



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA  
DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES**

Detección y registro de placas vehiculares aplicando visión por computadora para acceder a las instalaciones universitarias UPSE

**AUTOR**

**Alejandro Villacis Jeikol Marcelo.**

**TRABAJO DE UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Previo a la obtención del grado académico en  
INGENIERO EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

**Ing. Shendry Balmore Rosero Vásquez. Ms.CC**

**Santa Elena, Ecuador**

**Año 2024**



**UPSE**

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA  
DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES**

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

---

Ing. José Sánchez Aquino, Mgt.  
**DIRECTOR DE LA CARRERA**

---

Ing. Shendry Balmorc Roscro, Mgt  
**TUTOR**

---

Ing. Jaime Orozco Iguasnia, Mgt.  
**DOCENTE ESPECIALISTA**

---

Ing. Marjorie Coronel Suárez, Mgt.  
**DOCENTE GUÍA UIC**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA  
DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES**

**CERTIFICACIÓN**

Certifico que luego de haber dirigido científica y técnicamente el desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por el cual apruebo en todas sus partes el presente trabajo de titulación que fue realizado en su totalidad por ALEJANDRO VILLACIS JEIKOL MARCELO, como requerimiento para la obtención del título de Ingeniero en Tecnologías de la Información.

La Libertad, a los 03 días del mes de diciembre del año 2024

**TUTOR**

---

**Ing. Shendry Balmore Rosero**  
**Vásquez. Ms.CC**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA  
DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

**Yo, ALEJANDRO VILLACIS JEIKOL MARCELO**

**DECLARO QUE:**

El trabajo de Titulación, desarrollo de una aplicación de gestión y monitoreo aplicando redes neuronales convolucionales para la UPSE, previo a la obtención del título en Ingeniero en Tecnologías de la Información, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

La Libertad, a los 22 días del mes de noviembre del año 2024

**EL AUTOR**

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "Jeikol M. Villacis", written over a horizontal line.

**Jeikol Marcelo Alejandro Villacis.**



## UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

### FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES

#### CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO

Certifico que después de revisar el documento final del trabajo de titulación denominado desarrollo de una aplicación de gestión y monitoreo aplicando redes neuronales convolucionales para la UPSE, presentado por el estudiante, Alejandro Villacis Jeikol Marcelo fue enviado al Sistema Antiplagio, presentando un porcentaje de similitud correspondiente al 8%, por lo que se aprueba el trabajo para que continúe con el proceso de titulación.

 <b>CERTIFICADO DE ANÁLISIS</b> <i>magister</i>	<b>Jeikol Marcelo Alejandro Villacis - finalizado</b>	 8% Textos sospechosos	 3% Similitudes < 1% similitudes entre comillas < 1% entre las fuentes mencionadas	 3% Idiomas no reconocidos	 3% Textos potencialmente generados por la IA
Nombre del documento: Jeikol Marcelo Alejandro Villacis - finalizado.docx ID del documento: abf790e7aefd95f90362da34918946971e84e2c7 Tamaño del documento original: 24,89 MB Autores: []	Depositante: SHENDRY BALMORE ROSERO VASQUEZ Fecha de depósito: 27/11/2024 Tipo de carga: interface fecha de fin de análisis: 27/11/2024	Número de palabras: 17.800 Número de caracteres: 119.730			

**TUTOR**

---

**Ing. Shendry Balmore Rosero Vásquez. Ms.**

**CC.**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA  
DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES**

**AUTORIZACIÓN**

**Yo, ALEJANDRO VILLACIS JEIKOL MARCELO**

Autorizo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, para que haga de este trabajo de titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales del trabajo de titulación con fines de difusión pública, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Santa Elena, a los 22 días del mes de noviembre del año 2024

**EL AUTOR**

---

**Jeikol Marcelo Alejandro Villacis.**

## **AGRADECIMIENTO**

Mi más sincero agradecimiento a mis amigos cercanos, quienes me brindaron su apoyo incondicional en el ámbito académico a lo largo de toda la carrera. A aquellos docentes que con su paciencia y dedicación me formaron como profesional, y a quienes con sus enseñanzas me ayudaron a formar un carácter. A mi familia por su respaldo constante en cada etapa.

Principalmente agradezco a aquellas personas que me formaron como deportista de alto rendimiento, personas las cuales me enseñaron a no rendirme a pesar de las circunstancias, a confiar más en mis capacidades, a aquellas que me ayudaron a desarrollar mis habilidades y aquellos que me vieron como meta a seguir, les agradezco todas las experiencias que viví en todo este tiempo, de principio a fin.

*Jeikol Marcelo Alejandro Villacis.*

## **DEDICATORIA**

Le dedico el esfuerzo realizado en este proyecto a mi familia por su fe en mis capacidades y por enseñarme el valor del esfuerzo y perseverancia, también a mis tres gatos que, con su silenciosa compañía se quedaron hasta tarde a mi lado durante el desarrollo de este proyecto, recordándome que incluso en las noches más largas, no estaba solo.

A mis amigos, que con su compañía y apoyo me ayudaron en momentos difíciles.

*Jeikol Marcelo Alejandro Villacis.*

## *ÍNDICE GENERAL*

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	II
CERTIFICACIÓN	III
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	III
DECLARO QUE:	IV
CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO	V
AUTORIZACIÓN	VI
AGRADECIMIENTO	VII
DEDICATORIA	VIII
RESUMEN	11
Abstract	11
1.1 Antecedentes	2
1.2 Descripción del proyecto	5
1.3 Objetivos del proyecto	9
1.4 Justificación del proyecto	10
1.5 Alcance del proyecto	12
1.6 Metodología del proyecto	17
1.6.1 Metodología de investigación	17
1.6.2 Beneficiarios del proyecto	20
1.6.3 Variables	21
1.6.4 Análisis de recolección de datos	21
1.7 Metodología de Desarrollo	23
2.1 Marco contextual	26
2.2 Marco conceptual	27

2.3	Marco teórico	31
2.3.1	Lectores automáticos de matrículas (ALPR)	31
2.3.2	La visión por computadora y las futuras aplicaciones tecnológicas en diversos escenarios	31
2.3.3	Tecnología OCR: el futuro de la digitalización de documentos	31
2.3.4	YOLOv8 El nuevo estado del arte en reconocimiento de imágenes (computer vision)	32
2.4	Requerimientos	32
2.4.1	Requerimientos funcionales	32
2.4.2	Requerimientos no funcionales	35
2.5	Componente de la propuesta	36
2.5.1	Módulos del sistema	36
2.5.2	Módulo de interfaz gráfica:	36
2.5.3	Módulo de detección de placas:	36
2.5.4	Módulo de procesamiento de imagen:	36
2.5.5	Módulo de gestión de registros locales:	37
2.5.6	Arquitectura del sistema	38
2.5.7	Diagramas de caso de uso	40
2.6	Desarrollo	48
2.6.1	Módulo 1	48
2.6.2	Módulo 2	49
2.6.3	Módulo 3	65
2.6.4	Módulo 4	72
2.7	Resultados	73
2.7.1	Resultados del entrenamiento del modelo YOLOv8 según el número de épocas.	73

2.7.2	Resultados del prototipo funcional	74
2.7.3	Resultados de la encuesta realizada a los guardias de seguridad	85
2.8	Conclusiones	90
2.9	Recomendaciones	91
	Anexos	99

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Desventajas del sistema de registro actual manejado por un libro de bitácora.	4
Tabla 2	Ventajas del sistema semi automático propuesto por sobre el sistema de bitácora de registro manual.	11
Tabla 3	Clasificación de cantidad de imágenes del Dataset para las placas comerciales y particulares.	22
Tabla 4	Tabla de requerimiento funcionales	35
Tabla 5	Tabla de requerimientos NO funcionales	35
Tabla 6	Descripción de caso de uso general del sistema	41
Tabla 7	Descripción de caso de uso - registro de una placa	43
Tabla 8	Descripción de caso de uso - búsqueda de una placa	45
Tabla 9	Descripción de caso de uso - Eliminar una placa	47
Tabla 10	Objetivos en base a las funciones principales requeridas por el sistema	48
Tabla 11	PSM 6 antes y después del procesado de texto por pytesseract rojo=incorrecto, verde=correcto.	61
Tabla 12	PSM 7 antes y después del procesado de texto por pytesseract rojo=incorrecto, verde=correcto.	62
Tabla 13	PSM 11 antes y después del procesado de texto por pytesseract rojo=incorrecto, verde=correcto.	62

Tabla 14 Resultados de las configuraciones PSM + errores detectados + errores corregidos para la selección de la configuración más optima.	63
Tabla 15 Configuración pytesseract (lang="eng",config="psm --7") + modelo yolov8 de 200 épocas	64
Tabla 16 Resumen estadístico de precisión del modelo bajo pruebas controladas % para las placas comerciales y particulares.	65
Tabla 17 Resultados del modelo yolov8 una vez realizado el reconocimiento de caracteres.	77
Tabla 18 Comparativa de las tasas de precisión y error del sistema unificado	78
Tabla 19 Resumen de las respuestas recopiladas en base a la encuesta realizada a guardias de la UPSE	87

## ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1 Placa comercial	13
Figura 2 Placa particular	13
Figura 3 Placa montada en porta placa	13
Figura 4 Placa deteriorada	13
Figura 5 Placa personalizada	13
Figura 6 Placa sucia	13
Figura 7 Modelos de yolov8-seg	14
Figura 8 Placa de motocicletas	16
Figura 9 Barreras de acceso	16
Figura 10 Interrelación entre incrementos y módulos	25
Figura 11 Sistema empleado para pruebas de funcionamiento en ambientes reales de trabajo	38

Figura 12 Sistema propuesto para implementación en ambientes reales de funcionamiento	39
Figura 13 Diagrama general de caso de uso	40
Figura 14 Diagrama de funcionamiento del sistema	40
Figura 15 Diagrama de flujo para el registro de una placa vehicular	42
Figura 16 Caso de uso - registro de una placa	42
Figura 17 Diagrama de flujo para el caso de búsqueda de una placa requerida	44
Figura 18 Caso de uso - búsqueda de una placa	44
Figura 19 Diagrama de flujo para el caso de requerir eliminar un registro	46
Figura 20 Caso de uso - eliminar una placa	46
Figura 21 Recopilación de imágenes/fotos para crear el Dataset	49
Figura 22 Clasificación inicial de fotografías para entrenamiento y validación del modelo yolo	50
Figura 23 Selección poligonal de la región de interés con la herramienta labelme	51
Figura 24 Resultado del etiquetado de la herramienta labelme contiene la información necesaria para el entrenamiento del modelo yolo	51
Figura 25 Carpeta creada tras realizar el cambio de formato del archivo JSON a formato YOLO la carpeta contiene toda la información clasificada para el entrenamiento	51
Figura 26 Contenido de la carpeta YOLODataset etiquetado y clasificado respectivamente	52
Figura 27 Archivo transformado del formato JSON al formato YOLO	52
Figura 28 Resultado de la ruta para la carpeta train	52
Figura 29 Resultado de la ruta para la carpeta val	52
Figura 30 Especificación de ruta de acceso al Dataset para realizar el entrenamiento del modelo	52

Figura 31 Comando de iniciación del entrenamiento y ajuste de parámetros	53
Figura 32 Respuesta del entrenamiento del modelo YOLOv8 desde la terminal, se puede observar cómo van los resultados hasta la última interacción	53
Figura 33 Ruta de acceso de resultados por cada entrenamiento realizado por yolov8	54
Figura 34 Muestra de las métricas del modelo yolov8 entrenado a 200 épocas	54
Figura 35 Placa particular sin escala de grises	55
Figura 36 Placa comercial sin escala de grises	55
Figura 37 Aplicación de escala de grises	55
Figura 38 Placa comercial sin escala de grises	55
Figura 39 Bordes definidos de cada uno de los caracteres de la placa	55
Figura 40 Reducción de ruido, provoca que los bordes pierdan ligeramente la definición	56
Figura 41 Threshold binario inverso transforma la imagen recibida en binaria B/N resaltando los caracteres	56
Figura 42 Permite suavizar la imagen sin perder los contornos	56
Figura 43 Limpia la imagen de pequeñas imperfecciones reduciendo la cantidad de información innecesaria	57
Figura 44 Cierra los caracteres cuando les falte una parte de estos, pero pierde precisión al borrar una parte de los caracteres	58
Figura 45 Antes vs Después del aclarado de tonos grises bajo placas comerciales de fondo naranja	58
Figura 46 Ejemplo de lectura de caracteres de placa comercial después del ajuste de tonos grises	59
Figura 47 Comando de carga de pytesseract y ajuste de parámetros de carga, lenguaje y modo de segmentación de pagina	60
Figura 48 Distancia máxima estimada de detección de placa 11 metros	66

Figura 49 Distancia de lectura máxima 7 metros	66
Figura 50 Lectura de caracteres de placa con ligero desgaste a una distancia de 2 metros	67
Figura 51 Lectura de caracteres de placa a 5 metros de distancia	67
Figura 52 Notificación de registro automático de salida de un vehículo	67
Figura 53 Notificación de registro manual de salida de vehículos	68
Figura 54 Interfaz inicial 2 "luces" de paso simulando acceso permitido/bloqueado	68
Figura 55 Puesta a prueba del registro de categorías seleccionadas	69
Figura 56 Diseño preliminar del sistema final en base a 2 cámaras con sus respectivos espacios para la información respectiva	69
Figura 57 Diseño final + ingreso manual de placas y registro automático de salida de vehículos	70
Figura 58 Interfaz gráfica final	70
Figura 59 Interfaz gráfica + consulta de una placa	71
Figura 60 Interfaz gráfica + Consulta de registros	71
Figura 61 Interfaz gráfica funcional, previa.	72
Figura 62 Interfaz gráfica final, diseño minimalista y más sencillo	72
Figura 63 Resultados yolov8 a 50 épocas	73
Figura 64 Resultados yolov8 a 100 épocas	73
Figura 65 Resultados yolov8 a 150 épocas	73
Figura 66 Resultados yolov8 a 200 épocas	74
Figura 67 Resultado de lectura de caracteres	75
Figura 68 Resultados de detección de placas	76
Figura 69 Ingreso de placa que no está registrada	79
Figura 70 Resultado devuelto por la página web	79

Figura 71 Resumen estadístico manual	80
Figura 72 Resumen estadístico manual	81
Figura 73 Resumen estadístico manual	81
Figura 74 Placa con ligero desgaste, pero reconocible	82
Figura 75 Placa detectada a una distancia aproximada de 20 metros	82
Figura 76 Detección sin enfoque	83
Figura 77 Placa totalmente desgastada	83
Figura 78 Placa detectada parcialmente	84
Figura 79 Posición distinta de la cámara	84

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexo 1 Bitácora de registros actual	99
Anexo 2 Procedimiento de búsqueda y registro	100
Anexo 3 Cuestionamiento a conductores	101
Anexo 4 Entrada principal (control)	101
Anexo 5 Verificación de datos manual	102
Anexo 6 Cuestionamiento uno a uno	102
Anexo 7 Certificado de carrera	103
Anexo 8 Certificado director administrativo	104
Anexo 9 Congestión vehicular	105
Anexo 10 Error en la detección de placas	105
Anexo 11 Error al leer los caracteres	105
Anexo 12 Error al no leer ningún carácter	106
Anexo 13 Distancia cámara-placa 2m	106

Anexo 14 Distancia cámara-placa 5m	107
Anexo 15 Distancia cámara-placa 7.5m	107
Anexo 16 Posición distinta de la cámara	108
Anexo 17 Posicionamiento muy cercano a la cámara	108
Anexo 18 Respuestas del guardia número 1	109
Anexo 19 Respuestas del guardia número 1	110
Anexo 20 Respuestas del guardia número 1	111
Anexo 21 Respuestas del guardia número 2	112
Anexo 22 Respuestas del guardia número 2	113
Anexo 23 Respuestas del guardia número 2	114
Anexo 24 Hojas usadas como respaldo	114
Anexo 25 Hojas de respaldo	115
Anexo 26 Placas de autoridades y sus nombres respectivos	115
Anexo 27 Sistema de respaldo de placas y dueños + confusiones de registro	116
Anexo 28 Respuesta del guardia número 3	117
Anexo 29 Respuesta del guardia número 3	118
Anexo 30 Respuesta del guardia número 3	119
Anexo 31 Respuesta del guardia número 4	120
Anexo 32 Respuesta del guardia número 4	121
Anexo 33 Respuesta del guardia número 4	122

## RESUMEN

El presente proyecto de desarrollo de una aplicación de gestión y monitoreo vehicular para la UPSE, haciendo uso de redes neuronales convolucionales con el objetivo de automatizar parcialmente parte del registro de acceso vehicular y mejorar la precisión y eficiencia en el registro de placas. Las tecnologías empleadas para el caso son YOLOv8n en la detección de placas vehiculares, Py-Tesseract OCR en el reconocimiento óptico de caracteres y OpenCV en el procesamiento de imágenes. El sistema resultante permite realizar un seguimiento histórico de los vehículos que ingresan al campus universitario, además de obtener información detallada de los mismos mediante la página web de la ANT. Este proyecto sustituye los procesos de registro manual basado en registros en papel por una solución digital más eficiente, fortaleciendo el control de acceso vehicular con una base de datos que facilita la verificación y el libre ingreso de los vehículos que ya se han registrado anteriormente.

**Palabras clave:** Red neuronal YOLOv8, Pytesseract OCR, OpenCV.

## Abstract

The present project to develop a vehicle management and monitoring application for the UPSE, using convolutional neural networks with the aim of partially automating part of the vehicle access registration and improving the precision and efficiency in license plate registration. The technologies used in the case are YOLOv8n in the detection of vehicle license plates, Py-Tesseract OCR in optical character recognition and OpenCV in image processing. The resulting system allows historical tracking of the vehicles that enter the university campus, in addition to obtaining detailed information about them through the ANT website. This project replaces manual registration processes based on paper records with a more efficient digital solution, strengthening vehicle access control with a database that facilitates the verification and free entry of vehicles that have already been registered previously.

**Keywords:** YOLOv8 neural network, Pytesseract OCR, OpenCV.

## CAPITULO 1 FUNDAMENTACION

### 1.1 Antecedentes

La Universidad Estatal Península de Santa Elena ha experimentado incidentes de seguridad, incluyendo amenazas a sus instalaciones[1]. Mediante el método de observación se determinó que uno de los principales problemas identificados es el acceso vehicular no autorizado, debido a la falta de un sistema adecuado que permita al personal de seguridad comprobar rápidamente, si el vehículo que pretende ingresar es recurrente en las instalaciones, como un vehículo de un estudiante o personal de la propia universidad o si pertenece al parque automotor de la universidad. Esto limita la capacidad de control y supervisión del flujo vehicular, comprometiendo la seguridad, la experiencia del usuario final y la eficiencia operativa del acceso principal (Anexo 1 Bitácora de registros actual).

Actualmente no se posee ningún sistema de seguridad que permita un fácil acceso a las instalaciones universitarias y que a la par apoye en la seguridad de las instalaciones universitarias (Anexo 2 Procedimiento de búsqueda y registro).

Hasta el año 2019 el total de estudiantes matriculados ha sido de 6901 estudiantes siendo mayor en el año 2020 con un total de 7494, las estadísticas hasta la fecha muestran un incremento a lo largo del tiempo[2].

El personal de seguridad actualmente desempeña sus funciones de forma manual, lo que implica que deben reconocer visualmente cada uno de los vehículos de estudiantes, personal académico y autoridades para permitir su acceso. En algunos casos cuando no se reconoce un vehículo, se realizan preguntas a los conductores, sin embargo, no siempre se realiza este cuestionamiento y se termina permitiendo el acceso sin verificar el motivo de visita o sin saber si el vehículo es perteneciente a un estudiante (Anexo 3 Cuestionamiento a conductores).

El proceso de ingreso a las instalaciones universitarias es por medio de barreras semiautomáticas que se elevan cuando el guardia de seguridad da la señal para que se eleven mediante control remoto (Anexo 4 Entrada principal (control); **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), sin embargo, ahí termina todo el sistema de seguridad, si bien es cierto que en algunos casos se le pregunta a la persona que

va a realizar, en otras ocasiones las personas ingresan con sus vehículos sin que se le realicen preguntas, de esta forma y en este escenario las personas que intenten ingresar a las instalaciones van a poder acceder sin problemas.

**LPR** o también conocido como “license plate recognition” por sus siglas en inglés, es un sistema de reconocimiento capaz de detectar placas y reproducir digitalmente los caracteres de la placa de un vehículo por medio de captura de video[3]. Si bien la tecnología LPR no es nueva, se encuentra en constante desarrollo generando así un campo variado para sus aplicaciones más allá del control del tránsito, tráfico en parqueaderos entre otros, principalmente el uso de este sistema como herramienta de seguridad brinda una capa extra de seguridad adicional de control que le permita a los encargados del área de seguridad en este caso los guardias de seguridad verificar si el auto puede o no acceder a las instalaciones.

Un ejemplo de aplicación de un sistema para el control del acceso vehicular es la universidad politécnica salesiana en la cual, se posee un sistema para el control del acceso vehicular, sin embargo este sistema era fácilmente vulnerable puesto que usaban tarjetas de acceso que eran entregadas a cada uno de los estudiantes, el problema empieza cuando los mismos estudiantes prestaban sus tarjetas de acceso a otros usuarios para poder acceder a las instalaciones ocasionando un caos total perdiendo el control [4].

El sistema actual de control vehicular, controlado de forma manual posee varias desventajas en diferentes campos como:

Desventajas	Sistema manual
<b>Eficiencia</b>	Limitado por la velocidad de atención del guardia, lo que puede llevar a retrasos en el proceso de verificación.
<b>Precisión</b>	Varía según las capacidades del guardia lo que puede resultar en omisiones y/o errores en la verificación.
<b>Disponibilidad</b>	Depende de la disponibilidad del guardia puede verse afectada por factores como cansancio o enfermedad y la rotación de turnos
<b>Registro y documentación</b>	No almacena los datos ni posee una base de datos donde guardarlos.
<b>Detección de vehículos NO autorizados</b>	Depende de la memoria y capacidad de reconocimiento de cada uno de los guardias

*Tabla 1 Desventajas del sistema de registro actual manejado por un libro de bitácora.*

La visión por computadora es un conjunto de tecnologías las cuales le permiten a un ordenador o equipo captar imágenes del mundo real, procesarlas y generar información a través de ellas [5]. En palabras más sencillas quiere decir darle la capacidad a un equipo informático la capacidad de “ver”. Con dichos datos se puede realizar diferentes tipos de procesos para diferentes tipos de industrias como realizar análisis de imágenes/videos o la **detección de objetos**.

YOLO (You Only Look Once) es un popular modelo de detección y segmentación de imágenes, desarrollado por Joseph Redmon y Ali Farhadi en la universidad de Washington y lanzado en 2015 ganó popularidad rápidamente debido a su gran velocidad y precisión en sus resultados [6]. Lo cual rápidamente año a año fueron desarrollando nuevas versiones de YOLO llegando hasta 2024 con YOLOv8 Como

su último modelo de vanguardia y de última generación, este modelo posee un rendimiento superior a todos sus antecesores tanto en flexibilidad como eficacia.

## **1.2 Descripción del proyecto**

Conforme las necesidades de la Universidad Estatal Península de Santa Elena se propone el diseño de un sistema para la gestión del tráfico vehicular en la entrada principal de la universidad mediante haciendo uso de herramientas como redes neuronales, motores de reconocimiento óptico de caracteres y visión por computadora.

El sistema permitirá la detección y registro de las placas al igual que la búsqueda y eliminación de las que ya se hayan registrado, el registro queda guardado en un archivo xlsx para posteriores consultas y registros.

El funcionamiento da inicio una vez la placa se encuentre dentro del rango de visión de la cámara, será detectada de forma automática por medio de la red neuronal convolucional YOLOv8 la cual se encargará de proporcionar las coordenadas exactas de donde se encuentra la placa para preprocesarla mediante filtros aplicados según el formato de las placas de Ecuador, placas que constan de 2 formatos en su primer formato “ABC-123” y “ABD-1234” [7].

Una vez obtenido el resultado después de haberse aplicado los respectivos formatos y filtros se procede a realizar el reconocimiento óptico de caracteres OCR mediante Pytesseract-OCR una vez se obtenga la placa está será consultada directamente con la página web de la Agencia Nacional de Tránsito (ANT) la cual nos brinda la información del vehículo como marca, modelo, color, etc.

Una vez obtenida esta información se registrará directamente en un archivo Excel el cual contiene todo el historial de ingresos y salidas de vehículos junto a la información obtenida por la página web de la ANT.

Los datos recopilados y que se hayan registrados quedarán a manera de historial, es decir no se actualizará el último registro de una placa en específico una y otra vez, el registro será solo de manera lineal.

Finalmente, los datos obtenidos por estas tecnologías se verán presentes mediante una interfaz gráfica la cual consta de la vista de 2 cámaras, siendo una de entrada y una de salida junto a la misma la información del vehículo detectado, la interfaz gráfica nos permitirá también realizar la consulta de una placa mostrando los últimos 10 registros que existan, en caso de ingresar una placa no registrada a la búsqueda se devolverá un mensaje indicando que “No existen registros para la (placa)”.

El sistema se desarrollará en base a tecnologías actuales como visión por computadora, redes neuronales como YOLOv8 y Pytesseract-OCR para el reconocimiento óptico de caracteres, siendo el lenguaje de desarrollo Python mediante el IDE PyCharm 2023.

Una vez desarrollado y puesto a prueba el sistema, se espera tener un mayor control de acceso a las instalaciones universitarias sin dejar de lado la seguridad, con la cual se espera poder permitir el acceso de forma correcta a estudiantes regulares y negar el acceso a vehículos no autorizados.

El proyecto se dividirá en los siguientes cuatro módulos de desarrollo.

### **Módulo 1**

Este primer módulo abarca la definición de los objetivos generales y específicos del proyecto, identificación y recopilación de los requisitos y la planificación del proyecto respecto al desarrollo.

- Definición de objetivos: Se busca aclarar las funcionalidades esperadas, como el reconocimiento de placas y la clasificación de la categoría.
- Recopilación de requisitos: Recopilar datos sobre las necesidades y como se lleva a cabo el proceso de registro actual.
- Identificación de requisitos: Determinar las herramientas tecnológicas necesarias.
- Planificación de actividades: Definir el cronograma de desarrollo.

## **Módulo 2**

En este módulo se realizará el desarrollo del núcleo del sistema de reconocimiento de placas y su integración con herramientas como YOLO y Pytesseract.

- Creación del conjunto de datos: Compilación de imágenes de placas para entrenamiento, limpieza de datos y etiquetado.
- Entrenamiento del modelo YOLOv8: Entrenamiento, ajuste de parámetros y optimización del modelo de reconocimiento (detección).
- Definición de filtros con OpenCV: Mejorar la calidad de la imagen aplicando filtros para el reconocimiento de caracteres con Pytesseract.
- Configuración de Pytesseract: Definir la configuración/parámetros de funcionamiento de pytesseract.
- Pruebas en ambientes controlados: Evaluar la precisión del sistema bajo condiciones controladas.

## **Módulo 3**

Este módulo se centra en llevar a cabo las pruebas de funcionamiento del sistema bajo condiciones reales, evaluar el rendimiento de este y realizar los ajustes necesarios.

- Pruebas en condiciones reales: Evaluar el rendimiento del sistema bajo condiciones reales de funcionamiento.
- Correcciones: Realizar ajustes necesarios en base a los resultados de las pruebas de funcionamiento bajo condiciones reales.
- Informe de resultados y estadísticas: Documentar los resultados, realizar estadísticas y determinar la precisión del sistema en base a las estadísticas.
- Pruebas de la interfaz gráfica: Verificar el correcto funcionamiento de la GUI de Tkinter.

## Módulo 4

En este último módulo se procederá a monitorear el sistema posterior a las correcciones y ajustes realizados.

- Monitoreo: Se procederá al monitoreo del sistema en busca de inconvenientes o errores.

### **El presente sistema se realizará haciendo uso de las siguientes herramientas:**

Python: E un lenguaje de programación que permite trabajar con rapidez e integrar sistemas de forma más eficaz [8].

Pycharm: Es un IDE de Python para la ciencia de datos y el desarrollo web [9].

YOLOv8: Yolov8 es la última versión de los modelos de detección de objetos y segmentación de imágenes en tiempo real [10].

PyTesseract-OCR: Es una herramienta de reconocimiento óptico de caracteres (OCR) para Python [11].

OpennCV: Es una biblioteca de código abierto que contiene implementaciones que abarcan más de 2500 algoritmos, además, está especializada en el sistema de visión artificial y machine Learning [12].

Tkinter: Es una librería del lenguaje de programación Python y funciona para la creación y el desarrollo de aplicaciones de escritorio [13].

Beautifulsoup: La biblioteca permite extraer contenido y transformarlo en una lista, matriz o diccionario de Python [14].

El proyecto abarca:

Interfaz gráfica que permite visualizar las placas vehiculares y su respectiva información como fecha, hora, ingreso, salida, si está permitido o no su acceso, detección de placas vehiculares de automóviles, archivo de registros “.xlsx” para validación y registro.

Los puntos que no abarca son:

Reconocimiento facial u otras tecnologías biométricas adicionales como lectores de huellas.

Detección de placas de motocicletas, al ser motocicletas no están obligadas a portar dos placas una delantera y una trasera al no disponer de la frontal no se puede realizar una detección de frente y las placas de motocicletas poseen una orientación distinta de los caracteres y formatos distintos a los de las placas de automóviles.

Implementación de seguridades físicas como dispositivos de seguridad perimetral.

Desarrollo de algoritmos avanzados en condiciones de funcionamiento extremas como mal tiempo, iluminación deficiente o nula, más allá de estándares aceptables.

No se realizará el reconocimiento de placas en malas condiciones como: placas que presenten desgaste extremo en la pintura, placas que les falten un parte de esta, placas con un solo color, placas tapadas con suciedad excesiva.

### **1.3 Objetivos del proyecto**

#### **Objetivo General**

Desarrollar un sistema de detección y registro de placas vehiculares para el acceso a las instalaciones universitarias, utilizando redes neuronales convolucionales (CNN), reconocimiento óptico de caracteres (OCR) y visión por computadora. Aportando un nivel más de seguridad con respecto a los vehículos que ingresan al campus

#### **Objetivos Específicos**

- Desarrollar un Dataset de placas vehiculares comerciales y particulares, para el entrenamiento del modelo YOLOv8n.
- Integrar los módulos YOLOv8, Pytesseract y OpenCV comprobando el correcto funcionamiento.
- Desarrollar el prototipo funcional para la aplicación de gestión y seguridad vehicular.
- Evaluar el rendimiento del sistema en un conjunto de datos representativo en condiciones reales de funcionamiento.

#### 1.4 Justificación del proyecto

Actualmente la Universidad Estatal Península De Santa Elena no cuenta con una herramienta que apoye en las tareas de los guardias de seguridad a diferenciar entre vehículos que son recurrentes en las instalaciones, entre ellos vehículos de docentes, personal administrativo y estudiantes, de vehículos que no están autorizados para su ingreso (Anexo 5 Verificación de datos manual;**Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

También existen posibilidades en las cuales el personal encargado de la seguridad permite el acceso a los vehículos sin realizar ningún cuestionamiento del motivo de su visita, ya sea por realizar el cuestionamiento a otros conductores o incluso agilizar el acceso, resultando en el aumento de las probabilidades de que ingrese al campus universitario algún vehículo no autorizado (Anexo 6 Cuestionamiento uno a uno). El implementar un sistema de detección y registro de placas no solo proporcionará un nivel de seguridad extra, sino que, también será una herramienta más para apoyar a la labor de los guardias y generar así una base de datos con la cual verificar los datos de ingreso de un vehículo y su salida.

<b>Ventajas</b>	<b>Sistema propuesto</b>
<b>Eficiencia</b>	Permite un mejor control de acceso vehicular más rápido y semiautomático, este elimina la necesidad de realizar registros manuales lo cual ahorra tiempo y recursos en términos económicos.  Se automatiza tareas repetitivas como escribir el acceso de cada vehículo con sus datos como placa, nombre, fechas.  Reduce el error humano y optimiza la operación diaria.
<b>Precisión</b>	Brinda un nivel alto de exactitud a la hora de identificar placas y registrarlas
<b>Disponibilidad</b>	El sistema está diseñado para trabajar en 2 modos los cuales corresponden al modo en línea con conexión a internet y modo

	<p>local sin internet asegurando el registro de vehículos en todo momento.</p> <p>El uso de archivos locales permite un funcionamiento continuo para su posterior actualización de datos al reconectarse a internet.</p>
<b>Registro y documentación</b>	<p>El sistema guarda un historial de los vehículos que ingresan con sus respectivos datos como placa, fecha hora y salida, categoría y nombre del propietario.</p> <p>El disponer de información almacenada facilita la búsqueda de registros históricos, también permite una documentación precisa y accesible para auditorias o revisiones futuras.</p>
<b>Detección de vehículos NO autorizados</b>	<p>Al contar con una base de datos de placas autorizadas es posible identificar rápidamente los vehículos no registrados o no autorizados</p>

*Tabla 2 Ventajas del sistema semi automático propuesto por sobre el sistema de bitácora de registro manual.*

De esta manera se puede reducir la cantidad y probabilidad de que vehículos que no están autorizados ingresen al campus, minimizar la carga de trabajo de los guardias permitiéndoles a estos últimos verificar los datos del auto para su ingreso desde la garita principal, reducir tiempos de ingreso sin descuidar la seguridad de las instalaciones llevando así un control más riguroso y preciso de los vehículos y mejorando la experiencia del usuario que ingresa.

Al disponer de una base de datos y una herramienta, le permite al personal de seguridad trabajar eficientemente y sin interrupciones.

Las tecnologías empleadas en el proyecto son: Redes neuronales “YOLOv8”, Pytesseract-OCR. El uso de YOLOv8 se debe a su mayor precisión y rendimiento a la hora de realizar la detección múltiple de objetos pues su rendimiento es superior en comparación de YOLO en cualquier otra de sus versiones.

YOLOv8 introduce nuevas características como rendimiento, flexibilidad y eficiencia además de soportar un amplio rango de trabajos de visión artificial con IA incluyen la detección, segmentación, estimación de pose, seguimiento y clasificación [15].

Pytesseract-OCR es una herramienta de reconocimiento óptico de caracteres Python Tesseract es un contenedor para el motor Tesseract-OCR de Google este script es capaz de aceptar imágenes en formatos jpeg, png, gif, bmp, tiff y otros siendo también capaz de imprimir el texto directamente en lugar de escribirlo en un archivo [16].

### **Eje social**

Objetivo 5.- “Proteger a las familias, garantizar sus derechos y servicios, erradicar la pobreza y promover la inclusión social” [17].

Objetivo 7.- “Potenciar las capacidades de la ciudadanía y promover una educación innovadora, inclusiva y de calidad en todos los niveles” [18].

## **1.5 Alcance del proyecto**

Este proyecto abarca como resultado una aplicación para la gestión y monitoreo de automóviles, mas no motocicletas.

Módulos con sus respectivos límites.

### **Módulo 1**

En este módulo solo se identificará y recopilará información relevante como los requisitos funcionales y no funcionales del proyecto, también se establecerán los objetivos del proyecto y la planificación de actividades. Más no se realizará ningún desarrollo del sistema.

### **Módulo 2**

En este módulo se recopilarán fotografías y/o imágenes de placas vehiculares de automóviles:

- Placas de fondo blanco (particulares).
- Placas de fondo naranja (comerciales).

Ejemplo de placas aceptadas:



*Figura 2 Placa particular*



*Figura 1 Placa comercial*

No se recopilarán fotografías de placas de motocicletas.

Una vez recopiladas las fotografías/imágenes se procederá a la limpieza de estas, descartando aquellas que no sean aptas para el entrenamiento del modelo, para lo cual se descartan las placas en las siguientes condiciones:

- Placas rotas (sin un pedazo de la zona de interés).
- Placas tapadas (usando cinta o porta placas).
- Placas con fondos personalizados.
- Placas no legibles.

Ejemplos de placas no aceptadas:



*Figura 4 Placa deteriorada*



*Figura 3 Placa montada en porta placa*



*Figura 6 Placa sucia*



*Figura 5 Placa personalizada*

El entrenamiento del modelo de detección YOLOv8 será en diferentes cantidades de épocas variando desde las 50 a 200 épocas los modelos usados para las pruebas serán yolov8n-seg y yolov8s-seg, no se contemplará el uso de modelos anteriores a la octava versión ni se contempla el uso de los modelos yolov8m-seg, yolov8l-seg y yolov8x-seg.

Modelo	tamaño (píxeles)	mAPbox 50-95	mAPmask 50-95	Velocidad CPU ONNX (ms)	Velocidad A100 TensorRT (ms)	parámetros (M)	FLOPs (B)
YOLOv8n-seg	640	36.7	30.5	96.1	1.21	3.4	12.6
YOLOv8s-seg	640	44.6	36.8	155.7	1.47	11.8	42.6
YOLOv8m-seg	640	49.9	40.8	317.0	2.18	27.3	110.2
YOLOv8l-seg	640	52.3	42.6	572.4	2.79	46.0	220.5
YOLOv8x-seg	640	53.4	43.4	712.1	4.02	71.8	344.1

*Figura 7 Modelos de yolov8-seg*

Para la definición de filtros en OpenCV se realizarán pruebas de funcionamiento para determinar los filtros que permitan mejorar los resultados de lecturas de la placa mediante Pytesseract OCR por lo cual no se aplicarán filtros como:

- Pixelar imagen.
- Acentuar color.
- Canny.

Posteriormente se procederá a revisar la configuración de pytesseract ocr en la cual se trabajará con el modo de trabajo en la configuración “ - - psm ”.

Finalmente se integrarán las herramientas utilizadas y se realizarán únicamente pruebas de funcionamiento con placas reales, pero en ambientes controlados para determinar errores inesperados, novedades, mal funcionamiento.

El módulo no incluirá ninguna conexión a una base de datos como SQL u otras, por lo que en su lugar se usarán archivos xlsx con fin demostrativo de las capacidades del sistema.

### **Módulo 3**

El presente módulo se enfoca en la implementación de pruebas de funcionamiento en condiciones reales, una vez realizadas las pruebas se verificarán errores para

realizar las correcciones correspondientes, al finalizar las pruebas tras las correcciones iniciales se procederá a realizar las estadísticas sobre la precisión del sistema y la tasa de errores.

Posteriormente se verificará la funcionalidad de la interfaz gráfica.

No se conectará ni integrará el sistema desarrollado con sistemas externos como barreras físicas de acceso.

Este módulo no contempla la generación de resultados estadísticos automáticos o informes automáticos por parte del sistema.

#### **Módulo 4**

El último módulo se enfocará en el monitoreo del sistema después de las correcciones realizadas anteriormente, se tomará el reporte de nuevos errores y se tomarán las medidas necesarias de corrección.

El despliegue no se enfocará en la implementación permanente del sistema.

El proyecto se delimita por las siguientes funciones:

Detección de placas vehiculares: El sistema será capaz de detectar la presencia de placas vehiculares de autos dentro de la imagen capturada por la cámara.

Reconocimiento de caracteres: Una vez realizada la detección la herramienta podrá extraer los caracteres de la placa usando técnicas de OCR.

Registro de vehículos: Los registros serán guardados en un archivo Excel como fin académico, para el registro de la información de los vehículos como la placa, fecha y otros detalles relevantes proporcionados por la página web de la ANT.

Control de acceso: el sistema permitirá a los guardias controlar el acceso de vehículos mediante la comparación de las placas detectadas con la información almacenada.

No se abarcarán los siguientes aspectos para el caso:

No se considera la administración de la aplicación mediante roles como: administrador, usuario.

Identificación de conductores: El sistema NO realizará la identificación de los conductores del vehículo mediante el escaneo de una cedula de identidad u otro documento habilitante. Se enfocará exclusivamente en la placa.

Tipo de placa: No se abarcarán las placas de motocicletas como en la Figura (Figura 8 Placa de motocicletas).



*Figura 8 Placa de motocicletas*

Análisis de comportamiento: No se realizará ninguna clase de análisis de comportamiento más allá de la detección y registro de placas.

Interacción directa con barreras o sistemas de control de acceso: El sistema solo proporcionará información para la toma de decisiones, sin embargo, no controlará directamente dispositivos físicos como barreras u otros dispositivos de acceso físico hacia las instalaciones (Figura 9 Barreras de acceso).

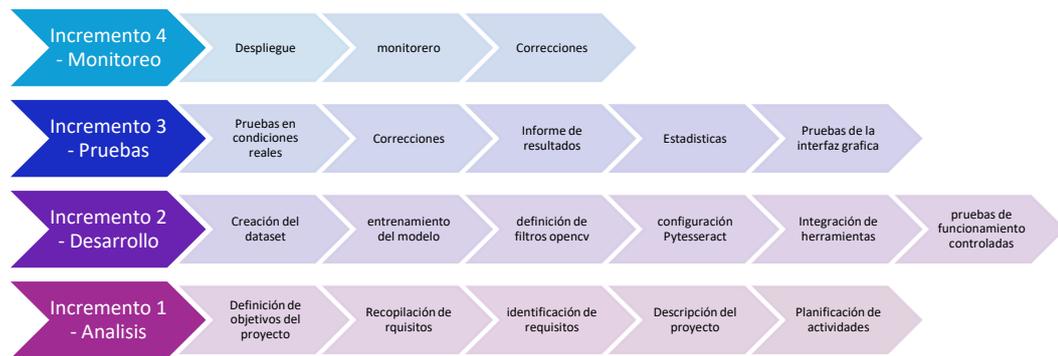


*Figura 9 Barreras de acceso*

## 1.6 Metodología del proyecto

Para el desarrollo del proyecto se empleará la metodología incremental ya que esta metodología nos permite gestionar el desarrollo en módulos asegurándonos que cada uno funcione de forma adecuada antes de avanzar con el siguiente, además de ser flexible en la cantidad de iteraciones para finalmente unirlos y que funcionen como uno solo.

### Incrementos



### 1.6.1 Metodología de investigación

Metodología cascada fue seleccionada para la investigación debido al enfoque estructurado y secuencial, el cual permite tener una organización clara de las fases del proyecto. A demas la metodologia es ideal para este tipo de proyectos de sistemas de gestión, pues al tener bien definidos los requerimientos, su aplicación garantiza una documentación y control efectivo del progreso a demas de la identificación temprana de los errores que puedan surgir a lo largo del proyecto.



## **Módulo 1: Diseño y alcance de investigación**

La investigación se enmarca dentro de un diseño experimental, ya que el objetivo es desarrollar un prototipo funcional, el cual utilice visión por computadora, redes neuronales convolucionales CNN y técnicas de reconocimiento óptico de caracteres OCR. Estas tecnologías, posteriores al desarrollo del prototipo funcional del sistema serán probadas en un entorno real de funcionamiento, específicamente dentro de las instalaciones universitarias de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, con el objetivo de verificar las variables que afectan el rendimiento del sistema.

El alcance de la investigación será de carácter analítico, debido a que se busca analizar el comportamiento de las herramientas utilizadas, evaluar su efectividad en diferentes condiciones de funcionamiento y medir de manera cuantitativa la precisión del sistema, la investigación se centrará en la optimización del rendimiento del prototipo a base de ajustes de las variables como, la calidad de las imágenes en diferentes resoluciones, iluminación y diferentes filtros.

## **Módulo 2: Investigación cuantitativa**

El tipo de investigación será de carácter cuantitativo, puesto que el objetivo es medir y analizar los resultados obtenidos por el prototipo, la investigación se enfoca en la recopilación de datos numéricos como la precisión del modelo YOLOv8, el rendimiento de PyTesseract siendo el motor OCR, tasa de precisión y tasa de error.

Los resultados se interpretarán a partir de métricas cuantificables como:

- Tasa de precisión.
- Tasa de error.

### **Módulo 3: Métodos de investigación analíticos y sintéticos**

Método analítico:

Este método será aplicado durante el módulo de pruebas del prototipo, donde se enfocará en encontrar los problemas relacionados con la detección de las placas, problemas como:

- Calidad de las imágenes
- Efectividad de los filtros de OpenCV
- Rendimiento del modelo YOLOv8
- Precisión de PyTesseract OCR.

La evaluación de los componentes se llevará a cabo de forma individual, midiendo su rendimiento bajo condiciones como:

- Variaciones de iluminación.
- Ángulos de las cámaras.
- Distancia de captura.

El análisis de estas variables proporcionará datos cuantitativos que se usarán para la optimización del sistema.

Método sintético:

El método sintético será aplicado una vez se hayan integrado los componentes del sistema en uno solo, la integración permitirá observar cómo los componentes trabajan entre sí afectando el rendimiento del sistema.

Una vez realizado el análisis de cada componente se procederá a ajustar el prototipo del sistema, de forma que se maximice la precisión y eficiencia en condiciones reales.

## **1.6.2 Beneficiarios del proyecto**

### **Personal de seguridad**

Control de acceso: El sistema facilita la identificación automática de vehículos, permitiendo al personal de seguridad enfocarse en otras tareas.

### **Administradores de las Instalaciones**

Registro de ingresos: Los administradores pueden acceder a un historial de los vehículos que han ingresado a las instalaciones.

### **Propietarios de vehículos**

Ahorro de tiempo: Los propietarios de vehículos se benefician de un acceso más rápido sin necesidad de largas verificaciones manuales.

Experiencia: Se llevan una experiencia positiva, sin retrasos y sin interrupciones mayores hasta su destino

### **Institución**

Ahorro de recursos: Al utilizar tecnologías eficientes y actuales que no requieren de componentes costosos, la institución reduce sus costos operativos.

Escalabilidad: La capacidad de expandir el sistema con nuevas características permite a la institución adaptarse a futuras necesidades sin grandes inversiones adicionales.

### **Población y muestra**

La población dentro del proyecto se ve conformada por estudiantes, personal académico, personal de la universidad en general, la muestra estará definida por aquel personal universitario que posea un vehículo automotor ya sea de tipo automóvil o camioneta entre otros excluyendo vehículos como motocicletas.

### 1.6.3 Variables

#### **Variables independientes:**

- **Ángulos de captura:** la captura de la placa se realizará posicionando la cámara en diferentes ángulos, para evaluar el rendimiento y las capacidades de la detección del modelo YOLOv8 y el reconocimiento de caracteres de Pytesseract OCR, la medición de la precisión estará definida en base a la cantidad de placas correctamente detectadas y a la cantidad de placas leídas correctamente.
- **Configuración del algoritmo OCR (PyTesseract):** se manipularán 3 configuraciones “psm --6”, “psm --7” y “psm --11”, correspondientes al modo de segmentación de las páginas, las cuales se pondrán a prueba para determinar cuál de estos modos brinda mejores resultados.

#### **Variables dependientes:**

- **Precisión del sistema de detección YOLOv8:** se evaluará la precisión del modelo de detección, en base a detecciones correctas e incorrectas que realice el modelo a lo largo de las pruebas de funcionamiento.
- **Precisión del reconocimiento óptico de caracteres (PyTesseract):** la precisión se evaluará con respecto a la correcta lectura de los caracteres de la placa y los errores cometidos.

### 1.6.4 Análisis de recolección de datos

El objetivo es obtener datos relevantes para el entrenamiento y desarrollo del sistema, finalmente con los resultados obtenidos por el sistema se realizarán estadísticas que permitan dar a conocer la precisión del sistema, tasas de error, etc.

Serán fotografías/imágenes de las placas vehiculares de automóviles, específicamente se recopilarán placas particulares y comerciales. Estas placas se emplearán en el entrenamiento del modelo de detección de yolov8 y también serán usadas con el propósito de determinar la configuración de Pytesseract OCR en la lectura de caracteres, además de ello esto le permitirá al sistema el detectar las placas vehiculares que frecuentan el campus de la UPSE.

El proceso de recolección de datos se llevará a cabo mediante la captura de imágenes dentro del campus universitario, realizando un enfoque manual para recolectar imágenes en diferentes condiciones de luz, ángulos y calidad de imágenes (resolución) obteniendo una diversidad suficiente de imágenes.

El análisis de los datos seguirá un enfoque cuantitativo midiendo la precisión, estos datos serán analizados para identificar tendencias en el modelo YOLO que ayuden a mejorar su rendimiento

Los datos recopilados serán categorizados en 2 formas “placa-priv” y “placa-com” estas categorías serán aplicadas a la red neuronal de YOLO para el entrenamiento de este. Sin embargo, las categorías finales serán asignadas dentro del prototipo del sistema en base a los siguientes tipos: UPSE, estudiante, visitante y bloqueado.

La forma de recolección de las placas para el modelo será de forma manual el formato de las mismas fotografías varía entre formatos JPG, PNG, entre otros. La cantidad de imágenes recopiladas para el entrenamiento son:

- 100 imágenes para entrenamiento.
- 50 para validación.

Para el balance de datos según la cantidad de tipos de placas en este caso dos tipos, será la siguiente:

Placas de entrenamiento	Placas de validación.	total
50	50	100
<b>placas privadas para validación.</b>	<b>placas comerciales para validación.</b>	
25	25	50
75	75	150

*Tabla 3 Clasificación de cantidad de imágenes del Dataset para las placas comerciales y particulares.*

- 50 placas privadas para entrenamiento.
- 50 placas comerciales para entrenamiento.
- 25 placas privadas para validación.
- 25 placas comerciales para validación.

La cantidad de imágenes queda establecida en 100 imágenes de entrenamiento y 50 de validación, pueden ser más imágenes, sin embargo, el modelo puede mejorar también en base a la cantidad de épocas entrenadas que para el caso se probará un rango de 50 a 200 épocas.

La calidad de los datos estará definida desde las siguientes condiciones:

- Ambientes con iluminación artificial.
- Ambientes con iluminación natural.
- Ángulos de captura distintos.
- Distancia “cámara – placa” varía desde 0 hasta 5 metros.

El almacenamiento de datos previo al entrenamiento del modelo será de forma local, cumpliendo con las consideraciones éticas y de privacidad de los datos. Al igual con el consentimiento y permisos se procederá a la solicitud de los respectivos permisos para la captura de imágenes en el entorno real de funcionamiento (Anexo 7 Certificado de carrera), (Anexo 8 Certificado director administrativo).

## **1.7 Metodología de Desarrollo**

Incremento 1: Análisis y planificación

En este incremento el enfoque va dirigido a la fase inicial del proyecto por lo cual se definen los objetivos y se establecen las bases para el desarrollo.

Módulo 1: documento de objetivos del proyecto, detalla los objetivos generales y específicos que el sistema debe cumplir, recopilación de requisitos funcionales y no funcionales, incluirá los detalles de que placas se usarán y la planificación de actividades.

#### Incremento 2: Desarrollo del núcleo del sistema

Se realizará la normalización de las imágenes descartando las imágenes poco claras o deficientes para el entrenamiento, posteriormente se realizará la segmentación manual de la placa para su detección de forma automática para posteriormente entrenar el modelo con el data set preparado.

Módulo 2: Dataset con imágenes de entrenamiento y validación preparadas junto a sus respectivas etiquetas, modelo YOLO entrenado y gráficos de resultados de la evolución del modelo, filtros definidos de OpenCV para las imágenes antes de su procesamiento, configuración de Pytesseract OCR, integración de herramientas y resultados de las pruebas de funcionamiento en ambientes controlados.

#### Incremento 3: Validación del sistema en entornos reales.

Se llevará a cabo la implementación del sistema en ambientes reales de funcionamiento, se realizarán correcciones necesarias y se proporcionará un informe de los resultados.

Módulo 3: Resultados de las pruebas realizadas, informe estadístico que resumirá la precisión del sistema y la tasa de error, interfaz gráfica de Tkinter.

#### Incremento 4: Monitoreo

En este último incremento se procederá a monitorear el sistema en busca de fallas restantes.

Módulo 4: Se recopilarán los detalles de los errores inesperados, captados en este último incremento y su corrección.

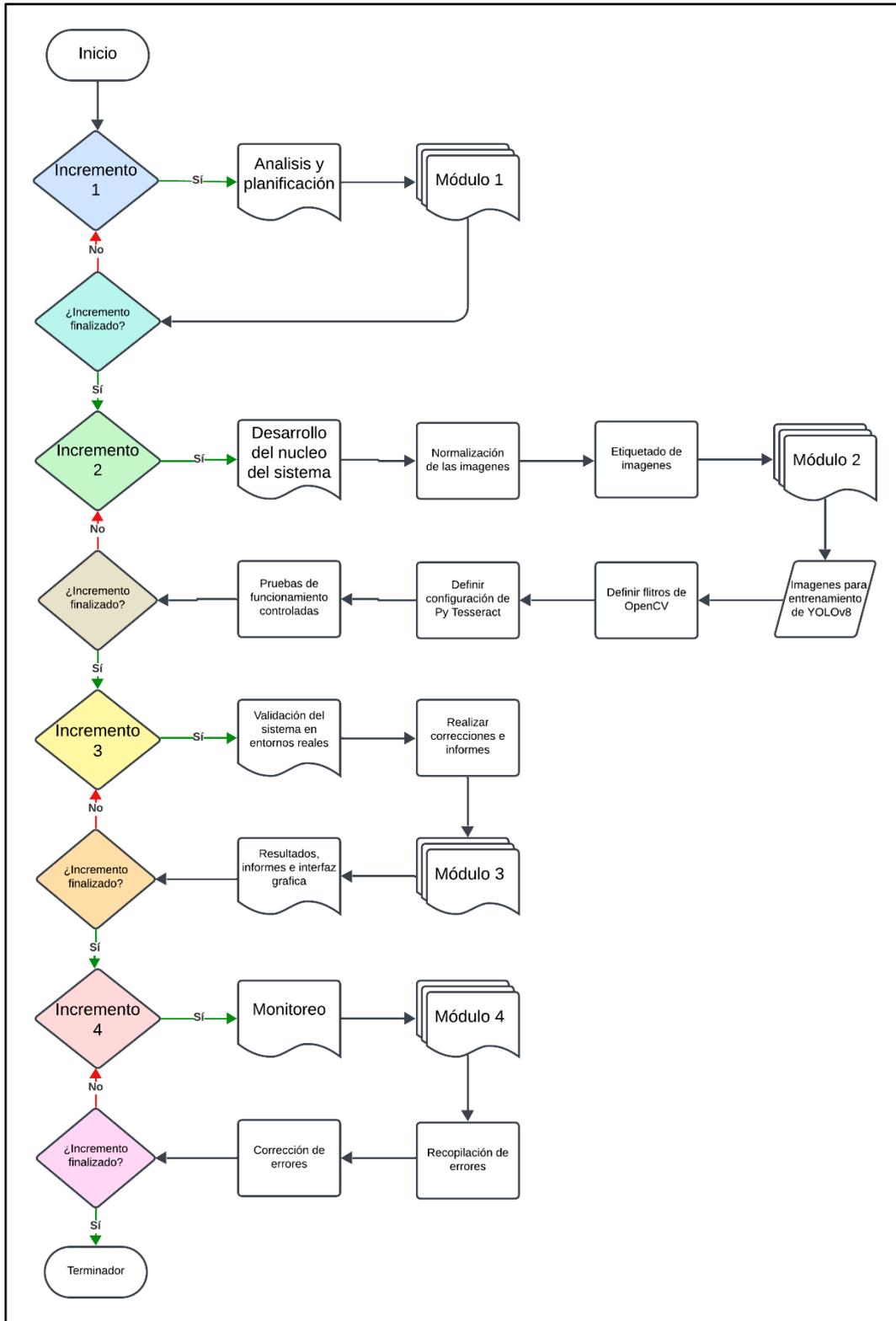


Figura 10 Interrelación entre incrementos y módulos

## **CAPÍTULO 2 PROPUESTA**

### **2.1 Marco contextual**

La Universidad Estatal Península De Santa Elena (UPSE) se encuentra ubicada en la provincia de santa elena, ecuador, universidad fundada con la visión de ser reconocida por su calidad académica [19], esta misma se ha convertido en el punto de atención una amplia gama de programas académicos de diferentes ramas educativas.

Sin embargo, la universidad, comprometida con la excelencia académica y mejora continua, enfrenta un desafío en la gestión del acceso vehicular a sus instalaciones, cada día, más de 100 estudiantes, junto con el personal y visitantes, acceden al campus en vehículos, este proceso implica detener los vehículos previo a su ingreso para verificar motivos de su visita a las instalaciones (Anexo 3 Cuestionamiento a conductores).

Este proceso actualmente se lleva a cabo de forma manual, aunque necesario para la seguridad, genera tráfico en las inmediaciones de la universidad (Anexo 9 Congestión vehicular), la congestión resultante no solo puede provocar aglomeraciones y retrasos en el ingreso del campus universitario, sino que también afecta la experiencia de los propios estudiantes, personal y visitantes.

Ya sean estudiantes, personal de la propia universidad entre otros, el detener los vehículos genera tráfico en los exteriores de la universidad (Anexo 9 Congestión vehicular), produciendo aglomeramiento y/o retrasos en el ingreso a las instalaciones hasta que sean verificados todos los datos y/o los motivos de su visita, retrasos los cuales pueden generar molestia en los conductores, pues al acudir diariamente a la universidad comprenden inconscientemente que deberían ingresar directamente sin más cuestionamientos.

Ante esta problemática surge la necesidad de un sistema semiautomático de control de acceso vehicular este sistema brindaría beneficios como, mejorar la eficiencia en la gestión del flujo vehicular, reducir los tiempos de espera y al mismo tiempo mantener altos los estándares de seguridad, el proyecto no solo beneficia a la

comunidad universitaria, sino que también contribuye a mejorar la circulación en las áreas circundantes, reduciendo el impacto del tráfico vehicular en los exteriores de la universidad.

## **2.2 Marco conceptual**

### **Sistemas de Reconocimiento de placas vehiculares (LPR)**

Son sistemas que detectan y reconocen las matrículas de los vehículos, esta tecnología captura, compara lecturas y coincidencias de placas vehiculares para ayudar a las organizaciones a recopilar datos relevantes de vehículos mediante cámaras de alta resolución esta tecnología se utiliza en diversas aplicaciones como el control de acceso, monitoreo de carreteras y gestión de estacionamientos, según el caso se necesitan diferentes características para el sistema LPR [20].

### **Inteligencia artificial (IA)**

“La Inteligencia Artificial es una rama de la informática la cual se centra en el desarrollo de sistemas y algoritmos que sean capaces de realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana como aprendizaje, razonamiento, percepción” [21]. YOLOv8 es un algoritmo de IA diseñado específicamente para la detección de objetos el cual se basa en el uso de redes convolucionales.

### **Red neuronal Convolutiva (CNN)**

Son un subconjunto del machine Learning y son el núcleo de los algoritmos de Deep Learning, las redes neuronales recurrentes se suelen usar para el procesamiento del lenguaje natural y reconocimiento de voz, mientras que las redes convolucionales (ConvNets o CNN) se usan con mayor frecuencia para tareas de clasificación y computer vision [22]. La CNN es una técnica específica dentro de la IA utilizada para el procesamiento de imágenes YOLOv8 usa CNN para realizar detecciones y al mismo tiempo es un sistema de IA ya que puede adaptarse y aprender a través de datos y entrenamientos.

## **You Only Look Once (YOLO) YOLOv8**

Es la última versión del modelo de detección de objetos y segmentación de imágenes en tiempo real, se basa en los últimos avances en aprendizaje profundo y visión por ordenador ofreciendo rendimiento inigualable en términos de velocidad y precisión [10].

## **PyTesseract**

Es una herramienta de reconocimiento óptico de caracteres (OCR) para Python, es un contenedor para el motor de reconocimiento óptico de caracteres de Google [11]. Esta herramienta permite extraer el texto de fotos/videos con rapidez y precisión en tiempo real.

## **Seguridad en el control de acceso vehicular por medio de LPR**

Son sistemas ampliamente usados por su facilidad de implementación en donde la función de video puede estar alojada en una cámara y/o servidor de aplicaciones, donde detrás existe una base de datos que contiene la información de las placas de los vehículos y otros datos que se podrían requerir o asociar [23]. La implementación de estos permite una identificación rápida y automática de vehículos autorizados, reduciendo la intervención manual, minimizando errores humanos.

## **ROI**

Es la forma de referirse a la región de interés (Region Of Interest) dentro de opencv [24]. Esta región de interés como su nombre lo indica contiene el objetivo que se desea buscar dentro de una imagen o video esta región se puede procesar posteriormente mediante el uso de sus coordenadas.

## **Optical character recognition (OCR)**

Es una herramienta que permite digitalizar textos u otros formatos para almacenarlos en forma de datos, con esta herramienta podemos identificar caracteres de distintos idiomas y digitalizarlos [25]. Esta tecnología permite

digitalizar cualquier texto de una imagen o video y extraer el texto de una región de interés en específico.

### **Data set**

“Un data set o conjunto de datos es una colección estructurada de información que se gestiona de forma organizada y de manera sistemática” [26]. Pueden usarse de distinta forma como entrenamiento de modelos de IA, machine Learning, investigaciones científicas. El poseer un Dataset permite entrenar modelos de IA mientras este Dataset contenga más información puede ofrecer mejores resultados.

### **PyCharm**

Es un IDE de Python diseñado para la ciencia de datos y el desarrollo web [27]. Es un IDE que posee una amplia compatibilidad con Python además de ofrecer facilidad de exportación de librerías y poseer una interfaz gráfica bastante intuitiva y minimalista. La cual permite enfocarse en el desarrollo de proyectos sin distracciones.

### **Labelme**

Es una herramienta grafica para anotación poligonal y/o etiquetado de imágenes [28]. Esta herramienta permite etiquetar la región de interés de una imagen para poder entrenar el modelo YOLOv8, al guardarse estos datos se genera un archivo JSON con la información necesaria para el entrenamiento.

### **Labelme2yolo**

Es un scrip que transforma el formato JSON de la salida “Labelme” al formato de texto requerido por los servicios de YOLO de manera eficiente [29]. Esta herramienta permite transformar rápidamente grandes cantidades de etiquetas JSON a formato YOLO a demás proporciona la información ya etiquetada y separada.

### **TKinter**

Es una librería del lenguaje de programación Python, es usada para la creación y desarrollo de aplicaciones de escritorio [30]. Esta librería permite crear una interfaz

gráfica básica para poder realizar pruebas de funcionamiento dentro de cualquier proyecto.

### **Excel**

Es una herramienta para obtener información a partir de grandes cantidades de datos [31]. Es una herramienta que permite la manipulación de grandes volúmenes de datos permitiendo realizar resúmenes en base a la información contenida, resúmenes como gráficos estadísticos entre otras opciones como cálculos complejos.

### **OpenCV**

Es una biblioteca de visión artificial de código abierto, la cual contiene más de 2500 algoritmos [32]. Esta herramienta está también especializada en el sistema de visión artificial y machine Learning [33]. Es una herramienta que le permite a un computador obtener la capacidad de “ver” como si se tratase de un ojo humano.

### **Iriun webcam**

Es una aplicación que permite usar la cámara del celular como una webcam inalámbrica [34]. Es una herramienta útil cuando no se dispone de recursos para obtener una cámara especializada o las condiciones de desarrollo no son favorables. Además, proporciona una serie de opciones adicionales como el uso de la cámara frontal o trasera.

### **XSplif VCam**

Permite usar la cámara del teléfono móvil como una cámara web y aplicar una serie de efectos sin necesidad de pantallas verdes [35]. Esta herramienta funciona de manera inalámbrica con lo cual se puede manipular las cámaras del móvil dependiendo de las necesidades del usuario.

## **2.3 Marco teórico**

### **2.3.1 Lectores automáticos de matrículas (ALPR)**

Existen dos tipos de sistemas ALPR los cuales pueden ser con cámaras ALPR fijas o cámaras ALPR móviles en ambos casos el funcionamiento consiste en la captura de una fotografía de una matrícula, la cual se escanea para identificar el vehículo dichas cámaras suelen poseer tecnologías de reconocimiento óptico de caracteres para poder leer las matrículas, los sistemas ALPR comúnmente suelen aplicarse en el control de acceso, control de tráfico, cobro de peajes, estos sistemas ofrecen a las fuerzas del orden la capacidad de prevenir y poder identificar delitos, estos sistemas ya han tenido una amplia aceptación por parte de las fuerzas policiales [36].

### **2.3.2 La visión por computadora y las futuras aplicaciones tecnológicas en diversos escenarios**

El avance tecnológico en el área de la visión por computadora ha avanzado a tal punto que en el campo de la seguridad se ha convertido en parte fundamental por las bondades y el uso que se les puede asignar, pues permitiría el monitoreo y la protección de diversas áreas como medio ambiente al igual que brindar apoyo en operaciones de seguridad o defensa [37]. De esta manera se vuelve imprescindible el poder identificar problemas u objetivos dentro de imágenes o videos de forma rápida y precisa. A diferencia de un ojo humano la visión por computadora es capaz de captar e identificar objetivos con mucho más detalle incluso a grandes distancias, gracias a poder modificar la óptica de la cámara aumentando o disminuyendo la resolución [38].

### **2.3.3 Tecnología OCR: el futuro de la digitalización de documentos**

Actualmente las empresas generan grandes cantidades de datos no estructurados y todos estos datos muchas veces son plasmados en papel, el poder digitalizar los datos no mejora solo la accesibilidad sino también la gestión y la recuperación [39]. El realizar un escaneo manual de datos tiene un costo considerable a parte de ser un trabajo el cual exige de tiempo y recursos humanos, estos recursos se pueden

aprovechar en otras tareas más productivas [39]. El error más común es la transcripción de datos pues es un ser humano quien realiza la transcripción de datos siendo así los datos que requieran de mayor exactitud pueden dar lugar a errores costosos y toma de decisiones mal informada, generando resultados no esperados por parte de las empresas [39].

### 2.3.4 YOLOv8 El nuevo estado del arte en reconocimiento de imágenes (computer vision)

YOLOv8 se representa como el mayor avance tecnológico dentro del progreso en el ámbito del reconocimiento de imágenes, esta última versión de yolo presenta avances significativos por sobre su predecesor yolov5 y versiones anteriores, esta nueva versión viene equipada con nuevas características y funciones que mejoran sus capacidades de detección, haciéndolo de ello un modelo mucho más preciso y confiable, uno de los avances más notables es la adopción de la detección sin anclas, lo cual simplifica la arquitectura del modelo mejorando así su capacidad para predecir la ubicación de los objetos dentro de las imágenes con mayor precisión, el modelo yolov8 desarrollado por ultralytics también sobresale en tareas de segmentación, aspecto fundamental dentro del ámbito de visión por computadora [40].

## 2.4 Requerimientos

### 2.4.1 Requerimientos funcionales

Tipo	Código / Ref.	Requerimiento
<b>Requerimiento de Operación</b>	RF01	El sistema debe detectar automáticamente las placas vehiculares utilizando el modelo yolov8.
<b>Requerimiento de disponibilidad</b>	RF02	El sistema debe capturar imágenes en tiempo real de las cámaras conectadas.

<b>Requerimiento de precisión</b>	RF03	El sistema debe reconocer los caracteres de la placa mediante OCR (PyTesseract).
<b>Requerimiento de operación</b>	RF04	El sistema debe permitir registrar la entrada y salida de vehículos
<b>Requerimiento de almacenamiento</b>	RF05	El sistema debe almacenar las placas detectadas en un archivo Excel.
<b>Requerimiento de clasificación</b>	RF06	El sistema debe asociar la placa detectada a una categoría (estudiante, UPSE, visitante).
<b>Requerimiento de sincronización</b>	RF07	El sistema debe permitir la actualización de registros locales cuando se disponga de internet.
<b>Requerimiento de consulta</b>	RF08	El sistema debe permitir ver los últimos registros de una placa
<b>Requerimiento de salida automática.</b>	RF09	El sistema debe de registrar automáticamente la salida de vehículos registrados.
<b>Requerimiento de consulta</b>	RF10	El sistema debe permitir buscar los registros de una placa.
<b>Requerimiento de validación</b>	RF11	El sistema debe escanear constantemente la placa.
<b>Requerimiento de conectividad</b>	RF12	El sistema debe verificar la conexión a internet antes de sincronizar los registros.
<b>Requerimiento de notificación</b>	RF13	El sistema debe permitir ver si un vehículo tiene el acceso restringido.

<b>Requerimiento de entrada manual</b>	RF14	El sistema debe permitir agregar manualmente placas que no se detecten automáticamente.
<b>Requerimiento de interfaz</b>	RF15	El sistema debe de contar con una interfaz gráfica para gestionar las entradas y salidas de vehículos.
<b>Requerimiento de seguridad</b>	RF16	El sistema debe mostrar si la placa no está registrada.
<b>Requerimiento de procesamiento de imagen</b>	RF17	El sistema debe realizar un zoom automático sobre las placas que estén a mayor distancia.
<b>Requerimiento de almacenamiento local</b>	RF18	El sistema deberá de guardar los registros de forma local cuando no exista conexión a internet.
<b>Requerimiento de conectividad externa</b>	RF19	El sistema debe guardar la información consultada en la página web de la ANT en un archivo principal cuando se disponga de internet.
<b>Requerimiento de redundancia</b>	RF20	El sistema debe de funcionar a al menos usando una sola cámara sea de ingreso o salida.
<b>Requerimiento de almacenamiento</b>	RF21	El sistema debe de determinar si guardar la placa de forma local o en el archivo principal según haya internet.
<b>Requerimiento de autorización</b>	RF22	El sistema debe diferenciar entre vehículos autorizados y no autorizados

<b>Requerimiento de procesamiento</b>	RF23	El sistema debe permitir el registro con solo un botón para cada categoría cuando se haya capturado los caracteres de la placa.
<b>Requerimiento de registro de tiempo</b>	RF24	El sistema debe de registrar la fecha, hora de entrada y salida de los vehículos registrados.
<b>Requerimiento de información vehicular</b>	RF25	El sistema debe guardar la información adicional que proporciona la ANT como color, marca.

*Tabla 4 Tabla de requerimiento funcionales*

#### 2.4.2 Requerimientos no funcionales

<b>Tipo</b>	<b>Código / Ref.</b>	<b>Requerimiento</b>
<b>Requerimiento de rendimiento</b>	RNF01	El sistema debe de detectar la placa en un tiempo de entre 1 a 3 segundos.
<b>Requerimiento de procesamiento</b>	RNF02	El sistema debe de arrojar la lectura de los caracteres de la placa en un tiempo entre 3 a 5 segundos.
<b>Requerimiento de almacenamiento</b>	RNF03	El sistema debe de manejar hasta 1000 registros diarios en el archivo local.

*Tabla 5 Tabla de requerimientos NO funcionales*

## **2.5 Componente de la propuesta**

### **2.5.1 Módulos del sistema**

El sistema de gestión y registro de acceso vehicular de la UPSE se divide en 4 módulos principales para su funcionamiento a continuación se detalla el funcionamiento de cada uno de ellos:

#### **2.5.2 Módulo de interfaz gráfica:**

Permite la interacción entre el usuario y el sistema mediante botones de registro y cuadros de búsqueda para el registro y gestión de las placas vehiculares.

- Registro de la información obtenida de forma automática.
- Registro manual de entrada y salida de vehículos.
- Monitoreo y visualización de vehículos entrantes y salientes

#### **2.5.3 Módulo de detección de placas:**

El módulo de detección de placas permite la detección de diferentes tipos de placas de automóviles sean particulares o comerciales en tiempo real.

- Detección en tiempo real de placas.
- Capacidad para la detección de placas en distintas condiciones de iluminación, ángulos distintos y localización.

#### **2.5.4 Módulo de procesamiento de imagen:**

Lleva a cabo el procesamiento de la imagen proporcionada por el modelo yolo a través de la aplicación de filtros de imagen con el objetivo de facilitar la lectura de caracteres, este módulo disminuye la información proporcionada y facilita la lectura de los caracteres para pytesseract.

- Mejora la calidad de la imagen detectada.
- Mejora la visualización de caracteres facilitando la lectura por ocr.

- Filtra los resultados para determinar si una placa es correcta descartando aquellas combinaciones que no sean reincidentes mientras la placa sea visible.

### **2.5.5 Módulo de gestión de registros locales:**

Permite la manipulación y el almacenamiento de datos a través de archivos locales de Excel, datos como:

- Placa, fecha y hora de entrada y salida del vehículo.
- Información adicional proporcionada por la ANT como marca, color y modelo.
- Permite la manipulación del nombre del propietario o de quien ingresa con dicho vehículo bajo cierta placa.

El sistema de detección y registro de placas propuesto como su nombre lo indica se encarga de la detección de placas vehiculares y registro de estas brindando una base de datos de todos los vehículos que ingresan al campus universitario, el sistema compara la placa detectada con las placas registradas de la base de datos brindando al personal de seguridad información relevante para su acceso, como la frecuencia con la que recurre las instalaciones, marca, color entre otros.

El propósito del sistema es brindar una herramienta semi automática que le permita al personal de seguridad tener un registro y control de los vehículos que visiten el campus mejorando los tiempos de acceso de los vehículos, mejorar la experiencia del usuario sin dejar de lado la seguridad de las instalaciones para ellos sus componentes se describen a continuación.

## 2.5.6 Arquitectura del sistema

### Sistema usado para pruebas de funcionamiento.

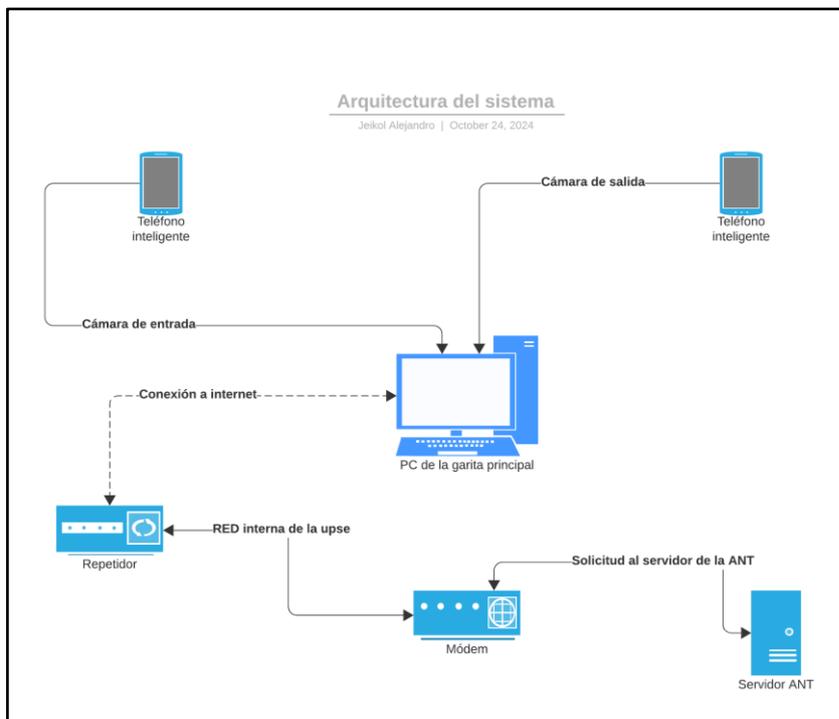


Figura 11 Sistema empleado para pruebas de funcionamiento en ambientes reales de trabajo

Hardware usado para realizar las pruebas de funcionamiento fueron:

- 2 Móviles (Redmi note 9S con 12 MP y Samsung Galaxy A8+ con 16 MP).
- 1 Laptop (Asus TUF gaming de 8GB de RAM, Ryzen 5 3550H, Nvidia Geforce GTX 1650 4GB)

Software usado para usar las cámaras de los dispositivos móviles:

- Iriun Webcam.
- Xsplit VCam.

En la disposición (Figura 11) uno de los móviles deberá de funcionar como punto de acceso móvil para la computadora y para el celular restante, ambos deben estar conectados al mismo punto de acceso generado por el celular para poder establecer comunicación entre todos los 3 dispositivos

## Arquitectura del sistema propuesto

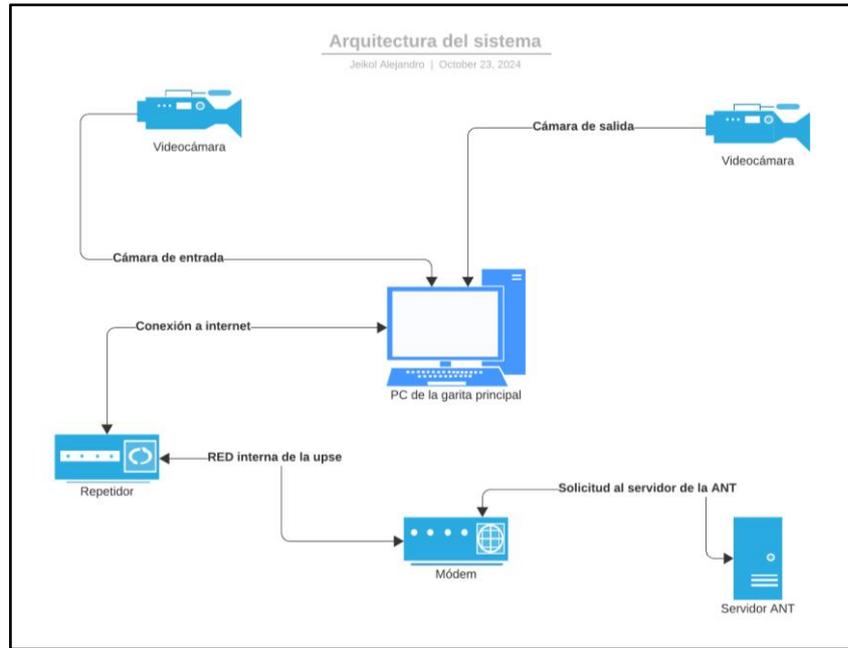


Figura 12 Sistema propuesto para implementación en ambientes reales de funcionamiento

Hardware necesario para la implementación:

- 2 cámaras USB/Wi-Fi/IP de mínimo 8 MP (Nota. De preferencia cámaras con ajuste manual/virtual de zoom).
- 1 computadora escritorio/laptop (8GB RAM, Ryzen 5/Core i5).

En este sistema las cámaras pueden estar conectadas directamente al computador o establecer conexión vía Wi-Fi, de preferencia para evitar retrasos en la imagen establecer la conexión por cable de manera directa.

## 2.5.7 Diagramas de caso de uso

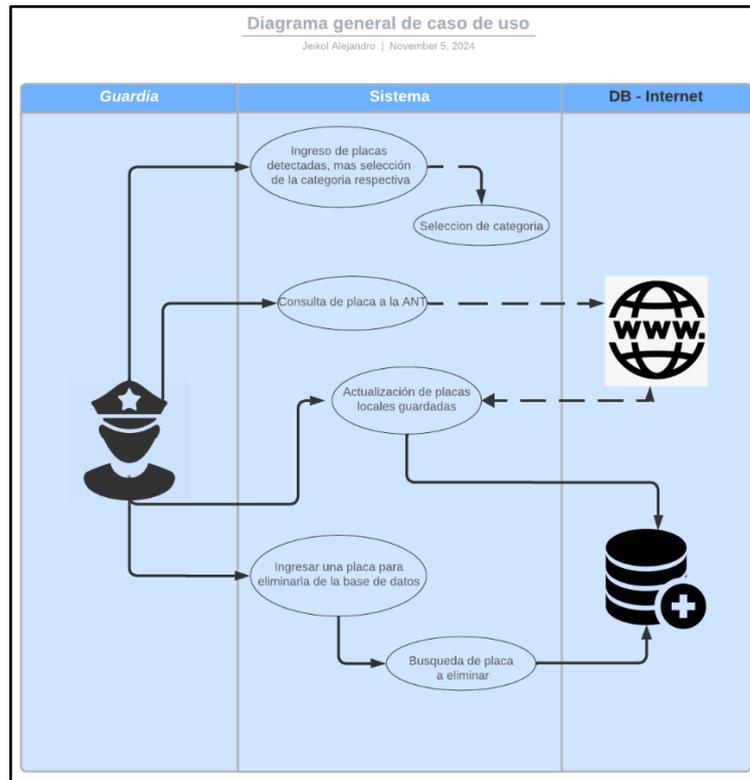


Figura 13 Diagrama general de caso de uso

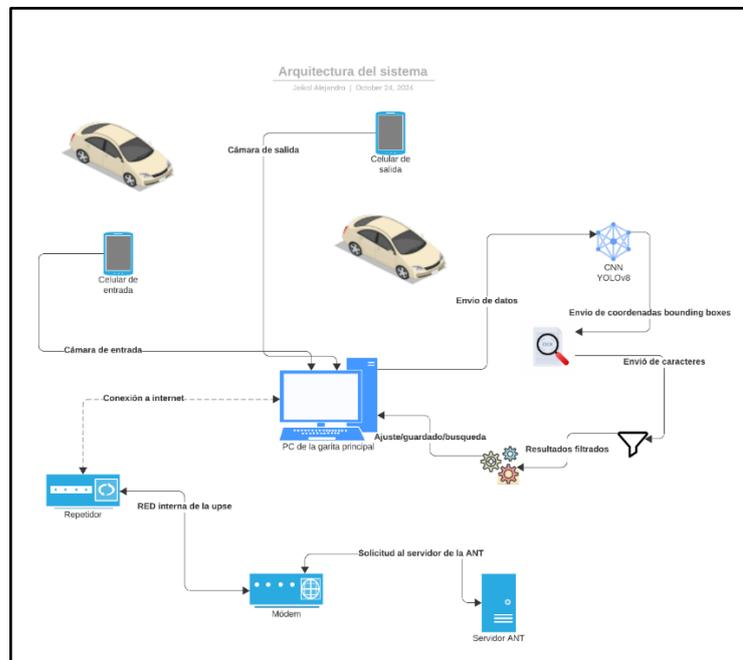


Figura 14 Diagrama de funcionamiento del sistema

**Descripción del diagrama de funcionamiento interno del sistema en caso de uso**

<b>Identificador</b>	01 – Registro general
<b>Descripción</b>	<b>El sistema permite registrar una placa vehicular detectada mediante el procesamiento de imagen local.</b>
<b>Precondición</b>	<b>La placa deberá de ser visible dentro del rango de visión de la cámara empleada.</b>
<b>Autores</b>	<b>Sistema, usuario.</b>
<b>Secuencia principal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. Capturar la imagen de la cámara.</b></li> <li><b>2. Procesar la imagen y aplicar los filtros.</b></li> <li><b>3. Detectar y leer la placa con YOLOv8 y Pytesseract respectivamente.</b></li> <li><b>4. Guardar la placa y detalles en el archivo.</b></li> </ol>
<b>Errores / Alternativas</b>	<p><b>ER – 01 No se detecta ninguna placa.</b></p> <p><b>ER – 02 Imagen de la placa borrosa o ilegible.</b></p>
<b>Postcondición</b>	<b>La placa se guarda en el archivo Excel local/principal incluyendo fecha, hora y categoría.</b>

*Tabla 6 Descripción de caso de uso general del sistema*

## Placas – registro

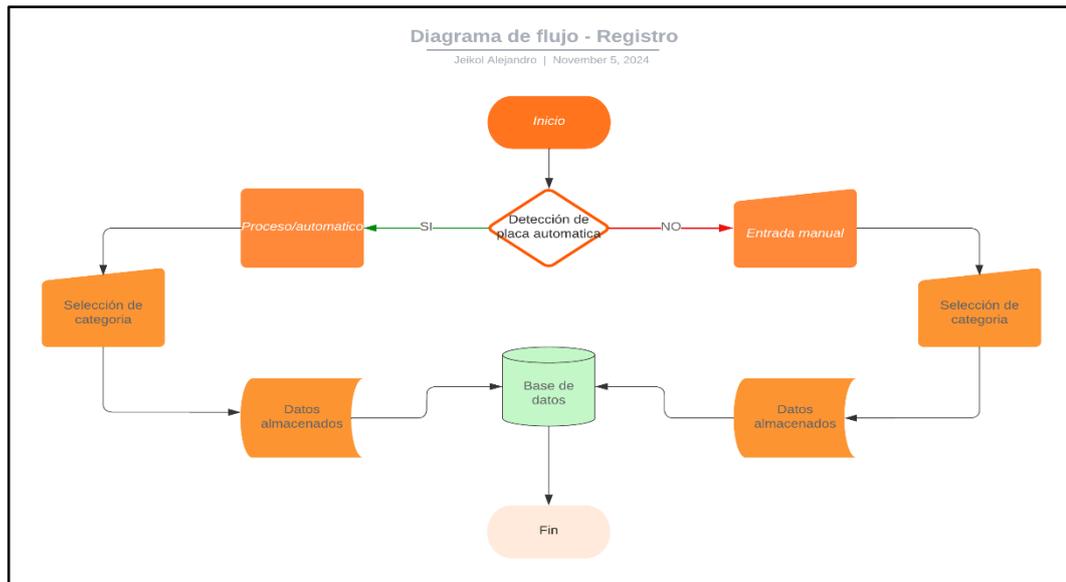


Figura 15 Diagrama de flujo para el registro de una placa vehicular

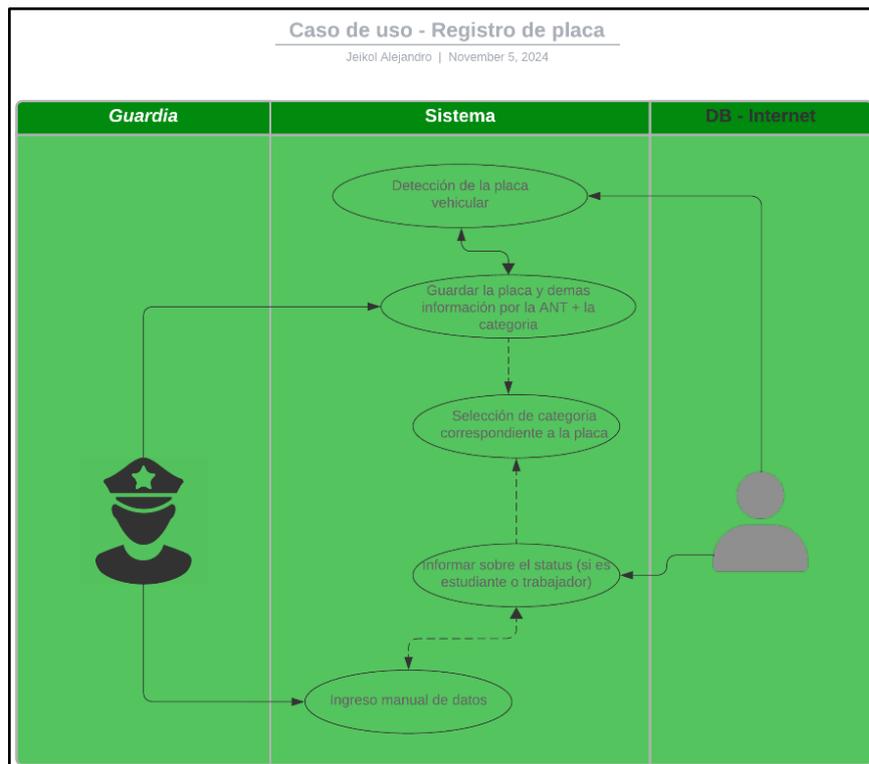


Figura 16 Caso de uso - registro de una placa

<b>Identificador</b>	02 – Registro de una placa
<b>Descripción</b>	<b>El registro de una placa se lleva a cabo de 2 formas manual y semiautomática, cuando no es legible y cuando es legible respectivamente.</b>
<b>Precondición</b>	<b>La placa deberá de estar dentro del rango visible de la cámara y deberá de no estar deteriorada. O si no es reconocible por el sistema se puede ingresar de forma manual.</b>
<b>Autores</b>	<b>Sistema, guardia, automóvil, usuario.</b>
<b>Secuencia principal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. Capturar la imagen de la cámara.</b></li> <li><b>2. Procesar la imagen y aplicar los filtros.</b></li> <li><b>3. Detectar y leer la placa con YOLOv8 y Pytesseract respectivamente.</b></li> <li><b>4. Guardar la placa y detalles en el archivo.</b></li> </ol>
<b>Errores / Alternativas</b>	<p><b>ER – 01 No se detecta ninguna placa.</b></p> <p><b>ER – 02 Imagen de la placa borrosa o ilegible.</b></p>
<b>Postcondición</b>	<b>La placa se guarda en el archivo Excel local/principal incluyendo fecha, hora y categoría.</b>

*Tabla 7 Descripción de caso de uso - registro de una placa*

## Placas – búsqueda

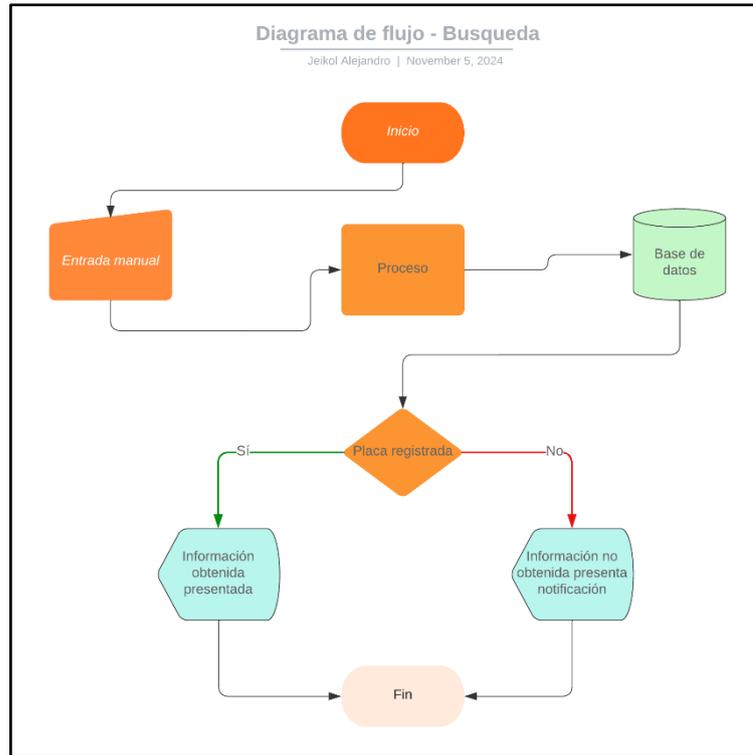


Figura 17 Diagrama de flujo para el caso de búsqueda de una placa requerida

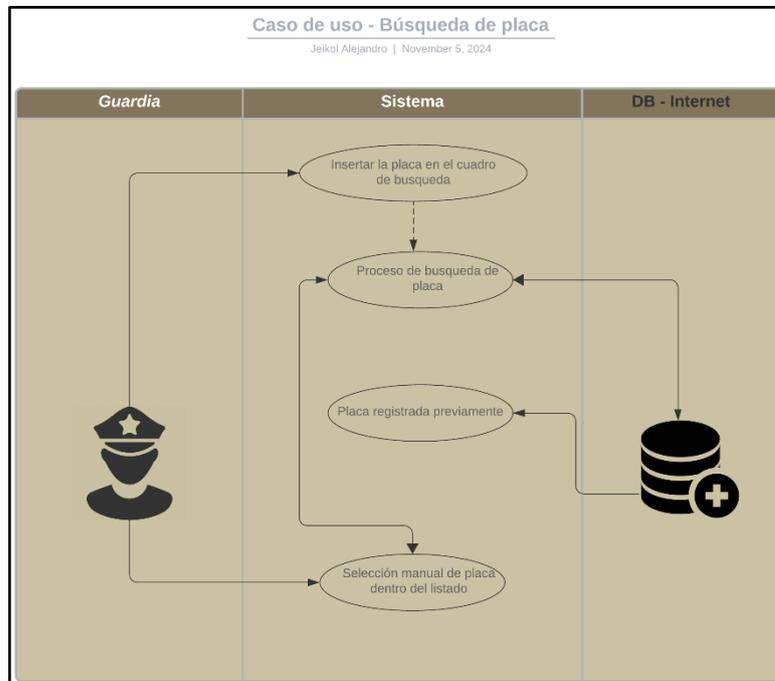


Figura 18 Caso de uso - búsqueda de una placa

<b>Identificador</b>	03 – Búsqueda de una placa
<b>Descripción</b>	El sistema permite realizar la búsqueda de una placa, si la placa está registrada se mostrarán sus datos asociados como marca, color, categoría, etc.
<b>Precondición</b>	La placa debe de estar registrada previamente para poder realizar una búsqueda ya sea en el archivo local (offline) o el principal (online)
<b>Autores</b>	Sistema, guardia.
<b>Secuencia principal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introducir el número de placa a buscar.</li> <li>2. Se realiza la búsqueda de la placa en el archivo que se esté usando.</li> <li>3. Devuelve los datos obtenidos y los muestra al usuario.</li> </ol>
<b>Errores / Alternativas</b>	<p>ER – 01 Placa no registrada.</p> <p>ER – 02 Error en la conexión a los registros locales.</p>
<b>Postcondición</b>	La información asociada a una placa se muestra al usuario, incluyendo su historial de entradas y salidas.

*Tabla 8 Descripción de caso de uso - búsqueda de una placa*

## Placa – eliminar

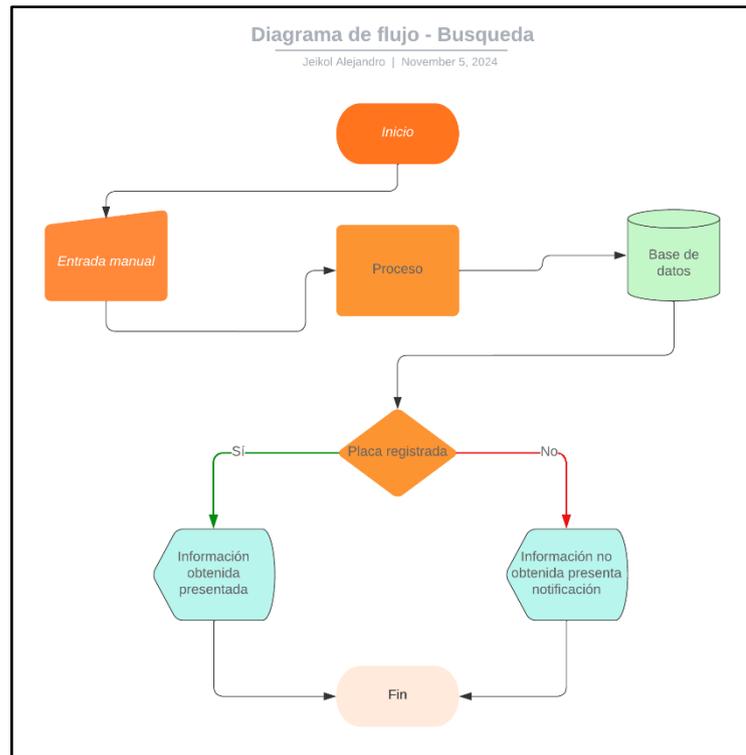


Figura 19 Diagrama de flujo para el caso de requerir eliminar un registro

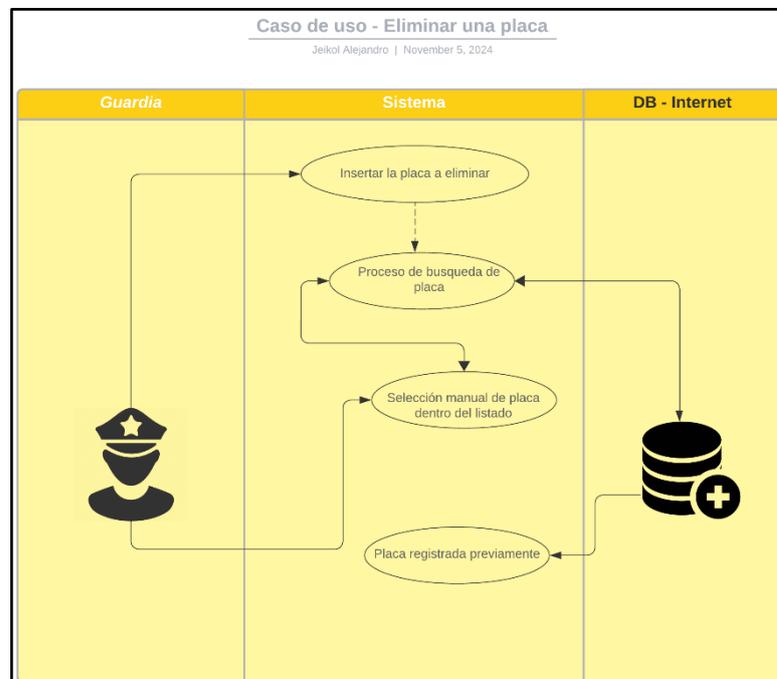


Figura 20 Caso de uso - eliminar una placa

Identificador	03 – Eliminar una placa
Descripción	<b>El sistema permite eliminar un registro de una placa ya registrada seleccionándola directamente del registro.</b>
Precondición	<b>La placa debe de estar registrada previamente para poder eliminarla del registro.</b>
Autores	<b>Sistema, guardia.</b>
Secuencia principal	<ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. Introducir el número de placa a buscar.</b></li> <li><b>2. Seleccionar la placa a eliminar (registro).</b></li> <li><b>3. Presionar el botón de eliminar.</b></li> </ol>
Errores / Alternativas	<b>ER – 01 Placa no registrada.</b>
Postcondición	<b>La información asociada a una placa se elimina del registro.</b>

*Tabla 9 Descripción de caso de uso - Eliminar una placa*

## 2.6 Desarrollo

### 2.6.1 Módulo 1

#### Requisitos y necesidades del sistema

El registro actual se lleva a cabo mediante anotaciones manuales dentro de una bitácora de registros generales, esta misma posee 4 apartados clasificados en “Entrada”, “Salida”, “Nombre/actividad/evento” y “observaciones”.

El proceso se lleva a cabo con cada vehículo que pretenda ingresar a las instalaciones universitarias proceso que puede variar si se conoce al conductor/a en el caso de no conocerlo el guardia deberá solicitar una identificación al mismo después de ello cuestionar sobre que tramites va a realizar según su respuesta el guardia determina su acceso, en ocasiones se debe retener la cedula de identidad o algún otro documento que verifique la identidad del conductor, estos datos “placa, nombre, hora entrada, hora salida” se registran en la bitácora, una vez este vehículo haya realizado sus trámites si es un trabajador de la universidad se deberá de registrar su salida en el mismo sitio donde se ha registrado su entrada.

#### Definición de objetivos

Las funcionalidades esperadas por parte del sistema en cuanto al reconocimiento de placas se espera que cumpla con las siguientes funciones:

Función	Descripción
Detección de placas en tiempo real	Poder detectar la placa en tiempo real mediante las cámaras conectadas al sistema
Reconocimiento óptico de caracteres	Una vez detectada la placa el sistema debe extraer los caracteres.
Clasificación / categorización	El sistema debe permitir clasificar una placa según los criterios predefinidos

*Tabla 10 Objetivos en base a las funciones principales requeridas por el sistema*

## 2.6.2 Módulo 2

### Dataset

#### Primera fase: Recopilación de fotos/imágenes



Figura 21 Recopilación de imágenes/fotos para crear el Dataset

Las fotografías realizadas fueron tomadas dentro del rango visible desde la garita principal de la universidad, se realizaron tomas desde el punto de entrada y salida de los vehículos, la distancia en la cual las fotografías fueron variadas desde 3 hasta los 10 metros de distancia en algunas ocasiones, también se realizaron tomas con diferentes calidades de imagen como tomas a 48MP, de igual manera la iluminación varía en cada día en los cuales fueron realizadas las tomas.

Una vez recopilada la cantidad de imágenes definidas anteriormente (150 imágenes) se procederá con la segunda fase del desarrollo del Dataset.

#### Segunda fase: Limpieza de imágenes

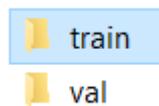
En esta fase se descartarán las imágenes que no cumplan con las características necesarias para su detección. Como son placas en mal estado como quemadas, modificadas, rotas, cubiertas de suciedad excesiva. Además, no se incluirán placas de motocicletas puesto que su formato es distinto en su totalidad al formato que presentan las placas de automóviles.

Importante seleccionar imágenes en varias condiciones de iluminación como la perspectiva desde la cual son tomadas, esto ayudará a variar las condiciones de detección en cada una de las imágenes durante el entrenamiento del modelo yolov8.

Las figuras (Figura 4 Placa deteriorada, Figura 5 Placa personalizada, Figura 6 Placa sucia) ejemplifican claramente el formato de placas que no se aceptaran.

### **Tercera fase: Clasificación para entrenamiento y validación**

En esta fase dividiremos las imágenes en 2 carpetas una para entrenamiento y otra para validación, la cantidad de placas ya fue definida previamente siendo 75 placas por carpeta obteniendo un total de 150 imágenes ya filtradas y listas para su clasificación.



*Figura 22 Clasificación inicial de fotografías para entrenamiento y validación del modelo yolo*

Estas carpetas estarán guardadas en un directorio principal denominado “Data” el cual será usado posteriormente para el entrenamiento del modelo para ello se usará la dirección del directorio principal denominado Data.

### **Cuarta fase: etiquetado y asignación de formato yolo**

Una vez filtradas las imágenes se procede a etiquetar cada una de las imágenes en ambas carpetas para ello usaremos la herramienta “labelme” esta herramienta nos permitirá realizar un polígono en la ROI una vez finalizado el etiquetado se guardará la información proporcionada por la herramienta en un archivo el cual posee el mismo nombre del archivo original.



Figura 23 Selección poligonal de la región de interés con la herramienta labelme

Crearemos los polígonos seleccionando la región de interés para entrenar el modelo, este proceso se repite para todas las imágenes una vez finalizado obtendremos las etiquetas de las imágenes como las siguientes:

 20181126_165700	26/11/2018 16:57	Archivo JPG
 20181126_165700.json	23/10/2024 12:35	Archivo JSON

Figura 24 Resultado del etiquetado de la herramienta labelme contiene la información necesaria para el entrenamiento del modelo yolo

Obtendremos un archivo con formato JSON con el mismo nombre de la imagen, el archivo JSON lo pasamos al formato yolo mediante el comando “labelme2yolo” seguido de la ruta de la carpeta en la cual poseemos las imágenes para el caso sería seguido de la ruta hacia la carpeta “train y val” por separado respectivamente obteniendo el siguiente directorio como resultado:

 YOLODataset	23/10/2024 12:37	Carpeta de archivos
 20181126_165700	26/11/2018 16:57	Archivo JPG
 20181126_165700.json	23/10/2024 12:35	Archivo JSON

Figura 25 Carpeta creada tras realizar el cambio de formato del archivo JSON a formato YOLO la carpeta contiene toda la información clasificada para el entrenamiento

 images	23/10/2024 12:37	Carpeta de archivos
 labels	23/10/2024 12:37	Carpeta de archivos
 dataset	23/10/2024 12:37	Archivo YAML

Figura 26 Contenido de la carpeta YOLODataset etiquetado y clasificado respectivamente

 aac5dae51ddd616503947eacaf13d768	23/10/2024 12:37	Documento de tex...
--	------------------	---------------------

Figura 27 Archivo transformado del formato JSON al formato YOLO

La carpeta YOLODataset aparece tras pasar de formato JSON a formato YOLO esto ocurre en ambas carpetas train y val, cada carpeta nueva bajo el nombre “YOLODataset” vamos a asignarle train y val respectivamente, dentro de la carpeta val eliminar el archivo Dataset.yaml pues solo usaremos el que se encuentra en la carpeta train. Una vez finalizado el proceso nos debe quedar una carpeta principal denominada DATA dentro de esta deben estar dos directorios “train y val” anteriormente nombrados YOLODataset, cada directorio debe constar con “images y labels” la ruta debería de verse de siguiente forma:

› Data › train › images

Figura 28 Resultado de la ruta para la carpeta train

› Data › val › labels

Figura 29 Resultado de la ruta para la carpeta val

Finalmente, en el archivo “Dataset.yaml” especificamos la ruta de donde se encuentra el Dataset con los datos para el entrenamiento, es decir la carpeta Data la cual contiene train y val:

```
train: C:\Users\UPSE\Desktop\Detectarplacas\deteccion-placas\Data\train\
val: C:\Users\UPSE\Desktop\Detectarplacas\deteccion-placas\Data\val\
nc: 1
names: ["placa"]
```

Figura 30 Especificación de ruta de acceso al Dataset para realizar el entrenamiento del modelo

## Entrenamiento

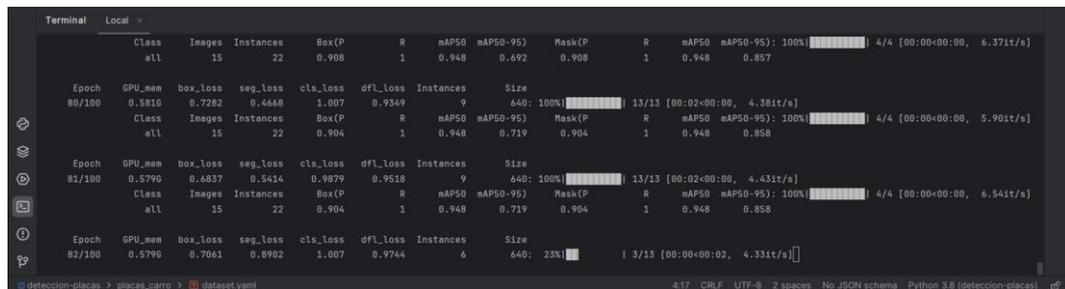
En el entrenamiento del modelo yolov8 ajustaremos los parámetros de entrenamiento anteriormente establecidos como, el número de épocas 50, 100, 150 y 200 épocas de entrenamiento. También definiremos los siguientes parámetros de entrenamiento:

```
yolo task=segment mode=train epochs=100 data=dataset.yaml model=yolov8n.pt imgsz=640 batch=2
```

Figura 31 Comando de iniciación del entrenamiento y ajuste de parámetros

- **Task:** ajustamos el tipo de trabajo “detect, segment, track”
- **Mode:** ajustamos el modo a “entrenamiento”
- **Epochs:** colocamos el número de épocas a entrenar
- **Data:** indicamos donde se encuentran los datos de entrenamiento
- **Model:** seleccionamos el modelo yolo a usar
- **Imgsz:** ingresamos el tamaño de las imágenes que se usaran
- **Batch:** ajustamos según la cantidad de memoria ram de la que se disponga

Al haber iniciado el entrenamiento del modelo yolov8 nos presentará las interacciones época a época como el siguiente ejemplo.



```
Terminal Local x
Class Images Instances Box(P R mAP50 mAP50-95 Mask(P R mAP50 mAP50-95): 100% ██████████ 4/4 [00:00<00:00, 6.371t/s]
all 15 22 0.908 1 0.948 0.692 0.908 1 0.948 0.857

Epoch GPU_mem box_loss seg_loss cls_loss dfl_loss Instances Size
80/100 0.581G 0.7282 0.4668 1.007 0.9349 9 640: 100% ██████████ 13/13 [00:02<00:00, 4.381t/s]
Class Images Instances Box(P R mAP50 mAP50-95 Mask(P R mAP50 mAP50-95): 100% ██████████ 4/4 [00:00<00:00, 5.901t/s]
all 15 22 0.904 1 0.948 0.719 0.904 1 0.948 0.858

Epoch GPU_mem box_loss seg_loss cls_loss dfl_loss Instances Size
81/100 0.579G 0.6857 0.5414 0.9879 0.9518 9 640: 100% ██████████ 13/13 [00:02<00:00, 4.431t/s]
Class Images Instances Box(P R mAP50 mAP50-95 Mask(P R mAP50 mAP50-95): 100% ██████████ 4/4 [00:00<00:00, 6.541t/s]
all 15 22 0.904 1 0.948 0.719 0.904 1 0.948 0.858

Epoch GPU_mem box_loss seg_loss cls_loss dfl_loss Instances Size
82/100 0.579G 0.7061 0.8992 1.007 0.9744 6 640: 23% ██████████ 13/13 [00:00<00:02, 4.331t/s]
```

Figura 32 Respuesta del entrenamiento del modelo YOLOv8 desde la terminal, se puede observar cómo van los resultados hasta la última interacción

Una vez finalizado el entrenamiento del modelo los resultados quedarán guardados dentro de la carpeta “Runs” cada entrenamiento realizado queda etiquetado como train seguido del número de entrenamiento.

Detectarplacas > deteccion-placas > runs > segment >

Nombre	Fec
train	13/
train2	15/
train3	16/
train4	17/

Figura 33 Ruta de acceso de resultados por cada entrenamiento realizado por yolov8

Aquí obtendremos todos los resultados de cada entrenamiento realizado.

Los resultados del modelo entrenado en base a 200 épocas:

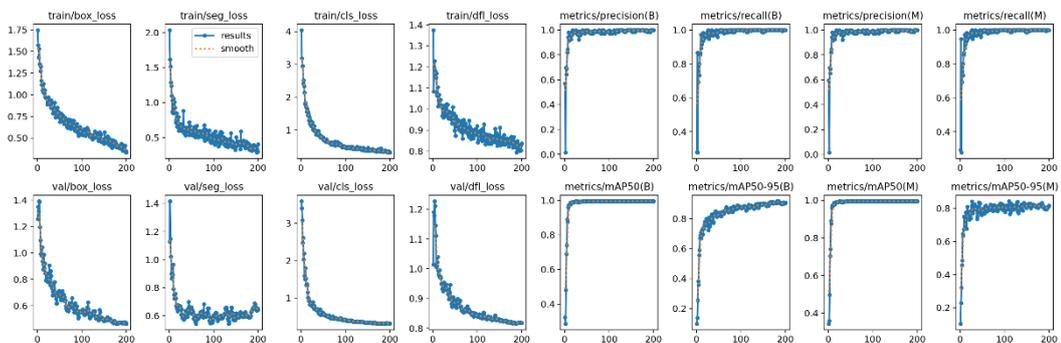


Figura 34 Muestra de las métricas del modelo yolov8 entrenado a 200 épocas

## Definición de filtros para OpenCV

### Escala de grises

Aplicar la escala de grises es un paso fundamental para poder realizar la lectura de caracteres lo más preciso posible puesto que reduce la información del color innecesario simplificando la imagen, esto permite que los algoritmos del motor OCR se enfoque en los caracteres sin mayor cantidad de información adicional que no es necesaria.



Figura 37 Aplicación de escala de grises



Figura 35 Placa particular sin escala de grises



Figura 38 Placa comercial sin escala de grises



Figura 36 Placa comercial sin escala de grises

### Reducción de ruido

Una vez aplicada la reducción de ruido podemos observar como en la imagen se desenfocan los bordes de las letras sin embargo se busca que las letras se vean lo más claro posible para que Pytesseract-OCR pueda identificar los caracteres correctamente sin mayores problemas.



Figura 39 Bordes definidos de cada uno de los caracteres de la placa



Figura 40 Reducción de ruido, provoca que los bordes pierdan ligeramente la definición

### Threshold binario inverso

Podemos observar como la aplicación de este filtro resalta claramente los caracteres de la placa facilitando la identificación de estos por parte del motor OCR



Figura 41 Threshold binario inverso transforma la imagen recibida en binaria B/N resaltando los caracteres

### Ajuste bilateral

Este filtro se usa para reducir el ruido mientras se mantiene la nitidez de los bordes de la ROI, es útil cuando se necesita suavizar la imagen, pero sin perder los contornos. Sin embargo, el resultado obtenido no es claro a pesar de mantener los bordes claros.



Figura 42 Permite suavizar la imagen sin perder los contornos

## Eroded (Erosión)

La erosión de la placa permite reducir los elementos brillantes dentro de una imagen, permitiendo eliminar pequeñas imperfecciones, útil para limpiar imágenes binarias como el resultado devuelto por el filtro Threshold.



Figura 43 Limpia la imagen de pequeñas imperfecciones reduciendo la cantidad de información innecesaria

## MorphologyEx (Cierre morfológico)

El cierre morfológico ayuda a completar una pequeña parte faltante de un carácter es decir si una placa posee un pequeño desgaste en ciertos puntos este cierre debería ser capaz de rellenar los espacios sin embargo los resultados arrojados no son los esperados pues en una placa en condiciones vemos como reduce parte de los caracteres detectados

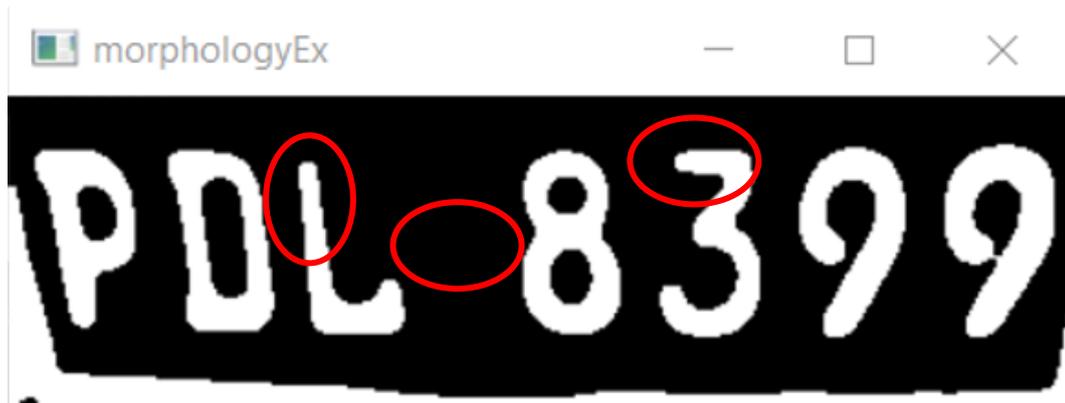


Figura 44 Cierra los caracteres cuando les falte una parte de estos, pero pierde precisión al borrar una parte de los caracteres

Se puede observar en la siguiente Figura como no es posible leer los caracteres de las placas comerciales, esto ocurre debido al fondo de color naranja, pues una vez procesada la ROI a escala de grises el fondo queda con un tono gris más oscuro a diferencia de las placas particulares, para corregir este error debemos aclarar el tono de gris de la imagen.

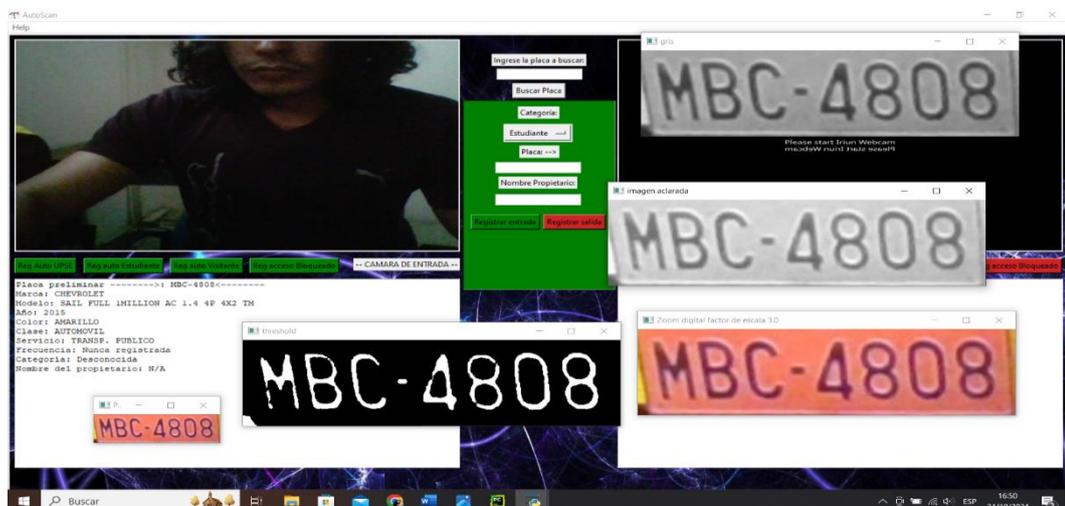


Figura 45 Antes vs Después del aclarado de tonos grises bajo placas comerciales de fondo naranja

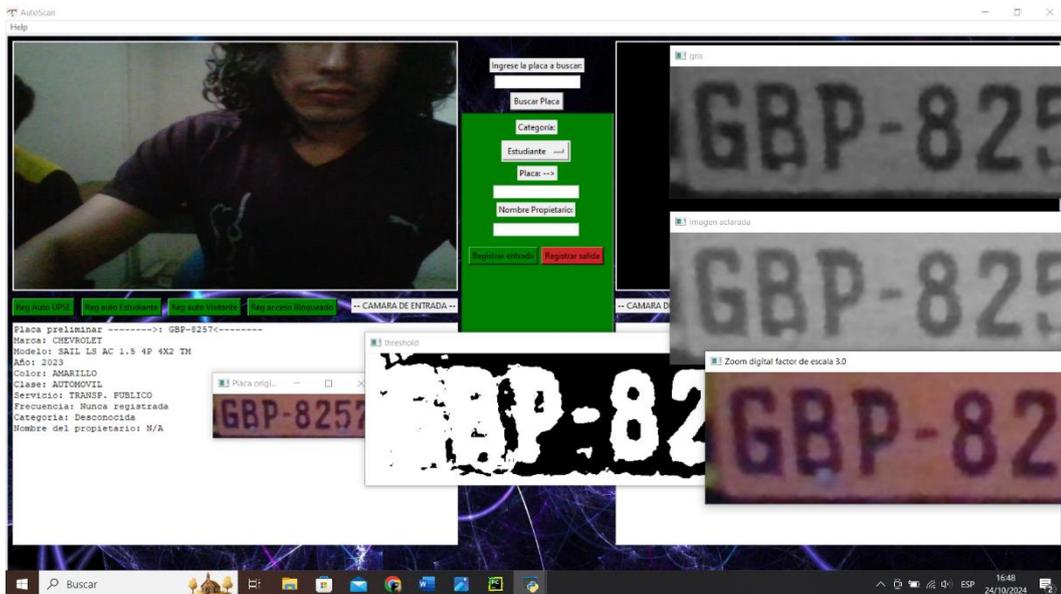


Figura 46 Ejemplo de lectura de caracteres de placa comercial después del ajuste de tonos grises

Para poder trabajar con pytesseract-OCR se procede a emplear únicamente los filtros de **escala de grises**, **threshold binario inverso** y **eroded**. A demás se emplearán dos herramientas adicionales, la primera el **aclaramiento de escala de grises** y la segunda el **factor de escalado**. Puesto que presentaron una imagen clara de los caracteres de las placas en las pruebas de funcionamiento.

## Configuración de Pytesseract:

```
# Aplicar pytesseract para leer caracteres
texto2 = pytesseract.image_to_string(processed_roi2, lang='eng', config='--psm 7').strip()
```

Figura 47 Comando de carga de pytesseract y ajuste de parámetros de carga, lenguaje y modo de segmentación de página

La configuración empleada para este caso será en el idioma inglés y la configuración psm o “Modo de segmentación de página”

Empezamos descartando los modos de segmentación 0, 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 12, 13 pues no cumplen con las características que posee el texto de una placa, como orientación, formas. Dejando a modo de prueba los modos 6, 7 y 11.

Las pruebas realizadas dentro de ambientes controlados arrojaron los siguientes resultados “**Resultado, Imagen**” sin embargo el reconocimiento óptico de caracteres sigue siendo continuo hasta que desaparece la placa fuera del rango de la cámara permitiendo confirmar los resultados de los caracteres después de haber pasado por los filtros y configuraciones realizadas los “**Resultados finales**” son los siguientes, posterior a su procesamiento y salida del encuadre de la cámara:

### Configuración PSM 6

Placa	Resultado	Imagen	Resultados finales
<b>PDL-8399</b>	PDL-8399		PDL-8399
<b>GCB-4079</b>	1GCB-4U79		GCB-4079
<b>PVP-0545</b>	PYP-0545		PYP-0545
<b>EAA-1150</b>	EAA-1150		EAA-1150

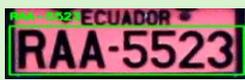
<b>RAA-5523</b>	RAA-5523		RAA-5523
<b>HBC-3943</b>	HBC-3943		HBC-3943
<b>QPB-1029</b>	7??fexyegs?verb- 1029?nTrnweCeeeeeme		7??fexyegs?verb- 1029?nTrnweCeeee me
<b>PQX-0885</b>	Apqy-0885		PQY-0885

Tabla 11 PSM 6 antes y después del procesado de texto por pytesseract rojo=incorrecto, verde=correcto.

### Configuración PSM 7

Placa	Resultado	Imagen	Resultados finales
<b>PDL-8399</b>	PDL-8399		PDL-8399
<b>GCB-4079</b>	GCB-4079		GCB-4079
<b>PVP-0545</b>	PVP-0545		PVP-0545
<b>EAA-1150</b>	EAA-1150		EAA-1150
<b>RAA-5523</b>	RAA-5523		RAA-5523
<b>HBC-3943</b>	HBC-3943		HBC-3943

<b>QPB-1029</b>	-PPB-1G 29		OPB-1629
<b>PQX-0885</b>	PQY-0885		PQX-0885

Tabla 12 PSM 7 antes y después del procesado de texto por pytesseract rojo=incorrecto, verde=correcto.

### Configuración PSM 11

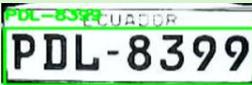
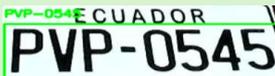
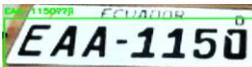
Placa	Resultado	Imagen	
<b>PDL-8399</b>	PDL-8399		PDL-8399
<b>GCB-4079</b>	GCE-4079		GCE-4079
<b>PVP-0545</b>	PVP-0545		PVP-0545
<b>EAA-1150</b>	EAA-11150??ji		EAA-1150
<b>RAA-5523</b>	RAA-5523		RAA-5523
<b>HBC-3943</b>	HBC-3943		HBC-3943
<b>QPB-1029</b>	¿????WPB??1629 ??we??eeeeea??m eeeeeeeCI		¿????WPB?? 1629??we??e eeeeea??meee oeeeCI
<b>PQX-0885</b>	PQX-0885		PQX-0885

Tabla 13 PSM 11 antes y después del procesado de texto por pytesseract rojo=incorrecto, verde=correcto.

Una vez realizadas las pruebas de funcionamiento con los parámetros PSM 6, 7 y 11 se pueden observar los siguientes resultados, en los cuales la configuración PSM 7 sobresale ligeramente por sobre las PSM 11 sin embargo la configuración PSM 6 contiene mayor cantidad de errores al momento del reconocimiento de caracteres esto incluso después de la aplicación de filtros y configuraciones.

En conclusión, la configuración que se empleará para el resto del proyecto será la configuración PSM 7 al tener un menor número de errores puede ofrecer mejores resultados con una menor tasa de errores.

Configuración PSM	Errores detectados	Corrección de errores
<b>PSM 6</b>	4	3
<b>PSM 7</b>	3	1
<b>PSM 11</b>	3	2

*Tabla 14 Resultados de las configuraciones PSM + errores detectados + errores corregidos para la selección de la configuración más óptima.*

### **Pruebas en ambientes controlados**

Las pruebas realizadas en ambientes controlados se realizaron bajo la configuración PSM 7 de pytesseract con el modelo YOLOv8 entrenado a 200 épocas, los filtros aplicados fueron la escala de grises, Threshold binario inverso y eroded los filtros adicionales que se incluyeron fueron el aclarado de escala de grises y el factor de escalado obteniendo los siguientes resultados.

Pruebas de funcionamiento bajo ambientes controlados:

Placa	Resultado
<b>PDL-8399</b>	PDL-8399
<b>GCB-4079</b>	GCB-4079
<b>PVP-0545</b>	PVP-0545

<b>EAA-1150</b>	EAA-1150
<b>RAA-5523</b>	RAA-5523
<b>HBC-3943</b>	HBC-3943
<b>QPB-1029</b>	GPB-102
<b>PQX-0885</b>	PQX-0885
<b>GBP-8257</b>	GBP-8257
<b>PCU-4534</b>	PCU-4534

*Tabla 15 Configuración pytesseract (lang="eng",config="psm --7") + modelo yolov8 de 200 épocas*

Las pruebas desarrolladas en ambientes controlados arrojaron los siguientes resultados:

### **Tasa de reconocimiento global en pruebas controladas**

$$Tasa\ de\ reconocimiento = \frac{placas\ correctamente\ reconocidas}{total\ de\ placas} * 100$$

$$Tasa\ de\ reconocimiento = \frac{9}{10} * 100 = 90\%$$

### **Desglose por tipo de placas**

- Placas comerciales: 5 presentadas, 4 reconocidas.
- Placas particulares: 5 presentadas, 5 reconocidas.

### **Tasa de reconocimiento Comercial**

$$Tasa\ de\ reconocimiento\ comercial = \frac{4}{5} * 100 = 80\%$$

### **Tasa de reconocimiento Particular**

$$Tasa\ de\ reconocimiento\ particular = \frac{5}{5} * 100 = 100\%$$

## Resumen estadístico de pruebas realizadas bajo condiciones controladas

Tasa de reconocimiento	% de placas reconocidas
Global	90 %
Comercial	80 %
Particular	100 %

Tabla 16 Resumen estadístico de precisión del modelo bajo pruebas controladas % para las placas comerciales y particulares.

### 2.6.3 Módulo 3

#### Pruebas en ambientes reales

Una vez desarrolladas las pruebas bajo condiciones controladas y hechas las correcciones respectivas se procederá a realizar pruebas de funcionamiento en el ambiente real de funcionamiento. Para ello se prepararon los equipos móviles que serán usados para las pruebas de funcionamiento. Durante las pruebas de se probó la distancia a la cual es capaz el sistema de detectar una placa vehicular, siendo así el resultado es bastante favorable puesto que es capaz de detectar la placa del vehículo estando a una distancia de 11 metros de distancia como se observa en la (Figura 48 Distancia máxima estimada de detección de placa 11 metros).

De la población total fue seleccionada una muestra total de 207 vehículos excluyendo motocicletas, bicicletas, etc. En base a esta muestra se desarrollaron las pruebas de funcionamiento en ambientes reales sin excluir las placas por su estado de desgaste o en mal estado. Las pruebas realizadas fueron bajo la configuración PSM7 de pytesseract con el modelo YOLOv8 entrenado a 200 épocas los filtros usados fueron la escala de grises, Threshold binario inverso y eroded, los filtros adicionales que se incluyeron son el aclarado de grises, factor de escalado y la corrección de perspectiva.

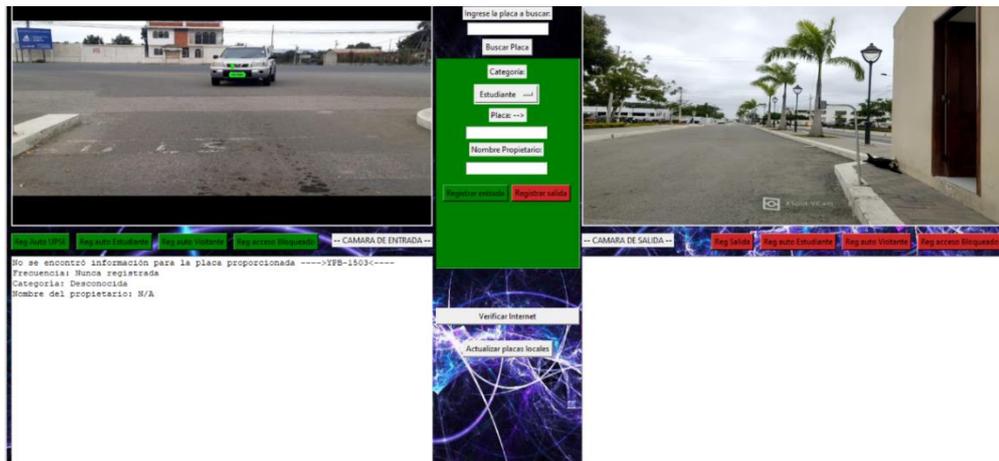


Figura 48 Distancia máxima estimada de detección de placa 11 metros

Sin embargo, la capacidad de lectura de caracteres se ve afectada a una distancia considerable como la anteriormente mencionada 11 metros, a pesar de ello mientras la placa se encuentre dentro de un rango de 1 hasta 5 o 7 metros los resultados son mucho más estables. El reconocimiento de caracteres es exitoso incluso cuando la placa posee un ligero desgaste en la pintura de esta como se puede observar en la Figura, en la cámara de salida ocurre exactamente lo mismo, pero con la diferencia que ahora está a una distancia mayor como en la Figura a pesar de no tener un ángulo de visión óptimo.



Figura 49 Distancia de lectura máxima 7 metros



Figura 50 Lectura de caracteres de placa con ligero desgaste a una distancia de 2 metros



Figura 51 Lectura de caracteres de placa a 5 metros de distancia

Se probó la función de registro automático de salida la cual funciona cuando existe un registro de entrada de dicha placa el resultado fue positivo:



Figura 52 Notificación de registro automático de salida de un vehículo

También se probó la función de registro manual de salida:

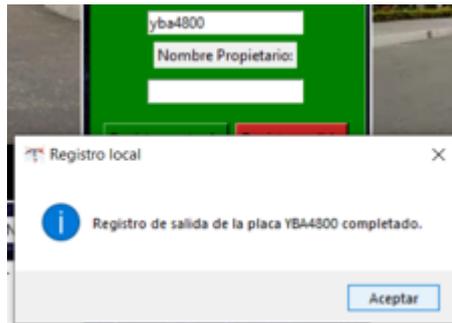


Figura 53 Notificación de registro manual de salida de vehículos

## Interfaz grafica

El desarrollo inicial de la interfaz gráfica se propuso una sola cámara con un apartado para la visualización de los datos de tal manera que se pueda comprobar que los datos son correctamente asignados a sus respectivos lugares.

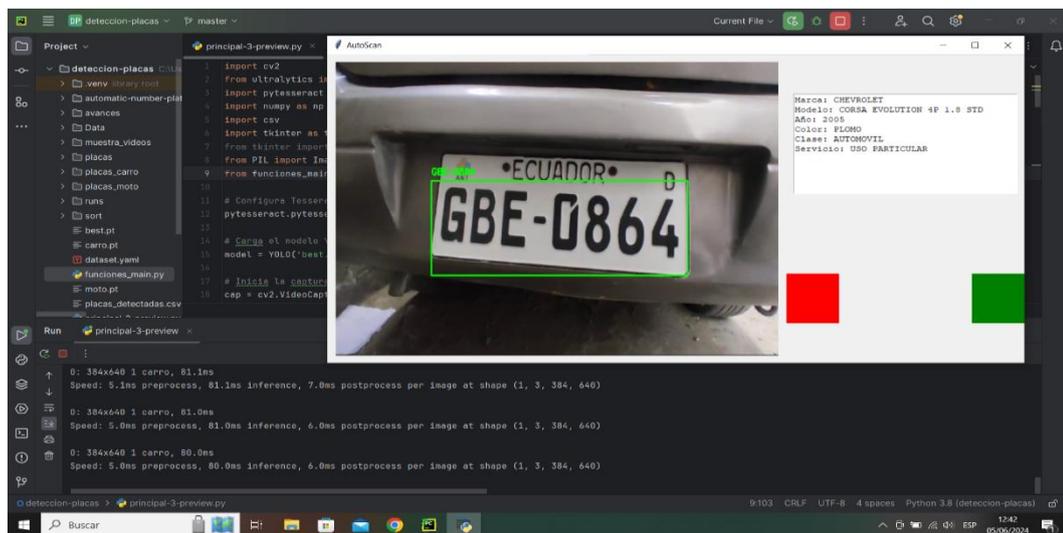


Figura 54 Interfaz inicial 2 "luces" de paso simulando acceso permitido/bloqueado

Una vez los datos fueron confirmados y correctos se procedió a añadir 2 funciones a la interfaz gráfica el poder registrar las placas como UPSE o estudiante.

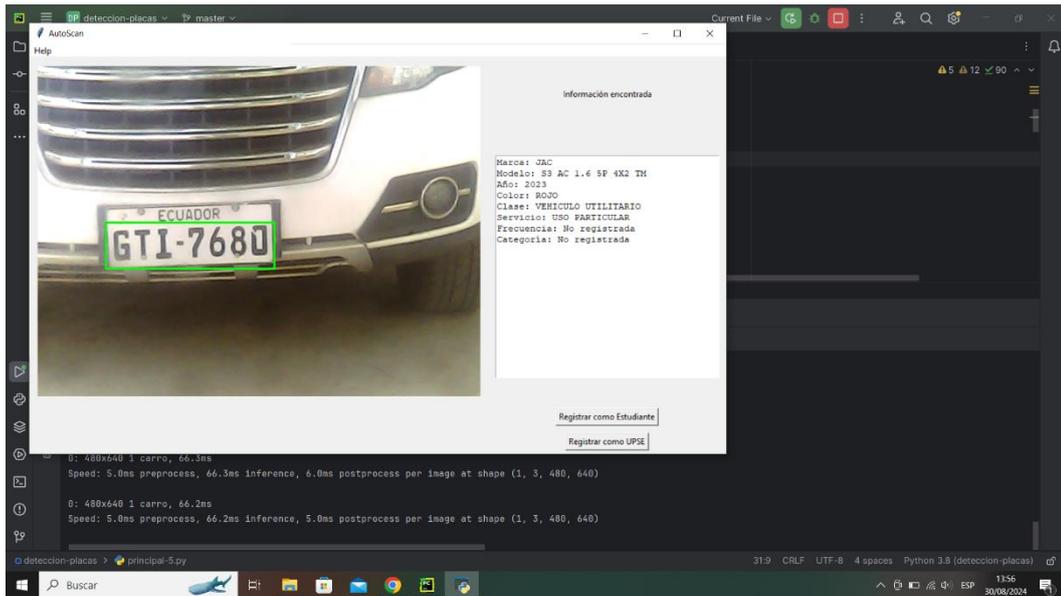


Figura 55 Puesta a prueba del registro de categorías seleccionadas

Luego de haber realizado pruebas se añadió el segundo apartado para la cámara de salida al igual que sus respectivas funciones.

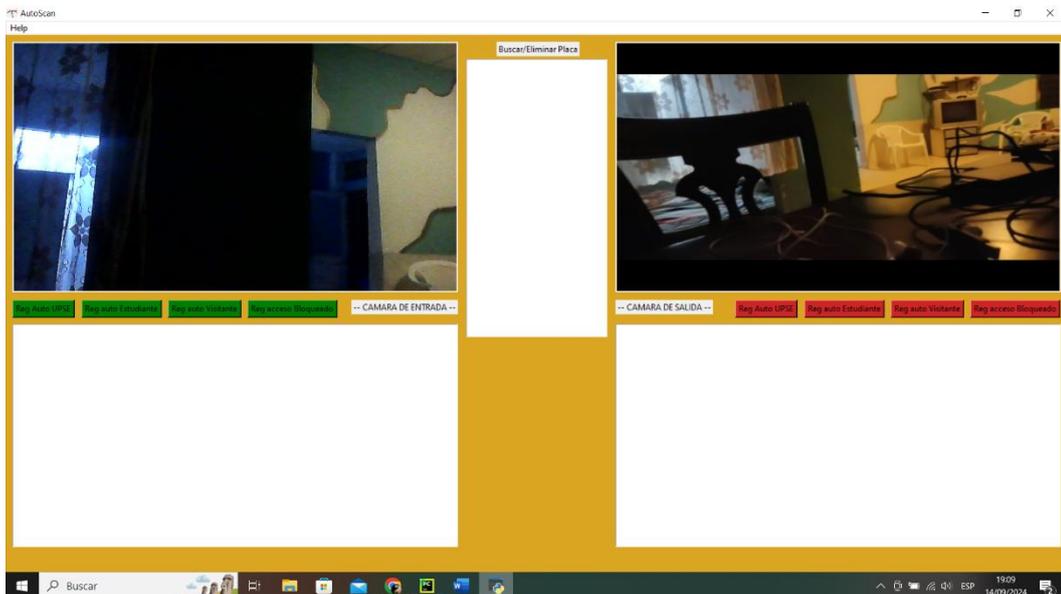


Figura 56 Diseño preliminar del sistema final en base a 2 cámaras con sus respectivos espacios para la información respectiva

Tras haber realizado pruebas se añadió la opción de poder ingresar un registro entrada o salida de forma manual, la opción de verificar el estado de red del equipo e igualmente la opción de búsqueda de una placa.

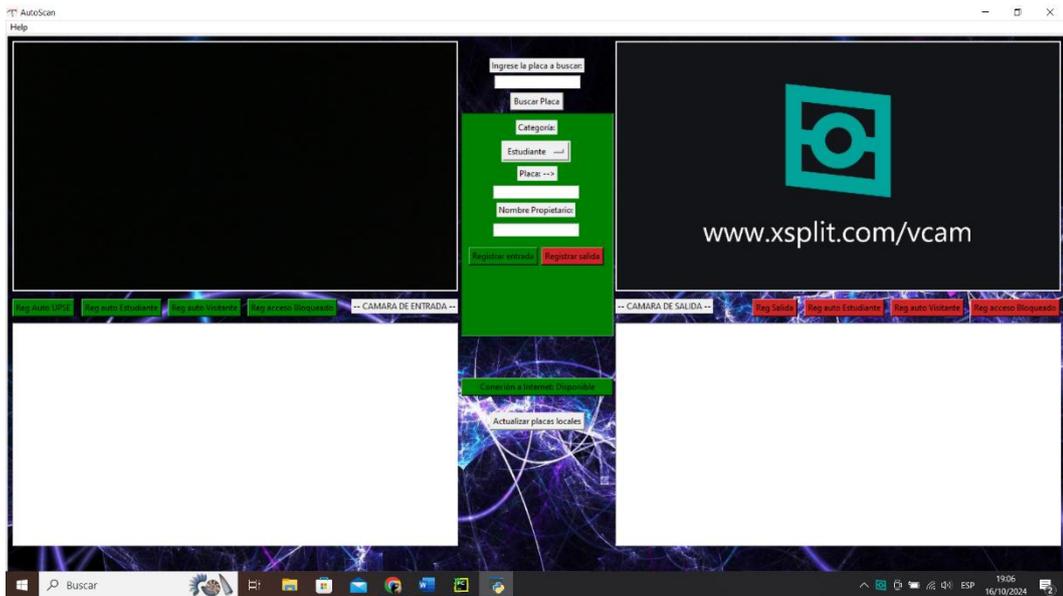


Figura 57 Diseño final + ingreso manual de placas y registro automático de salida de vehículos

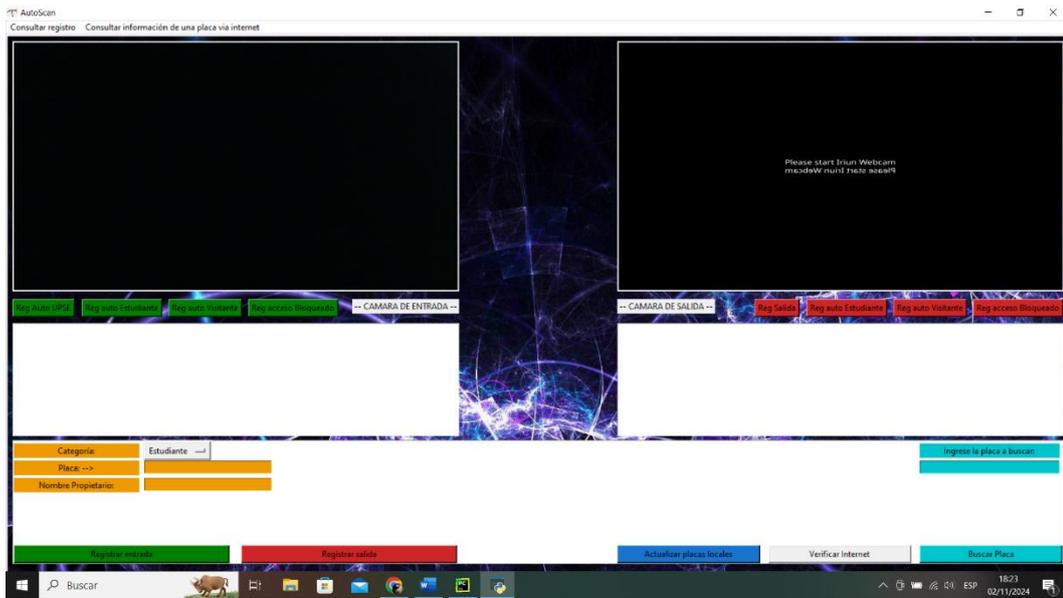


Figura 58 Interfaz gráfica final

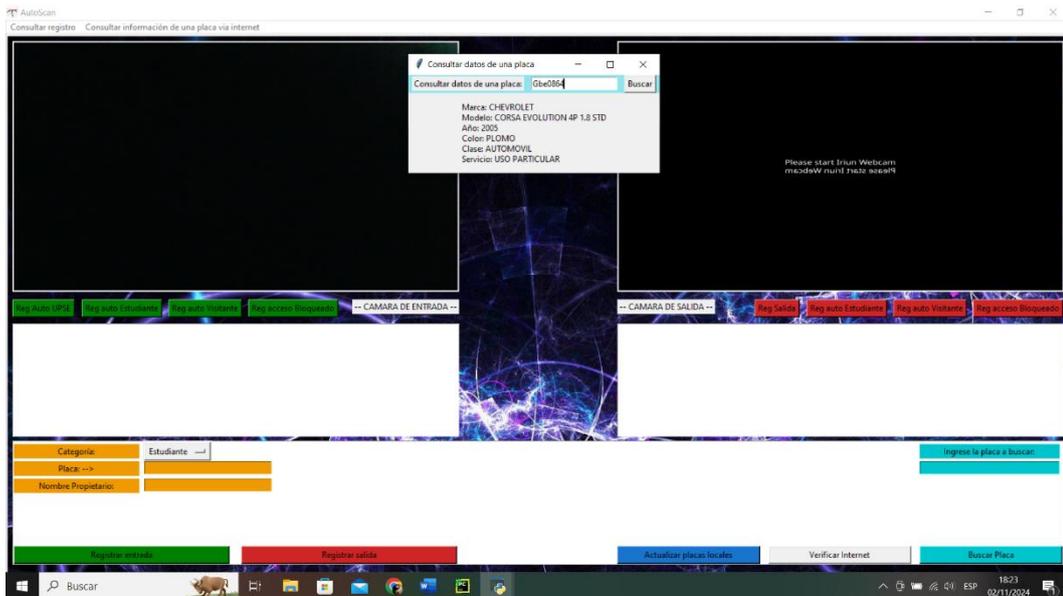


Figura 59 Interfaz gráfica + consulta de una placa

Placa	Número de Ingresos	Categoría	fecha_hora	Marca	Color	Clase	Servicio	fecha & hora salida	Nombre de usuario UPSE
TBK-7012	1	Visitante	2024-10-08 14:11:29	SHINERAY	PLOMO	CAMIONETA	PARTICULAR	nan	nan
YBA-4236	1	Visitante	2024-10-08 14:16:32	GREAT WALL	PLOMO	AUTOMOVIL	PARTICULAR	nan	nan
MRA-5228	1	Estudiante	2024-10-08 14:21:19	Información no disponible	Información no disponible	Información no disponible	Información no disponible	nan	nan
GCA-4299	1	UPSE	2024-10-08 14:28:23	GREAT WALL	PLOMO	VEHICULO UTILITARIO	USO PARTICULAR	nan	Kety Rodriguez
GTN-7397	1	Visitante	2024-10-08 14:33:10	DONGFENG	BLANCO	VEHICULO UTILITARIO	PARTICULAR	nan	nan
GMD-2419	1	UPSE	2024-10-08 14:38:05	SUZUKI	PLATEADO	VEHICULO UTILITARIO	USO PARTICULAR	nan	José Perero
GMD-948	1	Visitante	2024-10-08 14:52:22	Información no disponible	Información no disponible	Información no disponible	Información no disponible	nan	nan
YBA-5136	1	Visitante	2024-10-08 14:55:44	JEEP	PLOMO	CAMIONETA	PARTICULAR	nan	nan
GTQ-4691	1	Visitante	2024-10-08 14:56:15	CHEVROLET	NEGRO	VEHICULO UTILITARIO	USO PARTICULAR	nan	nan
PEI-4872	1	Visitante	2024-10-08 15:02:19	CHEVROLET	DORADO	CAMIONETA	USO ESTADAL	nan	nan
YBA-1174	1	Estudiante	2024-10-08 15:07:34	Información no disponible	Información no disponible	Información no disponible	Información no disponible	nan	nan
GCA-4299	1	UPSE	2024-10-10 14:34:19	GREAT WALL	PLOMO	VEHICULO UTILITARIO	USO PARTICULAR	nan	Kety Rodriguez
GRS-980	1	UPSE	2024-10-10 14:36:44	Información no disponible	Información no disponible	Información no disponible	Información no disponible	nan	Mariana Simones
YBA-4315	1	UPSE	2024-10-10 14:37:18	CHEVROLET	ROJO	AUTOMOVIL	PARTICULAR	nan	José Sanchez
GSM-1494	1	Visitante	2024-10-10 14:38:21	CHEVROLET	AMARILLO	AUTOMOVIL	USO PUBLICO	nan	nan
GTT-1557	1	UPSE	2024-10-10 14:41:56	HYUNDAI	BLANCO	VEHICULO UTILITARIO	USO PARTICULAR	nan	Jessena Muñoz
GRS-2520	1	Estudiante	2024-10-10 14:42:25	HYUNDAI	PLATEADO	AUTOMOVIL	USO PARTICULAR	nan	nan
EBG-0776	1	UPSE	2024-10-10 14:47:55	SUZUKI	AZUL	AUTOMOVIL	PARTICULAR	2024-10-10 14:48:50	Blanca Lucio
PBH-3155	1	Estudiante	2024-10-10 14:51:36	HYUNDAI	PLATEADO	AUTOMOVIL	USO PARTICULAR	nan	nan
GSJ-2329	1	Visitante	2024-10-10 14:52:27	CHEVROLET	AMARILLO	AUTOMOVIL	USO PUBLICO	nan	nan
GTN-5660	1	UPSE	2024-10-10 14:52:50	MAZDA	PLATEADO	VEHICULO UTILITARIO	USO PARTICULAR	nan	Luis Amaya
GSQ-6317	1	UPSE	2024-10-10 14:54:25	CHEVROLET	PLATEADO	AUTOMOVIL	USO PARTICULAR	nan	Josbel Hernandez
GCB-7063	1	Visitante	2024-10-10 14:56:45	KIA	NEGRO	AUTOMOVIL	USO PARTICULAR	nan	nan
STG-9918	1	UPSE	2024-10-10 14:57:02	YOLKSWAGEN	PLATEADO	AUTOMOVIL	USO PARTICULAR	nan	Salinas Villón
GTN-5223	1	Visitante	2024-10-10 14:58:04	CHEVROLET	AZUL	AUTOMOVIL	USO PARTICULAR	nan	nan
ACM-432	1	Estudiante	2024-10-10 14:59:57	Información no disponible	Información no disponible	Información no disponible	Información no disponible	nan	nan
GTN-2882	1	Visitante	2024-10-10 15:00:32	CHEVROLET	ROJO	AUTOMOVIL	USO PARTICULAR	nan	nan
GTQ-4691	1	UPSE	2024-10-10 15:02:07	CHEVROLET	NEGRO	VEHICULO UTILITARIO	USO PARTICULAR	nan	Visitante
GEA-594	1	Visitante	2024-10-10 15:03:30	Información no disponible	Información no disponible	Información no disponible	Información no disponible	nan	nan
GRW-7404	1	Visitante	2024-10-10 15:03:53	CHEVROLET	DORADO	AUTOMOVIL	PARTICULAR	nan	nan
GMK-451	1	Estudiante	2024-10-10 15:04:08	Información no disponible	Información no disponible	Información no disponible	Información no disponible	2024-10-10 15:18:45	nan
YAA-1275	1	Visitante	2024-10-10 15:04:31	MAZDA	BLANCO	CAMIONETA	USO PUBLICO	nan	nan
GTI-9677	1	Visitante	2024-10-10 15:05:46	CHEVROLET	PLOMO	AUTOMOVIL	USO PARTICULAR	nan	nan
GFV-146	1	Visitante	2024-10-10 15:06:12	Información no disponible	Información no disponible	Información no disponible	Información no disponible	2024-10-10 15:12:28	nan
GTQ-3329	1	Visitante	2024-10-10 15:07:42	FOTON	BLANCO	CAMIONETA	USO PARTICULAR	nan	nan
GSQ-1448	1	Visitante	2024-10-10 15:09:56	CHEVROLET	ROJO	AUTOMOVIL	USO PARTICULAR	nan	nan
PQV-593	1	Estudiante	2024-10-10 15:10:41	Información no disponible	Información no disponible	Información no disponible	Información no disponible	nan	nan

Figura 60 Interfaz gráfica + Consulta de registros

La interfaz gráfica no presentó ningún problema adicional a la hora de realizar las pruebas de funcionamiento en ambientes reales.

## 2.6.4 Módulo 4

### Correcciones

Se modificó la interfaz gráfica para mayor facilidad de registro de datos y tener una visión más clara de las opciones de sistema

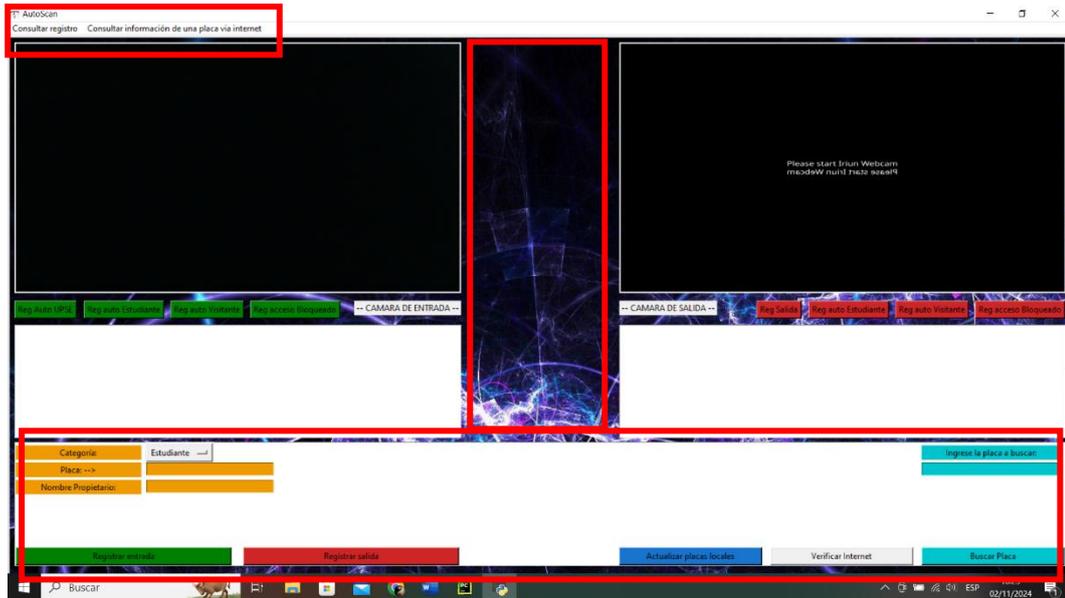


Figura 61 Interfaz gráfica funcional, previa.

Posteriormente a las correcciones realizadas durante el módulo 3 no hubo necesidad de realizar nuevas correcciones al sistema.

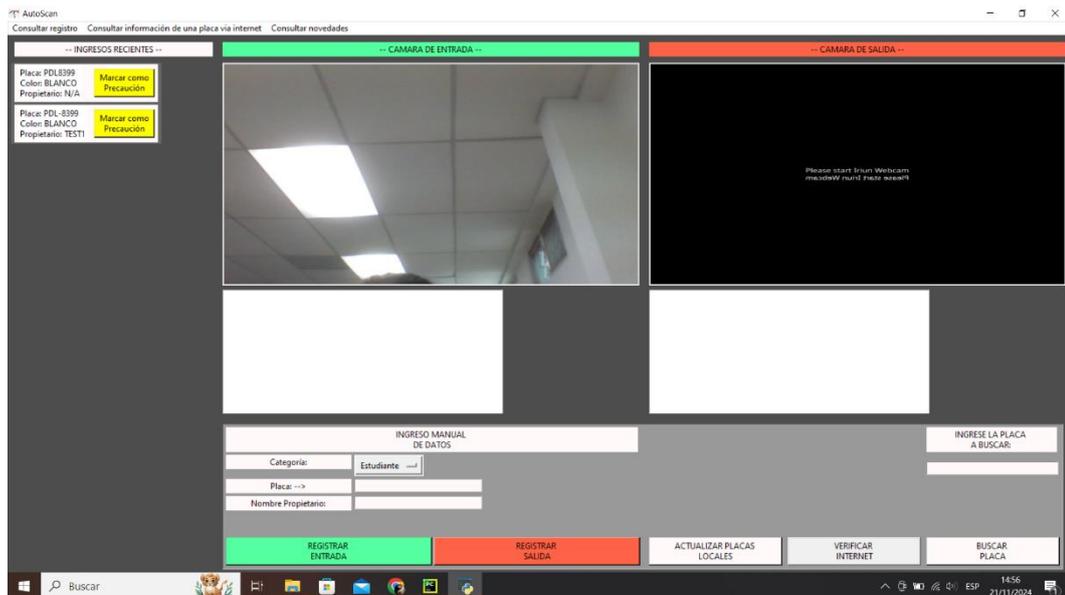


Figura 62 Interfaz gráfica final, diseño minimalista y más sencillo

## 2.7 Resultados

### 2.7.1 Resultados del entrenamiento del modelo YOLOv8 según el número de épocas.

Primer entrenamiento del modelo YOLOv8n-seg a 50 épocas de entrenamiento.

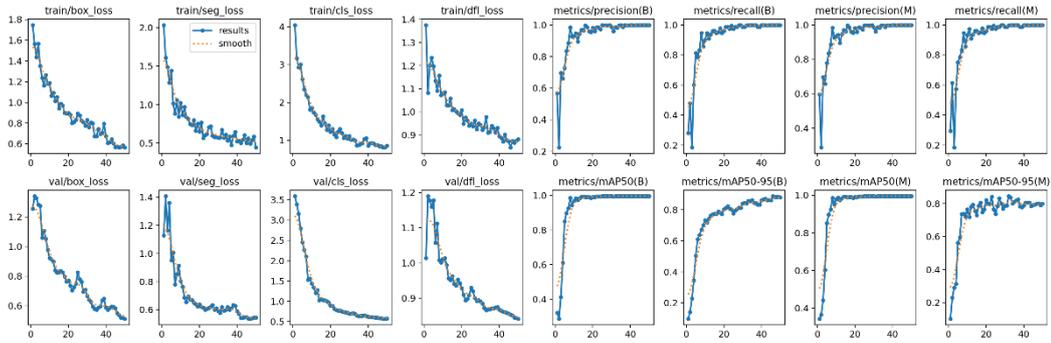


Figura 63 Resultados yolov8 a 50 épocas

Segundo entrenamiento del modelo YOLOv8n-seg a 100 épocas de entrenamiento.

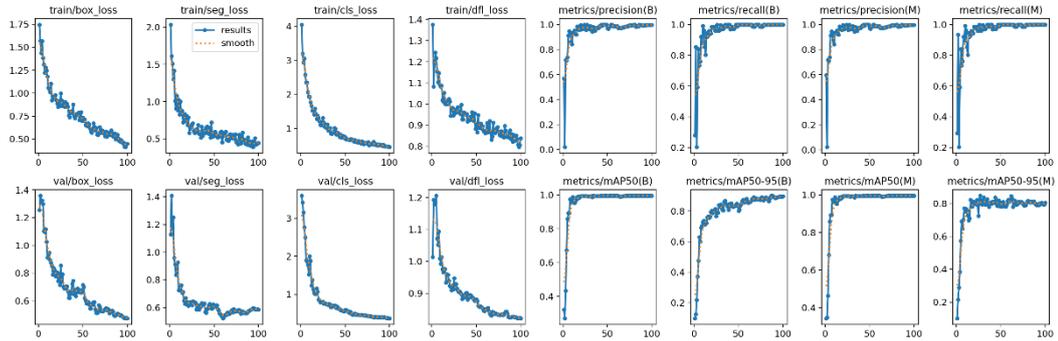


Figura 64 Resultados yolov8 a 100 épocas

Tercer entrenamiento del modelo YOLOv8n-seg a 150 épocas de entrenamiento.

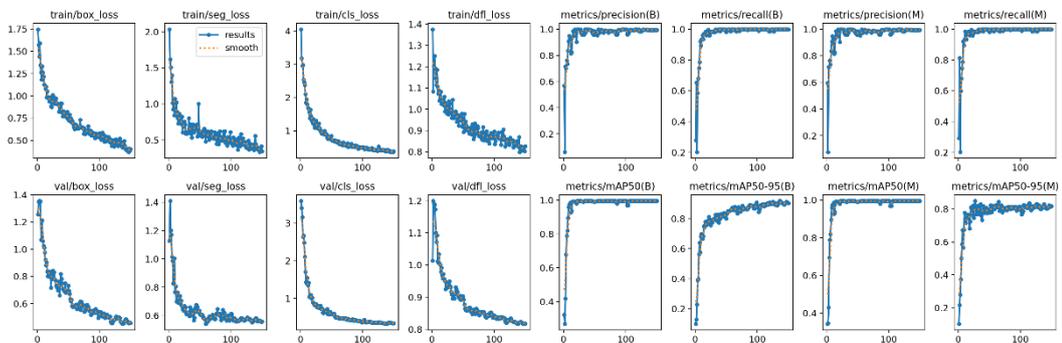


Figura 65 Resultados yolov8 a 150 épocas

Cuarto entrenamiento del modelo YOLOv8n-seg a 200 épocas de entrenamiento.

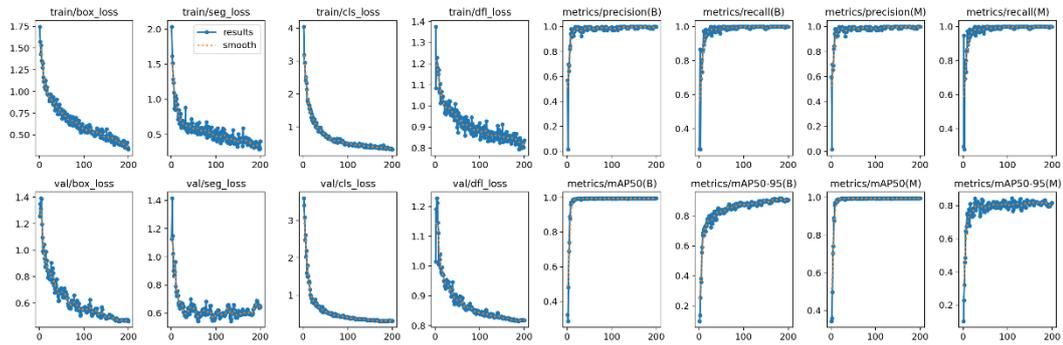


Figura 66 Resultados yolov8 a 200 épocas

## 2.7.2 Resultados del prototipo funcional

### Reconocimiento de caracteres

Información recopilada/capturada en pruebas de funcionamiento en condiciones reales:

- Total, de placas: 207
- Placas correctamente identificadas: 195
- Placas incorrectamente identificadas: 12

Precisión: Se mide el porcentaje de placas que fueron correctamente identificadas

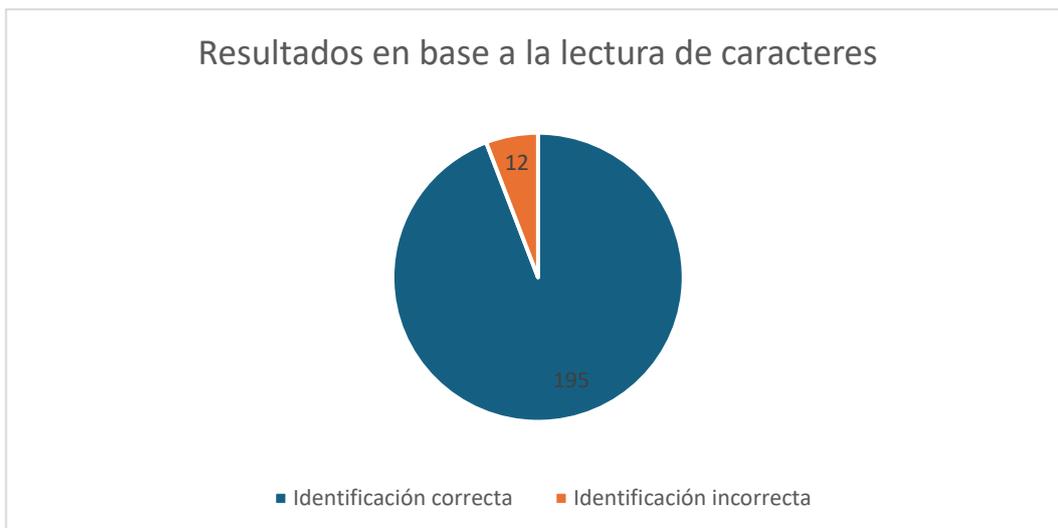
$$\text{Precisión} = \left( \frac{\text{placas correctamente identificadas}}{\text{total de placas}} \right) * 100$$

$$\text{Precisión} = \left( \frac{195}{207} \right) * 100 = 94.20\%$$

Tasa de error: Se mide el porcentaje de las placas que no fueron correctamente identificadas

$$\text{Tasa de error} = \left( \frac{\text{placas Incorrectamente identificadas}}{\text{total de placas}} \right) * 100$$

$$\text{Tasa de error} = \left( \frac{12}{207} \right) * 100 = 5.79\%$$



*Figura 67 Resultado de lectura de caracteres*

La tasa de error resultante 5.79% es debido a los errores en la incorrecta identificación de los caracteres de la placa detectada como en el (Anexo 11 Error al leer los caracteres) otro de los problemas considerados son el no poder detectar ningún carácter como en el (Anexo 12 Error al no leer ningún carácter).

#### Detección de placas

Información recopilada/capturada en pruebas de funcionamiento en condiciones reales:

- Total, de placas: 207
- Placas detectadas: 207
- Placas detectadas incorrectamente: 8
- Placas no detectadas: 0

Precisión: Se mide el porcentaje de placas que fueron correctamente detectadas

$$Precisión = \left( \frac{\text{placas detectadas}}{\text{total de placas}} \right) * 100$$

$$Precisión = \left( \frac{207}{207} \right) * 100 = 100\%$$

NOTA: solo se tomó en cuenta las “Placas detectadas” puesto que se detectaron más de 207 placas, siendo 8 “placas” más las detectadas.

Tasa de error: Se mide el porcentaje de las placas que no fueron correctamente detectadas

$$Tasa\ de\ error = \left( \frac{placas\ detectadas\ incorrectamente}{total\ de\ placas} \right) * 100$$

$$Tasa\ de\ error = \left( \frac{8}{207} \right) * 100 = 3.86\%$$

Corrección en la medición de la precisión debido al excedente de placas detectadas

$$Precisión - Tasa\ de\ error = Precisión\ real$$

$$100\% - 3.86\% = 96.14\%$$

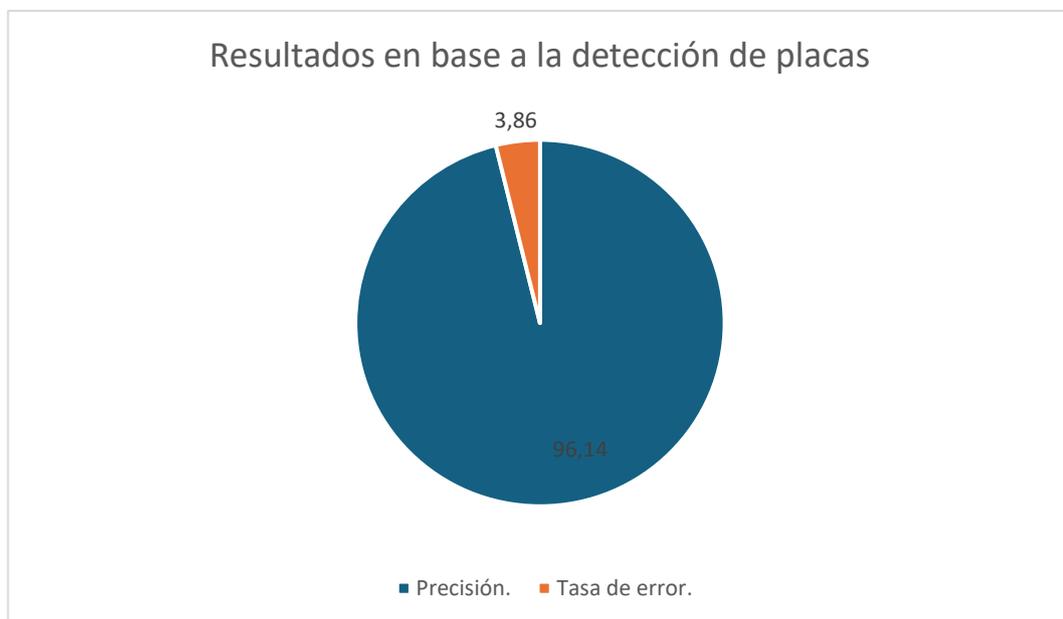


Figura 68 Resultados de detección de placas

La precisión resultante al final es de 96.14% considerando el error producido por el excedente de placas detectadas como se puede observar en el ejemplo del (Anexo 10 Error en la detección de placas; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Comparación de resultados de video en vivo yolov8 – yolov7: Los resultados son en base al correcto reconocimiento de los caracteres.

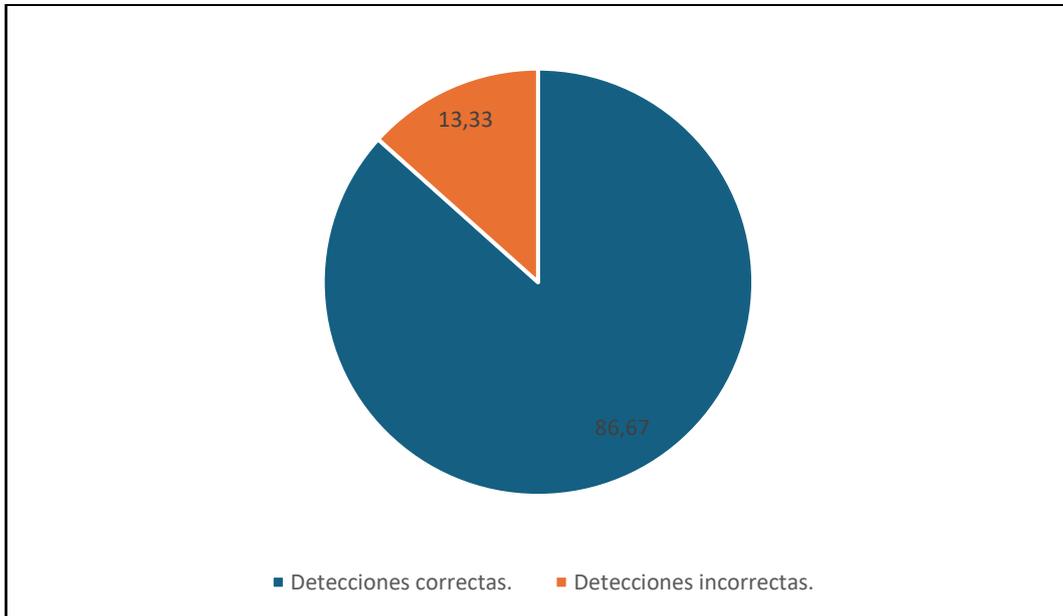
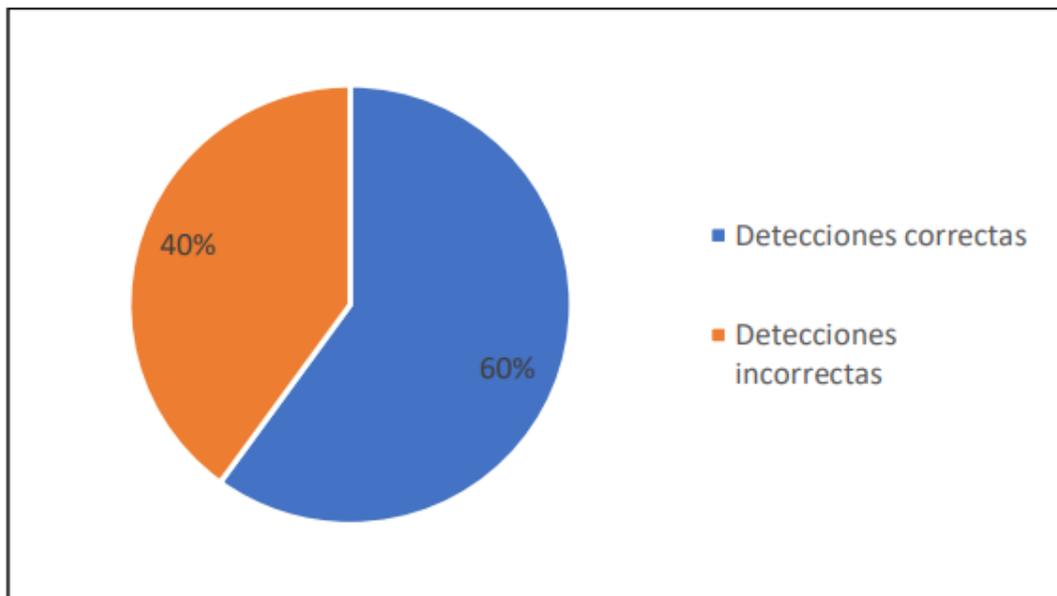
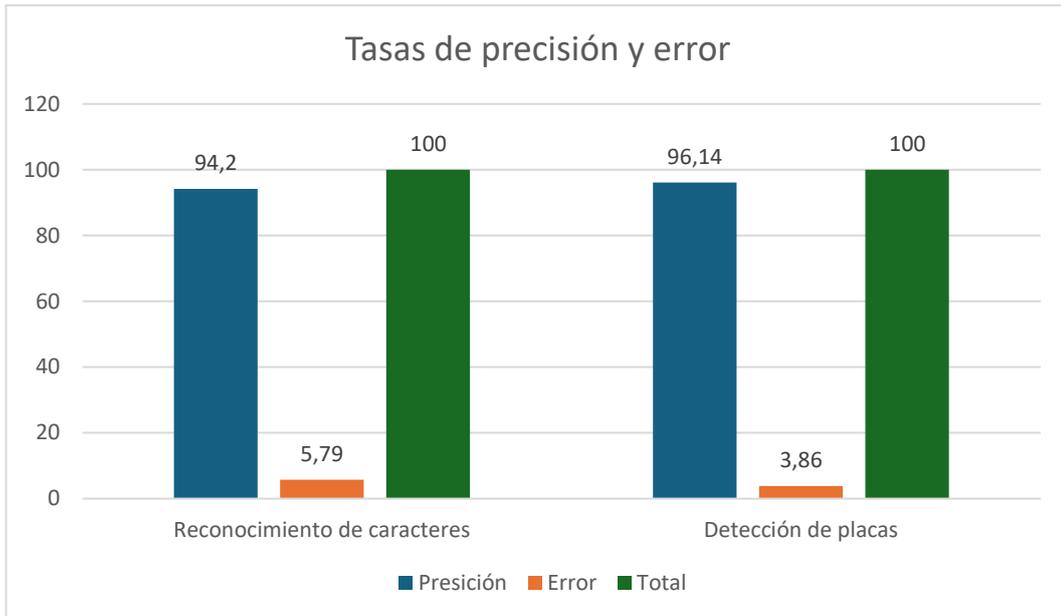


Tabla 17 Resultados del modelo yolov8 una vez realizado el reconocimiento de caracteres.



Fuente: <https://repositorio.puce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/e37a9f16-1e14-48a3-a2f3-e8ba3f67a853/content>

Como se puede observar los resultados del modelo yolov8 y Pytesseract ocr en comparación con en el modelo yolov7 y easyocr muestra una mejora notable en el video en vivo.

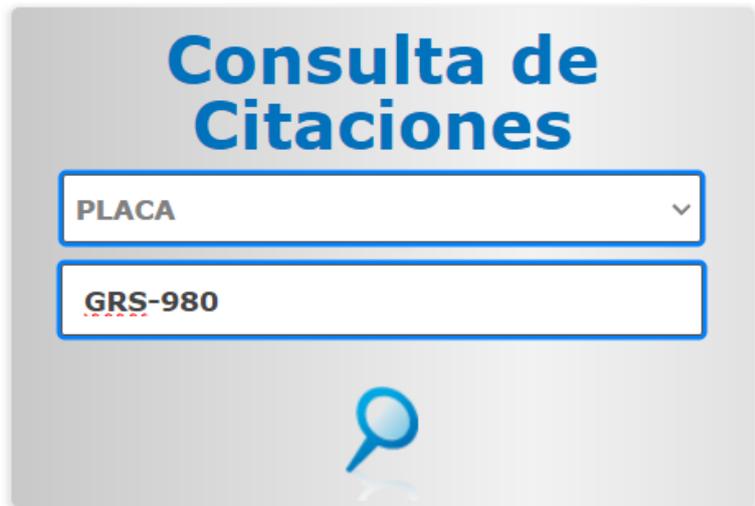


*Tabla 18 Comparativa de las tasas de precisión y error del sistema unificado*

Los resultados de las pruebas de funcionamiento bajo las condiciones del entorno real dieron como resultado que el 94.20% de los caracteres de las placas fueron correctamente identificados obteniendo una tasa de error del 5.79%. En cuestión de solo detección de placas se obtuvo que el 96,14% de las placas fueron reconocidas correctamente con una tasa de error del 3,86% todo en base a un total de 207 placas registradas durante las pruebas.

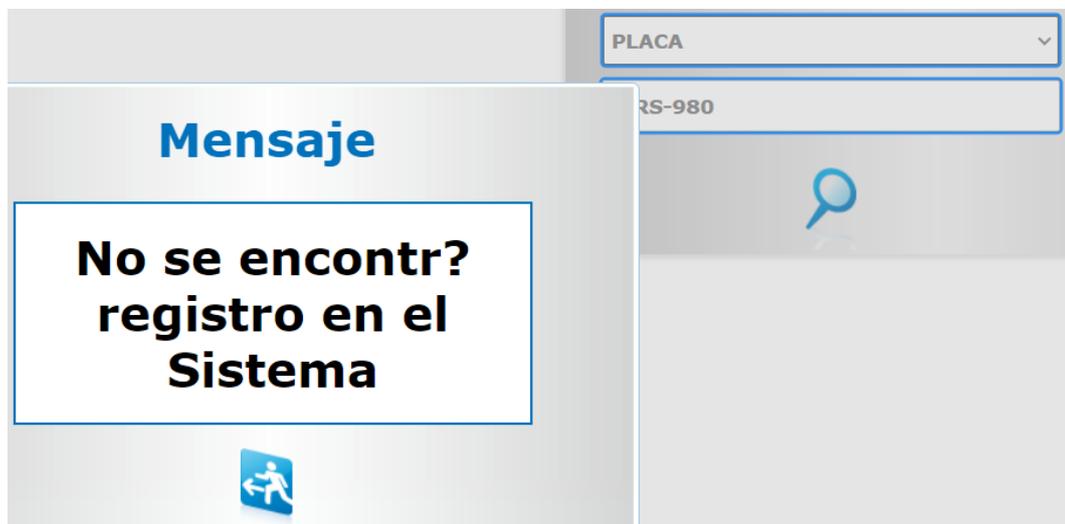
Estas pruebas fueron desarrolladas en condiciones reales de funcionamiento y los vehículos registrados fueron tomados al azar durante ciertos periodos de tiempo, variando entre la iluminación y la posición de la cámara.

Resultados manuales de la información recopilada en base a 207 placas, el apartado “Información no disponible” ocurre debido a que dicha placa no se encuentra registrada dentro de la página web de la ANT como en (Figura 70 Resultado devuelto por la página web). Esto puede ocurrir a diversas situaciones como que haya sido dado de baja, no haya cancelado la respectiva matrícula dentro de los plazos, etc.



The image shows a web interface for license plate consultation. At the top, the title "Consulta de Citaciones" is displayed in large blue font. Below the title, there are two input fields. The first is a dropdown menu labeled "PLACA" with a downward arrow icon. The second is a text input field containing the license plate "GRS-980". Below these fields is a blue magnifying glass icon, indicating a search function.

Figura 69 Ingreso de placa que no está registrada



The image shows the same search interface as in Figure 69, but with an error message overlay. The message box is titled "Mensaje" and contains the text "No se encontr? registro en el Sistema". Below the message is a blue icon of a person with a question mark, indicating a user-related error or warning. The background shows the search form with "PLACA" and "RS-980" visible, and the magnifying glass icon.

Figura 70 Resultado devuelto por la página web

Los gráficos estadísticos presentados a continuación, es una muestra de lo que se puede realizar al poseer los datos de todos los vehículos que ingresan al campus universitario, estas estadísticas pueden usarse para futuros proyectos o realizar proyecciones.

Los datos recopilados y procesados de forma manual, en base a la detección y reconocimiento de caracteres son los siguientes:

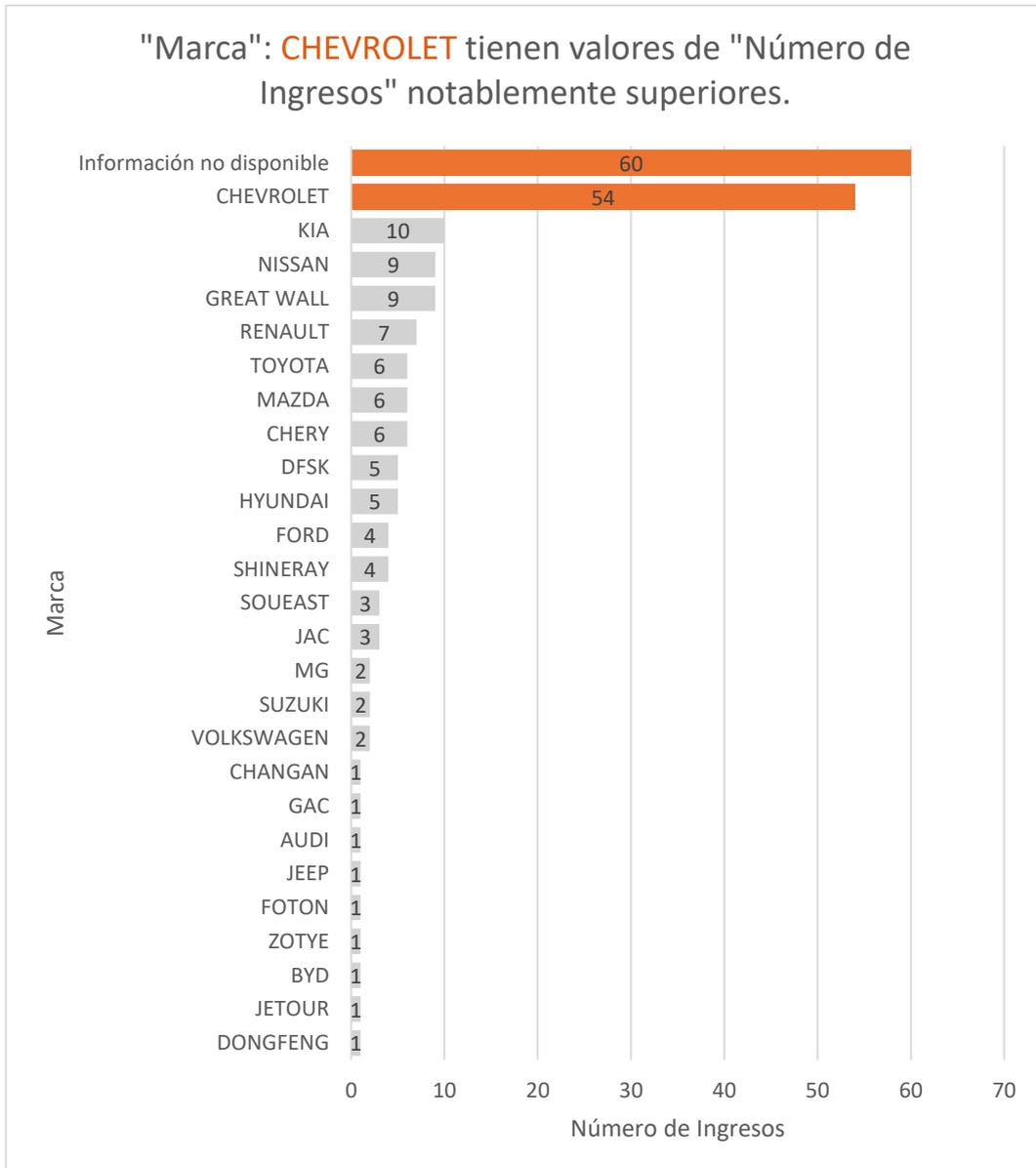


Figura 71 Resumen estadístico manual

Los resultados en base a las mismas fechas según su color corresponden

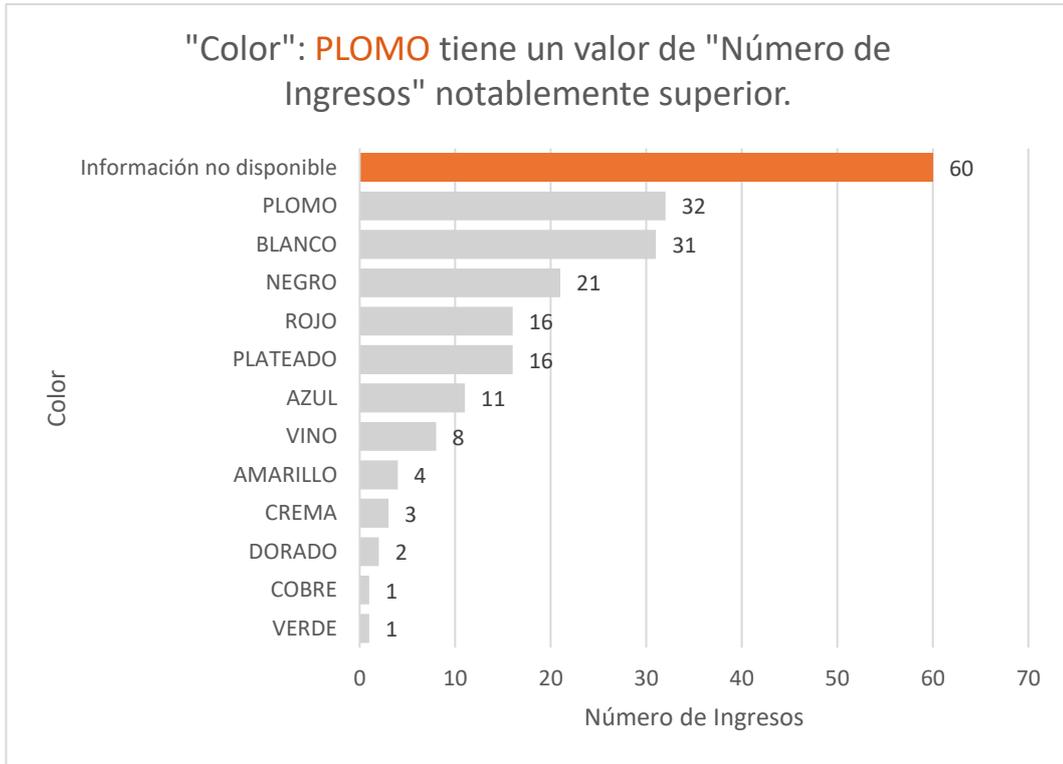


Figura 72 Resumen estadístico manual

Resultados obtenidos en las mismas fechas en base a la categoría correspondiente mostrando que categoría ha tenido más accesos (Figura 73 Resumen estadístico manual).

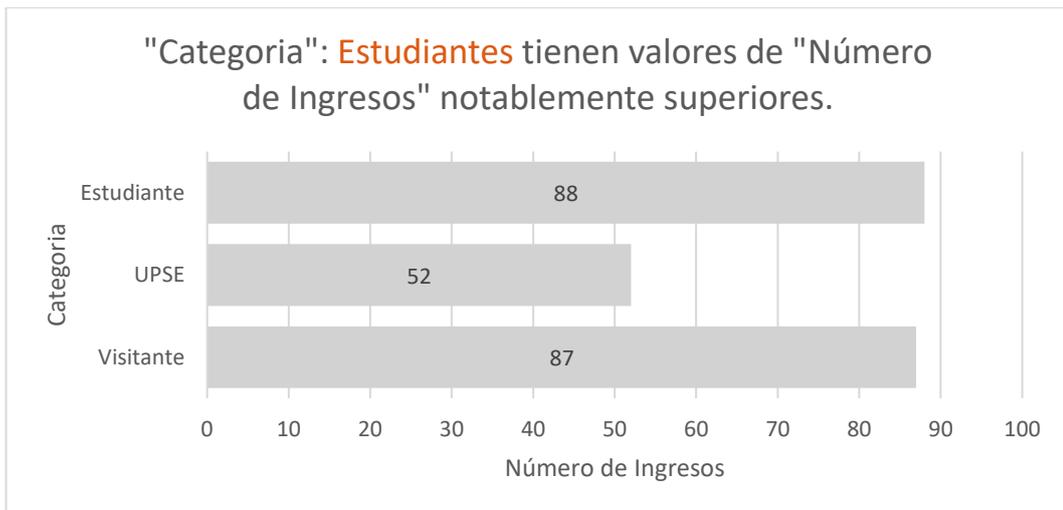


Figura 73 Resumen estadístico manual

En las siguientes imágenes se puede constatar que a pesar de los diferentes ángulos de la cámara con respecto a la placa el sistema es capaz de detectarla y reconocerla también se muestran las excepciones.

La placa en la (Figura 74 Placa con ligero desgaste, pero reconocible) muestra un ligero desgaste en la pintura de las letras de esta, sin embargo, se puede realizar correctamente el reconocimiento de caracteres a pesar del estado en que se encuentra la placa.



*Figura 74 Placa con ligero desgaste, pero reconocible*

La (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) demuestra que a pesar de la gran distancia que existe entre la cámara y la placa del vehículo el sistema es capaz de detectarla a lo lejos sin embargo por la distancia no es capaz de realizar una correcta detección de caracteres aun con estas condiciones podemos observar como el sistema intenta realizar la lectura.



*Figura 75 Placa detectada a una distancia aproximada de 20 metros*

En la (Figura 76 Detección sin enfoque) se puede visualizar como a pesar de que la cámara no enfoca en su totalidad, es capaz de realizar las detecciones de donde se encuentra la placa a pesar de tener un ángulo distinto y no enfocar correctamente la placa.



*Figura 76 Detección sin enfoque*

Sin embargo, no es el único caso que se presencié a lo largo de las pruebas como en el ejemplo de la (Figura 76 Detección sin enfoque), en la (Figura 77 Placa totalmente desgastada) se presenta una placa con un desgaste total de la misma aun con ello el sistema es capaz de detectar que existe una placa en el lugar mas no se puede realizar el correcto reconocimiento puesto por el desgaste excesivo que posee.



*Figura 77 Placa totalmente desgastada*

La (Figura 78 Placa detectada parcialmente) es un ejemplo de cuando los vehículos vienen demasiado rápido y se posicionan muy cerca de la barrera, a pesar de ello aún se puede visualizar como el sistema detecta parcialmente lo que se puede observar de la placa.



*Figura 78 Placa detectada parcialmente*

En el caso presente en la (Figura 79 Posición distinta de la cámara) se puede visualizar un posicionamiento distinto de la cámara al igual que se puede ver el procedimiento que debe de tomar el guardia con los vehículos que llegan a los exteriores de la garita de la entrada principal de la universidad.



*Figura 79 Posición distinta de la cámara*

### 2.7.3 Resultados de la encuesta realizada a los guardias de seguridad

Resumen de los resultados recopilados en base a la encuesta realizada a los guardias de seguridad:

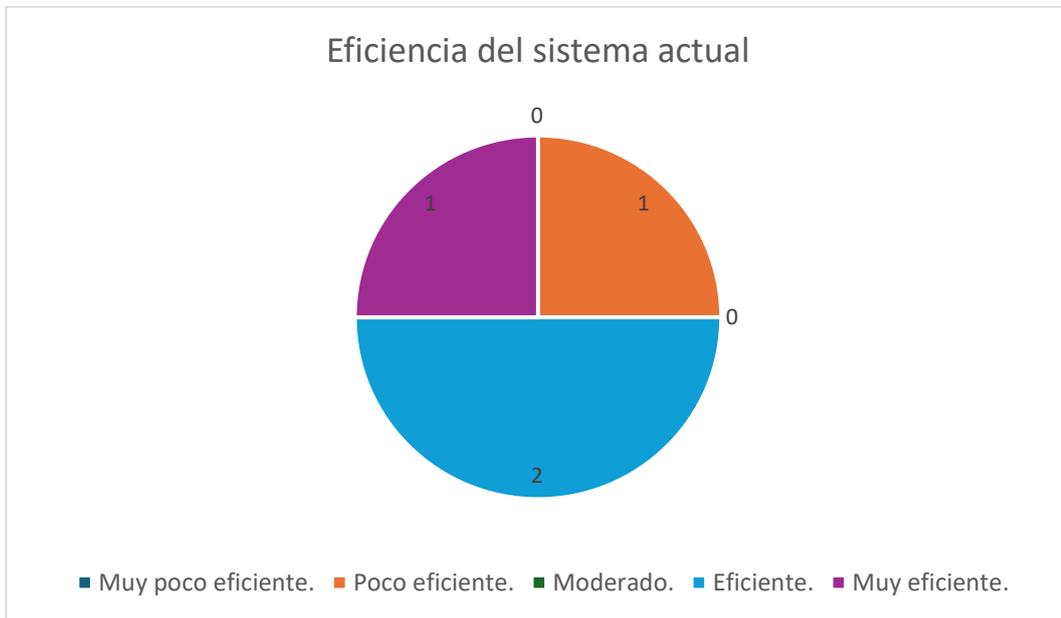
Número de guardia	Resumen de respuestas
<b>Guardia 1</b>	<p>El guardia proporciona respuestas contradictorias dentro del cuestionario realizado sobre la gestión vehicular que se lleva actualmente en la garita principal de la UPSE. Si bien describe el proceso de registro como “Muy eficiente” y con “poco retraso”, también <b>menciona problemas con la identificación vehicular.</b></p> <p>Además, asegura que es fácil el poder identificar a los vehículos y que los errores que se dan son “poco frecuentes” posteriormente reconoce <b>problemas recurrentes en la identificación de vehículos.</b> Señala que un <b>cuaderno sirve como sistema de respaldo</b> (Anexo 25 Hojas de respaldo), y, aunque está “satisfecho” con el sistema actual, sugiere mejoras, como una forma de identificar automáticamente al dueño de cada vehículo, demostrando una necesidad de tecnología que le permita optimizar el control de acceso. Si bien la respuesta sobre la obtención de informes históricos parece positiva, depende de un registro manual, lo cual es contradictorio con la afirmación de <b>eficiencia.</b></p>
<b>Guardia 2</b>	<p>El guardia presenta varias incongruencias dentro de las respuestas proporcionadas a partir de una encuesta sobre el sistema actual que maneja.</p> <p>Describe el sistema de control vehicular como “Poco eficiente” <b>debido a retrasos al verificar la identidad de las personas nuevas en el campus</b> y destaca <b>problemas</b> como la</p>

	<p><b>confusión en los registros</b> (Anexo 27 Sistema de respaldo de placas y dueños + confusiones de registro) y la <b>dificultad para identificar rápidamente al personal</b> sea administrativo o docente, a pesar de mencionar estos problemas, afirma que el sistema es satisfactorio y le permite tener un seguimiento histórico adecuado. Sin embargo, sugiere un sistema de <b>censos</b> para mejorar la <b>seguridad y eficiencia</b>, reconociendo que el sistema de registro actual posee limitaciones en el registro manual.</p>
<p><b>Guardia 3</b></p>	<p>El guardia número tres considera que el sistema usado actualmente “bitácora” es “eficiente”, pero destaca ciertas <b>dificultades para registrar nombres</b> complicados además de <b>errores ocasionales al escribir las placas. Para los vehículos no reconocidos</b>, el procedimiento es la identificación del conductor, revisión visual y <b>preguntas sobre su destino y que va a realizar.</b></p> <p><b>Como respaldo indica que utiliza hojas en las cuales lleva el registro de las placas de los funcionarios</b> (Anexo 24 Hojas usadas como respaldo). Aunque indica que se encuentra “satisfecho” con el sistema actual, sugiere que los vehículos institucionales deberían de poseer un logotipo de la UPSE para facilitar la identificación. Considera que es viable generar un “historial” siempre y cuando los datos estén correctamente registrados, pero no indica ninguna mejora adicional al sistema de la bitácora.</p>
<p><b>Guardia 4</b></p>	<p>El ultimo guardia considera que el sistema de registro actual que se <b>lleva a cabo de forma manual una “bitácora” es “eficiente”</b> a pesar de ello <b>señala varios inconvenientes como la confusión al registrar algunos datos especialmente en horas pico</b>, donde el gran número de vehículos genera</p>

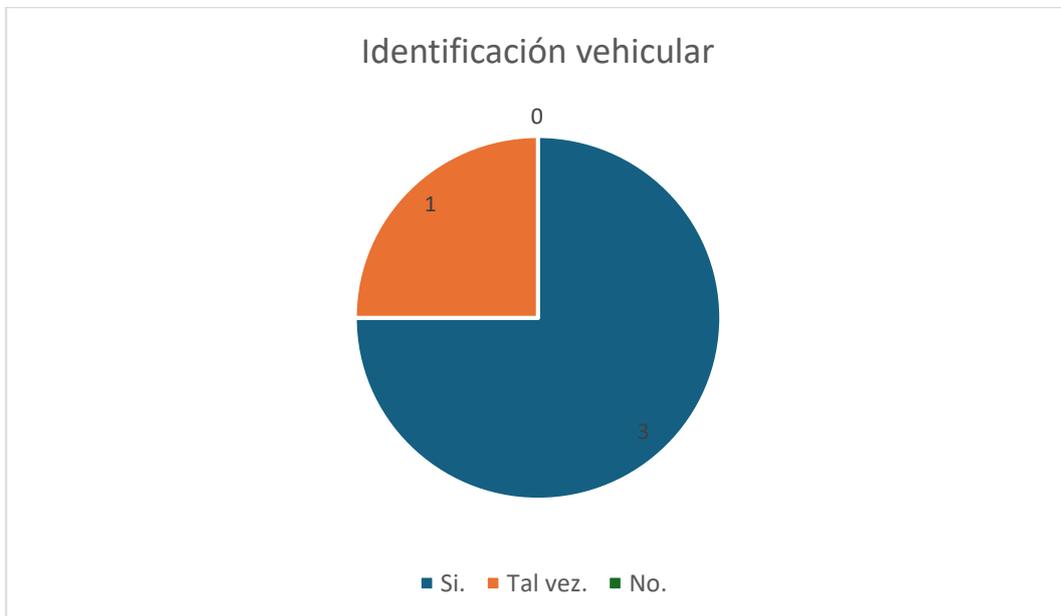
	<p>retrasos al anotar los respectivos datos. Para permitir el acceso de un vehículo no reconocido el guardia realiza un procedimiento que incluye solicitar información al conductor, hacer una revisión visual del vehículo e incluso en <b>ocasiones realizar una revisión de la cajuela del conductor</b> (Anexo 5 Verificación de datos manual).</p> <p><b>El respaldo para este sistema menciona que son “hojas”</b> de un cuaderno donde lleva algunos de los registros en caso de no poseer la bitácora principal (Anexo 24 Hojas usadas como respaldo), <b>a pesar de ello indica estar “satisfecho” con el sistema sin embargo sugiere mejorar la gestión de identificación al cambiar el formato de la bitácora</b>, especialmente para evitar confusiones con la lectura de la placa ya que algunas placas son similares, <b>el guardia considera que si es viable crear un “historial” de registros</b>. A pesar de esto no indica mejoras ni propone cambios adicionales al uso de la bitácora para mejorar el proceso de gestión vehicular.</p>
--	---

*Tabla 19 Resumen de las respuestas recopiladas en base a la encuesta realizada a guardias de la UPSE*

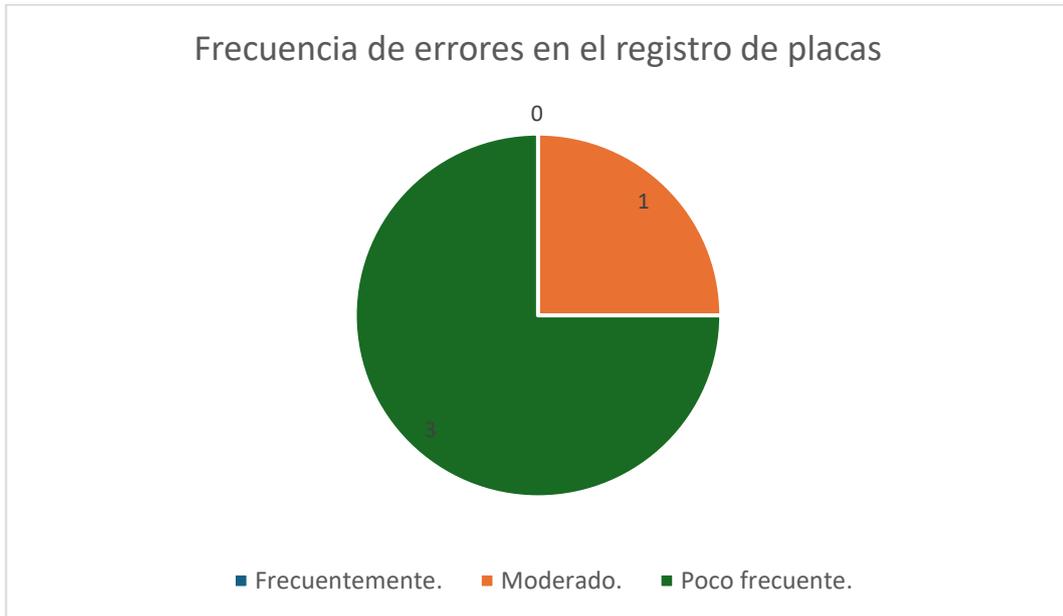
¿Qué tan eficiente es el sistema anteriormente mencionado, que utilizan para controlar el acceso vehicular?



¿Considera que es fácil identificar a todos los vehículos que ingresan al campus universitario de forma diaria?



¿Con que frecuencia ocurren errores en el registro o la identificación de placas vehiculares?



¿El sistema actual, permite un seguimiento histórico adecuado de los vehículos?



## 2.8 Conclusiones

- Se desarrolló un Dataset compuesto por placas comerciales y particulares en con un total de 150 imágenes del cual se compone por 50 imágenes para entrenamiento en ambos casos y 25 imágenes de validación en ambos casos.
- Al realizar las pruebas de funcionamiento en un ambiente real, tras realizar la integración de las tres herramientas principales, se llegó a obtener una precisión correcta de reconocimiento de caracteres del 94.20% y de detecciones correctas siendo del 96.14%, bajo distintas condiciones como iluminación y posiciones distintas de la cámara.
- El haber usado una cámara de 12 MP o de 16 MP no afectó el rendimiento del sistema, al igual que configurar la resolución de 720p a 1080p.
- La detección y reconocimiento de caracteres es capaz de arrojar resultados más precisos en un rango de 1 a 5 metros de distancia (Anexo 13 Distancia cámara-placa 2m), (Anexo 14 Distancia cámara-placa 5m) en un tiempo promedio de 2 a 5 segundos.
- A pesar de los distintos ángulos y posiciones de las placas y de la cámara (Anexo 16 Posición distinta de la cámara), estas se identificaron correctamente representando el 94.20%.
- Se obtuvieron mejores resultados al aplicar solo 3 filtros de imagen previo al procesamiento, siendo la transformada a escala de grises, Threshold binario inverso y eroded (erosión), más la implementación del aclarado de grises y el factor de escalado.
- Al estar solo disponible un guardia en la garita atendiendo el sector de la entrada, el software minimiza la carga de trabajo del guardia en la salida de vehículos, registrando el primer vehículo de salida de forma automática apoyándolo en el registro cuando se encuentra solo.

## **2.9 Recomendaciones**

- Diseñar e implementar una función que permita la consulta y verificación de una placa, con objetivo de determinar si el vehículo es robado, usando una base de datos externa de validación, como la de la policía nacional del Ecuador.
- Integrar al sistema un módulo de reconocimiento facial que permita identificar a los conductores, como parte del proceso de control para el acceso vehicular.
- Agregar un módulo que permita a estudiantes y personal universitario (Trabajadores de la UPSE), registrar sus placas vehiculares mediante el SGA de la UPSE.
- Ampliar el conjunto de datos actual, incorporando una mayor cantidad de imágenes de placas comerciales.
- Implementar un módulo que permita la detección y registros de placas de motocicletas, el cual pueda adaptarse a las características y formatos de estas placas.
- Agregar un módulo que permita la revisión de estadísticas de los vehículos que han ingresado.

## **Tecnologías usadas**

### **Lenguajes:**

Python: Es un lenguaje de programación que le permite trabajar rápidamente e integrar sistemas de manera más efectiva [41].

### **Bibliotecas:**

Opencv: Es una biblioteca de código abierto que contiene implementaciones que abarcan más de 2500 algoritmos, además está especializada en el sistema de visión artificial y machine Learning [42].

Ultralytics: proporciona varios métodos de instalación como pip, conda y docker, instala YOLOv8 clonando el paquete más reciente para obtener la versión más actualizada [43].

Torch: “Es una biblioteca de aprendizaje automático de código abierto conocida por su gráfico computacional dinámico y favorecida por los investigadores. El marco es excelente para la creación de prototipos y la experimentación” [44].

Labelme: es una librería que permite etiquetar imágenes para proyectos de visión por computadora sea clasificación, detección o segmentación [45].

Labelme2yolo: es un script o herramienta para convertir el conjunto de datos en formato YOLO tanto para YOLOv5/v8 [46].

Numpy: Es una librería especializada en el cálculo numérico y el análisis de datos, especialmente para un gran volumen de datos [47].

Pandas: Es una librería de Python especializada en el manejo y análisis de estructuras de datos [48].

Pip: “Pip es una potente herramienta que te permitirá aprovechar y gestionar los muchos paquetes de Python con los que te encontrarás como profesional de los datos y como programador” [49].

Pytesseract: Es un motor de reconocimiento óptico de caracteres open source llamado Tesseract-OCR el cual dispone de una interfaz para Python, su función es la de permitirnos la extracción de texto de imágenes [50].

Matplotlib: Es una herramienta para crear visualizaciones estáticas, animadas e interactivas en Python [51].

Seaborn: Proporciona una interfaz de alto nivel para dibujar gráficos estadísticos atractivos e informativos [52].

## Bibliografía

- [1] J. Lino, “Santa Elena: Suspenden actividades académicas en la UPSE por amenaza de bomba.” Accessed: Sep. 14, 2024. [Online]. Available: <https://www.expreso.ec/actualidad/santa-elena-suspenden-actividades-academicas-upse-amenaza-bomba-182402.html>
- [2] UPSE, “Rendición de cuentas UPSE - 2020,” p. 11, 2020.
- [3] J. Rojas Campo, “Qué es LPR, cómo funciona y sus aplicaciones.” Accessed: May 11, 2024. [Online]. Available: <https://www.tecnoseguro.com/faqs/que-es-lpr-como-funciona-y-sus-aplicaciones>
- [4] C. DE Ingeniería Sistemas, M. Alejandra Álvarez Durán, and I. Bertha Tacuri Capelo, “UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero de Sistemas AUTOR: DIRECTORA,” 2014.
- [5] edsrobotics, “Visión por Computador  Qué es, Aplicaciones y Objetivos.” Accessed: May 11, 2024. [Online]. Available: <https://www.edsrobotics.com/blog/vision-computador-que-es/>
- [6] Ultralytics, “Inicio - Ultralytics YOLOv8 Docs.” Accessed: May 11, 2024. [Online]. Available: <https://docs.ultralytics.com/es#where-to-start>
- [7] N. Calle, “Tipos de Placas Ecuador PDF | PDF | Placa de matrícula del vehículo | Ecuador.” Accessed: Sep. 14, 2024. [Online]. Available: <https://es.scribd.com/document/415518375/TIPOS-DE-PLACAS-ECUADOR-pdf>

- [8] Python, “Bienvenido a Python.org.” Accessed: Sep. 14, 2024. [Online]. Available: <https://www.python.org/>
- [9] JetBrains, “PyCharm: el IDE de Python para la ciencia de datos y el desarrollo web.” Accessed: Sep. 14, 2024. [Online]. Available: <https://www.jetbrains.com/es-es/pycharm/>
- [10] Ultralytics, “Inicio - Ultralytics YOLO Docs.” Accessed: Sep. 07, 2024. [Online]. Available: <https://docs.ultralytics.com/es>
- [11] Pypi and Madmaze, “pytesseract · PyPI.” Accessed: Sep. 07, 2024. [Online]. Available: <https://pypi.org/project/pytesseract/>
- [12] H. Rodríguez, “¿Qué es OpenCV y para qué sirve?  [2024].” Accessed: Sep. 14, 2024. [Online]. Available: <https://www.crehana.com/blog/transformacion-digital/que-es-opencv/>
- [13] R. Maldonado, “¿Qué es Tkinter? | KeepCoding Bootcamps.” Accessed: Sep. 14, 2024. [Online]. Available: [https://keepcoding.io/blog/que-es-tkinter/#Que\\_es\\_Tkinter\\_la\\_libreria\\_de\\_Python](https://keepcoding.io/blog/que-es-tkinter/#Que_es_Tkinter_la_libreria_de_Python)
- [14] datascientest, “Beautiful Soup : ¿cómo aprender a hacer web scraping en Python?” Accessed: Sep. 14, 2024. [Online]. Available: <https://datascientest.com/es/beautiful-soup-aprender-web-scraping>
- [15] Ultralytics, “Home - Ultralytics YOLOv8 Docs.” Accessed: May 13, 2024. [Online]. Available: <https://docs.ultralytics.com/#yolo-a-brief-history>
- [16] Pypi and Madmaze, “pytesseract · PyPI.” Accessed: May 13, 2024. [Online]. Available: <https://pypi.org/project/pytesseract/>
- [17] “Objetivo 1: Poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo | Observatorio Regional de Planificación para el Desarrollo.” Accessed: Oct. 24, 2023. [Online]. Available: <https://observatorioplanificacion.cepal.org/es/ods/1-fin-la-pobreza>
- [18] “Objetivo 4: Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos | Observatorio Regional de Planificación para el Desarrollo.” Accessed: Oct.

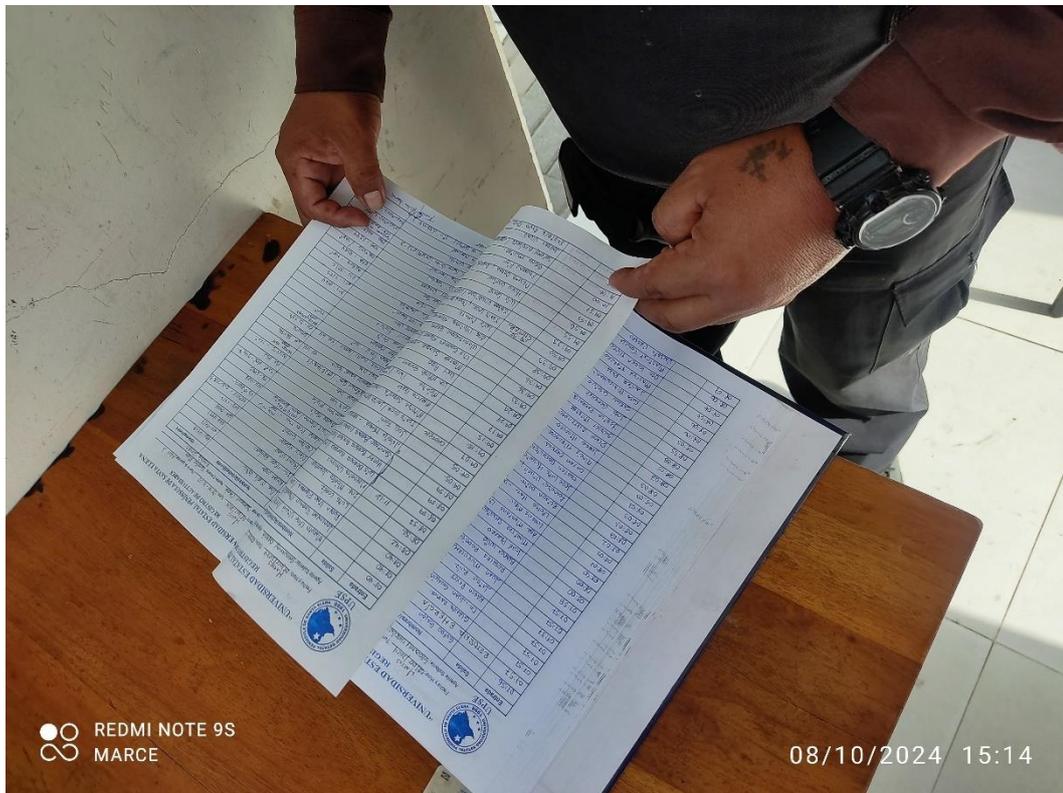
- 24, 2023. [Online]. Available: <https://observatorioplanificacion.cepal.org/es/ods/4-educacion-de-calidad>
- [19] upse, “Misión y Visión.” Accessed: Sep. 15, 2024. [Online]. Available: [https://www.upse.edu.ec/index.php?option=com\\_content&view=article&id=12&Itemid=190](https://www.upse.edu.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=12&Itemid=190)
- [20] genetec, “Principales funcionalidades y tecnología LPR para tu organización.” Accessed: Sep. 07, 2024. [Online]. Available: <https://www.genetec.com/es/blog/productos/aspectos-a-tener-en-cuenta-al-especificar-una-camara-lpr>
- [21] A. Bastos, “¿Qué es la Inteligencia Artificial? Cómo funciona una IA, cuáles son los tipos y ejemplos | Alura Cursos Online.” Accessed: Sep. 07, 2024. [Online]. Available: [https://www.aluracursos.com/blog/que-es-la-inteligencia-artificial?utm\\_source=google&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=AL\\_PR\\_F\\_Search\\_Pmax&gad\\_source=1&gclid=Cj0KCQjwlvW2BhDyARIsADnIe-IVQ-CJCpdTusmqrmH6h3vPh-zDKtDS6kUtpqQdySDtkPMLRhFpAVQaAnlPEALw\\_wcB](https://www.aluracursos.com/blog/que-es-la-inteligencia-artificial?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=AL_PR_F_Search_Pmax&gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwlvW2BhDyARIsADnIe-IVQ-CJCpdTusmqrmH6h3vPh-zDKtDS6kUtpqQdySDtkPMLRhFpAVQaAnlPEALw_wcB)
- [22] ibm, “¿Qué son las redes neuronales convolucionales? | IBM.” Accessed: Sep. 07, 2024. [Online]. Available: <https://www.ibm.com/es-es/topics/convolutional-neural-networks>
- [23] J. Rojas Campos, “Control de acceso vehicular: qué son, cómo se componen y aplicaciones comunes.” Accessed: Sep. 07, 2024. [Online]. Available: <https://www.tecnoseguro.com/faqs/control-acceso-vehicular-que-son-como-se-componen-y-aplicaciones-comunes>
- [24] R. Estrada Marmolejo, “OpenCV Rect - Región de Interés y Rectángulo - HeTPro/Tutorial.” Accessed: Oct. 22, 2024. [Online]. Available: <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/opencv-rect/>
- [25] adobe, “¿Qué es OCR o reconocimiento óptico de caracteres?” Accessed: Sep. 23, 2024. [Online]. Available: <https://www.adobe.com/es/acrobat/resources/ocr.html>

- [26] theinformationlab, “Qué es un dataset - The Information Lab.” Accessed: Sep. 29, 2024. [Online]. Available: <https://www.theinformationlab.es/blog/que-es-un-dataset/>
- [27] JetBrains, “PyCharm: el IDE de Python para la ciencia de datos y el desarrollo web.” Accessed: Sep. 29, 2024. [Online]. Available: <https://www.jetbrains.com/es-es/pycharm/>
- [28] Pypi and Wkentaró, “labelme · PyPI.” Accessed: Sep. 29, 2024. [Online]. Available: <https://pypi.org/project/labelme/#data>
- [29] Pypi and Greatv, “labelme2yolo · PyPI.” Accessed: Sep. 29, 2024. [Online]. Available: <https://pypi.org/project/labelme2yolo/>
- [30] R. Maldonado, “¿Qué es Tkinter? | KeepCoding Bootcamps.” Accessed: Sep. 29, 2024. [Online]. Available: <https://keepcoding.io/blog/que-es-tkinter/>
- [31] microsoft, “Tareas básicas en Excel - Soporte técnico de Microsoft.” Accessed: Sep. 29, 2024. [Online]. Available: <https://support.microsoft.com/es-es/office/tareas-b%C3%A1sicas-en-excel-dc775dd1-fa52-430f-9c3c-d998d1735fca>
- [32] opencv, “OpenCV - Biblioteca abierta de visión artificial.” Accessed: Sep. 29, 2024. [Online]. Available: <https://opencv.org/>
- [33] H. Rodríguez, “¿Qué es OpenCV y para qué sirve? 🗨️ [2024].” Accessed: Sep. 29, 2024. [Online]. Available: <https://www.crehana.com/blog/transformacion-digital/que-es-opencv/>
- [34] iriun, “Irún.” Accessed: Sep. 29, 2024. [Online]. Available: <https://iriun.com/>
- [35] xsplit, “¿Necesitas eliminar el fondo de tu webcam? | XSplit VCam.” Accessed: Sep. 29, 2024. [Online]. Available: <https://www.xsplit.com/es-us/vcam>

- [36] Senstar, “Lectores automáticos de matrículas (ALPR) - Senstar: protegiendo a personas, lugares y bienes.” Accessed: Oct. 21, 2024. [Online]. Available: <https://senstar.com/es/senstarpedia/lectores-automaticos-de-matriculas/>
- [37] M. de C. H. CRUZ and M. de C. H. CRUZ, “LA VISIÓN POR COMPUTADORA Y LAS FUTURAS APLICACIONES TECNOLÓGICAS EN DIVERSOS ESCENARIOS,” *Revista de la Academia del Guerra del Ejército Ecuatoriano*, vol. 12, no. 1, p. 5, Jul. 2021, doi: 10.24133/age.n12.2019.13.
- [38] S. Zapater, “¿Qué es la visión artificial por computador? - Blog de hiberus.” Accessed: Oct. 22, 2024. [Online]. Available: <https://www.hiberus.com/crecemos-contigo/vision-artificial-por-computador/>
- [39] Parsedoc, “Tecnología OCR: el futuro de la digitalización de documentos | Parsedoc | Parsedoc.” Accessed: Oct. 22, 2024. [Online]. Available: <https://parsedoc.com/blog/tecnologia-ocr-futuro-digitalizacion-documentos#importancia-de-la-digitalizacion-de-documentos-en-la-actualidad>
- [40] visionplatform, “YOLOv8: Detección de objetos de última generación en reconocimiento de imágenes (computer vision) — visionplatform.” Accessed: Oct. 21, 2024. [Online]. Available: <https://visionplatform.ai/es/yolov8-deteccion-de-objetos-de-ultima-generacion-en-reconocimiento-de-imagenes-computer-vision/>
- [41] “Bienvenido a Python.org.” Accessed: Sep. 26, 2023. [Online]. Available: <https://www.python.org/>
- [42] H. Rodríguez, “¿Qué es OpenCV y para qué sirve? 🗨️ [2024].” Accessed: May 11, 2024. [Online]. Available: <https://www.crehana.com/blog/transformacion-digital/que-es-opencv/>
- [43] Ultralytics, “Inicio rápido - Ultralytics YOLOv8 Docs.” Accessed: May 11, 2024. [Online]. Available: <https://docs.ultralytics.com/es/quickstart/>

- [44] datacamp, “Los 16 mejores marcos y bibliotecas de IA: Guía para principiantes.” Accessed: May 11, 2024. [Online]. Available: <https://www.datacamp.com/es/blog/top-ai-frameworks-and-libraries>
- [45] E. Barragán Rodríguez, “ GitHub - wkentaro/labelme: Image Polygonal Annotation with Python...” Accessed: May 11, 2024. [Online]. Available: [https://es.linkedin.com/posts/emibarrod\\_github-wkentarolabelme-image-polygonal-activity-6983401777165438976-vgYq?trk=public\\_profile\\_like\\_view](https://es.linkedin.com/posts/emibarrod_github-wkentarolabelme-image-polygonal-activity-6983401777165438976-vgYq?trk=public_profile_like_view)
- [46] pypi and Greatv, “labelme2yolo · PyPI.” Accessed: May 11, 2024. [Online]. Available: <https://pypi.org/project/labelme2yolo/>
- [47] aprendeconalf, “La librería Numpy | Aprende con Alf.” Accessed: May 11, 2024. [Online]. Available: <https://aprendeconalf.es/docencia/python/manual/numpy/>
- [48] aprendeconalf, “La librería Pandas | Aprende con Alf.” Accessed: May 12, 2024. [Online]. Available: <https://aprendeconalf.es/docencia/python/manual/pandas/>
- [49] datacamp, “Tutorial de Pip Python para la gestión de paquetes.” Accessed: May 12, 2024. [Online]. Available: <https://www.datacamp.com/es/tutorial/pip-python-package-manager>
- [50] A. Sánchez García, “Librería Pytesseract: OCR (imagen a texto) | de Adrián Sánchez García | abril de 2024 | Medio.” Accessed: May 12, 2024. [Online]. Available: <https://medium.com/@adriansg1991/pytesseractocr-python-33691cf5c370>
- [51] “Matplotlib - Visualización con Python.” Accessed: Sep. 28, 2023. [Online]. Available: <https://matplotlib.org/>
- [52] M. Waskom, “seaborn: statistical data visualization,” *J Open Source Softw*, vol. 6, no. 60, p. 3021, Apr. 2021, doi: 10.21105/JOSS.03021.

# Anexos



*Anexo 1 Bitácora de registros actual*



*Anexo 2 Procedimiento de búsqueda y registro*



*Anexo 3 Cuestionamiento a conductores*



*Anexo 4 Entrada principal (control)*



*Anexo 5 Verificación de datos manual*



*Anexo 6 Cuestionamiento uno a uno*



## FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES

CARRERA DE TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN

**ING. JOSÉ SÁNCHEZ AQUINO, Mgt.**  
**DIRECTOR DE LA CARRERA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN:**

### CERTIFICADO

Que la estudiante **ALEJANDRO VILLACIS JEIKOL MARCELO**, portador de la cédula de ciudadanía No. **2450192261**, consta con registro de matrícula No. **12019061566**, en el Octavo semestre de la Carrera de Tecnologías de la Información, **Materia: UIC II**, con tema: **DETECCION Y REGISTRO DE PLACAS VEHICULARES APLICANDO VISION POR COMPUTADORA PARA ACCEDER A LAS INSTALACIONES UNIVERSITARIAS -UPSE**, en el período académico 2024-2 modalidad presencial.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

La Libertad, 4 de septiembre de 2024

Atentamente,

Ing. José Sánchez Aquino, Mgt.  
**DIRECTOR DE CARRERA  
TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**



C.c.: Archivo

Campus matriz, La Libertad - Santa Elena - ECUADOR  
Código Postal: 240204 - Teléfono: (04) 781 - 732

**UPSE** ¡crece SIN LÍMITES!

f i t o www.upse.edu.ec

Anexo 7 Certificado de carrera



*A. Vizcaíno*



La Libertad, 10 de septiembre de 2024.

Lcd.  
ROBERTO VIZCAÍNO,  
DIRECTOR ADMINISTRATIVO

En su despacho.

Yo, **ALEJANDRO VILLACIS JEIKOL MARCELO**, portador de la Cedula de ciudadanía N° **2450192261**, solicito a usted se me conceda el permiso para realizar pruebas de funcionamiento en el horario laborable, referentes al proyecto de titulación para la obtención del título de ingeniero en tecnologías de la información.

Agradezco la atención que tenga la presente.

Atentamente,

**ALEJANDRO VILLACIS JEIKOL MARCELO**

C.I.: 2450192261

Correo electrónico: jeikol.alejandrov@upse.edu.ec

N° teléfono celular: 0962722543



Dirección: Campus matriz, La Libertad - prov. Santa Elena - Ecuador  
Código Postal: 240204 - Teléfono: (04) 2-781732  
www.upse.edu.ec

*Anexo 8 Certificado director administrativo*



*Anexo 9 Congestión vehicular*



*Anexo 10 Error en la detección de placas*



*Anexo 11 Error al leer los caracteres*



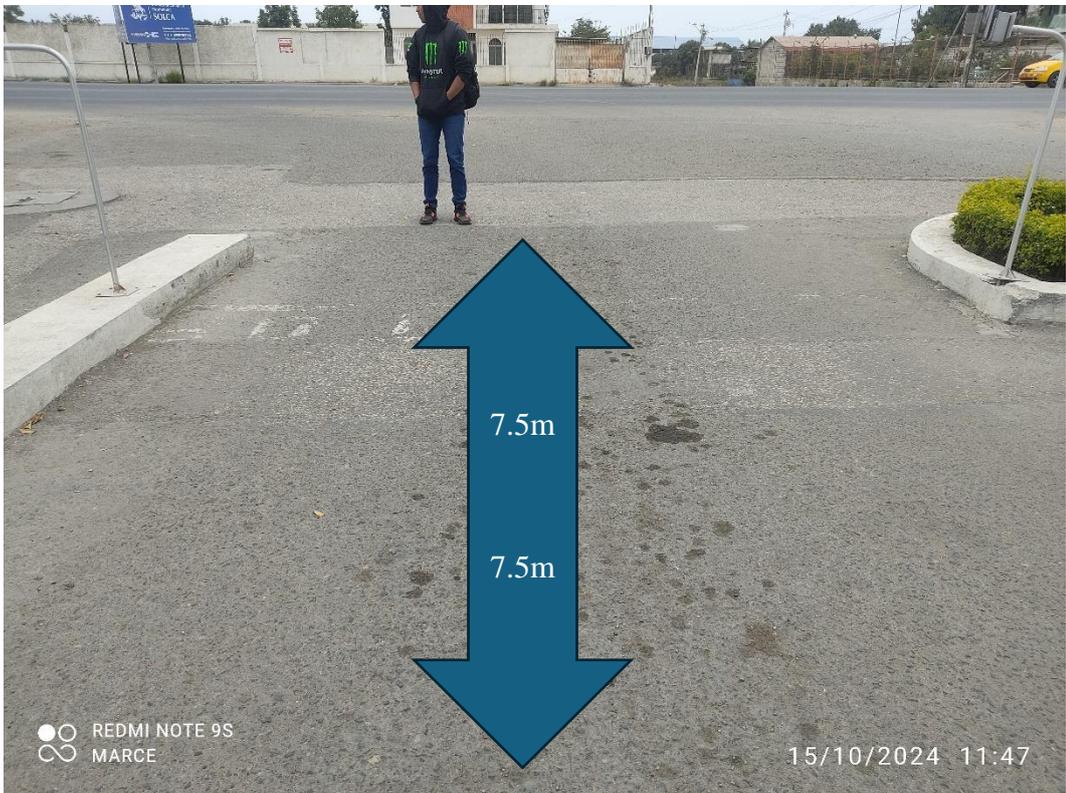
Anexo 12 Error al no leer ningún carácter



Anexo 13 Distancia cámara-placa 2m



*Anexo 14 Distancia cámara-placa 5m*



*Anexo 15 Distancia cámara-placa 7.5m*



*Anexo 16 Posición distinta de la cámara*



*Anexo 17 Posicionamiento muy cercano a la cámara*



Universidad Estatal Península de Santa Elena

Cuestionario sobre la gestión vehicular actual en la garita principal de la upse.

¿Cómo se lleva a cabo el proceso actual de registro de vehículos que ingresan y salen del campus universitario? (Indique el procedimiento al ser un vehículo no reconocido).

*Realizan su identificación y que procedimiento va a realizar*

¿Utilizan algún sistema digital o un registro manual?

- Bitácora.
- Libro de anotaciones.
- Excel.
- Otra especifique:

¿Qué tan eficiente es el sistema anteriormente mencionado, que utilizan para controlar el acceso vehicular?

- Muy poco eficiente.
- Poco eficiente.
- Moderado.
- Eficiente.
- Muy eficiente.

¿Hay retrasos o problemas recurrentes con el sistema mencionado anteriormente?

*Si y que hay que preguntarle al usuario o personal que o nuevo en el campus*

¿Cuáles son los mayores desafíos que enfrenta en su trabajo diario al gestionar el acceso vehicular con el sistema actual que maneja?

Por ejemplo, confusión con los registros, problemas de identificación de vehículos, etc.

¿Considera que es fácil identificar a todos los vehículos que ingresan al campus universitario de forma diaria?

- Si.
- Talvez.
- No.

¿Con qué frecuencia ocurren errores en el registro o la identificación de las placas vehiculares?

- Frecuentemente.
- Moderado.
- Poco frecuente.

¿Qué tipo de errores son los más comunes o cuales son los errores más comunes?

No poder identificar respecto al docente o al Administrativo

¿Cuál es el procedimiento para verificar si un vehículo tiene permiso de entrada o salida?

Pedir la autorización

¿El sistema actual, les permite verificar los permisos de entrada rápidamente?

- Si.
- No.

¿Tienen un sistema alternativo o de respaldo en caso de no poseer el sistema actual que maneja?

(libro de respaldo, especifique).

la Bitacora.

¿Sienten que el sistema actual de control vehicular les ayuda a cumplir con sus responsabilidades de manera segura, efectiva y de forma rápida?

- Si.
- Tal vez.
- No.

¿Qué tan satisfechos están con la forma en que se registran y se almacenan los datos vehiculares con el sistema actual?

- Muy satisfecho
- Satisfecho
- Neutral
- Insatisfecho
- Muy insatisfecho

¿El sistema actual, permite un seguimiento histórico adecuado de los vehículos?

Si.  
 No.

¿Tienen alguna sugerencia sobre cómo el sistema actual podría mejorar la seguridad y eficiencia en la gestión vehicular?

Se podría implementar un sistema de Control que podría registrar todo lo doctor

¿Si se solicita un reporte de ingresos en fechas específicas considera que sería una tarea sencilla?

en la que es en Bitacoras podría ser como no porque la Bitacora de retención y la inteligencia múltiple que da.

Anexo 20 Respuestas del guardia número 1



Universidad Estatal Península de Santa Elena

Cuestionario sobre la gestión vehicular actual en la garita principal de la upse.

¿Cómo se lleva a cabo el proceso actual de registro de vehículos que ingresan y salen del campus universitario? (Indique el procedimiento al ser un vehículo no reconocido).

*- SE IDENTIFICA a la persona que conoce el vehículo con nombre y apellido para que pueda ingresar.*

¿Utilizan algún sistema digital o un registro manual?

- Bitácora.
- Libro de anotaciones,
- Excel.
- Otra especifique:

¿Qué tan eficiente es el sistema anteriormente mencionado, que utilizan para controlar el acceso vehicular?

- Muy poco eficiente.
- Poco eficiente.
- Moderado.
- Eficiente.
- Muy eficiente.

¿Hay retrasos o problemas recurrentes con el sistema mencionado anteriormente?

*Muy poco retraso con el sistema*

¿Cuáles son los mayores desafíos que enfrenta en su trabajo diario al gestionar el acceso vehicular con el sistema actual que maneja?

Por ejemplo, confusión con los registros, problemas de identificación de vehículos, etc.

*Hay problemas con la identificación vehicular*

¿Considera que es fácil identificar a todos los vehículos que ingresan al campus universitario de forma diaria?

- Si.
- Talvez.
- No.

¿Con qué frecuencia ocurren errores en el registro o la identificación de las placas vehiculares?

- Frecuentemente.
- Moderado.
- Poco frecuente.

¿Qué tipo de errores son los más comunes o cuales son los errores más comunes?

*Pocos errores al identificar un vehículo o moto.*

¿Cuál es el procedimiento para verificar si un vehículo tiene permiso de entrada o salida?

*Siempre identificar los nombres del conductor.*

¿El sistema actual, les permite verificar los permisos de entrada rápidamente?

- Si.
- No.

¿Tienen un sistema alternativo o de respaldo en caso de no poseer el sistema actual que maneja?

(libro de respaldo, especifique).

*Si un cuaderno.*

¿Sienten que el sistema actual de control vehicular les ayuda a cumplir con sus responsabilidades de manera segura, efectiva y de forma rápida?

- Si.
- Tal vez.
- No.

¿Qué tan satisfechos están con la forma en que se registran y se almacenan los datos vehiculares con el sistema actual?

- Muy satisfecho
- Satisfecho
- Neutral
- Insatisfecho
- Muy insatisfecho

¿El sistema actual, permite un seguimiento histórico adecuado de los vehículos?

Si.  
 No.

¿Tienen alguna sugerencia sobre cómo el sistema actual podría mejorar la seguridad y eficiencia en la gestión vehicular?

La Unidad Hay Cosas Que Mejoran Para el Sistema actual, Como por ejemplo dar  
Fondo al Sistema para aumentar el número y número de vehículos.

¿Si se solicita un reporte de ingresos en fechas específicas considera que sería una tarea sencilla?

SI Porque Se Revisa La Bitacom con Frecu

Anexo 23 Respuestas del guardia número 2

Div	Anab	Ing	Willi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Alfonso																							
670-1381	670-1381	670-1381	670-1381	670-1381	670-1381	670-1381	670-1381	670-1381	670-1381	670-1381	670-1381	670-1381	670-1381	670-1381	670-1381	670-1381	670-1381	670-1381	670-1381	670-1381	670-1381	670-1381	670-1381

Anexo 24 Hojas usadas como respaldo

Placa	Nombre	Placa	Nombre	Placa	Nombre
GPV-416	Andrés Zuleta	PDD-1469	Luis Cáceres	GOL-811	Carlos Castillo
MBE-8936	Jorge Hidalgo	PF-6404	Ing. Walter Orozco	TBX-092	Daniel Quirumbay
GTA-5459	Mariela Chasquisasi	GSM-2164	Ing. Walter Orozco	GTP-1198	Iturrealde
GNT-5899	Arturo Cleri	GND-168	FRANCISCO FRANCISCO DIRECTOR TICKETS	YBA-3204	Edison Brito
GSZ-9366	Xavier Raza	GTE-4685	VIANA PIAZUELO	PJH-311	Ing. Douglas Zambrano
PDU-3757	Ing. María Lourdes Salinas	IBD-7942	JOHNNY SUHUSKA	GSM-9615	Gustavo Cocheta
YBA-3204	Dr. Richard Reyes	GSO-5344	DAVID SÁENZ	RCH-225	Raúl Villao
GTP-1181	Mayerli Gutiérrez	GRZ-1458	WILFLOO WAGBON	GMD-516	Ab. José Vilay
GPA-1154	Miguel Jasso	SSI-5215	DANIEL INDRAMILLO	GSM-7743	Sandra Maldonado
GTA-3866	Sandra Camallo	HBD-3623	GABRIELA BOCA	YBA-4345	Cristóbal Machuca
GTO-3503	Fernán Cruz	GTI-1680	LEONARDO CHAVEZ	GTI-8162	Mariya Tigero
GRW-6215	Brúcela Vázquez	PJH-311	EXTENSIONE PAVAS LINKES	GSX-6939	Jairo Orozco
GKU-727	Janeth Tigero	GOY-257	ING. DOUGLAS ZAMBRANO	GTK-3446	Karina Villao
GTS-9498	Ab. Elio Ramírez	OBA-2226	LINA PARRALES	GSD-8814	Iván Coronel
MBB-5053	Ing. William Núñez	TBK-9521	MARCELO SUÁREZ	GON-233	Hugo Alvarez
MBE-7027	Javier Tomala	GSJ-2082	Gonzalo Vera	GCA-4299	Katty Reyes (H)
GRS-275	Guido Balón	GTC-2691	ALBA ROSARIO PABLOS	GTH-4758	Dr. Juan Monserrate
GTM-6957	Javier Villao	GCA-7636	JAIRO ALZEDO	GTA-7430	Victor Solorzano
GSB-4568	Datzania Villao	PFL-5679	WILFLOO GUASCO	GOT-1842	Eduardo Pico
GTC-1437	Johnny Villao	GSV-6892	LEIBERTH ORRALA	TBI-7636	Jacqueline Basilio
GTH-8557	René Garza	GTH-2704	KAREN DIAZ	SCB-8754	Antony Henao
	Corina Coropoma	GCS-5988	MARCELA CARLO	FEE-8874	Alfredo Pérez Fontes
	PAHELA VÉTEZ	GTE-7819	JOSEI HIGUAS	GSE-3514	Ing. Denis Rodriguez
	SANDRA MALDONADO	GRK-4725	ADRIANA TORRES I	GTR-8651	Saulen Acosta
	ANA BALSECA	GSJ-9590	VERONICA LINOYES	GSV-2004	CARLOS SUAREZ
	ERIKO PINTADO	PCY-1378	ALBA ROSARIO PABLOS	CAE-0305	CELOS BRUNO
	BOLO CASTILLO	ADU-652	LEIBERTH ORRALA	612-1981	FRANJISKA VILLOTA
		TBY-554	KAREN DIAZ		
		TBY-554	MARCELA CARLO		
		TBY-554	JOSEI HIGUAS		
		TBY-554	ADRIANA TORRES I		
		TBY-554	VERONICA LINOYES		
		TBY-554	ALBA ROSARIO PABLOS		
		TBY-554	LEIBERTH ORRALA		
		TBY-554	KAREN DIAZ		
		TBY-554	MARCELA CARLO		
		TBY-554	JOSEI HIGUAS		
		TBY-554	ADRIANA TORRES I		
		TBY-554	VERONICA LINOYES		
		TBY-554	ALBA ROSARIO PABLOS		
		TBY-554	LEIBERTH ORRALA		
		TBY-554	KAREN DIAZ		
		TBY-554	MARCELA CARLO		
		TBY-554	JOSEI HIGUAS		
		TBY-554	ADRIANA TORRES I		
		TBY-554	VERONICA LINOYES		
		TBY-554	ALBA ROSARIO PABLOS		
		TBY-554	LEIBERTH ORRALA		
		TBY-554	KAREN DIAZ		
		TBY-554	MARCELA CARLO		
		TBY-554	JOSEI HIGUAS		
		TBY-554	ADRIANA TORRES I		
		TBY-554	VERONICA LINOYES		
		TBY-554	ALBA ROSARIO PABLOS		
		TBY-554	LEIBERTH ORRALA		
		TBY-554	KAREN DIAZ		
		TBY-554	MARCELA CARLO		
		TBY-554	JOSEI HIGUAS		
		TBY-554	ADRIANA TORRES I		
		TBY-554	VERONICA LINOYES		
		TBY-554	ALBA ROSARIO PABLOS		
		TBY-554	LEIBERTH ORRALA		
		TBY-554	KAREN DIAZ		
		TBY-554	MARCELA CARLO		
		TBY-554	JOSEI HIGUAS		
		TBY-554	ADRIANA TORRES I		
		TBY-554	VERONICA LINOYES		
		TBY-554	ALBA ROSARIO PABLOS		
		TBY-554	LEIBERTH ORRALA		
		TBY-554	KAREN DIAZ		
		TBY-554	MARCELA CARLO		
		TBY-554	JOSEI HIGUAS		
		TBY-554	ADRIANA TORRES I		
		TBY-554	VERONICA LINOYES		
		TBY-554	ALBA ROSARIO PABLOS		
		TBY-554	LEIBERTH ORRALA		
		TBY-554	KAREN DIAZ		
		TBY-554	MARCELA CARLO		
		TBY-554	JOSEI HIGUAS		
		TBY-554	ADRIANA TORRES I		
		TBY-554	VERONICA LINOYES		
		TBY-554	ALBA ROSARIO PABLOS		
		TBY-554	LEIBERTH ORRALA		
		TBY-554	KAREN DIAZ		
		TBY-554	MARCELA CARLO		
		TBY-554	JOSEI HIGUAS		
		TBY-554	ADRIANA TORRES I		
		TBY-554	VERONICA LINOYES		
		TBY-554	ALBA ROSARIO PABLOS		
		TBY-554	LEIBERTH ORRALA		
		TBY-554	KAREN DIAZ		
		TBY-554	MARCELA CARLO		
		TBY-554	JOSEI HIGUAS		
		TBY-554	ADRIANA TORRES I		
		TBY-554	VERONICA LINOYES		
		TBY-554	ALBA ROSARIO PABLOS		
		TBY-554	LEIBERTH ORRALA		
		TBY-554	KAREN DIAZ		
		TBY-554	MARCELA CARLO		
		TBY-554	JOSEI HIGUAS		
		TBY-554	ADRIANA TORRES I		
		TBY-554	VERONICA LINOYES		
		TBY-554	ALBA ROSARIO PABLOS		
		TBY-554	LEIBERTH ORRALA		
		TBY-554	KAREN DIAZ		
		TBY-554	MARCELA CARLO		
		TBY-554	JOSEI HIGUAS		
		TBY-554	ADRIANA TORRES I		
		TBY-554	VERONICA LINOYES		
		TBY-554	ALBA ROSARIO PABLOS		
		TBY-554	LEIBERTH ORRALA		
		TBY-554	KAREN DIAZ		
		TBY-554	MARCELA CARLO		
		TBY-554	JOSEI HIGUAS		
		TBY-554	ADRIANA TORRES I		
		TBY-554	VERONICA LINOYES		
		TBY-554	ALBA ROSARIO PABLOS		
		TBY-554	LEIBERTH ORRALA		
		TBY-554	KAREN DIAZ		
		TBY-554	MARCELA CARLO		
		TBY-554	JOSEI HIGUAS		
		TBY-554	ADRIANA TORRES I		
		TBY-554	VERONICA LINOYES		
		TBY-554	ALBA ROSARIO PABLOS		
		TBY-554	LEIBERTH ORRALA		
		TBY-554	KAREN DIAZ		
		TBY-554	MARCELA CARLO		
		TBY-554	JOSEI HIGUAS		
		TBY-554	ADRIANA TORRES I		
		TBY-554	VERONICA LINOYES		
		TBY-554	ALBA ROSARIO PABLOS		
		TBY-554	LEIBERTH ORRALA		
		TBY-554	KAREN DIAZ		
		TBY-554	MARCELA CARLO		
		TBY-554	JOSEI HIGUAS		
		TBY-554	ADRIANA TORRES I		
		TBY-554	VERONICA LINOYES		
		TBY-554	ALBA ROSARIO PABLOS		
		TBY-554	LEIBERTH ORRALA		
		TBY-554	KAREN DIAZ		
		TBY-554	MARCELA CARLO		
		TBY-554	JOSEI HIGUAS		
		TBY-554	ADRIANA TORRES I		
		TBY-554	VERONICA LINOYES		
		TBY-554	ALBA ROSARIO PABLOS		
		TBY-554	LEIBERTH ORRALA		
		TBY-554	KAREN DIAZ		
		TBY-554	MARCELA CARLO		
		TBY-554	JOSEI HIGUAS		
		TBY-554	ADRIANA TORRES I		
		TBY-554	VERONICA LINOYES		
		TBY-554	ALBA ROSARIO PABLOS		
		TBY-554	LEIBERTH ORRALA		
		TBY-554	KAREN DIAZ		
		TBY-554	MARCELA CARLO		
		TBY-554	JOSEI HIGUAS		
		TBY-554	ADRIANA TORRES I		
		TBY-554	VERONICA LINOYES		
		TBY-554	ALBA ROSARIO PABLOS		
		TBY-554	LEIBERTH ORRALA		
		TBY-554	KAREN DIAZ		
		TBY-554	MARCELA CARLO		
		TBY-554	JOSEI HIGUAS		
		TBY-554	ADRIANA TORRES I		
		TBY-554	VERONICA LINOYES		
		TBY-554	ALBA ROSARIO PABLOS		
		TBY-554	LEIBERTH ORRALA		
		TBY-554	KAREN DIAZ		
		TBY-554	MARCELA CARLO		
		TBY-554	JOSEI HIGUAS		
		TBY-554	ADRIANA TORRES I		
		TBY-554	VERONICA LINOYES		
		TBY-554	ALBA ROSARIO PABLOS		
		TBY-554	LEIBERTH ORRALA		
		TBY-554	KAREN DIAZ		
		TBY-554	MARCELA CARLO		
		TBY-554	JOSEI HIGUAS		
		TBY-554	ADRIANA TORRES I		
		TBY-554	VERONICA LINOYES		
		TBY-554	ALBA ROSARIO PABLOS		
		TBY-554	LEIBERTH ORRALA		
		TBY-554	KAREN DIAZ		
		TBY-554	MARCELA CARLO		
		TBY-554	JOSEI HIGUAS		
		TBY-554	ADRIANA TORRES I		
		TBY-554	VERONICA LINOYES		
		TBY-554	ALBA ROSARIO PABLOS		
		TBY-554	LEIBERTH ORRALA		
		TBY-554	KAREN DIAZ		
		TBY-554	MARCELA CARLO		
		TBY-554	JOSEI HIGUAS		
		TBY-554	ADRIANA TORRES I		
		TBY-554	VERONICA LINOYES		
		TBY-554	ALBA ROSARIO PABLOS		
		TBY-554	LEIBERTH ORRALA		
		TBY-554	KAREN DIAZ		
		TBY-554	MARCELA CARLO		
		TBY-554	JOSEI HIGUAS		
		TBY-554	ADRIANA TORRES I		
		TBY-554	VERONICA LINOYES		
		TBY-554	ALBA ROSARIO PABLOS		
		TBY-554	LEIBERTH ORRALA		
		TBY-554	KAREN DIAZ		
		TBY-554	MARCELA CARLO		
		TBY-554	JOSEI HIGUAS		
		TBY-554	ADRIANA TORRES I		
		TBY-554	VERONICA LINOYES		
		TBY-554	ALBA ROSARIO PABLOS		
		TBY-554	LEIBERTH ORRALA		
		TBY-554	KAREN DIAZ		
		TBY-554	MARCELA CARLO		
		TBY-554	JOSEI HIGUAS		
		TBY-554	ADRIANA TORRES I		
		TBY-554	VERONICA LINOYES		
		TBY-554	ALBA ROSARIO PABLOS		
		TBY-554	LEIBERTH ORRALA		
		TBY-554	KAREN DIAZ		
		TBY-554	MARCELA CARLO		
		TBY-554	JOSEI HIGUAS		
		TBY-554	ADRIANA TORRES I		
		TBY-554	VERONICA LINOYES		
		TBY-554	ALBA ROSARIO PABLOS		
		TBY-554	LEIBERTH ORRALA		
		TBY-554	KAREN DIAZ		
		TBY-554	MARCELA CARLO		
		TBY-554	JOSEI HIGUAS		
		TBY-554	ADRIANA TORRES I		
		TBY-554	VERONICA LINOYES		
		TBY-554	ALBA ROSARIO PABLOS		
		TBY-554	LEIBERTH ORRALA		
		TBY-554	KAREN DIAZ		
		TBY-554	MARCELA CARLO		
		TBY-554	JOSEI HIGUAS		

Placa	Propietario	Placa	Propietario
GOD-538	Juan Carlos González	GPT-2137	Juan Carlos González
GTD-4691	Manuel Montaña	IBB-3654	Manuel Montaña
GTE-4606-6609	Marcos Bermio	YBA-2904	Marcos Bermio
YBA-2673	Flor Villao	GTO-7206	Flor Villao
GTI-9241	Lcd. Doris Castillo Asistenta	GSF-2878	Lcd. Doris Castillo
GRY-598	Fausto Calderón	IBC-9164	Fausto Calderón
GTD-5156	Lcd. Sara González	GTL-7555	Lcd. Sara González
GTH-6667	Daniel Procet	GTE-2879	Daniel Procet
TBK-5464	José Palacios	GSM-5317	José Palacios
GRZ-7801	Ing. Freddy Villao	GRG-6929	Ing. Freddy Villao
GTC-1432	Néstor Orrala	GPT-3479	Néstor Orrala
GTD-4691	Jesenia Muñoz	YBA-825	Jesenia Muñoz
GSH-1952	Diana Gómez	PDG-8704	Diana Gómez
GPB-3513	Ab. Javier Orrala	GSD-4406	Ab. Javier Orrala
OBG-6798	María Uribe	YBA-4473	María Uribe
GTO-4695	Ing. Washington Torres	GRZ-1866	Ing. Washington Torres
GTC-9266	Coronel	GRE-992	Coronel
GSW-8580	Fernando Chamba	GTC-8754	Fernando Chamba
GPB-1274	Ab. Adalberto Calero Buentato	ABA-7722	Ab. Adalberto Calero Buentato
GSB-4494	Chithia Espinosa	GTR-7193	Chithia Espinosa
PLW-107	Agustín Vera	PSY-0574	Agustín Vera
YBA 4248	Ing. Emanoel Compite	CON-633	Ing. Emanoel Compite
653 8507	Rosa Maldonado	BSH 7507	Rosa Maldonado
604-903	Isabel Comacho	BSF 9407	Isabel Comacho
653-2082	Leandro Arias	51K 8869	Leandro Arias
	Uscorico Urzua	GTC-9129	Uscorico Urzua
		65H-6495	

Anexo 27 Sistema de respaldo de placas y dueños + confusiones de registro



Universidad Estatal Península de Santa Elena

Cuestionario sobre la gestión vehicular actual en la garita principal de la upse.

¿Cómo se lleva a cabo el proceso actual de registro de vehículos que ingresan y salen del campus universitario? (Indique el procedimiento al ser un vehículo no reconocido).

- LLEGAR E IDENTIFICAR AL CONDUCTOR
- REALIZAR UNA REVISIÓN VISUAL
- PREGUNTAR A DONDE SE DIRIGE

¿Utilizan algún sistema digital o un registro manual?

- Bitácora.
- Libro de anotaciones,
- Excel.
- Otra especifique:

¿Qué tan eficiente es el sistema anteriormente mencionado, que utilizan para controlar el acceso vehicular?

- Muy poco eficiente.
- Poco eficiente.
- Moderado.
- Eficiente.
- Muy eficiente.

¿Hay retrasos o problemas recurrentes con el sistema mencionado anteriormente?

CONFUSIONES CON LOS APELLIDOS Y NOMBRES DE LOS CONDUCTORES

¿Cuáles son los mayores desafíos que enfrenta en su trabajo diario al gestionar el acceso vehicular con el sistema actual que maneja?

Por ejemplo, confusión con los registros, problemas de identificación de vehículos, etc.

¿Considera que es fácil identificar a todos los vehículos que ingresan al campus universitario de forma diaria?

- Si.
- Tal vez.
- No.

¿Con qué frecuencia ocurren errores en el registro o la identificación de las placas vehiculares?

- Frecuentemente.
- Moderado.
- Poco frecuente.

¿Qué tipo de errores son los más comunes o cuales son los errores más comunes?

¿Cuál es el procedimiento para verificar si un vehículo tiene permiso de entrada o salida?

- ACERCARSE AL VEHICULO PREGUNTAR A DONDE SE DIRIGE
- QUE TRAMITE VA A REALIZAR

¿El sistema actual, les permite verificar los permisos de entrada rápidamente?

- Si.
- No.

¿Tienen un sistema alternativo o de respaldo en caso de no poseer el sistema actual que maneja?

(libro de respaldo, especifique).

- HOJAS CON LAS PLACAS DE FUNCIONARIOS

¿Sienten que el sistema actual de control vehicular les ayuda a cumplir con sus responsabilidades de manera segura, efectiva y de forma rápida?

- Si.
- Tal vez.
- No.

¿Qué tan satisfechos están con la forma en que se registran y se almacenan los datos vehiculares con el sistema actual?

- Muy satisfecho
- Satisfecho
- Neutral
- Insatisfecho
- Muy insatisfecho

¿El sistema actual, permite un seguimiento histórico adecuado de los vehículos?

- Si.
- No.

¿Tienen alguna sugerencia sobre cómo el sistema actual podría mejorar la seguridad y eficiencia en la gestión vehicular?

- QUE LOS VEHICULOS VENGAN CON UN LOGO TIPO DE LA UPSG
- NINGUNA SUGERENCIA A LA DITADORA

¿Si se solicita un reporte de ingresos en fechas específicas considera que sería una tarea sencilla?

- SIEMPRE Y CUANDO ESTE REGISTRADO

Anexo 30 Respuesta del guardia número 3



Universidad Estatal Península de Santa Elena

Cuestionario sobre la gestión vehicular actual en la garita principal de la upse.

¿Cómo se lleva a cabo el proceso actual de registro de vehículos que ingresan y salen del campus universitario? (Indique el procedimiento al ser un vehículo no reconocido).

PEDIR IDENTIFICACION  
CUESTIONAR SOBRE EL TRAMITE A REALIZAR  
A DONDE SE DIRIGE

¿Utilizan algún sistema digital o un registro manual?

- Bitácora.
- Libro de anotaciones,
- Excel.
- Otra especifique:

¿Qué tan eficiente es el sistema anteriormente mencionado, que utilizan para controlar el acceso vehicular?

- Muy poco eficiente.
- Poco eficiente.
- Moderado.
- Eficiente.
- Muy eficiente.

¿Hay retrasos o problemas recurrentes con el sistema mencionado anteriormente?

A VECES SI CUANDO ES HORA PICO EXISTEN LOS RETRASOS AL  
ANOTAR SU INGRESO

¿Cuáles son los mayores desafíos que enfrenta en su trabajo diario al gestionar el acceso vehicular con el sistema actual que maneja?

Por ejemplo, confusión con los registros, problemas de identificación de vehículos, etc.

AMBAS

¿Considera que es fácil identificar a todos los vehículos que ingresan al campus universitario de forma diaria?

- Si.
- Tal vez.
- No.

¿Con qué frecuencia ocurren errores en el registro o la identificación de las placas vehiculares?

- Frecuentemente.
- Moderado.
- Poco frecuente.

¿Qué tipo de errores son los más comunes o cuales son los errores más comunes?

LA CONFUSION CUANDO LOS CARACTERES SON SIMILARES

¿Cuál es el procedimiento para verificar si un vehículo tiene permiso de entrada o salida?

SI SON DECENTES Y ESTUDIANTES (CONOCIDOS)  
SE PIDE IDENTIFICACIÓN (DES CONOCIDOS)

¿El sistema actual, les permite verificar los permisos de entrada rápidamente?

- Si.
- No.

¿Tienen un sistema alternativo o de respaldo en caso de no poseer el sistema actual que maneja?

(libro de respaldo, especifique).

LAS HOJAS

¿Sienten que el sistema actual de control vehicular les ayuda a cumplir con sus responsabilidades de manera segura, efectiva y de forma rápida?

- Si.
- Tal vez.
- No.

¿Qué tan satisfechos están con la forma en que se registran y se almacenan los datos vehiculares con el sistema actual?

- Muy satisfecho
- Satisfecho
- Neutral
- Insatisfecho
- Muy insatisfecho

¿El sistema actual, permite un seguimiento histórico adecuado de los vehículos?

Si.  
 No.

¿Tienen alguna sugerencia sobre cómo el sistema actual podría mejorar la seguridad y eficiencia en la gestión vehicular?

CAMBIA EL FORMATO DE LA DATACIÓN

¿Si se solicita un reporte de ingresos en fechas específicas considera que sería una tarea sencilla?

SI ES FACIL

Anexo 33 Respuesta del guardia número 4