



DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL
DEPARTAMENTO PREVENCIÓN DE ACCIDENTES

DPA

**Departamento
Prevención de
Accidentes**

**INFORME FINAL
ACCIDENTE DE AVIACIÓN
Nº 1644CG**

Aeronave : Helicóptero Bell UH-1B.

**Lugar : Fundo Sta. Juana, Comuna de
Chincolco, Región de
Valparaíso.**

Fecha : 06 de noviembre del 2012.

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 Chicago publicado por la Organización de Aviación Civil Internacional (O.A.C.I.), y lo establecido en el "Reglamento sobre Investigaciones de Accidentes e Incidentes de Aviación" (DAR-13), aprobado por Decreto Supremo N° 216 de fecha 03 de diciembre del 2003.

DESCRIPCIÓN DEL ACCIDENTE

Durante un trabajo aéreo de fumigación, efectuado por un piloto comercial de helicóptero, en un helicóptero Bell UH-1B, mientras la aeronave descendía por el contorno de un cerro, se produjo una pérdida de separación vertical de la aeronave con el terreno, impactando contra la superficie.

El piloto resultó con lesiones de carácter grave y la aeronave con daños.

1. INFORMACIÓN DE LOS HECHOS

1.1. Reseña del vuelo

- 1.1.1. El día 06 noviembre del año 2012, siendo las 07:00 HL aproximadamente, el piloto al mando concurrió hasta la base de operaciones de la empresa explotadora ubicada en la comuna de Olmué, para efectuar el prevuelo de la aeronave Bell UH-1B, en la cual despegó para realizar trabajos aéreos de fumigación en la localidad de Panquehue, de la comuna de San Felipe y posteriormente en el fundo Santa Juana, de la localidad de Chincolco.
- 1.1.2. El piloto al mando aterrizó en el fundo Santa Juana a las 09:00 HL aproximadamente y procedió a coordinar las acciones de fumigación con el dueño y el ingeniero agrónomo del fundo en comento, mientras el mecánico de mantenimiento de aviación, junto a un ayudante, procedieron a cargar la aeronave con combustible para que quedara con 600 lb y con 400 litros del producto a fumigar.
-

- 1.1.3. Una vez preparada la aeronave, el piloto al mando despegó como único ocupante, con la finalidad de realizar un vuelo de reconocimiento del área y realizar la fumigación agrícola sobre una plantación de paltos.
- 1.1.4. Mientras el helicóptero volaba de Este a Oeste, posterior a aplicar el producto sobre una línea de paltos ubicada en un cerro, la aeronave se estrelló contra el terreno.
- 1.1.5. Ocurrido lo anterior, terceras personas sacaron al piloto de la aeronave y lo alejaron de ella.
- 1.1.6. El piloto resultó con lesiones de carácter grave y la aeronave con daños.

1.2. **LESIONES A PERSONAS**

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

1.3. **D**
AÑOS SUFRIDOS POR LA AERONAVE

Aeronave destruida.

Ver anexo "B" Informe Técnico.

1.4. **OTROS DAÑOS**

Árboles frutales (Clementinas) quebrados y uno quemado.

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

EDAD	48 años.
LICENCIA	Piloto comercial de helicóptero.
HABILITACIONES	TIPO: Bell 206/206L- Bell 204/205/UH-1 Series - BO105.
	FUNCIÓN: Combate de Incendios Forestales - Vuelo Agrícola - Vuelo por Instrumentos.
	CLASE: Monorrotores.
REGISTRA ACC/INCID.	No.

1.5.2. **Experiencia de Vuelo**

ANTECEDENTES	HORAS DE VUELO
HRS. DE VUELO EN EL MATERIAL	1.599,0
HRS. DE VUELO FUMIGACIÓN	536,0
HRS. DE VUELO ÚLT. 30 DÍAS PREVIOS	38,1
HRS. DE VUELO ÚLT. 60 DÍAS PREVIOS	53,1
HRS. DE VUELO ÚLT. 90 DÍAS PREVIOS	63,1
HRS. DE VUELO DÍA DEL ACCID.	1,0
HRS. DE VUELO TOTALES	2.922,1

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

ANTECEDENTES	AERONAVE.	
MARCA	Bell.	
MODELO	UH-1B.	
HORAS DE VUELO	8.984,4 hrs.	
PLAZAS	01 TRIPULACIÓN + 09 PAX.	
ÚLTIMA INSPECCIÓN	12/10/2012	
AÑO DE FABRICACIÓN	1962	
PESOS CERTIFICADOS	P.V. ¹	4.738,54 lbs.
	P.M.D. ²	8.500 lbs.

¹ Peso Vacío.² Peso Máximo de Despegue.

1.6.2. **Antecedentes del motor**

ANTECEDENTES	MOTOR.
MARCA	Honeywell.
MODELO	T53-L-11D.
TIEMPO DESDE OVERHAUL T.S.O.	1.373,0 hrs.
TIEMPO ENTRE OVERHAUL T.B.O.	1.800 hrs.
ÚLTIMA INSPECCIÓN	12/10/2012.

1.6.3. **Antecedentes de las palas del rotor principal**

ANTECEDENTES	PALAS DEL ROTOR PRINCIPAL.	
MARCA	Bell.	
TIEMPO DESDE NUEVO T.S.N.	625,7 hrs.	993,7 hrs.
MÁXIMO TIEMPO DE VIDA	1.000 horas.	

1.6.4. **Antecedentes de las palas del rotor de cola**

ANTECEDENTES	PALAS DEL ROTOR DE COLA.	
MARCA	Bell.	
TIEMPO DESDE NUEVO T.S.N.	655.4 hrs.	655.4 hrs.
MÁXIMO TIEMPO DE VIDA	1.200 horas.	

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.

1.6.6. **Historial de mantenimiento**

1.6.6.1. El operador demostró que:

- a) Efectuaba las inspecciones y/o mantenimiento en los tiempos establecidos en el Programa de Mantenimiento aprobado por la DGAC, en el CMA contratado, el cual se encontraba aprobado, vigente y habilitado en el tipo y modelo de la aeronave.

- b) Mantenía los Registros de Mantenimiento de acuerdo a lo estipulado por la normativa emitida por la DGAC.
- c) Mantenía vigente y actualizados los manuales técnicos utilizados en el mantenimiento de la aeronave.
- d) El día 12 de octubre del 2012, a las 8.962,9 horas de la aeronave y 21.5 horas antes del accidente, se efectuó la inspección correspondiente a 50 horas, sin consignar observaciones.
- e) El día 26 de octubre del 2012, se efectuó una “inspección anual” a los instrumentos y sistemas afines de la aeronave, en un CMA habilitado, que certificó que todos los instrumentos y sistemas afines se encontraban operativos.
- f) Nueve días antes del accidente, el día 28 de octubre del 2012, a las 8.984,4 horas de la aeronave, un Inspector del Sub-departamento de aeronavegabilidad de la DGAC, efectuó un vuelo de verificación de la aeronave, por certificación, y conforme a la cartilla de verificación, los parámetros y sistemas funcionaron sin observaciones.
- g) Posterior al vuelo de verificación, la aeronave no consigna otro vuelo, hasta el día del suceso.

1.6.6.2. El piloto al mando y el mecánico relataron que en un vuelo previo al del suceso, revisaron el instrumento de presión de aceite del motor, sin encontrar observaciones, por una indicación de baja presión de aceite percibida por el piloto. Si bien, esta situación no fue causa ni contribuyó al suceso, se constató que el conector del instrumento presentaba un daño, que podría haber provocado la indicación declarada.

Ver anexo “B” Informe Técnico.

1.6.7. Inspecciones realizadas

El equipo investigador se trasladó hasta el lugar del accidente y realizó las siguientes inspecciones y registros fotográficos:

- 1.6.7.1. Una inspección visual en el sitio del suceso para identificar la posición final de la aeronave y las huellas dejadas por ésta durante el impacto contra el terreno, fijándolas fotográficamente para posteriormente inspeccionar los daños.
 - 1.6.7.2. Se observó que el fundo Santa Juana se encuentra en la ladera Sur de la cuenca donde nace el río Petorca, sector precordillerano de Chicolco.
 - 1.6.7.3. En el interior del fundo Santa Juana, lugar del accidente, el terreno está destinado a la agricultura, con plantaciones de clementinas y paltos. La plantación de clementinas se encuentra en el valle y los paltos, que debían ser fumigados, en la ladera de los cerros ubicados al sur del fundo.
 - 1.6.7.4. Se observó una diferencia de elevación entre los terrenos del lado Este y del lado Oeste del cerro a fumigar. En el lado Este el terreno era más bajo que el terreno del lado Oeste, por aproximadamente seis metros.
 - 1.6.7.5. De acuerdo a las huellas en el terreno, a los restos de la aeronave y a los relatos del piloto al mando y testigos, se estableció que al momento del accidente, la aeronave volaba una línea de fumigación de Este a Oeste.
 - 1.6.7.6. El piloto al mando, voló sobre una plantación de clementinas de 150 metros de largo, ascendió para seguir el contorno del cerro, que en esa línea de fumigación tenía una altura aproximada de 10 metros y un largo de 75 metros, y fumigó los paltos plantados en éste. Descendió siguiendo el contorno del cerro, finalizando la fumigación en la base del mismo e impactó contra el terreno a 39 metros al Este de dicha base.
 - 1.6.7.7. Las primeras marcas del impacto corresponden al patín de cola (tail skid), y al extremo trasero del cono de cola, contra la tierra.
 - 1.6.7.8. Los restos de la aeronave se dispersaron en forma de cono, con la misma dirección de la trayectoria de la aeronave y alcanzaron una distancia de 26 metros desde el punto del primer impacto.
 - 1.6.7.9. Al inspeccionar la mitad delantera del cono de cola, se pudo observar que estaba desprendido desde los cuatro pernos de unión al fuselaje, los que se
-

cortaron de manera instantánea por sobreesfuerzo. Además, la estructura estaba cortada en la zona delantera de las antenas VOR (estabilizador horizontal), con señales de haber sido golpeado por una de las palas del rotor principal.

- 1.6.7.10. El estanque de fumigación se encontraba con diversas fracturas y con todas sus cañerías y fijaciones quebradas.
 - 1.6.7.11. El fuselaje del helicóptero se encontró volcado sobre su costado derecho y orientado al Este, entre dos camellones o montículos de tierra destinadas a la plantación de árboles frutales. El motor y la transmisión principal se encontraron afianzados a la estructura. El tren de aterrizaje estaba destruido, con sus tubos cruzados deformados, skids fracturados y desprendidos.
 - 1.6.7.12. Las puertas de ambos lados de la cabina se encontraron desprendidas.
 - 1.6.7.13. Al inspeccionar la transmisión y rotor principal, se observó que el nivel de aceite de la transmisión se encontraba en su rango normal, la bota de lubricación del mástil, estaba en buen estado y sin presencia de pérdida de grasa. El mástil del rotor principal, tenía daños producidos por los topes estáticos del cubo. El desprendimiento del trunnion del swash plate y de la oreja de cambio de paso, más la quebradura de la varilla de control, fueron del tipo instantánea y producto de las fuerzas de torsión durante el impacto.
 - 1.6.7.14. En el rotor principal, las palas quedaron afianzadas a sus respectivos cubos y al mástil, ambas tenían daños en la raíz y estaban con sus varillas de control de cambio de paso fracturadas. En sus fijaciones habían deformaciones por torsión. Una pala estaba quebrada hacia arriba en el primer cuarto, de raíz a punta, y le faltaba una porción de tres centímetros en la punta de la pala. La otra pala estaba quebrada hacia atrás y arriba en el primer cuarto, tenía señales de impacto en su borde de ataque y pintura azul (correspondiente al cono de cola), le faltaba una porción de cinco centímetros de la punta de pala y estaba atrapada bajo el fuselaje.
 - 1.6.7.15. En ambas palas, no hay evidencias de corrosión o deformaciones anteriores.
 - 1.6.7.16. El eje de unión del motor a la transmisión del rotor principal, tenía marcas de roce y estaba deformado.
-

- 1.6.7.17. Al interior de la cabina, se encontraron los mandos de controles de vuelo con daños que impidieron accionarlos. El mando cíclico del piloto estaba con la empuñadura quebrada, el mando colectivo se encontró todo arriba con su acelerador abierto y los pedales estaban con el pedal izquierdo todo adelante.
- 1.6.7.18. El sistema de posicionamiento global (DGPS), se encontró destruido.
- 1.6.7.19. El cinturón y arnés del piloto estaban cortados, debido a las acciones de rescate. Todos los cinturones estaban correctamente afianzados. Los asientos del piloto y copiloto estaban desprendidos de sus anclajes.
- 1.6.7.20. El panel de circuit breakers, estaba sin evidencias de corto circuito.
- 1.6.7.21. Encontrándose la aeronave sin energía eléctrica, se observaron los instrumentos al interior de la cabina, verificando las siguientes indicaciones:
- a) Velocímetros : piloto 0 nudos; copiloto con leyenda "inoperativo".
 - b) Altimetros : piloto 2.450 pies (30 inHg); copiloto con leyenda "inoperativo".
 - c) Variómetros : piloto 500 ft/min en ascenso; copiloto con leyenda "inoperativo".
 - d) RPM N1 : 0 RPM.
 - e) RPM N2 : 0 RPM.
 - f) RPM Rotor principal : 0 RPM.
 - g) Torque : 0 psi.
 - h) Fuel press : 40 psi.
 - i) Fuel Quantity : 530 libras.
 - j) Eng Oil Press : 0 psi.
 - k) Eng Oil T° : Fuera de escala.
 - l) Trans Oil Press : 0 psi.
 - m) Trans Oil T° : Fuera de escala.
- 1.6.7.22. El rotor de cola se encontró afianzado al estabilizador vertical y tenía ambas varillas de cambio de paso, sin observaciones. La bota de goma del slider, sin pérdida de grasa y en buenas condiciones.
-

- 1.6.7.23. El estabilizador vertical estaba desprendido del cono de cola, cortado a la altura del estabilizador horizontal, con señales de haber sido impactado por una de las palas del rotor principal.
 - 1.6.7.24. Los ejes de transmisión de potencia al rotor de cola, evidenciaban cortes instantáneos, con deformaciones y desgastes rotacionales en el eje y cubiertas. La cadena silenciosa y las cajas de 42° y 90° se encontraron, sin observaciones.
 - 1.6.7.25. Ambas palas del rotor de cola tenían libertad de movimiento y estaban unidas a su eje. Una de las palas estaba doblada levemente en su mitad hacia afuera, con un golpe en el lado interno de ésta y la otra pala tenía daños en la punta de pala y en su borde de ataque.
 - 1.6.7.26. En la parte inferior trasera del cono de cola y el soporte del patín de cola, existían evidencias de haber golpeado violentamente contra el terreno, observando deformaciones por aplastamiento y roce.
 - 1.6.7.27. Las capotas del motor se encontraban instaladas y deformadas producto del impacto.
 - 1.6.7.28. El motor no tenía filtraciones y sus controles estaban sin obstrucción en sus recorridos.
 - 1.6.7.29. Los filtros de las entradas de aire estaban limpios y correctamente posicionados.
 - 1.6.7.30. El nivel de aceite del motor estaba dentro de su capacidad normal de acuerdo al Manual de Mantenimiento (3 galones). El radiador de aceite sin obstrucciones, ni filtraciones. El transmisor de aceite se encontraba correctamente instalado con sus frenaduras, líneas de fe, conexión eléctrica y plug que une al instrumento, sin observaciones.
 - 1.6.7.31. El actuador del acelerador en el motor, se encontró en la posición 100% abierto (acelerado al máximo). El actuador lineal en el gobernador, se encontró en posición "full increase" (6.600±50 RPM). La unidad de control de combustible (FCU), sin daños ni filtraciones.
 - 1.6.7.32. Se verificó que el motor giraba libremente y no presentaba indicios de algún tipo de roce que hubiese provocado algún funcionamiento anormal. El estado de los
-

componentes tales como, el compresor, las etapas de turbina, la caja de accesorios, rodamientos y ejes giraban libremente y no presentaron indicios de atascamiento que hubiese provocado algún funcionamiento anormal o que el motor hubiese funcionado sin lubricación. La caja de accesorios y rodamientos fueron encontrados con aceite y los componentes lubricados.

- 1.6.7.33. El chip detector del motor estaba limpio, sin partículas metálicas y sus conexiones eléctricas sin observaciones.
- 1.6.7.34. Las líneas de combustible, sin filtraciones ni daños aparentes.
- 1.6.7.35. La tobera de escape estaba deformada desde el lado derecho. Junto a ésta había un árbol frutal (Clementina) que resultó quemado producto de los gases calientes de escape.

Ver anexo "A" Set Fotográfico y "B" Informe Técnico.

1.6.8. **Peritaje al motor**

El día 21 de noviembre del 2013, en las instalaciones de un CMA habilitado y autorizado por la autoridad Aeronáutica para trabajos en turbinas, se efectuó un peritaje a la turbina perteneciente a la aeronave accidentada.

Este peritaje, permitió establecer que el estado y la condición general del motor no presentaba observaciones importantes tales como, evidencias de decoloración derivados de sobre temperatura ni atascamientos. Sólo como nota relevante, se encontró que el eje de mando de la bomba de aceite estaba cortado, a consecuencia del accidente.

1.6.9. **Análisis de combustible**

El resultado de la muestra de combustible analizada por el laboratorio especializado de Petrobras Chile, indicó que el combustible cumplía con las especificaciones de la Norma ASTM D 1655-12 y corresponde a combustible de aviación Jet A1.

1.6.10. **Peso y Balance**

La aeronave despegó desde su base de operaciones con 7.781,8 libras, peso inferior al máximo permitido en el manual de vuelo de 8.500 libras. Su centro de gravedad era +131.31 pulgadas, el que se encuentra dentro de los rangos permitidos en el manual de vuelo de +125 a +136 pulgadas. Al momento del accidente, la aeronave estaba volando con un peso total de 6.959,2 libras y centro de gravedad era +132.7 pulgadas.

1.7. **INFORMACIÓN METEOROLÓGICA**

1.7.1. El Informe Meteorológico N° 330/12, de la Dirección Meteorológica de Chile, concluyó lo siguiente:

“Las condiciones Meteorológicas para el sector de Chincolco, comuna de Petorca, región de Valparaíso, aproximadamente a las 09:45 hora local del día 6 de noviembre de 2012, fueron de viento del sureste con 5 nudos a 2000 pies sobre el nivel medio del mar. Según imágenes satelitales muestran cielos despejados en el lugar del accidente”.

1.7.2. Se recogió información de la velocidad del viento de la estación meteorológica del fundo Santa Juana, la que se encuentra ubicada a aproximadamente 100 metros del lugar del accidente. Dicha estación no registra la dirección sólo la intensidad del viento.

FECHA Y HORA	VELOCIDAD DEL VIENTO M/S	VELOCIDAD DEL VIENTO KTS
06-11-12 09:32:24	0,00	0,00
06-11-12 09:42:24	0,00	0,00
06-11-12 09:52:24	2,86	5,56
06-11-12 10:02:24	1,94	3,77
06-11-12 10:12:24	2,97	5,77

1.8. **AYUDAS A LA NAVEGACIÓN**

No aplicable.

1.9. **COMUNICACIONES**

No aplicable.

1.10. **INFORMACIÓN DEL LUGAR DEL ACCIDENTE**

El lugar del accidente fue al interior del fundo Santa Juana, el que se encuentra en la ladera Sur de la cuenca donde nace el río Petorca, por la confluencia de los ríos Pedernal y Sobrante, en el sector precordillerano de Chicolco (cordillera de Los Andes). En el interior del fundo Santa Juana, el terreno está destinado a la agricultura, con plantaciones de clementinas y paltos. La plantación de clementinas se encuentra en el valle y los paltos que debían ser fumigados, en la ladera de los cerros ubicados al sur del fundo.

En el vuelo del accidente, la aeronave sobrevoló de Este a Oeste la plantación de clementinas correspondientes al sector 18 de la distribución interna del fundo, para llegar al cerro donde se encontraba la plantación de paltos a la que aplicó el producto de fumigación, siguiendo el contorno del cerro, terminando estrellada al oeste del mismo sobre una plantación de clementinas, correspondiente al sector 15. El terreno en la posición final de la aeronave (32°13'54,8"S; 70°49'50,1"O), tiene una elevación aproximada de 711 metros (2.333 pies) y su superficie era de tierra, con montículos distribuidos en hileras (camellones), con plantación de clementinas.

1.11. **INFORMACIÓN SOBRE LOS RESTOS DE LA AERONAVE Y EL IMPACTO**

- 1.11.1. Los restos de la a aeronave se dispersaron en forma de cono, proyectándose desde el punto del primer impacto con el siguiente detalle: a 9 metros, la mitad delantera del cono de cola; a 11,5 metros, el estanque de fumigación; a 21 metros, el fuselaje; a 23 metros el patín derecho del tren de aterrizaje y a 26 metros, la mitad trasera del cono de cola, con el rotor de cola adherido a la estructura.
-

1.11.2. El impacto del helicóptero contra el terreno fue mientras perdía altura y fue con una actitud de nariz arriba, lo que provocó los daños sufridos por la aeronave, como la fractura del cono de cola desde su raíz y el impacto de una de las palas del rotor principal con éste, además de los daños del tren de aterrizaje de la aeronave y del equipo fumigador que estaba adherido a la parte inferior del helicóptero.

1.12. **INCENDIO**

No hubo, sin embargo un árbol frutal (clementina), resultó dañado producto de los gases caliente de escape de la turbina.

1.13. **INFORMACIÓN MÉDICA**

1.13.1. El Examen Médico Aeronáutico del piloto al mando se encontraba vigente, apto y sin observaciones.

1.13.2. Según Certificado Médico del hospital de Petorca, el piloto resultó con "*Tec moderado, desprendimiento de cráneo región frontal, exposición ósea, Luxación rodilla derecha, contusión pulmonar*", de carácter grave.

1.14. **SUPERVIVENCIA**

El piloto fue rescatado por trabajadores del fundo y por el mecánico del helicóptero, quienes para poder sacarlo de la aeronave, cortaron el cinturón y el arnés del piloto, siendo estabilizado en el lugar por personal del servicio de ambulancia de emergencia de Petorca, quienes lo trasladaron al hospital de Petorca.

En la aeronave, todos los cinturones estaban correctamente afianzados a sus anclajes, los asientos del piloto y copiloto estaban desprendidos de la estructura de la aeronave por causa del impacto.

El sistema de localización de emergencia (ELT), estaba instalado y armado.

1.15. **INFORMACIÓN ADICIONAL**

1.15.1. El libro *“Aerodinámica y Actuaciones del Helicóptero”*, del autor Aage Roed, en su capítulo 5. *“Actuaciones”*, establece:

1.15.1.1. En el subcapítulo 5.5. *“Límites a las actuaciones, sustentación y potencia”*:

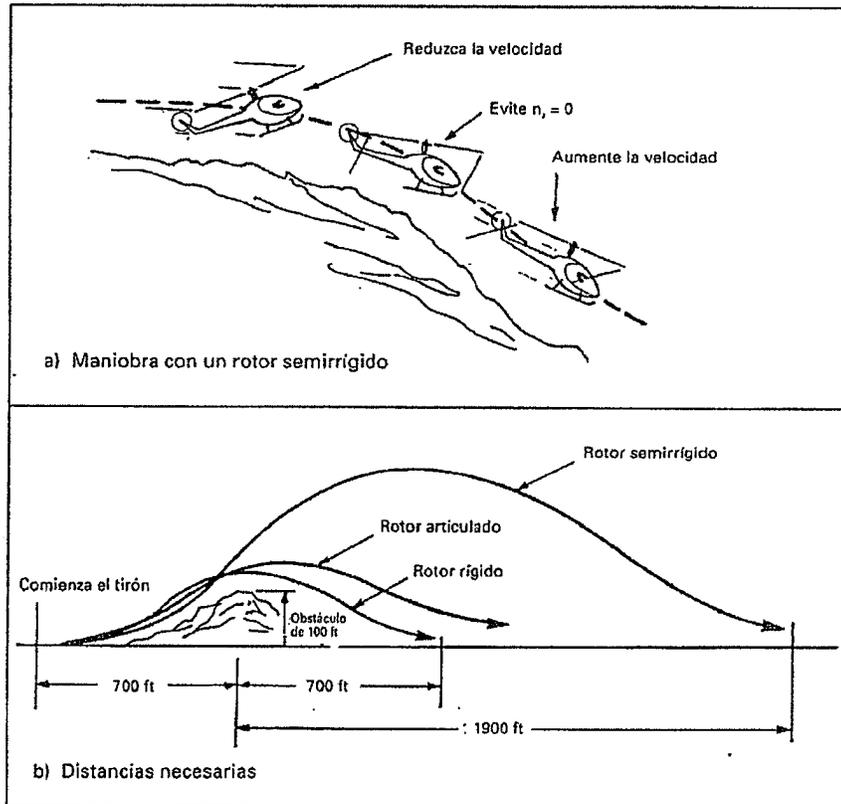
“...Si se tira del colectivo en un descenso incontrolado, los ángulos de paso en la sección de la raíz sobrepasan rápidamente los ángulos de pérdida y, al disminuir las revoluciones y aumentar la velocidad del descenso, la pérdida se extiende hacia las puntas de las palas. Esto origina un rápido incremento de la resistencia del rotor, una disminución acelerada de las revoluciones del rotor y un descenso en rápida aceleración”...

“Una disminución de revoluciones puede comenzar por un tirón excesivo del colectivo. Incluso un sistema automático de control necesita tiempo para reaccionar.”

1.15.1.2. En el subcapítulo 5.12. *“Descenso en vuelo”*:

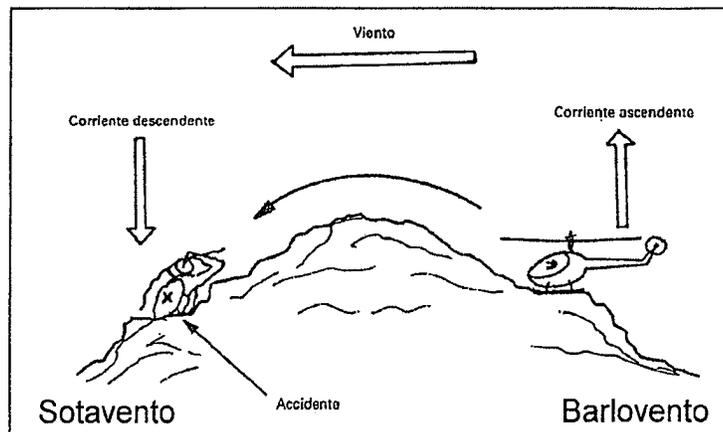
“Las maniobras de descenso en vuelo conllevan bajos factores de carga y harán alabear el helicóptero en el sentido del empuje del rotor de cola, si el piloto intentase detener la inclinación con mando cíclico, el rotor oscilaría en la dirección opuesta al fuselaje. En consecuencia el ángulo entre el rotor y el eje puede exceder los límites permisibles. En helicópteros con rotores semirrígidos, un batimiento excesivo de la palas puede ocasionar un contacto entre los topes estáticos en la cabeza del rotor y el eje. A menos que se establezca inmediatamente una sustentación positiva, el eje puede fallar... En vuelos cerca del suelo, pequeños errores de mando pueden causar un choque contra el mismo. Por las razones anteriores vale la pena reducir la velocidad antes de descender. La reducción de sustentación necesaria para seguir el terreno disminuye con el cuadrado de la velocidad. Las capacidades del helicóptero de adaptarse al terreno en el caso de los rotores semirrígidos, articulados y rígidos se ilustra en la figura 5.30.”

Figura 5.30. "Maniobras de descenso en vuelo":



Considerando que el rotor principal del helicóptero accidentado es semirrígido y que la cima del cerro (obstáculo), en la línea de fumigación, tenía una altura de 10 metros aproximadamente, para el vuelo en que ocurrió el accidente, la distancia necesaria para sobrepasarlo habría correspondido a 189 metros.

1.15.1.3. En su capítulo 6. "Vuelos sobre montañas", En el subcapítulo 6.4. "Vientos de Montaña", "figura 6,7 accidente en corriente descendente":



1.15.2. En el Manual de Operaciones del explotador de la aeronave, se observó que el piloto y la aeronave estaban registrados y autorizados para realizar la operación de fumigación, sin observaciones.

1.16. **EXTRACTO DE LOS RELATOS**

1.16.1. **Relato del piloto al mando**

"El día 06 de noviembre de 2012, a las 07:00 HL, llegué a la base de helicópteros de la empresa (...) ubicada en la localidad de Olmué, para realizar el prevuelo del helicóptero... encontrándolo sin observaciones, concordando con el chequeo que ya le había realizado el mecánico... Siendo las 07:30 HL aproximadamente, despegué en dirección a un fundo, del cual no recuerdo el nombre, ubicado en las cercanías de la ciudad de San Felipe, la fumigación en este fundo se realizó sin observaciones, cargamos combustible desde un tambor de combustible, aproximadamente 200 litros, dirigiéndome posteriormente al fundo Santa Juana para realizar una aplicación electrostática a unas plantaciones de paltos. Al llegar al fundo Santa Juana aterricé y corté motor para cargar el combustible suficiente para quedar con 600 libras en el helicóptero y 400 litros del producto que debía ser aplicado, mientras yo conversaba con el dueño quien me explicó con un croquis las zonas a aplicar. Siendo las 08:45 HL aproximadamente despegué para realizar un vuelo de reconocimiento del área a fumigar, para lo cual sobrevolé el perímetro de esta área, ingresándolas al sistema automático de fumigación (DGPS) que me entregó las trazas a sobrevolar. Una vez realizado esto, comencé a aplicar el producto con una velocidad promedio entre 60 y 70 nudos, a una distancia de 4,5 metros aproximadamente sobre los árboles y con un rumbo de Este a Weste, cubriendo el área de Norte a Sur. Pasado aproximadamente 10 minutos de vuelo tuve una indicación aislada de baja presión en el instrumento de presión de aceite, sin alarmas visuales ni audibles, como tampoco indicaciones fuera de parámetros de otros instrumentos, por lo que aterricé de inmediato y corté motor, comunicando lo ocurrido al mecánico (...) me indicó que estaba todo bien, que no habían observaciones y que en la tarde cambiaría el

instrumento por las dudas. Una vez nuevamente en vuelo y con los instrumentos en rango normal, continué la fumigación por un lapso de tiempo que no recuerdo, sólo recordando que voy cayendo contra el terreno y nada más, hasta finalmente sentir un fuerte golpe. Tengo una fuerte impresión de que se cayeron bruscamente las RPM del rotor principal y de que no tuve control sobre la aeronave.

Quisiera agregar que el viento era calmo y la temperatura de 22° grados aproximadamente, condiciones necesarias para este tipo de aplicación.

A la consulta del Investigador Encargado... Respecto de la diferencia de elevación de la plantación de clementinas, en la trayectoria de aplicación, esto es irrelevante debido a que el vuelo a bajo nivel es solo sobre los árboles a fumigar, al salir de estos, uno se eleva hasta retomar la línea siguiente a fumigar.”

1.16.2. **Relato del testigo e Ingeniero Agrónomo del fundo**

“Cuando el helicóptero realizaba la operación aérea del producto Kelpac, en paltos de la agrícola Santa Juana de Chicolco, ocurrió el siguiente accidente: Despegó del lugar habilitado como plataforma de aterrizaje, realizó el primer vuelo de aplicación de oriente a poniente, pasando por arriba de las clementinas, sector 18 elevándose por sobre los paltos, sector 15 donde dejó caer el producto de aplicación, siguió en dirección poniente, dio la vuelta, pasó nuevamente por el sector 15 en dirección oriente, dejó caer el producto, tomó altura pasó por arriba de la plataforma de aterrizaje, luego giró y tomó dirección de oriente a poniente nuevamente para retomar la aplicación, realizó el mismo recorrido por arriba de las clementinas tomó altura en la loma del sector 15 realizó la aplicación del producto, descendió bruscamente siguiendo la forma de la loma o cerro, dejó de aplicar el producto y cayó abruptamente entre las plantas de clementinas, azotando su parte inferior primero contra las plantas, luego contra un camellón, o montículo de plantación, donde se produjo como un rebote para luego inclinar su parte delantera en dirección del suelo impactando

en el camellón siguiente lo que le produjo la voltereta, donde se desprendió la parte de la cola, quedando en posición de costado mirando al sector oriente.

Además quisiera destacar que este helicóptero realizaba la aplicación más rápido de lo que nosotros estamos acostumbrados a ver, puede ser atribuible que en esta aplicación el majamiento era de 15 lts x Há, con electroestática y las veces anteriores 30 lts x Há, otra cosa que me causó cuidado fue que en la segunda pasada de aplicación por el sector del accidente, el helicóptero pasó a muy baja altura, según mi apreciación.”.

1.16.3. **Relato del Testigo y dueño del fundo**

“Hoy 06 de noviembre de 2012, a las 10:00 AM aproximadamente, presencié la caída del helicóptero UH, (...) el cual estaba fumigando y al pasar por última vez una loma de paltos se precipitó al suelo sin ningún tipo de ruido de motor ni variación en la dirección del vuelo.

Al tomar la loma abrió las boquillas y al salir de ella las cerró sin problema.

El helicóptero al caer dio un bote sobre un camellón y después chocó al siguiente camellón donde se dio una vuelta de carnero y quedó la cabina en el otro sentido del vuelo.”.

1.16.4. **Relato del Mecánico de Mantenimiento**

“Llegué en el Helicóptero a eso de las 09:15 aprox. cargamos el helicóptero con el producto, el piloto hace un vuelo de reconocimiento terminando el reconocimiento empieza la aplicación da un par de vueltas me reporta una baja de presión de aceite de motor, procedo a revisar no encontrando nada anormal, le comento que puede ser el instrumento, y le recomiendo intercambiar instrumento, él me dice que los otros parámetros están normales y dice que va a seguir el vuelo, sale da unas 3 vueltas y capota el helicóptero en el predio, fuimos y en como un minuto llegamos, corté combustible y me dediqué a sacar al piloto”.

2. ANÁLISIS

- 2.1. El piloto al mando tenía su licencia vigente y estaba habilitado para volar la aeronave en el vuelo del accidente, por lo que al respecto no hay observaciones.
 - 2.2. La aeronave tenía su documentación vigente al momento del accidente, por lo que no hay observaciones al respecto.
 - 2.3. Se pudo establecer que en el pre-vuelo de la aeronave y del equipo fumigador, no se registraron observaciones que hubiesen afectado al funcionamiento de la aeronave.
 - 2.4. El análisis de los registros de mantenimiento, sumado a lo verificado durante las inspecciones y peritajes efectuados por el equipo investigador, permitieron establecer que la aeronave habría operado en forma normal hasta el momento del accidente, lo que permite descartar la participación de factores de orden técnico-mecánico, como causa o contribuyentes al suceso.
 - 2.5. La aeronave se encontraba con combustible suficiente para la operación, lo que no contribuyó al suceso.
 - 2.6. Al observar las condiciones meteorológicas al momento del accidente, el Informe meteorológico estableció viento desde el Sureste con una intensidad de 5 nudos, intensidad que es concordante con la información obtenida de la estación meteorológica del fundo, correspondiente a 5,56 nudos a la hora aproximada del suceso, con lo anterior se puede establecer que la aeronave habría sido afectada por una componente de viento de cola de 4 nudos, más una componente de viento desde la izquierda de 4 nudos. Además, la aeronave bajó siguiendo el contorno de la ladera correspondiente al sotavento del cerro, siendo afectado por una corriente descendente, que agravó su condición para nivelar el vuelo.
 - 2.7. El sector a fumigar, obligó al piloto al mando a realizar maniobras de ascenso y descenso por los contornos del cerro para mantener la separación de 4,5 metros necesarios para la aplicación del producto, mientras volaba entre 60 y 70 nudos de velocidad, según lo declarado.
 - 2.8. El relato del testigo ingeniero agrónomo del fundo, señala que la fumigación correspondiente al momento del accidente, la separación habría sido menor a
-

las pasadas anteriores y a las que está acostumbrado a ver, lo que da cuenta de que el piloto al mando habría tenido un menor espacio y tiempo para poder reaccionar ante un imprevisto.

- 2.9. Considerando la velocidad que la aeronave habría mantenido en la maniobra de descenso por el contorno del cerro, esta habría provocado que su rotor principal estuviera con un bajo factor de carga, dificultando su control para nivelarla oportunamente.
- 2.10. Por otra parte, la maniobra de volar el contorno se realizó con una distancia menor a la considerada en la tabla referencial de capacidades del helicóptero (rotor semirrígido) de adaptarse al terreno (ver punto 1.15.1), que para estas condiciones en particular recomienda dejar una distancia de 189 metros para sobrepasar un obstáculo de 10 metros, sin embargo, en el caso investigado, se registró que la distancia entre la cima del obstáculo (el cerro que se volaba) y el punto de impacto, fue de 74 metros, situación que sumada a la descrita en el punto anterior, puede haber afectado al control de la aeronave.
- 2.11. Considerando todo lo anterior, es probable que después de realizar el descenso por el contorno del cerro y terminar la aplicación del producto en su base, el piloto al mando no haya tenido el tiempo ni el espacio necesario para nivelar la aeronave. Su reacción fue llevar de forma rápida y brusca, el control cíclico atrás y tirar del control colectivo en forma simultánea. El efecto del cíclico, habría provocado que el plato del rotor principal se inclinara hacia atrás, alcanzando un ángulo que permitió el contacto de los topes estáticos con el mástil, y el efecto del colectivo, ocasionó una disminución de las revoluciones del rotor principal por el aumento del ángulo de ataque de las palas, con el consiguiente incremento de la resistencia, que por lo abrupto de la maniobra, no alcanzó a ser compensado por el gobernador. Todo ello, originó la consecuente pérdida de altitud de la aeronave, que la llevó a impactar contra el terreno en una actitud de nariz arriba, después de recorrer 39 metros, en poco más de un segundo, desde la base del cerro.
- 2.12. Al interior de la aeronave se encontró el pedal izquierdo presionado hasta el final, el bastón colectivo en el tope de su recorrido arriba con el acelerador
-

abierto, configuración utilizada para contrarrestar el torque producido por el rotor principal sobre el fuselaje, que guiña la aeronave a la derecha cuando actúa con potencia del motor. Lo anterior además indicaría que la aeronave habría ido con potencia al momento del accidente y que el piloto habría reaccionado enérgicamente sobre los controles de vuelo, ante una posible pérdida de separación inadvertida con el terreno.

- 2.13. La posición del control de vuelo colectivo, es concordante con las posiciones del actuador del acelerador en la posición 100% abierto (acelerado al máximo), del actuador lineal en el gobernador en posición full increase, 6.600 RPM (todo abierto) y la unidad de control de combustible (FCU) sin observaciones, lo que indicaría que las líneas de control se encontraban operativas y que el motor habría estado funcionando al 100% de su capacidad, al momento del impacto de la aeronave contra el terreno.
 - 2.14. En relación a lo anterior, en la posición final del helicóptero se observó un árbol frutal dañado por los gases de escape del motor, lo que permite señalar que el motor habría estado funcionando hasta después del accidente.
 - 2.15. El impacto del cono de cola con el terreno, su desprendimiento del fuselaje y la actitud de la aeronave al momento del impacto, provocaron que el rotor principal lo cortara a la mitad, dejando marcas de correspondencia en el rotor principal y en el cono de cola.
 - 2.16. Producto del impacto de la cola del helicóptero contra el terreno y la inercia del desplazamiento, la nariz de la aeronave bajó bruscamente, golpeando contra el terreno con el tren de aterrizaje, estanque fumigador y parte inferior del fuselaje.
 - 2.17. La dispersión de los restos en forma de cono y la poca separación de éstos, más los daños sufridos por la aeronave, evidencian un alto ángulo de impacto, con una actitud de nariz arriba contra el terreno.
 - 2.18. Se observó en el rotor principal que las palas tenían daños por impacto con revoluciones y que la pala atrapada bajo el fuselaje, resultó con deformaciones y fracturas en la raíz y en todo el sistema de control, esto debido a que el mástil del rotor se encontraba girando, al trabarse la pala bajo el helicóptero.
-

- 2.19. Los daños encontrados en la aeronave, fueron producto de la violenta dinámica del impacto de la aeronave con el terreno.
- 2.20. El piloto resultó con lesiones de carácter grave, a consecuencia del accidente.

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. La aeronave tenía su documentación vigente y habría operado en forma normal hasta el momento del accidente, lo que permite descartar la participación de factores de orden técnico-mecánico, como causa o contribuyentes al suceso.
 - 3.3. Las características topográficas del fundo Santa Juana hicieron que el piloto, debiera realizar maniobras de ascenso y descenso a baja altura por los contornos de los cerros para mantener la separación de fumigación.
 - 3.4. La velocidad de la aeronave y el vuelo a baja altura siguiendo el contorno del cerro para fumigarlo, permitieron que el piloto no tuviera el tiempo ni el espacio necesario para nivelar la aeronave después de terminar la aplicación del producto.
 - 3.5. El piloto al mando reaccionó llevando de forma rápida el control cíclico atrás, junto con tirar del control colectivo, provocando una disminución de las revoluciones del rotor principal, con la consecuente pérdida de altitud de la aeronave que la llevó a impactar contra el terreno, en una actitud de nariz arriba.
 - 3.6. La maniobra de vuelo por el contorno del cerro, descrita en los puntos anteriores, se realizó con una distancia menor a la recomendada en la tabla referencial de "*Maniobras de descenso en vuelo*", lo que pudo haber afectado al control de la aeronave.
 - 3.7. Las condiciones meteorológicas de viento al momento del accidente, afectaron a la aeronave con una componente de 4 nudos de viento de cola y con una corriente descendente mientras bajaba por el contorno de la ladera sotavento del cerro, agravando las condiciones para nivelar el vuelo.
 - 3.8. Los daños encontrados en el motor fueron consecuencia del accidente.
-

3.9. El piloto al mando resultó con lesiones de carácter grave.

4. **CAUSA**

La causa más probable del accidente, fue que durante un trabajo aéreo a baja altura, mientras la aeronave descendía por el contorno de un cerro, se produjo una pérdida de separación vertical de la aeronave con el terreno, impactando contra la superficie.

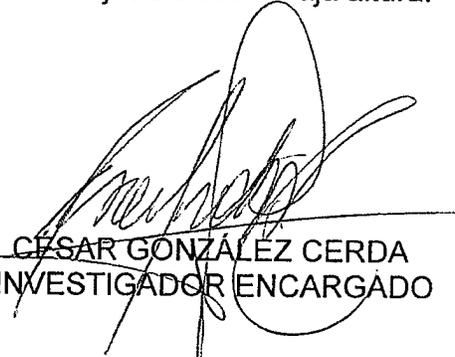
5. **FACTORES CONTRIBUYENTES**

- 5.1. Velocidad y separación con el terreno que mantenían la aeronave durante el vuelo del accidente.
- 5.2. Topografía irregular del fundo Santa Juana.
- 5.3. Condiciones meteorológicas de viento de cola y corrientes descendentes.

6. **RECOMENDACIONES**

- 6.1. Difundir el suceso investigado a través de la página web y otros medios institucionales, como asimismo, incluirlo en charlas y talleres orientados a los operadores de helicópteros.
- 6.2. Reiterar la importancia de considerar las características operacionales de los helicópteros, según su tipo de rotor, para los trabajos aéreos a baja altura.


ÁNGEL LEMUS HERNÁNDEZ
INVESTIGADOR TÉCNICO


CÉSAR GONZÁLEZ CERDA
INVESTIGADOR ENCARGADO

ANEXOS

Anexo "A", Set Fotográfico.
Anexo "B", Informe Técnico.
Anexo "C", Informe Meteorológico.

DISTRIBUCIÓN

EJ. N° 1.- DGAC., DPA, Expediente 1644CG
