



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

***“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE AUTENTIFICACIÓN  
CON RECONOCIMIENTO FACIAL MEDIANTE PROCESAMIENTO DE  
IMÁGENES CON LA UTILIZACIÓN DE SOFTWARE LIBRE Y  
TECNOLOGÍA RASPBERRY PI”***

**Autores:**

Edison Xavier Sánchez Quevedo  
Edison Saúl Gallardo Calvopiña

**Tutor:**

Ing. Eddie Galarza



# AGENDA

**Objetivos e Hipótesis**

**Descripción del sistema y sus componentes**

**Algoritmo LBPH**

**Desarrollo del proyecto**

**Análisis de resultados**

**Conclusiones y Recomendaciones**



# OBJETIVO GENERAL

Diseñar y construir un sistema de autenticación con reconocimiento facial mediante procesamiento de imágenes con la utilización de software libre y tecnología Raspberry PI.



# OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Investigar la autenticación mediante el reconocimiento facial utilizando procesamiento de imágenes digitales en OPENCV.

Conocer la utilización, configuración y programación de equipos que trabajan con tecnología Raspberry PI.

Relacionar las imágenes obtenidas en tiempo real por la cámara en OPENCV, para ser procesadas en el mismo mediante la implementación de un algoritmo de control.

Realizar pruebas con el módulo didáctico de autenticación a grupo de personas determinado.



# HIPÓTESIS

Es posible diseñar y construir un sistema de autenticación mediante reconocimiento facial con la utilización de software libre y tecnología Raspberry PI.



# OPENCV

Librería de software libre que se utiliza para visión artificial de manera académica como comercial.

OpenCv es multiplataforma ya que va teniendo versiones para diferentes sistemas operativos.

Está integrado con interfaces de C++, C, Python y últimamente con Java, para aplicaciones en tiempo real.



# TARJETAS EMBEBIDAS

Se encuentran presentes en casi todos los aparatos utilizados en nuestra vida cotidiana.

Sistema electrónico fundamentalmente diseñado para plasmar específicas funciones habitualmente en tiempo real con pocos recursos y en condiciones discrepantes.

La mayoría de los sistemas embebidos se logran programar con el uso de específicos compiladores como el lenguaje C o C++ o directamente con el lenguaje ensamblador del chip de la tarjeta

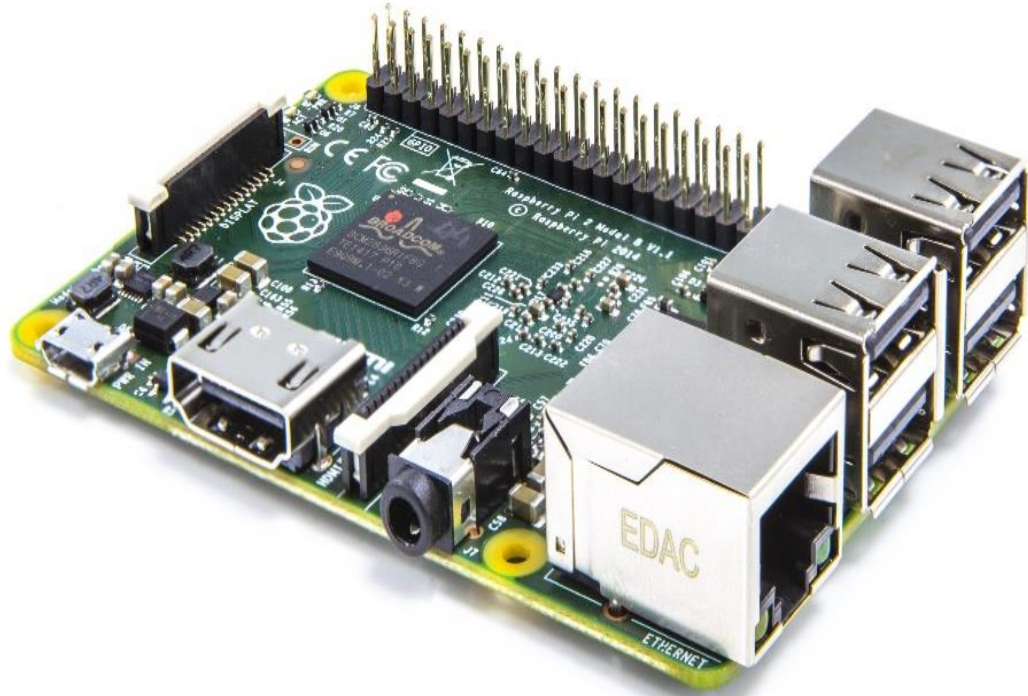
Un sistema embebido tiene una arquitectura semejante a una PC convencional.

Existen gran variedad de tarjetas embebidas como Rabbit, Arduino, BeagleBone, Raspberry PI.





# TARJETA RASPBERRY PI



Procesador de 900 MHz.

La Pi 2 tiene 1 GB de RAM.

Su sistema operativo esta basado en Raspbian.



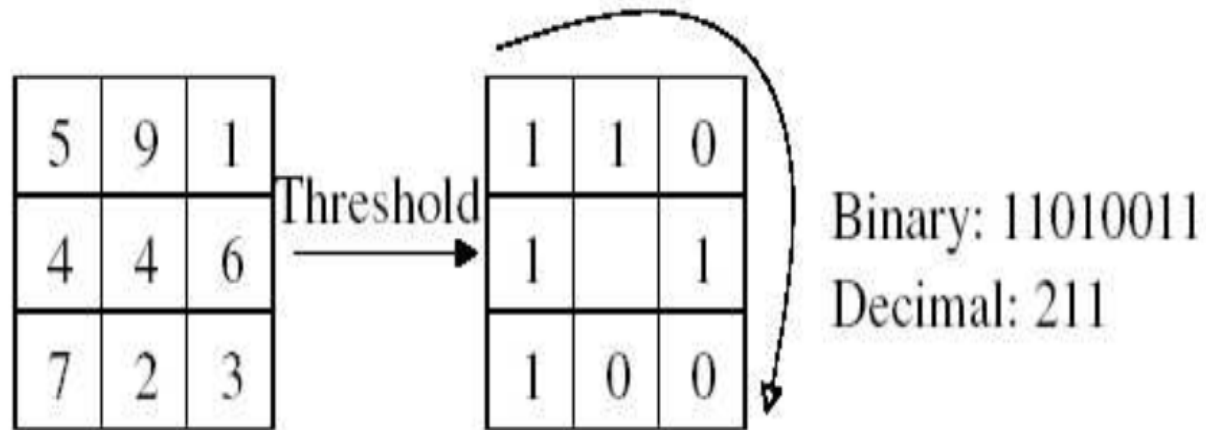


# ALGORITMO PATRÓN BINARIO LOCAL (LBP)

Extraer rasgos

Crear vectores de rasgos característicos.

Generación de histogramas



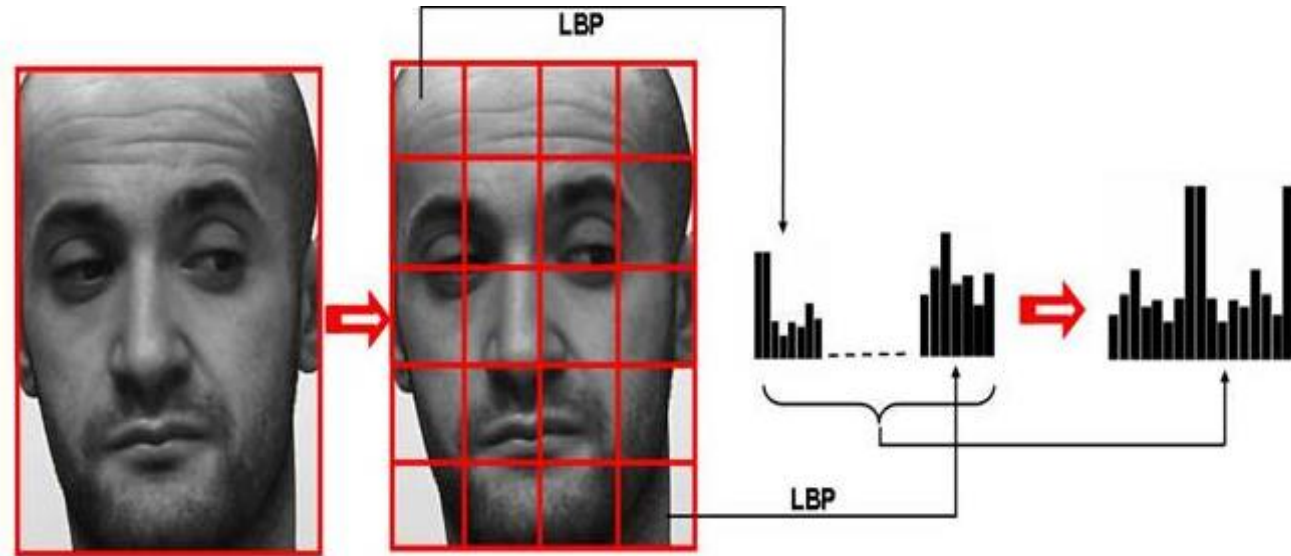
OPERADOR BÁSICO DEL LBP



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

# ALGORITMO PATRÓN BINARIO DE HISTOGRAMA LOCAL LBPH

## DESCRIPTOR DEL ROSTRO CON LBP



Optimizado para una mejor extracción de características



# RECONOCIMIENTO FACIAL

ADQUISICIÓN

DETECCIÓN

EXTRACCIÓN DE  
CARACTERÍSTICAS

RECONOCIMIENTO

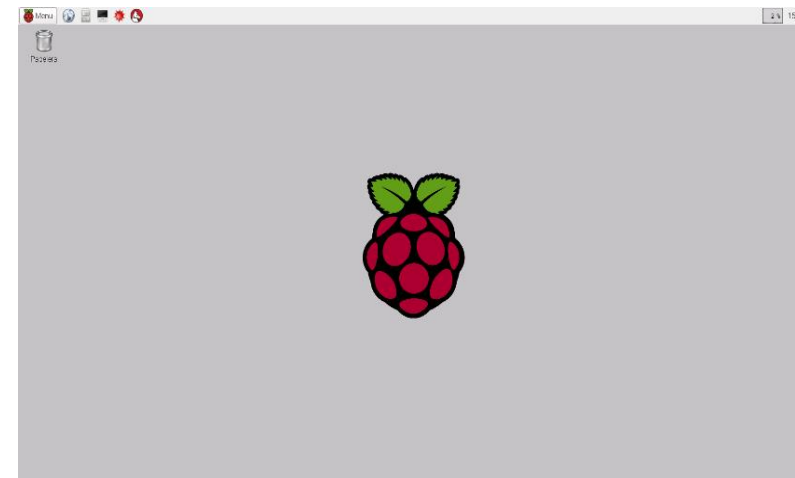
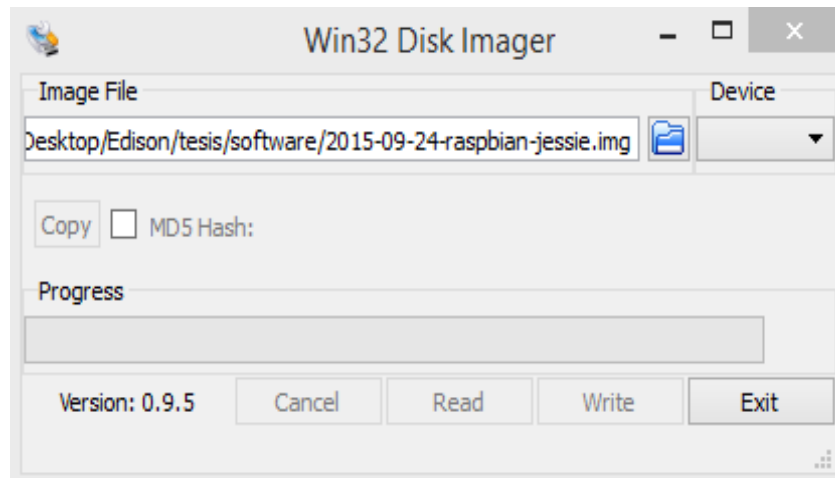


# Uso de la Raspberry PI

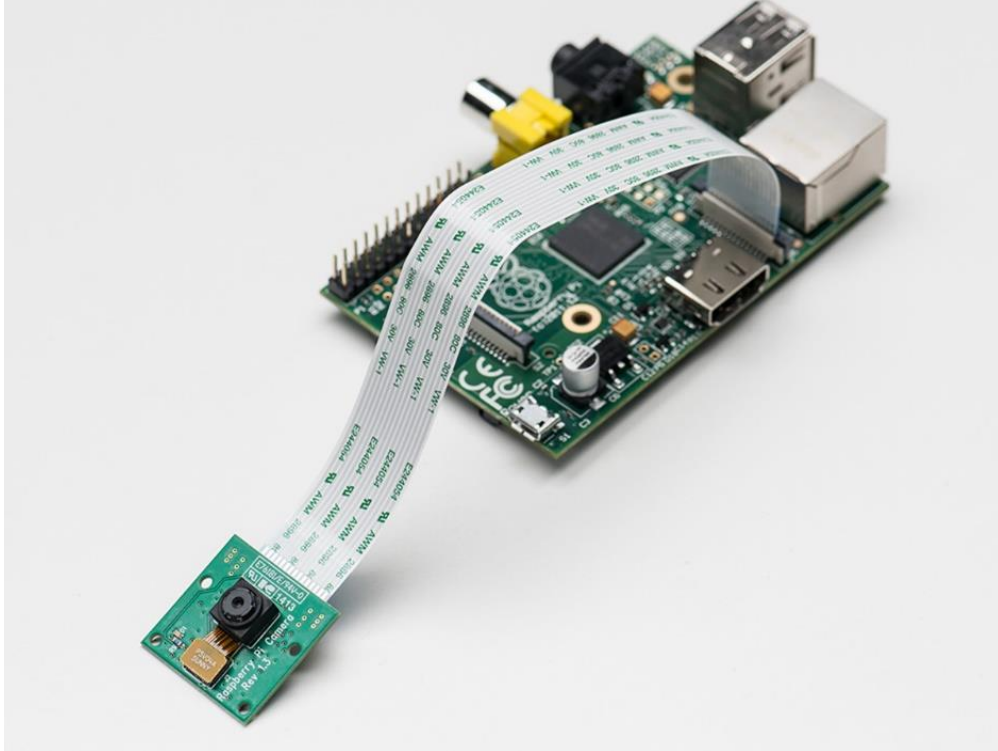
Para poner en funcionamiento a una tarjeta Raspberry Pi2 es necesario instalar un sistema operativo.

Descargar e instalar el sistema operativo.

Expandir la tarjeta micro SD y habilitar la cámara.



# ADQUISICIÓN DE IMÁGENES



Funcionamiento de alta definición para fotos y video.

Consume menos corriente que una cámara web.

Funciona con la Raspberry Pi 1 y 2, y se puede acceder con la librería picamera

```
sudo apt-get install python-picamera
```



# DETECCIÓN

`/usr/share/opencv/haarcascades/`

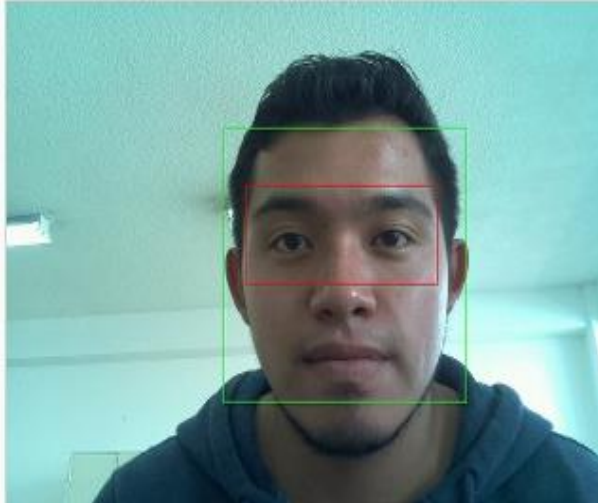
`haarcascade_frontalface_alt.xml`  
`haarcascade_fullbody.xml`

Se debe incluir la librería OpenCV  
`cv2.CascadeClassifier`.

Utilización de `detectMultiScale`



# DETECCIÓN



Uso de *detectMultiScale*



Base de datos  
Creación de fichero Csv y Names.



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



# EXTRACCIÓN DE CARACTERÍSTICAS

Utilización de *Local Binary Pattern Histograms (LBPH)*

```
model =  
cv2.createLBPHFaceRecognizer(1,8,4,4,100)
```

Entrenamiento con *FaceRecognizer (Train)*

Uso del fichero Csv y Names.txt



# RECONOCIMIENTO

Reconocimiento con *FaceRecognizer* (*Predict*)

Uso del fichero Names.



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



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# ANÁLISIS DE RESULTADOS



# DETECCIÓN DE ROSTROS

Los mejores resultados de la detección del rostro y ojos se las consigue en distancias entre 26 y 75 cm, siendo lo recomendable ubicarse en distancias entre 40 y 60 cm para tener un mejor enfoque del rostro y así con la captura obtener buenos rasgos para un posterior reconocimiento.

DETECCIÓN CON ALTA LUMINOSIDAD		
Distancia	Fallas en la detección	Porcentaje de fallos
0-25 cm	100	66.66%
26-50 cm	4	2.66%
51-75 cm	5	3.33%
76-100 cm	20	13.33%



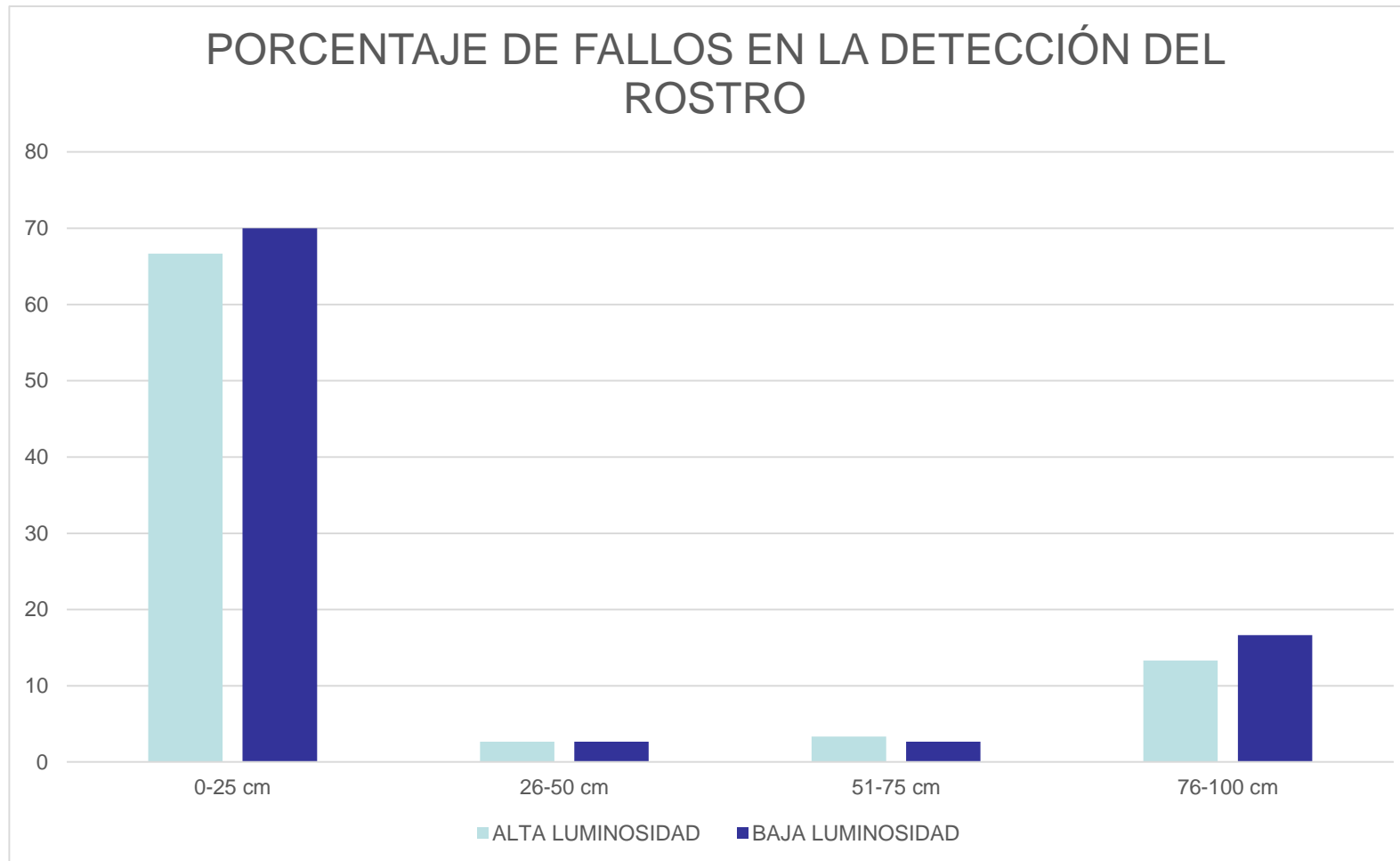
# DETECCIÓN DE ROSTROS

En distancias muy cortas no se logra tener una detección del rostro, pero a mayores distancias si lo hace , lo cual no es recomendable pese a lograr la detección del rostro.

DETECCIÓN CON BAJA LUMINOSIDAD		
Distancia	Fallas en la detección	Porcentaje de fallos
0-25 cm	105	70%
26-50 cm	4	2.66%
51-75 cm	4	2.66%
76-100 cm	25	16.66%



# DETECCIÓN DE ROSTROS



# RECONOCIMIENTO

La distancia ideal para el reconocimiento es equivalente a la detección del rostro, es decir tenemos un eficiente reconocimiento entre 40 y 60 cm.

RECONOCIMIENTO CON ALTA LUMINOSIDAD		
Distancia	Fallas en el reconocimiento	Porcentaje de fallos
0-25 cm	20	40%
26-50 cm	2	4%
51-75 cm	2	4%
76-100 cm	15	30%





# RECONOCIMIENTO

El reconocimiento es menos eficiente con baja luminosidad pero a pequeñas distancias (0-25 cm) y grandes distancias (76-100 cm).

RECONOCIMIENTO CON BAJA LUMINOSIDAD		
Distancia	Fallas en el reconocimiento	Porcentaje de fallos
0-25 cm	25	50%
26-50 cm	3	6%
51-75 cm	3	6%
76-100 cm	20	40%

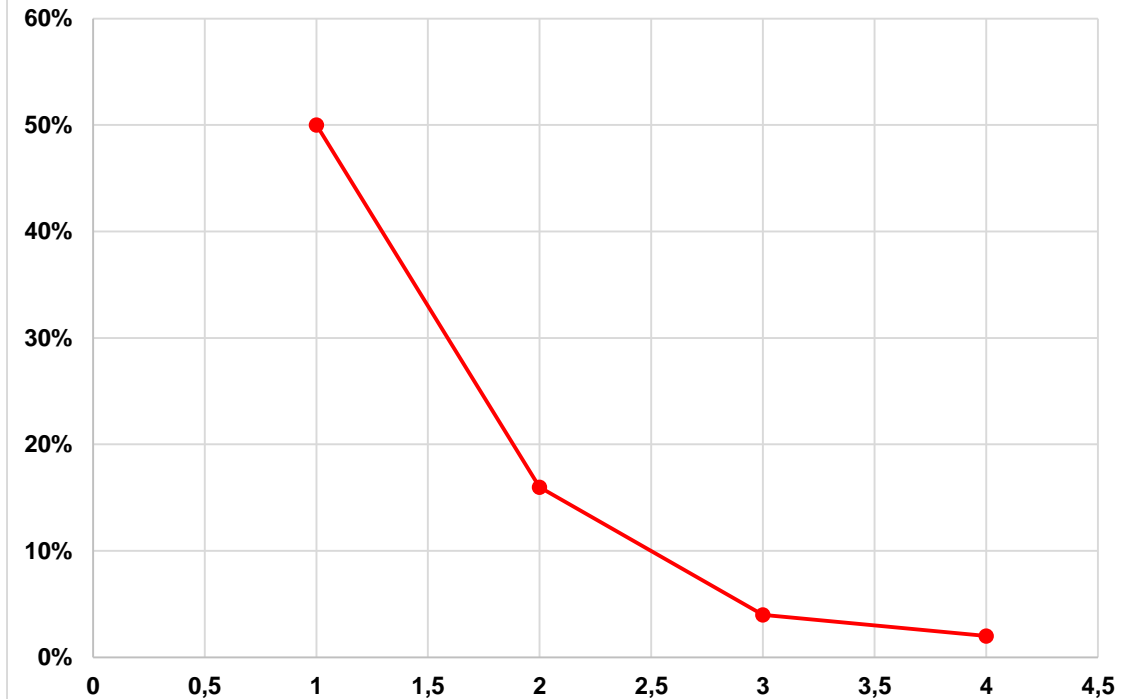


# RECONOCIMIENTO CON DIFERENTE NÚMERO DE IMÁGENES

## EFICIENCIA DEL RECONOCIMIENTO

Número de fotografías por individuo	Fallas en el reconocimiento	Porcentaje de fallos
1	25	50%
2	8	16%
3	2	4%
4	1	2%

## Error del reconocimiento



# TIEMPO DE PROCESAMIENTO

Para evaluar el tiempo se necesita la librería “ *time* “.

TIEMPOS PROMEDIOS DE RECONOCIMIENTO	
Número de individuos	Tiempo de reconocimiento (s)
0-5	11,6053
6-10	20,2927
11-15	30,4452
15-20	44,6623



# TIEMPO DE PROCESAMIENTO



# HIPÓTESIS PLANTEADA Y CUMPLIMIENTO DE LA MISMA

Facilidades en la adquisición de la tarjeta Raspberry PI.

Las características técnicas que brinda la tarjeta permite trabajar en el área de procesamiento de imágenes necesarias para el sistema de reconocimiento facial.

La Raspberry PI cuenta con su propia cámara fotográfica lo que facilita en el diseño y construcción del sistema de autenticación.

Existe compatibilidad entre Python y OpenCv, facilitando el diseño del algoritmo de reconocimiento facial.

Las pruebas de detección de rostros y ojos arrojaron resultados positivos teniendo en cuenta que el sistema está diseñado para distancias entre 40 y 60 cm.

Los errores de autenticación de la persona están en el orden de 2%, tomando en cuenta que el reconocimiento debe ser realizado en condiciones adecuadas.





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

# Conclusiones y Recomendaciones



# CONCLUSIONES

- El uso de Python con las librerías de OpenCv permiten el desarrollo eficiente a bajo costo del sistema de reconocimiento facial, además que simplifica la codificación en comparación con otro tipo de lenguaje de programación como C++.
- El uso de la Tarjeta Raspberry Pi 2 con su propia cámara brinda mayor versatilidad al sistema porque está conectada de modo serial lo cual permite consumir menos recursos que una cámara web.
- El sistema de reconocimiento facial está basado en el algoritmo LBPH porque facilita el entrenamiento a partir de pocas imágenes y no es necesario tener una gran base de datos como lo requieren otros algoritmos como: EigenFaces, FisherFaces que de igual forma son propios de OpenCv.





# CONCLUSIONES

- La distancia ideal para tener un eficiente reconocimiento esta entre 40-60 cm porque esta distancia es donde mejor se detecta el rostro permitiendo tener una captura con mayores detalles necesarios para el procesamiento de la imagen.
- Es necesario tener como mínimo tres imágenes de cada individuo en la base de datos, las cuales deben ser capturadas a diferentes distancias permitiendo tener un mejor entrenamiento del algoritmo y en consecuencia un eficiente reconocimiento.
- Diseñar un sistema de autenticación con una Raspberry PI y software libre es posible gracias a la gran cantidad de información existente en el Internet tanto en el manejo de una Raspberry PI y utilización de OpenCv y Phytton.



# RECOMENDACIONES

- Verificar la correcta instalación de los paquetes de OpenCv necesarios para realizar un reconocimiento facial, mediante pequeños programas tales como cargar una imagen, importación de librerías e inicialización de la cámara Pi.
- La capacidad de la tarjeta microSD debe ser de 8GB, ya que solo el sistema operativo para la tarjeta ocupa alrededor de 3GB lo cual con una tarjeta de una capacidad menor limita tanto en la velocidad de la tarjeta y en el espacio de almacenamiento para aplicaciones futuras.
- Crear una base de datos con por lo menos 6 imágenes a distintas distancias y en ambientes diferentes, permitiendo controlar pequeños cambios de luminosidad para el reconocimiento.



# RECOMENDACIONES

- Para implementar el sistema es necesario realizar la creación de la base de datos en el mismo ambiente en el cual se realizará el reconocimiento.
- Los sistemas de videovigilancia son otro de los objetivos a largo plazo del proyecto, en caso de que detecte una persona se puede, por ejemplo, avisar al propietario de la casa, a la policía, cerrar o abrir automáticamente puertas, etc.
- El sistema de reconocimiento facial puede ser utilizado para la detección de sospechosos en lugares públicos. En este caso resulta importante ya que los componentes de la cara serían iguales, aunque la persona cambie de peinado, su color de cabello u ojos.





# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

