



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

# UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE

## TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

**“PROPUESTA DE MEJORAS DE ALERTAS DE SEGURIDAD DE  
DISPOSITIVOS DE IOT MEDIANTE INTELIGENCIA ARTIFICIAL”.**

**AUTOR: DUQUE QUEVEDO ODALYS RASHEL**

**DIRECTOR: ING. SALAZAR ARMIJOS DIEGO RICARDO, PH.D.**



# AGENDA

- 1 INTRODUCCIÓN
- 2 DEFINICIÓN DE LA PROBLEMÁTICA
- 3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA
- 4 OBJETIVOS
- 5 MARCO TEÓRICO
- 6 METODOLOGÍA
- 7 RESULTADOS
- 8 CONCLUSIONES
- 9 RECOMENDACIONES



# INTRODUCCIÓN

El presente proyecto propone un sistema mejorado de seguridad con la implementación del modelo YOLOv8x-pose de Ultralytics sobre una cámara IoT, con la finalidad de mejorar las métricas de precisión en la detección de personas.



# DEFINICIÓN DE LA PROBLEMÁTICA



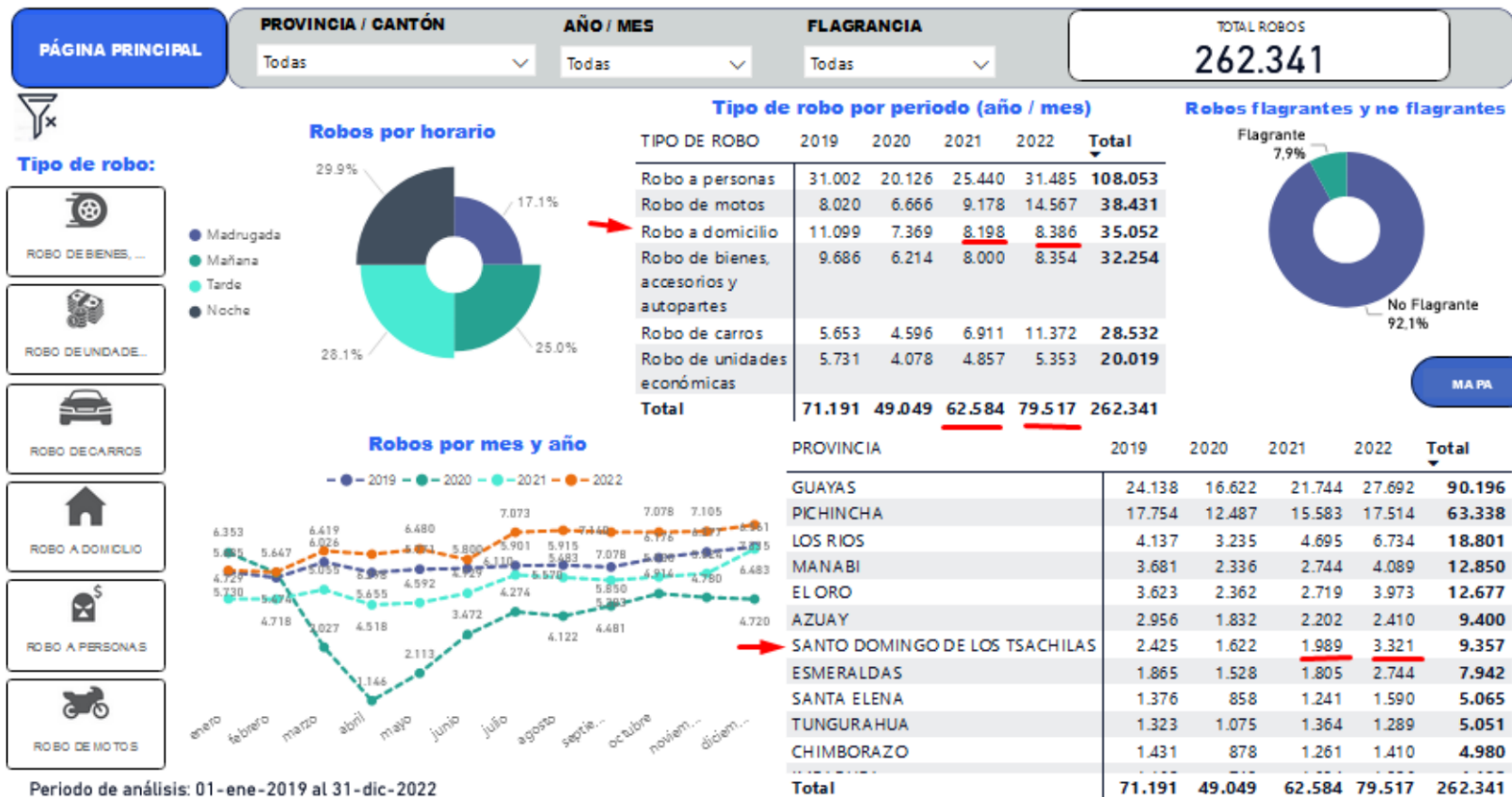
- La inseguridad en Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador, requiere de acciones que contribuyan a mitigar los robos y otros delitos en las viviendas.
- Una solución para contrarrestar esta problemática es el uso de cámaras de videovigilancia, sin embargo, el aplicar estos dispositivos no garantiza una detección de intrusos efectiva, pues requiere de monitorización continua, sintiendo entonces la necesidad de integrar una cámara inteligente que permita detectar movimiento y personas.
- Pese a existir esta alternativa, se evidencia una brecha en la precisión para lograr este fin.





# DEFINICIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

## TOTAL NOTICIAS DEL DELITO-ROBOS



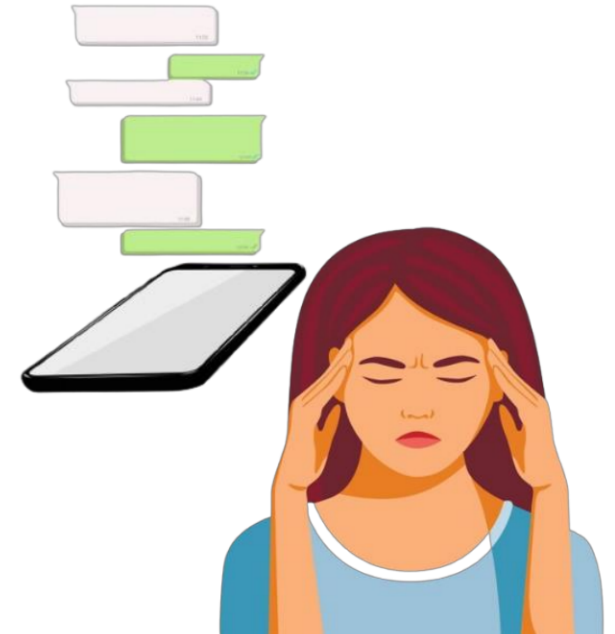
2022 evidencia respecto al año anterior un incremento del 27.06% por robos en general y de 2.29% por robo a domicilios.

2022 incremento respecto al 2021 del 66.97% por robos en general y en un 15.09% por robos a domicilios



# JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

- Mejorar la detección de intrusos en cámaras de seguridad es de suma importancia debido a que las alertas falsas pueden hacer que los usuarios se descuiden de las notificaciones por recibir constantemente este tipo de alertas, lo que podría provocar robos u otros delitos a la propiedad.



# JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA



- La tecnología adecuada puede ayudar a identificar y responder con precisión situaciones de riesgo, proporcionando mayor seguridad y protección a propiedades y personas.

- Un algoritmo de visión artificial preciso contribuye a una respuesta rápida y eficiente en situaciones de seguridad, esto es crucial para prevenir incidentes delictivos, al tener un mayor número de aciertos (verdaderos positivos) sobre el total de predicciones.



# OBJETIVOS

## OBJETIVO GENERAL

- Aplicar un algoritmo o modelo de Machine Learning condicionado en el porcentaje de predicción en la detección de personas para dispositivos IoT de una vivienda prototipo.

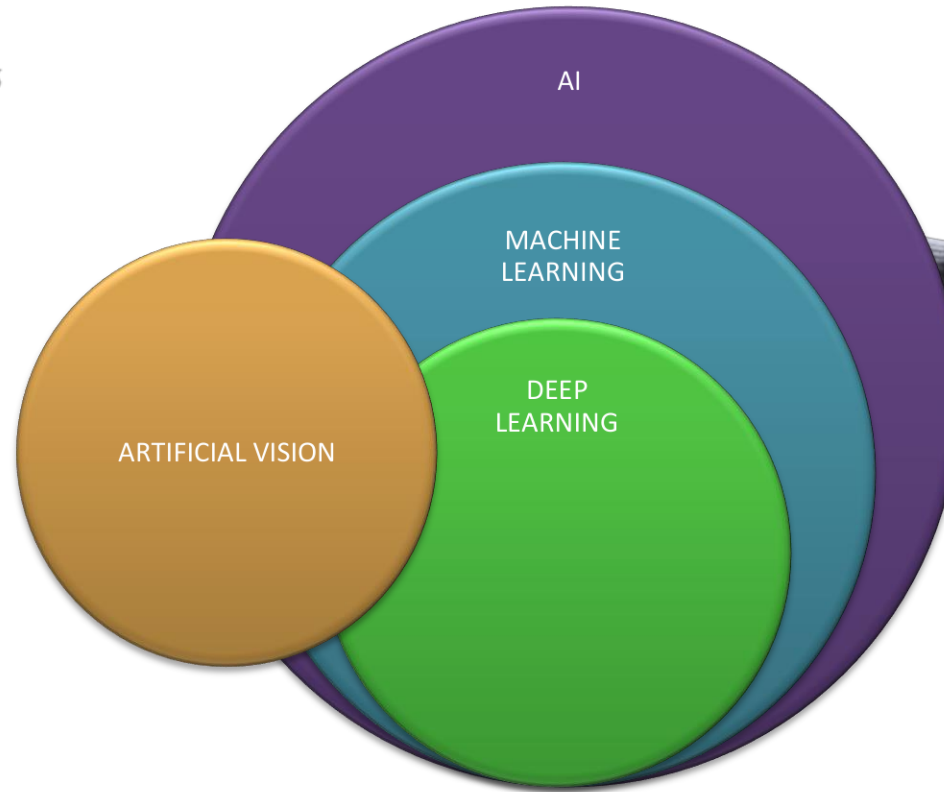
## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer un esquema de seguridad mediante el uso de cámaras que incluyan sensores de movimiento para la detección de personas.
- Implementar un modelo de Machine Learning con el objetivo de mejorar los resultados obtenidos en la fase inicial para mejorar la precisión de predicción de personas.



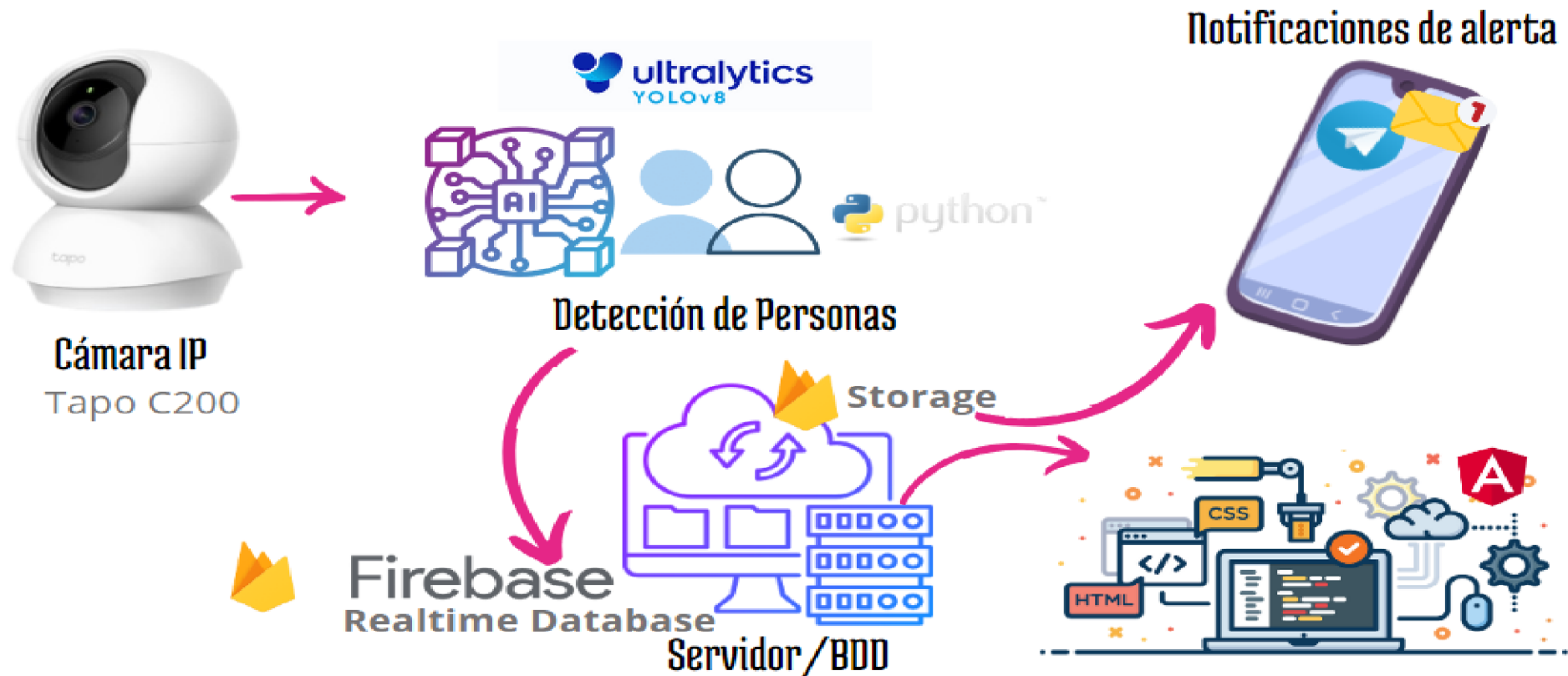


# MARCO TEÓRICO



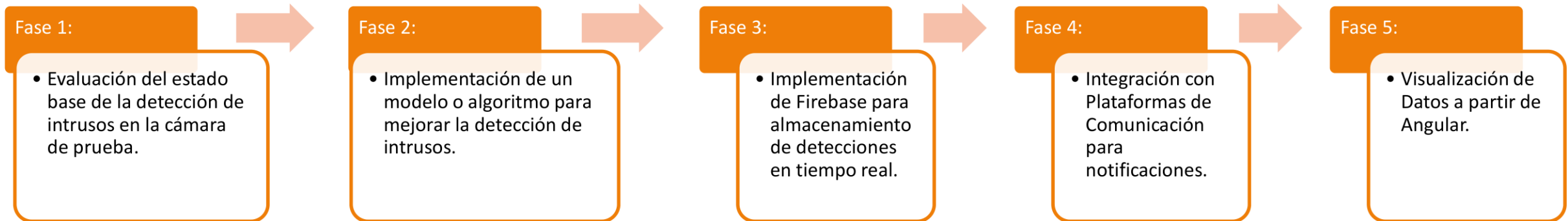
**ESPE**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

# METODOLOGÍA

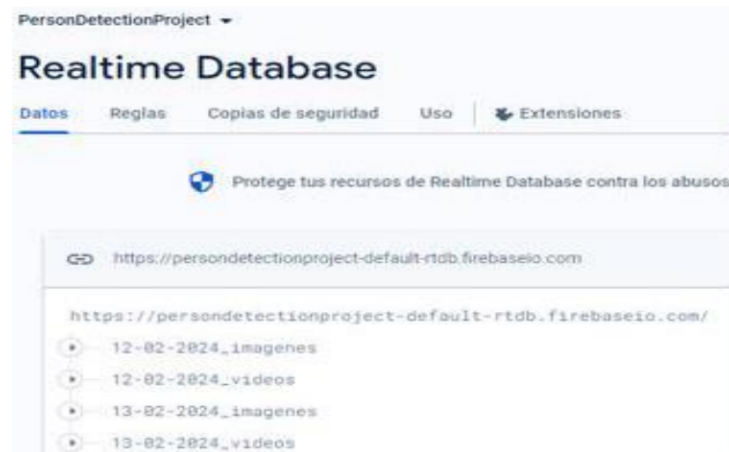
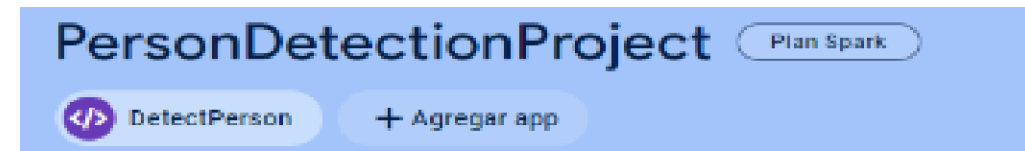
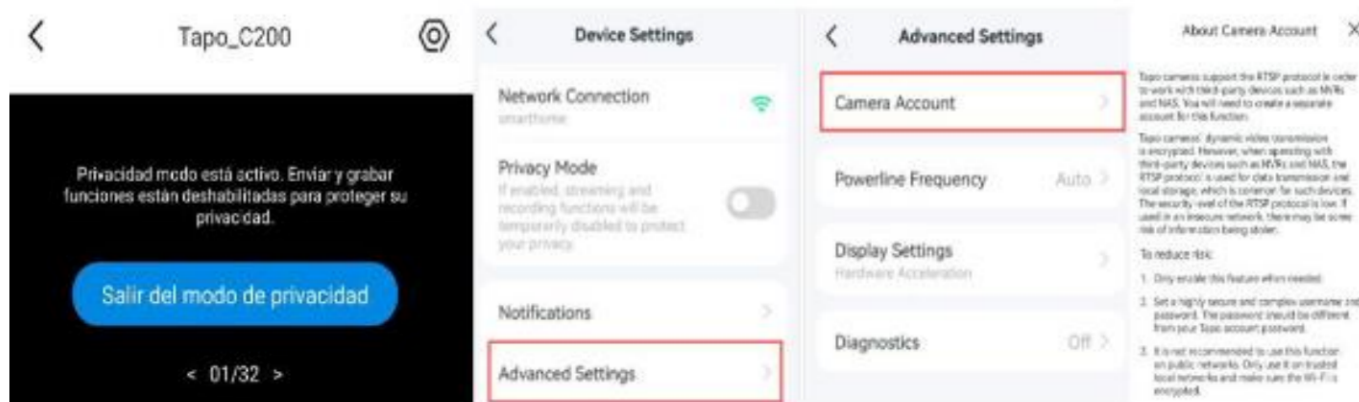


# METODOLOGÍA

- Con el propósito de estimar la eficiencia de la propuesta para detectar intrusos, se llevaron a cabo las actividades:



# METODOLOGÍA





# METODOLOGÍA

```
import firebase_admin
from firebase_admin import credentials, db
import pyrebase
```

```
# Configuración de Firebase
cred = credentials.Certificate('c.json')

firebase_admin.initialize_app(cred, options={
    'databaseURL': config_env['DATABASE_URL'],
    'databaseAuthVariableOverride': {
        'uid': config_env['CUSTOM_TOKEN']
    }
})

firebaseConfig = {
    "apiKey": config_env['API_KEY'],
    "authDomain": config_env['AUTH_DOMAIN'],
    "databaseURL": config_env['DATABASE_URL'],
    "projectId": config_env['PROJECT_ID'],
    "storageBucket": config_env['STORAGE_BUCKET'],
    "messagingSenderId": config_env['MESSAGING_SENDER_ID'],
    "appId": config_env['APP_ID'],
    "measurementId": config_env['MEASUREMENT_ID'],
    "serviceAccount": "c.json"
}

#Inicialización en la app de Firebase
firebase = pyrebase.initialize_app(firebaseConfig)

#Referencia a la BDD y al Storage de Firebase
db_ref=db.reference('/')
storage = firebase.storage()
```

```
#model.export(format="openvino")
ov_model=YOLO("yolov8x-pose-openvino_model/")
model=YOLO("yolov8x-pose.pt")
classNames=["person"]
# Empezamos
while True:
    success, img = cv2.VideoCapture(rtsp_url).read()
    if not success:
        print('No lee la camara')
        break
    if grabacion:
        out.write(img)
        out2.write(img)
        fecha = datetime.now().strftime("%d-%m-%Y")

    results = ov_model(img, show=True, conf=0.6)
    annotated_frame = results[0].plot()

    for r in results:
        boxes = r.bboxes
        for box in boxes:
            if not grabacion:
                if (grabacion and ((datetime.now()-tiempo_detect).total_seconds()>120)):

            if not results[0] and grabacion and ((datetime.now() - tiempo_detect).total_seconds() > 10):

        # Leemos el teclado
        if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord('q'):

cv2.VideoCapture(rtsp_url).release()
cv2.destroyAllWindows()
```



# METODOLOGÍA

```
if not grabacion:
    timestamp = datetime.now().strftime("%Y%m%d_%H%M%S")
    video_path = f'CapturaDeVideos/{timestamp}.mp4'
    video_path2 = f'CapturaDeVideos/{timestamp}.avi'

    video_cap = f'C:/Users/Usuario/Documents/PeopleDetectionProject_Backend/CapturaDeVideos/{timestamp}.mp4'
    video_cap2 = f'C:/Users/Usuario/Documents/PeopleDetectionProject_Backend/CapturaDeVideos/{timestamp}.avi'
    out = cv2.VideoWriter(video_path, cv2.VideoWriter_fourcc('m', 'p', '4', 'v'), fps,
                          (frame_width, frame_height))
    out2 = cv2.VideoWriter(video_path2, cv2.VideoWriter_fourcc('M', 'J', 'P', 'G'), fps,
                          (frame_width, frame_height))
```

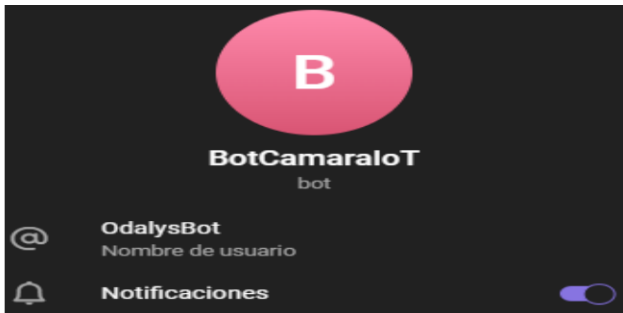
```
image_path = f'CapturaDeImagenes/{timestamp}.jpg'
imagen_cap = f'C:/Users/Usuario/Documents/PeopleDetectionProject_Backend/CapturaDeImagenes/{timestamp}.jpg'
URL_TELEGRAM = f'http://api.telegram.org/bot{TOKEN_TELEGRAM_BOT}'
cv2.imwrite(image_path, annotated_frame)
storage.child(image_path).put(imagen_cap)
fecha = datetime.now().strftime("%d-%m-%Y")
imagen_url=storage.child(image_path).get_url(imagen_cap)
db_ref.child(f'{fecha}_imagenes').push({'timestamp': timestamp,
                                       'imagen_url': imagen_url})
```

```
if (grabacion and ((datetime.now()-tiempo_detect).total_seconds())>120):
    tiempo_detect=datetime.now()
    out.release()
    out2.release()
    storage.child(video_path).put(video_cap)
    storage.child(video_path2).put(video_cap2)
    video_url=storage.child(video_path).get_url(video_cap)
    video_url2=storage.child(video_path2).get_url(video_cap2)

# Actualizar datos en Firebase Realtime Database
db_ref.child(f'{fecha}_videos').push({'timestamp': timestamp,
                                       'video_url': video_url,
                                       'video_url2': video_url2})
```



# METODOLOGÍA



```
import os
import requests
import telebot
```

```
TOKEN_TELEGRAM_BOT = config_env['TOKEN_TELEGRAM_BOT']
ChatId2=config_env['CHAT_ID_BOT'] #Chat del Bot
ChatId=config_env['CHAT_ID_GROUP'] #Chat del Grupo Privado
bot = telebot.TeleBot(TOKEN_TELEGRAM_BOT)
```

```
# Descargar la imagen desde la URL
imagen_response = requests.get(imagen_url)
# Verificar si la descarga fue exitosa
if imagen_response.status_code == 200:
    # Enviar el video como un documento al chat de Telegram
    bot.send_photo(ChatId, imagen_response.content,
                  caption='Se detecto una persona revisa la imagen!')
    os.remove(imagen_cap)
else:
    print("Error al descargar la imagen")
```

```
# Descargar el video desde la URL
video_response = requests.get(video_url)
# Verificar si la descarga fue exitosa
if video_response.status_code == 200:
    # Enviar el video al chat de Telegram
    bot.send_video(ChatId, video_response.content, caption='Se detecto una persona!')
    os.remove(video_cap)
    os.remove(video_cap2)
else:
    print("Error al descargar el video")
```



# METODOLOGÍA

localhost:4200/login



### Inicio de Sesión

Correo

Contraseña

[Iniciar Sesión](#)

localhost:4200/login



### Crear una Cuenta

Correo

Contraseña

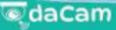
[Crear cuenta](#)

Buscar por dirección de correo electrónico, número de teléfono o UID de usuario






Identificador	Proveedores	Fecha de creación ↓	Fecha de acceso
---------------	-------------	---------------------	-----------------

odalys33.2017@gmail...		26 feb 2024	
rashel.duque.2020@gm...		12 feb 2024	28 feb 2024

localhost:4200/dashboard



Imagenes Videos [Cerrar Sesión](#)

TIMESTAMP	IMAGEN
20240212_222422	
20240212_222549	
20240212_222808	
20240212_223734	
20240212_223834	

localhost:4200/dashboard



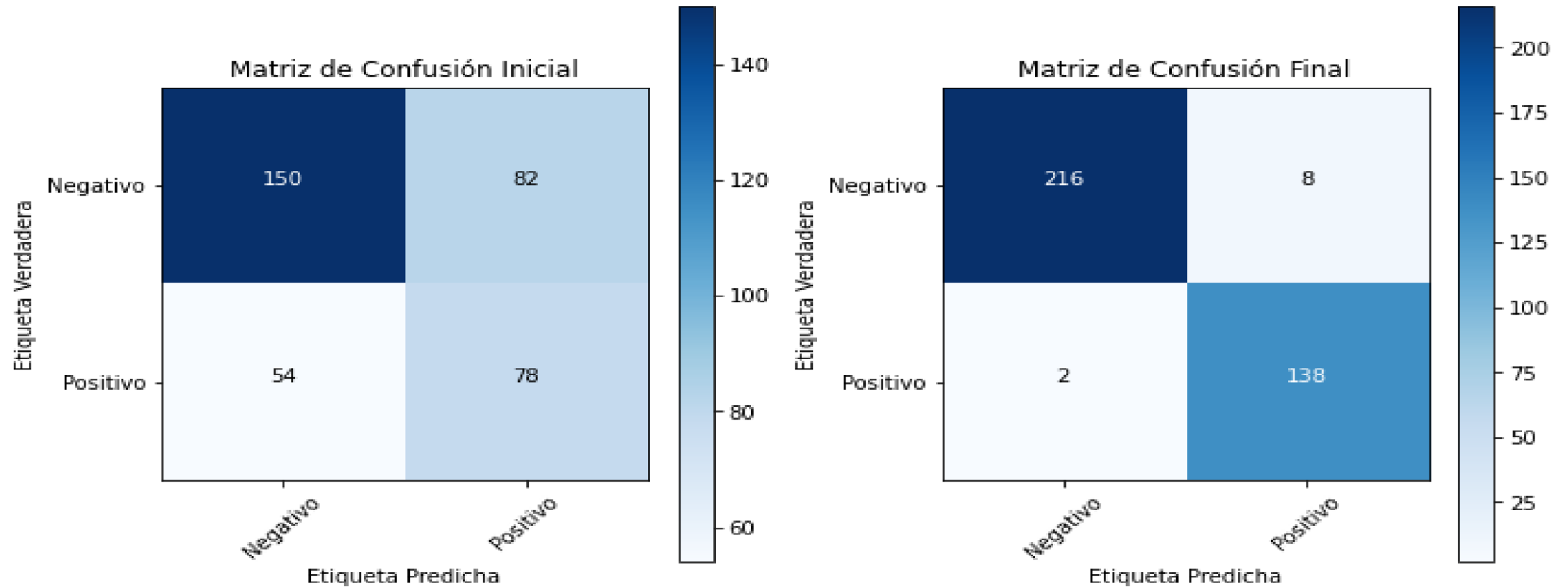
Imagenes Videos [Cerrar Sesión](#)

TIMESTAMP	VIDEO DE DESCARGA
20240212_222549	Descargar Video
20240212_222549	Descargar Video
20240212_222549	Descargar Video
20240212_222549	Descargar Video
20240212_222549	Descargar Video
20240212_222808	Descargar Video
20240212_223734	Descargar Video
20240212_223834	Descargar Video
20240212_224049	Descargar Video
20240213_002238	Descargar Video





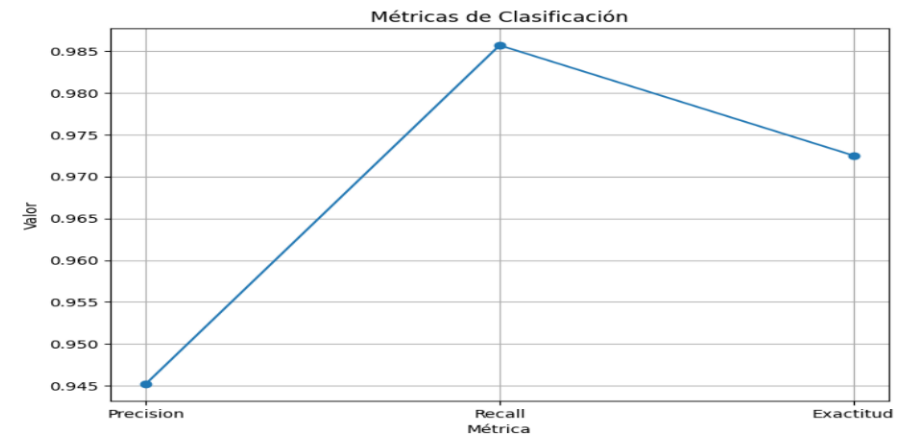
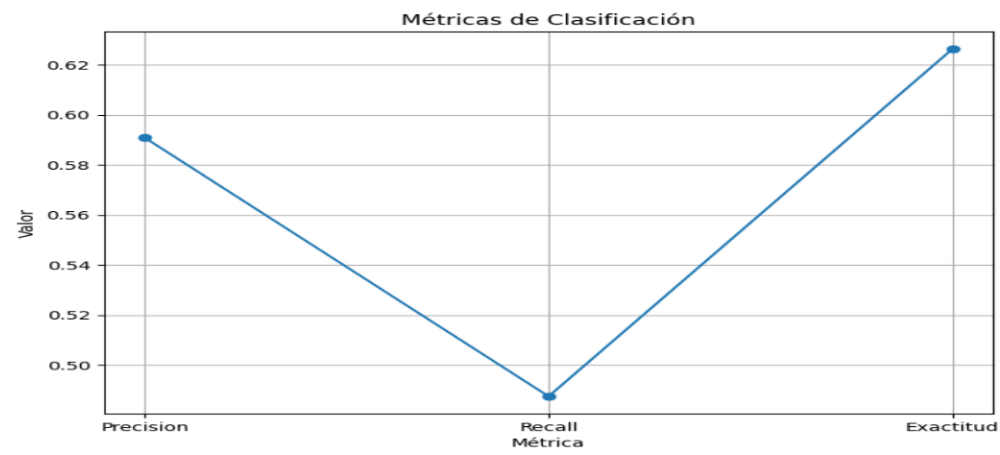
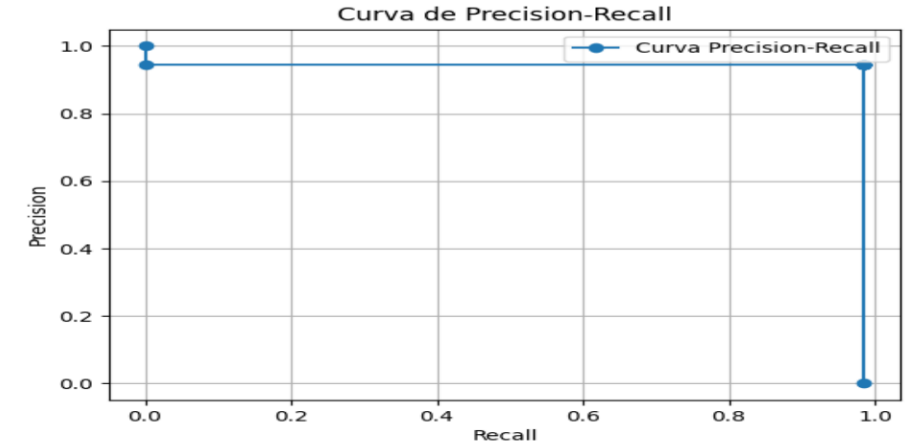
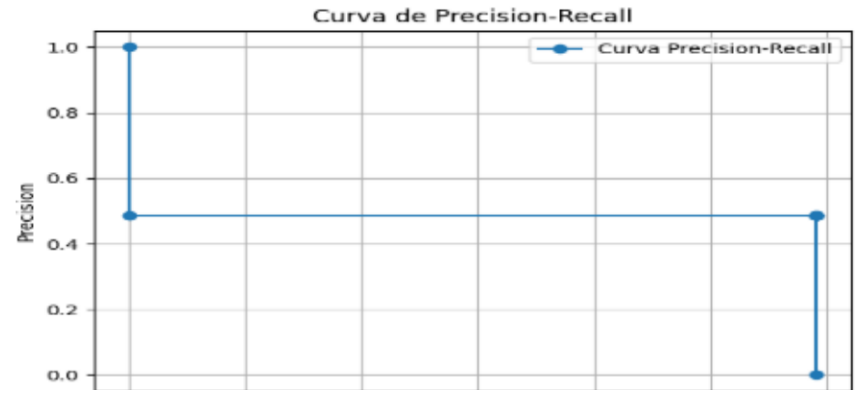
# RESULTADOS



# RESULTADOS

INICIAL:

FINAL:



# RESULTADOS

## MÉTRICAS DE CLASIFICACIÓN

INICIAL:

$$\text{Precision} = \text{VP} / (\text{VP} + \text{FP}) = 78 / (78 + 54) = 0.59$$

$$\text{Recall} = \text{VP} / (\text{VP} + \text{FN}) = 78 / (78 + 82) = 0.49$$

$$\text{Exactitud} = (\text{VP} + \text{VN}) / (\text{VP} + \text{VN} + \text{FP} + \text{FN}) = (78 + 150) / (78 + 150 + 54 + 82) = 0.63$$

Precision: 0.59  
Recall: 0.49  
Exactitud: 0.63

FINAL:

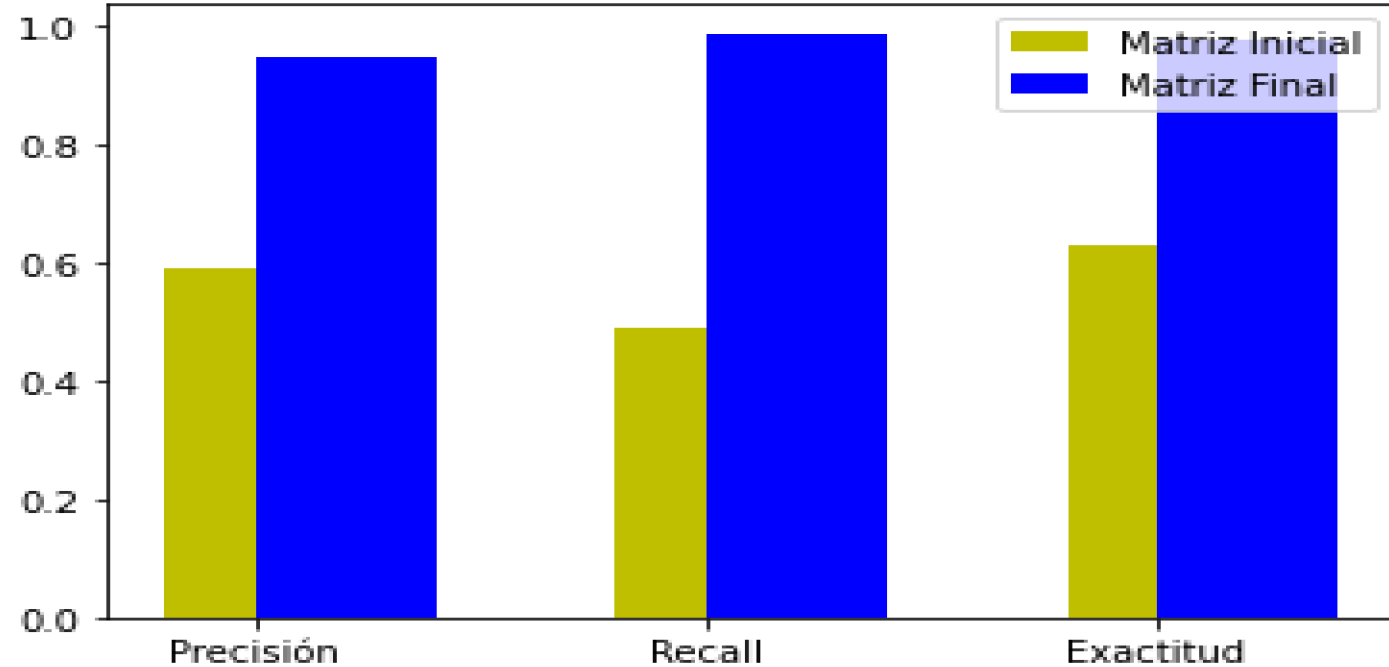
$$\text{Precision} = \text{VP} / (\text{VP} + \text{FP}) = 138 / (138 + 8) = 0.95$$

$$\text{Recall} = \text{VP} / (\text{VP} + \text{FN}) = 138 / (138 + 2) = 0.99$$

$$\text{Exactitud} = (\text{VP} + \text{VN}) / (\text{VP} + \text{VN} + \text{FP} + \text{FN}) = (138 + 216) / (138 + 216 + 8 + 2) = 0.97$$

Precision: 0.95  
Recall: 0.99  
Exactitud: 0.97

Comparación de métricas entre las matrices



	Imágenes	Etiquetas	Precisión	Sensibilidad	Exactitud
Matriz Inicial	364	Persona	59%	49%	63%
Matriz Final		Persona	95%	99%	97%



# CONCLUSIONES

- A partir de los resultados obtenidos con la ayuda del modelo YOLOv8x-pose de Ultralytics para la detección de personas se mejoró de una precisión inicial de 59% a una precisión final de 95%, avalando por tanto la funcionalidad del modelo para la reducción de falsos positivos en las cámaras de prueba, destacando la efectividad de las notificaciones al discriminar a los objetos y animales de la detección. Integrando herramientas como Realtime Database y Storage de Firebase, se permite guardar en el servidor todas estas detecciones en tiempo real, además de integrar la autenticación en la BDD.
- Con la recepción de notificaciones con una precisión más alta en la detección de intrusos y el apoyo de un Bot en Telegram que incluye imágenes y videos en tiempo real permite tener una mayor confianza respecto a las alertas propias de la cámara. Minimizando por lo tanto riesgos a la propiedad y al usuario evitando daños significativos pues el tener un respaldo de los eventos capturados hace posible la investigación y actuación en temas legales, además, al existir estas evidencias en un grupo privado sugiere la posibilidad de compartir con otros usuarios de dicha vivienda estos registros visuales, contando con la atención a estas alertas al mejorar de forma significativa la capacidad para monitorear nuestra instalación.





# CONCLUSIONES

- La propuesta presentada permite además de una detección mejorada de intrusos, reducir la captura de eventos innecesarios en los buffers de videos, al incluir una variable de tiempo con límite máximo de 2 minutos de grabación al detectar una persona, iniciando la notificación con una imagen de la detección. Eliminando la necesidad de revisar periodos extensos de grabación en búsqueda de contenido relevante para el usuario interesado. Además, incluye una espera de 10 segundos antes de cortar el video al no detectar ningún evento, ahorrando con ello el almacenamiento y simplificando la revisión de las detecciones.
- El otorgar autenticación con Firebase en el inicio de sesión para el acceso a las detecciones de imágenes y videos en tiempo real en el aplicativo web con Angular, agrega una capa de seguridad en relación al contenido que se está abordando, gestionando el acceso y rol del usuario autenticado. Pues al agregar la creación de cuentas supone personalizar futuramente la experiencia a un contenido específico según los privilegios del usuario auditado.



# RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso de los modelos YOLO, ya que su tecnología integra versiones adaptables a procesadores con bajos recursos computacionales que pese a no integrar una GPU avanzada como sugiere su efectividad y precisión, las mismas no se ven afectadas como es el caso de este proyecto, pues al tener un procesador Intel, se requirió la versión optimizada del modelo de YOLO en Openvino para su aplicación.
- Se sugiere aplicar y profundizar en los modelos de estimación de pose, ya que sugiere una mejor precisión al integrar puntos clave del objeto en cuestión para su entrenamiento, destacando un punto a favor de la visión artificial y futuras investigaciones o aplicaciones.
- Usar el servidor Firebase para el almacenamiento de las detecciones ofrece facilidad de integración en herramientas con Python y Angular, además de ser gratuita, facilitando su acoplamiento y mejora.
- Aplicar las notificaciones en un Bot y un grupo privado en Telegram ofrece una versatilidad para el envío de imágenes y video en tiempo real, además de agregar un plus en la privacidad de la información que se está manejando.



¡GRACIAS POR SU ATENCIÓN!



**ESPE**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA