



# Vulture Security Cam System

Sistema de video vigilancia remoto

Desarrollado por Enrique Sánchez Vicente



GitHub repositorio:

<https://github.com/EnriqueSanVic/vulture-security-cam-system>



## Índice

<b>Vulture Security Cam System.....</b>	<b>1</b>
Sistema de video vigilancia remoto.....	1
<b>Descripción del producto.....</b>	<b>3</b>
Partes del producto.....	4
<b>Requisitos Hardware.....</b>	<b>5</b>
Cámara de video vigilancia.....	5
Micro computador Raspberri Pi.....	5
Módulo de cámara.....	6
Bus adaptador.....	7
Servidor.....	8
Factores de escalabilidad.....	8
Configuración opcional NAS.....	10
Smartphone Cliente.....	11
Versión del sistema Android.....	11
Diagrama de componentes hardware.....	13
<b>Requisitos Software.....</b>	<b>14</b>
Software propietario .....	14
Vulture Cam.....	14
Vulture Server.....	15
Vulture App.....	16
Vulture Streaming Protocol.....	17



# Descripción del producto

Vulture Security Cam System es una solución integral de video vigilancia para empresas y particulares, lo que implica un sistema con las siguientes capacidades:

- Retransmisión de vídeo en streaming (vídeo en directo).
- Historial de grabaciones.
- Capacidad para soportar múltiples usuarios.
- Capacidad para soportar múltiples cámaras de video vigilancia para cada usuario.
- Aplicación cliente para dispositivos móviles Android con la capacidad de ofrecer el servicio al consumidor final.

Todo el sistema está enfocado al consumo del servicio de video vigilancia por el usuario final de manera remota, que se llevaría a cabo desde la aplicación móvil con capacidad para acceder al set de cámaras y poder consumir el vídeo en streaming así como el historial de grabaciones de cada cámara instalada.

Esta forma de ofrecer el servicio es idónea debido a que aporta portabilidad para el cliente, pudiendo observar la transmisión en directo de cada cámara desde cualquier parte con la facilidad y la sencillez de una aplicación móvil intuitiva y fácil de utilizar.

La filosofía del producto es abaratar costes en las componentes del sistema, haciendo especial énfasis en el uso de hardware económico en las cámaras de video vigilancia para ser un producto competitivo.



## Partes del producto

El sistema Vulture tiene 3 componentes claramente diferenciados que trabajan en conjunto con una arquitectura de red cliente-servidor.

- El **Servidor** es el pilar fundamental que gestionará todo el sistema y al que se conectarán las cámaras para enviar la señal de vídeo streaming pero también también se conectarán los clientes para recibir todos los datos que requieran y la señal de vídeo en streaming para consumirla a tiempo real.

El servidor también es el encargado de ir comprimiendo el streaming en formatos de vídeo y almacenar el histórico de grabaciones de cada cámara.

- El **Sistema de Cámaras** está compuesto por un número variable de video cámaras desarrolladas a partir de un *single-board computer* Raspberry Pi adaptado para la función de transmisión de vídeo en streaming con un módulo de cámara conectado a la placa base y una carcasa creada para la fácil manipulación y conservación del dispositivo.

El sistema de cámaras depende de una instalación de internet en el área en el que se quiera instalar, la instalación de internet requiere de una línea y un router con capacidad de conexión de múltiples dispositivos conectados, esta conexión podrá ser inalámbrica para más facilidad de instalación pero de manera idónea para mayor velocidad de conexión y fiabilidad, la instalación debería de ser por cable de red.

- La **Aplicación Android** es el medio por el cual el cliente podrá consumir el servicio de video vigilancia, esta aplicación es intuitiva y sencilla de usar y da acceso al cliente al flujo de vídeo en streaming de cada una de sus cámaras instaladas así como al histórico de grabaciones de cada una de ellas, además podrá apagar o encender la transmisión de cada una de las cámaras.



# Requisitos Hardware

El hardware del sistema se ha escogido para abaratar costes sin perder funcionalidades ni rendimiento. Recordemos que lo que se pretende es que el sistema Vulture sea asequible para el gran público, lo que es una limitación a la hora de escoger componentes.

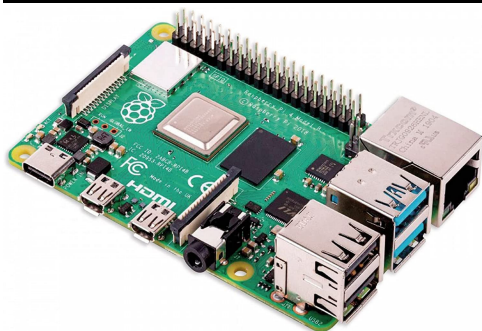
## Cámara de video vigilancia

El sistema de cámaras de video vigilancia estará conformado por un micro computador y un módulo de cámara con el que se obtendrán las imágenes que conformarán el vídeo en streaming.

### Micro computador Raspberri Pi

La parte más cara del producto a la hora de ofertarlo como solución para un cliente sin duda es la computadora de la cámara de vigilancia, que es un *single-board computer* Raspberry Pi.

Para poder hacer una segmentación en gamas del producto, la cámara de video vigilancia estará disponible en dos versiones, el primer modelo de cámara estará creado a partir del modelo de micro computador Raspberry Pi 4B 1Gb que es uno de los más caros de toda la gama de micro computadoras, el segundo modelo de cámara estará creado a partir del modelo Raspberry Pi Zero W que es uno de los modelo más económicos.



*Raspberry Pi 4B*



*Raspberry Pi Zero W*



La diferencia entre ambos modelos son las especificaciones de sus componentes, lo que repercutirá en el rendimiento del vídeo por streaming y la calidad de la imagen.

Esto hará que el software que controla las cámaras tenga dos configuraciones distintas para cada una de las configuraciones hardware.

La idea es que a la hora de ofrecer la solución al cliente, este escoja entre ambos modelos para conformar a su gusto la distribución de cámaras de vídeo vigilancia.

La Raspberry Pi 4B 2Gb es el modelo con el que se llevará a cabo el desarrollo inicial y la fase de pruebas del sistema debido a que es el modelo que se tiene a disposición inmediata para iniciar el desarrollo, aun así se pretende en un futuro realizar las pruebas y la implementación de la configuración del modelo Zero W.

Por esa razón todas las decisiones de diseño y requisitos del sistema se enfocan en la total compatibilidad del hardware y del software con el modelo Zero W para poder tener una fácil y rápida migración del desarrollo llegado el momento de realizar la implementación del sistema en el modelo Zero W.

Link a ambos modelos de micro computador:

Raspberry Pi 4B 1Gb: [link a las especificaciones del producto](#)

Raspberry Pi Zero W: [link a las especificaciones del producto](#)

## Módulo de cámara

El módulo de cámara escogido es para recoger los fotogramas que conformarán el vídeo en streaming es el **Pi Camera Module 2**, que es el módulo de cámara oficial que ofrece la compañía.

La elección de este módulo de cámara y no de otro más barato es que este módulo de cámara se programa con una librería oficial de la marca llamada Pi Camera y que tiene un buen soporte y actualizaciones, lo que garantiza la fiabilidad, robustez y seguridad del sistema a parte de ser compatible con una gran variedad de módulos de cámara de



*Pi Camera Module 2*



gamas superiores lo que deja abierta la posibilidad de escalar o ampliar el sistema de cámaras en un futuro pudiendo hacer implementaciones interesantes con otros módulos de cámara disponibles en el mercado como cámaras con sensores infrarrojos para implementar un modo de vigilancia en la oscuridad.

Pi Camera Module 2: [link a las especificaciones del producto](#)

## Bus adaptador

Para realizar la migración del micro computador a la versión más económica del Raspberry Pi Zero W es necesario un adaptador del bus que conecta el módulo de cámara de la Pi Camera con la placa base, dicho adaptador es un bus económico ofrecido también por los distribuidores oficiales de Raspberry Pi, este adaptador se debe a que el conector del bus de cámara de las Raspberry Pi Zero W es ligeramente más pequeño que el del resto de los micro computadores pero la configuración de los pines del bus es la misma.

Bus adaptador: [link a las especificaciones del producto](#)



*Configuración Raspberry Pi Zero W +  
Bus adaptador + Pi Camera Module 2*

---



## Servidor

El servidor es el ordenador encargado de manejar toda la lógica de negocio y gestionar todas las conexiones, tanto usuarios como cámaras de video vigilancia.

Las especificaciones hardware del servidor no están ligadas a la plataforma hardware debido a que el software encargado de manejar el servidor estará desarrollado para la máquina virtual de Java (JVM), lo que hace que el software no sea dependiente en de la plataforma sobre la que se ejecuta si no que la dependencia radica en si existe o no una implementación de la JVM para la plataforma hardware que se quiera escoger, cabe destacar que la mayoría de plataformas y sistemas operativos tienen implementaciones de la JVM.

Esto permite tener una gran maniobrabilidad a la hora de escoger el servidor que se quiera usar debido a que podemos escoger entre plataformas x86 o arm y entre multitud de sistemas operativos.

Por eficacia y seguridad, la configuración más optima sería un x86 + Linux Debian debido a que es una configuración hardware - software segura y eficiente para la tarea que se requiere.

Per o una vez más por eficacia en el desarrollo, el sistema será desarrollado sobre una plataforma x86 + Windows 10, debido a que es más cómoda a la hora de trabajar en el desarrollo y es la inmediatamente disponible.

Esto no debería de ser un problema a la hora de migrar el software desarrollado a la plataforma Linux debido a que la implementación en Java no debería de tener muchos problemas a la hora de ejecutarse sobre otra JVM diferente, aunque puede llegar a existir alguna pequeña incompatibilidad.

## Factores de escalabilidad

La primera versión del servidor está pensada para poder soportar pocos usuarios y pocas cámaras por usuario, esto es debido a una serie de factores limitantes en la escalabilidad del producto y el número de clientes a los que se puede ofrecer el servicio.

La idea inicial es tener un servidor centralizado encargado de manejar la lógica de





negocio de todo el producto, pero existe un gran problema de escalabilidad que sucedería en el momento en el que empezase a aumentar el número de clientes a los que se ofrece el producto.

Los factores limitantes para la escalabilidad del producto son:

- La velocidad de conexión de la red posiblemente no fuese suficiente para satisfacer el número de conexiones y el ancho de banda que demandaría el sistema, probablemente con unas pocas decenas de cámaras de vídeo vigilancia transmitiendo streaming hacia el servidor, ya congestionaría la red.
- La velocidad de procesamiento del servidor es otro gran factor limitantes debido a que por cada cámara conectada al servidor, este tiene un hilo procesando la transmisión del streaming y comprimiendo el vídeo a ficheros de vídeo para almacenarlos, lo que consume cierta capacidad del procesador.
- La capacidad de almacenamiento es un mal inevitable a la hora de querer almacenar gran cantidad de ficheros para cada cliente como es el historial de grabaciones, este por suerte es un factor limitante que tiene soluciones inmediatas como la instalación de más capacidad o alguna solución de memoria distribuida.

Para enfrentarnos a esta serie de problemas podemos hacerlo por diferentes vías, para la velocidad de conexión podemos instalar una red mucha más capacidad y un router capaz de gestionarla, así como instalar en el servidor una tarjeta de red que soporte la potencia instalada como puede ser una tarjeta de 10 GB ethernet.

Para resolver el problema de la capacidad de procesamiento no queda más remedio que ampliar las capacidades de procesamiento del servidor llegado el momento, ya sea instalando un procesador con más capacidad o cambiando todo el equipo a otro que tenga más posibilidades. Esto podría hacerse instalando alguna de las soluciones de servidor en configuración de RAC que se ofrecen en el mercado, que son muy capaces para tareas de este estilo y muchas de ellas tienen capacidad para albergar multitud de procesadores y aumentar la capacidad de procesamiento.

Para el problema del almacenamiento habrá que tomar medidas de eliminación automática del historial de los clientes pasado determinado tiempo, pero aún así podemos necesitar ampliar frecuentemente la capacidad de almacenamiento instalada,



para esto, uno de los siguientes puntos de los requisitos hardware trata de como manejar este problema con un NAS.

En caso de adquirir una gran cartera de clientes y no poder satisfacer los requerimientos de escalabilidad habría que replantear la arquitectura de todo el sistema reformulándola en una arquitectura de micro servicios con multitud de servidores distribuidos para poder mejorar los requerimientos y capacidades del sistema en conjunto.

## Configuración opcional NAS

Un NAS es un *Network Attached Storage*, es decir, otro servidor que sirve solamente para gestionar una gran capacidad de almacenamiento en forma de discos duros físicos o discos duros de estado sólido dependiendo de la configuración.

Esta configuración es muy popular para aumentar significativamente la capacidad de almacenamiento de un servidor, haciendo que se conecte a otro servidor NAS a modo de micro servicio encargado del almacenamiento debido a que suelen tener una gran capacidad para discos duros y para gestionar el espacio en conjunto en esos discos, ofreciendo también buenas velocidades de transmisión de ficheros y red de 10 GB ethernet y seguridad y persistencia para las grabaciones. Por lo general estos servidores NAS suelen tener capacidad para muchos espacios de discos y suelen soportar configuraciones en RAID para asegurar la persistencia de los datos almacenados.



0

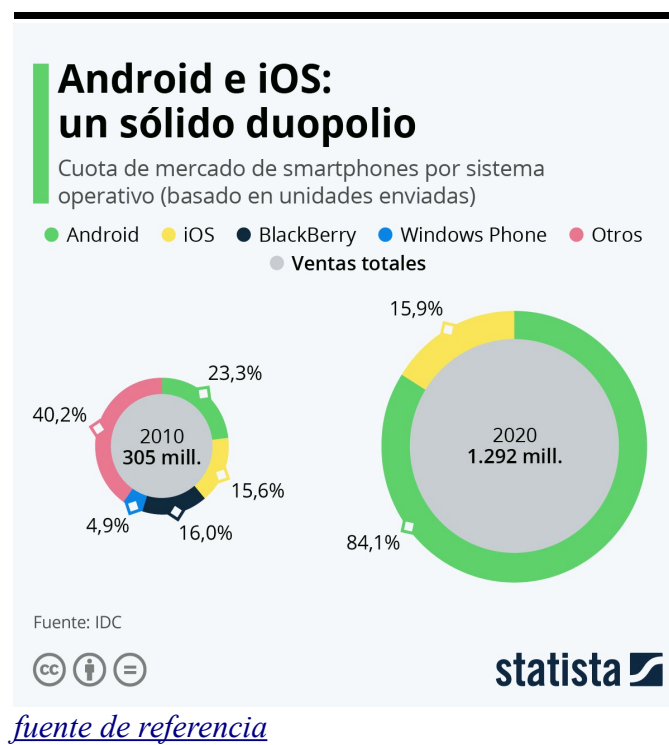
*Servidor NAS*



## Smartphone Cliente

El desarrollo de la aplicación cliente se va a realizar la plataforma Android dado que la cuota de mercado de estos dispositivos en el mercado de los smartphones es la plataforma líder y por lo tanto facilita la recepción del gran público de la aplicación móvil del sistema Vulture debido a que la mayoría de la población tiene un dispositivo Android.

En los últimos años la plataforma ha logrado la supremacía de la cuota de mercado mundial en el sector de los sistemas operativos para dispositivos móviles alcanzando en 2020 un 84,1% de la cuota de mercado.



## Versión del sistema Android

El único requisito que debe tener el smartphone es que debe de ser capaz de soportar la versión Android 8.0 Oreo debido a que la app se va a desarrollar para la versión de API 26, de esta manera la aplicación sería compatible con esa versión de API y versiones posteriores, lo que se consigue con esto es que la aplicación sea instalable



en 89.1% de los dispositivos Android, dato recopilado a fecha 17/4/2022.

Esta versión de Android ha sido escogida para poder llegar al mayor número de clientes posible sin perder funcionalidades necesarias para el desarrollo.

El uso porcentual de la cuota de uso acumulada por cada versión de sistema operativo y API se puede ver en la siguiente tabla:

Version	SDK / API level	Version code	Codename	Cumulative usage <sup>1</sup>	Year
Android 13 <sup>DEV</sup>	Level 33	T	Tiramisu <sup>2</sup>	No data	TBA
Android 12	Level 32 <span>Android 12L</span> <sup>BETA</sup>	S_V2	Snow Cone <sup>2</sup>	<div></div> 9.5%	2021
	Level 31 <span>Android 12</span>	S			
	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ <code>targetSdk</code> will need to be 31+ for new apps by August 2022 and updates by November 2022. <sup>3</sup></li><li>▪ <code>targetSdk</code> will need to be 31+ for all existing apps by November 2023. <sup>4</sup></li></ul>				
Android 11	Level 30	R	Red Velvet Cake <sup>2</sup>	<div></div> 45.1%	2020
	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ <code>targetSdk</code> must be 30+ for new apps and app updates. <sup>3</sup></li><li>▪ <code>targetSdk</code> will need to be 30+ for all existing apps by November 2022. <sup>4</sup></li></ul>				
Android 10	Level 29	Q	Quince Tart <sup>2</sup>	<div></div> 68.9%	2019
Android 9	Level 28	P	Pie	<div></div> 80.7%	2018
	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ <code>targetSdk</code> must be 28+ for new Wear OS apps and Wear OS app updates.</li></ul>				
Android 8	Level 27 <span>Android 8.1</span>	O_MR1	Oreo	<div></div> 87.0%	2017
	Level 26 <span>Android 8.0</span>	O		<div></div> 89.7%	
Android 7	Level 25 <span>Android 7.1</span>	N_MR1	Nougat	<div></div> 91.3%	2016
	Level 24 <span>Android 7.0</span>	N		<div></div> 94.1%	

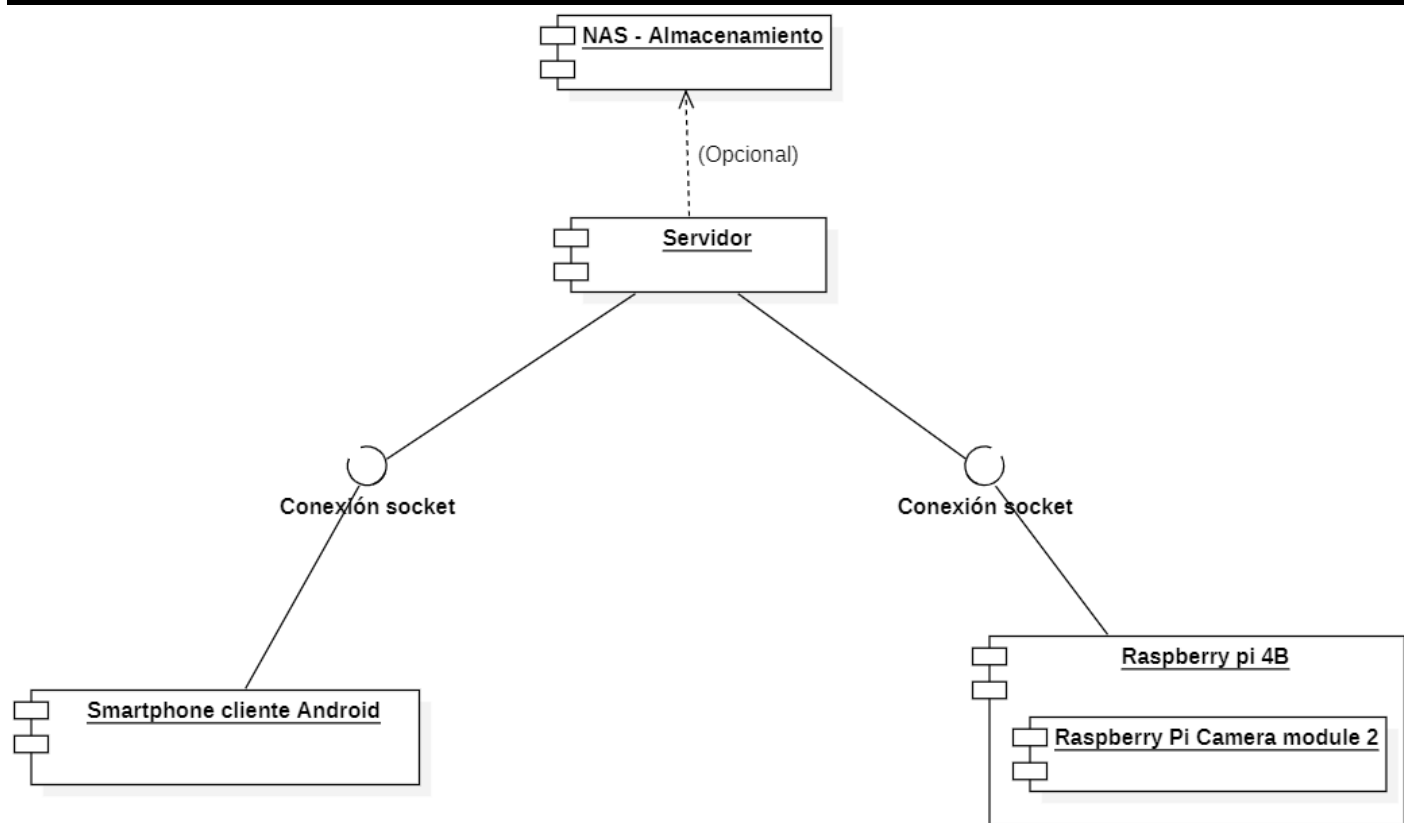
[fuente de referencia](#)

El hecho de haber elegido esta versión de la API facilita la reutilización de código fuente debido a que esta versión de la API es compatible con el JDK 11 y a la hora de codificar la clases y la lógica relacionada con la comunicación y los protocolos de envío de streaming se podrán reutilizar ciertas clases o partes del código entre la aplicación gestora del servidor y la aplicación de Android.



## Diagrama de componentes hardware

Para la comunicación de los componentes hardware del sistema se han creado los protocolos de red de bajo nivel por encima del protocolo TCP/IP que harán posible la comunicación por las conexiones socket entre los componentes del sistema para poder transmitir el streaming, la información y los ficheros necesarios.



*diagrama de componentes hardware*

El diagrama muestra como se disponen los componentes y que dependencias tienen entre sí tienen, en este caso se ve como la Raspberry Pi Camera module 2 está dentro del componente de la Raspberry Pi 4B, es decir, es un subcomponente.

También se aprecia el componente opcional del servidor NAS y como el Servidor principal dependería de este para la gestión del almacenamiento en caso de optar por la configuración opcional del sistema.

También se aprecian las interfaces de comunicación entre el servidor y las cámaras y el servidor y los smartphones que son conexiones socket para los que se han desarrollado protocolos propietarios de comunicación de bajo nivel.



# Requisitos Software

El apartado de software del producto es muy variado teniendo diferentes softwares que manejan los distintos componentes hardware a demás de usar software de terceros para la administración de micro servicios como puede ser el sistema gestor de bases de datos utilizado.

## Software propietario

Este apartado pretende dejar claro cuales van a ser los diferentes componentes del software creado expresamente para el producto Vulture Security Cam System © y cuales serán sus responsabilidades a alto nivel así como una pequeña descripción de los requisitos no funcionales de cada componente como la plataforma sobre la que se desarrolla y el lenguaje de programación en el que se codifica.

### Vulture Cam

Este programa tiene el cometido del control de la cámara de video vigilancia (El micro computador Raspberry Pi y sus periféricos), es decir, debe de controlar las funcionalidades relacionadas con la captura de imagen, la transmisión del streaming y el control del estado de la cámara de vigilancia (activada o suspendida).

Este software se ejecutará sobre el sistema operativo Linux Raspbian ARM 64 bits (Distribución creada a partir de Linux Debian), que es un sistema operativo especialmente concebido para ejecutarse sobre micro computadoras Raspberry Pi, por encima de este estará el intérprete de Python que es la plataforma software sobre la que se ejecutará directamente el Vulture Cam.

El sistema lenguaje de programación escogido para este componente es Python 3.X debido a que es el lenguaje para que se ha desarrollado el software de terceros (librerías) que permite interactuar con el periférico del modulo de cámara Pi Camera Module 2.





## Vulture Server

Este software back-end del sistema, es decir, el encargado de gestionar el servidor, por lo tanto tiene la mayor responsabilidad del sistema dado que es el que tienen la lógica de negocio y del que dependen el resto de componentes para poder funcionar.

El servidor tiene diversas responsabilidades:

- **Gestión de conexiones:** El servidor debe de gestionar las conexiones de las cámaras de video vigilancia que están transmitiendo el streaming y ser capaz de controlarlas pero también de satisfacer las peticiones de los smartphones que le soliciten información implementando dos protocolos de comunicación propietarios del sistema, uno para cada tarea respectivamente.
- **Compresión de vídeo y gestión del historial de grabaciones:** El servidor ha de poder comprimir en formatos mp4 las grabaciones de cada cámara de video vigilancia a partir de la transmisión del streaming y almacenarlas un tiempo determinado para ofrecer un historial de grabaciones de cada una de las cámaras de video vigilancia.
- **Seguridad:** El servidor debe de garantizar la seguridad de los datos que transmite y que le son transmitidos implementando un sistema de logeo para cada cliente, de esta manera solo se le ofrecerán datos a los clientes que hayan sido verificados por el sistema de logeo.
- **Gestión de usuarios:** El servidor debe de ser capaz de asociar cámaras de vigilancia con los usuarios a los que pertenece para tener todas las partes del sistema relacionadas de tal manera que cuando un usuario solicite información de las cámaras de video vigilancia se le ofrezca solamente la de las cámaras asociadas a él.



*Isotipo del lenguaje Java*

---

Para poder llevar a cabo estos requisitos el servidor usará software de terceros como puede ser un SGBD (Sistema Gestor de Bases de Datos) o drivers y conectores para realizar la comunicación entre los servicios locales.

Para esta tarea el servidor tendrá una rica estructura de clases diferenciando en distintas entidades los artefactos del software involucrados en el programa, precisamente por esta



y otras razones que ahora serán expuestas se ha escogido Java como lenguaje de programación para codificar Vulture Server.

El desarrollo se ha hecho sobre el JDK 11 debido a que tiene funciones ampliadas en muchas de las componentes de la API respecto al JDK 8 que es la versión más estandarizada.

Java es una plataforma ideal para desarrollar el servidor dado que es una máquina virtual independiente de la plataforma hardware y el sistema operativo sobre el que se ejecuta lo que permite ejecutar el Vulture Server sobre distintas plataformas como Windows, MacOS y Linux y plataformas x86 y ARM para realizar diferentes pruebas de entorno o incluso poder migrar el servidor a otra plataforma si cambian los requisitos que rigen la elección de la plataforma escogida.

Para el desarrollo se usará un entorno del sistema operativo Windows 10 Home x86 de 64 bits debido a que es el entorno de ejecución inmediatamente disponible.

## Vulture App

Este software es la parte front-end del sistema, es la aplicación cliente encargada de visualizar los datos del sistema de cámaras compuestos por la transmisión en streaming y el historial de grabaciones de cada cámara de vigilancia de un cliente.

Esta aplicación ha de ser sencilla he intuitiva y ha de ofrecer las siguientes funcionalidades:

- **Vista de logeo** en el sistema.
- **Vista del listado** de las cámaras asociadas al usuario.
- **Vista de cada cámara** donde se podrán visualizar el streaming de cada cámara o se podrán ver los clips del historial de grabaciones así como controlar el estado de la transmisión de la cámara.



El servidor se desarrollará en Android sobre el lenguaje Java con la API 26, se ha escogido este lenguaje de programación en vez de lenguajes híbridos o kotlin debido a que es el lenguaje nativo del Android Runtime (máquina virtual java de Android) y tiene mejor accesibilidad a partes de bajo nivel de la API como a los métodos nativos de conexiones de red, cosa que facilitará el desarrollo de los protocolos de bajo nivel de





comunicación entre el Vulture App y Vulture Server.

## Vulture Streaming Protocol

Protocolo de bajo nivel encargado de la transmisión del streaming entre las cámaras de vigilancia y el servidor. Es decir, pretende ser una interfaz de comunicación entre los componentes software [Vulture Cam](#) y [Vulture Server](#).

Este protocolo de comunicación es bidireccional trabaja a nivel de lenguaje máquina transmitiendo chorros de bytes y creando un código de comunicación que debe de ser interpretable tanto por el emisor como por el receptor.

El cometido principal de este protocolo es transmitir frame a frame (fotograma por fotograma) cada uno de los fotogramas que componen el video en streaming que conforma la imagen en directo. El cometido secundario del protocolo es controlar el estado de la cámara de video vigilancia, es decir, poder activar y suspender la transmisión del streaming desde el servidor.

Este protocolo usa sockets para realizar la comunicación entre ambas máquinas y está construido sobre el protocolo de internet TCP/IP.

Siguientes

- Vulture Client protocol
- Software de terceros
  - MySQL
  - Diver MySQL Connecto Java JDBC
  - Librería Pi Camera
- Diagrama componentes Software
- Manejo de datos
  - Diagrama E/R