

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA DE SOFTWARE**

**TRABAJO DE UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO DE SOFTWARE**

TEMA:

**SISTEMA DE RASTREO DE PERSONAS EN TIEMPO REAL PARA LA DETECCIÓN Y CONTROL DE
INCIDENTES CON ARMAS BLANCAS, A TRAVÉS DE LA RE-IDENTIFICACIÓN DE PERSONAS,
UTILIZANDO CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS Y SOFT-BIOMÉTRICAS, Y TÉCNICAS
COMPUTACIONALES AVANZADAS, EN UN ENTORNO CONTROLADO EN LA ESPE SEDE
LATACUNGA**

AUTORES:

MORETA CHIMBORAZO, HELEN LISBETH
TELLERIA VASCO, ELIAS EBRAHIM

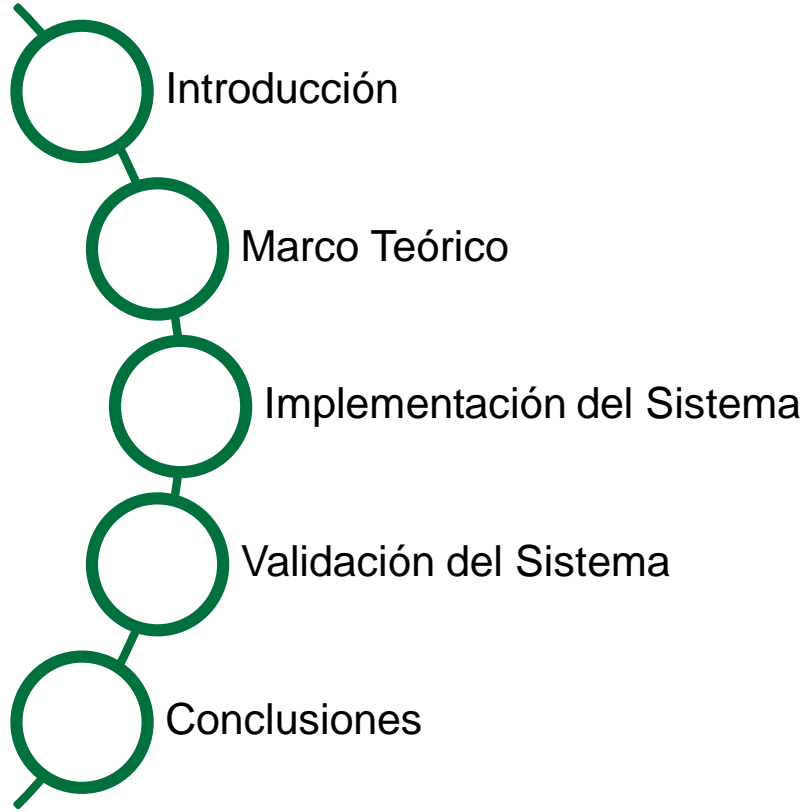
DIRECTOR:

ING. CARRILLO MEDINA, JOSÉ LUIS (mCL)

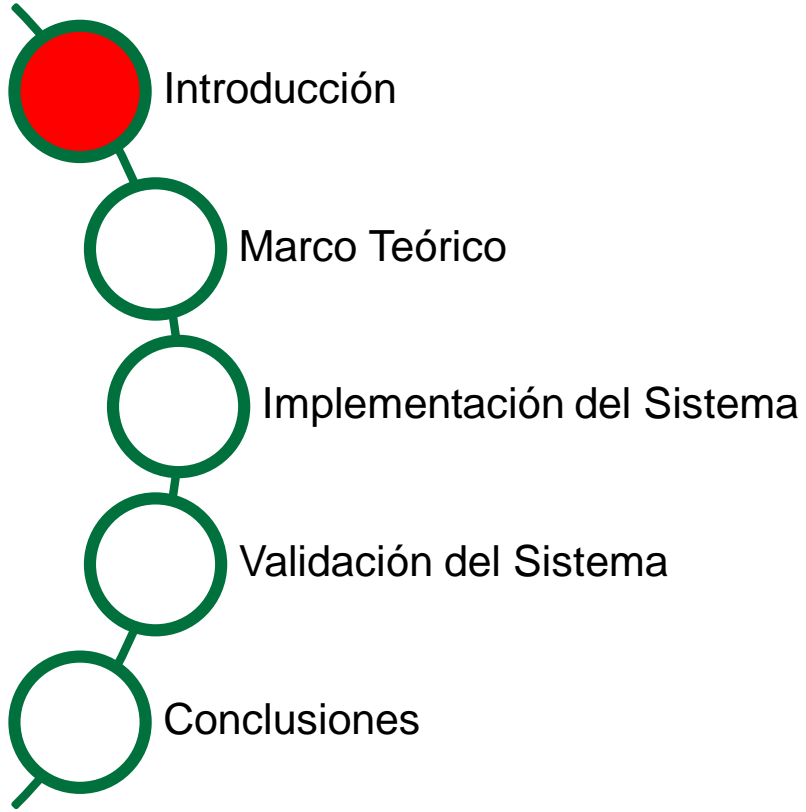
LATACUNGA FEBRERO, 2024



Orden del día



Orden del día



Problema

- En un mundo globalizado las amenazas a la seguridad se han vuelto muy comunes y variadas que exigen soluciones cada vez más sofisticadas (San Román Lana, 2020).
- Los incidentes con armas blancas no son solo un problema del Ecuador, sino que ocurren en todo el mundo. Debido a lo fáciles que son de conseguir, suponen una amenaza constante.
- El objetivo de la videovigilancia es detectar a las personas potencialmente peligrosas, poder realizar una alerta y realizar el seguimiento de las mismas sin perder el rastro.



Planteamiento de la solución

- Se propone desarrollar un sistema de rastreo de personas en tiempo real para la detección y control de incidentes con armas blancas, a través del uso de características biométricas (el rostro) y soft-biométricas (la silueta, textura y color de la vestimenta).
- Se utiliza técnicas computacionales avanzadas que facilitan el desarrollo y/o implementación del sistema.



Objetivo General



Desarrollar un sistema de rastreo de personas en tiempo real para la detección y control de incidentes con armas blancas utilizando técnicas computacionales avanzadas, en un entorno controlado en la ESPE Sede Latacunga.



Objetivos Específicos



Investigar y recopilar información sobre tecnologías de rastreo de armas blancas utilizando características faciales y soft-biométricas relevantes para la Re-Identificación de personas en imágenes y videos.



- Diseñar e implementar un sistema de rastreo de armas blancas utilizando técnicas de Visión por Computadora y modelos y/o algoritmos de Machine Learning.



- Evaluar el sistema, en un entorno controlado, mediante métricas de evaluación.





Rastreo de personas

- Es la acción de seguir a una persona o cosa (Cambridge dictionary,2024) .
- Es el proceso de localizar un objeto en movimiento (o varios objetos) a lo largo del tiempo utilizando una cámara (Nasry et al., 2023).
- Uno de los objetivos de este proyecto es realizar el seguimiento de personas detectadas como sospechosas (uso de armas blancas) mediante la Re-Identificación ya que constituye la base fundamental para implementar aplicaciones de videovigilancia en tiempo real.



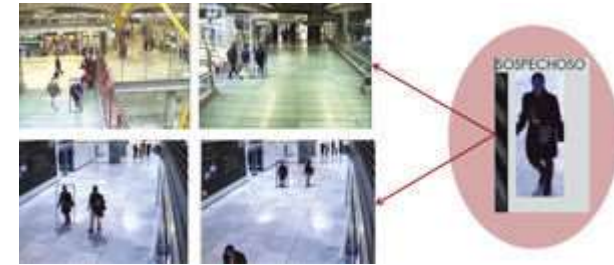
Actitudes Sospechosas

- Es cualquier comportamiento o actividad fuera de la normal que pueda indicar un futuro delito o incidente de seguridad.
- La detección de objetos peligrosos es clave para identificar posibles amenazas a la seguridad (Iñiguez Durazno & Pérez Delvicier, 2022).
- Algunos desafíos en la detección de objetos peligrosos son: oclusión, la distancia entre el cuchillo y la cámara, la luz ambiental debido a que son superficies reflectantes, baja resolución (Castillo Lamas et al., 2018) .



Re-Identificación de personas

- La Re-Identificación de personas es una tarea de reconocimiento que consiste en identificar a un individuo en diferentes cámaras o vistas no superpuestas (An et al., 2013),
- Es la tarea de detectar que un determinado individuo que ha sido observado previamente por la red de cámaras y ser capaz de distinguirlo del resto de individuos (Sánchez et al., 2019).
- Dentro de este contexto implica la Re-Identificación del individuo luego de indicar su potencial participación en actividades ilegales o amenazantes (posesión de cuchillos), a través de características biométricas y soft-biométricas y uso de técnicas computacionales avanzadas.



Características Biométricas

- Sirven para la identificación automática de individuos las cuales se basan en sus características fisiológicas y/o conductuales únicas (Jain et al., 2004).
- Una de estas características se destaca el rostro por ser visible y fácil de capturar a distancia, es único y suficientemente variable como para permitir la Re-Identificación individual confiable (Zhao et al., 2003).



Rostro



Firma



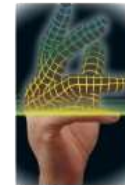
Iris



Huella digital



Voz

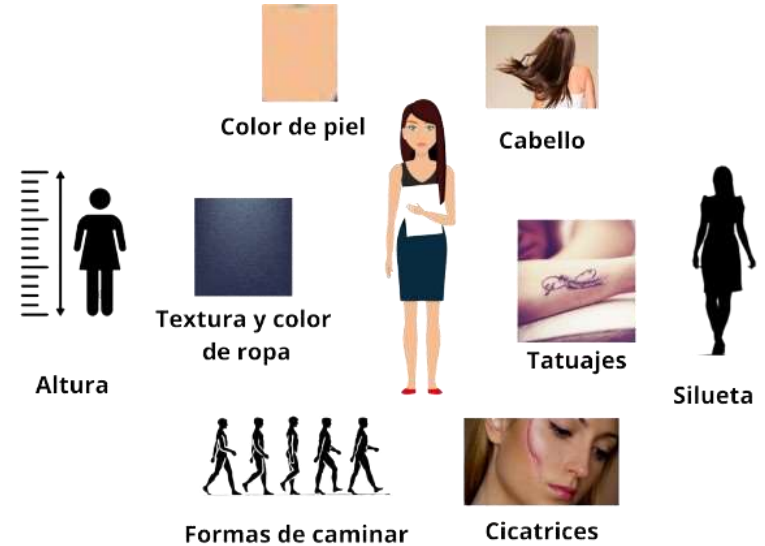


Geometría de la mano



Características Soft-Biométricas

- Son aquellas que proveen cierta información sobre las personas, pero que carecen de suficiente estabilidad y de un alto nivel distintivo para diferenciar a un individuo de otro (Jain et al., 2004).
- La silueta, textura y color de la vestimenta proporciona información o patrones distintivos para diferenciar entre individuos.



Algoritmos y/o modelos de Técnicas de Visión por Computadora y/o Machine Learning

VISIÓN POR COMPUTADOR

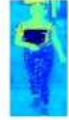
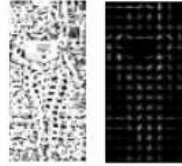
LBP

HOG

LBPH

HCH

Binary
Mask



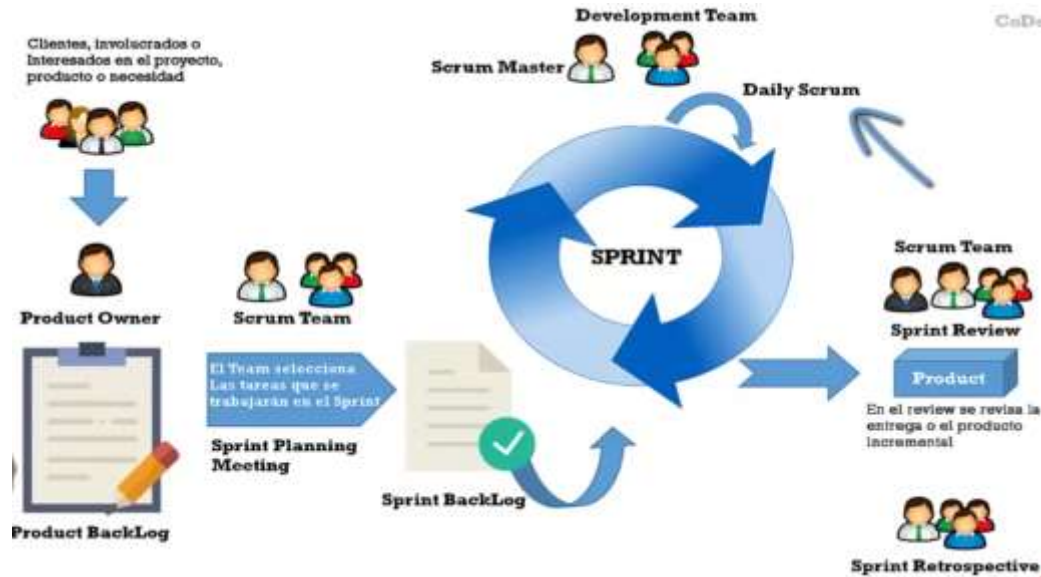
MACHINE LEARNING

SVM



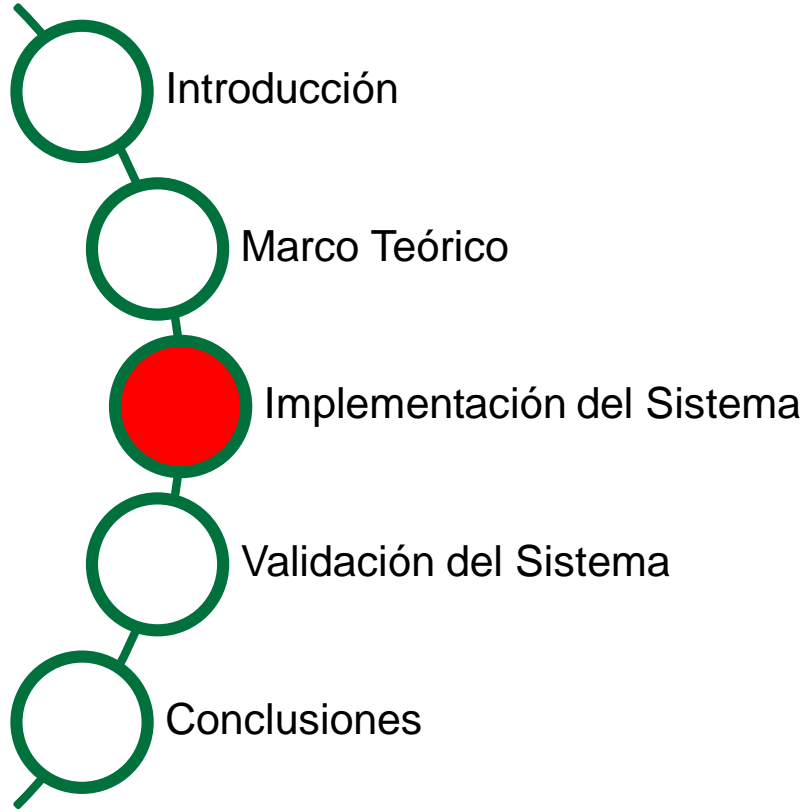
Metodología de desarrollo

- Esquema de la metodología Scrum



Recuperado de (Deemer et al., 2009)





Escenario

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga
pasillos del segundo piso del edificio central



Vista Frontal (Norte)



Vista Trasera



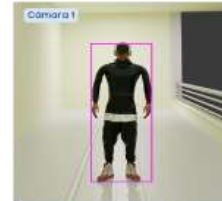
Vista General Pasillos



Entorno simulado: Entorno simulado: Se ha realizado una simulación de la instalación de cámaras de seguridad en el pasillo del segundo piso de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE



Extracción de características biométricas (rostro).



Extracción características del soft-biométricas (textura y color)



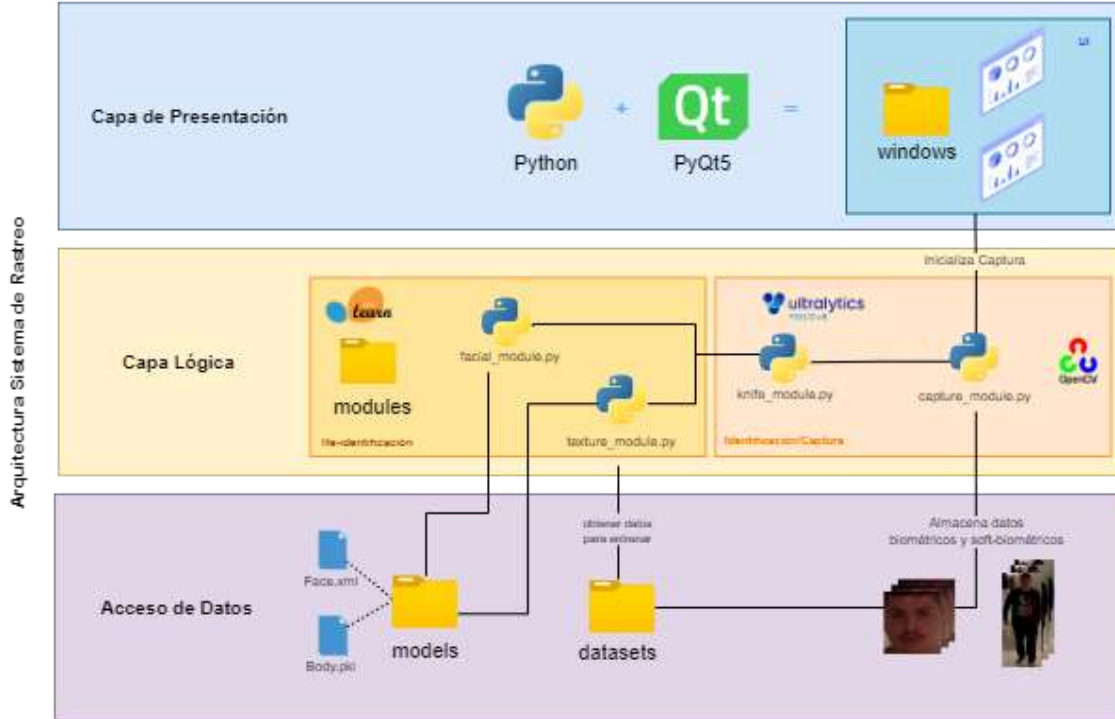
Re-Identificación de la persona posterior a la extracción y entrenamiento



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Diseño del sistema

- Arquitectura en capas



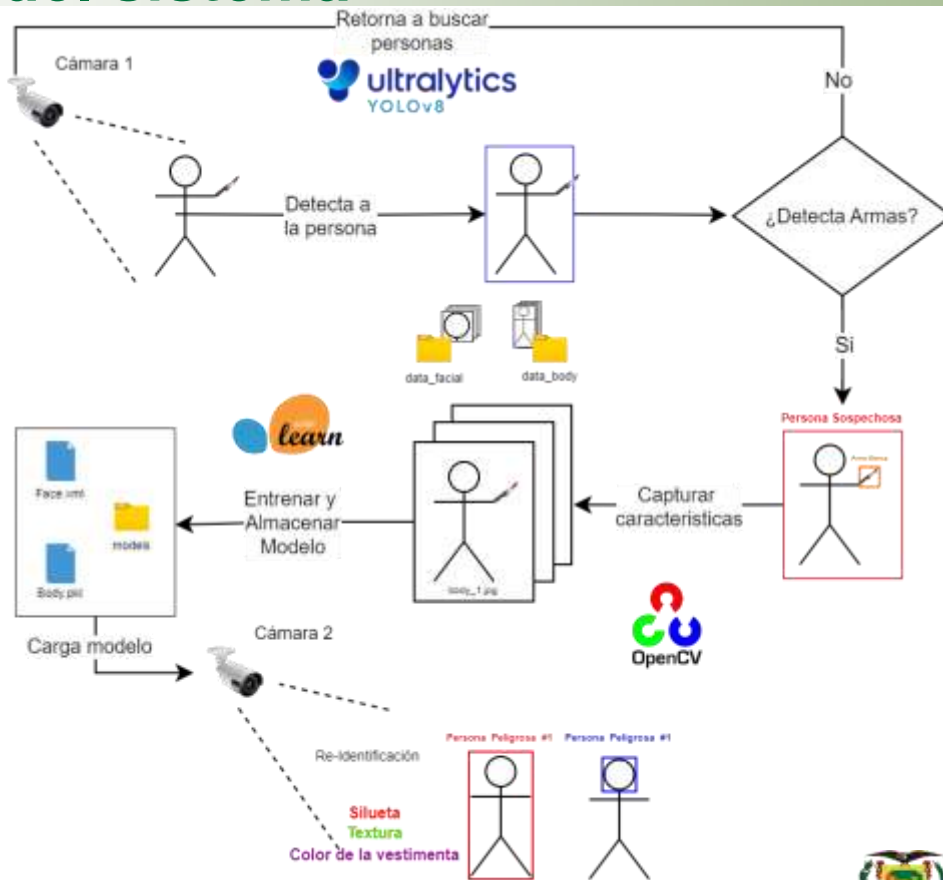
Diseño del sistema

- Dataset de detección de personas sospechosas con armas blancas (cuchillos)
- Definición de tres clases principales etiquetadas como “knife”, “person_with_knife” y “non_weapon” clases que fueron etiquetadas utilizando la herramienta de Roboflow.



Implementación del sistema

Esquema funcional del sistema completo



Implementación del sistema

Generación del dataset

Historia de Usuario 1

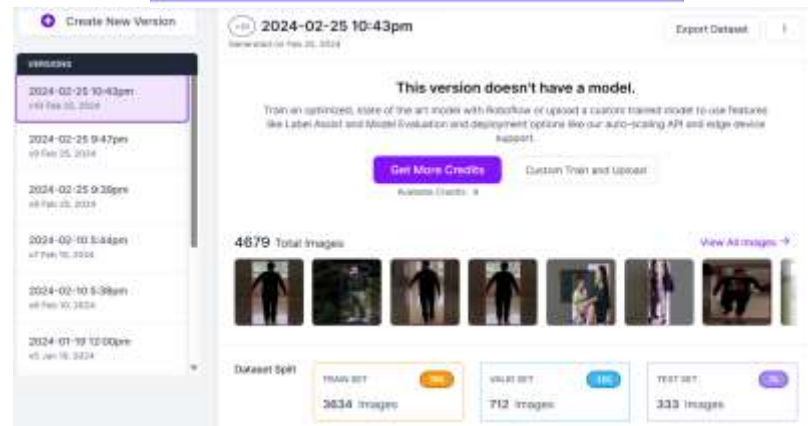
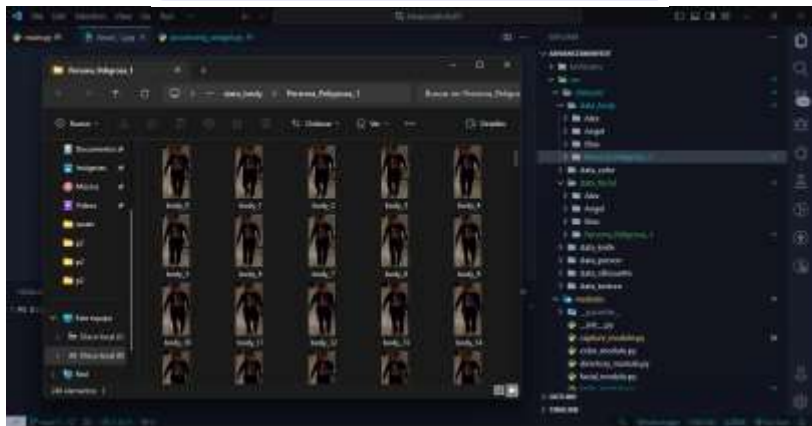
Quiero crear un script de Python para realizar capturas de cuerpo y rostro de una persona.

Para facilitar la recopilación de datos necesarios para el entrenamiento de modelos de reconocimiento.

Historia de Usuario 2

Quiero construir el dataset de Armas Blancas (cuchillos, personas con cuchillo, persona sin arma).

Para mejorar la precisión del modelo en la detección de armas blancas en diferentes contextos.



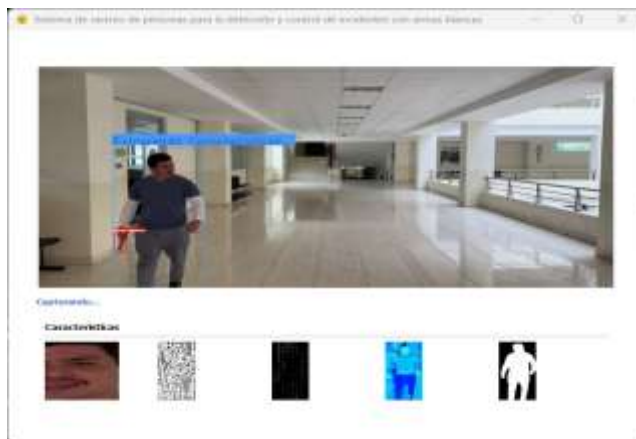
Implementación del sistema

Desarrollo de módulos de Re-Identificación y el rastreo de una persona.

Historia de Usuario 3

Quiero codificar el módulo para Identificar las personas mediante características biométricas.

Para permitir una identificación precisa y rápida de individuos en el sistema mediante el rostro.



Historia de Usuario 4

Quiero codificar el módulo para Re-Identificación de personas mediante características soft-biométricas.

Para aumentar la efectividad de la Re-Identificación utilizando atributos como silueta, textura y color de la ropa o vestimenta.

Historia de Usuario 5

Quiero codificar el Rastreo de la persona sospechosa.

Para ofrecer una opción de seguimiento cuando se detecte una persona sospechosa con posesión de armas blancas.



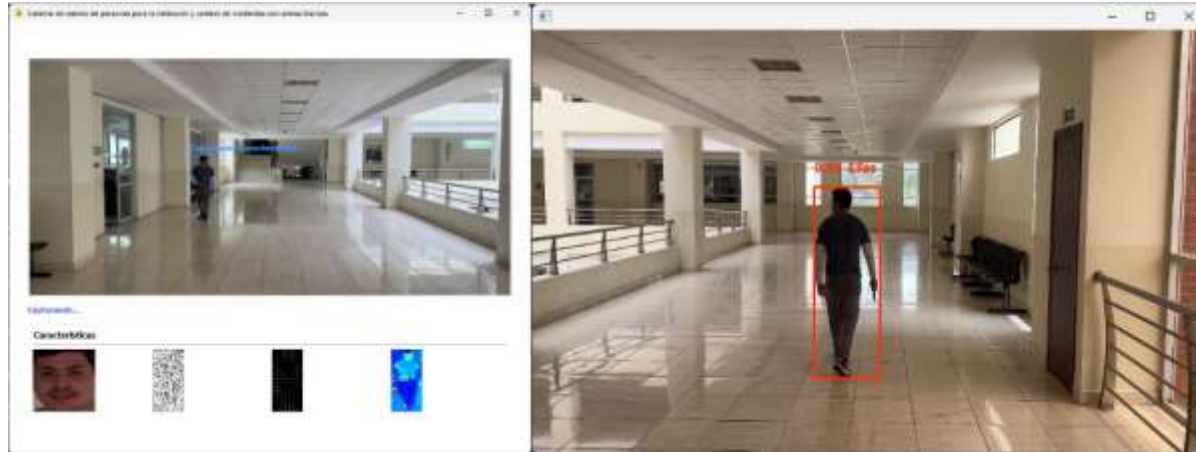
Implementación del sistema

Desarrollo de la interfaz del sistema

Historia de Usuario 6

Quiero integrar los módulos de detección de armas y Re-Identificación.

Para integrar y validar el funcionamiento conjunto de los módulos para mejorar la seguridad.



Implementación del sistema

Integración de los módulos de detección de armas y Re-Identificación de una persona

Historia de Usuario 7

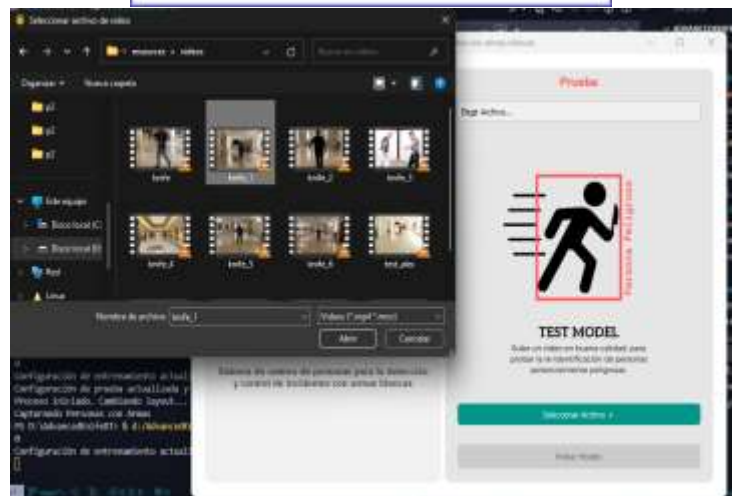
Quiero diseñar la UI para el despliegue del modelo de entrenamiento.

Para facilitar la interacción con el modelo durante la fase de entrenamiento y ajustes.

Historia de Usuario 8

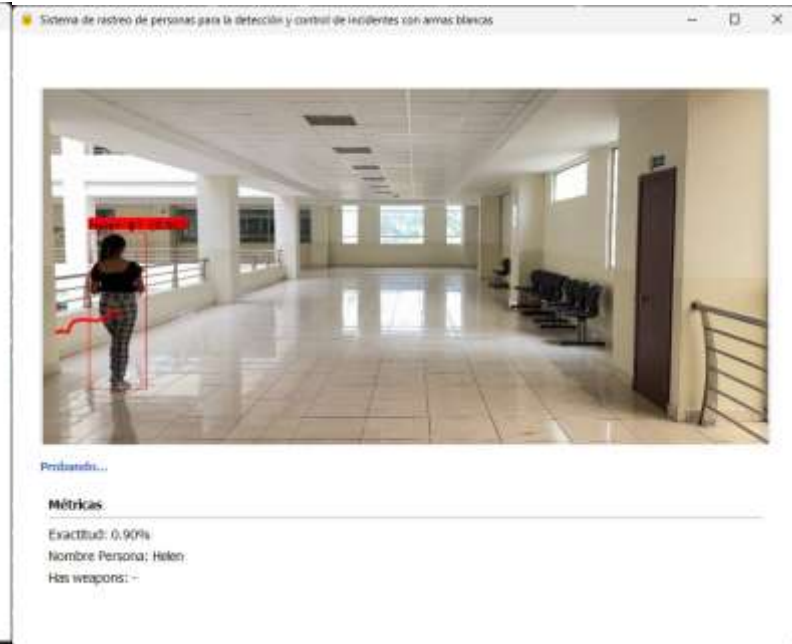
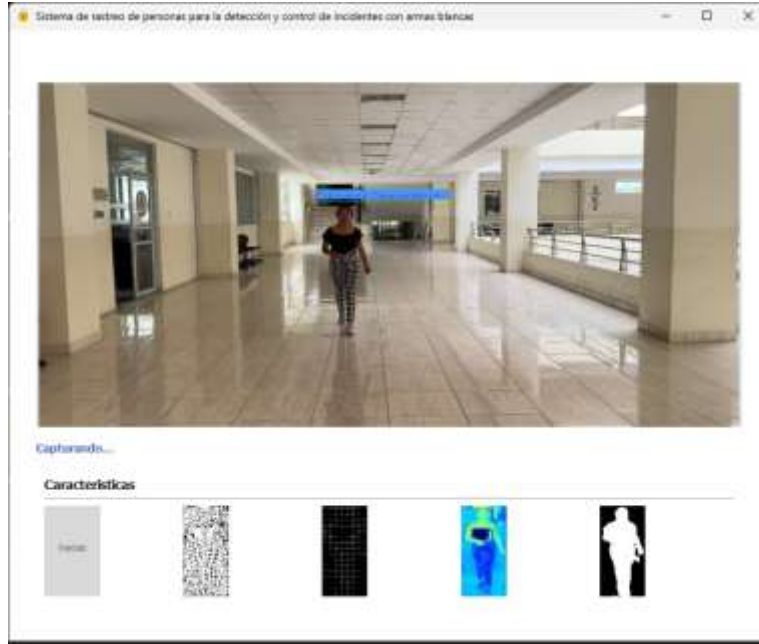
Quiero diseñar la UI para el despliegue del modelo de pruebas e interacción con el usuario final.

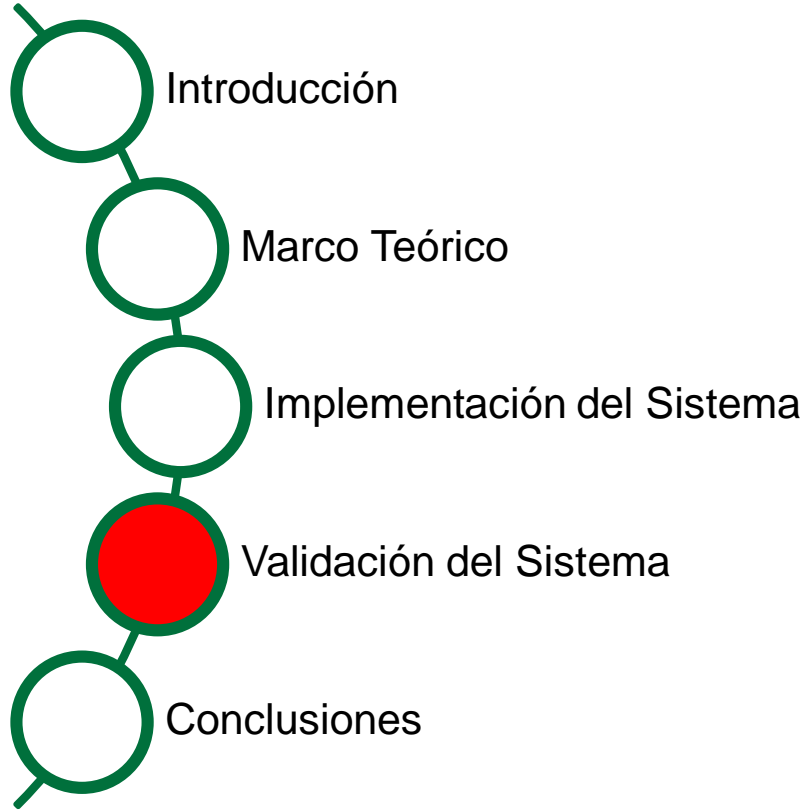
Para mejorar la experiencia del usuario final y facilitar la validación del modelo en entornos reales.



Desarrollo del Sistema

- Ejecución del sistema





Validación del Sistema



- Obtención de datos para validar el sistema

Matriz de confusión

	POSITIVOS	NEGATIVOS
POSITIVOS	(VP)	(FP)
NEGATIVOS	(FN)	(VN)

Métricas de evaluación

MÉTRICA	FÓRMULA
ACCURACY	$accuracy = \frac{VP + VN}{VP + VN + FP + FN}$



Validación del Sistema



- Sistema de detección de armas blancas

Algoritmo	Métrica	Ruta N°1	Ruta N°2	Ruta N°3	Promedio
YOLO8s	Clase Anderson				
	Accuracy	0.7222	0.7857	0.8571	0.7883 ± 0.0551
	Clase Bryan				
	Accuracy	0.6348	0.6441	0.6262	0.6350 ± 0.0073
	Clase Elias				
	Accuracy	0.7105	0.7813	0.7333	0.7417 ± 0.0295
	Clase Helen				
	Accuracy	0.6786	0.8000	0.8205	0.7664 ± 0.0626
	TOTAL				
					0.7829 ± 0.3862



Validación del Sistema



- Sistema de detección de armas blancas

Clase	Escenario	Característica	Predicción	Resultado esperado	Resultado obtenido	Porcentaje de predicción
Anderson	Cámara 2	Silueta, textura y color de la vestimenta	Identificado	Anderson	Anderson, Elias	0.5192
Bryan	Cámara 2		Identificado	Bryan	Bryan, Elias	0.6061
Elias	Cámara 2		Identificado	Elias	Elias	0.9426
Helen	Cámara 2		Identificado	Helen	Helen	0.9908
PROMEDIO						0.7647 ± 0.2368



Análisis de resultados



- En base a los resultados calculados se obtiene un 78.29 % en el sistema de detección de personas sospechosas con armas blancas, significa que entra en el rango aceptable de la revisión de la literatura científica siendo esta el valor de 66.67%(Afandi & Isa, 2021) y 93% (Fathima Safa & Suguna, 2023).
- Según los resultados alcanzados, el accuracy del sistema para Re-Identificar a una persona sospechosas con armas blancas a través de la silueta, textura y color de la vestimenta combinados es del 76.47%. Que esta el valor dentro del rango al de la literatura científica revisada 64.8 % (Yoshioka et al., 2021) a 91.30% (Nguyen et al., 2023).





Conclusiones

- La investigación se basó en motores de búsqueda como Google Scholar y Scopus para obtener información sobre técnicas de Visión por Computador y modelos de Machine Learning utilizados en la detección de personas sospechosas con armas blancas, facilitando la implementación del sistema.
- Se implementó un sistema de detección de personas sospechosas mediante un modelo propio pre-entrenado de armas blancas, para luego Re-Identificar al individuo detectado mediante el uso de técnicas de Visión por Computador (LBP, HoG, HCH y Binary Mask) y Machine Learning (SVM).



Conclusiones

- El resultado final el sistema presenta un accuracy de 78.29 % para la detección de personas sospechosas con armas blancas (cuchillos), el 76.47 % para Re-Identificación de la persona sospechosa a través de las características soft-biométricas, el cual se analizó que si entra dentro de los rangos de aceptables.
- La metodología SCRUM fue empleada para diseñar e implementar el sistema, facilitando un entorno organizado y colaborativo. Este enfoque iterativo, dividido en Sprints manejables, permitió entregas incrementales, evaluación continua y retroalimentación.
- Objetivos futuros del proyecto: lograr máxima precisión en la detección de armas y Re-Identificación de individuos, expandirse a diversos entornos y desarrollar un sistema de videovigilancia para dispositivos móviles."



Recomendaciones

- Considerar las limitaciones del sistema señaladas en las conclusiones, factores que influyen al seleccionar el entorno adecuado para realizar las pruebas y validaciones del sistema.
- Obtener los recursos necesarios en cuanto a infraestructura y tecnología, por parte de la carrera, para que los estudiantes lleven a cabo estos tipos de trabajos, ya que limita el accionar de los futuros profesionales.



Bibliografía

- San Román Lana, I. (2020). *Sistema context-aware de videovigilancia inteligente bajo el paradigma edge-computing* (p. 1) [[Http://purl.org/dc/dcmitype/Text](http://purl.org/dc/dcmitype/Text), Universidad Rey Juan Carlos].
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=303628>
- Cambridge dictionary, C. dictionary. (2024, enero 17). *Seguimiento* [Cambridge dictionary]. Cambridge dictionary. <https://dictionary.cambridge.org/es/diccionario/espanol-ingles/seguimiento>
- Nasry, A., Ezzahout, A., & Omary, F. (2023). PEOPLE TRACKING IN VIDEO SURVEILLANCE SYSTEMS BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE. *Journal of Automation, Mobile Robotics and Intelligent Systems*, 17(1), 59-68. Scopus. <https://doi.org/10.14313/jamris-1-2023-8>



Bibliografía

- Iñiguez Durazno, M. E., & Pérez Delvicier, J. J. (2022). *“Diseño e implementación de un sistema de seguridad mediante sensores inductivos y lectores QR codes para el control de acceso y detección de objetos que puedan representar una amenaza, aplicado al ingreso de personas en la Empresa Pacent S.A.”* [Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas. Carrera de Ingeniería en Networking y Telecomunicaciones].
<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/67400>



Bibliografía

- Castillo Lamas, A., Tabik, S., Pérez Hernández, F., Olmos Pimentel, R., & Herrera Triguero, F. (2018). Preprocesamiento guiado por luminosidad para la detección automática de armas blancas en video vigilancia con Deep Learning. *XVIII Conferencia de la Asociación Española para la Inteligencia Artificial (CAEPIA 2018): avances en Inteligencia Artificial. 23-26 de octubre de 2018 Granada, España, 2018, ISBN 978-84-09-05643-9, págs. 145-150, 145-150.*
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7373767>
- An, L., Chen, X., Kafai, M., Yang, S., & Bhanu, B. (2013). Improving person re-identification by soft biometrics based reranking. *2013 Seventh International Conference on Distributed Smart Cameras (ICDSC)*, 1-6. <https://doi.org/10.1109/ICDSC.2013.6778216>



Bibliografía

- Sánchez, S. L., Vázquez, C. L., Gutiérrez, C. L., & Quintas, M. M. (2019). RE-IDENTIFICACIÓN DE PERSONAS UTILIZANDO ÚNICAMENTE INFORMACIÓN DE PROFUNDIDAD. *Telemática*, 18(3), Article 3.
<https://revistatelematica.cujae.edu.cu/index.php/tele/article/view/347>
- Jain, A., Dass, S., & Nandakumar, K. (2004). Can soft biometric traits assist user recognition? *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering*, 5404.
<https://doi.org/10.1117/12.542890>
- Zhao, W., Chellappa, R., Phillips, P. J., & Rosenfeld, A. (2003). Face recognition: A literature survey. *Encuestas de Computación ACM*, 35(4), 399-458.
<https://doi.org/10.1145/954339.954342>



**Gracias por su
atención**