



# INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN INCIDENTE DE AVIACIÓN

2028-23

Incidente de aviación donde se vio involucrada una aeronave pilotada a distancia (RPA), el 11 de mayo del 2023, en la comuna de Victoria, Región de La Araucanía.

Contenido

---

Lista de abreviaturas y términos .....2

Antecedentes .....3

Reseña del suceso.....4

1. Información Factual .....4

1.1 Antecedentes del vuelo ..... 4

1.2 Lesiones de personas..... 5

1.3 Daños de la aeronave RPA ..... 5

1.4 Otros daños ..... 5

1.5 Información de la aeronave ..... 5

1.5.1 Información general ..... 5

1.5.2 Motores..... 6

1.5.3 Documentación de abordó ..... 6

1.5.4 Carga de la aeronave ..... 6

1.5.5 Estado de mantenimiento de la aeronave..... 6

1.6 Información meteorológica..... 6

1.7 Ayudas para la navegación..... 7

1.8 Comunicaciones ..... 7

1.9 Información del sitio del suceso ..... 7

1.10 Registradores de vuelo..... 8

1.11 Información sobre los restos de la aeronave siniestrada y el impacto..... 8

1.12 Información médica y patológica..... 11

1.13 Incendios..... 11

1.14 Aspectos de supervivencia ..... 11

1.15 Ensayos e investigación ..... 11

1.16 Información sobre organización y gestión ..... 11

1.17 Información adicional ..... 12

1.18 Técnicas de investigación útiles o eficaces..... 17

2. Análisis.....17

3. Conclusiones .....19

4. Causas / Factores contribuyentes.....20

5. Recomendaciones sobre seguridad. ....20

## Lista de abreviaturas y términos

---

AGL	Altitud sobre el nivel del terreno.
CCCM	Comienzo del Crepúsculo Civil Matutino.
COA	Centro de Operaciones Aéreas.
DAN	Norma Aeronáutica.
DRON	Palabra del inglés y castellanizada, para denominar una aeronave pilotada a distancia, sin piloto a bordo.
DGAC	Dirección General de Aeronáutica Civil.
DMC	Dirección Meteorológica de Chile.
GAMET	Información meteorológica de aviación general.
IFIS	Internet Flight Information Service
OAP	Es toda actividad aérea determinada como tal por la autoridad policial institucional pertinente, realizada por aeronaves de Carabineros de Chile o de la Policía de Investigaciones.
PV	Peso vacío.
PMD	Peso máximo de despegue.
RPAS	Remotely Piloted Aircraft System
SIGMET	Aviso sobre fenómenos meteorológicos significativos en ruta.
UTC	Tiempo universal coordinado.
VLOS	Alcance visual del piloto.

### Antecedentes

*LA METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CONSIDERA LAS NORMAS Y MÉTODOS RECOMENDADOS (SARPS) ESTABLECIDOS EN EL ANEXO 13, “INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES DE AVIACIÓN”, AL CONVENIO DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL, Y LO ESTABLECIDO EN EL “REGLAMENTO SOBRE INVESTIGACIONES DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE AVIACIÓN” (DAR-13), APROBADO POR DECRETO SUPREMO Nº 302 DE FECHA 20 DE OCTUBRE DE 2020, PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL EL 12 DE FEBRERO DE 2021.*

*LA TÉCNICA UTILIZADA Y LOS PROCEDIMIENTOS INVESTIGATIVOS, ESTÁN ORIENTADOS A LA DETERMINACIÓN DE LAS CAUSAS QUE ORIGINARON EL SUCESO, Y NO OBEDECEN A OTROS FINES QUE NO SEAN LA PREVENCIÓN.*

*EL USO DE LOS RESULTADOS AQUÍ ALCANZADOS, DE SER UTILIZADOS PARA OTROS FINES QUE NO SEAN LA PREVENCIÓN, PODRÍA TERGIVERSAR LOS RESULTADOS ESPERADOS.*

## Reseña del suceso

---

El 11 de mayo de 2023, un operador de aeronave pilotada a distancia<sup>1</sup> (RPA), al mando de la aeronave DJI, modelo Matrice 300 RTK, realizaba un vuelo nocturno de Operación Aérea Policial (OAP), debidamente coordinado, junto a un 2<sup>do</sup> operador (asistente). Luego, mientras el operador del RPA efectuaba el aterrizaje del Dron, este impactó con el casco de seguridad que portaba el 2<sup>do</sup> operador que asistía la maniobra.

A consecuencia de lo anterior, el 2<sup>do</sup> operador de RPA resultó con lesiones leves y la aeronave pilotada a distancia resultó con daños.

### 1. Información Factual

---

#### 1.1 Antecedentes del vuelo

El 11 de mayo del 2023, un operador de aeronave pilotada a distancia (RPA), al mando de la aeronave marca DJI, modelo Matrice 300 RTK, apoyado por un operador asistente, realizaba un vuelo nocturno de Operación Aérea Policial (OAP), en el sector de Tres Esquinas, 25 Km. al Este de la comuna de Victoria, Región de La Araucanía. Tras detectar una anomalía en el vuelo (envío y recepción de imagen), el operador del RPA decidió iniciar el retorno y aterrizaje de la aeronave, la cual se mantenía con sus luces apagadas.

En ese instante, el 2<sup>do</sup> operador que apoyaba la maniobra de aterrizaje del RPA, fue advertido que se aproximaba un vehículo a alta velocidad hacia su posición, lugar donde aproximaría el RPA.

Debido a lo anterior y con el propósito de evitar que el vehículo lo embistiera, el 2<sup>do</sup> operador se desplazó a un costado del camino, impactando inadvertidamente a la aeronave (RPA) con el casco de seguridad que usaba.

A consecuencia de lo anterior, el 2<sup>do</sup> operador resultó con lesiones leves en la zona de la nariz (pómulo y ojo izquierdo), dedo índice de la mano izquierda y la aeronave pilotada a distancia, con daños.

---

<sup>1</sup> Aeronave que no lleva a bordo un piloto a los mandos.

1.2 Lesiones de personas

Lesiones	Piloto a distancia <sup>2</sup>	Pasajeros	Otros	Total
Mortales	-.-	-.-	-.-	-.-
Graves	-.-	-.-	-.-	-.-
Menores	-.-	-.-	01	01
Ninguna	-.-	-.-	-.-	-.-
<b>Total</b>	-.-	-.-	<b>01</b>	<b>01</b>

1.3 Daños de la aeronave RPA

Los dos rotores del lado izquierdo (delantero y trasero), con sus palas quebradas.

La antena de transmisión ubicada en el rotor delantero izquierdo, dañada.

La antena, ubicada en el rotor trasero derecho, quebrada.

La carcasa superior lado derecho fracturada.

1.4 Otros daños

No hay.

1.5 Información de la aeronave

1.5.1 Información general

<b>Aeronave</b>	RPA (Multirrotor)	
<b>Fabricante</b>	DJI	
<b>Modelo</b>	Matrice 300 RTK	
<b>N° Serie</b>	1ZNB4J00C0089	
<b>Horas de vuelo el día del suceso</b>	00:02 minutos	
<b>Pesos</b>	<b>PV</b>	7,128 kilogramos
	<b>PMD</b>	9,000 kilogramos
<b>Última inspección</b>	No aplica	

<sup>2</sup>Persona designada por el explotador para operar los controles de vuelo de una aeronave pilotada a distancia durante el tiempo de vuelo. A falta de persona designada, se presumirá que el piloto es quien dirige la operación de vuelo.

## 1.5.2 Motores

<b>Posición</b>	No aplica
<b>Fabricante</b>	No aplica
<b>Modelo</b>	No aplica
<b>Número de Serie</b>	No aplica
<b>Última inspección</b>	No aplica

## 1.5.3 Documentación de abordó

<b>Documentación</b>	<b>Condición</b>
<b>Certificado de Matrícula</b>	No aplica
<b>Certificado de Aeronavegabilidad</b>	No aplica
<b>Manual de vuelo</b>	No aplica
<b>Bitácora de vuelo</b>	No aplica
<b>Lista de verificaciones</b>	No aplica

## 1.5.4 Carga de la aeronave

<b>Pesos</b>	<b>PV</b>	7,128 kg.
	<b>Peso al despegue</b>	7,128 kg.
	<b>PMD</b>	9,000 kg.
<b>Centro de gravedad</b>	<b>Límites</b>	No aplica.
	<b>CG al momento del suceso</b>	No aplica.

## 1.5.5 Estado de mantenimiento de la aeronave

La aeronave no registró novedades para la realización del vuelo.

## 1.6 Información meteorológica

Del Informe Técnico Operacional N° 138/23, de fecha 02 de junio de 2023, de la Dirección Meteorológica de Chile, requerido para la fecha, hora y lugar del suceso, se extrajo lo siguiente:

**Conclusiones:**

*El día 11 de mayo de 2023, a las 07:10 hora local, en el kilómetro 29 de la ruta CH-181, comuna de Victoria, Región de La Araucanía, la configuración en superficie fue transición de margen anticiclónico débil.*

*De acuerdo con lo observado en las imágenes de satélite, a la hora de interés, el cielo se presentó con escasa nubosidad sobre la zona de interés.*

*Según el pronóstico de área GAMET, no se prevén fenómenos meteorológicos significativos para el lugar de interés.*

*Por otra parte, la estación agrometeorológica de “Las Palmas”, estación más cercana al lugar solicitado, registró entre las 06:00 hora local y 08:00 hora local, una temperatura del aire promedio de 2.6 °C con un 98% de humedad relativa, mientras que, el viento que predominó en el lugar fue viento calmo.*

**1.7 Ayudas para la navegación**

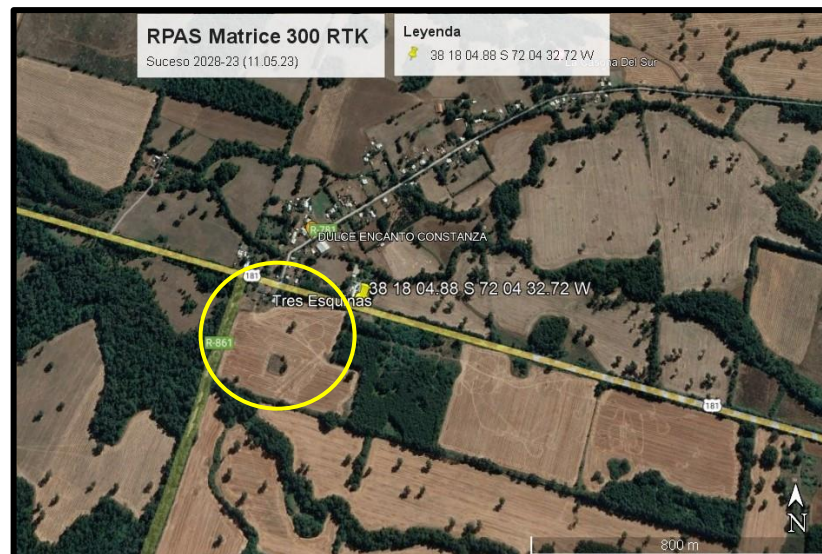
No aplica.

**1.8 Comunicaciones**

No aplica.

**1.9 Información del sitio del suceso**

El sitio del suceso correspondía a un punto denominado “Tres Esquinas”, 25 km., al Este de la comuna de Victoria, Región de La Araucanía, coordenadas geográficas: 38° 18'04.88" S. y 72° 04' 32.72" W. (Imagen N°1).



**Imagen N°1:** Vista referencial del sitio del suceso.



### 1.10 Registradores de vuelo

No aplica.

### 1.11 Información sobre los restos de la aeronave siniestrada y el impacto

- El RPA posterior al accidente quedó en custodia del operador, en la Sección Operativa de Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPAS) Araucanía, ubicada en la ciudad de Temuco, Región de La Araucanía.
- En dicho lugar, el equipo investigador, con apoyo de la Sección antes mencionada, efectuó una inspección física al RPA accidentado, como se detalla a continuación:
  - Se efectuó una fijación fotográfica de la aeronave y sus daños.
  - Conforme a la verificación del RPA, correspondía a una aeronave DJI, modelo Matrice 300 RTK marca DJI (cuadrimotor) (Fotografía referencial N°1).



**Fotografía N° 1:** Vista referencial de un RPA DJI Matrice 300 RTK.

- Las fotografías N° 2, 3 y 4 muestran al RPA involucrado, posterior al vuelo donde se accidentó, con los dos rotores del lado izquierdo (delantero y trasero), con sus palas quebradas.



Fotografía N° 2: Vista del RPA, accidentado.



Rotor delantero izquierdo



Rotor trasero izquierdo

Fotografías N° 3 y 4: Rotores delantero y trasero del lado izquierdo dañados.

- Se verificó que la integridad del Dron estaba completa, sólo restos de las palas y los carenados de las antenas dañadas quedaron diseminados en los alrededores, los que fueron recuperados (Fotografía N° 5).



**Fotografía N° 5:** Vista de los trozos de rotores y carenas dañadas.

- La antena de transmisión ubicada en el rotor delantero izquierdo, dañada y la antena RTK, ubicada en el rotor trasero derecho, quebrada (Fotografías N° 6 y 7).



**Fotografías N° 6 y 7:** Vistas de las antenas dañadas.

- La carcasa superior de lado derecho del RPA estaba fracturada (Fotografías N° 8 y 9).



**Fotografías N° 8 y 9:** Vista de la fractura de la carcasa lado derecho.

- Las dos baterías del RPA estaba sin daños visibles.

#### 1.12 Información médica y patológica

El 2do. operador resultó con lesiones de carácter leve.

#### 1.13 Incendios

No aplica.

#### 1.14 Aspectos de supervivencia

No aplica.

#### 1.15 Ensayos e investigación

No aplica.

#### 1.16 Información sobre organización y gestión

La unidad de RPAS, tenía una Cartilla de Funcionamiento para Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPAS) del Operador, en la cual, se especificaba lo siguiente:

Capítulo IV, Responsabilidades para el funcionamiento de aeronaves remotamente pilotadas (RPAS), 4) Equipo Operativo de Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPAS):

Cada Equipo Operativo de Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPAS) deberá estar conformado por a lo menos 02 integrantes. Esto, considerando la integración mínima necesaria para un vuelo de aeronave Remotamente Pilotadas (RPAS).

En la documentación verificada, no se encontró documentación asociada con la operación de vuelo nocturno en RPAS.

#### 1.17 Información adicional

##### 1.17.1 DAN 91, Reglas del Aire, Capítulo A, Definiciones, Punto 91.1, Definiciones.

- **OPERACIÓN AÉREA POLICIAL (OAP).**

Es toda actividad aérea determinada como tal por la autoridad policial institucional pertinente, realizada por aeronaves de Carabineros de Chile o de la Policía de Investigaciones.

##### 1.17.2 DAN 151, Operaciones de Aeronaves Pilotadas a Distancia (RPAS) en asuntos de interés público que se efectúen sobre áreas pobladas (2da. Edición), Capítulo A, Generalidades, Punto 151.001, Definiciones.

**ASUNTOS DE INTERÉS PÚBLICO.**

- (a) Obtención de imágenes o información sobre hechos de connotación pública con la finalidad de difundirlas a través de medios de comunicación.
- (b) Ejecución de actividades de apoyo en relación con desastres o emergencias provocadas por la naturaleza o por la acción del ser humano.
- (c) Cumplimiento de las funciones legales de algún organismo de la Administración del Estado.
- (d) Otras situaciones de similar naturaleza en cuanto al interés público involucrado, que la DGAC califique sobre la base de la seguridad de la operación.

##### 1.17.3 DAN 151, Operaciones de Aeronaves Pilotadas a Distancia (RPAS) en asuntos de interés público que se efectúen sobre áreas pobladas (2da. Edición), Capítulo A “Generalidades”, punto 151.005, Requisitos técnicos del RPA.

- (a) El peso máximo de despegue del RPA debe ser de hasta nueve (9) kilos incluyendo accesorios, pero sin considerar el peso del paracaídas de emergencia.
- (b) El RPA debe haber sido construido o armado desde un kit de fábrica y contar con instructivos técnicos, de operación.
- (c) El RPA debe contar con el N° de serie del fabricante o en caso de no contar con este N°, el propietario deberá grabar en el RPA el N° de registro otorgado por la DGAC.
- (d) El RPA debe contar con paracaídas de emergencia durante su operación.
- (e) El RPA debe tener la capacidad de ser controlado manualmente.

1.17.4 Manual de Usuario del RPA Matrice 300 RTK, V1.0, 05/2020, Aeronave, Modo de vuelo, pág. 14; Indicador de Estado de Vuelo, pág. 15, Sistema de Visión; Sistema de Detección por Infrarrojos, Alcance de detección del sistema de visión, pág. 18 y Advertencia sobre el sistema de visión y el sistema de detección por infrarrojos, pág. 20.

- **Modo de Vuelo:**

### Aeronave

**Perfil**

La aeronave M300 RTK incluye un controlador de vuelo, un sistema de comunicación, un sistema de visión, un sistema de propulsión y una Batería de Vuelo Inteligente. Esta sección describe las funciones de estos componentes.

**Modo de vuelo**

La aeronave cuenta con los siguientes modos de vuelo:

**Modo P (Posicionamiento):**  
 El modo P funciona mejor con una señal GNSS intensa. La aeronave utiliza el módulo GNSS y el sistema de visión para encontrar su propia ubicación, estabilizarse automáticamente y desplazarse entre obstáculos. Cuando la detección de obstáculos está activada y hay suficiente iluminación, el ángulo máximo de posición es de 25°. Cuando la señal del GNSS es débil y la iluminación es demasiado escasa para los sistemas de visión, la aeronave utiliza el barómetro únicamente con fines de posicionamiento para controlar la altitud.

**Modo S (Sport):**  
 La aeronave utiliza el GNSS con fines de posicionamiento. Las respuestas de la aeronave se optimizan para lograr una mayor agilidad y rapidez, lo que hace que sea más sensible a los movimientos de la palanca. Dado que en el modo Sport los sensores frontal, trasero, izquierdo y derecho del sistema anticollision se desactivan, la aeronave no tendrá capacidad para detectar y sortear obstáculos. Solo quedan disponibles los sistemas de visión superior e inferior.

**Modo T (Tripode):**  
 El Modo T se basa en el Modo P y la velocidad de vuelo es limitada, lo que hace que la aeronave sea más estable durante la grabación.

---

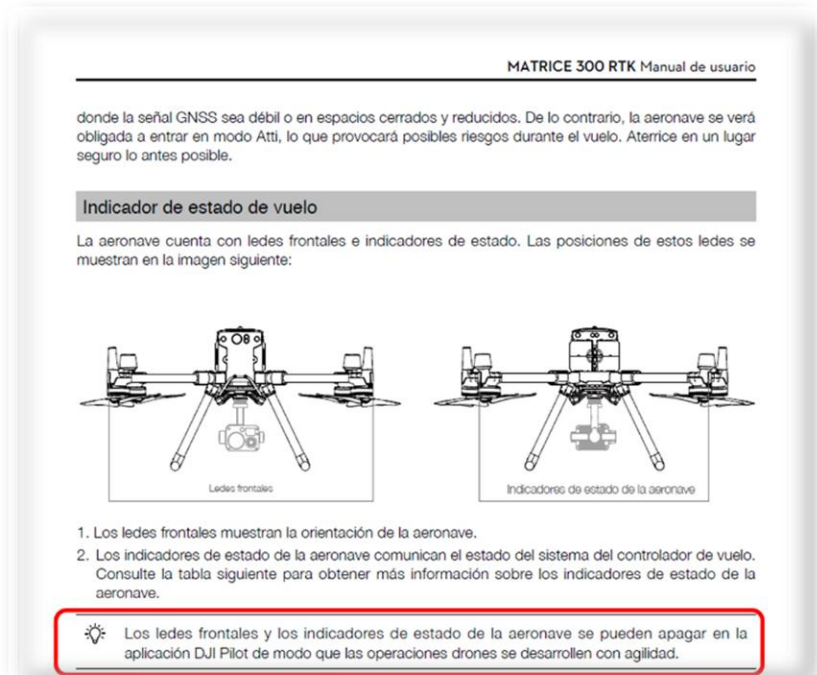
**⚠** El sistema anticollision se desactiva en el modo S (Sport), con lo que la aeronave no puede sortear obstáculos de manera automática en la ruta de vuelo. Preste atención y aléjese de cualquier obstáculo que haya en las inmediaciones.

La velocidad y la distancia de frenado máximas de la aeronave aumentan significativamente en el modo S (Sport). En condiciones sin viento es necesaria una distancia mínima de frenado de 50 m (164 pies). La respuesta de la aeronave aumenta considerablemente en el Modo S (Sport), por lo que un pequeño desplazamiento de la palanca del control remoto hace que la aeronave recorra una larga distancia. Preste atención y mantenga un espacio de maniobra adecuado durante el vuelo.

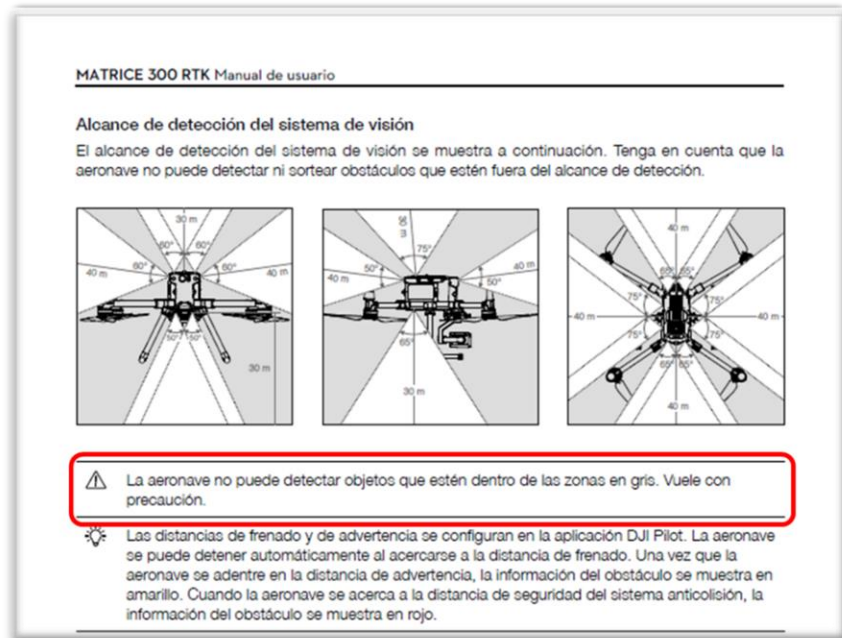
- **Indicador de Estado de Vuelo:**

La aeronave cuenta con ledes frontales e indicadores de estado.

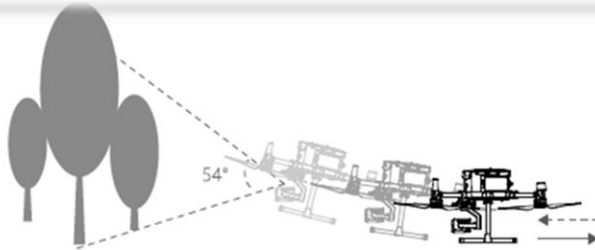
Las posiciones de estos ledes se muestran en la imagen siguiente:



- **Sistema de Detección por Infrarrojos, Alcance de detección del sistema de visión:**



- **Advertencia sobre el sistema de visión y el sistema de detección por infrarrojos:**



#### Uso del sistema de detección por infrarrojos

El sistema de detección por infrarrojos solo sirve para sortear obstáculos grandes, difusos y reflectantes (cuya reflectividad sea  $>10\%$ ). Tenga en cuenta los ángulos muertos (en gris) del sistema de detección por infrarrojos. El sistema de detección por infrarrojos inferior sirve para el posicionamiento y para la asistencia en la configuración de la altitud durante el despegue y el aterrizaje, mientras que el sistema de detección por infrarrojos de los otros cinco lados se ocupa de la detección de obstáculos.

#### Advertencia sobre el sistema de visión y el sistema de detección por infrarrojos

La intensidad de la iluminación y la textura de las superficies del objeto pertinente afectan con facilidad la precisión de las mediciones del sistema de visión. El sistema de detección por infrarrojos solo sirve para sortear obstáculos grandes, difusos y reflectantes (cuya reflectividad sea  $>10\%$ ).

El sistema de visión podría NO funcionar correctamente en alguna de las siguientes situaciones:

- Al volar sobre superficies monocromas (p. ej., negro puro, blanco puro, rojo puro o verde puro) o sin una textura clara.
- Al volar sobre superficies muy reflectantes.
- Al volar sobre el agua o superficies transparentes.
- Al volar sobre superficies u objetos en movimiento (p. ej., sobre personas en movimiento, juncos

ondulantes, matorrales y hierba).

- Volar en una zona donde la iluminación cambia con frecuencia o drásticamente, o en una zona donde haya una exposición excesiva a una iluminación directa e intensa.
- Al volar sobre superficies extremadamente oscuras ( $<15\text{ lux}$ ) o brillantes ( $>10\,000\text{ lux}$ ).
- Al volar a altas velocidades (por encima de  $14\text{ m/s}$  a 2 metros o por encima de  $5\text{ m/s}$  a 1 metro).
- Pequeños obstáculos.
- El objetivo está sucio (por ejemplo, debido a gotas de lluvia, huellas dactilares, etc.).
- Escenas con baja visibilidad (por ejemplo, una densa niebla).

El sistema de detección por infrarrojos podría NO proporcionar una distancia precisa en alguna de las siguientes situaciones:

- Volar sobre superficies que pueden absorber ondas sonoras (p. ej., objetos de color negro mate puro).
- Existe una zona extensa de reflectores fuertes más allá de los  $15\text{ m}$  (por ejemplo, se colocan varias señales de tráfico una al lado de otra).
- Pequeños obstáculos.
- Espejos u objetos transparentes (como espejos, agua y vidrio).



• Mantenga los sensores limpios en todo momento. La suciedad u otros residuos pueden afectar negativamente a su efectividad.

• Es posible que el sistema de visión no funcione correctamente cuando la aeronave vuela sobre el agua.

• Es posible que el sistema de visión no pueda reconocer el patrón del suelo en condiciones de poca iluminación (menos de  $100\text{ lux}$ ).



#### 1.17.5 Relato del operador del RPA

El día 11 de mayo se encontraba operando una aeronave RPA, Marca DJI, Modelo MATRICE 300 RTK y otra persona se encontraba como 2<sup>do</sup> operador, en apoyo.

Agregó que concurrieron a un sector de la comuna de Victoria. Al llegar al lugar, se realizó un sobrevuelo con la totalidad de sus luces apagadas.

Señaló que al iniciar el vuelo y avanzar unos 500 metros de distancia, manteniendo unos 250 metros de altura aproximadamente, se percató que la aeronave no estaba entregando imagen. Por tal motivo, regresó la aeronave al punto de origen para ser revisada, coordinando con el segundo operador para que lo guiara al punto de aterrizaje, por lo difícil del sector de operación, en el cual, había vegetación y cables del tendido eléctrico.

Señaló además que, por el horario, no contaban con luz natural, por tal motivo, no contaba con apoyo de los sensores que poseía la aeronave para detectar obstáculos, ya que en la oscuridad se desactivan.

Agregó que, al llegar al punto de aterrizaje, descendió la aeronave y que estando a una altura de 2 metros aproximadamente, se acercó un vehículo por la ruta en dirección hacia donde se encontraban. En ese momento, al advertirle al 2<sup>do</sup> operador que venía un vehículo a alta velocidad, el 2<sup>do</sup> operador avanzó, impactando el RPA con el casco balístico que portaba, provocando la fragmentación de las palas y en su instinto de proteger su rostro con la mano, éstas le pegaron en el dedo índice de su mano y nariz.

Producto de esto, la aeronave cayó sobre la calzada, resultando con daños en sus hélices y antenas RTK y antena de transmisión. Posteriormente, el 2<sup>do</sup> Operador fue trasladado al servicio de urgencias del hospital de Victoria.

#### 1.17.6 Relato del 2<sup>do</sup> operador del RPA

Señaló que el día 11 de mayo se encontraba desempeñando el rol de 2<sup>do</sup> operador de la aeronave.

Agregó que concurrieron a un sector de la comuna de Victoria, seleccionando el lugar de operación, para apoyar al operador al mando del RPA, el cual, mantenía operando la aeronave con sus luces apagadas.

Señaló que al avanzar unos 500 metros de distancia y a unos 250 metros de altura, el operador al mando se percató que la aeronave no estaba entregando señal de imagen, por tal motivo, regresó la aeronave al punto de origen para su verificación. Agregó que, en su calidad de segundo operador y apoyo, entregó indicaciones al operador para el aterrizaje.

Además, señaló que, por el horario, no se contaba con luz natural, por tal motivo, no contaban con apoyo de los sensores que posee la aeronave para detectar obstáculos, ya que estos dejan de funcionar en la oscuridad.

Luego, mientras el dron se encontraba a una altura de 2 metros aproximadamente, no advirtió la presencia de un vehículo que transitaba de oriente a poniente, en dirección a la ciudad de Victoria, momento en que se le advirtió que saliera de la calle, por encontrarse en la trayectoria de este vehículo. Debido a ello, se corrió instintivamente a un costado de la ruta, para proteger su integridad física y así dejar pasar el vehículo sin riesgo, instante en que impactó el RPA en sus hélices con el casco que portaba y en su instinto de proteger su rostro con sus manos, el dron le provocó una lesión en su dedo índice de su mano izquierda y un corte en su rostro, a la altura de la nariz.

Debido a esto, la aeronave se precipitó al suelo, resultando con daños en sus hélices y protecciones de las antenas de transmisión y antena RTK.

Posteriormente, señaló que fue trasladado al servicio de urgencias del hospital de Victoria.

#### 1.18 Técnicas de investigación útiles o eficaces

No aplica.

## 2. Análisis

---

El operador al mando del RPA mantenía vigente la respectiva credencial para operar la aeronave pilotada a distancia (RPA), no encontrando observaciones.

El propietario de la aeronave cumplía con los requisitos técnicos del RPA conforme a la normativa aeronáutica DAN 151 "Operaciones de Aeronaves Pilotadas a Distancia (RPAS) en Asuntos de Interés Público, que se efectúen sobre áreas pobladas". Además, la operación nocturna se encontraba debidamente coordinada y autorizada, no habiendo observaciones.

En cuanto a la documentación presentada por el operador de la aeronave y tenida a la vista por el equipo investigador, se estableció que no había una cartilla y/o procedimiento referido a la operación de vuelo nocturno y/o en condición de vuelo del RPA con luces apagadas.

Previo a la operación del vuelo nocturno, la aeronave no presentó fallas o alguna condición de deterioro que le impidiera realizar el vuelo. La única observación, se presentó en el envío y recepción de señal de imagen, asociado a la cámara de video que portaba.

En relación con la conformación del equipo de operadores del RPA, éste se encontraba con el personal necesario para la operación (mínimo 2 operadores), conforme lo estipula la Cartilla de Funcionamiento para Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPAS) del Operador, no habiendo observaciones.

La operación fue realizada en una condición de vuelo nocturno (sin luz natural), sin las luces encendidas de la aeronave, condición que se encuentra autorizada en el Manual de Usuario del fabricante del RPA, que lo habilita para volar sin luces.

Conforme a los relatos de los testigos y debido a un problema en el envío y recepción de la imagen de la cámara de video que portaba el RPA, el operador al mando decidió retornar la aeronave al lugar de despegue. Lo anterior, habría sido coordinado con el 2<sup>do</sup> operador, quién apoyaría la maniobra de aterrizaje del RPA.

En cuanto al lugar de despegue y aterrizaje del RPA y conforme a la evidencia recopilada, se pudo establecer que el área no fue adecuadamente aislada para realizar en forma segura el aterrizaje de la aeronave, lo que quedó reflejado en el ingreso de un vehículo particular al sector donde se desarrollaba la operación de vuelo nocturno.

Durante la maniobra de aterrizaje del RPA, y conforme a los relatos de los testigos, el operador al mando le advirtió al 2<sup>do</sup> operador que apoyaba la maniobra, de la presencia de un vehículo particular que se aproximaba a gran velocidad. Por lo anterior, y al desplazarse el 2<sup>do</sup> operador hacia un costado del camino, se cruzó en la trayectoria de descenso del RPA, impactándolo en el casco que portaba y provocándole lesiones de carácter leve en su rostro y mano izquierda.

La operación con baja visibilidad (nocturno) y sin luces del RPA, habría afectado la visualización de la aeronave por parte del 2<sup>do</sup> operador, durante la fase final del aterrizaje, actuando como factores contribuyentes a la ocurrencia del suceso.

Del mismo modo, del relato del operador al mando del RPA, se estableció que advirtió al 2<sup>do</sup> operador de la presencia de un vehículo a alta velocidad. No obstante, e independiente de la alerta entregada y como responsable seguro de la operación, debió haber elevado el RPA, evitando la condición de peligro para el 2<sup>do</sup> operador que asistía la maniobra de aterrizaje.

Respecto al RPA, se puede señalar que el Manual de Vuelo advierte que el sistema de visión y sistema de detección por infrarrojos “No podrá funcionar correctamente”, entre otras, en la situación de “volar sobre superficies u objetos en movimiento (Ej. sobre personas en movimientos)”, lo cual, sumado a la condición de baja luminosidad (vuelo nocturno), afectaría la detección de obstáculos, condición que habría contribuido a que no detectara con los sensores al 2<sup>do</sup> operador cuando quedó en la trayectoria de descenso durante la maniobra de aterrizaje.

En cuanto a los daños del RPA fueron todos a consecuencia del impacto de la aeronave contra el casco del 2<sup>do</sup> operador y a la posterior caída sobre el pavimento.

### 3. Conclusiones

---

El operador al mando del RPA mantenía vigente la respectiva credencial para operar la aeronave pilotada a distancia RPA.

El propietario de la aeronave cumplía con los requisitos técnicos del RPA conforme a la DAN 151 y el vuelo se encontraba debidamente coordinado y autorizado.

El operador del RPA no tenía procedimientos para la operación en vuelo nocturno y/o con luces apagadas.

La aeronave en cuanto a su condición técnica no presentó observaciones para la realización del vuelo.

El regreso del RPA al lugar de despegue se debió a un problema en el envío y recepción de la señal de imagen (cámara de video).

El equipo operador del RPA se encontraba conformado por dos personas, conforme a lo dispuesto en la cartilla de funcionamiento de operador.

La operación de la aeronave se realizó en una condición de vuelo nocturno y sin luces encendidas, lo cual, está autorizado por el Manual de Usuario del RPA.

El lugar de operación del RPA no fue adecuadamente aislado para la operación nocturna.

El 2<sup>do</sup> Operador se cruzó en la trayectoria de descenso del RPA, al desplazarse para evitar un vehículo particular que ingresó al área de operación.

El accidente se produjo por el impacto inadvertido del 2<sup>do</sup> operador contra el RPA, durante la maniobra de aterrizaje, provocándole lesiones leves y, además, daños a la aeronave.

El sistema de visión y sistema de detección por infrarrojos no funcionó correctamente, debido a que, para el RPA, habría sido un objeto en movimiento el 2<sup>do</sup> operador.

La baja visibilidad (vuelo nocturno) y la condición de vuelo sin luces en que se operaba el RPA habrían contribuido a que no fuera visualizado por el 2<sup>do</sup> operador, durante la fase final del aterrizaje.

El operador al mando del RPA y como responsable seguro de la operación, debió haber elevado la aeronave debido a la presencia del vehículo particular, evitando la condición de peligro para el 2<sup>do</sup> operador.

Los daños del RPA fueron a consecuencia de la dinámica del suceso.

#### 4. Causas / Factores contribuyentes

---

##### 4.1 Causa

Colisión entre un operador asistente (2<sup>do</sup> operador) y un RPA, durante la fase de aterrizaje, provocándole lesiones leves al operador asistente (2<sup>do</sup> operador) y daño a la aeronave.

##### 4.2 Factores contribuyentes

Operación en una condición de vuelo nocturno del RPA y con luces apagadas.

Entorno de la zona de operación (despegue y aterrizaje) del RPA no aislado adecuadamente.

El 2<sup>do</sup> operador se cruzó en la trayectoria de descenso del RPA.

El operador al mando del RPA no elevó la aeronave, al percatarse del ingreso de un vehículo particular.

El sistema de visión y sistema de detección por infrarrojos, del RPA, no funcionó correctamente con objetos (persona) en movimiento.

#### 5. Recomendaciones sobre seguridad.

---

Informar acerca de los resultados de la investigación a las partes involucradas, para fines de prevención.

Difundir el suceso investigado a través de la página Web y otros medios institucionales, reiterando el cumplimiento de la Normativa Aeronáutica DAN 91 “Reglas del Aire” y DAN 151 “Operaciones de Aeronaves Pilotadas a Distancia (RPAS) en asuntos de interés público que se efectúen sobre áreas pobladas”.

Al Operador de la aeronave, establecer un procedimiento para la operación en vuelo nocturno, incorporando, entre ellos, la condición de vuelo sin las luces, lo cual, permitirá la operación segura de sus RPA.

Al Operador de la aeronave, que para la operación de este tipo de vuelo (AOP), se deben reiterar las medidas de seguridad en cuanto al aislamiento de las zonas de operación para los despegues y aterrizajes de sus RPA.

Al Operador de la aeronave, reiterar a los pilotos la realización de un briefing de seguridad, que incluya medidas de prevención y protección y de aislamiento del área de operación, donde se incluyan situaciones como la investigada.