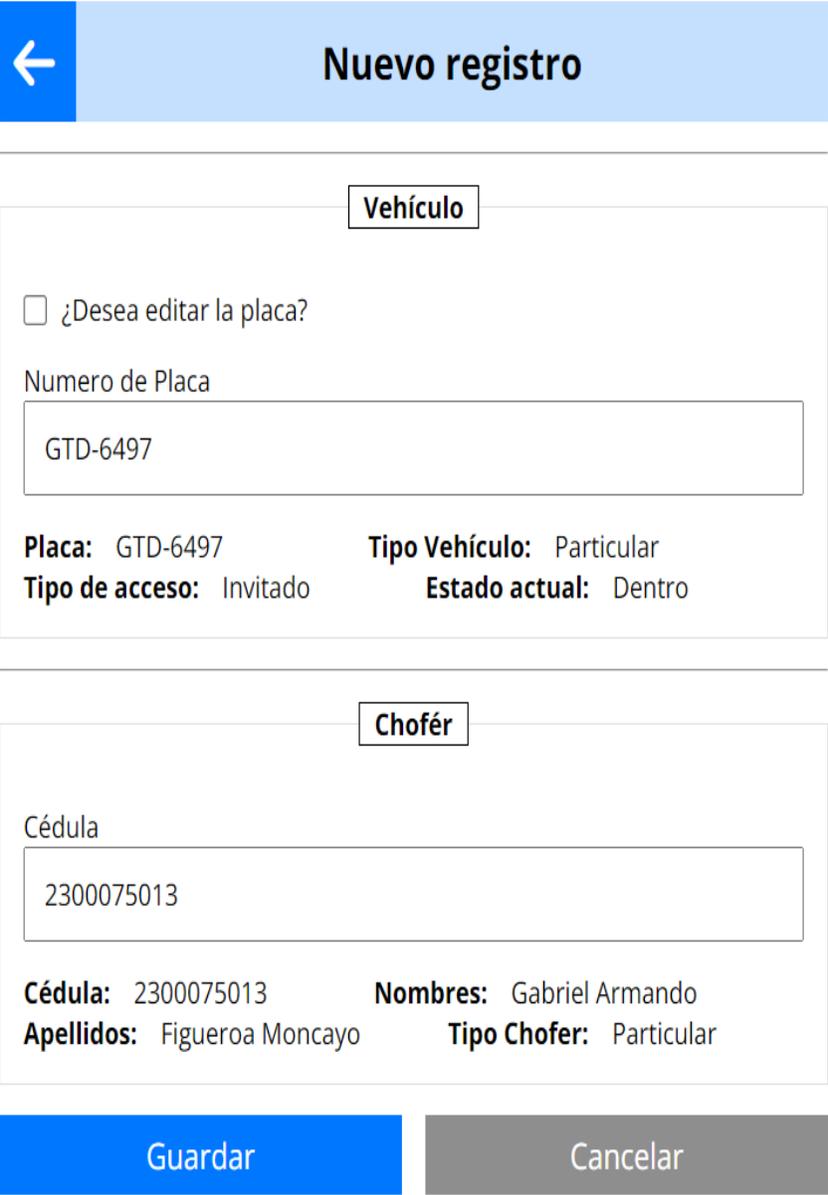
Nota. Detección de un vehículo que no se encuentra registrado en el sistema.



Figura 37. Detección de vehículo registrado.

Nota. Detección de un vehículo que se encuentra registrado en el sistema.

4.4.2. *Gestión del historial de entradas y salidas de vehículos:* Para llevar el control de los vehículos que ingresan y salen de la institución se creó la vista de registros, esta vista contendrá todo el historial de los vehículos que ingresaron y salieron de la institución. Dentro de esta vista se podrá de igual forma ingresar el ingreso o salida de forma manual, así como también se puede editar o eliminar un registro.



Nuevo registro

Vehículo

¿Desea editar la placa?

Numero de Placa

GTD-6497

Placa: GTD-6497 **Tipo Vehículo:** Particular
Tipo de acceso: Invitado **Estado actual:** Dentro

Chofér

Cédula

2300075013

Cédula: 2300075013 **Nombres:** Gabriel Armando
Apellidos: Figueroa Moncayo **Tipo Chofer:** Particular

Guardar **Cancelar**

Figura 38. Nuevo registro.

Nota. Modal para el control de vehículo que ingresan y salen de la institución.

 **Nuevo registro**

Vehículo

Numero de Placa
GTT-5273

Placa: GTT-5273 **Tipo Vehículo:** Militar
Tipo de acceso: Regular **Estado actual:** Fuera

Chofér

Cédula
0802282947

Cédula: 0802282947 **Nombres:** Jonathan Adrian
Apellidos: Ortega Becerra **Tipo Chofer:** Militar

Adicionales

Km recorridos
12

Destino
Puerto Limón

Observaciones
Sin novedades

Figura 39. Nuevo registro vehículo militar.

Nota. Modal para el control de vehículos militares que ingresan y salen de la institución.

Garita Inicio Cámara Vehículos Conductores Registros Usuarios Salir

Registros

Agregar
Excel

Mostrar 5 entradas Buscar

N°	Cédula	Usuario	Chofér	Apellidos	Placa	Tipo de registro	Tip
1	0802282947	Josselyn Abigail Chila Moncayo	Jonathan Adrian Ortega Becerra	GTT-5273	Regular	Salida	
2	2300075013	Josselyn Abigail Chila Moncayo	Gabriel Armando Figueroa Moncayo	GTD-6497	Invitado	Salida	
3	2300075013	Josselyn Abigail Chila Moncayo	Gabriel Armando Figueroa Moncayo	GTD-6497	Invitado	Entrada	

Filas 1 a 3 de 3 registros Anterior 1 Siguiente

Figura 40. Listado registros de ingreso y salida de vehículos.
Nota. Listado de vehículos que ingresan y salen de la institución.

Registros

Agregar
Excel

Mostrar 5 entradas Buscar

N°	stro	Tipo Ve	Fecha	Opciones
1		Mili	4-02-16 04:50	✎ ✖
2		Partic	4-02-16 18:00	✎ ✖
3		Particular	2024-02-16 18:22	✎ ✖

Filas 1 a 3 de 3 registros Anterior 1 Siguiente

Atención

¿Desea eliminar este registro?

Aceptar
Cancelar

Figura 41. Eliminar registro.
Nota. Modal de advertencia para eliminacion de un registro.

 **Editar registro**

Vehículo

Numero de Placa

Placa: GTT-5273 **Tipo Vehículo:** Militar
Tipo de acceso: Regular **Estado actual:** Fuera

Chofér

Cédula

Cédula: 0802282947 **Nombres:** Jonathan Adrian
Apellidos: Ortega Becerra **Tipo Chofer:** Militar

Adicionales

Km recorridos

Figura 42. Editar registro.

Nota. Modal de edición para nuevos registros.

4.4.3. *Gestion de conductores:* Se generó la interfaz que visualiza una lista de los conductores que se registran en el sistema. Al ingresar un nuevo conductor, el usuario debe ingresar detalles como cedula, nombres, apellidos el tipo ya que este puede ser estudiante, docente, administrativo, particular o militar. Estos conductores también podrán ser editados y eliminados del sistema. Los campos que se ingresan para el registro del conductor se aplicaron varias validaciones a los campos.

Garita Inicio Cámara Vehículos Conductores Registros Usuarios Salir

Conductores

Agregar

Mostrar 5 entradas

N°	Cédula
1	0802
2	2300

Filas 1 a 2 de 2 registros

Excel

Buscar

Opciones

Anterior 1 Siguiente

Agregar

Cédula

Nombres

Apellidos

Tipo

© 2024 Garita. Todos los derechos reservados.

Figura 43. Agregar conductor.

Nota. Modal para agregar nuevos conductores.

Garita Inicio Cámara Vehículos Conductores Registros Usuarios Salir

Conductores

Agregar

Excel

Mostrar 5 entradas

Buscar

N°	Cédula	Nombres	Apellidos	Tipo	Opciones
1	0802282947	Jonathan Adrian	Ortega Becerra	Militar	<input type="button" value="Editar"/> <input type="button" value="Eliminar"/>
2	2300075013	Gabriel Armando	Figueroa Moncayo	Particular	<input type="button" value="Editar"/> <input type="button" value="Eliminar"/>
3	1716617012	Josselyn Abigail	Chila Moncayo	Estudiante	<input type="button" value="Editar"/> <input type="button" value="Eliminar"/>

Filas 1 a 3 de 3 registros

Anterior 1 Siguiente

© 2024 Garita. Todos los derechos reservados.

Figura 44. Lista de conductores.

Nota. Listado de los conductores registrados.

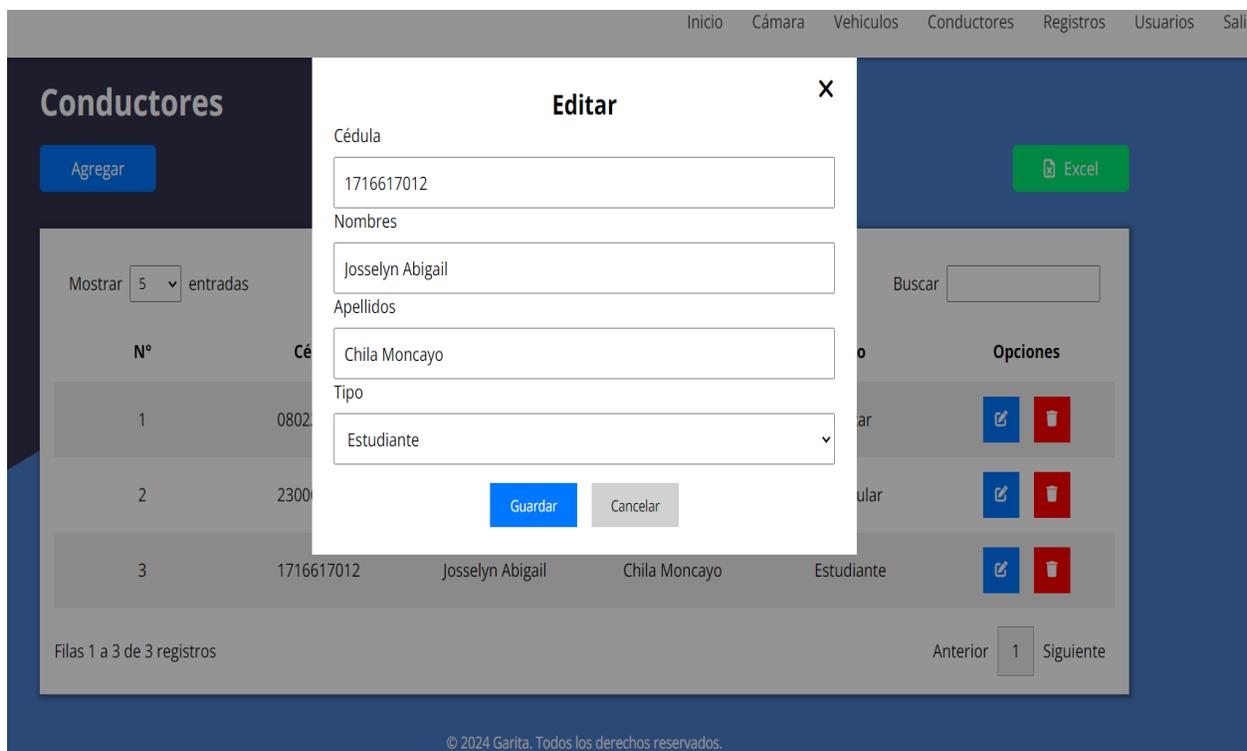


Figura 45. Editar conductor.

Nota. Modal de edición del conductor registrado.

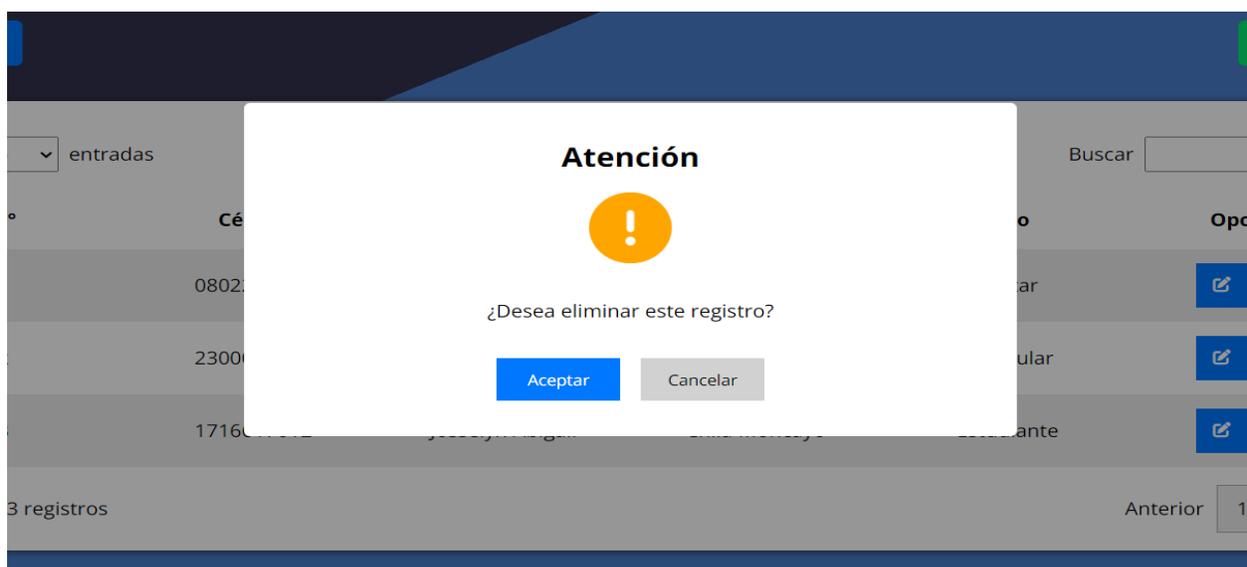


Figura 46. Eliminar conductor.

Nota. Modal de advertencia para eliminar un conductor.

4.4.4. *Conexión a una cámara institucional:* Se realizaron diversas actividades para lograr la conexión del sistema con una cámara de la institución. Se realizó el respectivo oficio el cual fue dirigido al Cap. Bustamante Israel solicitando la instalación de un rack en la biblioteca de la institución ya que esta cerca de la garita donde se va a colocar la cámara. Adicional se gestionó la entrega de una computadora en la prevención de la institución, esto se lo llevo a cabo por medio de un oficio dirigido a la Ing. Luke Dayra además se coordinó la instalación de la cámara IP en la prevención de la ESPE sede Santo Domingo. Posteriormente se realizó la instalación de la cámara asegurando su correcto funcionamiento. Para garantizar la eficiencia del proceso.

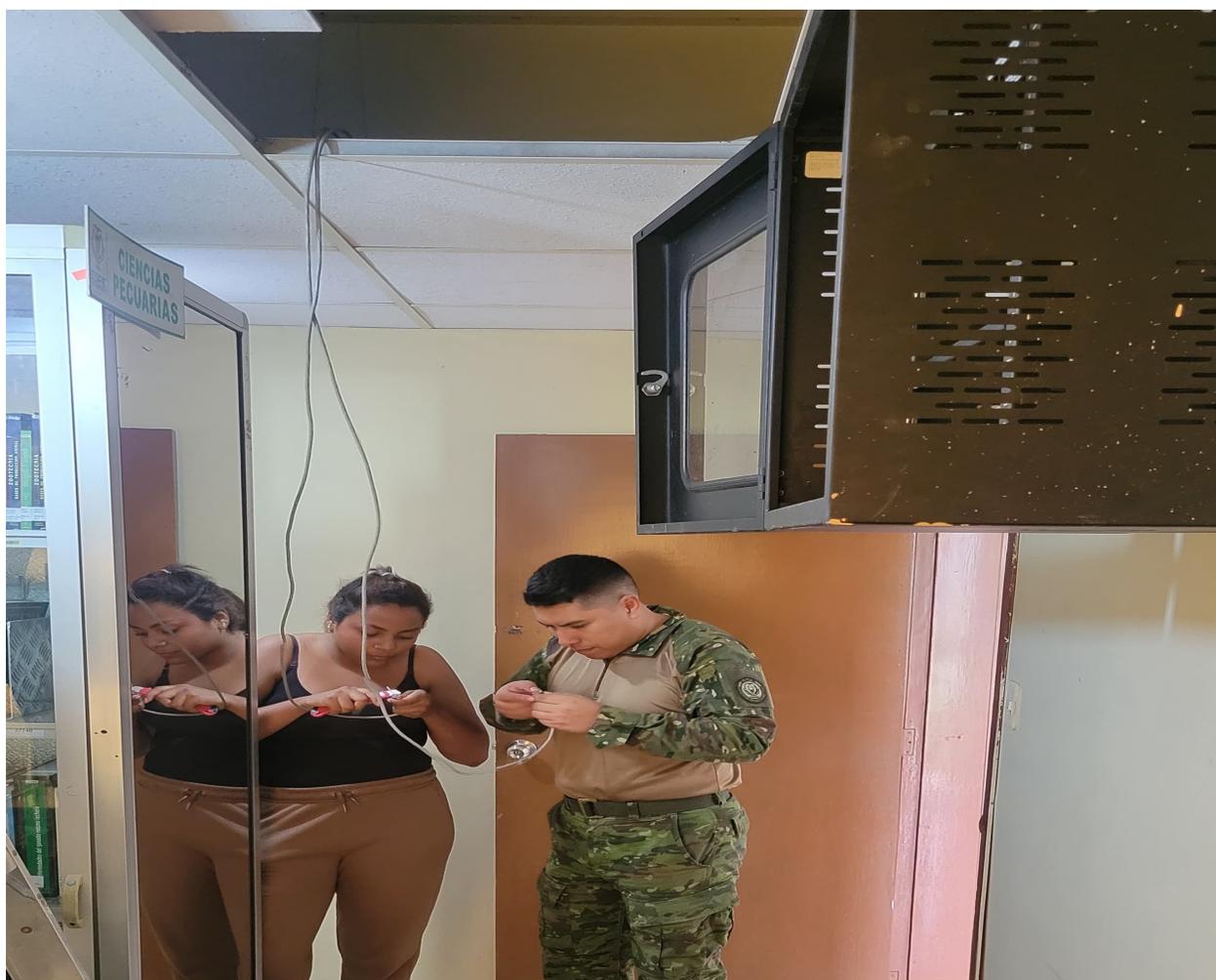


Figura 47. Instalación de rack en biblioteca.

Nota. La figura muestra la configuración por del lado de hardware realizada.



Figura 48. Instalación de cámara en garita.

Nota. La figura muestra la visualización de la cámara instalada en garita.



Figura 49. Visualización de video de la cámara en el sistema.

Nota. La figura muestra la visualización de la transmisión de la cámara instalada.

4.4.5. *Generación de métricas de entrada y salida de vehículos:* En la vista principal del sistema se crearon métricas que permiten saber cuántos vehículos han ingresado y salido de la institución. Estas métricas son por día es decir que al día siguiente las métricas comenzarán en 0.

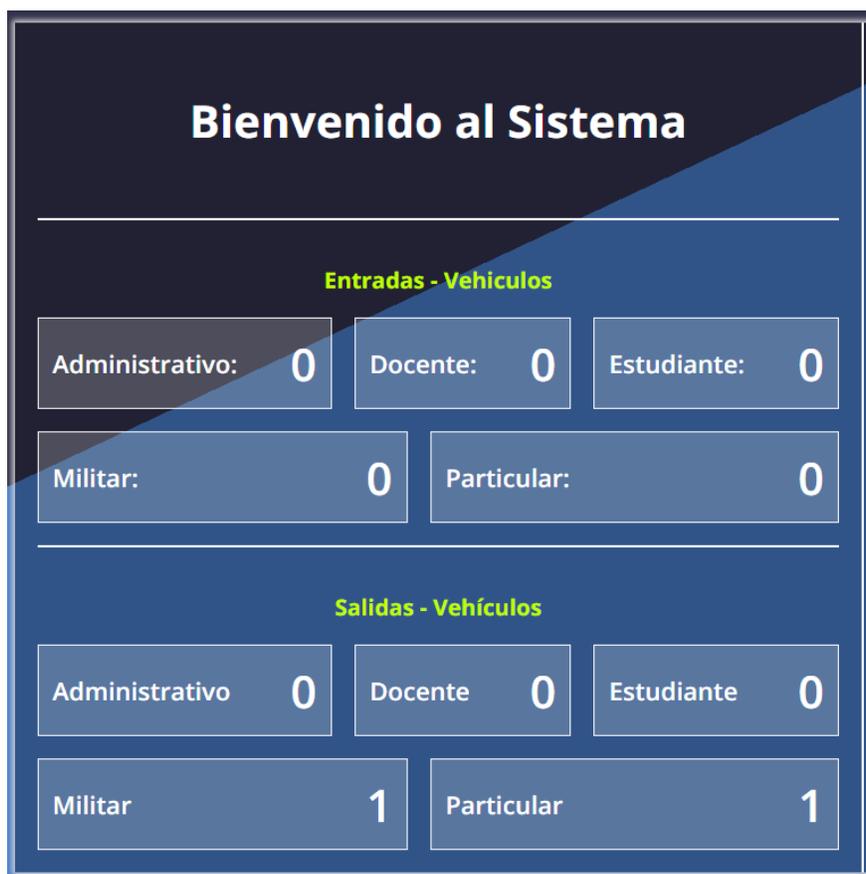


Figura 50. Métricas de entrada y salida de vehiculos

Nota. La figura indica las métricas que se desarrollaron con el fin de llevar el control del día.

4.4.6. *Burndown chart sprint 3:* Como se puede observar en la Figura 51, se avanzó a un ritmo más rápido de lo estimado los primeros días sin embargo luego hubo retrasos en vista de que la instalación de la cámara tomo más tiempo de los estimado. A finalizar se logró terminar el sprint en las fechas establecidas.

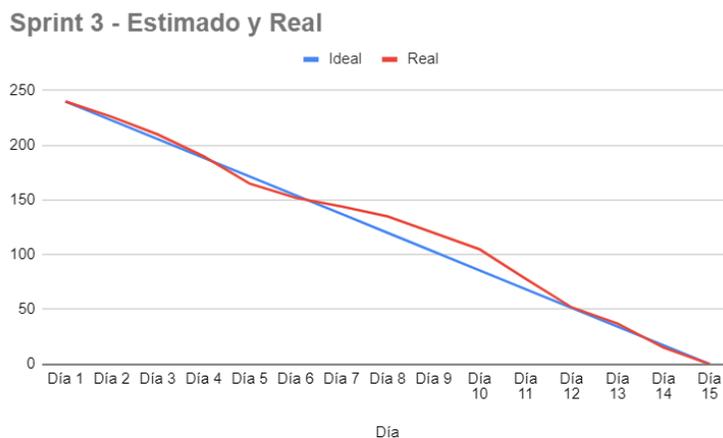


Figura 51. Burndown chart sprint 3.

Nota. La figura indica que el burndown char del sprint 3 tuvo varios retrasos con respecto al tiempo que se estimó y al real.

4.5. Resultados del sprint 4

4.5.1. *Generación de reportes en formato excel:* En las vistas de conductor, usuarios, vehículos y los registros de entrada y salida se le genero un reporte en Excel. Esto con el fin de que en algún momento la institución quiera sacar alguno reporte de cualquiera de estas vistas.

N°	Cédula	Nombres	Apellidos	Tipo
1	0802282947	Jonathan Adrian	Ortega Becerra	Militar
2	2300075013	Gabriel Armando	Figueroa Moncayo	Particular
3	1716617012	Josselyn Abigail	Chila Moncayo	Estudiante

Figura 52. Reporte de conductores.

Nota. Visualización del reporte obtenido de los conductores registrados.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	N°	Placa	Acceso	Vehículo	Estado			
2	1	GTT-5273	Regular	Militar	Fuera			
3	2	TDH-398	Invitado	Particular	Fuera			
4	3	GTD-6497	Invitado	Particular	Dentro			
5								
6								

Figura 53. Reporte de vehículos.

Nota. Visualización del reporte obtenido de los vehículos registrados.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	N°	Cédula	Nombre	Apellidos	Usuario	Rol	Estado	
2	1	2300075013	Josselyn Abigail	Chila Moncayo	Jachila1@	administrador	Habilitado	
3	2	1718552068	Jonathan Adrian	Ortega Becerra	JonathanOrtega1@	guardia	Habilitado	
4								
5								

Figura 54. Reporte de usuarios.

Nota. Visualización del reporte obtenido de los usuarios registrados.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
	N°	Cédula	Usuario	Chofér	Apellidos	Placa	Tipo de registro	Tipo Vehículo	Kilometros	Observacion	Destino
1	1	0802282947	selyn Abigail Chila Moncathan	Adrian Ortega Becerra	GTT-5273	Regular	Salida	Militar	24	Sin novedad	Puerto Limon
2	2	2300075013	selyn Abigail Chila Monciel	Armando Figueroa Moron	GTD-6497	Invitado	Salida	Particular			
3	3	2300075013	selyn Abigail Chila Monciel	Armando Figueroa Moron	GTD-6497	Invitado	Entrada	Particular			

Figura 55. Reporte de registros de entrada y salida de vehículos.

Nota. Visualización del reporte obtenido de los ingresos y salidas de vehículos.

4.5.2. *Funcionamiento del sistema en un servidor:* Se realizó la gestión para la designación de un contenedor dentro del servidor que disponen en la institución. Este contenedor tiene 8gb de ram y 2 Cores estas características se solicitaron en vista de que este proyecto se basa en realizar un modelo que detecte placas vehiculares lo cual consume recursos. Cabe recalcar que este sistema solo funciona dentro de la red de la Universidad. El sistema funciona en la ip 10.3.1.210 en el puerto 8080

The screenshot shows a web browser window with the URL `10.3.1.210:8080/dashboard/vehiculos`. The page title is "Garita" and the navigation menu includes "Inicio", "Cámara", "Vehículos", "Conductores", "Registros", "Usuarios", and "Salir". The main content area is titled "Vehículos" and features a blue "Agregar" button and a green "Excel" button. Below these is a table with columns: "N°", "Placa", "Acceso", "Vehículo", "Estado", and "Opciones". The table contains three rows of data. At the bottom of the table, it says "Filas 1 a 3 de 3 registros" and "Anterior 1 Siguiente". A copyright notice at the bottom reads "© 2024 Garita. Todos los derechos reservados."

N°	Placa	Acceso	Vehículo	Estado	Opciones
1	GTT-5273	Regular	Militar	Fuera	 
2	TDH-398	Invitado	Particular	Fuera	 
3	GTD-6497	Invitado	Particular	Dentro	 

Figura 56. Funcionamiento del sistema en la web.

Nota. La figura muestra el sistema ya funcionando en un servidor.

4.5.3. *Pruebas de campo:* Con el objetivo de garantizar que el sistema tenga un correcto funcionamiento, llevamos a cabo las pruebas de campo dentro de la institución. Estas pruebas se centraron en que el sistema este detectando correctamente la placa. Durante este proceso de prueba que se llevo a cabo, se realizaron en dos escenarios, en el día y en la noche esto con el fin de que el sistema sea optimo en ambos escenarios.

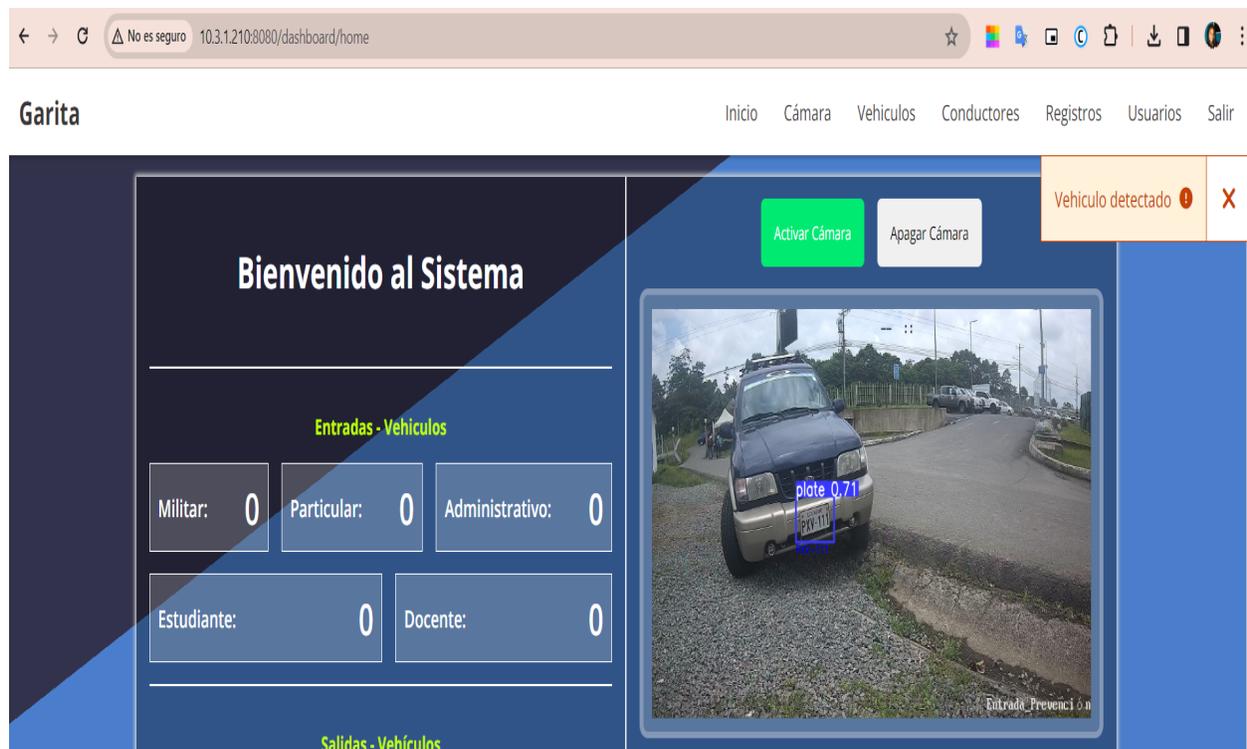


Figura 57. Detección de placa en la institución.

Nota. La figura muestra la detección de la placa desde la cámara institucional.

4.5.4. *Burndown chart sprint 4:* En el gráfico de burndown del Sprint 4, se puede evidenciar que, al inicio de las actividades de este sprint, se lograron concretar en las fechas, pero por inconvenientes suscitados con respecto al servidor hubo demoras. Esto en vista de que para utilizar la cámara con un servidor externo a la red de la institución no era posible lo que nos ocasiono un retraso considerable, esto se pudo solucionar ya que se nos facilito un contenedor dentro del servidor que dispone la universidad.

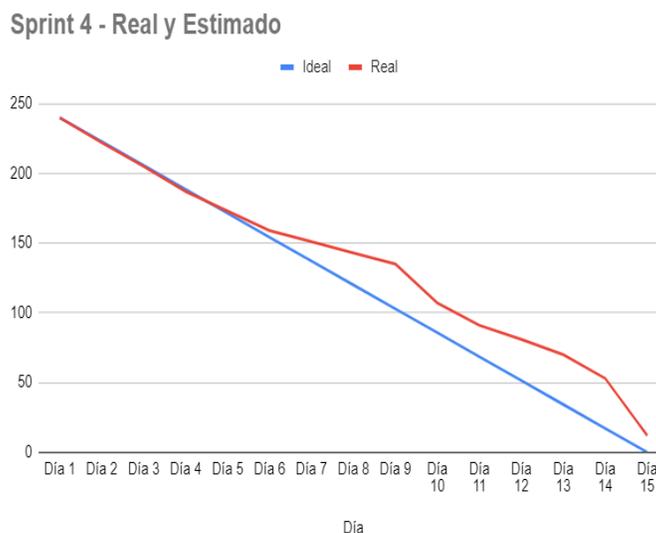


Figura 58. Burndown chart sprint 4.

Nota. La figura indica el burndown chart del sprint 4 que indica que hubo retrasos en las actividades.

4.6. Trabajos a futuro

Luego de finalizar las pruebas del sistema, se identificaron algunas áreas a mejorar en el futuro. Como resultado de este análisis se consideraron los siguientes trabajos a futuro.

- Se propone la incorporación de la tecnología de Internet de las Cosas (IoT) en el sistema con el objetivo de generar alertas que informen sobre la posibilidad de acceso o restricciones para los vehículos. Esta mejora proporcionará un mayor nivel de control y seguridad en el monitoreo de ingresos y salidas.
- Se plantea la implementación de un generador de tickets automatizado al momento de registrar un vehículo. Esta funcionalidad tiene como finalidad agilizar la identificación y el seguimiento preciso de las operaciones de entrada y salida de vehículos en el sistema.
- Se sugiere la integración de un sistema de reconocimiento facial para fortalecer la seguridad y mejorar la identificación de los conductores. Esta medida contribuirá a reforzar el acceso a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se logró concretar la recolección de datos y la estructuración de la bitácora de control para el registro de ingreso y salida de vehículos civiles y militares. Esto se llevó a cabo mediante una entrevista detallada con el personal de la empresa de seguridad responsable de esta actividad, con el objetivo de establecer los requerimientos necesarios para el desarrollo de la aplicación web. Esta fase de recolección de información resultó fundamental para comprender a fondo los procesos existentes y las necesidades específicas del sistema, lo que permitió diseñar una solución que se adapta de manera óptima a las operaciones de control de acceso y seguimiento de vehículos. La colaboración estrecha con el personal de la empresa de seguridad garantizó que la aplicación web desarrollada satisfaga completamente los requisitos operativos y de seguridad necesarios para la gestión eficiente y segura de la entrada y salida de vehículos.

La estructura de la base de datos se diseñó cuidadosamente para facilitar la consulta y actualización de la información, así como para garantizar la seguridad y la privacidad de los datos almacenados. Esta base de datos demostró ser fundamental para el funcionamiento adecuado del sistema de control de acceso y seguimiento de vehículos, proporcionando una plataforma sólida y confiable para gestionar de manera eficiente la información relacionada con el tránsito de vehículos civiles y militares.

Se estructuró el algoritmo basado en Deep Learning que nos permitió reconocer las diferentes placas de los vehículos que ingresan y salen de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Santo Domingo. Los resultados obtenidos demuestran la viabilidad y precisión de este enfoque en la identificación de placas vehiculares en imágenes, con una tasa de éxito del 93%, lo que representa un avance significativo en comparación con métodos tradicionales.

Mediante la aplicación de programación mediante componentes, se logró diseñar un sistema web integral que integra nuestro modelo de reconocimiento de placas vehiculares. Este sistema ha permitido gestionar de manera eficiente y efectiva información crucial sobre vehículos, conductores, usuarios e ingresos y salidas de vehículos, tanto militares como civiles. La implementación de este sistema ha demostrado su valía al mejorar la seguridad y la eficiencia en el seguimiento y control de vehículos, lo que tiene un impacto significativo en la gestión logística

y de seguridad de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Santo Domingo. Además, esta integración ha sentado las bases para futuras mejoras y desarrollos en la gestión de vehículos y el reconocimiento de placas, mostrando el potencial de la programación mediante componentes y la integración de tecnologías para abordar desafíos complejos en entornos militares y civiles.

5.2. *Recomendaciones*

Para mejorar significativamente el rendimiento del sistema, se podría explotar la información temporal del vídeo. La implementación de información temporal mejora la eficiencia de la etapa de reconocimiento al rastrear los vehículos con respecto al tiempo para estimar los movimientos placas de matrículas. Por esta razón, se debe implementar un procedimiento basado en la reconstrucción de superresolución en donde se combinan imágenes con desplazamiento de subpíxeles y múltiples imágenes de menor resolución para construir imágenes de mayor resolución. Se debe dar importancia a algunas cuestiones más para futuras investigaciones en el sistema ALPR. Para hacer frente a las diferentes situaciones de iluminación, se deben implementar técnicas de preprocesamiento más sólidas para obtener una mejor mejora. Además, se pueden implementar nuevas técnicas de detección donde el impacto del cambio de iluminación es relativamente menor. Desarrollar un plan de mantenimiento y actualización regular para garantizar el rendimiento óptimo del sistema de control de ingreso vehicular. Esto incluye la monitorización de los componentes del sistema, la detección y corrección de posibles fallos, y la actualización de los algoritmos de reconocimiento en función de los avances tecnológicos. Considerar la integración del sistema de reconocimiento de placas con otros sistemas de seguridad y control de acceso existentes en la universidad. Esto permitirá una gestión más eficiente y coherente de la seguridad en el campus, así como una mayor interoperabilidad entre los diferentes sistemas. Evaluar la viabilidad de incorporar técnicas de aprendizaje activo en el sistema de reconocimiento de placas. Estas técnicas permitirán mejorar continuamente el rendimiento del sistema mediante la interacción humana, seleccionando y etiquetando activamente las imágenes más relevantes para el entrenamiento de los algoritmos.

6. REFERENCIAS

- [1] E. Vásquez y G. A. Joel, «Sistema de reconocimiento de patrones en placas vehiculares para el acceso automático de visitas a un edificio», es, Tesis doct., nov. de 2014.
- [2] E. W. Pérez Silva, *Reconocimiento de placas vehiculares mediante visión computacional para mejorar el acceso a un parqueadero*, <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/10142>, Accessed: 2024-2-1.
- [3] C. Mangwani, I. Lad, P. Mandore, R. Kulkarni, T. Lonkar y M. Kamble, «Automatic vehicle entry control system», en *2022 6th International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS)*, IEEE, 2022.
- [4] H. Saghaei, «Proposal for automatic license and number plate recognition system for vehicle identification», 2016. eprint: 1610.03341.
- [5] M. S. Mandi, B. Shibwabo y K. M. Raphael, «An automatic number plate recognition system for car park management», en *International Journal of Computer Applications*, vol. 175, págs. 36-42, 2017.
- [6] N. H. Lin, Y. L. Aung y W. K. Khaing, «Automatic vehicle license plate recognition system for smart transportation», en *2018 IEEE International Conference on Internet of Things and Intelligence System (IOTAIS)*, IEEE, 2018, págs. 97-103.
- [7] C. N. E. Anagnostopoulos, I. E. Anagnostopoulos, V. Loumos y E. Kayafas, «A license plate-recognition algorithm for intelligent transportation system applications», *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, vol. 7, n° 3, págs. 377-392, 2006.
- [8] M. Mohandes, M. Deriche, H. Ahmadi, M. Kousa y A. Balghonaim, «An intelligent system for vehicle access control using RFID and ALPR technologies», en *Arab. J. Sci. Eng.*, vol. 41, n° 9, págs. 3521-3530, 2016.
- [9] D. Islam, T. Mahmud y T. Chowdhury, «An efficient automated vehicle license plate recognition system under image processing», *Indones. J. Electr. Eng. Comput. Sci.*, vol. 29, n° 2, pág. 1055, 2023.
- [10] A. Puranic, K. T. Deepak y U. V., *Vehicle number plate recognition system: A literature review and implementation using template matching*, <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=cf4e319d05676ecc593abd3c9c97503545510262>, Accessed: 2024-2-6.

- [11] F. A. Hermawati y R. Koesdijarto, «A real-time license plate detection system for parking access», *TELKOMNIKA*, vol. 8, nº 2, pág. 97, 2010.
- [12] F. C. Chazanga, J. Phiri y S. Namukolo, «Development of a two factor authentication for vehicle parking space control based on Automatic Number Plate Recognition and Radio Frequency Identification», *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, 2019.
- [13] B. Mouli Chandra, D. Sonia, A. Devi, C. Saraswathi, M. Rathan y K. Bharghavi, «Recognition of vehicle number plate using matlab», 2021.
- [14] J. Shashirangana, H. Padmasiri, D. Meedeniya y C. Perera, «Automated license plate recognition: A survey on methods and techniques», *IEEE Access*, vol. 9, págs. 11 203-11 225, 2021.
- [15] V. Gnanaprakash, N. Kanthimathi y N. Saranya, «Automatic number plate recognition using deep learning», *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1084, nº 1, pág. 012 027, 2021.
- [16] Y. Wen, Y. Lu, J. Yan, Z. Zhou, K. M. von Deneen y P. Shi, «An algorithm for license plate recognition applied to intelligent transportation system», *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, vol. 12, nº 3, págs. 830-845, 2011.
- [17] C. V. Niño-Rondón, J. D. Duran-Bayona, L. A. Bermon-Meneses, D. M. Duarte-Parada, S. A. Castro-Casadiago y G. E. Sandoval-Martínez, «Análisis de herramientas para gestión bibliográfica y control de acceso utilizando tecnología RFID», es, *Eco Mat.*, vol. 11, nº 2, págs. 39-49, 2020.
- [18] S. G. Nieto Gómez, J. D. Moreira Quimis, A. A. Mendoza Catagua y G. M. Pinargote Gutiérrez, «Sistema de seguridad con tecnología arduino para la automatización del edificio upocam», es, *Journal TechInnovation*, vol. 1, nº 2, págs. 10-17, 2022.
- [19] M. Valdeos, A. S. Vadillo Velazco, M. G. Perez Paredes y R. M. Arias Velasquez, «Methodology for an automatic license plate recognition system using Convolutional Neural Networks for a Peruvian case study», *IEEE Lat. Am. Trans.*, vol. 20, nº 6, págs. 1032-1039, 2022.
- [20] A. Al-Sabaawi, K. Al-Dulaimi, E. Foo y M. Alazab, «Addressing malware attacks on connected and autonomous vehicles: Recent techniques and challenges», en *Malware Analysis Using Artificial Intelligence and Deep Learning*, Cham: Springer International Publishing, 2021, págs. 97-119.

- [21] L. Zhang, P. Wang, H. Li, Z. Li, C. Shen e Y. Zhang, «A robust attentional framework for license plate recognition in the wild», *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, vol. 22, n° 11, págs. 6967-6976, 2021.
- [22] C. L. P. Chen y B. Wang, «Random-positioned license plate recognition using hybrid broad learning system and convolutional networks», *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, vol. 23, n° 1, págs. 444-456, 2022.
- [23] M.-X. He y P. Hao, «Robust automatic recognition of Chinese license plates in natural scenes», *IEEE Access*, vol. 8, págs. 173 804-173 814, 2020.
- [24] Lubna, N. Mufti y S. A. A. Shah, «Automatic number plate recognition:A detailed survey of relevant algorithms», en, *Sensors (Basel)*, vol. 21, n° 9, pág. 3028, 2021.
- [25] X. Luo, D. Ma, S. Jin, Y. Gong y D. Wang, «Queue length estimation for signalized intersections using license plate recognition data», *IEEE Intell. Transp. Syst. Mag.*, vol. 11, n° 3, págs. 209-220, 2019.
- [26] I. V. Pustokhina, D. A. Pustokhin, J. J. P. C. Rodrigues et al., «Automatic vehicle license plate recognition using optimal K-means with convolutional neural network for intelligent transportation systems», *IEEE Access*, vol. 8, págs. 92 907-92 917, 2020.
- [27] J. Shashirangana, H. Padmasiri, D. Meedeniya y C. Perera, «Automated license plate recognition: A survey on methods and techniques», *IEEE Access*, vol. 9, págs. 11 203-11 225, 2021.
- [28] B. B. Yousif, M. M. Ata, N. Fawzy y M. Obaya, «Toward an optimized neutrosophic k-means with genetic algorithm for automatic vehicle license plate recognition (ONKM-AVLPR)», *IEEE Access*, vol. 8, págs. 49 285-49 312, 2020.
- [29] Universidad Politécnica Estatal del Carchi, *Vista de Procesamiento de imágenes con visión artificial para el reconocimiento de placas vehiculares*, es, <https://revistasdigitales.upec.edu.ec/index.php/sathiri/article/view/15/28>, Accessed: 2024-2-1.
- [30] J. C. Broncano Torres, M. S. Trejo de Ríos, H. A. Herrera Vega y E. E. Andrade Flores, «Control de seguridad y acceso vehicular, mediante visión artificial», es, *Big Bang Faustiniiano*, vol. 9, n° 2, 2020.
- [31] M. S. Al-Shemarry, Y. Li y S. Abdulla, «An efficient texture descriptor for the detection of license plates from vehicle images in difficult conditions», *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, vol. 21, n° 2, págs. 553-564, 2020.

- [32] A. Fahim, M. Hasan y M. A. Chowdhury, «Smart parking systems: comprehensive review based on various aspects», en, *Heliyon*, vol. 7, nº 5, e07050, 2021.
- [33] *Deep Learning*, es, <https://bit.ly/438EDBV>, Accessed: 2024-3-10.
- [34] IBM, *Qué es Deep Learning?*, es, <https://www.ibm.com/es-es/topics/deep-learning>, Accessed: 2024-2-4, 14 de 2020.
- [35] A. Motroni, A. Buffi y P. Nepa, «A survey on indoor vehicle localization through RFID technology», *IEEE Access*, vol. 9, págs. 17921-17942, 2021.
- [36] e. P. d. I. P. El acceso vehicular a un campus, *sistema de seguridad basado*, <http://ingelectuq.net/gdsproc/wp-content/uploads/2017/09/2010-vera.pdf>, Accessed: 2024-2-1.
- [37] J. Rojas Henríquez y D. Aracena Pizarro, «Segmentación de patentes vehiculares mediante técnicas de agrupamiento en ambientes externos», en, *Ingeniare, Rev. Chil. Ing.*, vol. 21, nº 2, págs. 172-184, 2013.
- [38] E. C. Huallpa, Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas, Universidad Peruana Unión, A. A. S. Macalupu et al., «Determinación del mejor algoritmo de detección de matrículas en ambientes controlados y no controlados», *RISTI - Rev. Ibér. Sist. Tecnol. Inf.*, nº 49, págs. 83-99, 2023.
- [39] Google, *Google Colab*, es, <https://research.google.com/colaboratory/intl/es/faq.html>, Accessed: 2024-2-4.
- [40] P. L. López, *Por qué trabajar la programación de computadoras en la escuela? Preguntas, sugerencias y herramientas*, https://www.usfq.edu.ec/sites/default/files/2020-07/0004_para_el_aula_06.pdf, Accessed: 2024-2-1.
- [41] S. Chazallet, *Python 3: los fundamentos del lenguaje*, es. Ediciones ENI, 2016.
- [42] A. Fernandez, *Python 3 al descubierto - 2a ed*, es. Alfaomega Grupo Editor, 2013.
- [43] R. G. Duque, *Python para todos*. 2011.
- [44] J. L. Izquierdo, *Codifica en Python*. 2020.
- [45] A. Marzal e I. Gracia, *Introducción a la programación con Python*.