

# Utilización de equipos aéreos no tripulados en la inspección ocular técnica de siniestros viales e investigaciones periciales

Use of unmanned aerial equipment in the technical ocular inspection of road crashes and expert investigations

Juan Francisco Esparza Narváez<sup>1</sup>

*Recibido: 5 de marzo 2022*

*Aceptado: 18 de abril 2022*

*Publicado: 30 de junio 2022*

## Resumen

El uso de equipos tecnológicos en las investigaciones periciales es importante, sobre todo, porque permite recabar información para realizar un análisis pericial de los siniestros viales que incluye reconocimiento del lugar y reconstrucción de los hechos. Es posible determinar las características, posiciones, dinámicas, zonas, puntos de impacto e indicios (biológicos, no biológicos y mecánicos) con el uso de estos equipos. Mediante la inspección ocular técnica y los sistemas aeronáuticos piloteados remotamente se puede sobrevolar el lugar de los hechos, recolectar información desde una perspectiva superior, crear fotogrametría en dos dimensiones (2D), planimetría, ortomosaicos y nube de puntos en tres dimensiones (3D) de manera rápida, segura, eficiente y técnica. Esto permite al administrador de justicia conocer las circunstancias de un siniestro vial y su evolución, y sirve de evidencia para determinar los diferentes focos de accidentabilidad y las posibles soluciones que la Policía Nacional emite hacia la autoridad o entes de control.

**Palabras clave:** fijación; fotogrametría; metodología; planes de vuelo; nube de puntos; ortomosaicos.

## Abstract

The use of technological equipment in expert investigations is important, above all, because it allows the collection of information for an expert analysis of road crashes that includes site reconnaissance and reconstruction of the events. It is possible to determine the characteristics, positions, dynamics, zones, impact points and evidence (biological, non-biological and mechanical) with the use of this equipment. Through technical ocular inspection and remotely piloted aerial systems it is possible to fly over the scene, collect information from a higher perspective, create two-dimensional (2D) photogrammetry, planimetry, orthomosaics and three-dimensional (3D) point clouds in a fast, safe, efficient and technical manner. This allows the administrator of justice to know the circumstances of a road accident and its evolution, and serves as evidence to determine the different accident sources and the possible solutions that the National Police issues to the authority or control entities.

**Keywords:** fixation; photogrammetry; methodology; flight plans; point cloud; orthomosaics.

<sup>1</sup> Mayor de la Policía Nacional del Ecuador, Jefe Subzonal de Accidentología Vial Pichincha, magister en Gestión del Transporte con mención en Tráfico, Movilidad y Seguridad Vial, [juanfrayai@gmail.com](mailto:juanfrayai@gmail.com)  <https://orcid.org/0000-0001-7298-8239>

## Introducción

La metodología de la inspección ocular técnica forense utilizada en los siniestros de tránsito ha venido evolucionando conforme lo hacen las nuevas tecnologías. Esto ha facilitado el trabajo de campo de los peritos de tránsito ya que este tipo de investigación se le realizaba bajo el direccionamiento de lo ocurrido al vehículo y los restos mortales encontrados en la vía, labor que era dispendiosa y tomaba mayor tiempo. Además, los indicios encontrados eran establecidos para los indicios no biológicos, es decir, fibras plásticas, fluidos vehiculares, huellas sobre la calzada (frenado, ronceo, entre otros).

En la actualidad, mediante la inspección ocular técnica en los siniestros de tránsito, es posible proteger, observar, fijar, recolectar, embalar, etiquetar y enviar todos los indicios encontrados en una escena. Se trata, entonces, de “[...] el estudio científico del lugar de los hechos y de otros sitios relacionados con la investigación, aplicando métodos y técnicas adecuadas para la recolección de huellas, rastros e indicios que permitan esclarecer un accidente de tránsito” (Esparza y Guevara 2015, 50).

En la trilogía de la seguridad (hombre-vía-vehículos) se puede determinar, frente a un siniestro de tránsito, los principios criminalísticos de uso, producción, intercambio, correspondencia de características, reconstrucción, probabilidad y certeza (Hernández 2016). Estos principios se interrelacionan en la evolución del accidente, de manera conjunta con el estudio del modelo secuencial de eventos en siniestros viales (Moses). Este modelo tiene por objetivo, “[...] ser una herramienta rigurosa, pero a la vez flexible y versátil que se adopte a la mentalidad y el pensamiento de cualquiera que tenga que analizar un siniestro vial, independientemente de los motivos que lo llevo a ello [...]” (Campón 2017, 96).

En la investigación del siniestro vial, sobre todo, en la fase de observación y fijación de la inspección ocular técnica, es necesario apoyarse en las diferentes herramientas tecnológicas, tales

como, los sistemas de aeronaves pilotadas remotamente (RPAS, por sus siglas en inglés). Tale sistemas, conocidos como drones, son equipos que permiten cubrir un área específica de investigación, con una altura adecuada y un espectro de visión o perspectiva diferente al nivel del piso con el que, normalmente, se interviene en una investigación de campo.

Estas herramientas, junto con los *softwares* de procesamiento, permiten que el trabajo de campo del perito sea versátil, útil y cómodo y se materialice en varios insumos como fotografías aéreas y ortomosaicos en 2D. El ortomosaico es una “[...] imagen fotogramétrica ortorrectificada organizado como mosaico a partir de una colección de imágenes, donde la distorsión geométrica se ha corregido y donde se ha realizado un balance de color de las imágenes para producir un dataset de mosaico continuo” (ArcGIS Pro s.f., párrafo 1). También se encuentra la nube de puntos en 3D que: “Se compone por millones de puntos posicionados tridimensionalmente en el espacio, formando con exactitud milimétrica una entidad física y representando su superficie externa” (Idea Ingeniería 2021, párrafo 3).

Teniendo en cuenta lo anterior, este artículo contiene una explicación de las normas y equipos tecnológicos utilizados en el levantamiento de una posible escena en el caso de un siniestro vial. Se aplicó la metodología de inspección ocular técnica en su etapa de observación y fijación, y los RPAS con el fin de obtener mayor información del hecho con fotogrametría en 2D, planimetría y nube de puntos en 3D.

## Metodología

Se realizó un estudio comparativo y de campo en los cuales se exploran las diferencias entre la investigación de un siniestro vial sin la ayuda de equipos tecnológicos y un estudio de campo con el apoyo los RPAS y la inspección ocular técnica. De manera puntual, se hizo uso de un dron, la cinta métrica de medición, dispositivo móvil o tablet con las aplicaciones APP Pix4D Capture y DJI Go4. El trabajo realizado fue *in situ*

y contiene el reconocimiento de lugar y la reconstrucción de los hechos.

En una investigación *in situ*, conforme a la metodología de la inspección ocular técnica, la escena debe estar protegida por los primeros intervinientes, sean policías, agentes, bomberos, miembros de la Cruz Roja. En la inspección lo primero que se realiza es la observación de las huellas, vestigios, indicios, zonas y puntos de impacto encontrados para lo cual se aplican los métodos de búsqueda (vinculante, lineal y vehicular). Luego se procede a la fijación de estos puntos de impacto y de las huellas o indicios encontrados sobre la calzada. Aquí prima la fijación fotográfica y uso de elementos tecnológicos (Esparza y Guevara 2015). El perito debe conocer los RPAS, su estructura, funcionamiento, alcance, beneficios, ventajas y desventajas que puede tener frente a factores naturales, climatológicos y estructurales (Esparza 2020b).

### Imagen 1

Capturas de la pantalla de trabajo del dron Mavic Pro



Elaboración: por el autor, 2022

### Imagen 2

Capturas de la pantalla de trabajo del dron Mavic Pro

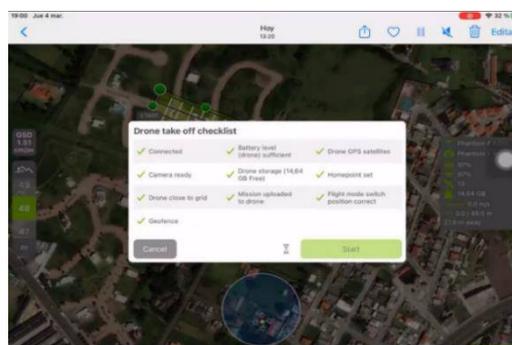


Elaboración: por el autor, 2022

Para que los RPAS puedan recopilar toda la información de la escena del siniestro es necesario que el perito tenga conocimiento sobre los planes de vuelo que estos equipos pueden realizar mediante el aplicativo APP Pix4D Capture que configura diferentes misiones de vuelo (poligonal, rejilla, doble rejilla y circular). Estos mapeos sirven para recopilar información fotográfica de toda el área establecida dentro del programa. Se debe tomar en cuenta, además, que esta información se maneja de acuerdo a las características de la aeronave, altura, ubicación, obstáculos existentes y optimización en las baterías.

### Imagen 3 y 4

Capturas de los planes de vuelo Pix4Dcapture



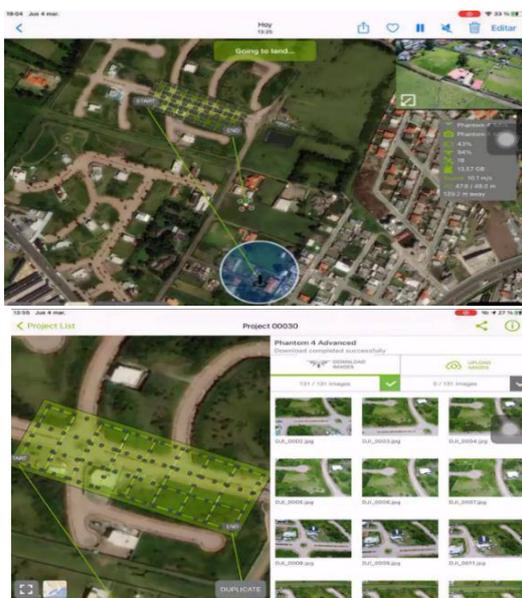
Elaboración: por el autor, 2022

En un plan de vuelo es importante reconocer el lugar de despegue, área de trabajo y el lugar de aterrizaje del dron. Así, se obtiene todas las fotografías necesarias captadas durante el proceso. Es necesario que esta información sea procesada y contrastada con los diferentes planes de vuelo (Esparza 2020a) ya que cada captación fotográfica arroja información con posicionamiento global (GPS) del sector en donde fue captada la imagen.

La descarga de información se la puede realizar de manera manual (desde el drone hacia un ordenador) o hacia la nube del programa Pix4D Cloud (procesamiento autónomo).

### Imagen 5 y 6

Capturas de los planes de vuelo Pix4Dcapture y de las tomas del dron



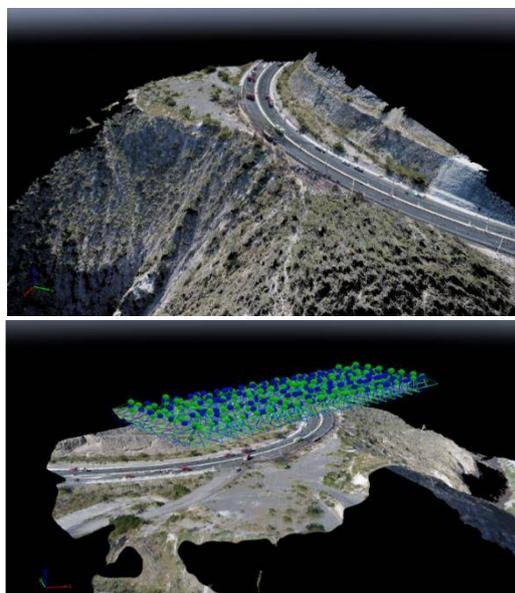
Elaboración: por el autor, 2022

## Resultados

La fijación fotográfica se fija planimetricamente de manera fotogramétrica con diferentes ortomosaicos generados y reconstruidos por la nube de puntos que genera el programa Pix4D. Este programa se puede utilizar en los *softwares* de reconstrucción con base al formato de descarga que se obtiene de la misma (Pix4d 2021). En el procesamiento de las fotografías se utilizan los *softwares* de Pix4DMapper o Pix4DCloud que emiten reportes de ortomosaicos, modelo digital de superficie (DSM) y nubes de puntos. La información captada contiene toda la superficie de la escena del siniestro con sus alturas, cazadas, vegetación y posiciones finales de cuerpos de las personas (Pix4dMapper 2022).

### Imagen 7 y 8

Nubes de puntos y renderizado en 3D de las capturas en terreno



Elaboración: por el autor, 2022

Con ayuda de estos programas el perito podrá trabajar con fotogrametría, toda vez que la fijación planimétrica en accidentes de tránsito conlleva a realizar la evolución del siniestro vial tomando por base a la fotogrametría y detallando en un plano de 2D de forma escalada las distancias y dimensiones existentes en el lugar de los hechos. La diferencia de la planimetría con la fotogrametría moderna radica en el levantamiento de una medida exacta en la investigación de campo, ya sea, de la distancia de los carriles, aceras, puntos fijos, zonas o puntos de impacto, entre otros. Con ello, se procede a escalar el ortomosaico en el programa AutoCAD teniendo por derivación las medidas exactas de todas las huellas, vestigios y detalles encontrados en la escena del siniestro vial.

### Imagen 9 y 10

Ortomosaico y fotogrametría aplicada en la evolución de un accidente de tránsito.



Elaboración: por el autor, 2022

Por último, en caso que lo requiera la autoridad, permite la recreación de una animación en 3D con la nube de puntos que genera los programas. Así, se recrea una escena de estructuras viales reales existentes en el lugar de los hechos. De esta manera, la evolución del accidente de tránsito es más técnica, profesional y apegada a la realidad, permite que el administrador de justicia entienda de mejor manera las circunstancias de un siniestro vial junto a las respectivas fases del siniestro: previaje y poscolisión.

### Imagen 11, 12 y 13

Animación forense con la aplicación de nube de puntos en un accidente de tránsito



Elaboración: por el autor, 2022

Al realizar este tipo de procedimientos con la ayuda de los RPAS, no solo es posible recopilar mayor información en el trabajo de campo, sino, también, reducir los tiempos de trabajo en la oficina, especialmente, en la elaboración planimétrica y reconstrucciones. El perito procesará la información de manera útil y rápida, reducirá los tiempos en la elaboración de los informes periciales de cada investigación y, sobre todo, tendrá a disposición mayor información luego de la inspección ocular técnica *in situ* para futuras pericias e investigaciones.

### Discusión y conclusiones

Es importante indicar que los RPAS utilizados dentro de la inspección ocular técnica, especialmente, en el momento de la fijación de una escena del siniestro vial, permite optimizar e incrementar la información de un hecho tomando en consideración los aspectos detallados anteriormente. La fijación fotográfica de un conjunto, semiconjunto, detalle y mínimo detalle, permite la captación de las imágenes en dimensiones de profundidad. Es posible tener una fotografía aérea y, sobre todo, investigar en un plano mayor que es totalmente diferente al trabajo en terreno. Se tiene, de esta manera, una perspectiva diferente de la escena, más amplia y detallada, que ayuda a esclarecer aún más el hecho investigado.

El uso de estos equipos debe ser durante el día, con luz natural y que las condiciones

meteorológicas lo permitan. Tomar en consideración la topografía del lugar, estructuras, edificaciones y cableados eléctricos. En algunos casos, hay límites ya que muchos de estos equipos no son resistentes al agua y en la oscuridad los sensores de proximidad se desactivan debido a que requieren de luz para su funcionamiento. Otro límite son los siniestros en espacios cubiertos (túneles, puentes, vegetación) ya que la captación de imágenes y procesamiento de datos no se lo podría realizar. No obstante, y bajo esos escenarios, se puede trabajar con equipos tecnológicos como estaciones totales o escáneres láser.

Realizar la inspección ocular técnica de siniestros viales con la ayuda de los RPAS en la etapa de fijación ayudan en la obtención de información durante y después de la investigación de campo. El procesamiento de la información y la elaboración de los informes periciales respectivos pueden contener los datos fotográficos, ortomosaicos y nube de puntos. El primer tipo de datos sirve para insertar tomas fotográficas en los informes periciales, mientras que, el segundo puede transformar la información a una fotogrametría y planimetría tomando en consideración las fases de percepción, decisión y conflicto que conlleva un siniestro vial. El tercer tipo de datos servirá para futuras investigaciones que demande el reconocimiento del lugar y la reconstrucción de los hechos con animaciones en 3D. La nube de puntos captada al momento de la inspección ocular técnica del siniestro vial puede ofrecer pistas al respecto.

Es importante reconocer que estos procedimientos permiten reducir los tiempos de trabajo en la oficina por parte de los peritos, especialmente, en planimetría y animación forense. La metodología de inspección ocular técnica forense mediante el uso de RPAS, ayuda en la recopilación de información que puede ser utilizada en las investigaciones de futuros siniestros que ocurran en el mismo lugar, al detectar focos de accidentabilidad y evitando el levantamiento de información que ya se posee en los archivos digitales de la unidad.

## Bibliografía

- ArcGIS Pro. s.f. *Generar un ortomosaico usando el asistente Ortomosaico*. acceso 29 de septiembre de 2022. <https://n9.cl/rtslt>
- Campón, José. 2017. *Manual de investigación de siniestros viales*. Mérida: Dirección General de la Guardia Civil y Dirección General de Tráfico.
- Esparza, Juan. 2020a. *Instructivo para el mapeo, ortomosaico y modelización de escenas en accidentes de tránsito en 3D mediante el uso de sistemas aeronáuticos piloteados remotamente (RPAS)*. Quito: Policía Nacional del Ecuador.
- \_\_\_\_\_. 2020b. *Instructivo para el uso y manejo de sistemas aeronáuticos tripulados remotamente (RPAS)*. Quito: Policía Nacional de Ecuador.
- Esparza, Juan y Francis Guevara. 2015. *Manual de procedimientos para la aplicación de inspección ocular técnica en accidentes de trabajo*. trabajo de investigación previa obtención del título Licenciado en Administración Policial. Universidad San Francisco de Quito.
- Hernández, Juan. 2016. *Guía de investigación y reconstrucción de accidentes de tránsito terrestres*. México D.F.: Flores.
- Idea Ingeniería. 2021. *¿Qué es una nube de puntos?* Acceso 29 de septiembre de 2022. <https://n9.cl/14y6w>
- Pix4d. 2021. *Mapeo con drones para el ámbito de la seguridad pública*. Acceso 29 de septiembre de 2022. <https://n9.cl/079fe>
- Pix4dMapper. 2022. *El software líder en fotogrametría para mapeo profesional con drones*. Acceso 29 de septiembre de 2022. <https://n9.cl/vq863>