



DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL
DEPARTAMENTO PREVENCIÓN DE ACCIDENTES

DPA

Departamento
Prevención de
Accidentes

INFORME FINAL ACCIDENTE DE AVIACIÓN Nº 1922JA

Aeronave : Helicóptero Bell 412 EP.

Lugar : Embalse Lliu-Lliu, Comuna de
Limache, Región de Valparaíso

Fecha : 05 de mayo de 2020

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 sobre 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 12 de febrero del 2021.

DESCRIPCIÓN DEL ACCIDENTE

El día 05 de mayo del 2020, a las 14:32 hora local, un piloto comercial de helicópteros, al mando de la aeronave Bell, modelo 412 EP, realizaba trabajos de extinción de incendios en un lugar próximo a la localidad de Limache, Región de Valparaíso.

El piloto al mando iba acompañado por otro piloto comercial de helicópteros, el cual recibiría instrucción de vuelo de extracción de agua a través de un Bambi Bucket. En un momento determinado, el piloto al mando entregó el mando de la aeronave al otro piloto que lo acompañaba, para que extrajera agua desde un tranque, utilizando el Bambi Bucket¹. Durante esta maniobra, el piloto comercial en instrucción impactó el rotor de cola del helicóptero contra la superficie del agua, debiendo el piloto al mando realizar un procedimiento de emergencia, terminando la aeronave volcada a un costado y en el agua.

A consecuencia de lo anterior, los pilotos resultaron ilesos y la aeronave con daños.

1. INFORMACIÓN DE LOS HECHOS

1.1. RESEÑA DEL VUELO

1.1.1. El 05 de mayo del 2020, el piloto comercial de helicóptero e instructor al mando de la aeronave Bell, modelo 412 EP, realizaba trabajo aéreo de extinción de incendio forestal, en un sector distante a 11 kilómetros al Este de la ciudad de Limache.

1.1.2. El piloto al mando iba acompañado por otro piloto comercial de helicóptero, el cual, recibiría instrucción de vuelo, sin embargo, no tenía licencia provisional para recibir instrucción y habilitarse en el material de vuelo Bell, modelo 412.

¹ El sistema de control de incendios Forestales conocido como Bambi Bucket consiste en un completo equipo para almacenaje de agua y descarga de la misma, en una o varias veces y el cual es usado en un helicóptero, además posee un sistema de dosificación de productos sofocantes.

- 1.1.3. De acuerdo a los relatos, el piloto al mando realizó 18 abastecimientos de agua en el embalse Lliu-Lliu, con sus respectivas descargas en el sector del incendio, sin observaciones.
- 1.1.4. Siendo las 14:32 hora local, en el momento que se realizaba el vuelo número 19 de extracción de agua, el piloto a cargo de la operación, entregó el mando de la aeronave al piloto comercial que lo acompañaba, con la finalidad de que maniobrara y operara el Bambi Bucket.
- 1.1.5. Durante esta operación, y al momento de extraer el Bambi Bucket desde el agua, éste quedó atascado, debiendo el piloto comercial desplazar el helicóptero hacia atrás.
- 1.1.6. En este desplazamiento de la aeronave, el rotor de cola del helicóptero impactó el agua, provocándose un giro a la derecha.
- 1.1.7. Inmediatamente, volvió a tomar el mando del helicóptero el piloto a cargo de la operación, realizando un procedimiento de emergencia, volcando la aeronave a la derecha y sobre el agua.
- 1.1.8. A consecuencia de lo anterior, abandonaron la aeronave ambos pilotos, los cuales llegaron a la orilla del embalse por sus propios medios, resultando ilesos y la aeronave semi sumergida en el agua y con daños.

1.2. LESIONES A PERSONAS

LESIONES	TRIPULACIÓN	PASAJEROS	TOTAL
MORTALES	-	-	-
GRAVES	-	-	-
MENORES	-	-	-
NINGUNA	01	01	02
TOTAL	01	01	02

1.3. DAÑOS SUFRIDOS POR LA AERONAVE

A consecuencia del accidente, la aeronave resultó con daños en el fuselaje, tren de aterrizaje, transmisión principal, rotor principal y de cola. Además, todos los sistemas de la aeronave, estuvieron sumergidos en el agua del embalse por 3 días.

Ver anexo "A" Informe Técnico.

1.4. OTROS DAÑOS

No hubo.

1.5. INFORMACIÓN SOBRE LA TRIPULACIÓN**1.5.1. Piloto al mando**

EDAD	52 años.
LICENCIA	Piloto comercial de helicóptero.
HABILITACIONES	TIPO: BELL212/412L – BELL204/205/UH-1 SERIES. CLASE: N/A. FUNCIÓN: INSTRUCTOR DE VUELO.
REGISTRA ACC/INCID.	No.
ANTECEDENTES MÉDICOS	Clase 1, Vigente, apto y sin observaciones.

1.5.2. Otro piloto a bordo

EDAD	44 años.
LICENCIA	Piloto comercial de helicóptero.
HABILITACIONES	TIPO: AS350/350E – CABRI G2. CLASE: N/A. FUNCIÓN: INSTRUCTOR DE VUELO.
REGISTRA ACC/INCID.	No.
ANTECEDENTES MÉDICOS	Clase 1, Vigente, apto y sin observaciones.

NOTA: El piloto no tenía licencia provisional de vuelo para recibir instrucción y habilitarse en el material de vuelo Bell, modelo 412, el día del suceso.

1.5.3. Experiencia de Vuelo del Piloto al Mando

ANTECEDENTES	HORAS DE VUELO
HRS. DE VUELO EN EL MATERIAL	2595:10
HRS. DE VUELO ÚLT. 30 DÍAS PREVIOS	20:90
HRS. DE VUELO ÚLT. 60 DÍAS PREVIOS	32:30
HRS. DE VUELO ÚLT. 90 DÍAS PREVIOS	68:20
HRS. DE VUELO DÍA DEL ACCIDENTE	05:50
HRS. DE VUELO TOTALES	4.015:90

1.5.4. Experiencia de vuelo del otro piloto a bordo

ANTECEDENTES	HORAS DE VUELO
HRS. DE VUELO EN EL MATERIAL	11:50
HRS. DE VUELO ÚLT. 30 DÍAS PREVIOS	11:00
HRS. DE VUELO ÚLT. 60 DÍAS PREVIOS	12:70
HRS. DE VUELO ÚLT. 90 DÍAS PREVIOS	27:70
HRS. DE VUELO DÍA DEL ACCIDENTE	05:50
HRS. DE VUELO TOTALES	3.477:60

1.6. INFORMACIÓN SOBRE LA AERONAVE**1.6.1. Antecedentes de la aeronave**

ANTECEDENTES	HELICÓPTERO
FABRICANTE	Bell Helicopter Textron.
MODELO	412 EP.
HORAS DE VUELO	6.806 hr.
PLAZAS	14
ÚLTIMA INSPECCIÓN	05/04/2020 (25 hr).
AÑO DE FABRICACIÓN	1994
PESOS CERTIFICADOS (P.V.) ²	7.396,80 lb.
PESOS CERTIFICADOS (P.M.D.) ³	11.900,00 lb.

1.6.2. Antecedentes de los motores

FABRICANTE	Pratt & Whitney Canadá.
MODELO	PT6T-3D
NÚMERO DE LAS SERIES	CP-PS140051 / CP-PS140052
TIEMPO DESDE NUEVO (T.S.N.)	2.828,2 hr.
TIEMPO ENTRE OVERHAUL (TBO)	4.000 hr.

² Peso Vacío.³ Peso Máximo de Despegue.

1.6.3. Antecedentes de las palas del rotor principal

FABRICANTE	Bell Helicopter Textron..			
NÚMEROS DE SERIES	A-1759	A-1804	A-1813	A-1817
MODELO	412-015-300-119			
TIEMPO DESDE NUEVO (T.S.N.)	638,4 hr.			
TIEMPO LÍMITE	O/C ⁴			

1.6.4. Antecedentes de las palas del rotor de cola

FABRICANTE	Bell Helicopter Textron.		
MODELO	212-010-750-113		
NÚMERO DE SERIE	A-12306	A-12155	
TIEMPO DESDE NUEVO (T.S.N.)	638,4 hr.		
TIEMPO LÍMITE	5.000 hr.		

1.6.5. Documentación a bordo

DOCUMENTACIÓN	CONDICIÓN
CERTIFICADO MATRÍCULA	Sin observaciones.
CERTIFICADO AERONAVEGABILIDAD	Sin observaciones.
MANUAL DE VUELO DE LA AERONAVE	Sin observaciones.
BITÁCORA DE VUELO	Sin observaciones.

1.7. INSPECCIONES REALIZADAS

El equipo investigador efectuó una inspección de la aeronave en el sitio del suceso, y posteriormente en el lugar donde quedó la aeronave, con apoyo del personal de la empresa explotadora, la cual se detalla de la siguiente manera:

- 1.7.1.** El helicóptero se encontró semi sumergido en el embalse Lliu-Lliu, sobre un fondo fangoso, en las coordenadas: Latitud 33° 05' 51,35" Sur, Longitud 71° 13' 04,28" Oeste, con una elevación de 850 pies (250 metros), conforme a las fotografías N°1, 2 y 3.

⁴ O/C (on condition): Por condición.



Fotografías N°1, 2 y 3: "Posición final del helicóptero".

- 1.7.2. La aeronave se encontró a unos 150 m desde la orilla, volcada sobre su costado derecho, orientada al noroeste y con parte del fuselaje, fuera del agua.
- 1.7.3. El embalse se apreciaba sin corrientes visibles y el agua era turbia.
- 1.7.4. El equipo investigador efectuó una segunda inspección de la aeronave, después que se extrajo del embalse y se trasladó al lugar donde operaba la empresa, conforme a la fotografía N°4 y con apoyo del personal de la empresa explotadora, la cual, se detalla de la siguiente manera:



Fotografía N°4: "Vista exterior del helicóptero, en la empresa explotadora".

- 1.7.5. Al interior de la cabina, los instrumentos de parámetros de motor, RPM, navegación y comunicaciones, estaban visiblemente con agua y barro, conforme a la fotografía N° 5.



Fotografía N°5: "Vista interior de la cabina del helicóptero".

- 1.7.6. Además, los controles de vuelo, cíclico y colectivo, se movían en todos sus recorridos sin observaciones.
- 1.7.7. En el puesto del piloto al mando (derecha), el mando colectivo se encontró en posición abajo y el mando de aceleración, en la posición OFF.
- 1.7.8. Los controles de los pedales estaban sin observaciones.
- 1.7.9. Los disyuntores estaban todos adentro (sin evidencia de corto circuito).
- 1.7.10. El parabrisas derecho estaba en buenas condiciones, permitiendo una visión normal desde el puesto del otro piloto. El parabrisas izquierdo estaba astillado, debido al golpe por una de las palas del rotor principal, conforme a las fotografías N°6 y 7.



Fotografías N°6 y 7: "Parte frontal del helicóptero y el detalle del parabrisas izquierdo".

1.7.11. En el interior del helicóptero, los asientos, cinturones y arnés de seguridad, estaban sin observaciones.

1.7.12. La transmisión principal del helicóptero estaba fracturada en la base de unión al fuselaje, producto de los esfuerzos a los que fue sometida durante la dinámica del suceso y posterior traslado hasta a la empresa explotadora, conforme a las fotografías N° 8, 9 y 10.



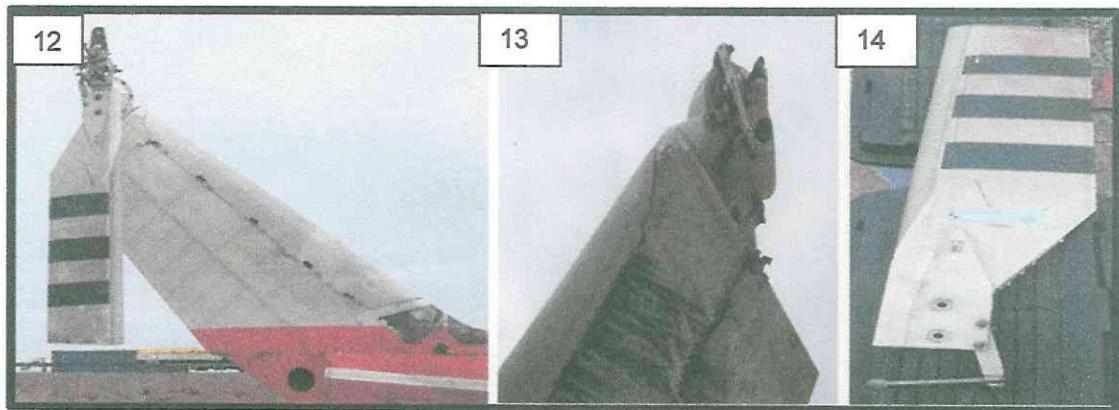
Fotografías N°8, 9 y 10: “Transmisión principal del helicóptero con daños”.

1.7.13. Se observó que el eje de mando al rotor de cola estaba fracturado en el sentido de giro, producto del sobreesfuerzo durante la dinámica del suceso, conforme a la fotografía N°11.



Fotografía N°11: “Corte del eje de mando del rotor de cola”.

1.7.14. Una de las palas del rotor de cola estaba fracturada y desprendida de raíz, producto del golpe de esta, contra la superficie de agua, conforme a las fotografías N°12, 13 y 14.



Fotografías N°12, 13 y 14: “El rotor de cola y sus daños”.

- 1.7.15.** El conjunto del rotor de cola estaba unido al cono de cola, con libertad de movimiento y con sus respectivas varillas de cambio de paso.
- 1.7.16.** El estabilizador vertical estaba unido al cono de cola, pero presentaba deformaciones por golpes durante la dinámica del suceso.
- 1.7.17.** Se observó que las palas N°1 y N°2, del rotor principal estaban con daños y las palas N°3 y N°4 con daños y pérdida de material, al impactar contra el de agua, conforme a la fotografía N°15.



Fotografía N°15: “Las cuatro palas del rotor principal, con diversos daños”.

- 1.7.18.** Se instaló y se extendió el gancho de carga del helicóptero con el “Bambi Bucket”, constatando que tenía un largo de 6 metros y 20 centímetros y que no alcanzaba el sector del rotor de cola, conforme a la fotografía N°16.



Fotografía N°16: "El Bambi Bucket del helicóptero, extendido y enganchado".

- 1.7.19.** No se pudo extraer muestras de combustible desde el helicóptero, por estar contaminada con el agua del embalse, pero sí se verificó que el helicóptero tenía aún combustible en su estanque principal.
- 1.7.20.** No se observó evidencia de filtración de combustible, aceite y/o líquido hidráulico en el fuselaje.

1.8. ESTADO DE MANTENIMIENTO DE LA AERONAVE

- 1.8.1.** El operador efectuaba el mantenimiento en las frecuencias establecidas en el Programa de Mantenimiento aprobado por la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) en un CMA⁵ autorizado, habilitado y vigente en el tipo y modelo de aeronave.
- 1.8.2.** Los Registros de mantenimiento revisados, estaban sin observaciones.
- 1.8.3.** El estado de mantenimiento indicaría que la aeronave se encontraba sin observaciones, al momento del accidente, situación que es concordante con lo inspeccionado y verificado por el equipo investigador y por lo declarado por el piloto al mando.

Ver anexo "A" Informe Técnico.

1.9. Peso y Balance

De acuerdo a los antecedentes entregados por el piloto al mando, el cálculo de peso y balance al momento del suceso, habría sido el siguiente:

Peso vacío	:	7.396,80 libras
Pilotos	:	360,00 libras

⁵ CMA: Centro de mantenimiento aeronáutico.

Carga (Bambi Bucket con agua) : 1.981,00 libras
Combustible : 500,00 libras
Peso total con carga externa : 10.237,80 libras

El peso total de 10.237,80 libras, era inferior al peso máximo de operación con carga externa, que es de 11.900 libras.

El centro de gravedad longitudinal indicó 138,511 in, que estaba dentro de los 130 in y 144 in y el centro de gravedad lateral indicó 0,4 in, que estaba dentro de los -4,5 in y +4,5 in, como lo estipula el manual de vuelo de la aeronave, conforme a imagen N°1.

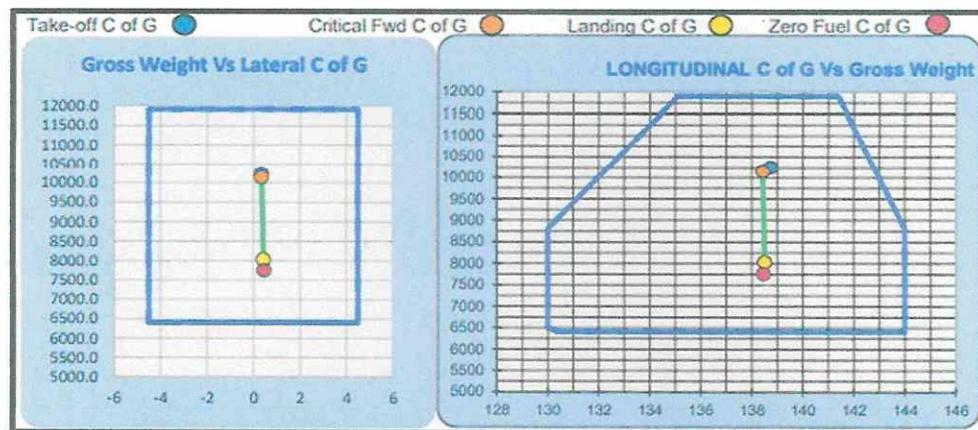


Imagen N°1: "Tablas de Peso y Balance de la aeronave".

1.10. INFORMACIÓN METEOROLÓGICA

El Informe Técnico Operacional N°200/21, de la Dirección Meteorológica de Chile, concluyó lo siguiente:

"El día 05 de mayo de 2020, entre las 14:00 y 15:00 hora local, de acuerdo con lo observado en la imagen satelital, el cielo estaba despejado sobre la zona de interés".

De acuerdo con lo señalado por el piloto al mando y el piloto acompañante, el cielo estaba despejado, la visibilidad era ilimitada y la posición del sol, no afectó la maniobra.

1.11. COMUNICACIONES

No aplicable.

1.12. INFORMACIÓN DEL LUGAR DEL SUCESO

El lugar del accidente corresponde a un embalse de agua llamado Lliu-Lliu y es utilizado para regadío agrícola en la zona.

Las coordenadas del lugar son: Latitud 33°05' 51,35" Sur / Longitud 71°13' 04,28" Oeste, con una elevación de 820 pies (250 metros), ubicado a 11 kilómetros al Sur de la ciudad de Limache, conforme a imagen N°2.

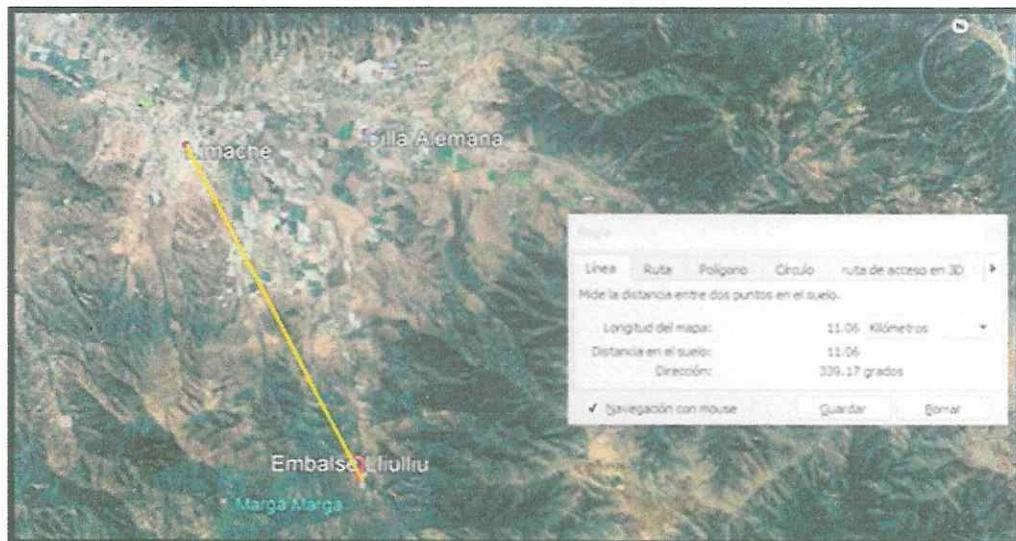


Imagen N°2: "Lugar del suceso".

La condición del embalse estaba a un 30% de su capacidad, con una profundidad promedio de 1 metro, con un fondo en condición fangoso, conforme a fotografía N°17.



Fotografía N°17: "Vista aérea del embalse Lliu-Lliu."

1.13. INCENDIO

No hubo.

1.14. SUPERVIVENCIA

Los pilotos resultaron ilesos, abandonando la aeronave por sus propios medios.

Los elementos de seguridad y protección de la aeronave, no presentaron observaciones.

No hubo activación del ELT⁶.

Posterior al accidente, los pilotos fueron trasladados a un centro asistencial de Limache, donde fueron examinados, no resultando con lesiones.

1.15. INFORMACION ORGÁNICA Y DE DIRECCIÓN**Manual de Operaciones de la Empresa**

- 1.15.1.** En el capítulo N°1, punto 1.3 “Operaciones”, se encontraba registrada y autorizada la aeronave para realizar trabajos aéreos, entre ellos, extinción de incendios.
- 1.15.2.** En el capítulo N°1, punto 1.5 “Personal de Vuelo-Tripulaciones”, el piloto al mando e instructor, se encontraba como dotación de pilotos eventuales extranjeros y se encontraba habilitado en la aeronave asociada al suceso.
- 1.15.3.** En el capítulo N°1, punto 1.5 “Personal de Vuelo-Tripulaciones”, el piloto en vuelo de instrucción, se encontraba como dotación de pilotos permanentes y no se encontraba habilitado en la aeronave asociada al suceso.
- 1.15.4.** En el anexo “C”, correspondiente al programa de inducción, habilitación, instrucción, entrenamiento y mantención de eficiencia a pilotos de la empresa, que fue aprobado por la DGAC con fecha 13 de enero de 2020, no se encontró en forma escrita algo que estipulara que, en un trabajo aéreo de extinción de incendios real, se pudiera realizar actividad de instrucción. Además, no se encontró en el programa antes mencionado, una cartilla de vuelo de familiarización para pilotos de la empresa.
- 1.15.5.** La empresa presentó una “Cartilla de vuelo de familiarización de pilotos de la empresa”, la cual señalaba que:
- “El objetivo de los vuelos de familiarización es que los pilotos de la empresa que no conozcan las aeronaves y/o las actividades de vuelo que realiza la empresa, puedan ver y sentir como se comportan las aeronaves, para así posteriormente poder realizar una operación segura en condiciones normales. Para lo anterior, estos vuelos se realizarán*

⁶ ELT: Transmisor Localizador de Emergencia.

con un Instructor de Vuelo, nombrado por la empresa y autorizado por la DGAC, quien utilizará el puesto del comandante, y el piloto que va a recibir la familiarización, los realizará en el puesto del copiloto, con la finalidad de poder ver como se hacen las diferentes maniobras en las aeronaves y luego realizarlas en forma asistida”.

Además, detalla que el turno L1, en la lección de familiarización, especifica el trabajo con carga Colgante y Bambi Bucket.

- 1.15.6.** Consultado el Departamento de Seguridad Operacional (Subdepartamento Operaciones) de la DGAC, respecto a que, si la empresa puede realizar un vuelo de familiarización o de instrucción de incendios, en un vuelo real de extinción de incendios la respuesta fue: "No está permitida la familiarización de una aeronave, en un vuelo real de extinción de incendios. Lo que sí está contemplado dentro del proceso de obtención de experiencia, es que el piloto vuele 10 misiones reales acompañado de un piloto con experiencia en extinción de incendios, luego de haber completado su proceso de instrucción”.

1.16. INFORMACION ADICIONAL

Manual de Vuelo del Helicóptero Bell 407

1.16.1. Sección 3 “Emergency and Malfunction Procedures”

Capítulo “Emergency Procedures”, Página N°3-15, con respecto a “TAIL ROTOR FAILURES”, expone según traducción de cortesía, conforme a la imagen N°2:

PÉRDIDA COMPLETA DEL ROTOR DE COLA EMPUJE.

INDICACIONES:

“Esta es una situación que implica una ruptura en el sistema de accionamiento, como un corte eje de transmisión, en el que el rotor de cola se detiene (deja de girar) y no entrega empuje. En este tipo en vuelo propulsado, resultará en el morro del helicóptero que se balancea hacia la derecha (deslizamiento del lado izquierdo). La actitud de nariz hacia abajo también puede estar. La severidad de la reacción inicial, se verá afectada por la velocidad del aire, altitud de densidad, centro de peso bruto de la gravedad y el poder que se utiliza”.

PROCEDIMIENTO:

“Cerrar aceleradores y bajar el paso colectivo inmediatamente. Establecer una velocidad de planeo ligeramente por encima de la autorrotación normal velocidad de aproximación, si se requiere un giro para alcanzar un lugar deseable para aterrizar o para alinearse en el

viento, hágalo a la derecha si es posible. Al girar a la derecha puede ser más cercano optimizado por el uso de un poco de energía”.

1.16.2. Informe de la empresa que extrajo el helicóptero desde el embalse de Lliu-Lliu, involucrado en el suceso investigado:

“Se detecta que elemento conocido como Bambi Bucket está hecho firme a la parte inferior del helicóptero. El mecanismo de sujeción está íntegro. Al intentar retirar el sistema de captura agua, se detecta que está trabado en el fondo. Personal logra zafarlo indicando que estaba lleno de fango y cercano a algunos elementos que se presumen ser ramas descompuestas u otras obstrucciones indefinibles. El equipo es entregado a personal (Empresa) AOG”.

“La aeronave reposa sobre un fondo duro y estable, siendo significativo el sobre piso de fango el cual alcanza entre 600 a 800 mm de altura”.

1.16.3. Se realizó una recreación fotográfica, de cómo fue desplazado hacia atrás el helicóptero, hasta haber tocado el rotor de cola, en contra del agua, quedando finalmente la aeronave semi sumergida y con daños, conforme a la imagen N°3.

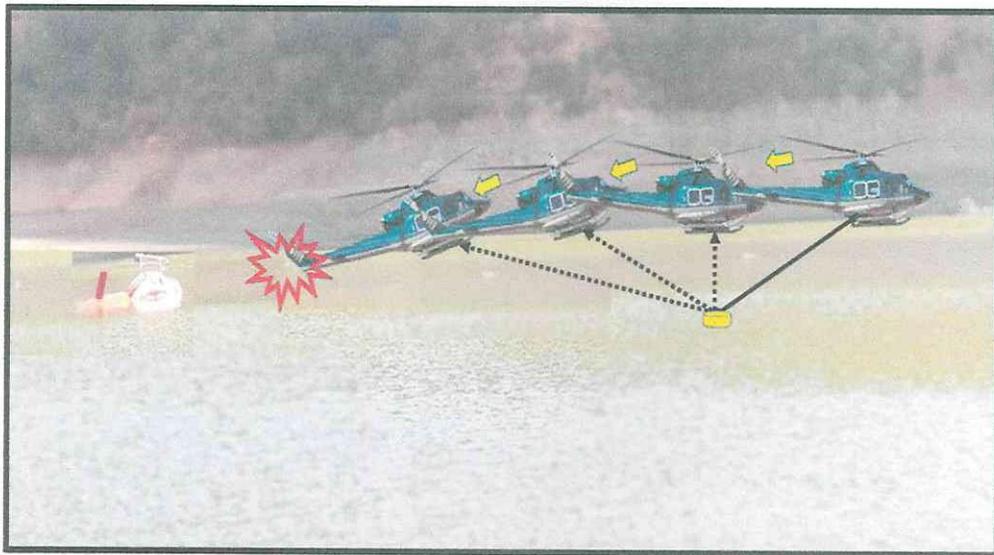


Imagen N°3: “Secuencia del desplazamiento hacia atrás, del helicóptero”.

1.17. RELATO

1.17.1. Del Piloto al mando

El piloto al mando relató que el día del suceso estaba realizando trabajos de extinción de incendios en el sector de Colliguay, para lo cual, extraía agua desde el embalse de Lliu-

Lliu. Luego y para la última operación (19) de carguío de agua utilizando el Bambi Bucket de la aeronave, autorizó al otro piloto que lo acompañaba (para familiarizarse con la operación de incendios), que tomara los mandos del helicóptero y en una maniobra hacia atrás, con la intención de centrar el Bambi Bucket cargado de agua con el helicóptero, tocó con el rotor de cola el agua. El helicóptero inmediatamente comenzó a girar hacia la derecha, volviendo a tomar los mandos del helicóptero y realizando el procedimiento de emergencia de pérdida completa de rotor de cola, procediendo a volcarlo a un costado, para entrar sin potencia en el agua.

Posterior al accidente, abandonaron la aeronave y llegaron a la orilla por sus propios medios.

1.17.2. Piloto comercial acompañante

El piloto relató que estuvo sentado en todo momento en el puesto del copiloto y observó como el piloto al mando realizó las 18 extracciones de agua desde el embalse de Lliu-Lliu, con los posteriores lanzamientos de agua en el sector de Colliguay. Además, relató que estaba realizando un vuelo de familiarización en el trabajo con la operación de combate de incendios y de la aeronave, solicitándole al piloto al mando, poder extraer el Bambi Bucket con agua desde el embalse, siendo autorizado a realizar la última extracción de agua.

Cuando estaba en la maniobra de estacionario sobre el embalse y al tratar de sacar el Bambi Bucket desde el agua, se percató que había quedado atrás, para lo cual, trató de centrar el helicóptero, llevándolo hacia atrás. Es en este momento, que el rotor de cola impactó contra el agua y el helicóptero realizó un giro hacia la derecha.

A consecuencia de lo anterior, el piloto al mando de la operación recuperó los controles del helicóptero y realizó el procedimiento de emergencia, volcándolo a la derecha.

Posterior al accidente, abandonaron la aeronave y salieron por sus propios medios hasta la orilla.

Las condiciones meteorológicas eran visibilidad ilimitada y el cielo despejado.

La posición del sol no le afectó a la maniobra.

2. ANÁLISIS

- 2.1. Al verificar la licencia y habilitaciones del piloto al mando, permitió establecer que contaba con los requisitos exigidos reglamentariamente para operar la aeronave en el suceso investigado. No obstante, si bien el piloto al mando de helicóptero mantenía la habilitación

- de función como instructor de vuelo, éste no verificó que el otro piloto tuviera una licencia provisional de vuelo para recibir instrucción.
- 2.2. En cuanto al piloto comercial de helicóptero que se encontraba a bordo de la aeronave y recibía instrucción, se puede señalar que, si bien tenía licencia vigente, éste no tenía licencia provisional de vuelo para recibir instrucción y no tenía habilitación de tipo en el material de vuelo Bell 412. Por lo anterior, no podía recibir instrucción ni estar a bordo de la aeronave accidentada.
 - 2.3. Respecto a los pilotos involucrados, la aeronave accidentada y el trabajo aéreo de extinción de incendio, todos se encontraban incorporados en el Manual de Operaciones de la empresa operadora.
 - 2.4. El operador demostró que cumplía con el Programa de Mantenimiento aprobado por la DGAC y con las inspecciones mandatorias aplicables al motor y aeronave, no contribuyendo estas condiciones al suceso investigado.
 - 2.5. Las inspecciones realizadas a los sistemas de los controles de vuelo del helicóptero, entre ellas, al mando colectivo, mando cíclico y los pedales, no detectaron observaciones en su funcionamiento. Por lo anterior, estos sistemas no contribuyeron ni causaron el suceso.
 - 2.6. Respecto a las inspecciones realizadas en el rotor de cola del helicóptero, se observó la fractura y desprendimiento de una de sus palas al impactar contra la superficie del agua, hecho que además, ocasionó la fractura del eje de mando del rotor de cola por sobreesfuerzo. Todo lo anterior, provocó una pérdida del control direccional de la aeronave, que se evidenció con el giro a la derecha realizado por el helicóptero y que fue relatado por los pilotos.
 - 2.7. Según el informe realizado por la empresa a cargo de retirar el helicóptero desde el agua, señaló que al sacar el Bambi Bucket, éste mantenía en su interior fango. Esta condición, sumado al peso del agua, habría contribuido a que se atascara en el fondo poco profundo del embalse, al tratar de ser extraído.
 - 2.8. Finalmente, el piloto acompañante que realizaba el vuelo, al atascarse el Bambi Bucket, desplazó el helicóptero hacia atrás, disminuyendo la distancia de separación entre la cola del helicóptero, con la superficie e impactando las palas del rotor de cola con el agua, rompiéndose una de sus palas y fracturándose el su eje de mando, iniciándose la pérdida de control direccional de la aeronave.
 - 2.9. En cuanto al procedimiento de emergencia realizado por el piloto al mando a cargo de la operación, se puede señalar que se ajustó a lo establecido en el manual de vuelo, en

cuanto a una pérdida completa del rotor de cola, volcando el helicóptero hacia la derecha, logrando detener el giro de las palas del rotor principal.

- 2.10. Respecto a los daños estructurales encontrados en la aeronave, son concordantes con los impactos de las palas del rotor de cola y de las del rotor principal contra el agua.
- 2.11. Las condiciones meteorológicas, conforme al informe de la Dirección Meteorológica de Chile y lo relatado por los pilotos del helicóptero, no fueron factores contribuyentes ni causales al suceso investigado.

3. CONCLUSIONES

- 3.1. El piloto al mando tenía su licencia vigente y estaba habilitado para volar la aeronave en el vuelo del accidente.
- 3.2. El piloto que recibía instrucción, no debió estar a bordo de la aeronave, ya que no mantenía una licencia provisional para recibir instrucción y no tenía habilitación de tipo en el material de vuelo involucrado.
- 3.3. El operador cumplía con el programa de mantenimiento establecido para el tipo de aeronave.
- 3.4. La condición mecánica de la aeronave no contribuyó ni causó el suceso investigado.
- 3.5. La pérdida de control del helicóptero, se debió al impacto del rotor de cola contra el agua, lo que provocó la fractura y desprendimiento de una de sus palas y la fractura del eje de mando.
- 3.6. El Bambi Bucket al ser extraído para su inspección, se encontró con fango en su interior, lo que habría provocado que se atascara, debido a la poca profundidad del embalse.
- 3.7. Debido al posible atascamiento del Bambi Bucket, el piloto que recibía instrucción, desplazó el helicóptero hacia atrás, disminuyendo la distancia de separación con el agua, haciendo contacto el rotor de cola contra el agua.
- 3.8. El procedimiento de emergencia realizado por el piloto al mando, al volver a tomar los controles del helicóptero, se ajustó a lo señalado en el Manual de Vuelo.
- 3.9. Los daños encontrados en la aeronave, son evidencias que concuerdan con la dinámica del suceso.
- 3.10. Las condiciones meteorológicas no fueron causantes ni contribuyentes al suceso.

4. CAUSA

Pérdida de control direccional del helicóptero, al impactar el rotor de cola contra el agua, debiendo el piloto al mando volcar la aeronave en el agua.

5. FACTORES CONTRIBUYENTES

- 5.1. Poca profundidad de agua del embalse, lo que permitió que ingresara fango al interior del Bambi Bucket, atascándolo.
- 5.2. No mantener una distancia de separación entre el helicóptero y el agua, al momento de desplazar la aeronave hacia atrás.
- 5.3. Realizar una maniobra, por parte del piloto comercial acompañante, sin tener las competencias requeridas para este tipo de operación.

6. RECOMENDACIONES

- 6.1. Informar acerca de los resultados de la investigación a las partes involucradas, para fines de prevención.
- 6.2. Difundir el suceso investigado a través de los medios de comunicación de la Dirección General de Aeronáutica Civil, para fines de prevención, además de talleres de seguridad operacional, que hagan hincapié en que:
 - a) Las empresas aéreas que realizan trabajos aéreos de extinción de incendios, no deben realizar actividades de instrucción en incendios reales, sin haber completado sus procesos de instrucción.
 - b) Las empresas operadoras que realicen trabajos aéreos de extinción de incendio y dadas las condiciones de sequía en el país, deberán ver la factibilidad de realizar una evaluación de riesgo a los lugares de extracción de agua, con el fin de permitir la operación segura de sus aeronaves.
 - c) Los pilotos que vayan a recibir instrucción de vuelo, previamente deberán obtener la licencia provisional que les permita realizar dicha operación, lo cual, debe ser verificado por los instructores de vuelo.

La empresa aérea deberá regularizar el uso de la cartilla de vuelo de familiarización para pilotos, incorporándola al Manual de Operaciones.
- 6.3. El Departamento Seguridad Operacional deberá disponer:
 - a) Que, se deje constancia del suceso en las hojas de vida de los pilotos comerciales de helicóptero.
 - b) Que, se deje constancia en la carpeta de la aeronave Bell, modelo 412 EP.

- 6.4. El Departamento Prevención de Accidentes deberá remitir a las partes interesadas los resultados de la investigación, para fines de prevención.



ÁNGEL LEMUS HERNANDEZ
INVESTIGADOR TÉCNICO



JULIÁN ALONSO CLARO
INVESTIGADOR ENCARGADO

ANEXO

Anexo "A", Informe Técnico.

DISTRIBUCIÓN

EJ. N° 1.- DGAC., DPA, Expediente 1922JA.

ANEXO "A"

INFORME TÉCNICO

INFORME TÉCNICO

1. ANTECEDENTES GENERALES DEL SUCESO, N° 1922JA

LUGAR, FECHA Y HORA LOCAL	: Embalse Lliu-Lliu, comuna de Limache, Región de Valparaíso, el 05 de mayo de 2020, a las 14:32 hora local.
TIPO DE AERONAVE	Helicóptero fabricado por Bell Helicopter Textron, modelo 412 EP, biturbina, cuadripala y tren de aterrizaje tipo skid.
TIPO DE SUCESO	: Accidente de aviación.
SÍNTESIS DEL SUCESO	: Mientras, la aeronave realizaba extracción de agua a través del Bambi Bucket desde el embalse Lliu-Lliu, golpeó el rotor de cola del helicóptero contra la superficie del agua, terminando volcada en el interior del embalse.
CONSECUENCIAS	: Los pilotos resultaron ilesos y la aeronave con daños.

2. PROPÓSITO Y ALCANCE

- 2.1. Establecer las causas técnicas que hubiesen provocado o contribuido al suceso de aviación investigado.
- 2.2. Proponer recomendaciones de orden técnico, para evitar su repetición.

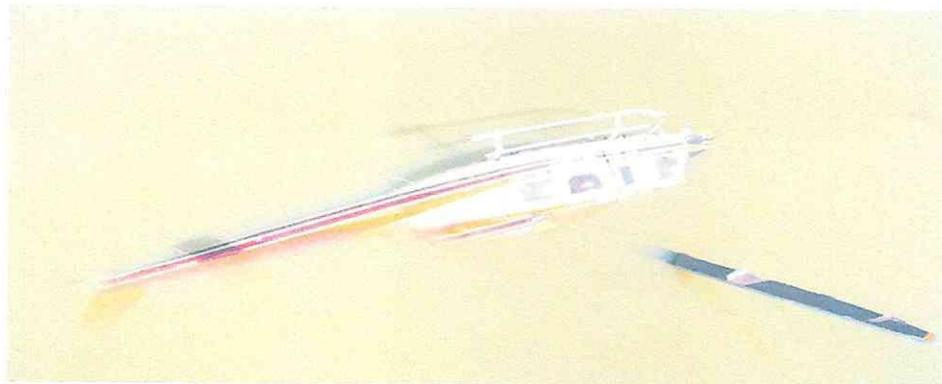
3. DAÑOS DE LA AERONAVE

- 3.1. Fuselaje: Recubrimientos y estructura con múltiples deformaciones y rasgaduras. Parabrisas quebrados. Cabina de mando, deformada. Cono de cola, deformado. Estabilizadores horizontales, con deformaciones.
- 3.2. Tren de aterrizaje: Deformaciones en las uniones de los tubos cruzados al fuselaje.
- 3.3. Transmisión principal: Fracturas en la base de unión al fuselaje.
- 3.4. Rotor de cola: con una de sus palas, fracturada y desprendida.
- 3.5. Rotor Principal: Dos de sus palas, con fracturas, delaminación y pérdida de material. Las varillas de cambio de paso presentaban fracturas y deformaciones. El mástil, con marcas dejadas por golpes de los topes estáticos del cubo del rotor.
- 3.6. Evidencia de incendio: No hubo.
- 3.7. Evidencias de impacto antes del contacto con el terreno: No hubo.

4. INSPECCIONES, PERITAJES Y/O PRUEBAS FUNCIONALES

4.1. Inspecciones:

- 4.1.1. La aeronave fue encontrada dentro del embalse Lliu-Lliu, en un área fangosa, volcada hacia su costado derecho. La poca profundidad del agua en el área de volcamiento permitió observar el costado izquierdo del helicóptero y una de las palas del rotor principal (ver fotografía N°1).
- 4.1.2. El equipo investigador, realizó una fijación fotográfica de la aeronave en el sitio del suceso.



Fotografía N°1: Vista de la aeronave dentro del embalse.

- 4.1.3. Posterior a cuando se extrajo del embalse la aeronave y se trasladó al lugar donde operaba la empresa, el equipo investigador efectuó una inspección a la aeronave con apoyo del personal de la empresa operadora y su personal técnico, conforme al siguiente detalle:
- 4.1.3.1. El interior de la aeronave estaba visiblemente contaminado con agua y barro.
 - 4.1.3.2. Los instrumentos estaban con las marcas de rango de operación de acuerdo a lo estipulado en el Manual de Vuelo de la aeronave.
 - 4.1.3.3. El kit de primeros auxilios, en condición servible.
 - 4.1.3.4. El extintor de incendios, en condición servible.
 - 4.1.3.5. Los asientos y cinturones, en buenas condiciones.
 - 4.1.3.6. La cartilla de corrección de compás magnético, vigente.
 - 4.1.3.7. Los controles de vuelo, cíclico y colectivo, se movían en todos sus recorridos sin observaciones.
 - 4.1.3.8. En el puesto del piloto al mando, el bastón colectivo se encontró en posición abajo y el acelerador, en la posición OFF.
 - 4.1.3.9. El panel de disyuntores no presentaba observaciones.
 - 4.1.3.10. Los pedales operaban libremente hasta el rotor de cola.
 - 4.1.4. Exteriormente, el parabrisas derecho estaba en buenas condiciones, permitiendo la visión normal. El parabrisas izquierdo estaba astillado, con evidencia de haber sido golpeado por una de las palas del rotor principal.
 - 4.1.5. Se observó que dos palas del rotor principal presentaban rayaduras superficiales y las otras dos con delaminación y pérdida de material, evidenciando el impacto contra la superficie del agua durante la dinámica del suceso (Ver fotografía N°2).



Fotografía N°2: Vista de las cuatro palas del rotor principal.

- 4.1.6. Se verificó que la transmisión estaba fracturada en la base de unión a los puntos de anclaje al fuselaje, evidenciando fracturas instantáneas, atribuibles al impacto contra el agua.
- 4.1.7. El conjunto del rotor de cola estaba unido al cono de cola, con la pérdida de una de sus palas, la que estaba fracturada y desprendida de raíz, producto del golpe de esta contra la superficie de agua. Se verificó que sus varillas de cambio de paso estaban sin observaciones y con libertad de movimiento (Ver fotografía N°3).



Fotografía N°3: Vista del rotor de cola sin una de sus palas.

- 4.1.8. El estabilizador vertical estaba unido al cono de cola, pero presentaba deformaciones por golpes producidos durante la caída.
- 4.1.9. En el helicóptero se verificó el Bambi Bucket utilizado para extraer el agua, el que, al ser extendido hacia la parte trasera del helicóptero, no alcanzaba el rotor de cola, constatando que este elemento no golpeo el rotor de cola.
- 4.2. **Información Adicional**
- 4.2.1. **Extracto del relato del piloto:** El piloto al mando relató que cuando estaban sacando agua del embalse Lliu-Lliu, al realizar una maniobra hacia atrás, inadvertidamente el helicóptero golpeó el agua con el rotor de cola, perdiendo el control de la aeronave por lo que aplicó el procedimiento de emergencia, terminando la aeronave volcada en el agua del mismo embalse.
5. **ESTADO DE AERONAVEGABILIDAD O MANTENIMIENTO DE LA AERONAVE**
- 5.1. El operador efectuaba el mantenimiento en las frecuencias establecidas en el Programa de Mantenimiento aprobado por la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) en un Centro de Mantenimiento Aeronáutico (CMA) autorizado, habilitado y vigente en el tipo y modelo de aeronave.
- 5.2. El 05 de abril 2020, a las 6.797,3 horas de la aeronave, se efectuó una inspección de 25 horas sin observaciones.

- 5.3. El estado de mantenimiento conforme a los registros verificados indicaría que la aeronave se encontraba sin observaciones.
- 5.4. El estado de mantenimiento de la aeronave, al momento del accidente, indicaría que se encontraba sin observaciones, situación que es concordante con lo inspeccionado y verificado por el equipo investigador y también concordante con lo declarado por el piloto al mando referente al suceso.

6. ANÁLISIS

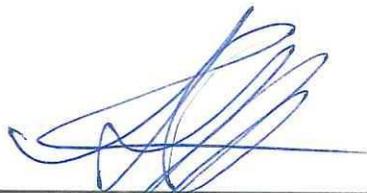
- 6.1. La revisión de los registros de la aeronave permitió verificar que el operador efectuaba las inspecciones en los tiempos establecidos en el Programa de Mantenimiento aceptado por la DGAC, en un Centro de Mantenimiento Aeronáutico (CMA) autorizado, habilitado y vigente en el tipo y modelo de aeronave, por lo que el cumplimiento del programa de mantenimiento, no habría sido un factor causal o contribuyente al suceso investigado.
- 6.2. El resultado de las inspecciones a los sistemas y componentes de la aeronave, realizadas por el equipo investigador, no determinó la existencia de discrepancias ni fallas, que incidieran en el suceso investigado, por lo que se descarta alguna falla técnica o mecánica de los sistemas del helicóptero.
- 6.3. Los daños de la aeronave fueron a consecuencia del golpe de esta contra la superficie del agua y al volcamiento al interior del embalse.

CONCLUSIONES

- 6.4. El estado de mantenimiento de la aeronave, no habría causado o contribuido a la ocurrencia del suceso.
- 6.5. No se establecieron factores de orden técnico o mecánico que hubiesen causado o contribuido al suceso investigado.
- 6.6. Los daños de la aeronave, fueron a consecuencia de la dinámica del suceso.

7. RECOMENDACIONES

- 7.1. No hay.



ÁNGEL LEMUS HERNÁNDEZ
INVESTIGADOR TÉCNICO

INFORME TÉCNICO

APÉNDICE 1		
A.- ANTECEDENTES DE LA AERONAVE		
FABRICANTE	Bell Helicopter Textron.	
MODELO	412 EP.	
NÚMERO DE SERIE	36090	
AÑO FABRICACIÓN	1994	
PESO VACÍO	7.396,80 lb.	
PESO MÁXIMO DESPEGUE	11.900,00 lb.	
RANGOS DE CENTRO DE GRAVEDAD	Límites longitudinales	Lateral
	135.1 a 141.4 con 11.900 lb. 130.0 a 144.0 con 8.800 lb. 130.0 a 144.0 con 6.500 lb. 130.4 a 144.0 con 6.400 lb.	+4.5 a la derecha e izquierda de la línea de centro.
PLAZAS	TRIPULACIÓN	PASAJEROS
	1	13
HORAS DE VUELO AL DÍA DEL SUCESO	6.806,0	FUENTE Bitácora de vuelo.
ÚLTIMA INSPECCIÓN	FECHA 05-04-2020	TIPO 25 horas. HORAS DE VUELO 6.797,3

B.- ANTECEDENTES DE LOS MOTORES	
FABRICANTE	Pratt & Whitney Canadá.
MODELO	PT6T-3D.
NÚMEROS DE SERIE	CP-PS140051 / CP-PS140052
TIEMPO ENTRE OVERHAUL (TBO)	4.000 horas.
TIEMPO DESDE NUEVO (TSN)	2.828,2 horas.

C.- ANTECEDENTES DE LAS PALAS DEL ROTOR PRINCIPAL	
FABRICANTE	Bell Helicopter Textron.
MODELO	412-015-300-119
NÚMEROS DE SERIE	A-1759 / A-1804 / A-1813 / A-1817
TIEMPO LÍMITE	O/C
TIEMPO DESDE NUEVO (TSN)	638,4 horas.
D.- ANTECEDENTES DE LAS PALAS DEL ROTOR DE COLA	
FABRICANTE	Bell Helicopter Textron.
MODELO	212-010-750-113
NÚMEROS DE SERIE	A-12306 / A-12155
TIEMPO LÍMITE	5.000 horas.
TIEMPO DESDE NUEVO (TSN)	638,4 horas.

E.- DOCUMENTACIÓN A BORDO				
MANUAL DE VUELO	SI	NO	N/P	REV. / FECHA
	X		BHT-412-FM4	4 06-12-2018
BITÁCORA DE LA AERONAVE	SI	NO	N/A	OBSERVACIONES
	X			Sin observaciones.

F.- DOCUMENTACIÓN DE AERONAVEGABILIDAD				
PROGRAMA DE MANTENIMIENTO	Conforme a lo establecido en el manual de mantenimiento del fabricante.			
MANUAL DE MANTENIMIENTO	NÚMERO		REVISIÓN / FECHA	
	BHT-412-MM		27	25-09-2018
ÚLTIMA INSPECCIÓN POR PROGR. MANTENIMIENTO	TIPO	HORAS	FECHA	N° O.T.
	25 hr.	6.797,3	05-04-20	N/A
PLACA DE IDENTIFICACIÓN INCOMBUSTIBLE	INSTALADA EN AERONAVE			SI X NO
DATA PLATE SEGÚN	AERONAVE	MOTOR	HÉLICE	

CERTIFICADO DE TIPO	SI	SI	SI
MATERIA	REGISTROS	OBSERVACIONES.	
PLAN DE INSPECCIONES	SI	Sin observaciones.	
PLAN DE REEMPLAZOS	SI	Sin observaciones.	
CERTIFICADO DE PESO Y BALANCE	SI	Sin observaciones.	
BITÁCORA DE LA AERONAVE	SI	Sin observaciones.	