



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



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

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

TEMA:

**SISTEMA DE RE-IDENTIFICACIÓN DE PERSONAS A TRAVÉS DE LAS CARACTERÍSTICAS FACIALES  
Y SOFT-BIOMÉTRICAS LA TEXTURA DE LA VESTIMENTA, Y MODELOS HOLÍSTICOS Y NO  
HOLÍSTICOS, UTILIZANDO ALGORITMOS DE VISIÓN POR COMPUTADORA Y MACHINE LEARNING**

AUTORES:

LIGNIA TUAPANTA, LUIS DAVID  
PICHUCHO TANDALLA, ROMEL VINICIO

DIRECTOR:

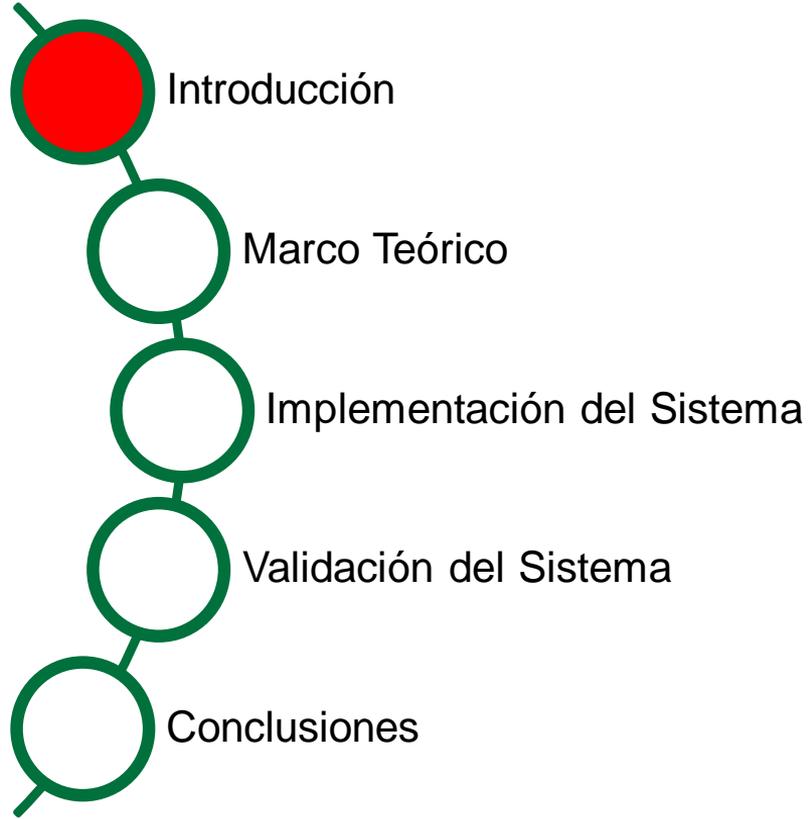
Dr. CARRILLO MEDINA, JOSÉ LUIS, (mCL)

LATACUNGA FEBRERO, 2023





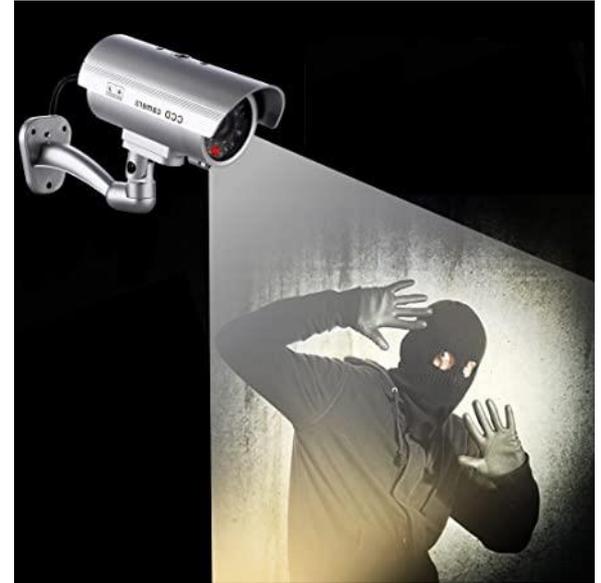
# Orden del día



# Problema

- En la actualidad, la videovigilancia ayuda a salvaguardar la seguridad de las personas, contribuyendo en la prevención de riesgos y amenazas.
- La principal funcionalidad de los sistemas de videovigilancia es la Re-Identificación de personas, la cual consiste en identificar y dar seguimiento a una persona en un circuito de cámaras, que no se solapan.

(Moctezuma-Ochoa, 2016)



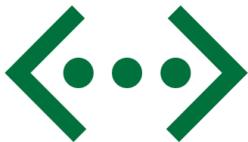
**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# Planteamiento de la solución

Se propone desarrollar un sistema de Re-Identificación de personas a través del uso de características biométricas (el rostro) y de soft-biométricas (la textura de la vestimenta), utilizando técnicas, modelos y/o algoritmos de Visión por Computadora y Machine Learning.



# Objetivo General



Desarrollar un sistema de Re-Identificación de personas a través de las características faciales y soft-biométricas de la textura de la vestimenta y modelos holísticos y no holísticos, utilizando algoritmos de Visión por Computadora y Machine Learning.



# Objetivos Específicos



Conocer el estado del arte sobre métodos y técnicas para la Re-identificación de personas a través de características faciales y soft-biométricas la textura de la vestimenta y modelos holísticos y no holísticos,



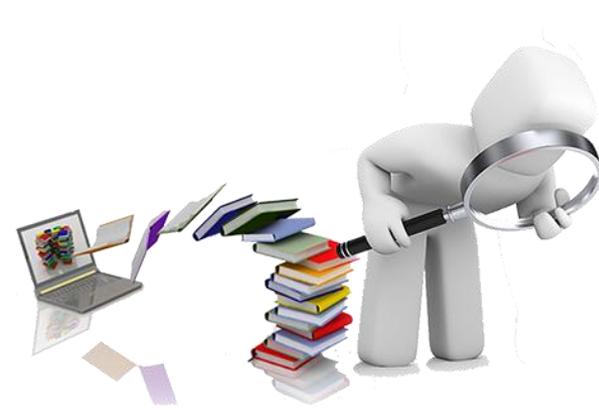
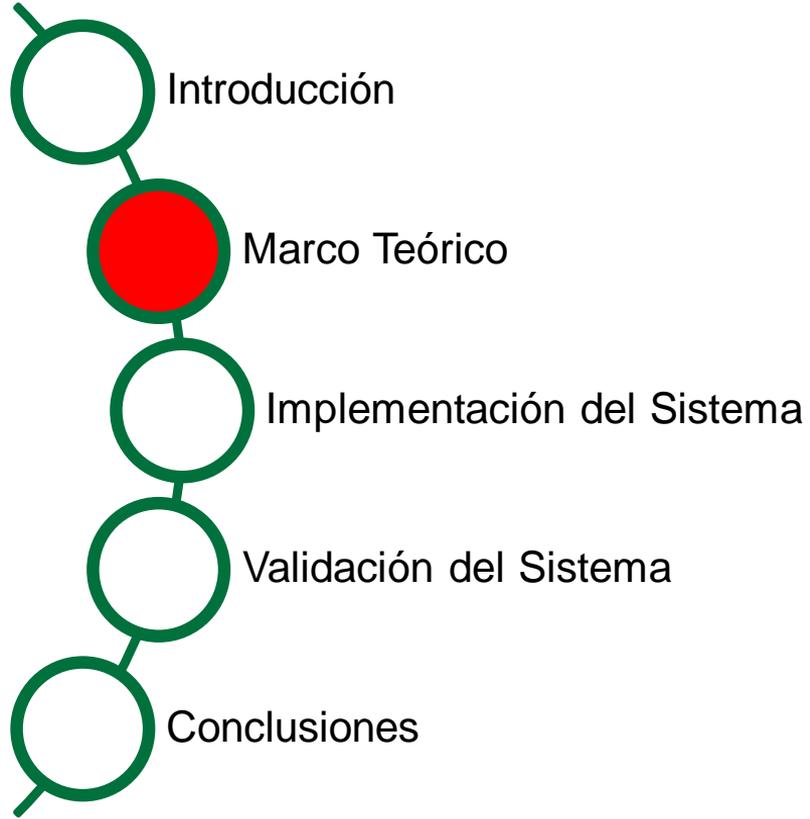
- Implementar un sistema de Re-identificación de personas a través de las características faciales y soft-biométricas la textura de la vestimenta, y de modelos holísticos y no holísticos utilizando algoritmos de Visión por Computadora y/o Machine Learning



- Validar los resultados, analizar los errores y ajustar los modelos del sistema de Re-identificación.

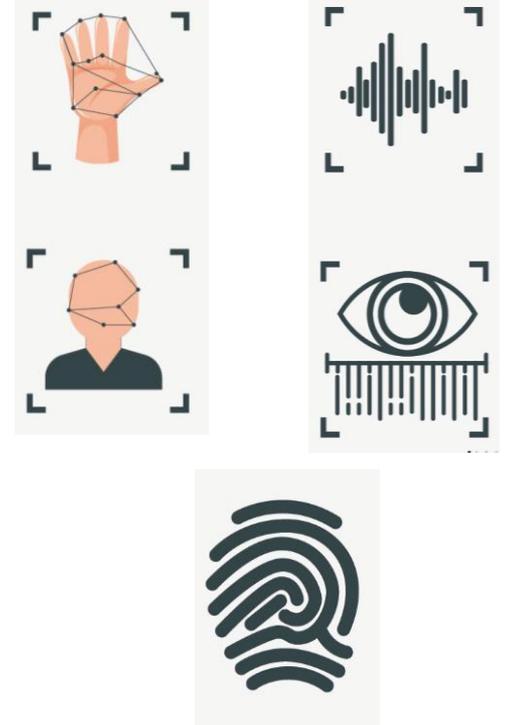


# Orden del día



# Características Biométricas

- Son los rasgos fisiológicos que hacen única a cada persona, tales como el rostro, las huellas dactilares, la voz y el iris del ojo. (Diana Judith et al., 2016)
- La característica biométrica más utilizada en los sistemas de Re-ID de personas es el rostro, con la cual se obtiene un alto porcentaje de reconocimiento. (van de Haar et al., 2013)



# Características Soft-Biométricas

- Proporcionan otro tipo de información de las personas como: las físicas, de comportamiento y adheridas. (Nixon et al., 2015)
- La textura de la vestimenta representa la apariencia externa de la estructura de las personas. (Satta, 2013)



Recuperado de (Jain et al., 2004)



FELIZ



TRISTE



# Modelos Holísticos y No Holísticos

- Los modelos Holísticos tratan a la persona como un todo, sin embargo, el rendimiento es bajo cuando la persona esta parcialmente oculta. (Xu et al., 2014)
- Para solventar estas complicaciones existen los Modelos No Holísticos, los cuales admiten variaciones de postura y oclusiones, separando el cuerpo en partes (cabeza, torso y piernas). (Prioletti et al., 2013)



# Técnicas, modelos y/o algoritmos de Visión por Computadora y Machine Learning

•Descriptor y Algoritmo de Visión por Computadora. Alcanza una precisión máxima del 95% en la identificación facial. (L & Raga, 2018)

**LBPH –**

**Viola Jones**

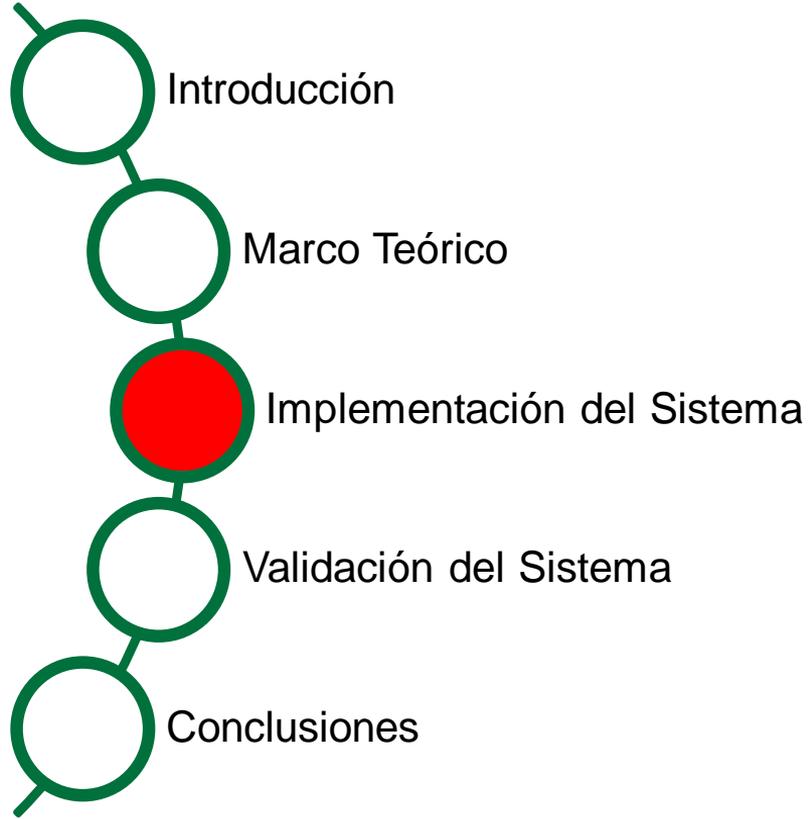


•Descriptor y Clasificador de Visión por Computadora y/o Machine Learning. Alcanza una precisión máxima del 94% en la identificación de la textura de la vestimenta. (Hong et al., 2021)

**LBPH –**

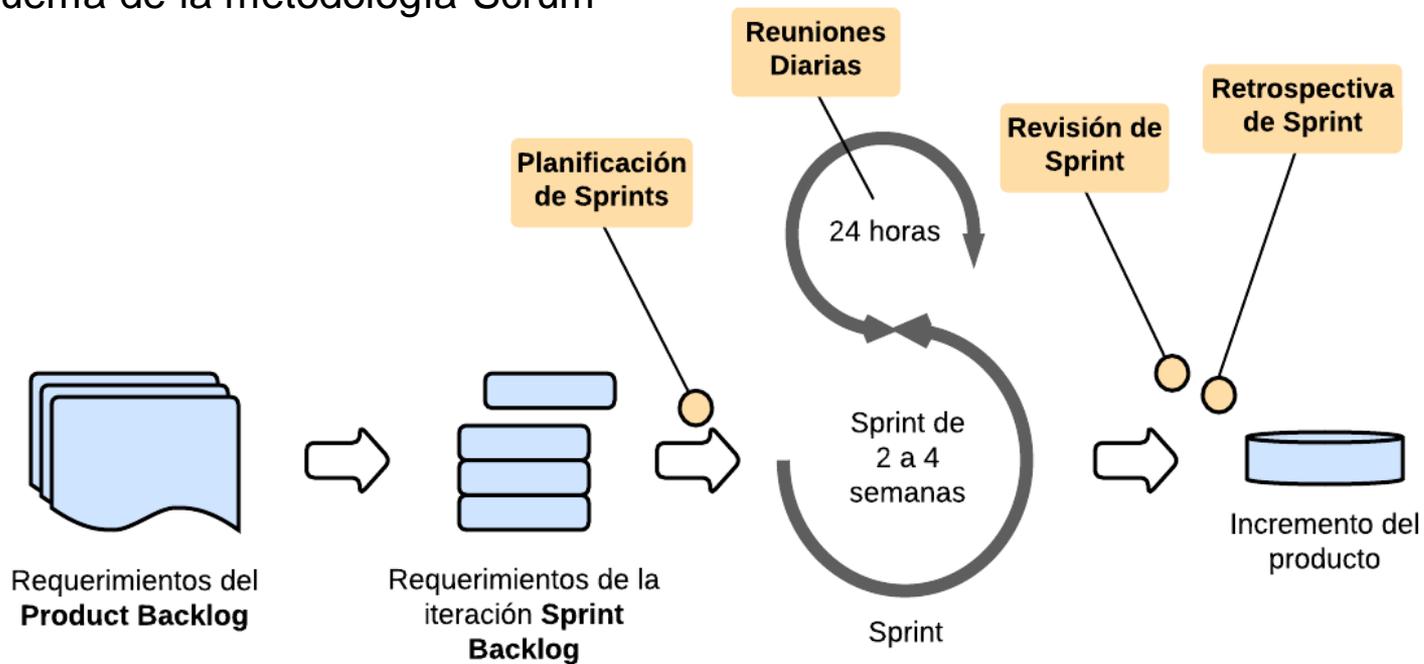
**SVM**





# Metodología de desarrollo

- Esquema de la metodología Scrum



Recuperado de (Zayat & Senvar, 2020)



# Análisis del sistema

- **Sprint 01: Dataset y algoritmo para la identificación del rostro**

## Historia de usuario 01

**Como** usuario.

**Quiero** un dataset que contenga características biométricas (rostro) que permita identificar a una persona.

**Para** entrenar el modelo de Machine Learning.

## Historia de usuario 02

**Como** usuario.

**Quiero** un modelo y/o algoritmo de Visión por Computadora que permita realizar la identificación del rostro en el sistema de Re-Identificación de personas, mientras está grabando el primer vídeo.

**Para** reconocer la identidad del individuo a través de la característica biométrica, el rostro.



# Análisis del sistema

- **Sprint 02: Dataset y algoritmo para la identificación del torso**

## Historia de usuario 03

**Como** usuario.

**Quiero** un dataset mediante la segmentación corporal en tres partes (cabeza, torso y piernas, considerando el torso) para obtener descriptores de la textura de la vestimenta, que permita reducir la zona de aprendizaje, mientras está grabando el primer video.

**Para** entrenar el modelo de Machine Learning.

## Historia de usuario 04

**Como** usuario.

**Quiero** que el sistema de Re-Identificación de personas utilice un modelo de Machine Learning que tenga como entrada el descriptor de textura de vestimenta de una persona, para ello, debe utilizar el dataset torsos de personas, empleando técnicas de Visión por Computadora y como salida se obtendrá la identificación de personas con la aplicación de modelos y/o algoritmos de Machine Learning, mientras está grabando el primer video.

**Para** obtener una mejor tasa de predicción en la Re-Identificación de individuos.



# Análisis del sistema

- **Sprint 03: Detección y Re-Identificación de la vista posterior de las personas a través de la característica soft-biométrica textura de la vestimenta, mientras está grabando el segundo video.**

## Historia de usuario 05

**Como** usuario.

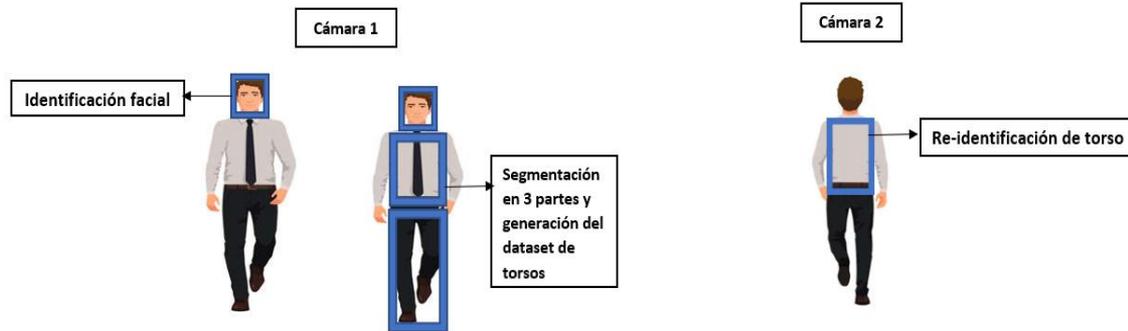
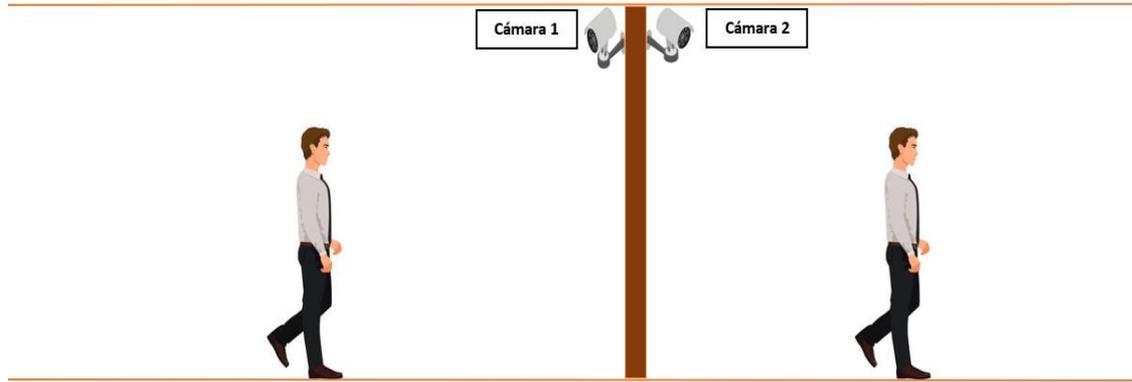
**Quiero** que el sistema realice la detección y Re-Identificación de personas a través de su vista posterior, mediante la característica soft-biométrica textura de la vestimenta, mientras está grabando el segundo video.

**Para** verificar si se identifica al individuo con el dataset creado con las imágenes de frente del torso de dicho individuo.



# Diseño del sistema

- Arquitectura Lógica



# Diseño del sistema

- Dataset de identificación facial y de Re-Identificación de textura de la vestimenta del torso



Diego

Grace

Hernan

Jose

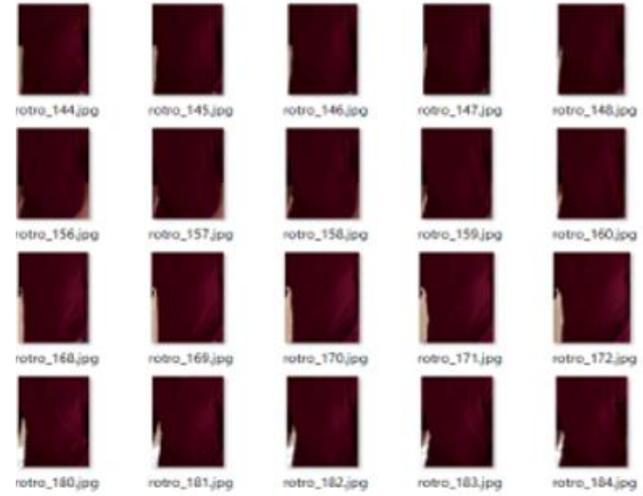
Luis

Pablo



a)

b)



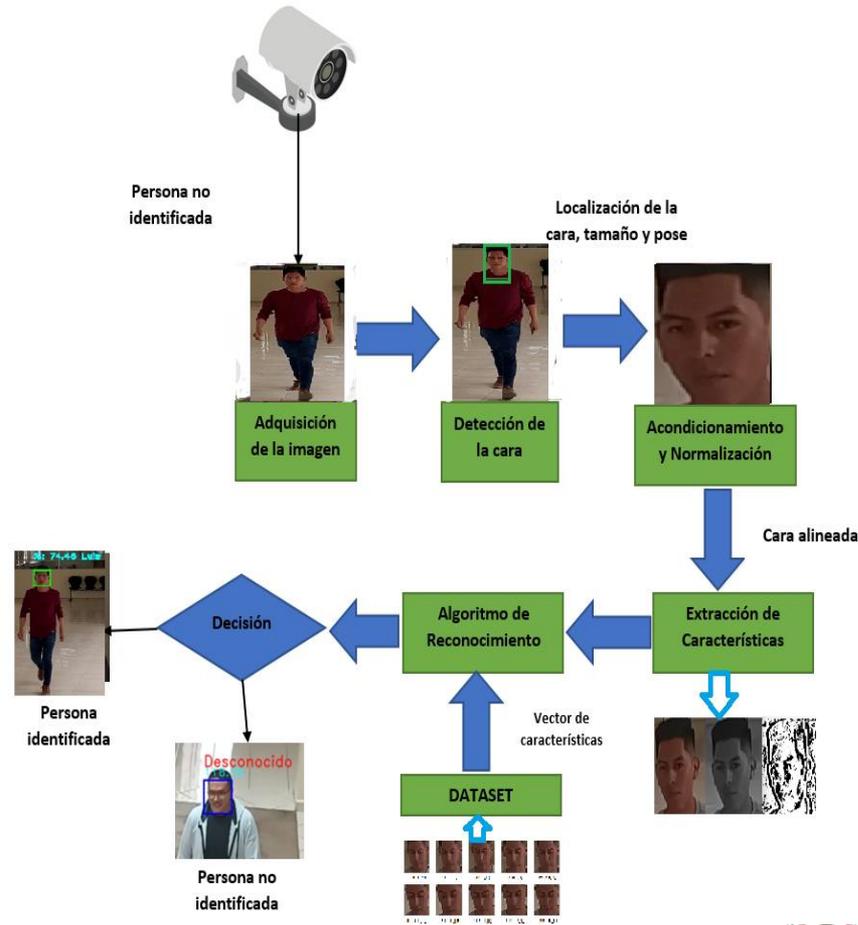
c)



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

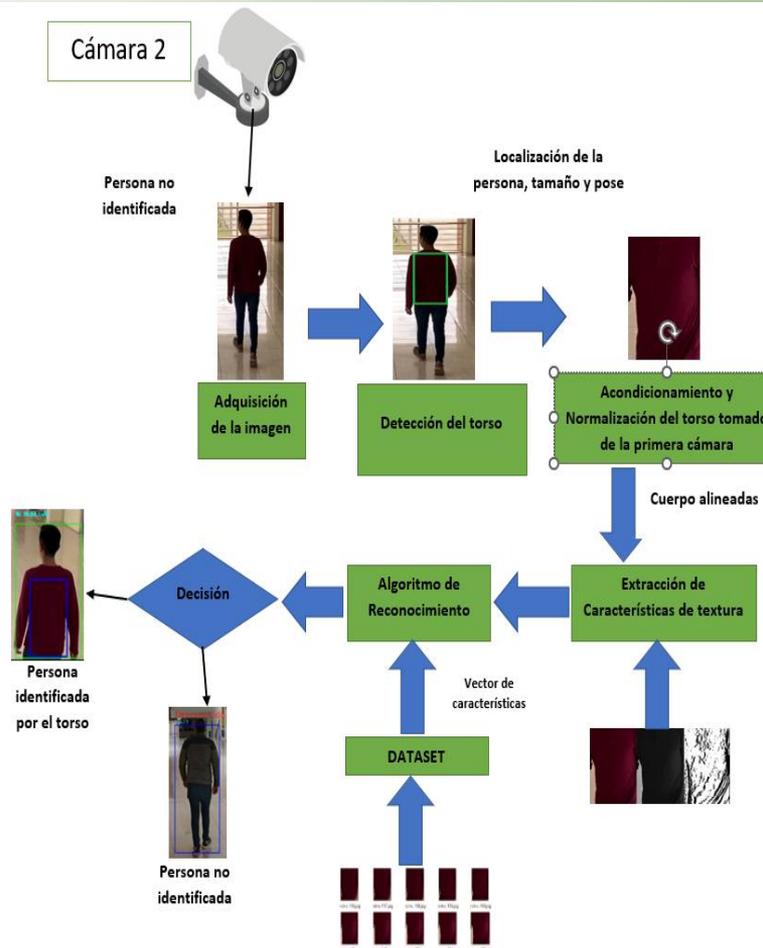
# Diseño del sistema

Esquema funcional de identificación facial de una persona



# Diseño del sistema

Esquema funcional de Re-Identificación de personas por textura de la vestimenta



# Desarrollo del Sistema

Imágenes filtradas mediante LBPU y LBPH



a)

b)

c)



a)

b)

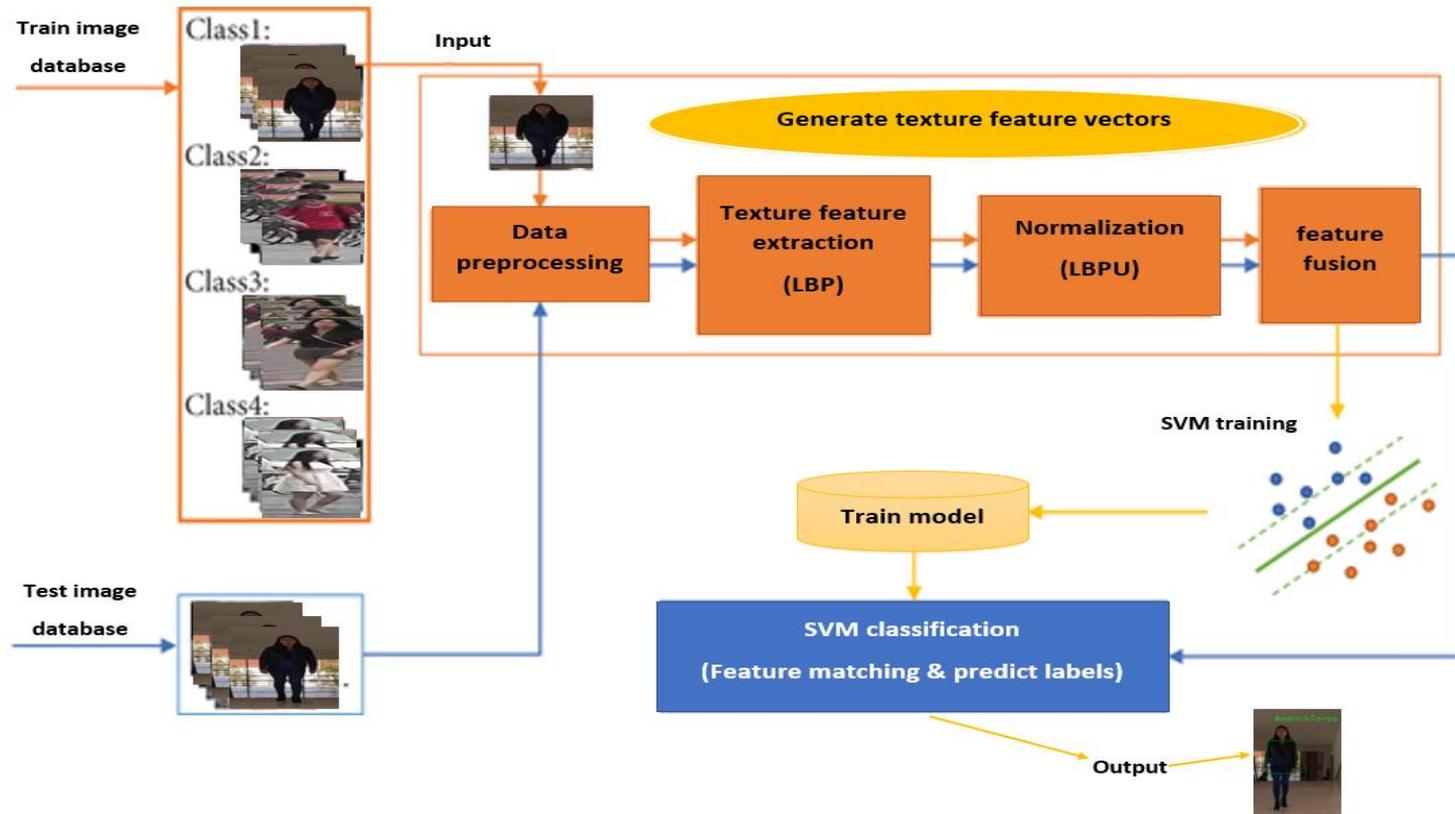
c)



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# Desarrollo del Sistema

Arquitectura del modelo



# Desarrollo del Sistema

- Ejecución del sistema



RECONOCIMIENTO FACIAL CAMARA 1



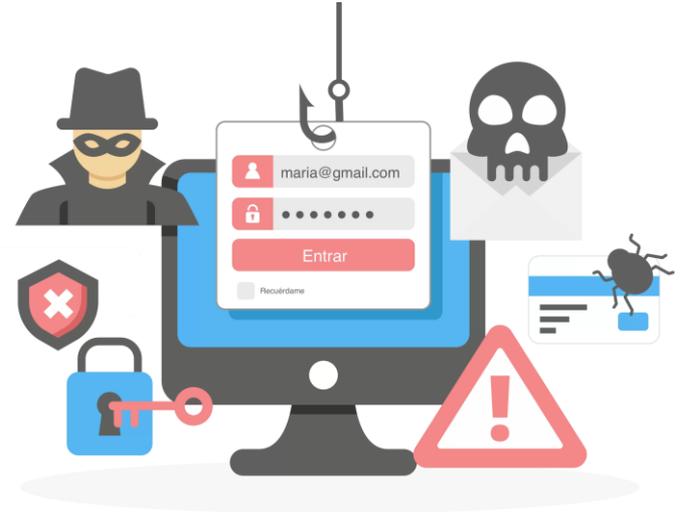
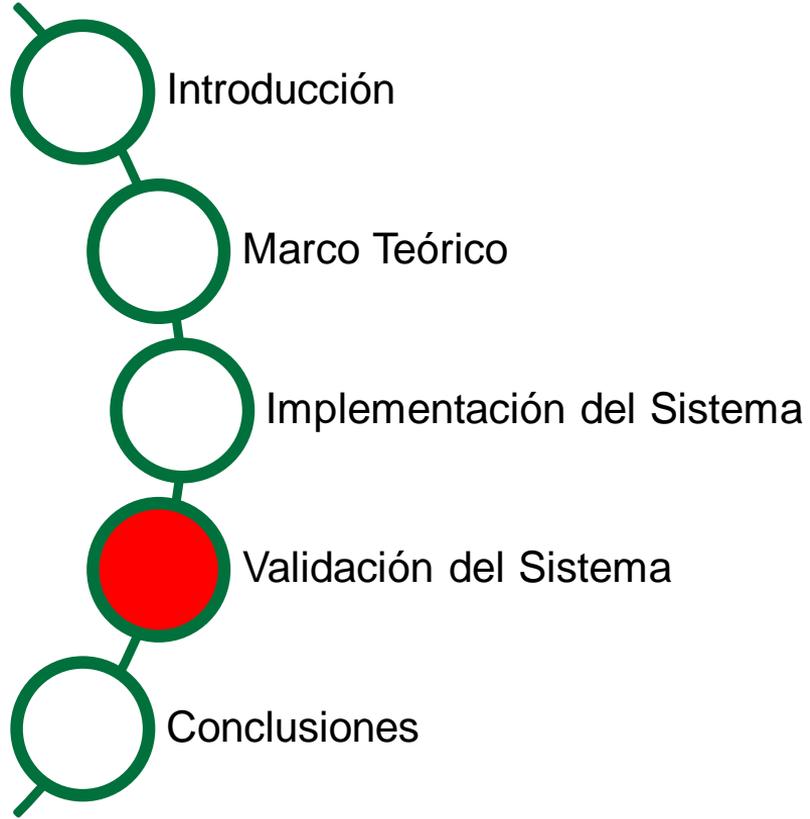
a)

RE-IDENTIFICACION DE TEXTURA CAMARA 2



b)

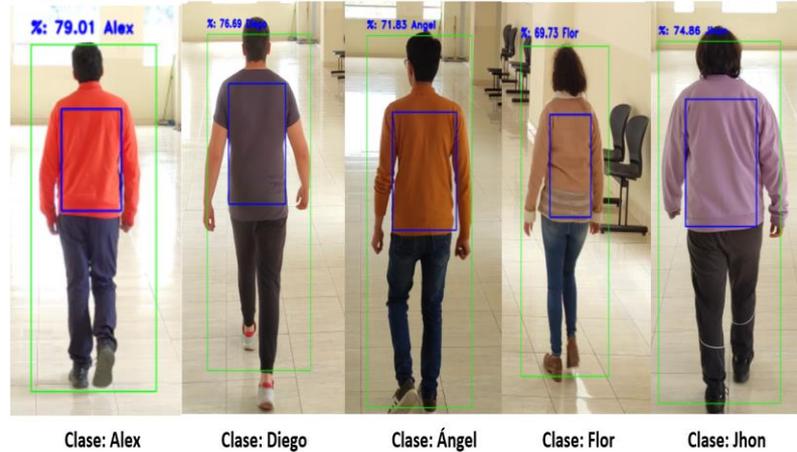




# Validación del Sistema



- Clases utilizadas para identificación facial y Re-Identificación de textura de la vestimenta del torso



# 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



- Obtención de las métricas de evaluación en los 3 modelos

Clasificador/ Descriptor/ Algoritmo	Métricas	Primera ruta	Segunda ruta	Tercera ruta	Promedio
<b>Clase Alex</b>					
Haar	Accuracy	0.9875	1	1	$0.9958 \pm 0.0072$
<b>Clase Diego</b>					
Cascade/ LBPH/ Viola Jones	Accuracy	1	1	0.9909	$0.9969 \pm 0.0052$
<b>Clase Ángel</b>					
Viola Jones	Accuracy	0.9934	1	0.9732	$0.9888 \pm 0.01391$
<b>Clase Flor</b>					
	Accuracy	0.9750	0.9706	0.9602	$0.9686 \pm 0.0076$
<b>Clase Jhon</b>					
	Accuracy	1	1	0.9872	$0.9957 \pm 0.0073$

Resultados de las tres rutas de las 5 clases mediante identificación facial

Clasificador/ Descriptor	Métricas	Primera ruta	Segunda ruta	Tercera ruta	Promedio
<b>Clase Alex</b>					
SVM/ LBPH	Accuracy	0.8986	0.8881	0.8977	$0.8948 \pm 0.0058$
<b>Clase Diego</b>					
	Accuracy	0.8848	0.9217	0.9545	$0.9203 \pm 0.0348$
<b>Clase Ángel</b>					
	Accuracy	0.9272	0.8545	0.8782	$0.8866 \pm 0.0370$
<b>Clase Flor</b>					
	Accuracy	0.8984	0.9043	0.9688	$0.9238 \pm 0.0390$
<b>Clase Jhon</b>					
	Accuracy	0.9223	0.8834	0.9953	$0.9336 \pm 0.0568$

Resultados de las tres rutas de las 5 clases mediante Re-Identificación de textura



# Validación del Sistema



- Resultados de las 5 clases en identificación facial y Re-Identificación de textura

Clase	Escenario	Característica biométrica	Predicción	Resultado esperado	Resultado Obtenido	Porcentaje de predicción
Alex	Cámara 1	Rostro	Identificado	Alex	Alex	$0.9958 \pm 0.0072$
Diego	Cámara 1	Rostro	Identificado	Diego	Diego	$0.9969 \pm 0.0052$
Ángel	Cámara 1	Rostro	Identificado	Ángel	Ángel	$0.9888 \pm 0.0139$
Flor	Cámara 1	Rostro	Identificado	Flor	Flor	$0.9686 \pm 0.0076$
Jhon	Cámara 1	Rostro	Identificado	Jhon	Jhon	$0.9957 \pm 0.0073$
<b>PROMEDIO</b>						$0.9891 \pm 0.0082$

Resultados de las pruebas sobre Identificación de personas a través del rostro de 5 clases

Clase	Escenario	Característica biométrica	Predicción	Resultado esperado	Resultado Obtenido	Porcentaje de predicción
Alex	Cámara 2	Textura	Identificado	Alex	Alex	$0.8948 \pm 0.0058$
Diego	Cámara 2	Textura	Identificado	Diego	Diego	$0.9203 \pm 0.0348$
Ángel	Cámara 2	Textura	Identificado	Ángel	Ángel	$0.8866 \pm 0.0370$
Flor	Cámara 2	Textura	Identificado	Flor	Flor	$0.9238 \pm 0.0390$
Jhon	Cámara 2	Textura	Identificado	Jhon	Jhon	$0.9336 \pm 0.0568$
<b>PROMEDIO</b>						$0.9118 \pm 0.0346$

*Resultados de las pruebas sobre Re-Identificación de personas a través de la textura de la vestimenta en el torso de 5 clases*



# Análisis de resultados



- El promedio obtenido en la identificación facial es del  $98.91 \pm 0.82$  %, lo que indica que de cada 100 personas se reconocen 98 individuos. En la literatura científica el porcentaje de identificación facial oscila entre el 92% (Vikram & Padmavathi, 2017) y el 95% (L & Raga, 2018), correspondientes a la mínima y máxima predicción respectivamente. Para obtener este resultado se ajustó los parámetros del algoritmo de Viola Jones, tales como el factor de escala y el tamaño de enfoque, lo que mejoró considerablemente la predicción.



# Análisis de resultados



- El promedio de identificación de la textura es del  $91.18 \pm 3.46$ , lo que indica que de cada 100 personas se reconocen 91 individuos. En la literatura científica el porcentaje de identificación de una persona a través de la textura de su vestimenta oscila entre el 87% (Farhadi et al., 2011) y el 94% (Hong et al., 2021), correspondientes a la mínima y máxima predicción respectivamente.





# Conclusiones

- A partir del análisis de varios artículos científicos se conocieron las diferentes técnicas, modelos y/o algoritmos de Visión por Computadora y Machine Learning, utilizadas en este sistema de Re-Identificación de personas.
- Se implementó un sistema de Re-ID de personas a través de las características biométricas y soft-biométricas, el rostro y la textura de la vestimenta respectivamente.



# Conclusiones

- La metodología Scrum ayudó a llevar de forma ordenada el desarrollo del sistema, cumpliendo los objetivos planteados en este proyecto.
- Se crearon dos dataset, el primero para los rostros y el segundo para los torsos, en tiempo real, de las personas, a fin de detectar y Re-Identificar a las mismas.
- El descriptor y modelo de textura de la vestimenta se construyó en tiempo real.



# Conclusiones

- Los errores en la identificación facial fueron la presencia de una gran cantidad de Falsos Negativos en la predicción del modelo, y se corrigieron ajustando los parámetros del algoritmo de Viola Jones, mejorando satisfactoriamente el rendimiento del sistema.
- El sistema desarrollado puede ser puesto en marcha en tiempo real siempre y cuando se cuente con un entorno controlado.



# Bibliografía

- Diana Judith, I., Mary, G. J. J., & Susanna, M. M. (2016). Three factor biometric authentication for spiraling of security. *2016 International Conference on Emerging Trends in Engineering, Technology and Science (ICETETS)*, 1-3. <https://doi.org/10.1109/ICETETS.2016.7603017>
- Farhadi, M., Motamedi, S. A., & Sharifian, S. (2011). Efficient Human Detection Based on Parallel Implementation of Gradient and Texture Feature Extraction Methods. *2011 7th Iranian Conference on Machine Vision and Image Processing*, 1-5. <https://doi.org/10.1109/IranianMVIP.2011.6121596>



# Bibliografía

- Hong, P., Wu, T., Wu, A., Han, X., & Zheng, W.-S. (2021). Fine-Grained Shape-Appearance Mutual Learning for Cloth-Changing Person Re-Identification. 2021 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 10508-10517. <https://doi.org/10.1109/CVPR46437.2021.01037>
- Jain, A. K., Nandakumar, K., Lu, X., & Park, U. (2004). Integrating Faces, Fingerprints, and Soft Biometric Traits for User Recognition. En D. Maltoni & A. K. Jain (Eds.), *Biometric Authentication* (Vol. 3087, pp. 259-269). Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-25976-3\\_24](https://doi.org/10.1007/978-3-540-25976-3_24)



# Bibliografía

- L, S. S., & Raga, S. (2018). Real Time Face Recognition of Human Faces by using LBPH and Viola Jones Algorithm. *International journal of scientific research in computer science and engineering*. <https://doi.org/10.26438/ijsrcse/v6i5.610>
- Moctezuma-Ochoa, D. A. (2016). Re-identificación de personas a través de sus características soft-biométricas en un entorno multi-cámara de video-vigilancia. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 17(2), 257-271



# Bibliografía

- Nixon, M. S., Correia, P. L., Nasrollahi, K., Moeslund, T. B., Hadid, A., & Tistarelli, M. (2015). On soft biometrics. *Pattern Recognition Letters*, 68, 218-230. <https://doi.org/10.1016/j.patrec.2015.08.006>
- Prioletti, A., Møgelmoose, A., Grisleri, P., Trivedi, M. M., Broggi, A., & Moeslund, T. B. (2013). Part-Based Pedestrian Detection and Feature-Based Tracking for Driver Assistance: Real-Time, Robust Algorithms, and Evaluation. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 14(3), 1346-1359. <https://doi.org/10.1109/TITS.2013.2262045>



# Bibliografía

- Satta, R. (2013). *Appearance Descriptors for Person Re-identification: A Comprehensive Review* (arXiv:1307.5748).  
ArXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1307.5748>
- van de Haar, H., van Greunen, D., & Pottas, D. (2013). The characteristics of a biometric. *2013 Information Security for South Africa*, 1-8. <https://doi.org/10.1109/ISSA.2013.6641037>



# Bibliografía

- Vikram, K., & Padmavathi, S. (2017). Facial parts detection using Viola Jones algorithm. *2017 4th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems (ICACCS)*, 1-4.  
<https://doi.org/10.1109/ICACCS.2017.8014636>
- Xu, J., Vázquez, D., López, A. M., Marín, J., & Ponsa, D. (2014). Learning a Part-Based Pedestrian Detector in a Virtual World. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 15(5), 2121-2131. <https://doi.org/10.1109/TITS.2014.2310138>



# Bibliografía

- Zayat, W., & Senvar, O. (2020). Framework Study for Agile Software Development Via Scrum and Kanban. *International Journal of Innovation and Technology Management*, 17(04), 2030002. <https://doi.org/10.1142/S0219877020300025>



Gracias por su  
atención