



**Universidad
Norbert Wiener**

UNIVERSIDAD PRIVADA NORBERT WIENER
Escuela de Posgrado

Tesis

“EL USO DE LA PERICIA DE IDENTIFICACIÓN DE LA
PLACA DE RODAJE VEHICULAR Y SU RELACIÓN CON LA
CALIDAD DEL VIDEO DIGITAL EN LOS HECHOS
DELICTIVOS DE ROBO EN LA OFICINA DE PERITAJES
DEL MINISTERIO PÚBLICO, LIMA, 2019-2020”

PARA OPTAR EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIA CRIMINALÍSTICA

AUTOR: ORELLANO BENANCIO, LIZBARDO

Código ORCID: 0000-0002-6804-0223

Lima-Perú

2021

Tesis

“EL USO DE LA PERICIA DE IDENTIFICACIÓN DE LA
PLACA DE RODAJE VEHICULAR Y SU RELACIÓN CON LA
CALIDAD DEL VIDEO DIGITAL EN LOS HECHOS
DELICTIVOS DE ROBO EN LA OFICINA DE PERITAJES
DEL MINISTERIO PÚBLICO, LIMA, 2019-2020”

Línea de Investigación específica:

Estado, Gobierno, constitución, Derechos Humanos y Derechos Fundamentales

Asesora:

DRA. CASANA JARA, KELLY MILAGRITOS

Código ORCID: 0000-0002-7778-3141

ÍNDICE

Portada

Índice

Resumen

Abstract

CAPITULO I: EL PROBLEMA

- 1.1. Planteamiento del problema
- 1.2. Formulación del problema
 - 1.2.1. Problema general
 - 1.2.2. Problema específico
- 1.3. Objetivos de la investigación
 - 1.3.1. Objetivo general
 - 1.3.2. Objetivos específicos
- 1.4. Justificación de la investigación
 - 1.4.1. Teórica
 - 1.4.2. Metodológica
 - 1.4.3. Práctica
- 1.5. Limitaciones de la investigación
 - 1.5.1. Temporal
 - 1.5.2. Espacial
 - 1.5.3. Recursos

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

- 2.1. Antecedentes de la investigación
- 2.2. Bases teóricas
 - 2.2.1. La pericia de identificación de la placa de rodaje

- 2.2.2. La Calidad de los videos digitales
- 2.2.3. Los fotogramas
- 2.2.4. El bitrate
- 2.3. Formulación de Hipótesis
 - 2.3.1. Hipótesis general
 - 2.3.2. Hipótesis específicas

CAPITULO III: METODOLOGÍA

- 3.1. Método de investigación
- 3.2. Enfoque investigativo
- 3.3. Tipo de investigación
- 3.4. Diseño de la investigación
- 3.5. Población, muestra y muestreo
- 3.6. Variables y operación
- 3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos
 - 3.7.1. Técnica
 - 3.7.2. Descripción
 - 3.7.3. Validación
 - 3.7.4. Confiabilidad
- 3.8. Plan de procesamiento y análisis de datos
- 3.9. Aspectos éticos

CAPITULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- 4.1. Resultados
 - 4.1.1. Análisis descriptivos de resultados
 - 4.1.2. Prueba de hipótesis
 - 4.1.3. Discusión de resultados

CAPITULO V: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Conclusiones

5.2. Recomendaciones

REFERENCIAS

Anexo 1: Matriz de Consistencia

Anexo 2: Instrumentos

Anexo 3: Validez de instrumentos

Anexo 4: Artículo científico elaborado

TABLAS

Tabla 1. Variables y Operacionalización	34
Tabla 2. Datos recolectados del año 2019	39
Tabla 3. Datos recolectados del año 2020	40
Tabla 4 Interpretación del coeficiente de correlación de Spearman	41
Tabla 5. Resolución de Videos Digitales de los Hechos Delictivos de Robo en la Oficina de Peritajes del Ministerio Público, Lima, 2019-2020	42
Tabla 6. Fotogramas de Videos Digitales de los Hechos Delictivos de Robo en la Oficina de Peritajes del Ministerio Público, Lima, 2019-2020	43
Tabla 7. Bitrate de Videos Digitales de los Hechos Delictivos de Robo en la Oficina de Peritajes del Ministerio Público, Lima, 2019-2020	44
Tabla 8. Caracteres identificados según dimensiones de la calidad de Videos Digitales de los Hechos Delictivos de Robo en la Oficina de Peritajes del Ministerio Público, Lima, 2019-2020	45
Tabla 9. Análisis de relación entre caracteres identificados y calidad de los Videos Digitales de los Hechos Delictivos de Robo en la Oficina de Peritajes del Ministerio Público, Lima, 2019-2020.	47
Tabla 10. Análisis de relación entre caracteres identificados y resolución en la calidad de los Videos Digitales de los Hechos Delictivos de Robo en la Oficina de Peritajes del Ministerio Público, Lima, 2019-2020.	48
Tabla 11. Análisis de relación entre caracteres identificados y fotogramas en la calidad de los Videos Digitales de los Hechos Delictivos de Robo en la Oficina de Peritajes del Ministerio Público, Lima, 2019-2020.	49
Tabla 12. Análisis de relación entre caracteres identificados y bitrate en la calidad de los Videos Digitales de los Hechos Delictivos de Robo en la Oficina de Peritajes del Ministerio Público, Lima, 2019-2020.	50

FIGURAS

Figura 1. Web de la Oficina de Peritajes	6
Figura 2. Bases teóricas de la labor pericial	12
Figura 3. Actividades de la labor pericial de identificación de la Placa de Rodaje	12
Figura 4. Labores periciales relacionadas a imágenes y videos	15
Figura 5. Visualización de características de un video con el AMPED FIVE	16
Figura 6. Placa única nacional de rodaje	17
Figura 7. Sistema de videovigilancia	18
Figura 8. Menú de configuración de un DVR	19
Figura 9. Imagen de Google Earth referenciado en ejes XY	20
Figura 10. Adquisición de imagen y digitalización	22
Figura 11. Barra de colores monocromático de 8 bits	22
Figura 12. Imagen monocromática con resolución de 8 bits	23
Figura 13. El pixel en una imagen a color	24
Figura 14. Imagen de placa de rodaje vehicular con diferentes resoluciones en pixeles	24
Figura 15. Robo con Vehículo de Alta gama	25
Figura 16. Características del video	25
Figura 17. Video de 3 segundos	26
Figura 18. Fotogramas extraídos del video de 3 segundos	26
Figura 19. Fotograma 01	27
Figura 20. Fotograma 02	27
Figura 21. Metadatos	28
Figura 22. El bitrate y la calidad del video	29
Figura 24. Resolución de Videos Digitales de los Hechos Delictivos de Robo en la Oficina de Peritajes del Ministerio Público, Lima, 2019-2020	42
Figura 25. Fotogramas de Videos Digitales de los Hechos Delictivos de Robo en la Oficina de Peritajes del Ministerio Público, Lima, 2019-2020	43
Figura 26. Bitrate de Videos Digitales de los Hechos Delictivos de Robo en la Oficina de Peritajes del Ministerio Público, Lima, 2019-2020	44

Figura 27. Caracteres identificados según dimensiones de la calidad de Videos Digitales de los Hechos
Delictivos de Robo en la Oficina de Peritajes del Ministerio Público, Lima, 2019-2020 46

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo determinar si los resultados de la pericia de identificación de la placa de rodaje vehicular se relacionan con la calidad del video, el cual es solicitado mediante oficio y remitido para la labor pericial a la oficina de peritaje del Ministerio Público, siendo el área de análisis digital forense el lugar donde se realiza la labor pericial por peritos en análisis digital forense, cuyas especialidades son de ingeniería informática, sistemas, electrónica o afines.

El método de investigación fue deductivo, el enfoque cuantitativo retrospectivo por la toma de datos, de tipo aplicado de diseño no experimental.

La población de estudio fue intencional no probabilística, siendo el total de la muestra de estudio 54 videos que corresponden a informes periciales cuyo objeto de estudio fue la identificación de las placas de rodaje vehiculares de los años 2019 y 2020.

Siendo las variables de estudio la placa de rodaje vehicular y su dimensionamiento los números o letras a través del indicador de carácter alfanumérico, que en el objeto de la pericia es la identificación de los 6 caracteres de una placa de rodaje vehicular.

Para la variable video digital la primera dimensión estuvo conformada por la resolución que corresponde a la cantidad de pixeles de un video con el indicador de pixeles; el segundo dimensionamiento fue los fotogramas que corresponde la cantidad de fotogramas por segundo del video objeto de estudio con el indicador de fotogramas por segundo, siendo el tercer dimensionamiento el bitrate que es el flujo o tasa de datos que se reproduce en un video con el indicador de tasa de datos.

PALABRA CLAVE: Pericia, video digital, pixeles, fotogramas, bitrate, placa de rodaje vehicular, sistemas de video vigilancia.

ABSTRACT

The objective of the investigation was to determine if the results of the identification expertise of the vehicle registration plate are related to the quality of the video, which is requested by official letter and sent for expert work to the expert office of the Public Ministry, being the area of digital forensic analysis the place where the expert work is carried out by experts in forensic digital analysis, whose specialties are computer, systems, electronic or related engineering.

The research method was deductive, the retrospective quantitative approach for data collection, applied type of non-experimental design.

The study population was intentional, not probabilistic, with the total of the study sample being 54 videos that correspond to expert reports whose object of study was the identification of the vehicle license plates of the years 2019 and 2020.

The study variables being the vehicle registration plate and its sizing the numbers or letters through the alphanumeric character indicator, which in the object of the expertise is the identification of the 6 characters of a vehicle registration plate.

For the digital video variable, the first dimension was made up of the resolution that corresponds to the number of pixels in a video with the pixel indicator; the second dimensioning was the frames that corresponds to the number of frames per second of the video under study with the frame per second indicator, the third dimensioning being the bitrate which is the flow or rate of data that is reproduced in a video with the indicator data rate.

KEYWORD: Expertise, digital video, pixels, frames, bitrate, vehicle license plate, video surveillance systems.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación titulada “El uso de la pericia de identificación de la placa de rodaje vehicular y su relación con la calidad del video digital en los hechos delictivos de robo en la Oficina de Peritajes del Ministerio Público, Lima, 2019-2020” se desarrolló en el área de análisis digital forense de la oficina de peritajes ubicada en la Av. Prolongación Arica N° 1832.

El presente informe de investigación consta de 5 capítulos:

En el capítulo I del problema, se detallará el planeamiento del problema, relacionado al uso de la pericia de identificación de la placa de rodaje y su relación con la calidad de video digital en los hechos delictivos de robo.

En el capítulo II del marco teórico, se estableció los antecedentes de la investigación, bases legales, sus bases teóricas, la formulación de la hipótesis, la operacionalización de las variables e indicadores y la definición de términos básicos.

En el capítulo III de la metodología, se determinó el tipo y nivel de la investigación, su diseño, la población y muestra, la técnica de recolección de datos, su procesamiento, análisis y los aspectos técnicos.

En el capítulo IV de la presentación y discusión de los resultados, se detalló el procesamiento de los datos, la prueba de hipótesis y la discusión de resultados.

En el capítulo V de las conclusiones y recomendaciones se determinó las conclusiones y recomendaciones del trabajo de investigación.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

En estudio realizados en la Unión Europea se detalla una disminución del 34% entre 2021 y 2018 en los delitos relacionados a robo con violencia. (Oficina europea de estadísticas, [Eurostat], 2020).

Una investigación en Taiwán, detalla que la seguridad ciudadana, el vandalismo y terrorismo en el mundo, incrementa la importancia del uso de planes de seguridad, entre ellos los sistemas de videovigilancia en las calles, como importantes herramientas para la investigación, menciona que diversos autores desarrollan técnicas de license plate recognition (LPR) para los sistemas de transporte inteligente (ITS); indica que varios métodos se han propuesto en aplicaciones ITS y detección, reconocimiento e identificación de placas vehiculares (Wu,2006).

Según Seibel (2017), menciona que la baja calidad de las cámaras de vigilancia en todas las ciudades de Brasil es una de las principales limitantes para el reconocimiento de matrículas pero que podrían proporcionar pistas importantes para identificar a un sospechoso en la escena de crimen y que ante esto muestran el uso de técnicas de Super Resolución (SR), (pp. 20020).

En México según el (Observatorio Nacional Ciudadano, 2018, p.4) el año 2019 según datos oficiales de incidencia delictiva, el robo con violencia disminuyó 38.36%, comparado con abril 2019, dado que hay poca gente en las calles y por la pandemia es menos probable cometer delitos.

En Colombia según (La Cámara Comercio de Bogotá, 2021, p.6) la encuesta realizada vía telefónica en el año 2020, indicó que la percepción de inseguridad aumentó de 60% a 76% (2019-2020), siendo el más alto de los últimos 5 años.

En Perú según el (Instituto Nacional de Estadísticas [INEI], 2018, p.50) el año 2017 de un total de 265,219 denuncias el 33% fue de robo, siendo la tasa de denuncias contra el patrimonio de 83 por cada 10 mil habitantes.

Un caso muy sonado, fue el crimen por arrastre de Julio Rivera Quispe sobrino de Paolo Guerrero futbolista de la selección peruana, quien falleció a consecuencia del robo por arrastre de su dispositivo móvil celular, indicando el Diario el Comercio la noticia de: “Peritos ya tiene características del auto que arrastro al sobrino de Paolo Guerrero”, que fue vital para dar con las pistas de las personas incriminadas (El Comercio, 2019).

Peritos del Ministerio Público de Perú, lograron analizar las imágenes de las cámaras de seguridad de la Av. Huaylas y Mateline y de los alrededores, logrando determinar que tres personas estaban en el interior del vehículo que se utilizó en el robo y muerte de Julio Rivera Quispe (Perú 21, 2019)

Se logro identificar el vehículo Hyundai Accent de placa M2J-394 que se utilizó en el robo y muerte de Julio Rivera Quispe sobrino del renombrado futbolista Paolo Guerrero (América Noticias, 2019)

Mediante cámaras de seguridad se logró registrar vehículo moderno utilizado para no levantar sospecha en el robo de vehículos, señalando la policía que los robos de este tipo disminuyeron por la cuarentena. (América Noticias, 2020)

En Perú, en el Decreto Supremo 07-2020IN se detalla el Reglamento del Decreto Legislativo 1218, que regula el uso de las cámaras de videovigilancia y la ley 30120 de apoyo a la seguridad ciudadana con cámaras de videovigilancia pública y privada que detalla en sus artículos:

9.1.a que las cámaras de videovigilancia de dominio público deben cumplir con el estándar técnico “nitidez de las imágenes y videos que permita la visualización de personas y placas

de vehículos”. La misma norma en su artículo 19.1 detalla que “la Policía Nacional del Perú y el Ministerio Público preserva las imágenes videos o audios, conforme a la normativa sobre cadena de custodia, bajo responsabilidad funcional, asegurando que la información no sea alterada, destruida o extraviada”.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Qué relación tiene la pericia de identificación de la placa de rodaje vehicular con la calidad del video digital en los hechos delictivos de robo en la Oficina de Peritajes del Ministerio Público, Lima 2019-2020?

1.2.2. Problemas específicos

1. ¿Qué relación tiene la pericia de identificación de la placa de rodaje vehicular con la resolución en la calidad del video digital en los hechos delictivos en la Oficina de Peritajes del Ministerio Público, Lima 2019-2020?
2. ¿Qué relación tiene la pericia de identificación de la placa de rodaje vehicular con los fotogramas en la calidad del video digital en los hechos delictivos en la Oficina de Peritajes del Ministerio Público, Lima 2019-2020?
3. ¿Qué relación tiene la pericia de identificación de la placa de rodaje vehicular con el bitrate en la calidad del video digital en los hechos delictivos en la Oficina de Peritajes del Ministerio Público, Lima 2019-2020?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Determinar si existe relación entre la pericia de identificación de la placa de rodaje vehicular con la calidad del video digital en los hechos delictivos de robo en la Oficina de Peritajes del Ministerio Público, Lima 2019-2020.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Determinar el nivel de relación entre la pericia de identificación de la placa de rodaje vehicular con la resolución en la calidad del video digital en los hechos delictivos en la Oficina de Peritajes del Ministerio Publico, Lima 2019-2020.
2. Analizar el nivel de relación entre la pericia de identificación de la placa de rodaje vehicular con los fotogramas en la calidad del video digital en los hechos delictivos en la Oficina de Peritajes del Ministerio Publico, Lima 2019-2020.
3. Identificar el nivel de relación entre la pericia de identificación de la placa de rodaje vehicular con el bitrate en la calidad del video digital en los hechos delictivos en la Oficina de Peritajes del Ministerio Publico, Lima 2019-2020.

1.4. Justificación de la investigación

1.4.1. Teórica

La justificación teórica se centra en refutar o confirmar si la calidad del video interviene en la cantidad de caracteres identificados de una placa de rodaje en la labor pericial solicitada como objeto de estudio en la investigación fiscal.

Por otra parte, los resultados obtenidos permitirán a los fiscales, peritos del Ministerio Publico, peritos de la Policía Nacional del Perú, así como a los peritos de diferentes instituciones públicos privados y personal de laboratorios forenses en análisis digital, determinar los diferentes factores que intervienen en la calidad del video como la resolución, los fotogramas y el bitrate en la pericia de identificación de la placa de rodaje vehicular.

1.4.2. Metodológica

La investigación permitirá explicar a través de la ficha de recolección de datos los puntos relevantes de la calidad del video como la resolución, los fotogramas, el bitrate y su relación con la pericia de identificación de la placa de rodaje vehicular.

Por otra parte, los resultados de la investigación permitirán a los peritos o especialistas que intervienen en el secuestro de la evidencia a considerar la importancia de la calidad del video, en cuanto la resolución, los fotogramas y el bitrate dependen de los medios de grabación y su configuración, los sensores o cámaras entre otras características relacionadas a la captura y grabación en cierta calidad de un video digital.

Los resultados de la investigación permitirán también aplicar en la labor pericial de forma efectiva datos o características del video digital que intervienen en la identificación de la placa de rodaje de un vehículo incriminado.

Así mismo, los resultados de la investigación son también de necesidad institucional para agilizar las labores periciales en delitos relacionadas con imágenes y videos en hechos delictivos, donde intervienen vehículos en el reglaje o la fuga siendo trascendente la identificación de la placa de rodaje para ubicar a las personas comprometidas en el acto criminal, estando relacionada para el trabajo de investigación los hechos delictivos de robo.

1.4.3. Práctica

La investigación es práctica debido a que genera aportes prácticos directos para la labor pericial al detallarse la importancia de la calidad del video en pixeles, fotogramas y bitrate y la relación con la cantidad caracteres identificados de una determinada placa de rodaje vehicular.

1.5. Limitaciones de la investigación

1.5.1. Temporal

- Fase 1. Diseño de la investigación: abril a diciembre 2019, donde se desarrolló el marco metodológico y el marco teórico.

- Fase 2. Desarrollo de la investigación. enero a diciembre 2020, donde se desarrolló la recopilación de datos, el análisis estadístico, interpretación de resultados, conclusiones y recomendaciones.

1.5.2. Espacial

El trabajo de investigación se basó en las labores periciales realizadas en el área de Análisis Digital Forense de la Oficina de Peritajes del Ministerio Público ubicado en la Av. Tingo Maria 1832 Cercado de Lima. La ficha de recolección de datos y los resultados de la presente investigación podría ser de gran utilidad para los diferentes sistemas de justicia a nivel internacional. La identificación de la placa de rodaje es parte de la labor pericial de procesamiento de imágenes y videos con fines de identificación.

Figura 1. Web de la Oficina de Peritajes



mpfn.gob.pe/oficina-de-peritajes/

¿Qué exámenes realiza el Área de Análisis Digital Forense?

- Autenticación de archivos digitales en audio, imagen y video.
- Procesamiento de imágenes digitales con fines de identificación.
- Recuperación y búsqueda de archivos electrónicos en dispositivos tecnológicos (equipos celulares, computadoras, USB, etc.).
- Análisis de sistemas informáticos con fines de identificar manipulaciones indebidas.
- Recuperación de imágenes de cámaras (circuito cerrado de televisión).
- Desbloqueo de celulares android, iOS y otros sistemas operativos.
- Recuperación de mensajes de textos, whatsapp y otros

Fuente: Web de la Oficina de peritajes del Ministerio Público

1.5.3. Recursos

Los recursos empleados fueron.

- El recurso humano empleado fue el tiempo del titular fuera de horas laborales
- Hojas, impresiones y copias
- Impresora.
- Compra de libros

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Wu, et al. (2017) en investigación realizada en Taiwán, tuvo como objetivo “Techniques designed specifically for resolution video”, uso el método descriptivo-experimental, con imágenes adquiridas de DVR con 320x240 pixeles de resolución, sin embargo, indica que la mayoría de las grabaciones de vehículos sospechosos presentan resoluciones de 320x 240 pixeles con compresión, demostrando una tasa promedio de extracción del 96.6% por imagen analizada.

Nata (2016) en su investigación en Brasil, tuvo como objetivo “Um método de super-resolução de imagem única baseado em aprendizado e em dicionário de blocos para imagens de placas de automóveis brasileiros de baixíssima qualidade, o qual explora o conhecimento a priori de que as imagens contêm apenas um dígito de uma fonte de caracteres conhecida”, La Super-Resolución es conjunto de técnicas que permiten revelar información que no es perceptible en las imágenes de baja resolución, esta técnica es de especial interés forense para tratar imágenes de rostros, vehículos provenientes de sistemas de videovigilancia, donde un ítem de particular interés para pericia criminal son las placas de vehículo, se utilizó el método descriptivo-experimental con índice de similitud del 15% en relación de interpolación cubica con una relación señal ruido (SNR) de 5 y 10 dB y del 25% con SNR de 15 dB demostrándose una mejora significativa en la definición de bodes, contraste y nitidez.

Seibel (2017), tuvo como objetivo “*Identificar los caracteres de matrículas a través de videos de baja calidad ayudando a los analistas forenses a comprender un evento de interés*”, se utilizó el método experimental con una muestra de 200 videos donde los vehículos en movimiento se encuentran lejos de una cámara, siendo estos videos de una

resolución en HD de 1080P a 30 fotogramas por segundo. Demostrando que los últimos fotogramas eran más difíciles de resolver siendo estos los utilizados para el experimento, así mismo determina que a mayor cantidad de fotogramas mejor es el proceso de identificación de las placas de rodaje vehiculares y el uso de ciertas técnicas de procesamiento.

Azam & Islam (2016), tuvo como objetivo “Es to design an ALPD method that gives better performance for simple input image, as well as image having hazardous conditions.”, siendo ALPD (Automatic license plate detection), el método utilizado fue el experimental con una muestra de 850 imágenes de vehículos tomadas en diferentes condiciones, con imágenes con incertidumbre (ruido) y sus limitaciones, utilizo imágenes para la prueba de su modelo de 640 x 480 pixeles con una distancia del vehículo a analizar de aproximadamente entre 1.0 y 1.5 metros, donde la resolución media de la placa no vehicular no inclinada en la imagen es de 120 x 40 pixeles, y de una placa inclinada de 80 x 55 pixeles, e indican que su data experimental rechaza imágenes con placas vehiculares con tamaños de ancho menores a 62 pixeles y alto de 31 pixeles, demostrándose una detección global del 94%.

Pozueco (2014), en su investigación doctoral tuvo como objetivo “*Solucionar los problemas derivados del aumento de la resolución de los vídeos y del incremento de usuarios de videos bajo demanda*”, utilizo el método descriptivo experimental comparativo, se utilizó un video sin pérdida y con perdida, donde se detalla un ejemplo de pérdida de calidad indicando que un error en los frames I o P se propagara a los restantes B o P, siendo probable que las pérdidas se hagan visibles durante algunos segundos, pero si la perdida es en el frame B no se propagara a los subsecuentes frames y no será detectado por el receptor, demostrándose que los estudios realizados, los

diseños implementados y las mejoras aplicadas en los sistemas de video adaptativo está relacionada a la distribución de contenido multimedia de alta calidad.

Usach (2015), en su investigación doctoral tuvo como objetivo “*Aplicar estas técnicas de detección, lo que lleva a la definición de un algoritmo de selección de imágenes de referencia (keyframes) y el desarrollo de un algoritmo de control de tasa de bit para codificadores de vídeo basados en el modelo JVT, modificando el algoritmo de control de tasa original de H.264.*”, utilizó el método descriptivo experimental, realizando pruebas con bitrate entre 40 kbps y 200 kbps y numero de imágenes por segundo entre 3 y 25, demostrándose que el algoritmo es capaz de seguir variaciones de demanda de bits y de imágenes por segundo en forma eficiente.

Orellano, et al., (2020) tuvo como objetivo “is to perform mathematical operations in the space domain and in frequency comprised of the numerical values of the pixels in matrix form, this using MATLAB with the forensic copy of the image so as not to alter the original source file”, realizando el estudio descriptivo con alcance correlacional lográndose identificar 3 caracteres alfanuméricos de la placa de rodaje de un vehículo a través de una captura en imagen con resolución de 480 x 320 pixeles en formato JPG utilizándose el software forense Amped Fice, demostrándose una correlación mediante en el uso de software comercial Matlab de 0.3917, 0.5147 y 0.3634 respectivamente en la identificación de los mismos caracteres identificados con el software Amped Five.

Delgado, (2010) en su tesis nivel de Maestría, tuvo objetivo “*Desarrollar un algoritmo para la localización y reconocimiento automático de placas vehiculares mediante el uso de diferentes técnicas de procesamiento de imágenes y el uso de la red neuronal artificial*”, utilizó el método descriptivo con técnicas de procesamiento de imagen y reconocimiento de patrones para identificación de placa vehicular en México, demostró

que los algoritmos propuestos para el reconocimiento de placas vehiculares eran viables.

Mundaca, et al., (2016) en su investigación tuvo como objetivo “*Desarrollar un sistema en la plataforma Matlab que pueda identificar los caracteres en placas de automóviles, sin importar la perspectiva que este se encuentre delante de la cámara al momento de adquirir la imagen*”, realizando el reconocimiento de caracteres con una tasa de 100% de efectividad, con el método de correlación de Pearson, demostrando que el costo computacional fue de 2.69 segundos con nivel de aceptación medio y error de 23% en 80 pruebas realizadas.

Laura, (2018) en su investigación de maestría tuvo como objetivo “*Detección de vehículos con imágenes de Cámara de Videovigilancia usando Deep learning*”, utilizo el método experimental utilizándose 16,800 imágenes, siendo 8,400 muestras positivas y 8400 muestras negativas, demostrándose que es importante el tamaño de la arquitectura y la cantidad de datos que es directamente proporcional y que se mejora la clasificación de los vehículos en un contexto de iluminación variada con el uso de redes neuronales convolucionales.

2.2. Bases teóricas

Se relacionan con la labor pericial, que inicia con un hecho delictivo donde interviene un vehículo que es investigado por la fiscalía del Ministerio Público, escena que son grabadas, y a requerimiento fiscal remitidas para su análisis mediante el formato de rotulo de indicios/evidencias/elementos recogidos (A-6) con formato de cadena de custodia (A-7), conjuntamente con el acta de visualización del video que permite analizar la fecha y hora del incidente, estando la labor pericial enmarcada en el nuevo código procesal penal en el capítulo III relacionado a la pericia, el examen pericial y el careo técnico.

Figura 2. Bases teóricas de la labor pericial



Fuente: Elaboración propia

Figura 3. Actividades de la labor pericial de identificación de la Placa de Rodaje



Fuente: Elaboración propia

De la figura anterior, en las labores periciales el manejo de la evidencia se relaciona a la identificación, recopilación, adquisición y preservación de la evidencia digital y el análisis e interpretación. La labor pericial para la identificación de placa de rodaje de un vehículo se sustenta en la adquisición y procesamiento del video digital mediante software forense como el DVR Examiner, el Amped Five, entre otros, en forma general se detalla en la siguiente ilustración:

2.2.1. La pericia de identificación de la placa de rodaje

La pericia de identificación de la placa de rodaje tiene como objeto la identificación de los caracteres alfanuméricos de la placa de rodaje vehicular que en el Perú corresponde a seis (06) dígitos, cuya base teórica se sustenta en:

1. La pericia

La pericia es una labor técnico científica realizada por un perito, cuyo término según el diccionario de la Real Academia Española (RAE, 2016) define “Experto o entendido en algo. Es muy perito en estos temas”, lo que detalla que perito es sinónimo de experto.

En el Perú la función fiscal y la labor pericial, está enmarcada en el Nuevo Código Procesal Penal (NCPP, 2016) detalla:

En el artículo 60, se indica las “Funciones” del Ministerio Público, donde detalla que el “*Fiscal conduce desde su inicio la investigación de un delito*”

En el artículo 173 se detalla el “*Nombramiento*” del perito y su labor pericial encomendada de auxilio y en el artículo 172 se indica la “*Procedencia*”, donde detalla que la pericia procederá para la explicación y mejor comprensión de hechos que requieran conocimientos especializados de naturaleza técnico científico o de experiencia calificada entre otros.

Siendo el informe pericial del perito, regulada en el Capítulo III del Nuevo Código Procesal Peruano, indicando en el artículo N° 178 el “*Contenido del informe pericial oficial*” el Contenido del Informe Pericial, donde en uno de sus párrafos indica los criterios científicos o técnicos y reglas para el examen pericial. (pp 58-111-113)

2. La labor pericial para la identificación de la placa de rodaje

La labor pericia se basa en actividades relacionadas a la escena del crimen, el manejo de la evidencia (Identificación, recopilación, adquisición y preservación), así como el análisis de la evidencia digital; siendo el uso de hardware y software forense, enmarcados en el manejo de la evidencia.

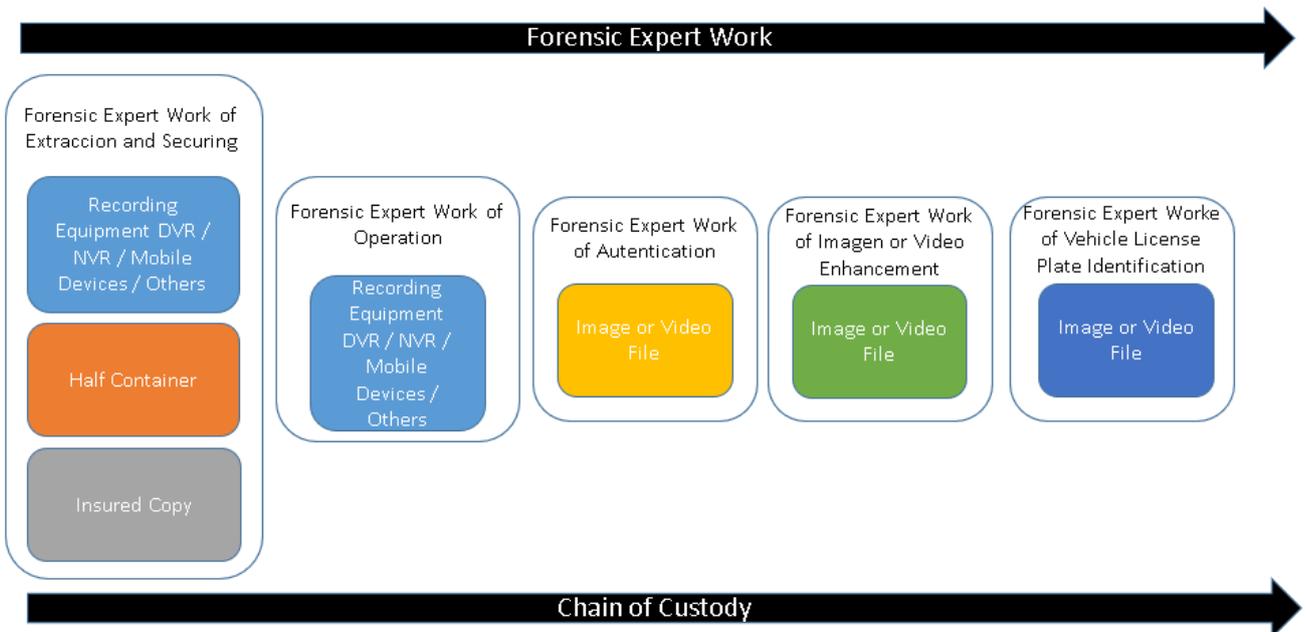
El hardware es un factor importante para mantener la integridad de la evidencia y está relacionado a los bloqueadores contra escritura, siendo parte de la labor forense la copia forense de los discos duros contenidos en los equipos videograbadores de los sistemas de videovigilancia tipo Digital Video Recoder (DVR), Network Video Recoder (NVR) o los Network Digital Video Recoder (NDVR) que son videograbadores híbridos, sustentada en la investigación de tesis de maestría (Galindo, 2010) cuyo proyecto es la “Metodología para el análisis forense informático en sistemas de redes y equipos de cómputo personal”, resalta que es indispensable el uso de bloqueadores de escritura para la obtención de la evidencia digital de discos duros con la finalidad de preservarla y no alterarla. (pp. 88)

El uso de software se relaciona al procesamiento de videos digitales, lo que se sustenta en la investigación de tesis (Granda, 2015) refiere que los softwares de uso forense tienen por característica la preservación de confiabilidad, que está relacionada a la integridad, autenticidad y

confidencialidad para que la evidencia no sea rechazada, referenciando al software forense AMPED FIVE como licenciado para el análisis de imágenes y videos a través del uso de una serie de filtros matemáticos. El trabajo “Metodología para el análisis de datos e imágenes de acuerdo a las leyes del Ecuador” indica a la Informática Forense como proceso de análisis relacionado a la identificación, preservación, análisis y presentación; incluyendo características para procesamiento de imágenes y videos, así como el análisis forense de imagen y datos.

Las labores periciales de identificación de la placa de rodaje pueden estar relacionadas a requerimiento fiscal, a procesos de extracción y aseguramiento, operatividad de equipos de grabación o sistemas de video vigilancia, autenticación, mejoramiento y en forma específica a identificar la placa de rodaje vehicular, lo que se detalla en la imagen:

Figura 4. Labores periciales relacionadas a imágenes y videos

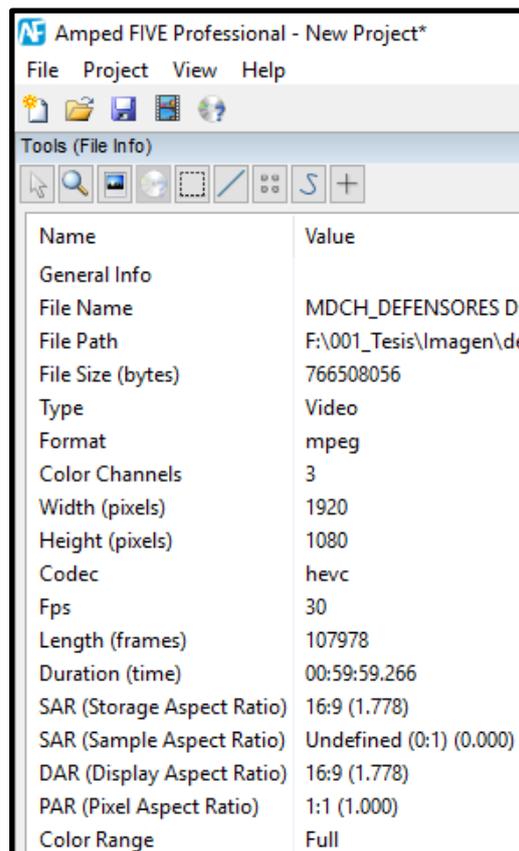


Fuente: Artículo científico (Orellano, et al., 2020)

Así mismo, en la labor pericial de imágenes o videos, antes del procesamiento de las imágenes o videos y el uso de una serie de filtros matemáticos para identificar la placa de rodaje vehicular es importantes visualizar las características del archivo digital. Estas características de la imagen o video permitirán saber la cantidad de fotogramas, la resolución, en pixeles, la cantidad de fotogramas, el bitrate, el tiempo de duración, el nombre del archivo, el tamaño o peso del archivo, el formato entre otros datos.

Uno de este software forense que permite la visualización es el AMPED FIVE, en la siguiente imagen por ejemplo se detalla la cantidad de fotogramas por segundo (30fps), la resolución en pixeles (del grafico indica 1920 X1080) entre otros detalles que se detallan en la pericia.

Figura 5. Visualización de características de un video con el AMPED FIVE



The screenshot shows the 'Tools (File Info)' window in Amped FIVE Professional. It displays a list of file properties and their corresponding values for a video file.

Name	Value
General Info	
File Name	MDCH_DEFENSORES DE
File Path	F:\001_Tesis\Imagen\de
File Size (bytes)	766508056
Type	Video
Format	mpeg
Color Channels	3
Width (pixels)	1920
Height (pixels)	1080
Codec	hevc
Fps	30
Length (frames)	107978
Duration (time)	00:59:59.266
SAR (Storage Aspect Ratio)	16:9 (1.778)
SAR (Sample Aspect Ratio)	Undefined (0:1) (0.000)
DAR (Display Aspect Ratio)	16:9 (1.778)
PAR (Pixel Aspect Ratio)	1:1 (1.000)
Color Range	Full

Fuente. Diseño Propio

3. La placa de rodaje

En el Perú, el reglamento de la placa una de rodaje fue aprobado por decreto supremo N°17-2008 por el ministerio de Transporte y Comunicaciones y sus modificatorias, que en su anexo I presenta el cuadro de distribución de colores y representaciones gráficas de la placa única nacional de rodaje de algunos tipos de vehículos por categoría, de suma importancia en las labores periciales de identificación de una determina placa de rodaje vehicular, las características alfanuméricas se detalla en parte de la siguiente ilustración:

Figura 6. Placa única nacional de rodaje

PLACA ÚNICA NACIONAL DE RODAJE				
Tipo de vehículo	Color del fondo	Color de la franja superior	Color de las letras y números	Gráfico
1. Placas ordinarias:				
1.1. Placas para vehículos menores (Categoría L)				
a) Categorías L1, L2, L3 y L4	Celeste	No lleva	Negro	
b) Categoría L5	Celeste	Amarillo	Negro	
1.2. Placas para vehículos livianos y pesados (Categorías M, N y O)				
Categoría M (Transporte de Personas)				
a) Vehículos Particulares (Categoría M)	Blanco	No lleva	Negro	
b) Taxis y Colectivos (Categoría M1)	Blanco	Amarillo	Negro	

Fuente. Anexo de decreto supremo N° 17-2008-MTC

La placa de rodaje vehicular esta normado por el decreto supremo N°016-2009 de Ministerio de Transporte y Comunicaciones y modificatorias, que es el reglamento nacional de tránsito, en el Título V Capítulo I norma el registro vehicular y aspectos generales siendo el artículo 262 la obligación de portar y exhibir la placa única de rodaje.

2.2.2. La Calidad de los videos digitales

La calidad de los videos digitales está relacionada a la resolución en pixeles, fotogramas, bitrate entre otras características, factores que dependen de los sensores o cámaras que capturan el video, la digitalización, los dispositivos de grabación y su configuración, la conectividad alámbrica o inalámbrica y el proceso de extracción del video para el respectivo análisis pericial.

Figura 7. Sistema de videovigilancia



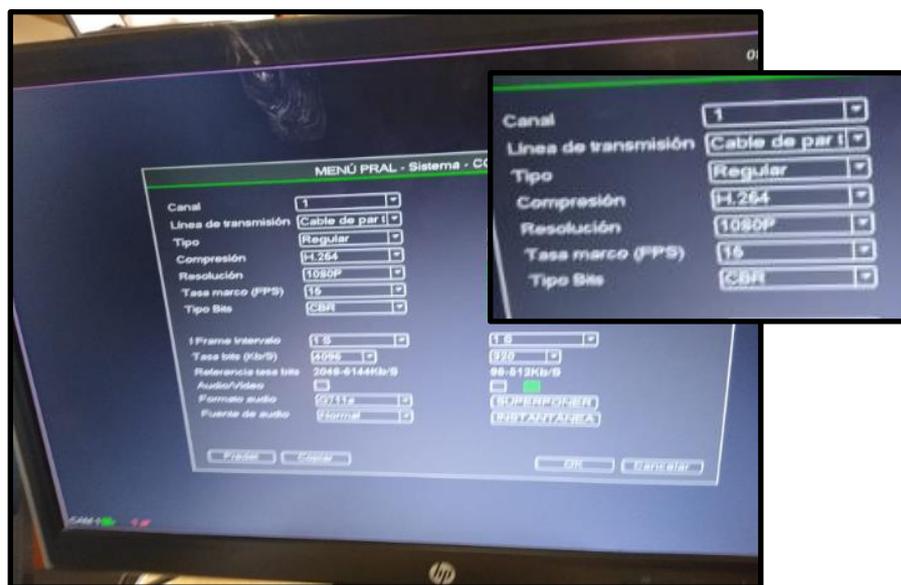
Fuente: Elaboración propia

De la figura anterior, se detalla los componentes de los sistemas de video vigilancia como sensores o cámaras, que opcionalmente pueden ser dispositivos móviles de grabación, los equipos de grabación, los medios de almacenamiento

en diferentes capacidades, el proceso de monitoreo y la conectividad mediante internet.

Existe diversos tipos de equipos de grabación siendo los más comerciales los DVR (Grabador de video digital), las configuraciones de los equipos de grabación están relacionadas al tipo de compresión, resolución, tasa de muestreo, tasa de bits y fotogramas por segundo, entre otros que se detalla en la ilustración de configuración de un DVR:

Figura 8. Menú de configuración de un DVR



Fuente: Diseño Propio

Los sistemas de videovigilancia a través de las cámaras capturan la escena del mundo real y esta se transforma a imagen digital, el cual se representa como una función bidimensional de la intensidad de la luz percibida por el ojo humano, el cual puede transportarse como información a través de la señal, siendo la señal una función que transporta cierta información que puede ser sonido de radio, televisión, imagen entre otros.

Así también las funciones tienen dominios y rangos, siendo el dominio de la señal de imagen la que varía con el espacio $F(X, Y)$ que puede ser analógico o digital, que para el trabajo de investigación se detalla la de tipo digital. En la siguiente imagen que es una captura del Google Earth se presenta la fachada de la universidad Wiener, representándose la función dimensional $F(X, Y)$:

Figura 9. Imagen de Google Earth referenciado en ejes XY



Fuente: Adaptado Fuente Google Earth (2020)

Las cámaras, en general está compuesto del sensor de la imagen que va a encargarse de convertir la imagen en señales eléctricas, el lente que une la luz reflejada de la escena y el circuito de procesamiento de imágenes que se va a encargarse del tratamiento y transmisión de las señales entre otros componentes, detallándose para la presente investigación los tópicos de interés relacionados a la resolución de la cámara. Las características relevantes en el procesamiento de Imagen:

- Sensibilidad, es la capacidad de la cámara para capturar o tomar fotos en distintos niveles de iluminación, cuanto mayor sea la sensibilidad requerirá menor iluminación para capturar las imágenes, siendo los valores medidos en Lux.
- Iluminación, es independiente a la cámara, es la cantidad de luz que recae en una escena, siendo importante para la adquisición de imágenes para el monitoreo reconocimiento e identificación.
- Resolución, es el paso de una imagen analógica a otra discreta se llama digitalización siendo el elemento indivisible más pequeño el pixel; en una imagen monocromática las características son:
 - Resolución, que es el número de filas y columnas de la matriz o pixeles como ejemplo la resolución de 1920 X 1080 Pixeles.
 - Profundidad en bit, que es el número máximo de valores que puede tener un pixel, por ejemplo 8 bits es igual a 256 valores (2^8)
 - Donde 0 es el valor mínimo y forma el color negro
 - Siendo el valor máximo 255 y forma el color blanco

El proceso de adquisición de una imagen digital, es la captura de una escena que presenta una determina iluminación que depende de la fuente de energía como el sol, esta captura es a través de diferentes sistemas de grabación como cámaras, celulares, sensores de sistemas de video vigilancia entre otros, que van a capturar la escena y lo van a procesar, internamente la imagen plana de la escena se digitaliza en formato de grilla, es decir por filas y columnas donde cada elemento de la matriz o grilla es un pixel, existiendo diferentes técnicas de digitalización de una imagen, lo que se detalla en la siguiente imagen:

Figura 10. Adquisición de imagen y digitalización

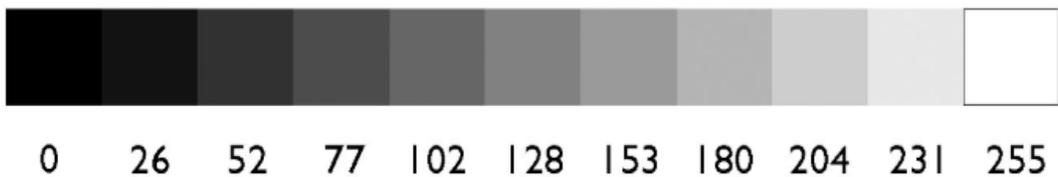


Fuente: Elaboración propia

2.2.3. El pixel

Es la mínima unidad de un fotograma o imagen, en el siguiente grafico se detalla como ejemplo, una barra monocromática en función del mínimo y máximo valor de un pixel con resolución de 8 bits, que toma valores del 0 (negro) hasta el 255 (blanco):

Figura 11. Barra de colores monocromático de 8 bits



Fuente: Diseño propio

En la siguiente imagen, se visualiza la binarización de una imagen, con resolución de 8 bits, como parte del procedimiento para la identificación de la placa de rodaje de un vehículo.

Figura 12. Imagen monocromática con resolución de 8 bits

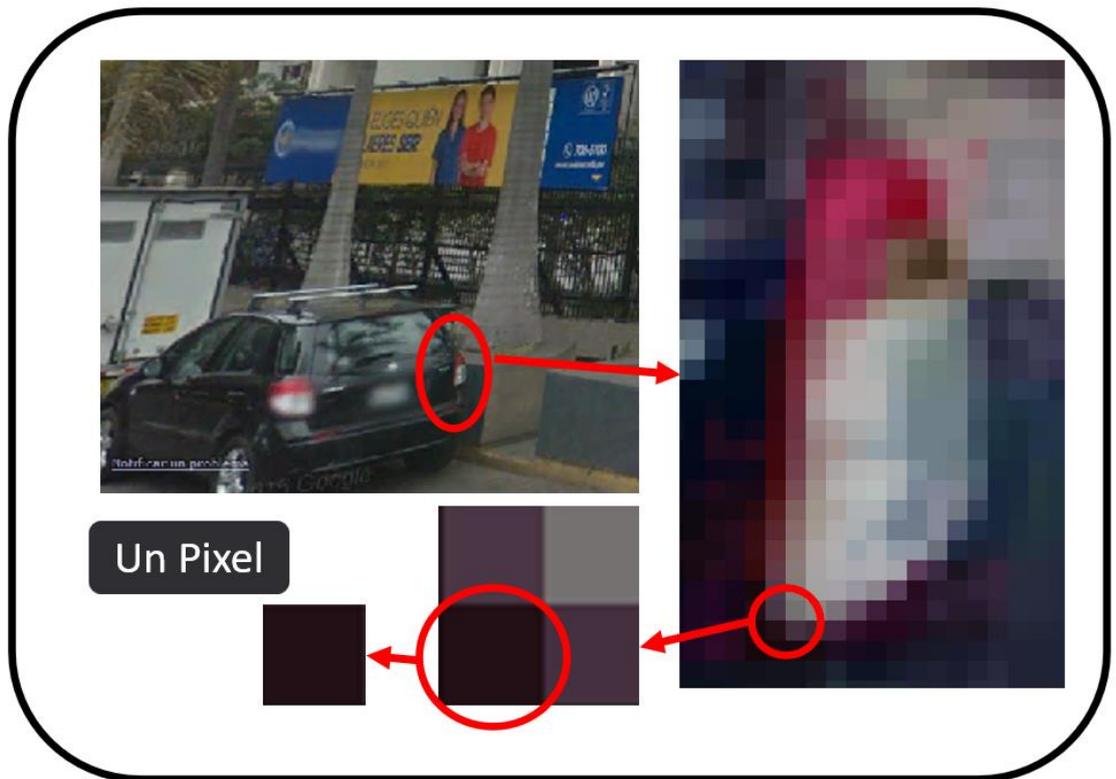


Fuente: Diseño propio

- El color, tiene diferentes tecnologías como el modelo de color basado en tres colores primarios rojo, verde y azul o el modelo por defecto de las imágenes digitales CMYK que es un modo de color substractivo con cuatro canales cian, magenta, amarillo y negro cuya suma dan color negro.

Así mismo un video a color va a tener características como resolución en pixeles. Los pixeles de acuerdo con la calidad de la imagen pueden tener diferentes resoluciones siendo el de 8 bits (256 variaciones de color) y el 24 bits llamada color verdadero (16,777,216 variaciones de color), en la siguiente imagen a color se ha llegado hasta la visualización de un píxel:

Figura 13. El pixel en una imagen a color



Fuente: Diseño propio

Una imagen este compuesto de una determinada cantidad de pixeles en forma vertical y horizontal, a mayor cantidad de pixeles mayor será la calidad de la imagen como se detalla en el siguiente gráfico:

Figura 14. Imagen de placa de rodaje vehicular con diferentes resoluciones en



Fuente: Diseño propio

2.2.4. Los fotogramas

Un fotograma es una imagen y un video consta de muchos fotogramas, las cuales se reproducen en secuencias con cierta velocidad dando la percepción al sentido de la vista de movimiento, a mayor cantidad de fotogramas mejor es la calidad de una imagen y mayor es el peso del video.

Muchos delitos de robo son capturados por cámaras de video vigilancia, siendo la calidad muy importante, en el siguiente video se muestra una noticia por Tv donde detallan que “Delincuentes armados que se movilizan en auto de alta gama realizan robos a plena luz del día”:

Figura 15. Robo con Vehículo de Alta gama



Fuente: América Noticias (2021)

El video tiene una duración de 2 minutos con 13 segundos, con un peso de 80 MB y formato AVI, que se detalla en la siguiente imagen:

Figura 16. Características del video

Nombre	Tipo	Tamaño	Duración
Delincentes se movilizan en autos de alta gama para robar en Surco Primera Edición	Archivo AVI	80,648 KB	00:02:13

Fuente: Diseño Propio

Para efectos de demostración se extrae 3 segundos del suceso del robo, con un peso del 9 MB que se detalla en la siguiente imagen.

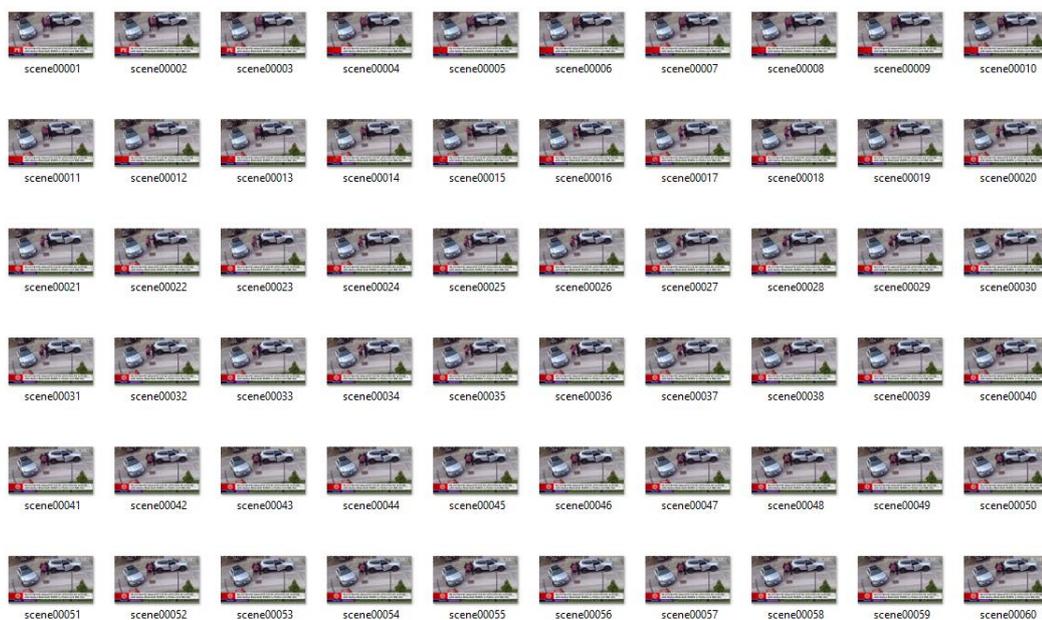
Figura 17. Video de 3 segundos

Nombre	Fecha	Tipo	Tamaño	Duración
 robo	10/04/2021 13:40	Archivo AVI	9,394 KB	00:00:03

Fuente: Diseño Propio

En esta imagen se detalla todos los fotogramas extraídos desde el primer fotograma de nombre “scene00001” al último fotograma “scene00060”:

Figura 18. Fotogramas extraídos del video de 3 segundos



Fuente: Diseño Propio

En las siguientes imágenes se detalla el primer fotograma y el último fotograma, en total 60. Es importante recalcar que las secuencias de los fotogramas no se perciben gracias a la persistencia visual:

Figura 19. Fotograma 01



Fuente: Adaptado América Noticias (2021)

Figura 20. Fotograma 02

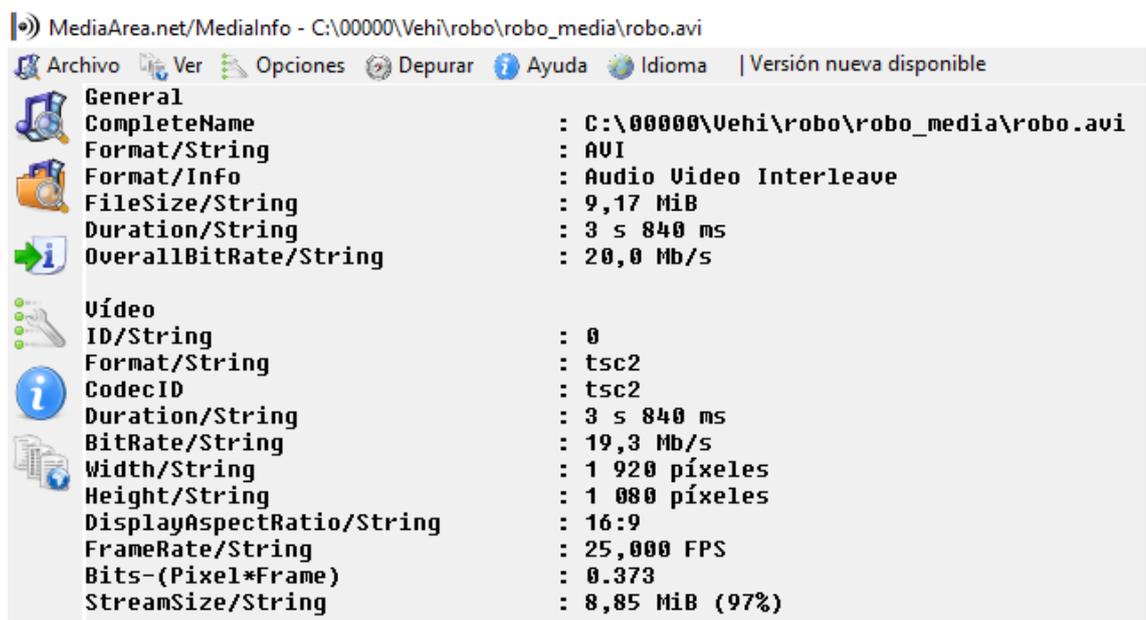


Fuente: Adaptado América Noticias (2021)

2.2.5. El bitrate

En un video digital la cantidad de flujo o la tasa de datos en un segundo, integra la información de luminaria y color del video que determina la calidad de un video. Se podría decir también que es la cantidad de información de un video que reproduce el ordenador en un segundo y está relacionado a la calidad del video a mayor flujo de datos mayor será la calidad del video reproducido. A mayor cantidad de bitrate mejora la calidad del video, pero aumenta el tamaño del archivo, el archivo de nombre robo.avi con peso de 9.17MB, duración 3 segundos y bitrate de 20MB/S, que se detalla en metadatos.

Figura 21. Metadatos

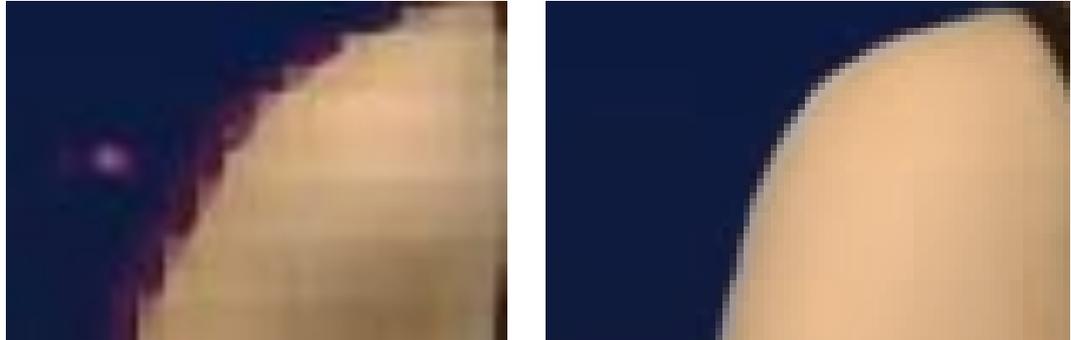


Fuente: Diseño Propio

La siguiente imagen representan la captura de dos fotogramas de un video con poco bitrate, el fotograma izquierdo es parte del video en movimiento con el fondo muy cambiante que por el poco bitrate del archivo se pierde la calidad del

video; e fotograma del lado derecho tiene mejor calidad debido a que no tiene muchos movimientos de fondo.

Figura 22. El bitrate y la calidad del video



Fuente: Adaptado ComputerHoy (2021)

2.3. Formulación de Hipótesis

2.3.1. Hipótesis general

Existe relación entre la pericia de identificación de la placa de rodaje vehicular con la calidad del video digital en los hechos delictivos de robo en la Oficina de Peritajes del Ministerio Publico, Lima 2019-2020

2.3.2. Hipótesis específicas

1. Existe relación entre la pericia de identificación de la placa de rodaje vehicular con la resolución en la calidad del video digital en los hechos delictivos en la Oficina de Peritajes del Ministerio Publico, Lima 2019-2020.
2. Existe relación entre la pericia de identificación de la placa de rodaje vehicular con los fotogramas en la calidad del video digital en los hechos delictivos en la Oficina de Peritajes del Ministerio Publico, Lima 2019-2020

3. Existe relación entre la pericia de identificación de la placa de rodaje vehicular con el bitrate en la calidad del video digital en los hechos delictivos en la Oficina de Peritajes del Ministerio Publico, Lima 2019-2020.

CAPITULO III: METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación

El método de investigación utilizado será deductivo, debido a que se sustenta en el razonamiento deductivo que inicia con la teoría para someter a prueba la hipótesis que define si existe relación entre la pericia de identificación de la placa de rodaje vehicular con la calidad del video digital, sustentado en:

Hernández (2014) indica que el enfoque cuantitativo de investigación *“Esta aproximación se vale de la lógica o razonamiento deductivo, que comienza con la teoría, y de ésta se derivan expresiones lógicas denominadas “hipótesis” que el investigador somete a prueba.”*

3.2. Enfoque investigativo

El enfoque de la presente investigación será cuantitativo, debido a que, del problema concreto, se revisó como antecedentes pericias realizadas, se recolecto datos específicos y se analizó estadísticamente, para interpretar y explicar los resultados basados en los conocimientos existentes, basado en:

Creswell (2013) citado por Hernández (2014) *“Los análisis cuantitativos se interpretan a la luz de las predicciones iniciales (hipótesis) y de estudios previos (teoría). La interpretación constituye una explicación de cómo los resultados encajan en el conocimiento existente”*.

3.3. Tipo de investigación

El tipo de investigación será aplicada, por que busca determinar el impacto de la calidad de video digital y la cantidad de caracteres identificados de una placa de rodaje vehicular que se sustenta en:

Creswell (2013) citado por Hernández (2014) donde indica “3) *determinar el impacto de una o más causas (que más adelante denominaremos variables independientes) sobre una o más consecuencias (variables dependientes)*”

Según la planificación de la toma de datos será de tipo retrospectivo, debido a que los datos de estudio son recogidos a propósito para la investigación y corresponde a la calidad del video de las pericias realizadas en la identificación de placas de rodaje vehicular de los años 2019 y 2020.

León y Montero (2003) citado por Hernández (2014) que indica que se conoce como diseño retrospectivo cuando “*se reconstruyen las relaciones a partir de las variables dependientes*”

3.4. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación será no experimental porque se analiza los datos de la calidad de la imagen en resolución, fotogramas, bitrate y la cantidad de datos o caracteres alfanuméricos identificados de una placa de rodaje vehicular, que se sustenta en:

The SAGE Glossary of the Social and Behavioral Sciences (2009), citado por Hernández (2014), se detalla que la investigación no experimental podría definirse como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de estudios en los que no hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables. Lo que hacemos en la investigación no experimental es observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para analizarlos.

3.5. Población, muestra y muestreo

El universo o población corresponde a 54 videos cuyo objeto pericial fue la identificación de la placa de rodaje de vehículo incriminado que fueron solicitadas a la oficina de peritajes del Ministerio Público y derivada al área de análisis digital forense para su pericia, entre los años 2019 al 2020 en la ciudad de Lima – Perú, siendo la población finita y la variable principal de estudio es de tipo cuantitativo

- Tamaño de la muestra:

Sera formada por 54 videos que fueron remitidas para la identificación de la placa de rodaje de vehículo incriminado en algún hecho delictivo de robo.

- Selección de la muestra:

Será seleccionada 54 videos para la muestra relacionada a las pericias que contengan datos mínimos del video como características de la resolución de la imagen, numero de fotogramas y bitrate.

No considerándose las pericias que no presentaron la característica de resolución de la imagen.

- Muestreo:

El estudio al ser de tipo intencional y no probabilístico, la selección de la muestra será estrictamente de criterio de inclusión y exclusión.

3.6. Variables y operación

En la siguiente tabla se detalla las variables y la operacionalización:

Tabla 1. Variables y Operacionalización

Variable	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Escala de Medición	Niveles y Rango por Variable
Placa de rodaje Vehicular	La placa de rodaje vehicular debe ser reconocido a través de la identificación de los caracteres alfanuméricos.	Numero o letras	Carácter alfanumérico	¿Cuántos caracteres se logró identificar de la placa de rodaje vehicular objeto de estudio?	Cuantitativa	Un carácter alfanúmero Dos caracteres alfanuméricos Tres caracteres alfanuméricos Cuatro caracteres alfanuméricos Cinco caracteres alfanuméricos Seis caracteres alfanuméricos
Video Digital	La calidad del video digital está dada por pixeles, fotogramas y bitrate.	Resolución	Pixeles	¿Cantidad de pixeles del video objeto de estudio?	Cuantitativa	640 * 480 pixeles 720 * 480 pixeles 1280 * 720 pixeles 1920 * 1080 pixeles
		Fotogramas	Fotogramas por segundo	¿Cantidad de Fotogramas por segundo del video objeto de estudio?		0=No presenta datos 12 fotogramas por segundo 15 fotogramas por segundo 25 fotogramas por segundo 30 fotogramas por segundo 50 fotogramas por segundo 100 fotogramas por segundo
		Bitrate	Tasa de datos	¿Flujo o tasa de datos que se reproduce por segundo?		0=No presenta datos 500 KB/S Entre 2 y 4 MB/S Entre 490 y 500 MB/S 490 MB/S

Fuente: Diseño propio

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.7.1. Técnica

Se utilizará ficha de recolección de datos, para las pericias de identificación de placas de rodaje vehicular de los años 2019 al 2020, con preguntas para marcar, las cuales se registraron en función de la cantidad de pixeles, fotogramas y bitrate.

3.7.2. Descripción de instrumento

Se desarrollará un documento para validar los instrumentos de medición a través de juicio de expertos, detallándose las definiciones conceptuales de las variables y dimensiones, la matriz de operacionalización de las variables, el certificado de validez

del instrumento que mide el óptimo procedimiento de imágenes y videos, que se detallan en anexo II de Instrumento.

A continuación, se describe la recolección de datos:

- Retrospectivo de recolección:

Los datos se recolectarán de la oficina de peritajes, siendo el área de análisis digital forense el lugar donde se registraron la información de los informes periciales de identificación de la placa de rodaje vehicular en ficha de recolección de datos de acuerdo con los indicadores definidos.

- Observación directa:

El investigador utilizará la observación directa para la identificación de los pixeles, fotogramas y bitrate de los videos analizados, así como el análisis de la cantidad de caracteres alfanuméricos identificados de la placa de rodaje del informe pericial.

- Relación:

Se realizará la relación de las variables: placa de rodaje y el video digital. La placa de rodaje se enunciará en termino de cuantitativo de razón que son datos numéricos del 1 al 6 que van a representar la cantidad de caracteres identificados en formato alfanumérico.

El video digital se cuantificará en términos de pixeles horizontales y verticales de menor a mayor resolución cuyos datos son dos valores numéricos que representan la resolución de un video, en términos de fotogramas que es la cantidad de imágenes de un video en un segundo y en términos de bitrate que es la cantidad de bits que se procesa en un segundo.

- Tiempos.

Tomando en cuenta el número de informes periciales que se integrará a la muestra de estudio para la clasificación y registro de la cantidad de números identificados de una

placa de rodaje, así como la resolución en pixeles, fotogramas y bitrate de los videos analizados, el tiempo de ejecución de la investigación será de seis (06) meses.

- Recursos:

En relación con los recursos humanos, se tendrá la autorización del Gerente de la Oficina de Peritajes para el acceso a los informes periciales y para la supervisión al coordinador del área de análisis digital forense, siendo el responsable del estudio el investigador principal para el desarrollo de las coordinaciones y el desarrollo de la investigación.

- Procesos:

- El responsable de la investigación clasificará las pericias de los años 2019 y 2020, de identificación de placas de rodaje vehicular que tengan relación con el hecho delictivo de robo y registro la cantidad de dígitos identificados de acuerdo al objeto de la pericia para la identificación de la placa de rodaje vehicular.
- Así mismo de registrar los datos relacionados a la calidad del video, que son las cantidades de pixeles, fotogramas y bitrate. Se excluyo las pericias que no tuvieron datos de pixeles.

- Revisión

Se analizará cuidadosamente en las pericias la información correspondiente a la cantidad de dígitos identificados de la placa de rodaje vehicular, así como resolución en pixeles, fotogramas y bitrate del video digital.

- Codificación

La tabulación de los datos y su análisis estadístico se realizará a través de tablas de registro digital y física, que por temas de confidencialidad se identificó la pericia según su número de análisis para la recolección de los datos en función de la calidad de los videos en pixeles, fotogramas y bitrate.

3.7.3. Validación

La validación de instrumentos estará a cargo de 05 profesionales con grado de doctorado, Maestría y candidato de Maestría con trayectoria en labores periciales que se detalla:

- Dr. Danny Humpire Molina, Antropólogo Forense, perito de reconocida trayectoria en antropología forense.
- Dr. Milton Cesar Tullume Chavesta, Ingeniero Forestal, perito de reconocida trayectoria de la Oficina de Peritajes del Ministerio Publico.
- Mg. Miguel Ángel Carrera Muñoz, Biólogo Forense, Perito Coordinador de la Oficina de Peritajes del Ministerio Publico.
- Mg. Edgar Gómez Enciso, Ingeniero Informático, Perito del área de Análisis Digital Forense del Ministerio Publico.
- Mg. Lazo García Verónica Jenny, Licenciada en Lingüística que ha realizado labores periciales en la Oficina de Peritajes del Ministerio Publico

3.7.4. Confiabilidad

La confiabilidad se dará a través los informes periciales de los años 2019 y 2020 como fuente secundaria, siendo la validez del instrumento relacionada a la recolección de datos a través de ficha de recolección.

3.8. Plan de procesamiento y análisis de datos

3.8.1. Validación del Instrumento

Para el procesamiento se realizará la matriz de operación de variables, lo que permitirá realizar una lista de chequeo o cotejo para la validación de contenido del instrumento por juicio de expertos y se basará en la recolección de datos de informes periciales elaborados entre los años 2019 y 2020.

3.8.2. Ficha de recolección de datos

La ficha de recolección de datos permitirá recolectar la información de 54 videos de las pericias de identificación de placa de rodaje vehicular, registrándose los datos de cada video en una ficha de recolección de datos.

3.8.3. Vaciado de las fichas

Las 54 fichas de recolección de datos se vaciarán en una tabla en Excel de acuerdo con las variables y dimensiones para su proceso en SPSS. Los detalles para el vaciado de las fichas serán:

- Para la variable 1 (Placa de rodaje vehicular) con la dimensión de número o letras y como indicador el número de caracteres alfanuméricos identificados.
- Para la variable 2 (Video digital) en la dimensión 1 (resolución) y el indicador de píxeles, donde se detalla la resolución en píxeles del video objeto de estudio.
- Para la variable 2 (Video digital) en la dimensión 2 (fotogramas) con indicador fotogramas por segundo, donde se detalla la cantidad de fotogramas del video objeto de estudio.
- Para la variable 2 (video digital) en la dimensión 3 (bitrate) con el indicador de tasa de datos, donde se detalla el flujo o tasa de datos que se reproduce por segundo en la reproducción del video objeto de estudio.

3.8.4. Análisis con el SPSS

Se utilizará el programa estadístico SPSS para el análisis inferencial, y se aplicará la correlación “Rho de Spearman” para establecer la relación entre la pericia de identificación de la placa de rodaje vehicular y la calidad de los videos digitales. En el siguiente cuadro se detalla la muestra recolectada:

Tabla 2. Datos recolectados del año 2019

Número	Año del Informe Pericial	Caracteres Identificados	Resolución		Fotogramas		Bitrate	
			Resolución	Rango	Fotogramas	Rango	Tasa bit	Rango
1	2019	6	1920*1080	4	30	4		0
2	2019	6	1920*1080	4	30	4		0
3	2019	6	1920*1080	4	15	2		0
4	2019	6	1920*1080	4	15	2		0
5	2019	5	1920*1080	4	50	5		0
6	2019	4	1280*720	3	12	1		0
7	2019	0	1280*720	3	12	1		0
8	2019	0	720*480	2		0	502 KB/S	1
9	2019	6	1280*720	3	30	4		0
10	2019	0	1280*720	3	30	4		0
11	2019	6	1280*720	3	30	4		0
12	2019	6	1280*720	3	30	4		0
13	2019	3	1280*720	3	30	4		0
14	2019	0	640*480	1	30	4		0
15	2019	0	640*480	1	30	4		0
16	2019	0	640*480	1	30	4		0
17	2019	0	1280*720	3	25	3		0
18	2019	6	1920*1080	4	25	3		0
19	2019	6	1920*1080	4	25	3		0
20	2019	6	1920*1080	4	12	1	1.5 MB/S	2
21	2019	6	1280*720	3	12	1	1.3 MB/S	2
22	2019	3	1280*720	3	12	1	1.3 MB/S	2
23	2019	6	1920*1080	4	25	3	490 MB/S	4
24	2019	6	1920*1080	4	25	3	490 MB/S	4
25	2019	6	1920*1080	4	25	3	490 MB/S	4
26	2019	3	640*480	1	30	4		0
27	2019	4	1920*1080	4	15	2		0
28	2019	6	1920*1080	4	30	4		0
29	2019	6	1920*1080	4	30	4	1.5 MPS	2
30	2019	6	1280*720	3	15	2		0
31	2019	6	1280*720	3	100	6		0
32	2019	6	1280*720	3	30	4		0
33	2019	0	1280*720	3	12	1		0
34	2019	0	1280*720	3	12	1		0
35	2019	0	640*480	1	30	4		0
36	2019	0	640*480	1	30	4		0
37	2019	0	640*480	1	30	4		0

Fuente: Diseño propio

Tabla 3. Datos recolectados del año 2020

Número	Año del Informe Pericial	Caracteres Identificados	Resolución		Fotogramas		Bitrate	
			Resolución	Rango	Fotogramas	Rango	Tasa bit	Rango
38	2020	6	1920*1080	4	15	2		0
39	2020	2	1280*720	3	25	3		0
40	2020	6	1280*720	3	30	4		0
41	2020	6	1280*720	3	30	4		0
42	2020	6	1280*720	3	15	2		0
43	2020	6	1280*720	3	15	2		0
44	2020	0	1280*720	3	30	4		0
45	2020	3	1280*720	3	25	3		0
46	2020	6	1280*720	3	30	4		0
47	2020	6	1280*720	3	15	2		0
48	2020	5	1920*1080	4	30	4	3.3 MB/S	3
49	2020	0	1280*720	3	30	4	2.3 MB/S	3
50	2020	2	1920*1080	4	50	5	4.2 MB/S	3
51	2020	4	1280*720	3	25	3		0
52	2020	6	1280*720	3	15	2		0
53	2020	6	1920*1080	4	30	4		0
54	2020	6	1920*1080	4		0	3.3MB/S	3

Fuente: Diseño propio

Se aplico la correlación “Rho de Spearman” debido a que:

- Se busca medir el grado de asociación entre dos cantidades.
- Se utiliza para muestras pequeñas en nuestro caso 54 muestras que corresponden a 54 videos.
- Las variables de estudio son de tipo ordinales, no paramétrico.

La estimación de rho de Spearman utiliza la siguiente formula:

$$rS = 1 - \frac{(6 \times \sum d^2)}{n(n^2 - 1)}$$

Donde:

- d=es la diferencia de rango entre la variable X y Y.
- n=número de observaciones obtenidos en el muestreo.
- El coeficiente Spearman, puede tomar el valor entre +1 y -1.

La interpretación del coeficiente de correlación de Spearman está dada entre -1 y $+1$ (Martínez, 2015). Siendo los significados de los valores lo que se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 4 Interpretación del coeficiente de correlación de Spearman

Valor de ρ	Significado
-1	Correlación negativa grande y perfecta
-0.9 a -0.99	Correlación negativa muy alta
-0.7 a -0.89	Correlación negativa alta
-0.4 a -0.69	Correlación negativa moderada
-0.2 a -0.39	Correlación negativa baja
-0.01 a -0.19	Correlación negativa muy baja
0	Correlación nula
0.01 a 0.19	Correlación positiva muy baja
0.2 a 0.39	Correlación positiva baja
0.4 a 0.69	Correlación positiva moderada
0.7 a 0.89	Correlación positiva alta
0.9 a 0.99	Correlación positiva muy alta
1	Correlación positiva grande y perfecta

Fuente: Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica

3.9. Aspectos éticos

Los aspectos éticos serán muy importantes debido a los temas de confidencialidad en las labores periciales, contándose con la autorización para la recopilación de datos del Gerente de la Oficina de Peritajes, toda vez que solo se recabarán datos técnicos relacionados a la calidad de imágenes y los caracteres identificados de placas de rodaje vehicular.

Asimismo, la presente investigación será analizada por el software Turnitin para identificar el porcentaje de coincidencias y éstas sean por debajo de lo permitido por los lineamientos de la Universidad.

CAPITULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSION DE RESULTADOS

4.1. Resultados

4.1.1. Análisis descriptivo de resultados

Tabla 5. Resolución de Videos Digitales de los Hechos Delictivos de Robo en la Oficina de Peritajes del Ministerio Público, Lima, 2019-2020

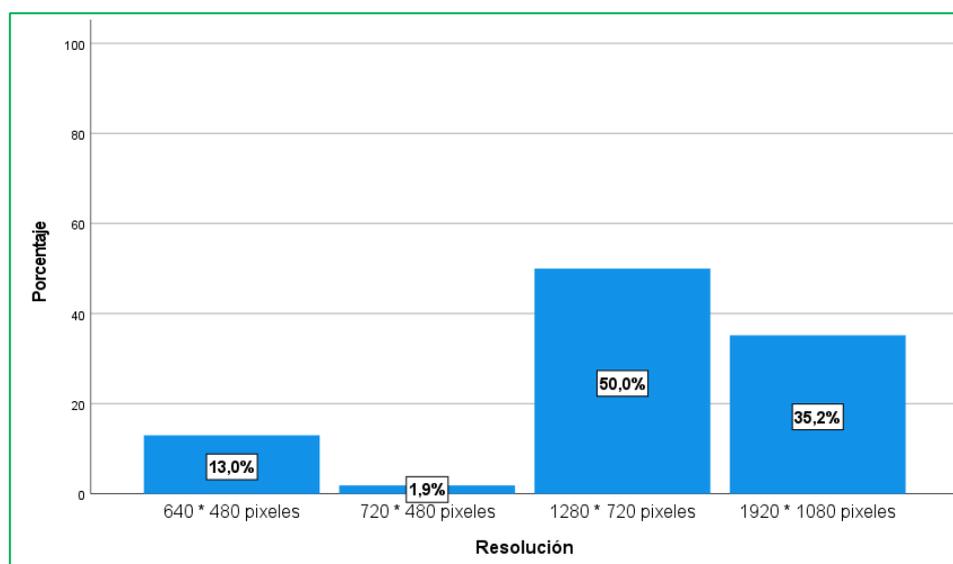
Resolución	Frecuencia	Porcentaje
640 * 480 pixeles	7	13.0
720 * 480 pixeles	1	1.9
1280 * 720 pixeles	27	50.0
1920 * 1080 pixeles	19	35.2
Total	54	100.0

Fuente: Diseño Propio

En la tabla 5 y figura 24 se observa que el 50% de los videos digitales tienen una resolución de 1280*720 pixeles; otro porcentaje importante (35.2%) son los videos con resolución de 1920*1080 pixeles.

Solo el 1.9% de los videos son de resolución 720*480 pixeles.

Figura 23. Resolución de Videos Digitales de los Hechos Delictivos de Robo en la Oficina de Peritajes del Ministerio Público, Lima, 2019-2020



Fuente: Diseño Propio

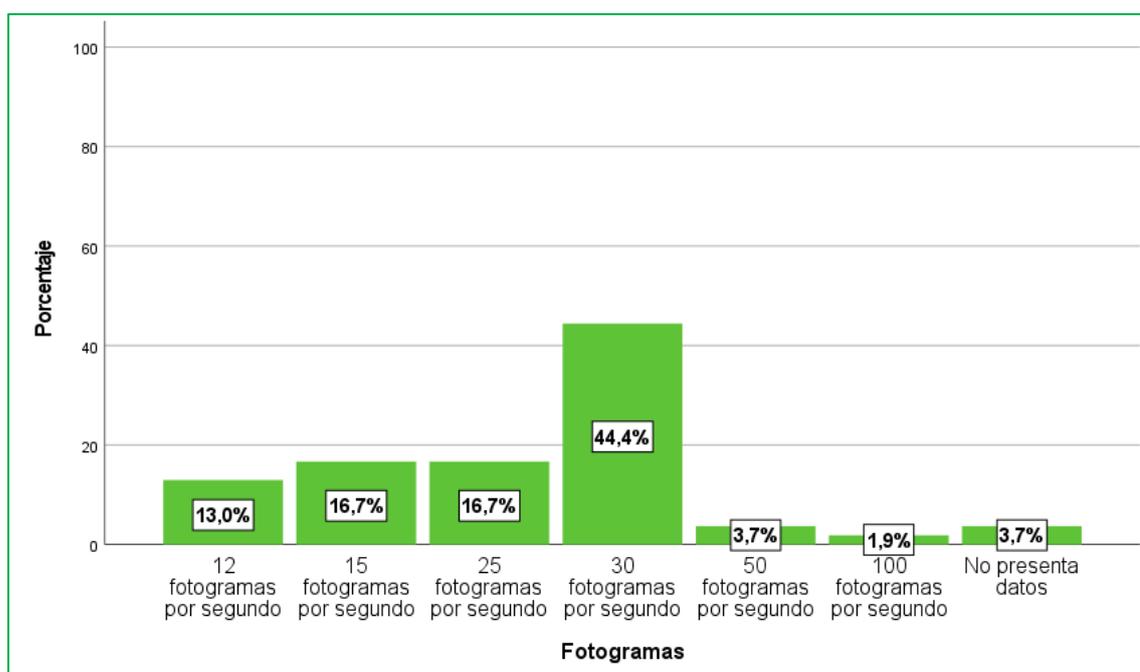
Tabla 6. Fotogramas de Videos Digitales de los Hechos Delictivos de Robo en la Oficina de Peritajes del Ministerio Público, Lima, 2019-2020

Fotogramas	Frecuencia	Porcentaje
12 fotogramas por segundo	7	13.0
15 fotogramas por segundo	9	16.7
25 fotogramas por segundo	9	16.7
30 fotogramas por segundo	24	44.4
50 fotogramas por segundo	2	3.7
100 fotogramas por segundo	1	1.9
No presenta datos	2	3.7
Total	54	100.0

Fuente: Diseño Propio

En la tabla 6 y figura 25 se observa que el 44.4% de los videos digitales son de 30 fotogramas por segundo. Los videos de 15 y 25 fotogramas por segundo representan el 16.7% cada uno. Solo el 1.9% de los videos digitales son de 100 fotogramas por segundo.

Figura 24. Fotogramas de Videos Digitales de los Hechos Delictivos de Robo en la Oficina de Peritajes del Ministerio Público, Lima, 2019-2020



Fuente: Diseño Propio

Tabla 7. Bitrate de Videos Digitales de los Hechos Delictivos de Robo en la Oficina de Peritajes del Ministerio Público, Lima, 2019-2020

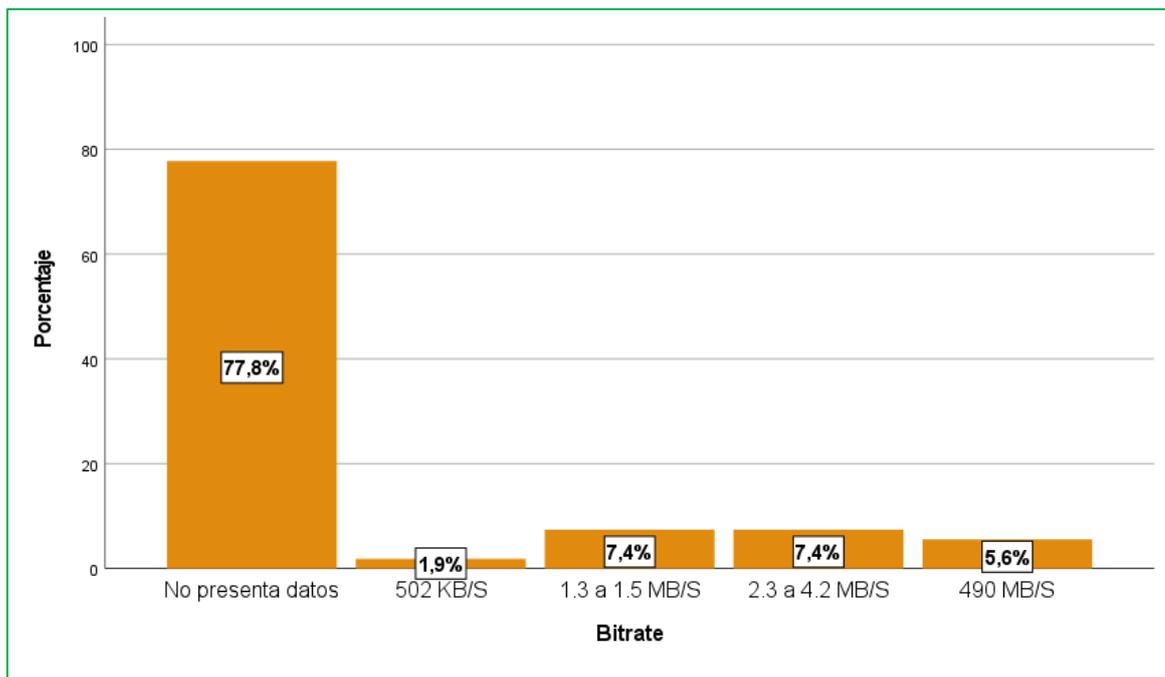
Bitrate	Frecuencia	Porcentaje
502 KB/S	1	1.9
1.3 a 1.5 MB/S	4	7.4
2.3 a 4.2 MB/S	4	7.4
490 MB/S	3	5.6
No presenta datos	42	77.8
Total	54	100.0

Fuente: Diseño Propio

En la tabla 7 y figura 26 se observa que el 77.8% de los videos digitales no presentan datos sobre el bitrate; sin embargo, el 5.6% de los videos digitales tienen un bitrate de 490 MB/S.

También se observa que el 7.4% de los videos tienen bitrate de 2.3 a 4.2 MB/S; igual porcentaje se evidencia en los videos de bitrate 1.3 a 1.5 MB/S.

Figura 25. Bitrate de Videos Digitales de los Hechos Delictivos de Robo en la Oficina de Peritajes del Ministerio Público, Lima, 2019-2020



Fuente: Diseño Propio

Tabla 8. Caracteres identificados según dimensiones de la calidad de Videos Digitales de los Hechos Delictivos de Robo en la Oficina de Peritajes del Ministerio Público, Lima, 2019-2020

		Caracteres identificados	
		Media	Desviación estándar
Resolución	640 * 480 pixeles	0.43	1.13
	720 * 480 pixeles	0.00	
	1280 * 720 pixeles	3.81	2.59
	1920 * 1080 pixeles	5.58	1.02
Fotogramas	12 fotogramas por segundo	2.71	2.75
	15 fotogramas por segundo	5.78	0.67
	25 fotogramas por segundo	4.33	2.24
	30 fotogramas por segundo	3.46	2.86
	50 fotogramas por segundo	3.50	2.12
	100 fotogramas por segundo	6.00	
	No presenta datos	3.00	4.24
Bitrate	502 KB/S	0.00	
	1.3 a 1.5 MB/S	5.25	1.50
	2.3 a 4.2 MB/S	3.25	2.75
	490 MB/S	6.00	0.00
	No presenta datos	3.81	2.64

Fuente: Diseño Propio

En la tabla 8 y figura 27, se observa medidas de resumen de los caracteres identificados según las dimensiones de la calidad de video.

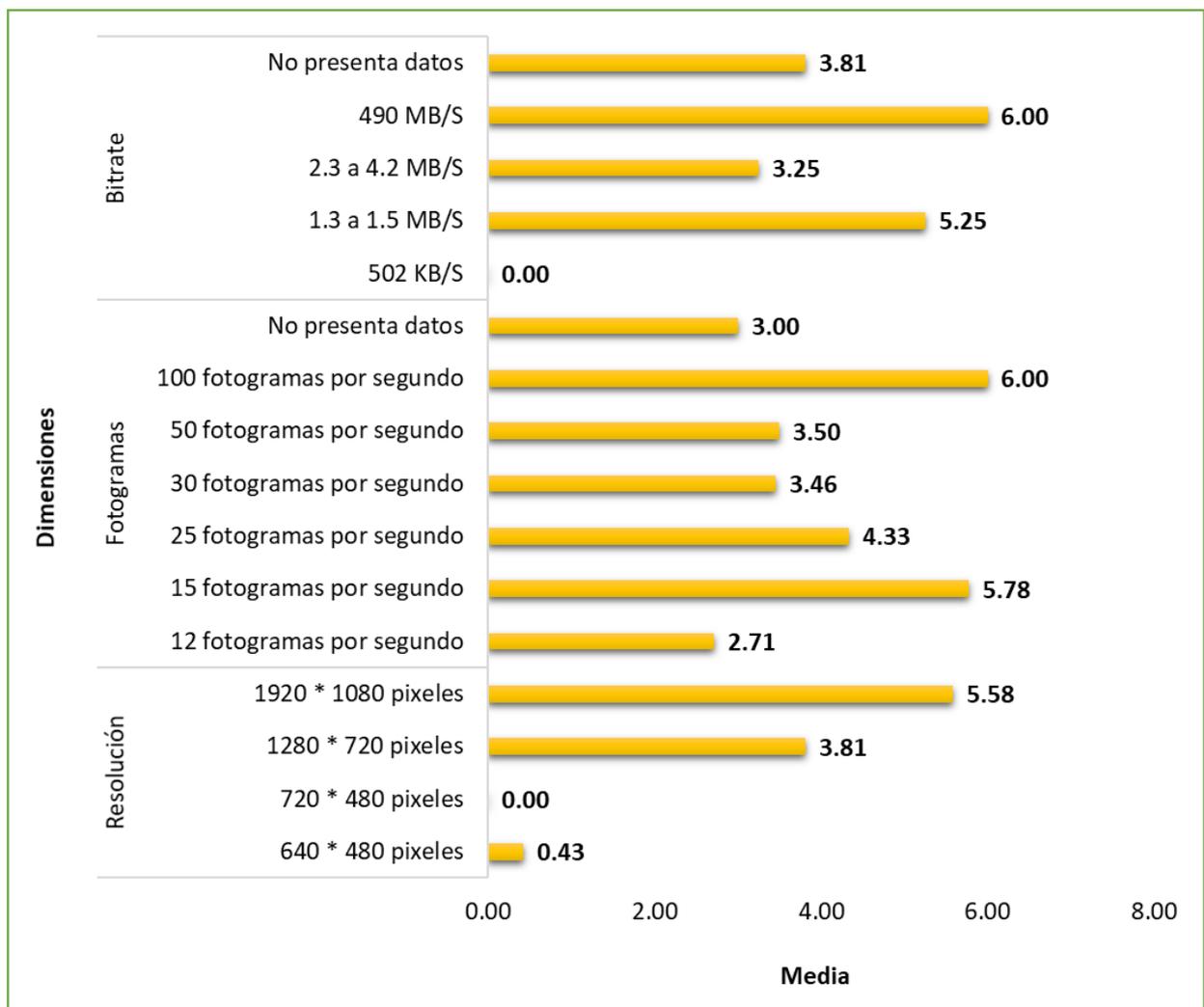
En el caso de la resolución, en los videos de 1920*1080 pixeles se identificaron en promedio 5.58 caracteres con una variación de 1.02 caracteres. Asimismo, en los videos con resolución 1280*720 pixeles se identificaron en promedio 3.81 caracteres con una variación de 2.59 caracteres. Los otros niveles de resolución de videos presentan promedios bajos de identificación de caracteres.

En cuanto a los fotogramas, el mayor promedio de caracteres identificados se dio en los videos de 100 fotogramas por segundo con un valor de 6 caracteres; le sigue los videos con 15 fotogramas por segundo con un promedio de 5.78 caracteres identificados y una

variación de 0.67 caracteres. Los videos con 12 fotogramas por segundo tienen el menor promedio con 2.71 caracteres identificado y una variación de 2.75 caracteres.

En el caso de la dimensión de Bitrate, en los videos con 490 MB/S se identificaron en promedio 6 caracteres. Asimismo, en los videos con bitrate de 1.3 a 1.5 MB/S se identificaron en promedio 5.25 caracteres con una variación de 1.5 caracteres.

Figura 26. Caracteres identificados según dimensiones de la calidad de Videos Digitales de los Hechos Delictivos de Robo en la Oficina de Peritajes del Ministerio Público, Lima, 2019-2020



Fuente: Diseño Propio

4.1.2. Prueba de Hipótesis

Hipótesis General

- Ho: No existe relación entre la pericia de identificación de la placa de rodaje vehicular con la calidad del video digital en los hechos delictivos de robo en la Oficina de Peritajes del Ministerio Publico, Lima,2019-2020
- H1: Existe relación entre la pericia de identificación de la placa de rodaje vehicular con la calidad del video digital en los hechos delictivos de robo en la Oficina de Peritajes del Ministerio Publico, Lima,2019-2020

Tabla 9. Análisis de relación entre caracteres identificados y calidad de los Videos Digitales de los Hechos Delictivos de Robo en la Oficina de Peritajes del Ministerio Público, Lima, 2019-2020.

			Caracteres identificados	Calidad del video digital
Rho de Spearman	Caracteres identificados	Coefficiente de correlación	1.000	,442**
		Sig. (bilateral)		0.001
		N	54	54
	Calidad del video digital	Coefficiente de correlación	,442**	1.000
		Sig. (bilateral)	0.001	
		N	54	54

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Diseño Propio

En la tabla 9 se observa el análisis de correlación entre los caracteres identificados y la calidad de los videos digitales.

En los resultados se muestra que el coeficiente de correlación Rho de Spearman es 0.442; esto indica que la relación es directa, es decir, a mayor cantidad de caracteres identificados le corresponde mayor calidad de los videos digitales. También se observa que el valor de probabilidad $p= 0.001$, esto indica que la relación es significativa al 1%; por lo tanto, existe relación entre la pericia de identificación de la placa de rodaje

vehicular con la calidad del video digital en los hechos delictivos de robo en la Oficina de Peritajes del Ministerio Publico, Lima,2019-2020.

Hipótesis Especifica 1

- Ho: No existe relación entre la pericia de identificación de la placa de rodaje vehicular con la resolución en la calidad del video digital en los hechos delictivos en la Oficina de Peritajes del Ministerio Publico, Lima,2019-2020.
- H1: Existe relación entre la pericia de identificación de la placa de rodaje vehicular con la resolución en la calidad del video digital en los hechos delictivos en la Oficina de Peritajes del Ministerio Publico, Lima,2019-2020.

Tabla 10. Análisis de relación entre caracteres identificados y resolución en la calidad de los Videos Digitales de los Hechos Delictivos de Robo en la Oficina de Peritajes del Ministerio Público, Lima, 2019-2020.

			Caracteres identificados	Resolución
Rho de Spearman	Caracteres identificados	Coefficiente de correlación	1.000	,587**
		Sig. (bilateral)		0.000
		N	54	54
	Resolución	Coefficiente de correlación	,587**	1.000
		Sig. (bilateral)	0.000	
		N	54	54

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Diseño Propio

En la tabla 10 se observa el análisis de correlación entre los caracteres identificados y la dimensión resolución en la calidad de videos digitales.

En los resultados se muestra que el coeficiente de correlación Rho de Spearman es 0.587; esto indica que la relación es directa, es decir, a mayor cantidad de caracteres identificados le corresponde mayor resolución en la calidad de los videos digitales. También se observa que el valor de probabilidad $p= 0.000$, esto indica que la relación

es significativa al 1%; por lo tanto, existe relación entre la pericia de identificación de la placa de rodaje vehicular con la resolución en la calidad del video digital en los hechos delictivos en la Oficina de Peritajes del Ministerio Publico, Lima,2019-2020.

Hipótesis Especifica 2

- Ho: No existe relación entre la pericia de identificación de la placa de rodaje vehicular con los fotogramas en la calidad del video digital en los hechos delictivos en la Oficina de Peritajes del Ministerio Publico, Lima,2019-2020
- H1: Existe relación entre la pericia de identificación de la placa de rodaje vehicular con los fotogramas en la calidad del video digital en los hechos delictivos en la Oficina de Peritajes del Ministerio Publico, Lima,2019-2020

Tabla 11. Análisis de relación entre caracteres identificados y fotogramas en la calidad de los Videos Digitales de los Hechos Delictivos de Robo en la Oficina de Peritajes del Ministerio Público, Lima, 2019-2020.

			Caracteres identificados	Fotogramas
Rho de Spearman	Caracteres identificados	Coefficiente de correlación	1.000	-0.091
		Sig. (bilateral)		0.519
		N	52	52
	Fotogramas	Coefficiente de correlación	-0.091	1.000
		Sig. (bilateral)	0.519	
		N	52	52

Fuente: Diseño Propio

En la tabla 11 se observa el análisis de correlación entre los caracteres identificados y la dimensión fotogramas en la calidad de videos digitales.

En los resultados se muestra que el coeficiente de correlación Rho de Spearman es -0.091; esto indica que la relación es inversa, es decir, a mayor cantidad de caracteres identificados le corresponde menor cantidad de fotogramas por segundo en la calidad

de los videos digitales. También se observa que el valor de probabilidad $p= 0.519$, esto indica que la relación no es significativa; por lo tanto, no existe relación entre la pericia de identificación de la placa de rodaje vehicular con los fotogramas en la calidad del video digital en los hechos delictivos en la Oficina de Peritajes del Ministerio Publico, Lima, 2019-2020

Hipótesis Especifica 3

- Ho: No existe relación entre la pericia de identificación de la placa de rodaje vehicular con el bitrate en la calidad del video digital en los hechos delictivos en la Oficina de Peritajes del Ministerio Publico, Lima,2019-2020.
- H1: Existe relación entre la pericia de identificación de la placa de rodaje vehicular con el bitrate en la calidad del video digital en los hechos delictivos en la Oficina de Peritajes del Ministerio Publico, Lima,2019-2020.

Tabla 12. Análisis de relación entre caracteres identificados y bitrate en la calidad de los Videos Digitales de los Hechos Delictivos de Robo en la Oficina de Peritajes del Ministerio Público, Lima, 2019-2020.

			Caracteres identificados	Bitrate
Rho de Spearman	Caracteres identificados	Coefficiente de correlación	1.000	0.316
		Sig. (bilateral)		0.316
		N	12	12
	Bitrate	Coefficiente de correlación	0.316	1.000
		Sig. (bilateral)	0.316	
		N	12	12

Fuente: Diseño Propio

En la tabla 12 se observa el análisis de correlación entre los caracteres identificados y la dimensión bitrate en la calidad de videos digitales.

En los resultados se muestra que el coeficiente de correlación Rho de Spearman es 0.316; esto indica que la relación es directa, es decir, a mayor cantidad de caracteres identificados le corresponde mayor nivel de bitrate en la calidad de los videos digitales. También se observa que el valor de probabilidad $p= 0.316$, esto indica que la relación no es significativa; por lo tanto, no existe relación entre la pericia de identificación de la placa de rodaje vehicular con el bitrate en la calidad del video digital en los hechos delictivos en la Oficina de Peritajes del Ministerio Publico, Lima,2019-2020.

4.1.3. Discusión de Resultados

De la identificación de la placa de rodaje vehicular:

En los diferentes hechos delictivos de robo, con la intervención de un determinado vehículo, la fiscalía solicita la pericia de identificación de la placa de rodaje vehicular, ara el esclarecimiento de los hechos. Técnicamente es difícil evaluar como interviene la calidad del video que se remite como evidencia para el estudio pericial y la cantidad de caracteres identificados que, en el Perú, es de 6 caracteres alfanuméricos.

En la publicación “Reconocimiento de placas vehiculares”, detalla que una placa de rodaje está compuesta de caracteres: letras y números y que el procesamiento digital de imagen busca mejorar la calidad de esta. (Pozueco, 2014).

De lo anteriormente detallado, se desprende que una imagen tiene cierta calidad y que el procesamiento de imagen busca mejorar esta calidad para la identificación de una determinada placa de rodaje vehicular.

Con respecto al video digital:

La calidad de un video digital está relacionado a la resolución en pixeles, la cantidad de fotogramas por segundo y la tasa de datos o bitrate.

Siendo “La calidad de la imagen de las transmisiones de video expresadas en términos de resolución por ejemplo 1280X1024 pixeles” es un parámetro de video fundamental. Así mismo indica como conclusión técnica que el resultado son sistemas de videovigilancia que permite ajustarse sin problemas a la calidad de la imagen y las necesidades de almacenamiento. Lo que se desprende que los equipos de grabación pueden ajustarse a la calidad de los sensores o cámara y que depende de la capacidad de almacenamiento, que son parámetros considerados en la configuración de los equipos de grabación (Arapa, 2015)

Con respecto a la resolución:

Una de las características de la calidad de una imagen o video es la resolución lo que se desprende del artículo científico relacionado a la labor pericial y la identificación de placa de rodaje, que al utilizar una serie de filtros matemáticos en el proceso de escalado se aumenta la resolución de una imagen, lo que permite determinar que a mayor resolución mayor calidad de imagen, lo que permite un mejor procesamiento y uso de filtros digitales para la identificación de caracteres alfanuméricas de una determinada placa de rodaje (Orellano, M. H. 2020).

“La unidad mínima de la imagen digital es un pixel y que cuanto más pixel compone una imagen mayor posibilidad de representar los detalles”, no siendo el único factor que determina la calidad técnica de la imagen (Utral, 2015. Pág. 122)

Con respecto a los fotogramas:

Cuantos más fotogramas tomemos de una acción más información tendremos del movimiento que produce, por ello la frecuencia de fotogramas por segundo se denomina “Resolución temporal”. (Utral, 2015. Pág. 131)

Con respecto al bitrate:

El flujo de transferencia binaria o tasa de transferencia (Bit rate) indica el número de bit que se transmite por segundo. Es decir, cuanto más calidad tenga el formato de video mayor será el flujo de transmisión que genera. (Utral, 2015. Pág. 136)

CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Conclusión general

Tomando en consideración que se debe Determinar si existe relación entre la pericia de identificación de la placa de rodaje vehicular con la calidad del video digital se concluye de los resultados que el coeficiente de correlación Rho de Spearman es 0.442; esto indica que la relación es directa, es decir, a mayor cantidad de caracteres identificados le corresponde mayor calidad de los videos digitales. También se observa que el valor de probabilidad $p=0.001$, esto indica que la relación es significativa al 1%; por lo tanto, existe relación entre la pericia de identificación de la placa de rodaje vehicular con la calidad del video digital en los hechos delictivos de robo en la Oficina de Peritajes del Ministerio Publico, Lima,2019-2020.

Conclusiones específicas

Primera. - Teniendo en cuenta que debe Determinar el nivel de relación entre la pericia de identificación de la placa de rodaje vehicular con la resolución en la calidad del video digital, se concluye de los resultados que el coeficiente de correlación Rho de Spearman es 0.587; esto indica que la relación es directa, es decir, a mayor cantidad de caracteres identificados le corresponde mayor resolución en la calidad de los videos digitales. También se observa que el valor de probabilidad $p=0.000$, esto indica que la relación es significativa al 1%; por lo tanto, existe relación entre la pericia de identificación de la placa de rodaje vehicular con la resolución en la calidad del video digital en los hechos delictivos en la Oficina de Peritajes del Ministerio Publico, Lima,2019-2020

Segunda. - Considerando que debe Analizar el nivel de relación entre la pericia de identificación de la placa de rodaje vehicular con los fotogramas en la calidad del video digital, se concluye de los resultados que el coeficiente de correlación Rho de Spearman es -0.091; esto indica que la relación es inversa, es decir, a mayor cantidad de caracteres identificados le corresponde menor cantidad de fotogramas por segundo en la calidad de los videos digitales. También se observa que el valor de probabilidad $p= 0.519$, esto indica que la relación no es significativa; por lo tanto, no existe relación entre la pericia de identificación de la placa de rodaje vehicular con los fotogramas en la calidad del video digital en los hechos delictivos en la Oficina de Peritajes del Ministerio Publico, Lima,2019-2020

Tercera. - Tomando en cuenta que debe Identificar el nivel de relación entre la pericia de identificación de la placa de rodaje vehicular con el bitrate en la calidad del video digital, se concluye de los resultados que el coeficiente de correlación Rho de Spearman es 0.316; esto indica que la relación es directa, es decir, a mayor cantidad de caracteres identificados le corresponde mayor nivel de bitrate en la calidad de los videos digitales. También se observa que el valor de probabilidad $p= 0.316$, esto indica que la relación no es significativa; por lo tanto, no existe relación entre la pericia de identificación de la placa de rodaje vehicular con el bitrate en la calidad del video digital en los hechos delictivos en la Oficina de Peritajes del Ministerio Publico, Lima,2019-2020.

5.2. Recomendaciones

Recomendación general:

De acuerdo a los resultados obtenidos y considerando que se determinó que calidad del video digital influye en la identificación de placas de vehículos para el esclarecimiento de hechos delictivos en la Oficina de Peritajes del Ministerio Público a nivel de Lima metropolitana; se recomienda que las evidencias digitales tipo video o imagen que remite las fiscalías para la identificación de la placa de rodaje vehicular tengan la mayor calidad posible.

Recomendaciones específicas:

Primera. - Teniendo en cuenta los resultados obtenidos y tomando en consideración las diferentes marcas, modelos y costos de las cámaras, sensores o dispositivos de grabación de videos o imágenes, se recomienda equipos de grabación que permita videos por encima de resoluciones de 1920 X 1080 pixeles.

Segunda. - De acuerdo a los resultados hallados que indica que no existe relación entre la pericia de identificación de la placa de rodaje vehicular con los fotogramas en la calidad del video digital en los hechos delictivos en la Oficina de Peritajes del Ministerio Público, Lima, 2019-2020, se recomienda profundizar este estudio toda vez que los diferentes estudios indican que los fotogramas son una de las características de la calidad de un video.

Tercera. - Tomado los resultados hallados que indica que no existe relación entre la pericia de identificación de la placa de rodaje vehicular con el bitrate en la calidad del video digital en los hechos delictivos en la Oficina de Peritajes del Ministerio Público, Lima, 2019-2020, se recomienda profundizar este estudio toda vez que los diferentes estudios indican que la tasa de datos o flujo de datos son una de las características de la calidad de un video.

REFERENCIAS

- América Noticias (9 julio 2020). Centro de Lima: Delincuentes usan moderno auto para robo de autopartes. <https://cutt.ly/mvovUp0>
- América Noticias (9 marzo 2020). Chorrillo: identifican auto implicado en la muerte de sobrino de Paolo Guerrero. <https://cutt.ly/OvovQJ3>
- Edwin Arapa, G, Condori Sucapuca, G (2013). Diseño e implementación de un prototipo para un sistema de video vigilancia utilizando Wifi n el estándar 80.2.11n para la ciudad de Juliaca. [Tesis de Grado] Universidad de Puno. <https://cutt.ly/Nj0vGk7>
- Azam, S., Islam, M. (2016). Automatic license plate detection in hazardous condition. Journal of Visual Communication and Image Representation. (36), 172-186. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvcir.2016.01.015>
- Cámara de Comercio de Bogotá (2021). Encuesta de Percepción y Victimización de Bogotá 2020. <https://cutt.ly/DvoxIVf>
- Decreto Supremo 07 de 2020-IN. Que regula es uso de las cámaras de videovigilancia. Diario Oficial el peruano (2020). <https://cutt.ly/8vovS8T>
- El comercio (17 marzo 2019). Peritos ya tienen características del auto que arrastro al sobrino de Paolo Guerrero. <https://cutt.ly/qvovjn6>
- Galindo L. (2010). Metodología para el análisis forense informático en sistemas de redes y equipos de cómputo personal. [Tesis de Maestría] Mexico.
- Granda Tonato, G. (2015). Metodología para el análisis forense informático en sistemas de redes y equipos de cómputo personal. [Tesis de Ingeniería]Universidad Politecnica Saeciana, Ecuador. <https://cutt.ly/Zvob0Cb>
- Hernández Sampieri, R. Fernández Collado, C. Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación. (6 ed.) Mc Graw Hill
- Hilario Seibel, H., Goldenstein, S., y Rocha, A. (2017). Eyes on the target: Super-resolution and license-plate recognition in low-quality surveillance videos. Revista IEEE Access, (5) 20020-20035.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2018). Perú: Anuario Estadístico y Seguridad Ciudadana 2011-2017. <https://cutt.ly/JvovpDD>
- Martínez, A., Campos, W. (2015). Correlación entre actividades de interacción social registrada con nuevas tecnologías y el grado de aislamiento social en los adultos mayores. (36). <https://doi.org/10.17488/RMIB.36.3.4>*
- Mundaca Vidarte, G. (2016). Detección de caracteres de placa de automóviles mediante técnicas de visión artificial. [Tesis de Ingeniería] Universidad de Piura, Perú. <https://cutt.ly/QvobFs9>

- Mundaca Vidarte, G. (2018). Detección de vehículos con aprendizaje profundo en cámara de videovigilancia. [Tesis de Ingeniería] Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú
- Nata Vicente, A. (2014). Método de super - resolución de única figura basado em aprendizaje para imágenes de placas brasileiras de baja calidad. [Tesis de Maestría] Universidad de Brasilia de Brasil]
- NCPP (2016). Nuevo Código Procesal Peruano. Recuperado mayo 2020
- Observatorio Nacional Ciudadano (2020). Reporte sobre delitos de alto impacto: México. Editorial ONC, <https://onc.org.mx/uploads/RMensual-Abr20.pdf>
- Oficina europea de estadísticas. (Julio 2020). Estadística sobre delincuencia. <https://cutt.ly/2veLQuB>
- Orellano Benancio, L., Muñoz Canales R., Humpire Molina, D., Lee Huamani, E. (2020). Identification of Alphanumeric Caracteres in License Plates Base don Image Processing With Comercial Software as a Complemento r Alternativa to Image Processing withh Amped Five Forensic Software. International Journal of Emerging trends in Engineering Research. (8), 4920-4926. <http://dx.doi.org/10.30534/ijeter/2020/05892020>
- Perú 21 (17 marzo 2019). Ya tienen características del auto que arrastro y causo muerte del hijo del Coyote Rivera. <https://cutt.ly/Cvovbr7>
- Pozueco Álvarez, L. (2014). Diseño y evaluación de sistema de estimación de ancho de banda disponible para servicio adaptativo de video streaming. [Tesis Doctoral] Universidad UNED de España. <https://cutt.ly/rvobq82>
- Pozueco Álvarez, L. (2014). Reconocimiento de placas vehiculares. [Tesis de Maestría] Instituto Politécnico Nacional, México. <https://cutt.ly/HvobYTK>
- Usash Molina, P. (2015). Técnica de mejora de la eficiencia de codificación de video. [Tesis Doctoral] Universidad Politécnica de Valencia, España. <https://cutt.ly/Lvobjl1>
- Utray, F., Benitez, A. (2015). Postproducción digital. Una perspectiva contemporanea. Dykinson
- Wu H., Wu, C. y Shen, D. (2006). License plate extraction in low resolution video. [Conference on Pattern Recognition]. Conferencia IEEE., Taiwan

ANEXO 1
MATRIZ DE CONSISTENCIA

El uso de la Pericia de Identificación de la Placa de Rodaje Vehicular y su Relación con la Calidad del Videos Digital en los Hechos Delictivos de Robo en la Oficina de Peritajes del Ministerio Público, Lima, 2019-2020

Formulación del Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Diseño Metodológico
<p>General: ¿Qué relación tiene la pericia de identificación de la placa de rodaje vehicular con la calidad del video digital en los hechos delictivos de robo en la Oficina de Peritajes del Ministerio Publico, Lima 2019-2020?</p> <p>Específico: ¿Qué relación tiene la pericia de identificación de la placa de rodaje vehicular con la resolución en la calidad del video digital en los hechos delictivos en la Oficina de Peritajes del Ministerio Publico, Lima 2019-2020?</p> <p>¿Qué relación tiene la pericia de identificación de la placa de rodaje vehicular con los fotogramas en la calidad del video digital en los hechos delictivos en la Oficina de Peritajes del Ministerio Publico, Lima 2019-2020?</p> <p>¿Qué relación tiene la pericia de identificación de la placa de rodaje vehicular con el bitrate en la calidad del video digital en los hechos delictivos en la Oficina de Peritajes del Ministerio Publico, Lima 2019-2020?</p>	<p>General: Determinar si existe relación entre la pericia de identificación de la placa de rodaje vehicular con la calidad del video digital en los hechos delictivos de robo en la Oficina de Peritajes del Ministerio Publico, Lima,2019-2020</p> <p>Específicos: Determinar el nivel de relación entre la pericia de identificación de la placa de rodaje vehicular con la resolución en la calidad del video digital en los hechos delictivos en la Oficina de Peritajes del Ministerio Publico, Lima,2019-2020.</p> <p>Analizar el nivel de relación entre la pericia de identificación de la placa de rodaje vehicular con los fotogramas en la calidad del video digital en los hechos delictivos en la Oficina de Peritajes del Ministerio Publico, Lima,2019-2020</p> <p>Identificar el nivel de relación entre la pericia de identificación de la placa de rodaje vehicular con el bitrate en la calidad del video digital en los hechos delictivos en la Oficina de Peritajes del Ministerio Publico, Lima,2019-2020.</p>	<p>Hipótesis General Existe relación entre la pericia de identificación de la placa de rodaje vehicular con la calidad del video digital en los hechos delictivos de robo en la Oficina de Peritajes del Ministerio Publico, Lima,2019-2020</p> <p>Hipótesis Especifica Existe relación entre la pericia de identificación de la placa de rodaje vehicular con la resolución en la calidad del video digital en los hechos delictivos en la Oficina de Peritajes del Ministerio Publico, Lima,2019-2020.</p> <p>Existe relación entre la pericia de identificación de la placa de rodaje vehicular con los fotogramas en la calidad del video digital en los hechos delictivos en la Oficina de Peritajes del Ministerio Publico, Lima,2019-2020</p> <p>Existe relación entre la pericia de identificación de la placa de rodaje vehicular con el bitrate en la calidad del video digital en los hechos delictivos en la Oficina de Peritajes del Ministerio Publico, Lima,2019-2020.</p>	<p>Placa de rodaje vehicular Dimensiones: Numero o letras</p> <p>Calidad del video Dimensiones: Resolución Fotograma Bitrate</p>	<p>Método de la investigación: Deductivo</p> <p>Enfoque de la Investigación: Cuantitativo</p> <p>Tipo de Investigación Aplicada</p> <p>Diseño de la Investigación No Experimental</p> <p>Población de estudio La población o universo estuvo constituida por 41 informes periciales cuyo objeto de estudio fue la identificación de placas de rodaje de los años 2019 al 2020.</p> <p>Muestra Constituida por 54 videos, cuyo procesamiento forense tuvo como objetivo identificar la placa de rodaje de un vehículo, realizada en el área de análisis digital forense de la oficina de peritajes del Ministerio Público entre los años 2019 y 2020</p> <p>Unidad de análisis Pericias de identificación de placas de rodaje Selección de la Muestra Fue intencional y no probabilística</p>

INTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

Definición conceptual de las Variables y Dimensiones

I. Variables

1. Placa de Rodaje Vehicular

Esta variable en el objeto de la labor pericial viene a ser la identificación de la Placa Única Nacional de Rodaje, identificación vehicular cuyos lineamientos están establecidos en la Ley General del Transporte y Tránsito Terrestre. En el Perú la cantidad de caracteres alfanuméricos que tiene una placa de rodaje vehicular es de seis (06) caracteres. Se sustenta en:

“Reconocimiento de placas vehiculares”, detalla que una placa de rodaje está compuesta de caracteres: letras y números y que el procesamiento digital de imagen busca mejorar la calidad de esta. (Pozueco, 2014)

2. Calidad del Video Digital

La variable video digital está relacionada a las evidencias que se remite para la labor pericial de identificación de la placa de rodaje vehicular, siendo la calidad relacionada a los pixeles, fotogramas y bitrate, sustentándose esta variable en:

Hilario (2017) donde indica que " Identificar los caracteres de matrículas a través de videos de baja calidad ayudando a los analistas forenses a comprender un evento de interés". Donde detalla la importancia de la calidad de un video digital, la resolución en pixeles y los fotogramas. Así mismo Usach (2015) indica “Aplicar estas técnicas de detección, lo que lleva a la definición de un algoritmo de selección de imágenes de referencia (keyframes) y el desarrollo de un algoritmo de control de tasa de bit para codificadores de vídeo basados en el modelo JVT, modificando el algoritmo de control de tasa original de H.264” determino la importancia de los bitrate en la codificación de los videos.

Seleccionándose para el presente trabajo de investigación el pixel, los fotogramas y el bitrate

II. Dimensiones

1. Píxeles

La resolución de un video esta dado en píxeles, siendo la cantidad definida en sentido horizontal y vertical, siendo un pixel la mínima unidad de un fotograma o imagen.

2. Fotogramas

Un fotograma es una imagen, una imagen este compuesto de una determinada cantidad de píxeles en forma vertical y horizontal, a mayor cantidad de píxeles mayor será la calidad de la imagen. Un video consta de cierta cantidad de fotogramas, a mayor cantidad de fotogramas mejor es la calidad del video digital. Los fotogramas en un video se reproducen en secuencias con cierta velocidad dando la percepción al sentido de la vista de movimiento, a mayor cantidad de fotogramas mejor es la calidad de una imagen y mayor es el peso del video.

3. Bitrate

En un video digital la cantidad de flujo o la tasa de datos en un segundo, integra la información de luminaria y color del video que determina la calidad de un video. Se podría decir también que es la cantidad de información de un video que reproduce el ordenador en un segundo y está relacionado a la calidad del video a mayor flujo de datos mayor será la calidad del video reproducido. A mayor cantidad de bitrate mejora la calidad del video, pero aumenta el tamaño del archivo

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Escala de Medición	Niveles y Rangos por dimensión	Niveles y Rango por Variable
Placa de rodaje Vehicular	En la publicación “Reconocimiento de placas vehiculares”, detalla que una placa de rodaje está compuesta de caracteres: letras y números y que el procesamiento digital de imagen busca mejorar la calidad de esta. (Pozueco, 2014)	La placa de rodaje vehicular debe ser reconocido a través de la identificación de los caracteres alfanuméricos.	Numero o letras	Carácter alfanumérico	1. ¿Cuántos caracteres se logró identificar de la placa de rodaje vehicular objeto de estudio?	Cuantitativa Dicotómica	Número del 0 al 9 ó letras de la A hasta la Z	<ul style="list-style-type: none"> - Un carácter alfanúmero - Dos caracteres alfanuméricos - Tres caracteres alfanuméricos - Cuatro caracteres alfanuméricos - Cinco caracteres alfanuméricos - Seis caracteres alfanuméricos
Video Digital	<p>Utray (2015) En la publicación “Postproducción digital: Una Perspectiva contemporánea”, indica que.</p> <ul style="list-style-type: none"> - “La unidad mínima de la imagen digital es un pixel y que cuanto más pixel compone una imagen mayor posibilidad de representar los detalles”, no siendo el único factor que determina la calidad técnica de la imagen Pág. 122 - Cuantos más fotogramas tomemos de una acción más información tendremos del movimiento que produce, por ello la frecuencia de fotogramas por segundo se denomina “Resolución temporal”. Pág. 131 - El flujo de transferencia binaria o tasa de transferencia (Bit rate) indica el número de bit que se transmite por segundo. Es decir, cuanto la calidad tenga el formato de video mayor será el flujo de transmisión que genera. Pág. 136. 	El video digital se presenta a través de la captura, la grabación, el procesamiento, la transmisión y la reproducción, seleccionándose las tres primeras para su dimensionamiento.	Resolución	Pixeles	2. ¿Cantidad de pixeles del video objeto de estudio?	Cuantitativa Dicotómica	Cantidad de pixeles	<ul style="list-style-type: none"> - 640 * 480 pixeles - 720 * 480 pixeles - 1280 * 720 pixeles - 1920 * 1080 pixeles - 2048 * 1536 pixeles
			Fotogramas	Fotogramas por segundo	3. ¿Cantidad de Fotogramas por segundo del video objeto de estudio?		Cantidad de fotogramas por segundo	<ul style="list-style-type: none"> - 12 fotogramas por segundo - 15 fotogramas por segundo - 25 fotogramas por segundo - 30 fotogramas por segundo - 50 fotogramas por segundo - 100 fotogramas por segundo
			Bitrate	Tasa de datos	4. ¿Flujo o tasa de datos que se reproduce por segundo?		Cantidad de bits por segundo reproducidos	<ul style="list-style-type: none"> - Cercano a 100 KB/S - Cercano a 500 KB/S - Cercano a 2 MB/S - Cercano a 3 MB/S - Cercano a 4 MB/S - Cercano a 5 MB/S - Cercano a 500 MB/S

Fuente: adaptado de Ruíz (2007)

LISTA DE CHEQUEO O COTEJO

Numero de pericia:

Fecha de la pericia.

INSTRUCCIONES: Registrar las cantidades de caracteres identificados de la placa de rodaje vehicular en los delitos de robo y las cantidades de pixeles, fotogramas y bitrate de las características de la calidad de video objeto de estudio, en las pericias analizadas de los años 2019 y 2020

OPCIONES DE RESPUESTA: Cantidad

N.º	PREGUNTAS	REGISTRO
1	¿Cuántos caracteres se logró identificar de la placa de rodaje vehicular del video objeto de estudio?	
2	¿Cuál es la resolución en cantidad de pixeles del video objeto de estudio?	
3	¿Cuál es la cantidad de Fotogramas por segundo del video objeto de estudio?	
4	¿Cuál es la cantidad del bitrate por segundo (Flujo o tasa de datos) del video objeto de estudio?	

ANEXO 3
VALIDEZ DE INSTRUMENTO

LISTA DE CHEQUEO O COTEJO

Certificado de validez de contenido del instrumento que mide la pericia de identificación de placa de rodaje y la calidad de video

- **Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
- **Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
- **Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo
- **(1) MD: Muy en desacuerdo**
- **(2) D: En desacuerdo**
- **(3) A: En acuerdo**
- **(4) MA: Muy en acuerdo**

N°	Detalles	Relevancia				Pertinencia				Claridad				Sugerencia
		MD	D	A	MA	MD	D	A	MA	MD	D	A	MA	
	Dimensión: Numero o Letras													
1	¿Cuántos caracteres se logró identificar de la placa de rodaje vehicular del video objeto de estudio?				X				X				X	
	Dimensión: Resolución													
2	¿Cuál es la resolución en cantidad de pixeles del video objeto de estudio?				X				X				X	
	Dimensión: Fotogramas													
3	¿Cuál es la cantidad de Fotogramas por segundo del video objeto de estudio?				X				X				X	
	Dimensión: Bitrate													
4	¿Cuál es la cantidad del bitrate por segundo (Flujo o tasa de datos) del video objeto de estudio?				X				X				X	

Observaciones:

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicación después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador Dr. /Mg. Carrera Muñoz Miguel Angel

DNI: 42402222 Especialidad del validador: Ciencias Biologicas

Lima, 13 de Abril del 2020

MINISTERIO PÚBLICO
OFICINA PERITAJES

M.Sc. Bigo Miguel Angel Carrera Muñoz
COORDINADOR DE SERVICIOS PERICIALES

Firma del Experto Informante

Especialidad

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

LISTA DE CHEQUEO O COTEJO

Certificado de validez de contenido del instrumento que mide la pericia de identificación de placa de rodaje y la calidad de video

- **Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
- **Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
- **Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo
- **(1) MD: Muy en desacuerdo**
- **(2) D: En desacuerdo**
- **(3) A: En acuerdo**
- **(4) MA: Muy en acuerdo**

N°	Detalles	Relevancia				Pertinencia				Claridad				Sugerencia
		MD	D	A	MA	MD	D	A	MA	MD	D	A	MA	
	Dimensión: Numero o Letras													
1	¿Cuántos caracteres se logró identificar de la placa de rodaje vehicular del video objeto de estudio?				X				X				X	
	Dimensión: Resolución													
2	¿Cuál es la resolución en cantidad de pixeles del video objeto de estudio?				X				X				X	
	Dimensión: Fotogramas													
3	¿Cuál es la cantidad de Fotogramas por segundo del video objeto de estudio?				X				X				X	
	Dimensión: Bitrate													
4	¿Cuál es la cantidad del bitrate por segundo (Flujo o tasa de datos) del video objeto de estudio?				X				X				X	

Observaciones:

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicación después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador Dr. Danny Jesús Humpire Molina

DNI: 42702491 Especialidad del validador: Dr. en Criminalística

Lima, 13 de abril del 2020

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



 Firma del Experto Informante
 Antropólogo Físico Forense

LISTA DE CHEQUEO O COTEJO

Certificado de validez de contenido del instrumento que mide la pericia de identificación de placa de rodaje y la calidad de video

- **Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
- **Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
- **Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo
- **(1) MD: Muy en desacuerdo**
- **(2) D: En desacuerdo**
- **(3) A: En acuerdo**
- **(4) MA: Muy en acuerdo**

N°	Detalles	Relevancia				Pertinencia				Claridad				Sugerencia
		MD	D	A	MA	MD	D	A	MA	MD	D	A	MA	
	Dimensión: Numero o Letras													
1	¿Cuántos caracteres se logró identificar de la placa de rodaje vehicular del video objeto de estudio?				x				x				x	
	Dimensión: Resolución													
2	¿Cuáles es la resolución en cantidad de pixeles del video objeto de estudio?				x				x				x	
	Dimensión: Fotogramas													
3	¿Cuáles es la cantidad de Fotogramas por segundo del video objeto de estudio?				x				x				x	
	Dimensión: Bitrate													
4	¿Cuáles es la cantidad del bitrate por segundo (Flujo o tasa de datos) del video objeto de estudio?				x				x				x	

Observaciones:

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [x] Aplicación después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador Dr. Milton Cesar Tullume Chavesta

DNI: 07482588 Especialidad del validador: Perito en Ingeniería Forestal

Lima, 13 de abril del 2020

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo



Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión Dr. Medio Ambiente y Desarrollo y Sostenible

LISTA DE CHEQUEO O COTEJO

Certificado de validez de contenido del instrumento que mide la pericia de identificación de placa de rodaje y la calidad de video

- **Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
- **Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
- **Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo
- **(1) MD: Muy en desacuerdo**
- **(2) D: En desacuerdo**
- **(3) A: En acuerdo**
- **(4) MA: Muy en acuerdo**

N°	Detalles	Relevancia				Pertinencia				Claridad				Sugerencia
		MD	D	A	MA	MD	D	A	MA	MD	D	A	MA	
	Dimensión: Numero o Letras													
1	¿Cuántos caracteres se logró identificar de la placa de rodaje vehicular del video objeto de estudio?				X				X				X	
	Dimensión: Resolución													
2	¿Cuál es la resolución en cantidad de pixeles del video objeto de estudio?				X				X				X	
	Dimensión: Fotogramas													
3	¿Cuál es la cantidad de Fotogramas por segundo del video objeto de estudio?				X				X				X	
	Dimensión: Bitrate													
4	¿Cuál es la cantidad del bitrate por segundo (Flujo o tasa de datos) del video objeto de estudio?				X				X				X	

Observaciones:

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicación después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador MG. EDGAR GOMEZ ENCISO

DNI: 41784256 Especialidad del validador: PERITO EN INGENIERIA INFORMÁTICA

Lima, 13 de abril del 2020

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión


 EDGAR GOMEZ ENCISO
 DNI/41784256

Firma del Experto Informante

LISTA DE CHEQUEO O COTEJO

Certificado de validez de contenido del instrumento que mide la pericia de identificación de placa de rodaje y la calidad de video

- **Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
- **Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
- **Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo
- **(1) MD: Muy en desacuerdo**
- **(2) D: En desacuerdo**
- **(3) A: En acuerdo**
- **(4) MA: Muy en acuerdo**

N°	Detalles	Relevancia				Pertinencia				Claridad				Sugerencia
		MD	D	A	MA	MD	D	A	MA	MD	D	A	MA	
	Dimensión: Numero o Letras													
1	¿Cuántos caracteres se logró identificar de la placa de rodaje vehicular del video objeto de estudio?				x				x				x	
	Dimensión: Resolución													
2	¿Cuál es la resolución en cantidad de pixeles del video objeto de estudio?				x				x				x	
	Dimensión: Fotogramas													
3	¿Cuál es la cantidad de Fotogramas por segundo del video objeto de estudio?				x				x				x	
	Dimensión: Bitrate													
4	¿Cuál es la cantidad del bitrate por segundo (Flujo o tasa de datos) del video objeto de estudio?				x				x				x	

Observaciones:

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicación después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador Mg. Verónica Jenny Lazo García

DNI: 42788079 Especialidad del validador: Mg. Lingüística

Lima, 13 de abril del 2020

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específicos del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Firma del Experto Informante

Especialidad



Identification of alphanumeric characters in license plates based on image processing with commercial software as a complement or alternative to image processing with Amped FIVE forensic software

Lizbardo Orellano-Benancio¹, Ricardo Muñoz-Canales², Danny Humpire-Molina³, Enrique Lee Huamani⁴

¹ Oficina de Peritajes del Ministerio Público, Perú, orellano01@yahoo.com

² Oficina de Peritajes del Ministerio Público, Perú, ramc2240@gmail.com

³ Oficina de Peritajes del Ministerio Público, Perú, dhumpire@hotmail.com

⁴Image Processing Research Laboratory (INTI-Lab), Universidad de Ciencias y Humanidades, Lima-Perú, ehuamani@uch.edu.pe

ABSTRACT

The identification of the characters (symbols) that comprise a vehicle license plate number has certain considerations in Peru. Regarding software, there is a series of filters for digital image processing that allow the search for visual evidence in an image or a video. Likewise, at a forensic level, the of Bureau of Forensic Expert Analysis of the Prosecution Authority uses the Amped FIVE forensic software with very good results in the different forensic expert works related to images and videos, which are requested via official letter and the evidence is submitted in a closed and/or sealed envelope with its respective chain of custody. The identification of the characters of the license plate of a vehicle that has been involved in a criminal act is the object of study, with the purpose of finding the owner. Being this research work related to image processing through the use of digital filters with commercial software and its application in the identification of the characters of the license plate of the vehicle as a complement and/or alternative to the Amped FIVE software, using an image of 480 x 320 pixels as evidence that hinders the processing of digital images. Likewise, the details of the methodology and procedure in the work of the expert in digital forensic analysis have been restricted since the research is oriented to the technical procedure of the use of digital image processing and the confidentiality of the forensic expert work.

Key words: Forensic, enhancement, Amped FIVE, image, vehicle license plate, image processing

1. INTRODUCTION

When a criminal act occurs and it is captured in image or video by video-surveillance systems, digital cameras, cell phones, among others, at the request of a prosecutor and for the clarification of the facts, different kinds of forensic expert work are carried out, such as the extraction and securing of the videos, analysis of the operation of the

different equipment, authentication to determine whether an image or video has been subject to editing, manipulation, among others, the enhancement of the image or video and the identification of the license plate, among other kinds of forensic expert work, being the chain of custody: "the procedure to guarantee the individualization, security, and preservation of the material elements and evidences, collected according to their nature or incorporated in all the investigation of a punishable act, destined to guarantee their authenticity, for the effects of the process. The minutes, signs, forms and packaging are part of the chain of custody, which is detailed in Figure 1.



Figure 1: Forensic expert work process

Amped FIVE is a forensic software that allows the processing of images and digital videos, in a single platform, without altering the file under study, being one of the advantages the use of a series of mathematical filters that allow to optimize time in a certain type of forensic expert work. Below, there is an image that will be used to detail part of the advantages of Amped FIVE as shown in Figure 2 and Figure 3.

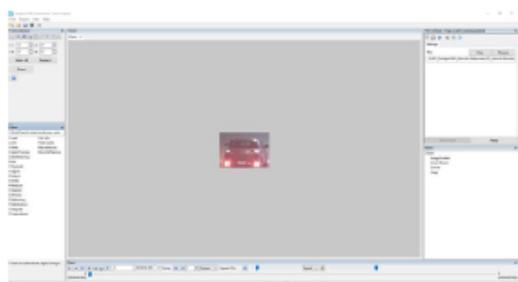


Figure 2: Amped FIVE software

The resize filter, or smart zoom, integrates a series of interpolation algorithms, with one of them "Lanczos" being slightly sharper than the "bicubic" one, but a little less efficient in computational cost, displaying in the following image a resize or smart zoom 6.



Figure 3: Using the Smart Resize filter (Zoom 6)

The Curves filter, which adjusts the tone values following a smooth curve defined by control points, is used. It supports independent modification of the intensity and RGB channels, as well as multiple interpolation modes detailed in Figure 4 along with the cutting of the area of the vehicle license plate under study.

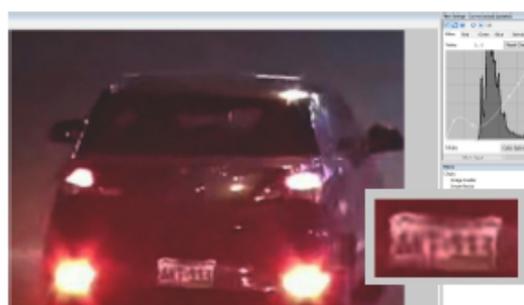


Figure 4: Use of the Curves filter

From the above detailed, the morphological similarities with the alphanumeric characters have been analyzed, concluding that:

- The first character has morphological similarity with the letter A
- The second character has morphological similarity with the letters N and V.
- The sixth character has morphological similarity with the number 3.
- The third, fourth and fifth characters cannot be detailed.

For this research, some digital filters have been used using a commercial software called MATLAB to complement the analysis with Amped FIVE or to determine whether commercial software can optionally be used in the digital forensic analysis of images and videos.

2. PROCEDURE

As part of the procedure for the forensic expert work of vehicle license plate identification and image processing, the current development of the digital filtering process flow is detailed in Figure 5.

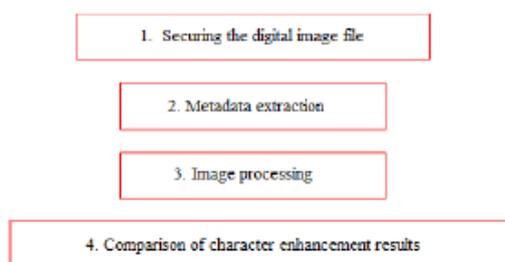


Figure 5: Process flow carried out in this work.

2.1 Securing the digital image file

For this research, we start from securing the image sample in a USB digital storage device (recipient), from which the HASH SHA 256 code [1] of the image file is calculated, with the HashMyFiles v2.23 software, for evidence assurance, as seen in Figure 6.



Figure 6: HASH code SHA-256 of the received image file

In order not to alter the original file, we proceed to make a forensic copy and verify its correspondence with the HASH code for digital image processing with commercial software.

2.2 Metadata extraction

At this stage, we obtain the technical information that is recorded in the digital image file. The metadata [3] is shown below:

- File name
- Container format
- Image resolution
- Bit density
- Compression code (codec)
- Color space
- Chroma key subsampling
- File size

We obtain this information to establish the appropriate procedures to be performed for image processing. This information is obtained using the software MediaInfo v19.09 of the company MediaArea.net SARL from the file called "auto2.jpg", as detailed in Figure 7.



Figure 7: Obtaining metadata from a test audio file with HashMyFiles v19.09 software

2.3 Image processing

At this stage, the goal is to perform mathematical operations in the space domain and in frequency comprised of the numerical values of the pixels in matrix form, this using MATLAB with the forensic copy of the image so as not to alter the original source file.

It is observed in the characteristics obtained from the metadata that the image has a resolution of 480x320 pixels in container format "JPG" and compression mode with loss in bitmap with 8-bit resolution; this shows that the processes of adaptation and improvement of the image will be required by the expert to identify the alphanumeric characters of the vehicle, as detailed in this work.

In the image received, there is a vehicle with the plate of which we seek to identify the alphanumeric characters, as shown in Figure 8.



Figure 8: Image load of the investigated vehicle

The first process to perform will be the function of "cropping" this to delimit the section of the image where the information of interest is located, which is the license plate of the vehicle; in Figure 9, there is a capture of the vehicle license plate.



Figure 9: Capture of the vehicle license plate

Afterwards, we proceed to "rescale" the image using an interpolation algorithm, in this case the "Lanczos" method as one of the techniques described in [2], whose representation is shown in equation (1).

$$u(x, y) = \frac{\sum_{m,n} v_{m,n} K_1(x-m) K_1(y-n)}{\sum_{m,n} K_1(x-m) K_1(y-n)} \quad (1)$$

The scaling process is shown with a factor of 8 resulting in an image of 3840 x 2560 pixels, thus increasing the resolution of the image, softening the edges of the objects that have been affected by the scaling. Figure 10 shows the vehicle license plate image scaled with the Lanczos algorithm.



Figure 10: Image of the license plate scaled in magnitude 8 (3840 x 2560 pixels) with the Lanczos algorithm

Subsequently, the representation of the RGB color image is converted to grayscale, and the frequency response of the high-pass filter is applied using 2-D convolution [5], [6], from equation (2).

$$C(j, k) = \sum_p \sum_q A(p, q)B(j - p + 1, k - q + 1) \quad (2)$$

The 2-D convolution process is performed with one matrix represented by the image of the license plate and the other matrix represented by the high pass filter coefficients; a test was performed with a low pass model, but the high pass showed better detail; the filtering result is shown in Figure 11.

h2 =

```

0.00009  0.00009  0.00009
0.00009  0.00009  0.00009
0.00009  0.00009  0.00009
    
```

Figure 11: (i) Matrix of high-pass filter coefficients



Figure 11: (ii) Filtered image

To improve the details of the image obtained, we proceed to apply a blur masking [7] with a standard deviation of 10, and a blur force of 15, which will refine the edges of the alphanumeric characters to be identified, as shown in Figure 8.



Figure 12: Image of the license plate after applying a blur mask

The pixel values are limited with the binary process with a level of 0.6, this allows to perform the processes of expansion and erosion in the image space, in addition to the inversion of binary image values.

An eroded image is obtained to soften the noise near the edges of the alphanumeric characters in the image with a linear structural vector. A dilation is subsequently performed on the residual image of the alphanumeric characters in the image with a spherical-shaped vector to smooth the edges of the image, as detailed in Figure 13.



Figure 13: (i) Above, eroded binary image.

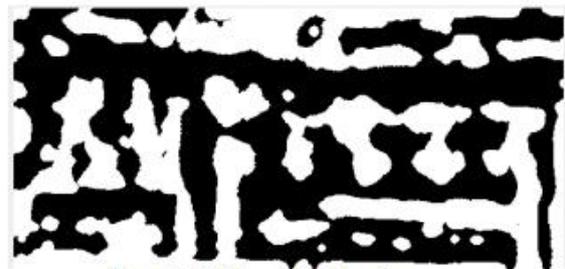


Figure 13: (ii) Below, dilated binary image.

Finally, the pixel values are reversed to recover the original binarization of the processed license plate image. The image is segmented according to the possible alphanumeric characters to be identified.

In accordance with Law No. 27181 [4], in the agreements specified therein and its Title II called "Codification System of the Unique National License Plate", the standard license plate number for light and heavy vehicles is detailed as follows:

- a) The first character shall be a letter of the alphabet, which identifies the registration area of the vehicle.
- b) The second and third characters shall be alphanumeric digits.
- c) The last three characters shall be expressed in numeric values.

It is important to emphasize that the above is shown graphically in figure 14.



Figure 14: License plate model for light and heavy vehicles

From Figure 14, a character-by-character comparison of the license plate characters contained in red rectangles is made in the enhanced image, as shown in Figure 15.

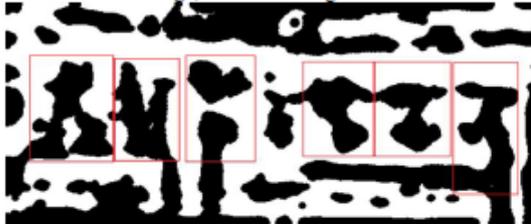


Figure 15: Image where possible characters to be identified are highlighted

The identification will be conducted with the first, second and sixth character that have a higher number of pixels that comprise their morphology; a cross-correlation [3] with the characters of congruent morphology is conducted.

The cross-correlation function is implemented from the formula of (3), where (\hat{f}) is the image, (\hat{t}) the mean of the image of the model to be compared and $(\hat{f}u, v)$ is the mean of $f(x, y)$. As described (Lewis).

$$\gamma(u, v) = \frac{\sum_{x,y} [f(x, y) - \bar{f}_{uv}][t(x-u, y-v) - \bar{t}]}{\left\{ \sum_{x,y} [f(x, y) - \bar{f}_{uv}]^2 \sum_{x,y} [t(x-u, y-v) - \bar{t}]^2 \right\}^{0.5}} \quad (3)$$

The cross-correlation procedure is performed as follows: an image of 91 pixels wide by 121 pixels high is taken, and compared with a scale image of the same "A" font size of FE-Schrift, which is the alphanumeric character font used for vehicle license plate design [4], as shown in Figure 16.



Figure 16: FE-Schrift font used on license plates in the Peruvian Vehicle System.

3. RESULTS

For our identification analysis, we will use the cross-correlation function of a matrix (processed image), to quantify the similarity of the characters on the license plate with the alphanumeric characters of the first, third and sixth characters. The correlation value of the processed image of the first character with itself, with a resolution of 91 pixels wide by 127 pixels high, results in a peak of the cross-correlation value of the real value 1.0, and when the first processed character is compared with the character "A" of the vehicle license plate character font with the same resolution, it gives as real value 0.3917; this is due to the noise present in the morphology of the processed image. Finally, the value of the correlation with character "4" is shown, which in morphology is the closest to character "A", obtaining the value 0.3554. The images used are shown in Figure 17.



Figure 17: (i) Morphological display of the "A" symbol from the processed image



Figure 17: (ii) izquierda, Imagen procesada. Derecha, carácter "A".



Figure 17. (iii) Left, processed image. Right, character "4". The calculation of the cross-correlation of a matrix (two dimensions) with the third and sixth character is made, which provides sufficient information to make a comparison with characters of similar morphology, as detailed in Table 1.

Table 1: Example of morphological characters

No.	IMAGE CHARACTER	CHARACTER WITH CONGRUENT MORPHOLOGY	RESULT OF MAXIMUM CROSS-CORRELATION
1		A	0.3917
2		V	0.5147
3		It is not possible to specify.	Does not apply.
4		It is not possible to specify.	Does not apply.
5		It is not possible to specify.	Does not apply.
6		3	0.3634

4. DISCUSSIONS AND CONCLUSIONS

From the observations on the processed image referred to as enhanced, it is possible to identify characters with congruent morphology to compare in order to identify the alphanumeric characters of the license plate of the vehicle investigated and establish comparison techniques to quantify the similarity of

the image sectioning. For each alphanumeric character with a specific resolution (91 x127 pixels) in this work, cross-correlation was used in two dimensions; this allows to establish indicators in forensic investigation in the analysis by digital signal processing to identify a vehicle based on its license plate at the crime scene. It was observed that it is necessary to establish additional techniques to capture each character individually and soften the noise at the edges, as well as to modify the viewing angle of the captured license

plate in the image and, thus, obtaining a higher correlation value to be able to differentiate characters of similar morphology, such as the number "4" and the letter "A", considering the noise resulting from the enhancement.

The image processing for the enhancement of visual characteristics to identify the license plate is carried out in a HASH-secured copy of the digital evidence received, therefore, the original source file is not altered or modified and is processed in the memory with the use of the analysis software, where finally the enhancement result is saved in a separate and secure copy.

Likewise, it is concluded that digital image processing with commercial software can complement the "Forensic Expert Work of Imagen or Video Enhancement" [8], and the processing carried out with Amped FIVE, and it is also found that it can be an alternative to it, which is detailed in the results with commercial software and Amped FIVE.

REFERENCES

1. Computer Security Resource Center. (August 1, 2020). SECURE HASH STANDARD. Retrieved from <https://csrc.nist.gov/csrc/media/publications/fips/180/2/archive/2002-08-01/documents/fips180-2.pdf>
2. Getreuer, P. (2011). Linear methods for image interpolation. *Image Processing On Line*, 1, 238-259.
3. Lewis, JP (2005). Fast normalized cross-correlation, *Industrial Light and Magic*. Unpublished.
4. Law No. 27181. *Official Gazette El Peruano*, Lima, Peru, October 8, 1999.
5. McAndrew, A. (2004). An introduction to digital image processing with matlab notes for scm2511 image processing. School of Computer Science and Mathematics, Victoria University of Technology, 264 (1), 1-264
6. Oppenheim, AV, Willsky, AS, & Nawab, SH (1998). *Signals and systems*. Pearson Education.
7. Singh, H., & Sodhi, JS (2013). Image enhancement using sharpen filters. *International Journal of Latest Trends in Engineering and Technology (IJLTET)*, 2 (2), 84-9
8. A. Lazarte, L. Orellano, W. Gutiérrez, J. Soto, H Rodríguez "Documento Interno Ministerio Público- Guía Análisis Digital Forense" Page. 14, 2020.