



INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN ACCIDENTE DE AVIACIÓN N°2002-22

Accidente de aviación ocurrido a un helicóptero fabricado por Robinson Helicopter Company, modelo R22 BETA, ocurrido el día 21 de octubre de 2022, en el sector “Embalse Huechún”, comuna de Colina, Región Metropolitana.

ANTECEDENTES

LA METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CONSIDERA LAS NORMAS Y MÉTODOS RECOMENDADOS (SARPS) ESTABLECIDOS EN EL ANEXO 13, "INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE AVIACIÓN", AL CONVENIO DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL (OACI), Y LO ESTABLECIDO EN EL "REGLAMENTO DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE AVIACIÓN" (DAR-13), 3RA. EDICIÓN, 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.

CONTENIDO

ANTECEDENTES	1
Lista de abreviaturas y términos	4
Reseña del suceso	1
1. Información Factual	1
1.1 Antecedentes del vuelo	1
1.2 Lesiones de personas	1
1.3 Daños a la aeronave	2
1.4 Otros daños	2
1.5 Información sobre la Tripulación.....	2
1.5.1 Piloto instructor de vuelo.....	2
1.5.2 Experiencia de vuelo	2
1.5.3 Alumno Piloto.....	3
1.6 Información de aeronave	3
1.6.1 Información general	3
1.6.2 Motor	4
1.6.3 Rotor Principal	4
1.6.4 Rotor de Cola.....	4
1.6.5 Estado de mantenimiento de la aeronave.....	4
1.6.6 Combustible	5
1.6.7 Documentación a bordo	5
1.6.8 Carga de la aeronave.....	5
1.7 Información meteorológica	6
1.8 Ayudas para la navegación	6
1.9 Comunicaciones.....	6
1.10 Información del sitio del suceso.....	6
1.11 Registradores de vuelo	7
1.12 Información sobre la aeronave siniestrada y el impacto.....	7
1.13 Información médica y patológica	11
1.14 Incendios	11
1.15 Aspectos de supervivencia.....	11
1.16 Ensayos e investigación	12
1.18 Información Adicional	13
1.19 Relatos.....	20

1.20	Técnicas de investigaciones útiles o eficaces	22
2.	ANÁLISIS	22
3.	CONCLUSIÓN.....	23
4.	CAUSA / FACTORES CONTRIBUYENTES.....	24
5.	RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD.....	24

Lista de abreviaturas y términos

AGL	Altura sobre el terreno
CAVOK	Cloud and visibility OK
CG	Centro de gravedad
CMA	Centro de Mantenimiento Aeronáutico
DGAC	Dirección General de Aeronáutica Civil
DMC	Dirección Meteorológica de Chile
DAR	Reglamento Aeronáutico
GAMET	Información meteorológica de aviación general
HL	Hora local
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
PV	Peso vacío
PMD	Peso máximo de despegue
RPM	Revoluciones por minuto
SARPS	Standards and Recommended Practices
SCCH	Aeródromo General Bernardo O'Higgins
SCNI	Aeródromo Santa Eugenia
TCAS	Sistema de alerta de tránsito y anticollisión
TBO	Tiempo entre overhaul
TSN	Tiempo desde nuevo
TSO	Tiempo desde overhaul
UTC	Tiempo universal coordinado

Reseña del suceso

El suceso de aviación ocurrido con fecha 21 de octubre del 2022, que afectó a un piloto comercial de helicóptero e instructor de vuelo junto a un alumno piloto, en un helicóptero Robinson, modelo R22 BETA. El hecho ocurrió durante la realización de prácticas de emergencias de autorrotación en el sector del Tranque de Huechún, comuna de Colina, Región Metropolitana, durante el cual, terminaron estrellados contra el terreno.

A consecuencia de lo anterior, el piloto instructor y el alumno piloto resultaron ilesos y la aeronave con daños.

1. Información Factual

1.1 Antecedentes del vuelo

El 21 de octubre del 2022, el piloto instructor y un alumno piloto a bordo de un helicóptero Robinson, modelo R22 BETA, despegaron desde el Aeródromo Chicureo (SCHC) y se dirigieron a la zona "F", ubicada a 5 millas náuticas al Oeste del Aeródromo de Peldehue (SCPD), con el objetivo de realizar un vuelo de instrucción.

La finalidad del vuelo de instrucción era continuar el curso de piloto privado de helicóptero, en su etapa N°7, la cual incluía realizar distintas maniobras en un sector del tranque de Huechún, comuna de Colina, Región Metropolitana.

Durante las maniobras de vuelo, se realizó una práctica de emergencia simulada (autorrotación) por parte del alumno piloto y con la supervisión del piloto instructor.

Durante la ejecución de la maniobra, no se mantuvieron los parámetros de vuelo para la realización de la autorrotación, lo que llevó a que la aeronave descendiera e impactara contra el terreno, volcándose sobre su costado izquierdo.

A consecuencia de lo anterior, el piloto instructor y el alumno piloto evacuaron la aeronave por sus propios medios, resultado ambos ilesos y la aeronave con daños.

1.2 Lesiones de personas

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Total	Otros
Mortales				
Graves				
Menores				

Ninguna	2		2	
Total	2		2	

1.3 Daños a la aeronave

La aeronave resultó con daños estructurales en el cono de cola, estabilizadores, tren de aterrizaje, conjunto del rotor principal, eje de transmisión, barra de cambio de paso del rotor de cola y conjunto del rotor de cola.

1.4 Otros daños

No aplica.

1.5 Información sobre la Tripulación

1.5.1 Piloto instructor de vuelo

Edad	56	
Nacionalidad	Chilena	
Tipo de licencia	Piloto comercial de helicóptero	
Habilitaciones	Clase	N/A
	Tipo	R66-R44-R22
	Función	Instructor De Vuelo
Examen médico	Vigente	Si
	Apto	Si
Sucesos anteriores	No registra	

1.5.2 Experiencia de vuelo

Experiencia	Horas de vuelo
Total	2.900
En el material	495.8
El día del suceso	2.5
60 días previos	115.3
90 días previos	123.8
Fuente de información	Bitácora personal

1.5.3 Alumno Piloto

Edad	60	
Nacionalidad	Chilena	
Tipo de licencia	Alumno Piloto (Helicóptero)	
Habilitaciones	Clase	C2
	Tipo	No registra
	Función	No registra
Examen médico	Vigente	Si
	Apto	Si
Sucesos anteriores	No registra	

1.5.4. Experiencia de vuelo

Experiencia	Horas de vuelo
Total	10.8
En el material	10.8
El día del suceso	0.8
60 días previos	10.0
90 días previos	10.0
Fuente de información	Bitácora personal

1.6 Información de aeronave

1.6.1 Información general

Aeronave	Helicóptero	
Fabricante	Robinson Helicopter Company	
Modelo	R22 Beta	
N° Serie	4008	
Año Fabricación	2006	
Horas de Servicio	1.688,6	
Pesos Certificados	PV	400 kilogramos
	PMD	620 kilogramos
Última inspección	De 100 horas / Anual el 02/09/2022	

1.6.2 Motor

Fabricante	LYCOMING
Modelo	O-360-J2A
Número de Serie	L-40325-36A
Última inspección	02/09/2022

1.6.3 Rotor Principal

Fabricante	Robinson Helicopter Company
Número de Serie	5643
Última inspección	02/09/2022

1.6.4 Rotor de Cola

Fabricante	Robinson Helicopter Company
Número de Serie	7591
Última inspección	02/09/2022

1.6.5 Estado de mantenimiento de la aeronave

El operador mantenía la aeronave bajo la DAN 92 Volumen III Regla de operación para operaciones no comerciales de helicópteros, acogiéndose al mantenimiento obligatorio (inspección anual). Para lo anterior, el piloto al mando debería verificar previo al inicio del vuelo que la aeronave haya sido sometida a una inspección anual dentro de los 12 meses calendarios o 100 horas de vuelo, lo que cumpla primero, de acuerdo con la norma y que conste la conformidad de mantenimiento por dicha inspección en la bitácora de vuelo de la aeronave.

El 02/09/2022, a las 1.637,1 horas de servicio de la aeronave, o sea, 51,5 horas previo al suceso investigado, en un CMA aprobado, vigente por la DGAC y habilitado en la marca y modelo de la aeronave, fue terminada la última inspección con requisitos de 100 horas/anual a la aeronave y de 100 horas al motor. Al término de los trabajos, el CMA emitió la respectiva conformidad de mantenimiento, registrando en la bitácora de vuelo que fueron efectuados de forma satisfactoria, y que la aeronave se encontraba aprobada para su retorno al servicio.

El certificado de aeronavegabilidad era estándar y había sido renovado el 02/09/2022 siendo su fecha de expiración el 30/09/2024.

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 producidas posterior a la última inspección.

La revisión de la bitácora de vuelo de la aeronave permitió establecer que no registraba la existencia de discrepancias u observaciones entre la última inspección y la fecha del suceso.

El piloto al mando de la aeronave posterior al suceso registró en bitácora de vuelo la siguiente discrepancia: “*En prácticas de autorrotación, el helicóptero se accidenta*”.

1.6.6 Combustible

La aeronave utilizaba gasolina de aviación de octanaje 100LL y desde la aeronave se obtuvo una muestra de combustible de color azulado, la cual fue inspeccionada a contraluz y no mostró evidencia de contaminantes sólidos ni de agua.

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	Sin observaciones.

1.6.8 Carga de la aeronave

De acuerdo con los antecedentes entregados por el piloto al mando, el peso de la aeronave al momento del suceso habría sido de:

Pesos	PV	386 kg
	Piloto instructor	80 kg
	Alumno piloto	82 kg
	Combustible	34 kg
	Peso al despegue	582 kg
	PMD	622 kg
Centro de gravedad	Límite longitudinal	Delantero: 95.5 Trasero: 102
	CG al momento del suceso	96.3 dentro de los límites

Nota: La aeronave al momento del suceso, estaba dentro de los centros de gravedad correspondientes, conforme a la imagen N°1.

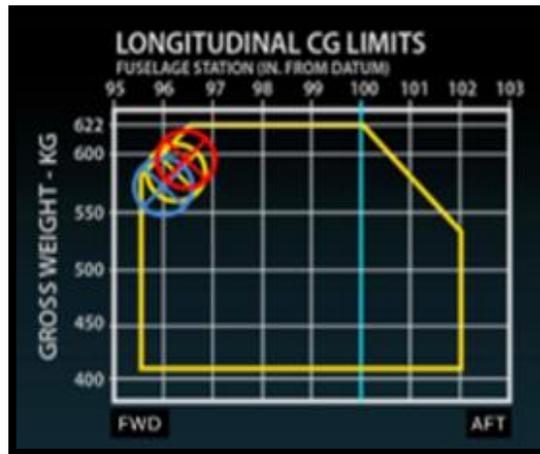


Imagen N°1: Cálculos para determinar el centro de gravedad.

1.7 Información meteorológica

No aplica.

1.8 Ayudas para la navegación

No aplica.

1.9 Comunicaciones

No aplica.

1.10 Información del sitio del suceso

El suceso ocurrió en un sector del tranque de Huechún, comuna de Colina, Región Metropolitana, en las coordenadas 33° 04' 04,67" S / 70° 48' 36.05" O, con una elevación de 572 metros (1876 pies), conforme a las imágenes N°2 y N°3.

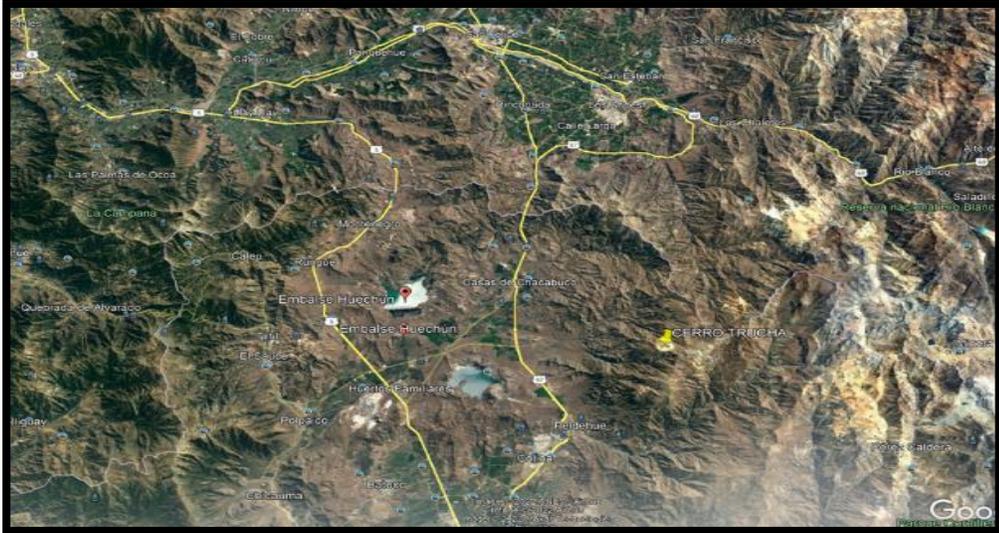


Imagen N°2



Imagen N°3

- 1.11 Registradores de vuelo
No aplica.
- 1.12 Información sobre la aeronave siniestrada y el impacto
Inspección de la aeronave en el lugar del suceso

El helicóptero fue encontrado en un lugar plano sin vegetación y volcado sobre su costado izquierdo, conforme a las fotografías N°1 y N°2.



Fotografía N°1: Vista aérea del sitio del suceso.



Fotografía N°2: Helicóptero volcado sobre su costado izquierdo.

La ferretería del rotor principal se encontró sin observaciones. Todas tenían sus marcas de torque o de fe (torque stripe), de color rojo, sin daños, exceptuando una varilla de cambio de paso que estaba fracturada

El cono de cola se encontró deformado en dirección hacia arriba y fue observada la presencia de dos zonas con fracturas. Una fractura en la zona de unión con el fuselaje y la otra fractura en el tercio posterior, con desprendimiento del cono de cola, de un largo de 1,20 metros, conforme a la fotografía N°3.



Fotografía N°3: Vista posterior del helicóptero.

El cono de cola presentaba daños al ser impactado por una de las palas del rotor principal. El conjunto de rotor de cola estaba desprendido del cono de cola. Una de las palas del rotor de cola estaba deformada y fracturada con pérdida de material en su punta. Fotografía N°4



Fotografía N°4: Conjunto del rotor de cola con daños.

Las dos palas del rotor principal se encontraban deformadas y fracturadas. La dirección de la deformación era hacia arriba y una de ellas hacia adelante.

La parte delantera del tubo deslizante (skid) del lado izquierdo, estaba fracturado y desprendido.

El patín derecho se encontró fracturado y desprendido en su parte delantera, específicamente en la zona de unión con tubo cruzado delantero.

Al interior de la cabina se encontraron los certificados de matrícula y de aeronavegabilidad, la bitácora de vuelo de la aeronave, extintor de incendio y un botiquín de primeros auxilios.

El interruptor del transmisor localizador de emergencia (ELT) se encontró en posición "ARM".

En la cabina no se encontraron elementos sueltos. El panel de instrumentos, sus equipos e instrumentos estaban sin observaciones.

Al ser movidos los controles de vuelo, no se encontró evidencia de obstrucción en sus movimientos.

Los asientos y los arneses de seguridad no evidenciaron fallas.

El parabrisas estaba sin daños, ni rayaduras, lo cual permitía una buena visibilidad para la tripulación de la aeronave.

Debido al volcamiento, se derramó combustible por las ventilaciones de los estanques hacia el terreno, por lo que no se pudo determinar la cantidad exacta de combustible.

Posteriormente, una vez enderezado el helicóptero a su posición horizontal, fue energizado con su propia batería.

Fue establecido que los indicadores de cantidad de combustible mostraron menos de un cuarto en el estanque principal (máximo 73 litros) y un cuarto en el estanque auxiliar (máximo 40 litros), conforme a la fotografía N°5.



Fotografía N°5: Muestra de la cantidad de combustible post suceso.

La inspección al motor no evidenció la existencia de discrepancias o fallas.

La inspección del sistema de transmisión entre el motor y la caja de engranajes principales, no evidenció fallas de continuidad de movimiento asimismo hacia el rotor de cola, aun cuando, se fracturó y desprendió el tercio posterior del cono de cola.

1.13 Información médica y patológica

No aplicable.

1.14 Incendios

No aplicable.

1.15 Aspectos de supervivencia

El piloto instructor y el alumno piloto abandonaron la aeronave por sus medios.

Las puertas de acceso a la cabina operaron sin observaciones.

Los arneses y cinturones de seguridad funcionaron sin observaciones.

Los asientos se mantuvieron en su posición sin fallas estructurales.

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

1.16 Ensayos e investigación

No aplicable.

1.17 Información sobre organización y gestión

La aeronave era de uso privado y estaba siendo utilizada el día del suceso para tareas de instrucción de vuelo, por un instructor independiente (freelance), conforme al DAP-PEL 10 “INSTRUCCIÓN DE VUELO POR INSTRUCTORES INDEPENDIENTES”, aplicable a Instructores de Vuelo independientes (freelance), Alumnos Pilotos, Pilotos Alumnos, propietarios y/o explotadores de las aeronaves que utilicen los procesos de instrucción fuera de una Escuela de Vuelo, Centro de Instrucción de Aeronáutica Civil (CIAC), Centro de Entrenamiento de Aeronáutica Civil (CEAC) para la obtención y renovación de licencias y habilitaciones aeronáuticas.

La instrucción de vuelo que se estaba realizando en esta modalidad, correspondía a la etapa N°7, que era parte del programa de piloto privado de helicóptero, que fue presentado y autorizado por la autoridad aeronáutica.

La etapa 7 (Dual) 2 horas, se desglosa en:

Objetivos: durante esta etapa, el alumno practicará todas las maniobras de las etapas anteriores (se revisaron las calificaciones de las etapas anteriores al suceso, no encontrando observaciones al respecto), además el alumno continuará con la práctica de autorrotaciones y será iniciado en el reconocimiento y técnicas de recuperación de bajas rpm de motor, también se repasarán las maniobras importantes de pre solo.

Normas de conclusión de la etapa: Se considerará cumplida la etapa cuando el alumno, durante la autorrotación directa, demuestre técnicas entradas adecuadas. El alumno deberá mantener la velocidad entre 55 y 75 nudos y RPM del motor en el rango verde. También debe entender los efectos de bajas RPM de motor, su reconocimiento y las técnicas de recuperación adecuada.

NOTA: Conforme a una calificación de vuelo a la vista, con fecha 19 de septiembre 2022, el piloto comercial de helicóptero e instructor, fue estandarizado en procedimientos normales y emergencias, por otro instructor de vuelo.

El último vuelo en el material R22, conforme a su bitácora personal fue realizado con fecha 20 de octubre de 2022.

1.18 Información Adicional

La aeronave utilizada para esta actividad de instrucción era un helicóptero fabricado por Robinson Helicopter Company, Modelo R22 Beta, conforme a la fotografía N°6.



Fotografía N°6: Se observa la aeronave, antes del suceso.

La aeronave involucrada en el suceso dejó un registro de su posición digital, desde su salida del aeródromo hasta las actividades de maniobras en la zona general conforme a las imágenes N°4 y N°5.

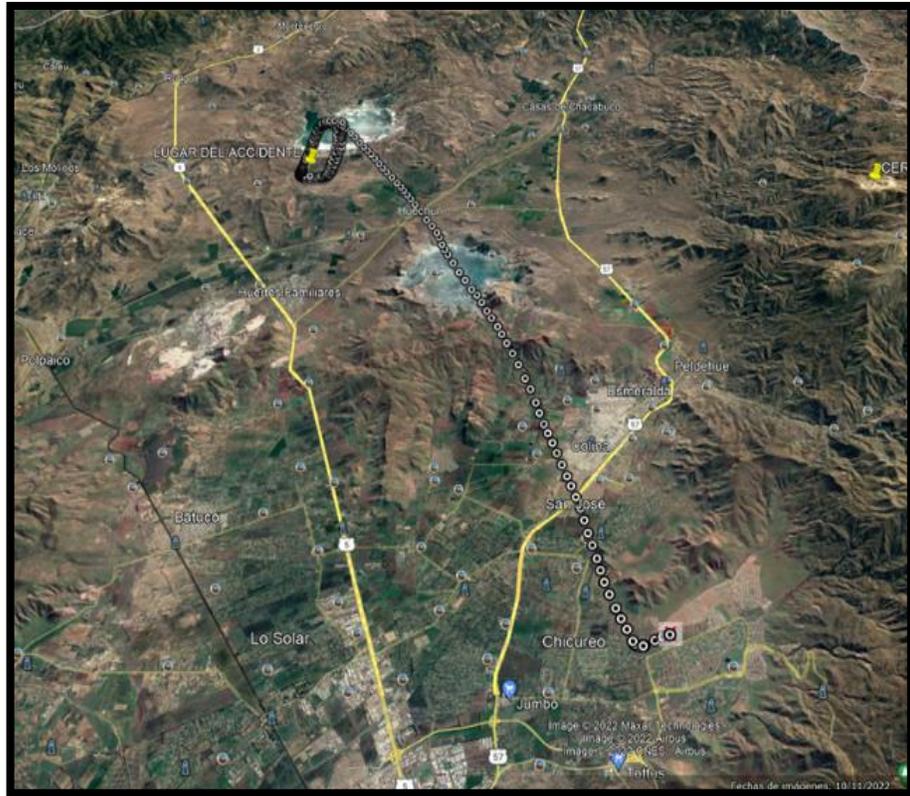


Imagen N°4: Se observa el desplazamiento de la aeronave desde SCHC.

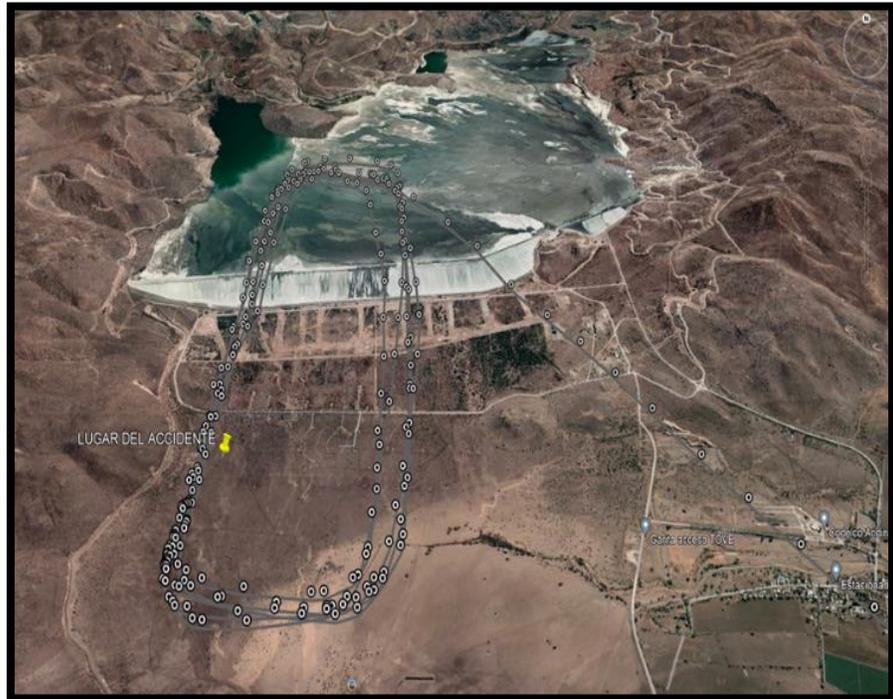


Imagen N°5: Se observan las maniobras de la aeronave.

AIP-CHILE VOLUMEN I VAC 11 AUG 2022 ADMDT NR 55, se señala la zona de instrucción “F”, conforme a la imagen N°6.

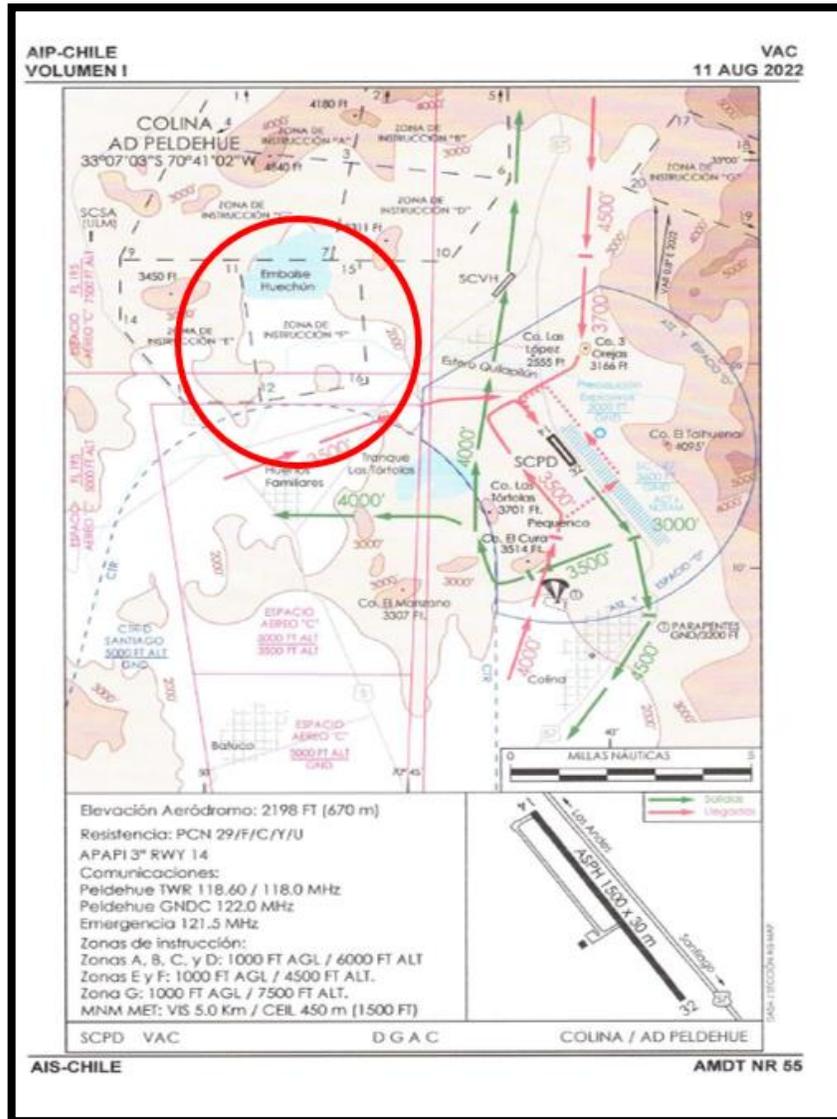


Imagen N°6

MANUAL “HELICOPTER FLYING HANDBOOK”, FAA-H-8083-21B (EDICIÓN 2019).

En un helicóptero, un descenso en autorrotación es una maniobra de apagado, en la que el motor se desconecta del disco del rotor principal y las palas del rotor son impulsadas únicamente por el flujo ascendente de aire a través del rotor (ver diagrama 1). En otras palabras, el motor ya no suministra energía al rotor principal.

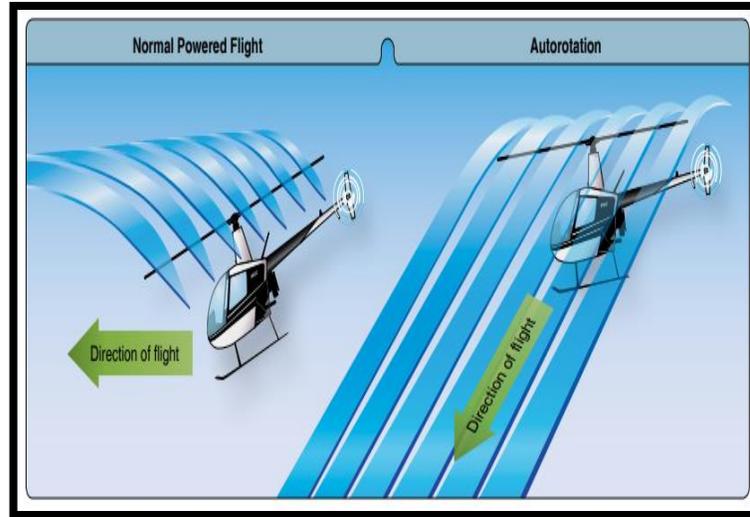


Diagrama 1. Comparación entre un vuelo normal y otro en autorrotación.

Varios factores afectan la velocidad de descenso en autorrotación:

- Ángulo de alabeo
- Altitud de densidad
- Peso bruto
- Rpm del rotor
- Condición de compensación
- Velocidad aerodinámica.

Las principales formas de controlar la velocidad de descenso son con la velocidad aerodinámica y las RPM del rotor. Se obtiene una velocidad aerodinámica mayor o menor con el control de cabeceo cíclico al igual que en un vuelo motorizado normal. En teoría, un piloto puede elegir el ángulo de descenso, que varía desde la vertical recta hasta el rango horizontal máximo (que es el ángulo de descenso mínimo).

La velocidad de descenso es alta a velocidad aerodinámica cero y disminuye a un mínimo aproximadamente entre 50 y 60 nudos, según el helicóptero en particular y los factores que se acaban de mencionar. A medida que la velocidad del aire aumenta más allá de lo que da la tasa mínima de descenso, la tasa de descenso aumenta de nuevo.

Gestión de riesgos durante la capacitación en autorrotación:

- Autrorrotación directa.** Es aquella que se hace desde la altura sin giros. Los vientos tienen un gran efecto en una autorrotación. Los fuertes vientos en contra hacen que el ángulo de planeo sea más pronunciado debido a la menor velocidad respecto al suelo.

Técnica (Cómo practicar) Ver Figura 1 (posición 1). Desde un vuelo nivelado a la velocidad aerodinámica adecuada (crucero o la velocidad aerodinámica recomendada por el fabricante), 500 a 700 pies sobre el nivel del suelo (AGL) y dirigiéndose hacia el viento, baje el colectivo suavemente, pero con firmeza hasta la posición más baja. Utilice el cíclico de popa para evitar una actitud de morro bajo mientras se mantienen las rpm del rotor en el arco verde con el colectivo. Si el colectivo está en la posición completamente hacia abajo, las rpm del rotor están siendo controladas por los toques de paso mecánicos. Durante el mantenimiento, los toques del rotor deben configurarse para permitir un mínimo de rpm de autorrotación con una carga ligera. Esto significa que el colectivo aún podrá reducirse incluso en condiciones de reducción extrema de la carga vertical (p. ej., peso muy bajo del helicóptero, a una altitud de densidad muy baja). Después de entrar en una autorrotación, se debe ajustar el paso colectivo para mantener las rpm del rotor deseadas.



Figura N°1

Práctica de autorrotación con una recuperación de potencia. Se utiliza una recuperación de potencia para terminar las autorrotaciones de práctica en un punto antes del aterrizaje real. Después de la recuperación de potencia, se puede realizar un aterrizaje o iniciar un motor y al aire.

Técnica (Cómo practicar). Aproximadamente a una altura AGL del tren de aterrizaje entre 3 a 15 pies, dependiendo del helicóptero que se utilice, comience a nivelar el helicóptero con control cíclico hacia adelante. Evite una actitud excesiva con el morro alto y la cola baja por

debajo de los 10 pies. Justo antes de lograr una actitud nivelada, con el morro aún ligeramente hacia arriba, coordine el control de paso colectivo hacia arriba con un aumento en el acelerador para unir las agujas a las RPM de funcionamiento. El acelerador y el paso colectivo deben estar coordinados correctamente.

En casi todos los helicópteros, cuando se practican autorrotaciones con recuperación de potencia, el acelerador debe estar en la configuración de vuelo al comienzo del “flare”. A medida que el disco del rotor comienza a disipar su energía, el motor alcanza la velocidad a medida que las agujas se unen cuando el rotor disminuye a las RPM de vuelo normales.

Al practicar autorrotaciones a una recuperación de potencia, las diferencias entre los motores alternativos y las turbinas pueden ser profundas. En el caso de un motor convencional, este en general responde muy rápidamente a los cambios de potencia, especialmente a los aumentos de potencia.

Errores comunes:

1. Iniciar la recuperación demasiado tarde, lo que requiere una aplicación rápida de controles y da como resultado un control excesivo.
2. No obtener y mantener una actitud nivelada cerca de la superficie.
3. No coordinar correctamente el acelerador y el paso colectivo, lo que da como resultado un exceso de velocidad del motor o una pérdida de rpm del rotor.
4. Falta de coordinación del pedal anti-torque adecuado con el aumento de potencia.
5. Conexión tardía de la potencia del motor que provoca una temperatura o un par excesivos, o una caída de las revoluciones por minuto.
6. No dar la vuelta si no está dentro de los límites y criterios especificados para una autorrotación segura.

R22 POH SECTION 3, EMERGENCY PROCEDURES FAA APROVED 21 FEB 2014, PAG 3-4 / 3-5, conforme a la figura N°2.

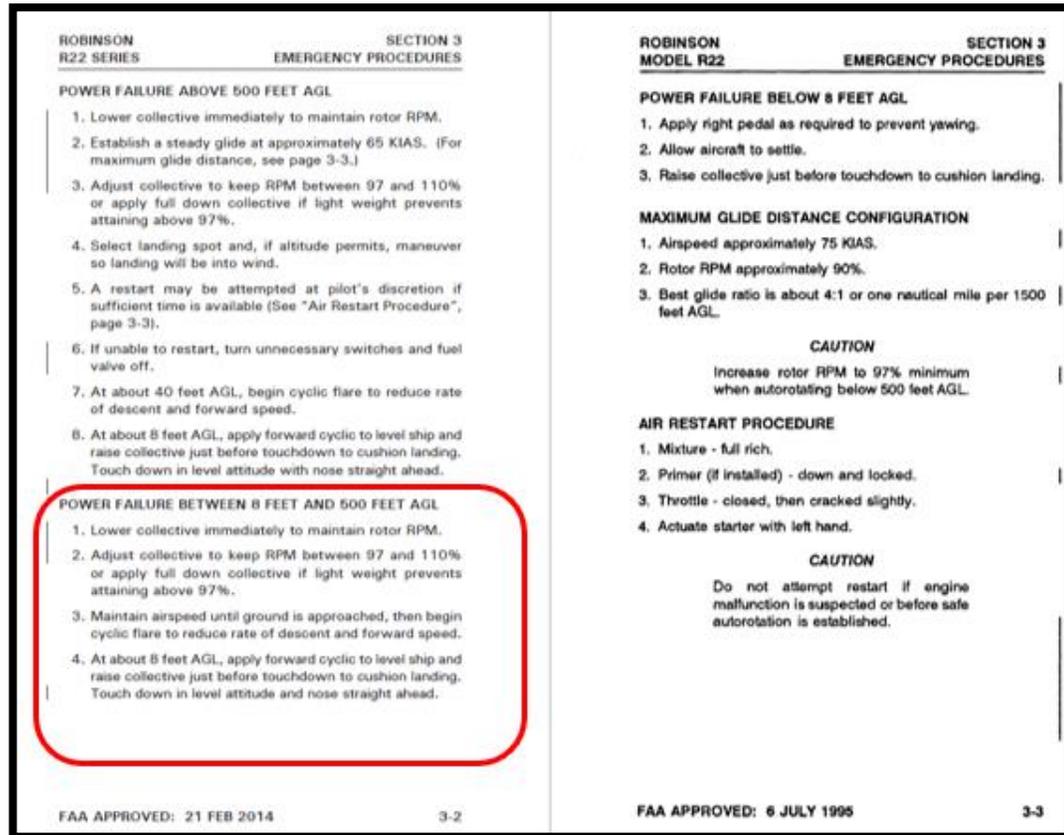


Figura N°2

FALLA DE POTENCIA, ENTRE LOS 8 PIES Y 500 PIES AGL.

1. Bajar inmediatamente el colectivo, para mantener las RPM del rotor
2. Ajuste el colectivo para mantener las RPM entre el 97% y el 110% o aplique el colectivo completo, si el peso del vuelo impide alcanzar más del 97 %.
3. Mantener la velocidad aerodinámica hasta que se acerque al suelo, luego comenzar el enderezamiento cíclico para reducir la velocidad de descenso y la velocidad de avance.
4. Aproximadamente a 8 pies AGL, aplique el cíclico hacia adelante, para nivelar la aeronave y suba el colectivo justo antes del aterrizaje, para amortiguar el aterrizaje. Aterrizar con una actitud nivelada y con el morro derecho hacia adelante.

1.19 Relatos

Piloto Instructor

Según lo relatado por el piloto instructor, el día del suceso se realizó un briefing de los ejercicios que se realizarían, específicamente de las prácticas de emergencias de autorrotación.

Para lo anterior, despegaron desde el Aeródromo Chicureo (SCHC) y se dirigieron a la zona de instrucción "F", ubicada a 5 millas náuticas al Oeste del Aeródromo de Peldehue (SCPD).

Una vez en el lugar, se realizaron 4 autorrotaciones directas, en las cuales se asistió al alumno, las cuales resultaron sin novedad.

Para la ejecución de la última autorrotación directa, el piloto instructor dejó que el alumno piloto mantuviera el control de la maniobra, hasta después del flare, instancia que el helicóptero, ya se encontraba con menor energía y baja velocidad de lo normal, por lo cual, el piloto instructor tomó el control de la aeronave para recuperar la energía y velocidad, lo que no sucedió, terminando con un contacto brusco contra el terreno y producto del desnivel del terreno, la aeronave se volcó hacia el costado izquierdo.

Se realizó una ampliación a lo relatado por el piloto instructor, con las siguientes preguntas:

P: ¿Cuáles son los parámetros que se debe tener para la realización de una autorrotación directa?

R: Vuelo estabilizado, en rumbo hacia el punto determinado, menor potencia posible, 1.000 pies AGL, más menos +/-: 100 a 70 nudos, +/-: 5 nudos.

P: En las cuatro autorrotaciones directas efectuadas, antes del suceso, ¿Qué parámetros llevaba el alumno, antes del flare y después del flare (¿velocidad, RPM, razón de descenso)?

R: Velocidad, lenta entre 45 y 50 nudos, las RPMs cerca del límite superior (siguiendo tarde la aguja de las RPMs) y la tasa de descenso entre 1.500 y 1.800 pies por minuto

P: ¿A qué altura se realizó el flare, en las cuatro maniobras previas de autorrotación, antes del suceso?

R: Se realizó un pre flare a 100 pies AGL y luego un flare a 40 pies (en las 2 primeras le solicitó al alumno piloto, que lo siga con los comandos, ya que su reacción estaba siendo bastante lenta).

P: Cuando señaló que no pudo recuperar la energía del helicóptero, en la maniobra del suceso, posterior al flare realizado por alumno piloto, específicamente ¿A qué parámetros de la aeronave se refiere?

R: Dejé que el alumno piloto buscara parámetros adecuados, dejándolo sin asistencia bajo los 40 pies, tomé el control de la aeronave a 12 pies +/-, como venían con energía en exceso, esperé un par de segundos, marcando más el flare y aplicando potencia, la cual no llegó con la prontitud esperada, poniendo los patines paralelos y hacer contacto con el terreno.

P: Según su calidad de instructor, ¿Qué condiciones cree que llevaron a que el alumno piloto, en una maniobra supervisada por Uds., no ejecutara en forma correcta la maniobra?

R: Por ser la última autorrotación, quinta antes de irse, dejé que el alumno buscara establecer parámetros, hasta muy tarde y por debajo de los 40 pies.

P: Ud., en su calidad de instructor y en cuanto a la supervisión que realizaba, ¿Que acciones cree que debió realizar durante el desarrollo de la maniobra, para haber evitado la ocurrencia del suceso?

R: Debió haber frustrado el ejercicio, antes de los 100 pies, si el alumno no venía estabilizado.

P: Ud., en su calidad de instructor, ¿Cree que el haber frustrado la maniobra de autorrotación, a los 40 pies, hubiese sido una alternativa? Lo anterior, para haber iniciado una nueva maniobra con un mejor control de los parámetros.

R: Eso es absolutamente correcto, así debó haber sido

P: ¿Cómo estaban condiciones meteorológicas de la zona del suceso, para realizar instrucción?

R: CAVOK

Nota: El piloto instructor relató que no tuvieron ningún problema técnico con la aeronave, que fuese un factor contribuyente en el suceso.

Alumno piloto

El alumno piloto relató que estaban efectuando prácticas de autorrotación directas y cuando estaba realizando la autorrotación del suceso, llevando una velocidad indicada de 60 nudos +/- 5 nudos, manteniendo las revoluciones al 100%. En la última parte del ejercicio, el piloto instructor, tomó el mando de la aeronave, tocando tierra y volcándose al costado izquierdo. La visibilidad estaba CAVOK.

1.20 Técnicas de investigaciones útiles o eficaces.

No aplica.

2. ANÁLISIS

El piloto comercial de helicóptero e instructor y el alumno piloto contaban con sus licencias y habilitaciones al día, lo que les permitía operar la aeronave objeto de investigación, sin observaciones.

La revisión de los registros de mantenimiento del motor y de la aeronave no estableció la existencia de requisitos de inspección y/o de reemplazo que hubiera afectado la condición técnica de la aeronave, el día del suceso.

La verificación de la documentación técnica de la aeronave no estableció aspectos relacionados con el estado de mantenimiento y de operación de la aeronave, que hubiesen tenido participación en la causa o como factor contribuyente del suceso.

El piloto comercial de helicóptero e instructor registraba su última estandarización en helicóptero con fecha 19 de septiembre 2022, asimismo, y su último vuelo en el material R22, fue realizado con fecha 20 de octubre de 2022, por lo cual, contaba con experiencia de vuelo reciente.

De acuerdo con los relatos de la tripulación de vuelo, la aeronave no presentó fallas en cuanto a su condición técnica, durante la ocurrencia del suceso. Lo anterior, pudo ser corroborado por las inspecciones realizadas a la aeronave, por parte del equipo investigador.

En cuanto al sector de sobrevuelo del helicóptero, la tripulación realizaba instrucción en un área denominada "F", en la cual, se desarrollan actividades de instrucción y sobrevuelo por parte de aeronaves, conforme a lo publicado en el AIP-CHILE VOLUMEN I VAC 11 AUG 2022 ADMDT NR 55, no habiendo observaciones al respecto.

El alumno piloto de helicóptero, el día del suceso, realizaba su etapa N°7, de su programa de piloto privado de helicóptero, el cual, se encontraba autorizado por la DGAC. Además, se revisaron las calificaciones de las etapas anteriores al suceso, no encontrando observaciones al respecto.

Respecto a la ocurrencia del suceso, se dio durante la realización de una maniobra de emergencia, denominada autorrotación directa, la cual, se encontraba incorporada en la etapa N°7 de un programa de piloto privado de helicópteros.

En cuanto a la maniobra de emergencia de autorrotación y considerando lo señalado en el Manual de Vuelo del helicóptero R22, sección 3, "POWER FAILURE BETWEEN 8 FEET AND

500 FEET AGL”, los pasos a seguir son: “...Ajuste el colectivo para mantener las RPM entre el 97% y el 110%, la cual, se completa entre los 8 pies y 500 pies AGL del suelo, retomando la condición normal de vuelo, sin hacer contacto con el terreno. Al respecto, el piloto instructor dejó que el alumno tratara de mantener estos parámetros, durante el desarrollo de esta maniobra.

Conforme al relato del instructor de vuelo, durante la ejecución de la autorrotación directa por parte del alumno piloto, los parámetros fueron sobrepasados, específicamente lo que dice relación a: *“Velocidad, lenta entre 45 y 50 nudos, las RPMs cerca del límite superior (siguiendo tarde la aguja de las RPMs) y la tasa de descenso entre 1.500 y 1.800 pies por minuto.....”*. Por lo anterior, se puede señalar que el alumno piloto no mantuvo un adecuado control de los parámetros de vuelo, durante la ejecución de la maniobra, ocasionándose un descenso no controlado.

Además, el relato del instructor de vuelo corroboró que la supervisión de los parámetros de vuelo del helicóptero por parte del él fue tardía, lo que llevó a la aeronave finalmente a impactar contra el terreno.

Asimismo, se estableció que el piloto instructor debió haber realizado un procedimiento de frustrada, antes de los 40 pies, al detectar que no se mantenían los parámetros de vuelo para ejecutar la autorrotación y comenzar una nueva práctica de esta maniobra.

A consecuencia del descenso no controlado en la última parte de la práctica de autorrotación del helicóptero, se produjo el impacto de la aeronave contra el terreno, volcándose sobre su costado izquierdo y que finalmente una de las palas del rotor principal impactara y fracturara el cono de cola, resultandos sus ocupantes ilesos.

En cuanto a las condiciones meteorológicas, específicamente a las condiciones de viento y visibilidad, eran aptas para poder realizar la operación.

3. CONCLUSIÓN

El piloto comercial de helicóptero e instructor y el alumno piloto contaban con sus licencias y habilitaciones al día.

La revisión de los registros de mantenimiento del motor y de la aeronave estaban sin observaciones.

La verificación de la documentación técnica de la aeronave estaba sin observaciones.

El piloto comercial de helicóptero e instructor se encontraba recientemente estandarizado en la realización de emergencias.

La aeronave no presentó fallas en cuanto a su condición técnica, durante la ocurrencia del suceso.

La tripulación de vuelo realizaba instrucción en un área autorizada.

El alumno piloto de helicóptero realizaba su etapa N°7, conforme al programa de piloto privado de helicóptero, autorizado por la DGAC.

Durante la ejecución de la maniobra autorrotación directa, el alumno piloto no mantuvo un adecuado control de los parámetros de vuelo.

El instructor de vuelo tuvo una reacción tardía para poder recuperar los parámetros de la maniobra autorrotación directa.

Al no mantener los parámetros de vuelo durante la maniobra, el instructor de vuelo debió haber frustrado la autorrotación directa, antes de los 40 pies y realizar una nueva práctica.

La aeronave tuvo un descenso no controlado en la última parte de la práctica de una autorrotación directa, impactando contra el terreno y volcándose sobre su costado izquierdo.

Las condiciones meteorológicas eran aptas para el vuelo del suceso.

4. CAUSA / FACTORES CONTRIBUYENTES

4.1 CAUSA

Pérdida de control en vuelo durante un turno de instrucción, al realizar una práctica de emergencia de autorrotación directa, impactando el helicóptero contra el terreno, volcándose sobre su costado izquierdo.

4.2 FACTORES CONTRIBUYENTES

El alumno piloto no controló adecuadamente los parámetros durante una práctica de una maniobra de autorrotación directa (Velocidad entre 45 y 50 nudos, las RPMs cerca del límite superior y la tasa de descenso entre 1.500 y 1.800 pies por minuto).

El piloto instructor tuvo una reacción tardía para tratar de recuperar los parámetros, en una práctica de maniobra de autorrotación directa.

El piloto instructor no realizó un procedimiento de frustrada, al llegar a los 40 pies AGL.

5. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD

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

Incorporar las recomendaciones para ser difundidas a la Comunidad Aeronáutica, Clubes Aéreos, operadores, entre otros, a través de la página Web institucional o cualquier otro medio de comunicación efectivo.

El Departamento de Seguridad Operacional deberá difundir los sucesos como el investigado, entre los Instructores de Vuelo independientes (freelance), Alumnos Pilotos, Pilotos Alumnos, propietarios y/o explotadores de este tipo de aeronaves, que se encuentren en proceso de obtención y/o renovación de licencias y habilitaciones aeronáuticas, reiterando la importancia de mantener los parámetros de vuelo durante la realización de prácticas de emergencia.