



INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN ACCIDENTE DE AVIACIÓN

1995-22

Accidente de aviación ocurrido a un helicóptero fabricado por Robinson Helicopter Company, modelo R66, ocurrido el día 04 de septiembre de 2022, en el sector costero El Pangué, comuna de Zapallar, Región de Valparaíso.

CONTENIDO

DATOS GENERALES	1
LISTA DE ABREVIATURAS Y TÉRMINOS	4
ANTECEDENTES	2
RESEÑA DEL SUCESO	3
1. INFORMACIÓN FACTUAL.....	3
1.1 Antecedentes del vuelo.....	3
1.2 Lesiones de personas	4
1.3 Daños a la aeronave	4
1.4 Otros daños	4
1.5 Información sobre la Tripulación.....	4
1.5.1 Piloto al mando.....	4
1.5.2 Experiencia de vuelo	5
1.6 Información de la aeronave.....	5
1.6.1 Información general.....	5
1.6.2 Motor.....	6
1.6.3 Rotor Principal	6
1.6.4 Rotor de Cola.....	6
1.6.5 Mantenimiento	6
1.6.6 Combustible	8
1.6.7 Documentación a bordo.....	8
1.6.8 Carga de la aeronave.....	9
1.7 Información meteorológica	9
1.8 Ayudas para la navegación	10
1.9 Comunicaciones.....	10
1.10 Registradores de vuelo	10
1.11 Información del lugar de despegue.....	11
1.12 Información del sitio del suceso.....	13
1.13 Información sobre los restos de la aeronave siniestrada y el impacto	15
1.14 Información médica y patológica	20
1.15 Incendios	20
1.16 Aspectos de supervivencia.....	20
1.17 Ensayos e investigación	20
1.18 información sobre organización y gestión.....	26

1.19	Información adicional.....	26
1.20	Relatos.....	36
1.21	Técnicas de investigaciones útiles o eficaces.....	37
2.	Análisis	37
3.	Conclusiones	40
4.	Causas/Factores Contribuyentes	40
5.	Recomendaciones sobre seguridad.....	41

LISTA DE ABREVIATURAS Y TÉRMINOS

AGL	Altura sobre el terreno
AIRS	Registrador de imágenes de a bordo
CARS	Sistemas registradores de audio en el puesto pilotaje
CAVOK	Ceiling And Visibility OK
CG	Centro de gravedad
CMA	Centro de Mantenimiento Aeronáutico
COCKPIT CAMERA VIDEO RECORDINGS	Grabaciones de vídeo con cámara de cabina
DAN	Norma Aeronáutica
DAP	Procedimiento Aeronáutico
DAR	Reglamento Aeronáutico
DGAC	Dirección General de Aeronáutica Civil
DMC	Dirección Meteorológica de Chile
DPA	Departamento Prevención de Accidentes
EMU	Unidad de Monitoreo del Motor (Engine Monitoring Unit)
FAA	Federal Aviation Administration
FDR	Registrador de Datos de Vuelo
FF.HH	Factores humanos
FT	Pie (Unidad de medida)
GAMET	Información meteorológica de aviación general
GPS	Sistema de Posicionamiento Global (Global Positioning System)
HELIPUERTO	Según DAN 92 Volumen III, se considera a un aeródromo o área definida sobre una estructura artificial destinada a ser utilizada, total o parcialmente, para la llegada, la salida o el movimiento de superficie de los helicópteros.
HL	Hora local
IFR	Reglas de Vuelo por Instrumentos
IMC	Condiciones meteorológicas de vuelo por instrumentos
MEDAV	Medicina de Aviación
MSNM	Metros sobre el nivel del mar
NM	Millas náuticas
NTSB	National Transportation Safety Board
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional

OMA Organización de Mantenimiento Aprobada

POH Pilot's Operating Handbook

PV Peso vacío

PMD Peso máximo de despegue

REGISTRADOR DE IMÁGENES DE A BORDO (AIR) Y SISTEMA REGISTRADOR DE IMÁGENES DE A BORDO (AIRS).

Según DAN 92 Volumen III, el AIR o AIRS comenzará a registrar antes de que el helicóptero empiece a desplazarse por su propia potencia y continuará registrando hasta la finalización del vuelo, cuando el helicóptero ya no pueda desplazarse por su propia potencia. Además, dependiendo de la disponibilidad de energía eléctrica, el AIR o AIRS comenzará a registrar lo antes posible durante la verificación del puesto de pilotaje previa al arranque del motor, al inicio del vuelo, hasta la verificación del puesto de pilotaje que se realiza al finalizar el vuelo, inmediatamente después de que se apaga el motor.

REGISTRADORES DE VUELO LIVIANOS Según DAN 92 Volumen III, comprenden uno o más de los siguientes: un sistema registrador de datos de aeronave (ADRS); un sistema registrador de audio en el puesto de pilotaje (CARS); un sistema registrador de imágenes de a bordo (AIRS); un sistema registrador de enlace de datos (DLRS).

RPM Revoluciones por minuto

SPECIALIST'S FACTUAL REPORT Informe del Especialista

UTC Tiempo Universal Coordinado

VFR Reglas de Vuelo Visual

VMC Condiciones meteorológicas de vuelo visual

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 N° 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 día 04 de septiembre de 2022, un piloto privado de helicóptero junto a una pasajera, a bordo de un helicóptero Robinson, modelo R66, despegaron desde un emplazamiento eventual no definido como helipuerto, ubicado en el sector costero El Pangué, comuna de Zapallar, Región de Valparaíso, con destino a Pirque, Región Metropolitana.

Posteriormente, a los pocos minutos después del despegue, la aeronave se precipitó contra el terreno, en un sector rocoso, a 500 metros al Sur del lugar de despegue.

A consecuencia de lo anterior, el piloto al mando y la pasajera fallecieron y la aeronave resultó con daños de importancia¹.

1. INFORMACIÓN FACTUAL

1.1 Antecedentes del vuelo

El 04 de septiembre de 2022, un piloto privado de helicóptero y una pasajera, a bordo de un helicóptero Robinson, modelo R66, despegaron desde un emplazamiento eventual no definido como helipuerto, ubicado en el sector costero El Pangué, comuna de Zapallar, con el objeto de dirigirse a Pirque, Región Metropolitana.

A los pocos segundos de haber despegado con rumbo Sur, la aeronave ingresó a una condición meteorológica de vuelo por instrumentos (IMC), quedando el piloto sin referencias visuales del terreno.

Transcurridos 2 minutos posterior de su despegue, la aeronave se precipitó contra el terreno, a 500 metros al Sur del lugar de despegue, impactando inicialmente contra un árbol y posteriormente contra un sector rocoso.

A consecuencia de lo anterior, el piloto al mando y la pasajera fallecieron y la aeronave resultó con daños de importancia.

¹ En base a Anexo 13. APÉNDICE 1. FORMATO DEL INFORME FINAL 1.3 Daños sufridos por las aeronaves. Breve declaración de los daños sufridos por la aeronave en el accidente (destruida, con daños importantes, con daños leves, sin daños).

1.2 Lesiones de personas

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Otros	Total
Mortales	1	1	-.-	2
Graves	-.-	-.-	-.-	-.-
Menores	-.-	-.-	-.-	-.-
Ninguna	-.-	-.-	-.-	-.-
Total	1	1	-.-	2

1.3 Daños a la aeronave

La aeronave resultó con múltiples daños estructurales en el fuselaje, rotor principal, rotor de cola, cono de cola, estabilizadores y tren de aterrizaje (Fotografía N°1).



Fotografía N° 1: Vista de la aeronave en el sitio del suceso.

1.4 Otros daños

No aplica.

1.5 Información sobre la Tripulación

1.5.1 Piloto al mando

Edad	77 años	
Nacionalidad	Chilena	
Tipo de licencia	Piloto privado de helicóptero	
Habilitaciones	Categoría	Monorrotor
	Clase	N/A

	Tipo	R44 – R66
	Función	N/A
Examen médico	Vigente	Sí
	Apto	Sí
Sucesos anteriores	No registra	

Nota: El piloto al mando no poseía habilitación de función para vuelos por instrumentos.

1.5.2 Experiencia de vuelo

Experiencia	Horas de vuelo
Total	1.285,3*
En el material accidentado	17,86
El día del suceso	0,1
60 días previos	2,11
90 días previos	11,91
Fuente de información	*Bitácora personal de vuelo del piloto y Bitácora de vuelo de la aeronave.

Nota: Según datos obtenidos en el sitio del suceso, el último registro en la bitácora personal fue realizado con fecha 31 de mayo de 2022.

1.6 Información de la aeronave

1.6.1 Información general

Aeronave	Helicóptero	
Fabricante	Robinson Helicopter Company	
Modelo	R66	
N° Serie	1115	
Año Fabricación	2022	
Horas de Servicio	25,91 ²	
Pesos Certificados	PV	1.397,20 libras
	PMD	2.700,00 libras
Última inspección	El 08/04/2022, se realizó Ground Check, Run-up, Flight Check y un vuelo de mantenimiento.	

² Tiempo de servicio registrado en "Collective Activated".



Fotografía N° 2: Vista referencial del helicóptero Robinson, modelo R66.

1.6.2 Motor

Fabricante	Rolls-Royce	
Modelo	250-C300/A1	
Número de Serie	RR-201140	
Última inspección	El 08/04/2022, se realizó Ground Check, Run-up, Flight Check y un vuelo de mantenimiento.	

1.6.3 Rotor Principal

Fabricante	Robinson Helicopter Company	
Numero parte	F016-2	
Número de Serie	2824	2837
Última inspección	El 08/04/2022, se realizó Ground Check, Run-up, Flight Check y un vuelo de mantenimiento.	

1.6.4 Rotor de Cola

Fabricante	Robinson Helicopter Company	
Numero de parte	F029-1	
Número de Serie	2684	2680
Última inspección	El 08/04/2022, se realizó Ground Check, Run-up, Flight Check y un vuelo de mantenimiento.	

1.6.5 Mantenimiento

Como parte del proceso de primera certificación de la aeronave en Chile, se realizaron los siguientes trabajos:

- Con fecha 31/03/2022 en un CMA autorizado por la DGAC y habilitado en el tipo de aeronave, se realizó el reensamble del helicóptero (al encontrarse nuevo), revisión y pruebas en tierra (Ground Check y Run-up) a la aeronave, sistemas y equipos y aplicación de Directivas de Aeronavegabilidad y requisitos normativos DGAC.

- Con fecha 05/04/2022 en un CMA autorizado por la DGAC y habilitado en el tipo de aeronave, se efectuaron los siguientes trabajos:
 - Inspección de 12 meses a transmisor localizador de emergencia.
 - Inspección de 24 meses al ATC Transponder y sistema de reporte automático de altitud de presión.
 - Certificación de las pruebas de altímetro, hasta una altitud de 20.000 pies.
 - Certificación de pruebas al sistema estático-pitot.
 - Certificación al compás magnético.
 - Certificación de equipos electrónicos.
 - Certificación de instrumentos.

Los trabajos contaban con la respectiva conformidad de mantenimiento emitida por el CMA, quien, a través de un supervisor de mantenimiento, estableció que se habían realizado en forma satisfactoria y que, en cuanto a estos, la aeronave se encontraba aprobada para ser presentada a primera certificación de aeronavegabilidad.

El informe de inspección anual de sistemas electrónicos, de fecha 05/04/2022, emitido por un CMA autorizado por la DGAG y habilitado para realizar este tipo de inspecciones certificó y declaró que los sistemas electrónicos instalados en la aeronave le permitían cumplir con los requisitos de equipamiento mínimo electrónico para realizar operaciones bajo condición de vuelo VFR, según la DAN 92 Volumen III, para ser utilizada la aeronave según lo declarado por el operador para uso privado. Según el detalle de los equipos instalados la aeronave tenía piloto automático, operativo.

El informe de inspección anual de instrumentos y sistemas afines emitido el 05/04/2022, por un CMA autorizado por la DGAC y habilitado para realizar este tipo de inspecciones certificó y declaró que los instrumentos y sistemas instalados en la aeronave, le permitían cumplir con los requisitos de equipamiento mínimo de instrumentos para operaciones bajo condiciones de vuelo VFR, según la DAN 92 Volumen III, para ser utilizada la aeronave según lo declarado por operador para uso privado.

El 19/04/2022 la DGAC dio por terminado el Proceso de Primera Certificación de Aeronavegabilidad, conforme a lo establecido en la DAN 21 CERTIFICACIÓN DE PRODUCTOS Y PARTES, APÉNDICE 2 Instrucciones complementarias a considerar para solicitar la Primera Certificación de Aeronavegabilidad, otorgando finalmente la autoridad aeronáutica el Certificado de Aeronavegabilidad Estándar N° 21666 / 2022 con fecha de expiración 18/04/2024".

El operador debía mantener la aeronave bajo la DAN 92 Volumen III Regla de operación para operaciones no comerciales de helicópteros.

En la declaración de mantenimiento el operador declaró que a la aeronave se le aplicaría el Programa de Mantenimiento establecido en el “*R66 Maintenance Manual and Instructions For Continued Airworthiness RTR 660 Volume I*” y para el motor lo indicado en el “Rolls Royce 250-C300/A1 O&M” ultimas revisiones y las Instrucciones de Aeronavegabilidad Continuada (ICAS’s) asociadas a la aplicación de Suplementos al Certificado de Tipo (STC) y/o modificaciones cuando correspondiera.

La revisión de la bitácora de vuelo de la aeronave, encontrada en el sitio del suceso, permitió establecer que se mantenían registros de vuelos hasta el folio N° 21 de fecha 17/08/22, acumulando 22,83 horas de vuelo (horómetro). Hasta esa fecha no se registraba la existencia de alguna discrepancia o novedad detectada en la aeronave.

La revisión de los registros de mantenimiento de la aeronave y del motor no evidenciaron la existencia de trabajos asociados a la solución de discrepancias o novedades producidas posterior a la última inspección.

1.6.6 Combustible

Desde la aeronave se obtuvo una muestra de combustible (incolora), la cual fue inspeccionada a contraluz y no evidenció la presencia de contaminantes sólidos ni de agua.

El análisis de la muestra obtenida desde la aeronave permitió establecer que correspondía a las especificaciones para Kerosene de Aviación establecida por el fabricante de la aeronave.

En el estanque principal de combustible fue evidenciado combustible de aviación, no pudiendo determinar la cantidad, debido a que la aeronave se encontraba volcada.

El estanque auxiliar de combustible, el cual tiene una capacidad de 43,5 galones USA, se encontró totalmente lleno.

1.6.7 Documentación a bordo

Documentación	Condición
Certificado de Matrícula	Sin observaciones.
Certificado de Aeronavegabilidad	Sin observaciones.
Manual de vuelo	Sin observaciones.
Bitácora de vuelo	Con observaciones, con registros de vuelo en folio N° 21 hasta el 17/08/22.

1.6.8 Carga de la aeronave

De acuerdo con los antecedentes obtenidos, el peso de la aeronave, al momento del despegue habría sido de:

Pesos	PV	1.397,20 libras
	Piloto	154,00 libras
	Pasajera	170,00 libras
	Combustible estanque principal	314,55 libras
	Combustible estanque auxiliar	293,62 libras
	Peso al despegue	2.329,37 libras
	PMD	2.700 libras
	Limites	CG Limit +91.0 to +102.5 at 2.700 lbs.
	CG al momento del suceso	94.20

Nota: El peso del piloto se determinó con antecedentes de la Sección MEDAV de la DGAC.

El peso de la pasajera se determinó conforme a peso estándar, establecido por el fabricante de la aeronave.

1.7 Información meteorológica

El Informe Técnico Operacional N° 288/22 de la Dirección Meteorológica de Chile, señaló para el sector El Pangue, comuna de Zapallar, Región de Valparaíso, lo siguiente:

CONCLUSIÓN:

El día 4 de septiembre de 2022, a las 15:00 hora local, sobre el sector de Pangue, comuna de Zapallar, Región de Valparaíso, la configuración en superficie fue de baja presión costera.

De acuerdo con lo observado en las imágenes de satélite, en la hora de análisis, el cielo se presentó nublado.

Según el pronóstico de área GAMET, Entre las 18:00 y 20:00 UTC (14:00 y 16:00 hora local) se previó reducción de visibilidad a 3.000 y 5.000 metros debido a neblina.

Según las observaciones de la estación meteorológica Zapallar-Catapilco (estación más cercana al lugar de interés), para el día 4 de septiembre de 2022 a las 15:00 hora local, el viento registrado fue de componente Sur (188°) con intensidad promedio de 9 km/h aproximadamente.

La temperatura del aire fue de 15°C, con una humedad relativa cercana al 90% y una presión atmosférica de 1.015,4 hPa. Además, en la zona se registraron lloviznas locales.

Por otro lado, un testigo que ese día se encontraba en la línea de costa, cerca del sitio del suceso, proporcionó un registro fotográfico de las condiciones meteorológicas existentes, el día del suceso, aproximadamente, una hora posterior al accidente, los cuales permitieron corroborar la presencia de visibilidad reducida, nubosidad y la presencia de llovizna (Fotografías N° 3 y 4).



Fotografías N° 3 y 4: Imágenes tomadas hacia el Sur y hacia el Norte por el testigo.

1.8 Ayudas para la navegación

No aplica.

1.9 Comunicaciones

No aplica.

1.10 Registradores de vuelo

El helicóptero Robinson, modelo R66, tenía instalado de fábrica un registrador de vuelo liviano integrado con un sistema registrador de audio en el puesto de pilotaje (CARS) y un sistema registrador de imágenes de a bordo (AIRS), denominada cámara de cabina (Cockpit Camera).

La cámara de la cabina grababa imágenes de video, audio del intercomunicador y comunicaciones por radio, y posición GPS, tanto internamente como en una unidad flash extraíble insertada en la parte frontal de la carcasa de la cámara.

La memoria interna conserva sólo las 3 horas de video más reciente.

La grabación comienza automáticamente cuando se enciende el interruptor de la batería del helicóptero y se detiene cuando se apaga.

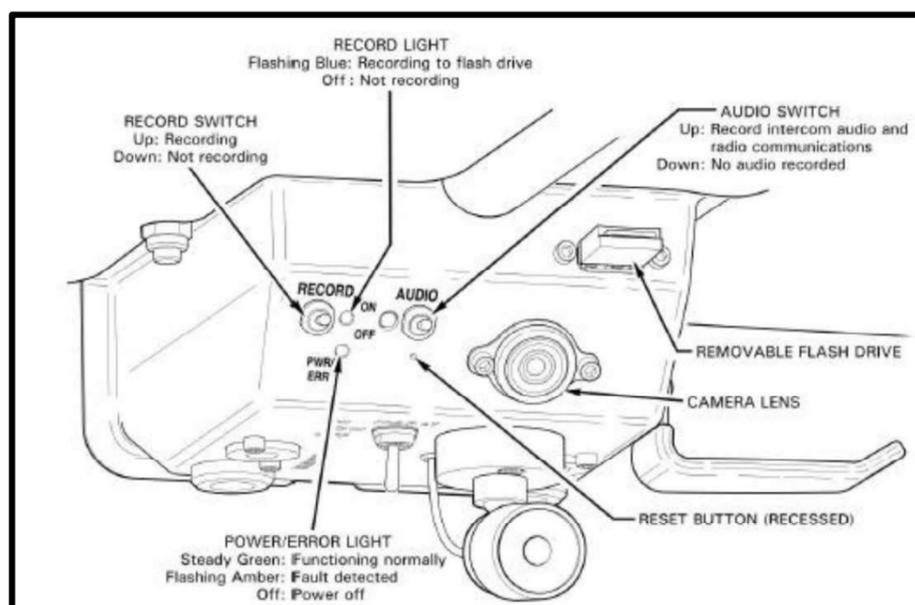


Imagen N° 1: Descripción de la cámara de cabina.

1.11 Información del lugar de despegue

El lugar de despegue estaba ubicado, al interior de una propiedad privada, ubicada al poniente del camino costero El Pangué, comuna de Zapallar, Región de Valparaíso, en las coordenadas 32°33'22.84''S. 71°28'00.61''W., cuya elevación era de 76 pies (23 metros) (Fotografías N° 5 y 6).



Fotografía N° 5: Lugar de despegue (círculo amarillo).



Fotografía N° 6: Detalle del lugar de despegue.

1.12 Información del sitio del suceso

El sitio del suceso, identificado por un círculo rojo, se encontró sobre unos roqueríos, ubicados al poniente del camino costero de El Pangue, comuna de Zapallar, Región de Valparaíso, distante a 500 metros al Sur del lugar de despegue, lugar identificado por un círculo celeste (Imagen N° 2):



Imagen N° 2: Vista del lugar de despegue (círculo celeste) y lugar del suceso (círculo rojo).

El sitio del suceso (círculo rojo), se encontraba en las coordenadas geográficas $32^{\circ} 33' 37,9''$ S. y $71^{\circ} 57' 26,9''$ W., a una altitud, aproximada, de 70 Ft. (21 MSNM), en un sector costero rocoso, distante a 90 metros del mar y a 40 metros de un sector residencial, colindantes al camino el Pangue (Imagen N° 3).



Imagen N° 3: Vista del sitio del suceso y la ubicación final de la aeronave (círculo rojo) y zona del primer impacto contra un árbol (marca amarilla).

En cuanto a la topografía y relieve del sector, se pudo evidenciar que, desde la ubicación final de la aeronave, hacia el Este, el sitio del suceso presentaba un sector plano de 50 metros, para posteriormente comenzar una pendiente aproximada de 40° de inclinación y de 200 metros de longitud del terreno, en donde se pudo evidenciar la presencia de casas (Fotografía N° 7).



Fotografía N° 7: Vista aérea de Norte a Sur, desde sitio del suceso, con ladera del cerro y sector rocoso.

1.13 Información sobre los restos de la aeronave siniestrada y el impacto

1.13.1 Inspección de la aeronave en el lugar del suceso

La aeronave impactó sobre un sector rocoso, quedando apoyada sobre su costado izquierdo, con una orientación de la cabina al rumbo 225° (Fotografía N° 8).



Fotografía N° 8: Ubicación final de la aeronave.

Conforme a las marcas encontradas en el sitio del suceso, se pudo determinar una trayectoria de Sur a Norte de la aeronave, previo al impacto contra el terreno, lo cual permitió establecer que, la aeronave impactó primero contra la copa de un árbol, existente al sur del lugar de detención de ésta.

En la zona del árbol fueron encontrados la parte trasera del cono de cola, incluyendo estabilizadores y parte del protector del rotor de cola (Fotografías N° 9,10,11 y 12) y secciones de diferentes tamaños de las palas del rotor principal. Las zonas de fracturas en los componentes tenían características de sobre esfuerzo instantáneo y además, deformaciones producidas por el impacto contra las ramas del árbol.

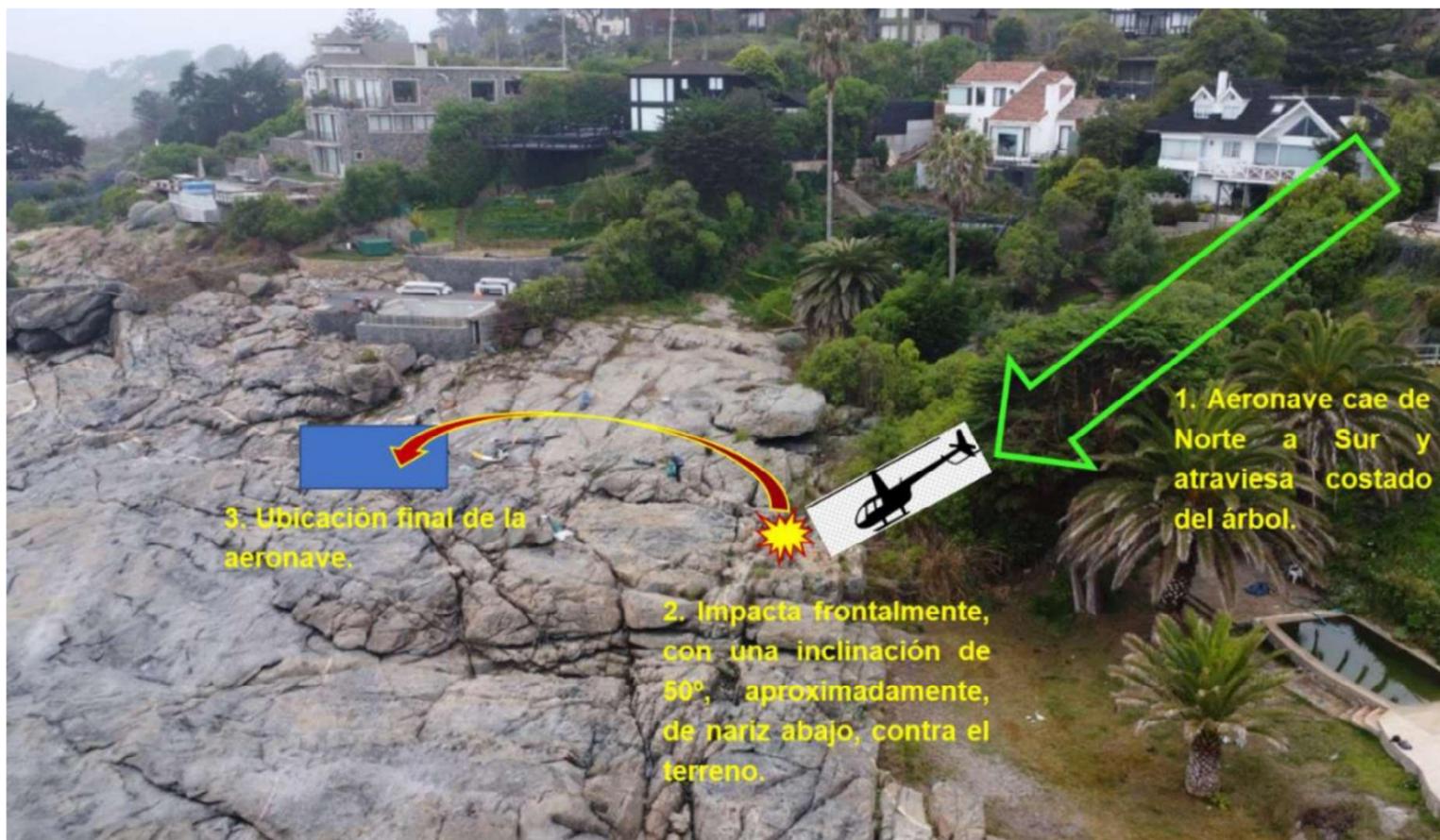


Fotografías N° 9 y 10: Vista frontal (círculo amarillo) y lateral (flecha verde) corte de ramas del árbol que indican el desplazamiento de la aeronave hacia el norte.



Fotografías N° 11 y 12: Sección posterior del cono de cola.

Posteriormente, al norte del árbol, en las rocas, se encontraron las primeras marcas atribuibles al impacto de las palas del rotor principal, tren de aterrizaje y fuselaje. Entre este lugar y el punto de detención final de la aeronave, existe una extensión de 24 metros (Fotografía 13).



Fotografía N° 13: Secuencia de la caída e impacto de la aeronave.

Además, en el sitio del suceso se encontraron la bitácora de vuelo, el manual de vuelo y la bitácora personal del piloto.

Los dos equipos de comunicaciones VHF se encontraron desprendidos del panel de instrumentos y dañados por el impacto.

En el lugar de detención final de la aeronave, las dos palas del rotor principal estaban deformadas y fracturadas con pérdida de material, en particular en sus puntas. Se observó el derrame de aceite desde el cubo del rotor principal, al desprenderse las botas elastómeras. Las varillas de cambio de paso estaban fracturadas.

Las capotas superiores de transmisión y motor están desprendidas.

La estructura tubular que soporta tanto la transmisión como el motor estaba fracturada y deformada.

La transmisión principal no tenía evidencia de filtración o derrame de aceite.

No se observaron daños significativos en el motor. El ducto de escape se encontró deformado y parcialmente desprendido del conjunto del motor.

No se observaron filtraciones en las líneas hidráulicas.

La estructura del fuselaje estaba deformada y fracturada. La zona inferior delantera de la cabina estaba desprendida y torcida hacia la derecha.

El panel de instrumentos fue encontrado desprendido y con múltiples fracturas. Algunos de sus instrumentos se desprendieron a consecuencia del impacto contra el terreno (Fotografía N° 14).



Fotografía N° 14: Panel de instrumentos.

Los asientos delanteros estaban desprendidos de sus anclajes a la estructura del piso de la cabina.

El arnés de seguridad de piloto y del pasajero que ocupaba el asiento delantero izquierdo, aseguraban y se encontraron en buenas condiciones.

El parabrisas y las puertas estaban fracturadas y desprendidas.

En la parte superior de la cabina se encontraba un registrador de vuelo liviano, que podía grabar imágenes de video y audio (Fotografía N° 15). El equipo fue desmontado para descargar información grabada en su memoria volátil.



Fotografía N° 15: Registrador de vuelo liviano instalado en la aeronave (cámara de cabina).

Las varillas de mando de vuelo estaban deformadas y fracturadas, daños atribuibles al impacto con alta energía.

Los mandos cíclico y colectivo estaban desgarrados de sus lugares de anclaje.

La válvula de paso de combustible del motor estaba en posición abierta.

Fue observado el derrame de combustible desde el estanque principal de combustible, además de aceite del motor.

El cono de cola estaba deformado y fracturado, en dirección hacia arriba en la zona de unión con el fuselaje y ambas palas del rotor de cola estaban fracturadas en su zona de raíz. Las varillas de cambio de paso del rotor de cola y eje de transmisión estaban deformadas y fracturadas. El rotor de cola fue girado sin evidenciar observaciones.

No fue encontrada ferretería faltante o suelta.

El tren de aterrizaje estaba fracturado en las puntas de los tubos de deslizamiento, en la zona de unión con tubos cruzados delanteros.

La aeronave estaba configurada con un estanque auxiliar de combustible, ubicado en el compartimento de carga y poseía la capacidad de 43,5 galones USA.

Fue establecido que el tiempo de servicio de la aeronave registrado "Collective activated" era de 25,91 horas.

Se observó la presencia de un botiquín de primeros auxilios y un extintor de incendios.

En el sitio del suceso fue desmontada la unidad de monitoreo del motor (S/N 485056), ubicado en la parte posterior del asiento trasero derecho, para verificar el estado del motor previo al impacto contra el terreno de la aeronave.

1.14 Información médica y patológica

A consecuencia del accidente, el piloto al mando y la pasajera resultaron fallecidos.

Según el informe emitido por el Servicio Médico Legal de Quillota, se atribuye su deceso a un “*politraumatismo esquelético visceral, debido a lesiones compatibles con accidente aéreo*”.

1.15 Incendios

No aplicable.

1.16 Aspectos de supervivencia

Los arneses seguridad funcionaron sin observaciones.

Los asientos se desprendieron de sus alojamientos del piso de la cabina.

El equipo transmisor localizador de emergencia no habría emitido señal con el impacto.

1.17 Ensayos e investigación

- **Inspección del motor**

El motor de la aeronave era del tipo turboeje de turbina libre. El motor fue inspeccionado en Chile por un *Senior Air Safety Investigator* (Investigador Superior de Seguridad Aérea) de Rolls Royce, en presencia de investigadores de accidentes de aviación civil a cargo de la investigación. El resultado de la inspección estableció que, “*el examen del motor no reveló anomalías mecánicas que impidieran su funcionamiento normal*”.

- **Análisis de datos contenidos en la Unidad de Monitoreo del Motor (Engine Monitor Unit, EMU)**

El mismo investigador de Rolls Royce, Senior Air Safety Investigator, descargó y analizó los datos grabados en la EMU, estableciendo que el motor funcionó normalmente durante el vuelo del accidente.

- **Análisis del vídeo descargado desde la cámara de cabina**

La aeronave contenía una cámara de cabina (*Cockpit Camera Video Recordings*), la cual mantenía una tarjeta de memoria volátil.

Los datos fueron descargados de acuerdo con instrucciones enviadas por el fabricante de la aeronave.

El equipo investigador, junto al *Air Safety Investigator* (Investigador de Seguridad Aérea) de Robinson Helicopter Company, analizaron el video de una duración de 6 minutos y 19 segundos, correspondiente al último vuelo.

La actividad permitió establecer:

- El despegue de la aeronave se realizó desde una propiedad privada cercana a la costa.

- El ascenso de la aeronave se realizó hacia el Sur.
- La aeronave ingresó en condiciones IMC.
- Posteriormente, realizó un viraje, en ascenso hacia el Este, continuando en 360°.
- No se observaron instrumentos, sistemas, luces u otros ítems de equipamiento inoperativos.
- Finalmente, la aeronave impactó contra el terreno.

- **Síntesis de secuencia de eventos**

1. Indicaciones de (Imagen N° 4):

- Velocímetro 38 nudos.
- Variómetro 1.000 Ft/Min.
- Ascenso, con leve inclinación de la aeronave hacia la izquierda, 22 segundos posterior al despegue.



Imagen N° 4.

2. Indicaciones (Imagen N° 5):

- Velocímetro inferior a 05 nudos.
- Variómetro 1.000 Ft/Min.
- En ascenso, con mayor inclinación de la aeronave hacia la izquierda, 28 segundos posterior al despegue.



Imagen N° 5.

- **Análisis de registro audio visual obtenido de la memoria de la cámara de la cabina por la NTSB.**

El registro audio visual posteriormente fue analizado por investigadores de la NTSB, quienes remitieron un informe (*Specialist's Factual Report*), y establecieron lo siguiente:

- El video comenzó a las 18:43:27 UTC con el helicóptero en tierra durante la secuencia de arranque.
- El helicóptero despegó a las 18:47:29 y poco después ascendió hacia una capa de nubes. La visibilidad se redujo a medida que el helicóptero ascendía.
- Posteriormente, el helicóptero entró en un lento giro a la izquierda que aceleró durante todo el vuelo.
- El helicóptero alcanzó una altitud máxima entre los 780 y los 820 pies aproximadamente a mitad del vuelo, y luego comenzó a descender.
- El helicóptero salió de la capa de nubes aproximadamente a las 18:49:15 en una actitud de morro (nariz) muy bajo y virando hacia la izquierda e impactó contra el terreno poco después.
- El video finalizó a las 18:49:46.

Imágenes del video:

Figure 1. View shortly before the helicopter lifted off at 18:47:28.

Figura N° 1: Vista poco antes de que el helicóptero despegara a las 18:47:28.



Figure 2. View as the helicopter climbed into clouds, at 18:48:07.

Figura N° 2: Vista mientras el helicóptero ascendía hacia las nubes, a las 18:48:07.



Figure 3. View of the instruments as the pitch attitude warning chevrons began to appear at 18:49:09.

Figura N° 3: Vista de los instrumentos cuando empezaron a aparecer los avisos de actitud de cabeceo a las 18:49:09.



Figure 4. View of the instruments as the terrain display resolved from blue to tan at 18:49:11.

Figura N° 4: Vista de los instrumentos cuando la visualización del terreno pasa de azul a café claro a las 18:49:11.



Figure 5. View of the instruments as the terrain display resolved from tan to red at 18:49:12.

Figura N° 5: Vista de los instrumentos cuando la visualización del terreno pasa de color café claro a rojo a las 18:49:12.



Figure 6. View as the helicopter descended out of the clouds, at 18:49:15.

Figura N° 6: Vista mientras el helicóptero descendía de las nubes, a las 18:49:15.

- **Análisis de las imágenes registradas por una cámara de circuito cerrado de televisión ubicada en una casa adyacente al lugar del suceso.**

El propietario de una casa, ubicada adyacente al lugar del accidente, proporcionó imágenes registradas por una cámara de circuito cerrado de televisión, la cual grabó la trayectoria de la aeronave, antes del impacto contra el terreno.

La secuencia de la caída de la aeronave permitió establecer una trayectoria en un ángulo de 50° (Imagen N° 6):



Imagen N° 6: Vista de la inclinación de la aeronave, previo al impacto contra el terreno.

1.18 [Información sobre organización y gestión](#)

El propietario de la aeronave debía operarla de acuerdo con la DAN 92 Volumen III, Regla de Operación para Operaciones No Comerciales-Helicópteros.

El propietario declaró que sería utilizada para uso privado.

1.19 Información adicional

1.19.1 DAN 92, Volumen III, Reglas de Operación para la Aviación No Comercial Helicópteros, Capítulo "C", Operaciones de Vuelo, N° 92.213, "Operaciones en Sitios No Definidos como Aeródromos", Letras (a), (b) y (c), N° (1) y (2):

funciones se vea significativamente reducida por la aminoración de sus facultades debido a causas tales como fatiga, enfermedad, falta de oxígeno.

- (g) El piloto al mando operará el avión conforme a lo establecido en el manual de vuelo.
- (h) Antes de iniciar un vuelo, el piloto al mando, verificará que se encuentre a bordo del helicóptero, la correspondiente certificación de la última inspección efectuada conforme a lo especificado en el Capítulo G de esta norma.

92.211 EQUIPAJE DE MANO

El Piloto al Mando se deberá asegurar de que todo equipaje de mano embarcado en el helicóptero e introducido en la cabina de pasajeros quede bien asegurado.

92.213 OPERACIONES EN SITIOS NO DEFINIDOS COMO AERÓDROMOS.

Las disposiciones de esta sección no aplican a las actividades de instrucción y entrenamiento.

- (a) El despegue y aterrizaje de todo helicóptero se hará en los aeródromos/helipuertos.
Salvo los autorizados por la DGAC y de acuerdo a lo establecido en esta norma, podrán hacerlo en cualquier otro sitio.
- (b) Toda operación en un sitio no definido como aeródromo/helipuerto, se efectuará bajo las reglas VFR diurno.
- (c) Para operar hacia o desde, en o entre sitios no definidos como aeródromos/helipuertos, el operador o piloto al mando deberá considerar lo siguiente:
 - (1) Para operaciones por hasta 30 días, informará de la operación a la DGAC, a través del plan de vuelo.
 - (2) Para operaciones por 31 o más días y hasta 6 meses (180 días), deberá solicitar la correspondiente autorización de la DGAC haciendo uso de la solicitud indicada en el Apéndice 8.
 - (3) El operador o piloto al mando que desee operar por seis o más meses en un mismo sitio no definido como aeródromo, deberá solicitar a la DGAC su habilitación como aeródromo, ya sea de uso público o privado, según corresponda.
 - (4) Estará en conocimiento y dará cumplimiento a los requisitos establecidos en la normativa de Sitios no definidos como Aeródromos.

1.19.2 DAR 11, Reglamento de Servicios de Tránsito Aéreo, Apéndice "D", Clases de Espacio Aéreo ATS en Chile, Servicios Suministrados y Requisitos de Vuelo:

DAR 11

APÉNDICE "D"

CLASES DE ESPACIO AÉREO ATS EN CHILE
SERVICIOS SUMINISTRADOS Y REQUISITOS DE VUELO

Clase	Tipo de Vuelo	Separación proporcionada	Servicios Suministrados	Limitaciones de Velocidad (*)	Requisitos de radiocomunicación	Sujeto a Autorización ATC
E	IFR	IFR de IFR	Servicio de control de tránsito aéreo e información de tránsito sobre vuelos VFR en la medida de lo posible	250 kt IAS por debajo de 3 050 m (10 000 ft) AMSL	Continua en ambos sentidos	SI
	VFR	Ninguna	Información de tránsito en la medida de lo posible	250 kt IAS por debajo de 3 050 m (10 000 ft) AMSL	Continua en ambos sentidos	NO
	IFR	Ninguna	Servicio de Información de Vuelo	250 kt IAS por debajo de FL 100	Continua en ambos sentidos	NO
G	VFR	Ninguna	Servicio de Información de Vuelo	250 kt IAS por debajo de FL 100	Continua en ambos sentidos	NO

1.19.3 DAN 91, Reglas del Aire, Capítulo "A", Definiciones, Reglas Generales, punto 91.157, Mínimas VMC de visibilidad y distancia de las nubes:

91.157 Mínimas VMC de visibilidad y distancia de las nubes

Las mínimas VMC de visibilidad y distancia de las nubes figuran en la Tabla siguiente:

TABLA 3-1

CLASES DE ESPACIO AÉREO	B	C - D - E	G
BAJO FL 200 o FL 250 en FIR Isla de Pascua			
VISIBILIDAD EN VUELO	8 km	8 km	8 km
DISTANCIA DE NUBES	LIBRE	1 500 m horizontal 300 m vertical	1 500 m horizontal 300 m vertical
BAJO FL 100			
VISIBILIDAD EN VUELO	5 km	5 km	5 km
DISTANCIA DE NUBES	LIBRE	1 500 m horizontal 300 m vertical	1 500 m horizontal 300 m vertical
A/O BAJO 600 m (2000 ft AGL)			
			2 000 m de visibilidad para aviones y 500 m para helicópteros libre de nubes y a la vista de tierra o agua

1.19.4 DAN 91, Reglas del Aire, Capítulo "C", Reglas de Vuelo Visual, punto 91.201, Vuelo VFR Diurno, letra (d):

DAN 91

CAPÍTULO "C"

REGLAS DE VUELO VISUAL

91.201 Vuelo VFR diurno

- (a) Se realizará de forma que el piloto al mando de una aeronave vuele en condiciones de visibilidad y distancia de las nubes iguales o superiores a las indicadas en el Capítulo "B", Tabla 3-1, en los espacios aéreos: B, C, D, E y G.
- (b) En un vuelo VFR, el piloto de una aeronave no despegará ni aterrizará en ningún aeródromo controlado que se encuentre dentro de una zona de control, ni entrará en la zona de tránsito de aeródromo o en el circuito de tránsito de aeródromo, si:
- (1) El techo de nubes es inferior a 450 metros (1 500 pies); o
 - (2) La visibilidad en tierra es inferior a 5 kilómetros.
- (c) En vuelo VFR diurno, el piloto de una aeronave, cuando despegue o aterrice en un aeródromo controlado fuera de una zona de control, o ingrese en su zona de tránsito de aeródromo o en el circuito de tránsito de aeródromo, cumplirá los mínimos de visibilidad y el techo de nubes determinado por la autoridad ATS competente. En ningún caso la visibilidad será inferior a 2 000 metros.
- (d) En aeródromos no controlados dentro del espacio aéreo clase "G", los pilotos de aviones y helicópteros no despegarán ni aterrizarán con visibilidad inferior a 2 000 metros y 500 metros respectivamente, debiendo mantener a la vista la tierra o el agua. Los helicópteros que se atengan a este mínimo deberán maniobrar a velocidades que les permita visualizar el tránsito u otro obstáculo de manera de evitar colisiones, a menos que la autoridad ATS competente prescriba visibilidades superiores.
- (d) A menos que la autoridad ATS competente lo autorice, no se realizarán vuelos VFR:
- (1) Por encima del nivel de vuelo 195;
 - (2) Por encima del nivel de vuelo 245 para la Región de Información de Vuelo "Isla de Pascua"; y
 - (3) A velocidades transónicas y supersónicas.
- (f) No se permiten vuelos VFR en espacio aéreo clase "A".
- (g) Excepto cuando sea necesario para el despegue o el aterrizaje, o cuando se tenga permiso de la autoridad aeronáutica, los vuelos VFR no se efectuarán:
- (1) Sobre aglomeraciones de edificios en ciudades, pueblos o lugares habitados, o sobre una reunión de personas al aire libre a una altura menor

1.19.5 DAP 11 00, Procedimientos de los Servicios de Tránsito Aéreo, Capítulo 14, Plan de Vuelo, punto 14.2 Formulario Plan de Vuelo (FPL):

➤ **14.2 FORMULARIO PLAN DE VUELO (FPL):**

14.2.1 El formulario de plan de vuelo OACI será utilizado en todas las dependencias ATS y por los usuarios en general (Imagen N° 7):

FLIGHT PLAN
PLAN DE VUELO

1. MESSAGE TYPE: (FPL)

2. AIRCRAFT IDENTIFICATION: [REDACTED]

3. FLIGHT RULES: **V** (circled in red)

4. TYPE OF FLIGHT: G

5. NUMBER: 1

6. TYPE OF AIRCRAFT: R.6.6

7. DEPARTURE AIRPORT: ZZZZ

8. TIME: 1900

9. CRUISING SPEED: N0100

10. ALTITUDE: VFR (boxed in blue)

11. DESTINATION AIRPORT: ZZZZ

12. TOTAL EST: 0100

13. OTHER INFORMATION: DEP/ZAPALLAR DEST/PIRQUE DOF/220904 RMK/ACTIVA CON SCVR CANCELA CON SCTB ::SC5837155

14. ENDORSEMENT: E/0330

15. PERSONS ON BOARD: P/2

16. EMERGENCY RADIO: R/U V V

17. SURVIVAL EQUIPMENT: S/W B M Y

18. AIRCRAFT COLOR AND MARKINGS: A/GRIS CON NARANJA

Imagen N° 7: Copia del plan de vuelo, en donde se evidenció la regla de vuelo visual (círculo rojo), nivel de crucero (cuadro celeste) y su despegue desde Zapallar hacia Pirque.

En el plan de vuelo presentado por el piloto al mando, se registró que el vuelo se realizaría bajo la regla de vuelo visual (V) y su nivel de vuelo será VFR.

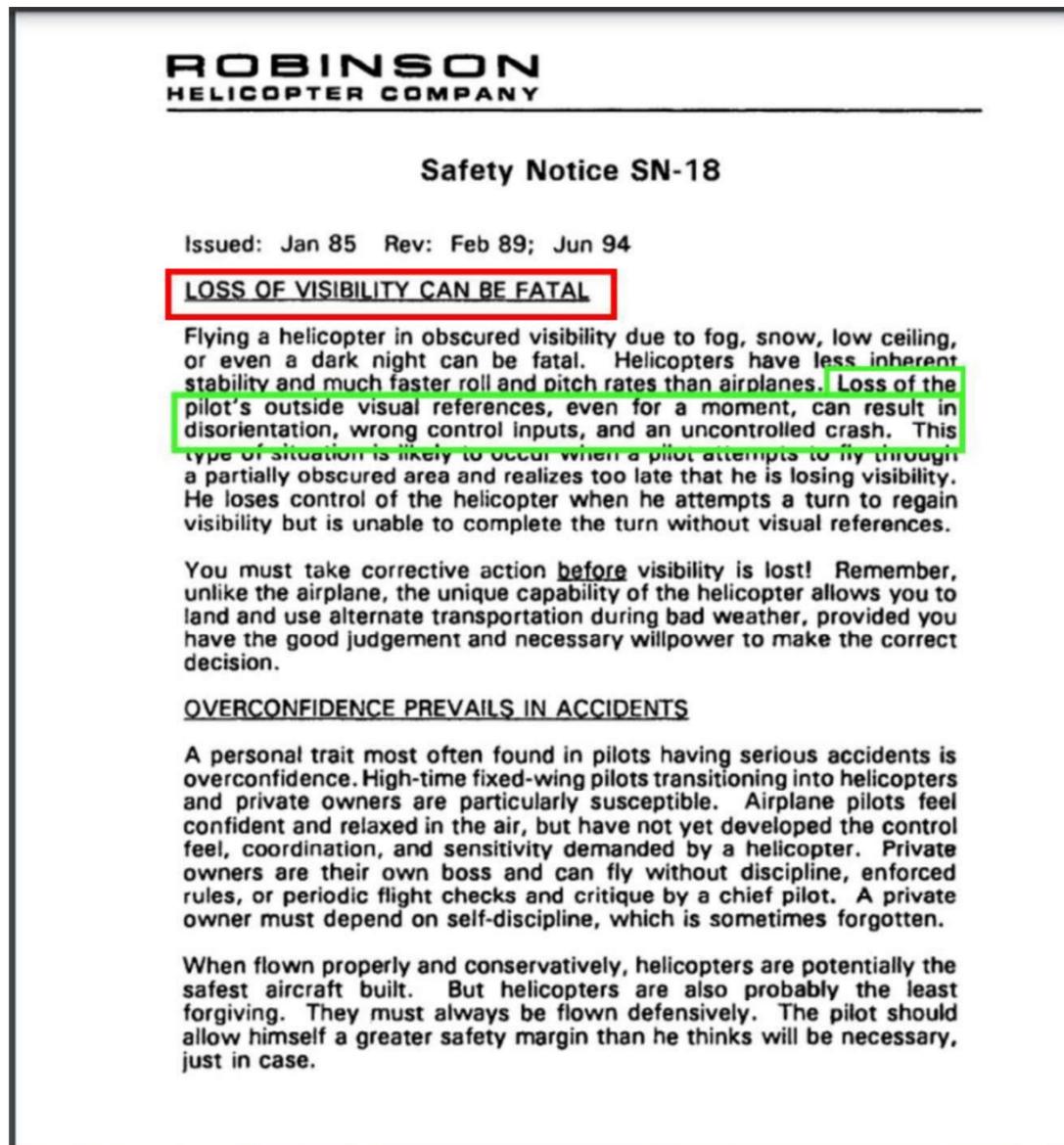
- 1.19.6 POH y Manual de Vuelo, aprobado por la FAA, para el helicóptero Robinson modelo R66, Sección 2, Limitaciones, pagina 2–6 (Traducción de cortesía):

<h1 style="text-align: center;">R66</h1> <h2 style="text-align: center;">PILOT'S OPERATING HANDBOOK</h2> <h3 style="text-align: center;">AND FAA APPROVED ROTORCRAFT FLIGHT MANUAL</h3> <h4 style="text-align: center;">RTR 661</h4> <p style="text-align: center;">THE R66 IS FAA APPROVED IN NORMAL CATEGORY BASED ON 14 CFR PARTS 21 and 27. THIS HANDBOOK INCLUDES THE MATERIAL REQUIRED TO BE FURNISHED TO THE PILOT BY 14 CFR PARTS 21, 27, AND 36 AND MUST BE CARRIED IN THE HELICOPTER AT ALL TIMES.</p> <p>HELICOPTER SERIAL NO. _____ HELICOPTER REGISTRATION NO. _____ SECTIONS 2, 3, 4, 5, AND 9 FAA APPROVED</p> <p>BY: <i>S. James Harkness</i> MANAGER, FLIGHT TEST BRANCH, ANM-160L FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION LOS ANGELES AIRCRAFT CERTIFICATION OFFICE TRANSPORT AIRPLANE DIRECTORATE</p> <p>DATE: <i>October 25, 2010</i></p> <p style="text-align: center;">ROBINSON HELICOPTER COMPANY TORRANCE, CALIFORNIA</p>	<p style="text-align: right;">ROBINSON MODEL R66</p> <p style="text-align: right; border: 1px solid red; padding: 2px;">SECTION 2 LIMITATIONS</p> <p style="border: 1px solid red; padding: 2px;">KINDS OF OPERATION LIMITATIONS</p> <p style="border: 1px solid green; padding: 2px;">VFR day and night operations are approved.</p> <p>VFR operation at night is permitted only when landing, navigation, instrument, and anti-collision lights are operational. Orientation during night flight must be maintained by visual reference to ground objects illuminated solely by lights on the ground or adequate celestial illumination.</p> <p style="text-align: center;"><i>NOTE</i></p> <p style="text-align: center;">There may be additional requirements in countries outside the United States.</p> <p>ENVIRONMENTAL LIMITATIONS</p> <p>Maximum ambient temperature for operation is ISA plus 35°C (ISA plus 63°F), limited to 50°C (122°F).</p> <p>Minimum ambient temperature for operation is -40°C (-40°F) at all altitudes.</p> <p style="text-align: center;"><i>NOTE</i></p> <p style="text-align: center;">See fuel limitations for temperature restrictions.</p> <p>Flight in known icing conditions prohibited.</p> <p>Engine anti-ice must be on for operation in visible moisture in ambient temperatures at or below 4°C (40°F).</p> <p style="text-align: right;">FAA APPROVED: 2 DEC 2015</p> <p style="text-align: right;">2-6</p>
--	--

TIPOS DE LIMITACIONES DE OPERACIÓN:

- Las operaciones VFR diurnas y nocturnas están autorizadas.

- 1.19.7 POH y Manual de Vuelo, aprobado por la FAA, para el helicóptero Robinson modelo R66, Sección 10, Consejos y Avisos de Seguridad, Aviso de Seguridad SN-18, pagina 10-6 (Traducción de cortesía):



LA PÉRDIDA DE VISIBILIDAD PUEDE SER FATAL.

- La pérdida de las referencias visuales externas del piloto, aunque sólo sea por un momento, puede provocar desorientación, maniobras erróneas y un accidente incontrolado.

- 1.19.8 FAA, Advisory Circular AC N° 60-22, Aeronautical Decision Making:

La FAA describió actitudes riesgosas que pueden comprometer la toma de decisiones de un piloto (extractos):

- Anti-autoridad.
- Impulsividad.
- Invulnerabilidad, entre otros.

Comprender cada una de estas actitudes riesgosas puede ayudar a los pilotos de todos los niveles a gestionar el riesgo y tomar decisiones más seguras en los cielos.

1. Anti-autoridad:

Los pilotos con una actitud anti-autoridad tienden a creer que las reglas, regulaciones y procedimientos de seguridad no se aplican a ellos.

Por ejemplo, un piloto anti-autoridad puede descuidar sus listas de verificación o negarse a recibir consejos de instructores o ATC.

2. Impulsividad:

Según la FAA, una actitud de impulsividad se encuentra en los pilotos que “sienten la necesidad de hacer algo, cualquier cosa, de forma inmediata”.

En lugar de tomarse un momento para pensar las cosas o seleccionar la mejor alternativa, un piloto con actitud impulsiva hace lo primero que se le ocurre. Reaccionar demasiado rápido puede llevar a decisiones irracionales, como saltarse una verificación previa o apresurarse para llegar a casa a pesar de las inclemencias del tiempo.

3. Invulnerabilidad:

Muchas personas, no solo los pilotos, caen en el patrón de pensar que los accidentes les suceden a otros, pero nunca a ellos. “A mí no me va a pasar”.

1.19.9 Factores Humanos, Desorientación Espacial y Pérdida de Conciencia Situacional, Informe de FF.HH y Seguridad Operacional, del DPA (extractos):

Según el psicólogo Eduardo Sánchez, cada persona tiene la capacidad de percibir e identificar los peligros a su alrededor, lo que forma parte de su “instinto de conservación”, de su autovaloración y de su adaptación al entorno.

Pero cuando dicha capacidad no es la adecuada surgen los problemas:

- No se detectan los peligros
- Se subestima el riesgo
- Se sobreestima nuestra capacidad de respuesta.
- El exceso de confianza es bastante habitual entre los humanos y suele manifestarse básicamente de dos formas:

Exceso de confianza **en la acción propia**, más cerca de la suficiencia y de la presunción.

Hay que mencionar que el paradigma psicológico conocido como Complacencia se inicia a nivel cognitivo.

- Conlleva un exceso de confianza en uno mismo o en terceros, se mueve a nivel emocional, agravándose el proceso si se acompaña de una discapacidad manifiesta para percibir los riesgos inherentes.
- Lo que directamente podría generar **pérdida de conciencia situacional**, que tiene mucho que ver con la percepción y la autopercepción trabajando también a nivel cognitivo; y ya sabemos que en situación complaciente tenemos el cerebro racional parcialmente bloqueado, al menos temporalmente, pero sobre todo sin ser conscientes de ello.
- Para terminar el proceso con un lógico **deterioro grave de habilidades y/o destrezas** que ya a nivel conductual, provoca que el piloto deje de actuar de modo competente.

La **Desorientación Espacial**, como dice el Doctor en Medicina Juan José Cantón Romero, es la pérdida súbita o inadvertida de la capacidad del piloto para percibir correcta e inequívocamente la posición angular y lineal, de su aeronave, y del movimiento relacionado con el plano de la superficie de la Tierra.

Podemos dividir las causas de desorientación espacial en Errores Sensoriales y Errores de Causa Central.

Podemos distinguir dos formas de desorientación:

- Tipo I. El piloto no aprecia o reconoce estar desorientado. Será la más peligrosa para la seguridad del piloto y de la aeronave, ya que puede basar el control de su aeronave en una percepción errónea.

Información visual externa insuficiente. El piloto se desorientará porque no existen referencias visuales, debido a fenómenos atmosféricos (niebla, nubes, lluvia, etc.), o al vuelo nocturno. Incluso con buena visibilidad si no hay referencias del terreno que lo distinga (vuelo sobre arena, nieve, mar).

Tipo II. El piloto sufre un conflicto entre lo que le dicen sus sentidos y la información que obtiene de los instrumentos del avión.

1.19.10 FAA-H-8083-25A, Manual del Piloto de Conocimientos Aeronáuticos, capítulo 16, “Factores Aeromédicos”, Factores fisiológicos y de salud que afectan al rendimiento de un piloto (Desorientación Espacial e Ilusiones)

La desorientación espacial se refiere específicamente a la falta de orientación con respecto a la posición, actitud, o movimiento del avión en el espacio. El cuerpo utiliza tres sistemas integrados que trabajan juntos para determinar la orientación y el movimiento en el espacio:

- Sistema vestibular: órganos que se encuentran en el oído interno que determina la posición por la forma en que se equilibran.
- Sistema somatosensorial: nervios de la piel, músculos y articulaciones, que, junto con la audición, determinan la posición en base a la gravedad, sensación y sonido.
- Sistema visual: ojos, que detectan la posición sobre la base de lo que ven.

El volar, a veces puede causar que estos sistemas proporcionen información contradictoria al cerebro, lo que puede conducir a la desorientación. **Durante el vuelo en condiciones meteorológicas visuales (VMC), los ojos son la principal fuente de orientación y por lo general prevalecen sobre las falsas sensaciones de otros sistemas sensoriales. Cuando se eliminan estas señales visuales, como en condiciones meteorológicas instrumentales (IMC), las falsas sensaciones pueden producir que un piloto se desoriente rápidamente.**

En condiciones normales de vuelo, cuando hay una referencia visual al horizonte y la tierra, el sistema sensorial del oído interno ayuda a identificar los movimientos de cabeceo, balanceo y guiñada de la aeronave. Cuando se pierde el contacto visual con el horizonte, el sistema vestibular deja de ser confiable. Sin referencias visuales fuera de la aeronave, hay muchas situaciones en las que combinaciones de movimientos y fuerzas normales crean ilusiones convincentes que son difíciles de superar.

La prevención es generalmente el mejor remedio para la desorientación espacial. **A menos que un piloto tenga muchas horas de entrenamiento en vuelo por instrumentos, se debe evitar el vuelo en visibilidad reducida o de noche cuando el horizonte no es visible.**

1.20 Relatos

1.20.1 Relato de testigo que se encontraba en el lugar de despegue

Según lo señalado por la testigo, el piloto al mando llegó el sábado después de las 14:00 de la tarde y llegó al helipuerto de la casa.

Junto a eso, indicó que, las condiciones meteorológicas estaban malas, porque no había visibilidad y no se veía el horizonte en el mar.

A su vez, la testigo, el día del accidente (domingo), presencié el despegue de la aeronave e indicó que las condiciones meteorológicas “*estaban más malas*”, señalando además que, “*nunca las nubes se subieron, todo lo contrario, se iba cerrando mucho más*”.

Con respecto al momento del despegue, según su apreciación “*el horizonte no alcanzaba a verse porque había mucha nube y el cerro en dirección hacia La Ligua (Hacia el Norte del sitio de despegue) estaba tapado de nubes y estaba muy malo*”.

1.20.2 Relato de testigo del suceso que se encontraba próximo a la zona de impacto

Señaló que el domingo, siendo aproximadamente las 15:00 hora local, se encontraba en el interior de su casa, la cual está ubicada aproximadamente a 200 metros al Sureste del lugar del accidente, cuando empezaron a sentir el ruido de un helicóptero, volando arriba de su casa.

Agregó que, cuando ya el ruido del helicóptero se hacía cada vez más fuerte e insostenible, decidió salir a la terraza de su casa, para ver donde estaba el helicóptero y saber qué estaba pasando.

Indicó que, al estar en la terraza de la casa, vio caer la aeronave en picada, a una velocidad muy fuerte y en un ángulo de aproximadamente 70 grados, sobre unas rocas en la línea de costa, cerca de su casa.

1.20.3 Relato de testigo que se encontraba en el área del suceso

Señaló que el domingo, siendo las 14:00 hora local, se encontraba en Papudo, en una casa ubicada a la orilla de una playa, aproximadamente a 6 kms (3 NM) del lugar del accidente.

Señaló que, en relación con la meteorología, había una capa densa de nubosidad baja sobre la costa. La base de la nubosidad se encontraba entre 50 a 80 metros aproximadamente (165 a 264 ft.) de altura, indicando que, había bolsones de neblina en toda la orilla, hacia los cerros y sobre el borde costero.

Agregó que, en el lugar había una bandera que flameaba suavemente en dirección Sur (Viento norte), pero era un viento leve.

Indicó que, a las 16:00 hora local, se dirigió a Zapallar y las condiciones se mantenían, pero en el camino costero, aparecían bolsones de neblina densos, y la base de la nubosidad estaba entre 20 a 50 metros (66 a 165 ft.), con respecto al nivel del mar.

Por otro lado, agregó que, en el camino costero, cerca del cerro de Zapallar y del sector del accidente, había una visibilidad horizontal de no más de 30 a 50 metros, y que el viento tenía una dirección Norte a Sur, con una velocidad muy leve.

1.21 Técnicas de investigaciones útiles o eficaces

No aplica.

2. Análisis

El piloto al mando mantenía vigente su licencia y habilitación requerida para operar la aeronave bajo reglas de vuelo visual (VFR).

El piloto al mando no contaba con habilitación de vuelo por instrumentos (IFR), lo que se asocia a conocimientos y entrenamiento requerido para operar en condiciones IMC.

El operador había cumplido con el proceso de primera certificación de la aeronave, emitiendo la DGAC el correspondiente certificado de aeronavegabilidad estándar con fecha de expiración 18/04/2024, el cual se mantenía dentro de la fecha de vigencia al momento de ocurrido el accidente.

El mantenimiento de la aeronave había sido efectuado por un CMA autorizado por la DGAC y habilitado para el tipo de aeronave, cumpliendo el operador con la normativa vigente, quien además estableció en declaración de mantenimiento que aplicaría el Programa de Mantenimiento establecido por el fabricante de la aeronave y el motor.

El equipo investigador estableció a través de la inspección física realizada en el sitio del suceso que, a bordo de la aeronave, se encontraban los respectivos certificados de aeronavegabilidad y matrícula, no existiendo observaciones.

En relación con la bitácora de vuelo del helicóptero, se mantenían registros de vuelos hasta el folio N° 21 de fecha 17/08/2022, acumulando a esa fecha 22,83 horas de vuelo, no existiendo, registro de discrepancias o novedades que hayan afectado al helicóptero hasta esa fecha.

Junto a esto, el resultado de la inspección de los sistemas y del motor, realizada al helicóptero en el sitio del suceso, por parte del equipo investigador, no evidenció la existencia de fallas que hubieran causado el suceso investigado.

Lo anterior, pudo ser corroborado por los registros descargados de la Unidad de Monitoreo del Motor (EMU) de la aeronave, por parte de un especialista del fabricante del motor Rolls-Royce, en presencia del equipo investigador.

El piloto al mando, para la realización del vuelo, presentó un plan de vuelo en la que registró en el casillero Regla de Vuelo una "V", la que considera Regla de Vuelo Visual. Lo anterior significa que el piloto deberá en todo momento mantener tierra o agua a la vista, por lo que, conforme a los registros de video de la cámara de cabina, esto no fue cumplido.

En cuanto al espacio aéreo ocupado por la aeronave el día del suceso, corresponde según lo señalado el Reglamento DAR 11, Apéndice "D", Clases de Espacio Aéreo ATS en Chile, a una zona de categoría Clase "G", por lo que, no necesitaba autorización ATC para realizar el despegue.

En cuanto al registro de las imágenes de la cámara de cabina de la aeronave, posterior al despegue y conforme a lo señalado en la norma DAN 91, Reglas del Aire, Capítulo "A", Mínimas VMC de visibilidad y distancia de las nubes y en el Capítulo "C", Reglas de Vuelo Visual, Vuelo VFR Diurno, no se cumplió con lo señalado anteriormente, en el sentido que, el piloto no mantuvo tierra o agua a la vista.

En cuanto al POH y Manual de Vuelo para el helicóptero Robinson, modelo R66, en la Sección 2, Limitaciones, Tipos de Limitación de Operación, sólo estaba aprobado el vuelo VFR (diurno y nocturno).

La inspección en el sitio del suceso permitió establecer derrame de combustible sobre el terreno desde el estanque principal y la existencia de combustible en el estanque auxiliar de combustible, que se encontraba en el compartimiento de equipaje. Lo anterior, permitió obtener una muestra de combustible para su análisis en laboratorio, cuyo informe concluyó

que correspondía a Kerosene de aviación, conforme a lo establecido por el fabricante del helicóptero en el Manual de Vuelo y Certificado de Tipo.

Respecto a la ocurrencia del suceso, conforme a los registros obtenidos de la cámara de cabina de la aeronave, se pudo observar que el piloto al mando despegó con rumbo sur, en ascenso, quedando a los 20 segundos posterior al despegue, en una condición meteorológica de vuelo instrumental (IMC), situación que lo llevó a quedar sin referencias visuales del terreno.

En línea con lo anterior, se pudo evidenciar que una vez en la condición IMC, el piloto al mando comenzó con una situación de desorientación espacial, perdiendo la capacidad para percibir correctamente la posición angular y lineal de su aeronave, lo que se evidenció en las imágenes de la cámara de cabina, donde se observó una razón de ascenso de 1.000 pies por minuto, una rápida disminución de velocidad y paralelamente, comenzó con giros en 360° por la izquierda, llegando a completar tres, prácticamente sobre un mismo punto, sin realizar el piloto alguna maniobra para corregir la actitud anormal de la aeronave.

Al mismo tiempo, al encontrarse el piloto en esta condición de desorientación, habría basado el control de su aeronave en una percepción errónea, por no contar con información visual suficiente, al no existir referencias visuales de ningún tipo, debido a que entró rápidamente a una espesa y extensa capa nubosa que le impidió volar en condiciones de referencias visuales externas.

Lo anterior, llevó al piloto al mando a tener una pérdida de control en vuelo, con una caída con una inclinación de nariz hacia abajo lo que finalizó con el impacto de la aeronave contra el terreno, lo que fue evidenciado en el video de una cámara de seguridad de una casa del sector y corroborado con el video de la cámara de cabina de la aeronave.

En relación con la pérdida de conciencia situacional, esta provocó que el piloto dejara de actuar de modo seguro, en la operación y control de la aeronave, conforme a lo que se apreció en las imágenes de la cámara de cabina.

El piloto decidió realizar el vuelo, ingresando en forma voluntaria en condiciones IMC, sin tener las habilitaciones ni entrenamiento necesario para este tipo de vuelo.

En cuanto a los daños en las palas del rotor principal y las palas del rotor de cola, indican que ambos rotores estaban operando en forma normal al momento del accidente, lo que sumado a la dispersión de los restos y al nivel de destrucción de estos, permite confirmar que la aeronave mantenía velocidad y energía al momento del impacto.

Finalmente, en relación con el informe técnico meteorológico para la zona, este señaló que se previó reducción de visibilidad debido a neblina y que, además, en la zona se registraron lloviznas locales, lo que concuerda con el relato de la testigo del despegue y con el relato de un testigo que se encontraba cerca del lugar del accidente. Por lo tanto, las condiciones de visibilidad y nubosidad no eran aptas para realizar un vuelo VFR.

3. Conclusiones

El piloto al mando contaba con su licencia y habilitación monorotor al día. Sin embargo, no contaba con la habilitación de función de vuelo por instrumentos (IFR).

El piloto al mando presentó un plan de vuelo bajo reglas de vuelo visual.

La aeronave no presentó fallas durante la ocurrencia del suceso.

El piloto al mando, posterior al despegue, ingresó en forma voluntaria, en una condición meteorológica de vuelo por instrumentos (IMC).

El piloto al mando tuvo una desorientación espacial y, posteriormente una pérdida de conciencia situacional.

El piloto al mando tuvo una pérdida de control en vuelo, que lo llevó a impactar contra el terreno, con una actitud de nariz hacia abajo.

Las condiciones meteorológicas no eran aptas para el vuelo VFR.

4. Causas/Factores Contribuyentes

4.1 Causa

Pérdida de control en vuelo del helicóptero al ingresar voluntariamente en una condición IMC, lo que produjo la caída de la aeronave, con una actitud de nariz hacia abajo, impactando contra el terreno.

4.2 Factores Contribuyentes

Despegar e ingresar inmediatamente en una condición meteorológica de vuelo por instrumentos (IMC).

El piloto tuvo una desorientación espacial al no tener referencias visuales durante la realización del vuelo.

Pérdida de conciencia situacional, al no corregir la condición de giros permanentes, disminución de velocidad y cambios bruscos de velocidad vertical, durante el ascenso, en una condición de IMC.

5. Recomendaciones sobre seguridad

Remitir a las partes interesadas los resultados de la investigación, para fines de prevención.

Difundir el suceso investigado a través de la página Web y otros medios institucionales, a todos los operadores de aviación general.

Reiterar a los operadores de helicópteros que, si van a efectuar vuelos bajo las reglas de vuelo visual, deben dar cumplimiento a las mínimas VMC de visibilidad y distancia de las nubes y a lo relacionado con las Reglas de Vuelo Visual, Vuelo VFR Diurno.

Promover el desarrollo de talleres de prevención relacionados con Desorientación Espacial y Pérdida de la Conciencia Situacional, entre los operadores de helicópteros, considerando como por ejemplo lo señalado en el POH de la aeronave R66, *Safety Tips and Notices*, *Safety Notice SN-18*, en cuanto a que, la pérdida de las referencias visuales externas del piloto, aunque sólo sea por un momento, puede provocar desorientación, maniobras erróneas y para terminar en un accidente.

Difundir a los operadores de aeronaves de aviación general, la importancia de realizar una adecuada planificación de vuelo, análisis de las condiciones meteorológicas, especialmente de visibilidad y nubosidad, con el objeto de efectuar una toma de decisión segura, para la realización de un vuelo.