



DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL  
DEPARTAMENTO PREVENCIÓN DE ACCIDENTES

## DPA

Departamento  
Prevención de  
Accidentes

# INFORME FINAL ACCIDENTE DE AVIACIÓN Nº 1807WS

Aeronave : HELICÓPTERO BELL 407

Lugar : SECTOR "EL ASIENTO", ALHUÉ,  
REGIÓN METROPOLITANA

Fecha : 12 DE ENERO DE 2017.

## **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 Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación" (DAR-13), aprobado por Decreto Supremo N° 216 de fecha 03 de diciembre del 2003.

## **DESCRIPCIÓN DEL SUCESO**

El día 12 de enero del 2017, a las 14:00 hora local, mientras el piloto al mando del helicóptero objeto de la investigación, se encontraba realizando una operación de extinción de incendio forestal, en el sector montañoso denominado "El Asiento", en la comuna de Alhué, Región Metropolitana, el helicóptero descendió súbitamente, impactando contra la superficie.

A consecuencia de lo anterior, el piloto resultó con lesiones graves, y la aeronave quedó destruida.

### **1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS**

#### **1.1. Reseña del vuelo**

- 1.1.1. El día del suceso, el piloto realizó un vuelo de traslado desde Olmué, en la Región de Valparaíso, hasta Alhué, en la Región Metropolitana, al mando de la aeronave objeto de la investigación, para luego comenzar a realizar labores de extinción de un incendio forestal en el sector El Asiento, consistentes en vuelos de reconocimiento y lanzamiento de agua, utilizando un dispositivo Bambi Bucket.
- 1.1.2. A las 14:00 hora local, mientras se encontraba realizando extinción del incendio forestal y específicamente al momento de realizar un lanzamiento de agua, el helicóptero no logró mantener la altura, descendiendo hasta impactar contra el terreno.
- 1.1.3. El helicóptero cayó en una zona donde el incendio forestal se encontraba activo, y quedó destruido por el impacto y la acción del fuego.
- 1.1.4. El piloto abandonó la aeronave por sus medios, y fue asistido por brigadistas que se encontraban participando de las labores de extinción del incendio forestal en tierra, y posteriormente fue trasladado a un centro asistencial, quedando con lesiones graves.

1.2. **LESIONES A PERSONAS**

LESIONES	Tripulación	Pasajeros	Otros	Total
<b>Mortales</b>				
<b>Graves</b>	1			1
<b>Menores</b>				
<b>Ninguna</b>				
<b>TOTAL</b>	1			1

1.3. **DAÑOS SUFRIDOS POR LA AERONAVE**

El helicóptero quedó destruido por el impacto y el incendio.

Ver anexo A, Informe Técnico.

1.4. **OTROS DAÑOS**

No se registraron

1.5. **INFORMACIÓN SOBRE LA TRIPULACIÓN**1.5.1. **Piloto al mando**1.5.1.1. **Antecedentes**

<b>EDAD</b>	46 años.
<b>LICENCIA</b>	Piloto comercial de helicóptero.
<b>HABILITACIONES</b>	Tipo: B407 – ALO2 – Bell 204/205/UH-1 Series – Bell 206/206L, vigentes hasta el 30.06.2017 Función: Instructor de vuelo, vigente hasta el 15.12.2019 – Extinción de incendios forestales, vigente hasta el 28.02.2017
<b>EXAMEN MÉDICO</b>	Clase 1, apto y sin observaciones, válido hasta el 30.06.2017.
<b>REGISTRA ACC/INCID.</b>	No

1.5.1.2. **Experiencia de Vuelo**

ANTECEDENTES	HORAS DE VUELO
<b>HRS. DE VUELO EN EL MATERIAL</b>	159:00
<b>HRS. DE VUELO 30 DÍAS PREVIOS</b>	24:18
<b>HRS. DE VUELO 60 DÍAS PREVIOS</b>	59:48
<b>HRS. DE VUELO 90 DÍAS PREVIOS</b>	95:18
<b>HRS. DE VUELO DÍA DEL SUCESO</b>	3:10
<b>HRS. DE VUELO TOTALES</b>	1.392:06

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

<b>FABRICANTE</b>		Bell
<b>MODELO</b>		407
<b>N° SERIE</b>		53063
<b>HORAS DE VUELO</b>		5.246,4
<b>PLAZAS AUTORIZADAS</b>		7
<b>AÑO DE FABRICACIÓN</b>		1996
<b>PESOS CERTIFICADOS</b>	<b>P.V.<sup>1</sup></b>	3.139,23 lb
	<b>P.M.D.<sup>2</sup></b>	6.000 lb en configuración de carga externa
<b>ÚLTIMA INSPECCIÓN</b>		50 horas, el 22.12.2016, a las 5.215,2 horas
<b>CERTIFICADO AERONAVEG.</b>	<b>CATEGORÍA</b>	Normal
	<b>EMITIDO</b>	2 de septiembre de 2016
	<b>EXPIRACIÓN</b>	1 de septiembre de 2018

1.6.2. **Antecedentes del motor**

<b>FABRICANTE</b>	Rolls-Royce
<b>MODELO</b>	250-C47B
<b>N° SERIE</b>	CAE-847399
<b>HORAS DE OPERACIÓN</b>	2.089,2 horas
<b>T.B.O.<sup>3</sup></b>	Modular
<b>ÚLTIMA INSPECCIÓN</b>	11 de febrero de 2016, a las 1.938,2 horas

1.6.3. **Documentación a bordo**

<b>ANTECEDENTES</b>	<b>CONDICIÓN</b>
<b>CERTIFICADO DE MATRÍCULA</b>	No encontrado
<b>CERTIFICADO DE AERONAVEGABILIDAD</b>	No encontrado
<b>MANUAL DE VUELO</b>	No encontrado
<b>BITÁCORA DE VUELO</b>	No encontrado

La documentación habría sido consumida producto de la acción del incendio forestal que afectaba la zona, y que alcanzó a la aeronave.

Las verificaciones de los registros de la DGAC, permitieron constatar que la aeronave contaba con su certificado de matrícula conforme a la normativa vigente, y que el certificado de aeronavegabilidad se encontraba dentro de su período de validez, sin observaciones.

<sup>1</sup> P.V.: Peso vacío.

<sup>2</sup> P.M.D.: Peso máximo de despegue.

<sup>3</sup> T.B.O.: Time between overhaul (tiempo entre overhaul).

#### 1.6.4. Historial de Mantenimiento

El Programa de Inspecciones establecido por el fabricante y aceptado por la DGAC, se estaba realizando sin observaciones en los intervalos pertinentes, a través de una Organización de Mantenimiento Aeronáutico (OMA), habilitada y vigente.

El estado de mantenimiento indicaría que la aeronave se encontraba sin observaciones.

**Ver anexo A, Informe Técnico.**

#### 1.6.5. Inspecciones efectuadas

1.6.5.1. El día del suceso, el equipo investigador concurrió hasta el sector del accidente, constando que toda la zona se encontraba afectada por un incendio forestal, intentando ubicar la posición de los restos, sin resultados positivos. En un sobrevuelo efectuado en el sector del incendio, aproximadamente a las 18:00 hora local, a una altitud de 4000 pies, la temperatura era de 35°C, en un ambiente de mediana turbulencia.

1.6.5.2. Al día siguiente, en horas de la mañana, se tomó conocimiento que los restos fueron ubicados por la empresa operadora. El equipo investigador se trasladó hasta la posición de los restos del helicóptero, donde se hicieron las siguientes constataciones:

1.6.5.2.1. La aeronave se encontraba destruida, por acción de la dinámica del accidente y propagación del incendio forestal que afectaba la zona.

1.6.5.2.2. La trayectoria de impacto de la aeronave fue con rumbo Noroeste, en línea recta y en descenso, dejando evidencia de impacto contra los árboles del sector y posteriormente contra la superficie, en las coordenadas 33°59'12,15"S, 71°1'56,64"O, que corresponden al faldeo Norte del cerro, con una elevación de 910 metros o 2.984 pies. Desde allí, se desplazó 40 metros ladera abajo.

1.6.5.2.3. El rotor de cola se encontraba aproximadamente 30 metros antes de la posición final de los restos. Una de sus palas no presentaba evidencia de daño, mientras que la otra presentaba una parte faltante y daños por incendio. Las características del daño indican que salió proyectado en la dinámica de impacto.

1.6.5.2.4. Junto a los restos del fuselaje, se encontraron las líneas correspondientes con el sistema Bambi Bucket.

**Ver anexos A, Informe Técnico y B, Fotografías.**

### 1.7. Peso y Balance

De acuerdo a los antecedentes recopilados, antes del lanzamiento en que ocurrió el suceso, el peso de la aeronave habría sido el siguiente:

Peso Vacío	:	3.139,23 lb
Piloto	:	190,00 lb
Agua en Bambi	:	1.607,20 lb
Canastillo + Bambi	:	100,00 lb
Combustible	:	450,00 lb
Aceite motor	:	10,31 lb
<u>Cargo</u>	:	<u>15,00 lb</u>
<b>Total</b>	:	<b>5.511,74 lb</b>

De acuerdo con los datos anteriores, la aeronave se encontraba bajo el peso máximo de despegue autorizado para carga externa (6.000lb), y el centro de gravedad dentro de la envolvente.

### 1.8. INFORMACIÓN METEOROLÓGICA

1.8.1. Del Informe Técnico Operacional N° 05/16 de la Dirección Meteorológica de Chile, requerido para la fecha, hora y lugar del accidente, se extrajo lo siguiente:

*“Posiblemente en el valle se produjo convección por efecto del incendio, la cual obedece al modelo básico de ascenso de aire (ver figura 1) sobre el foco calórico y descenso a una cierta distancia.”*

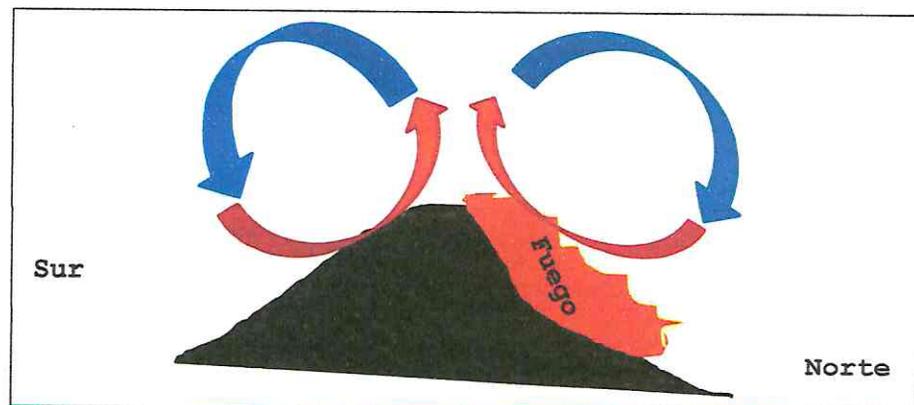


Figura 1. Modelo conceptual de convección por efecto del foco de calor (incendio).

Una ampliación al informe meteorológico indicó que la llama de un incendio forestal puede alcanzar una temperatura entre 1.000 y 1.200°C.

**Ver Anexo C, Informes Meteorológicos.**

En línea con lo anterior, el piloto indicó que al momento del suceso el incendio había aumentado su intensidad, encontrando corrientes descendentes y aire turbulento. De igual forma, señaló que en la ladera sur del cerro, el viento era desde el Suroeste, mientras que en la ladera norte, provenía desde el Noroeste.

En relación con la temperatura, el piloto no recordaba la temperatura exacta al momento del suceso, sin embargo, indicó que “*se sentía bastante calor*”.

Por otra parte, uno de los brigadistas señaló que el viento se encontraba errático en la zona del incendio.

1.9. **AYUDAS PARA LA NAVEGACIÓN**

No aplicable.

1.10. **COMUNICACIONES**

No aplicable.

1.11. **INFORMACIÓN DEL AERÓDROMO**

No aplicable.

1.12. **INFORMACIÓN MÉDICA**

No aplicable.

1.13. **INCENDIO**

La aeronave fue afectada por el incendio forestal existente en la zona, quedando destruida por la acción del fuego.

---

1.14. **SUPERVIVENCIA**

El piloto al mando abandonó la aeronave por sus medios, siendo asistido por personal de la brigada de incendios que se encontraba en las proximidades, y posteriormente trasladado a un centro asistencial, debido a la gravedad de sus lesiones.

En su relato, el piloto indicó que cortó el arnés de seguridad, para evitar quedar atrapado en la aeronave.

1.15. **RELATOS**

1.15.1. **Del piloto al mando**

Relató que el día del suceso, se trasladó, al mando del helicóptero objeto de la investigación, desde Olmué hasta Alhué, realizando labores de reconocimiento y extinción del incendio forestal en la zona, para luego aterrizar.

Aproximadamente a las 13:45 hora local, luego de reabastecer combustible, despegó nuevamente. En ese horario, las condiciones meteorológicas locales eran, viento desde el Suroeste en la ladera sur del cerro, y viento desde el Norte o Noroeste, en la ladera norte (donde se presentaba el incendio).

En uno de los lanzamientos, el piloto sintió que el helicóptero comenzó a perder velocidad, por lo que arrojó el agua y viró hacia el norte, descendiendo para ganar velocidad, y recuperando la condición de vuelo normal.

Debido a lo anterior, determinó adoptar una nueva ruta, realizando dos lanzamientos sin observaciones. Al realizar el tercer lanzamiento utilizando esta ruta, el piloto sintió que el helicóptero perdió altura súbitamente, atribuyéndolo a una corriente descendente, y sintió un comportamiento anormal que interpretó como un impacto del Bambi con el rotor de cola.

Ante esto, intentó realizar un viraje, no obstante a lo cual no logró recuperar la condición de vuelo normal, precipitándose contra el terreno.

Al impactar contra el terreno, el helicóptero se desplazó hasta la base de la ladera, donde se detuvo. El piloto abandonó la aeronave por sus medios y posteriormente fue asistido por brigadistas.

El piloto describió que en el lanzamiento durante el cual ocurrió el suceso, ingresó a la zona a una velocidad aproximada de 60 nudos, y aproximadamente 20 metros más alto

de lo habitual, debido a que en esa zona la magnitud del incendio era mayor, con llamas y temperatura más alta.

1.15.2. **Del testigo**

Se desempeñaba en la brigada de extinción de incendios en la zona del incendio forestal donde ocurrió el accidente, observando las descargas del helicóptero.

Indicó que cuando el helicóptero realizó un lanzamiento, el Bambi Bucket hizo contacto con el rotor de cola, luego de lo cual la aeronave se precipitó contra el terreno, sin observar que el helicóptero girara sobre su eje, en el descenso.

Posteriormente, contribuyó a coordinar la asistencia al piloto para evacuarlo de la zona del incendio forestal.

Indicó que, en la zona del incendio, el viento era de dirección variable.

1.15.3. **Del testigo**

Se desempeñaba como parte del equipo de brigadistas que participaba de la extinción del incendio forestal, e indicó que vio pasar el helicóptero por sobre su cabeza y posteriormente, sintió un estruendo que asoció a un impacto del helicóptero contra el terreno. Concurrió al lugar, ayudando al piloto a evacuar la aeronave.

1.16. **INFORMACIÓN ORGÁNICA Y DE DIRECCIÓN**

1.16.1. Se consultaron las especificaciones operativas y el manual de operaciones de la empresa operadora, estableciendo lo siguiente:

1.16.1.1. El piloto formaba parte de la dotación de pilotos permanentes de la empresa, y mantenía los cargos de gerente de operaciones, instructor de vuelo y piloto.

1.16.1.2. La aeronave se encontraba autorizada para realizar la operación de extinción de incendios forestales.

1.16.2. Del procedimiento de extinción de incendio forestal, contenido en el manual de operaciones, se extrajo lo siguiente:

*“f) La velocidad máxima con el bambi bucket desplegado es de 100 millas o 87 nudos”.*

*“s) Los incendios forestales generan su propio microclima con vientos circulares y ascendentes muy violentas, después de las cuales vendrá una descendente de la misma intensidad”.*

1.17. INFORMACIÓN ADICIONAL

- 1.17.1. La tabla de limitaciones de temperatura ambiente (ambient air temperature limitations), incorporada en el Manual de Vuelo de helicóptero Bell 407, establece una limitación de temperatura ambiente de aproximadamente 46°C para una altitud de presión de 3000 pies (ver figura 2):

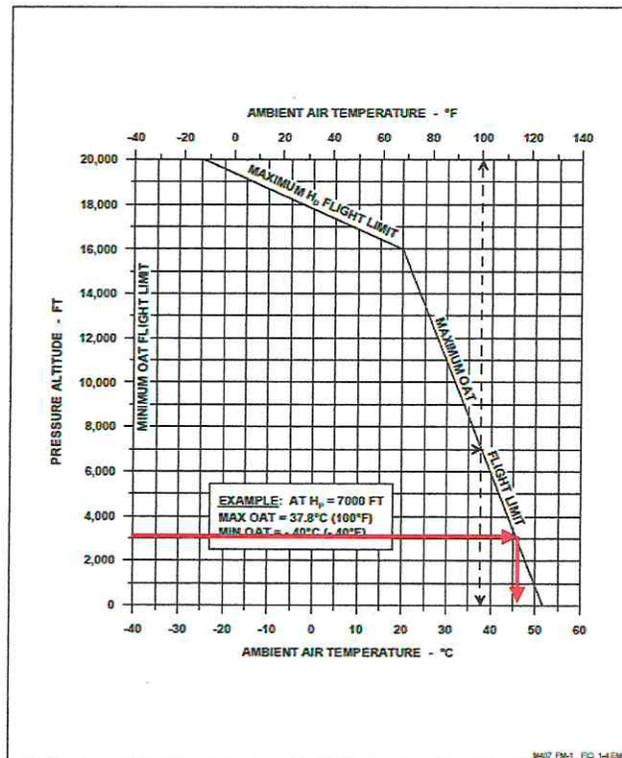


Figura 2. Tabla ambient air temperature limitations.

- 1.17.2. Del documento FAA-8083-H-21A, "Helicopter Flying Handbook" (Manual de Vuelo de Helicóptero), se extrajo la siguiente información respecto del factor de carga (traducción de cortesía):

*"El peso de un helicóptero también puede ser influenciado por cargas aerodinámicas. Cuando usted inclina un helicóptero mientras mantiene una altitud constante, el factor 'G' o factor de carga aumenta. El factor de carga es la carga real en las palas del rotor en cualquier momento, dividido por la carga normal o peso bruto (peso del helicóptero y su contenido). Cada vez que un helicóptero vuela en una trayectoria de vuelo curva y altitud constante, la carga soportada por las palas del rotor es mayor que el peso total del helicóptero. Mientras más apretada es la trayectoria de vuelo curva, más escarpada es la inclinación; a mayor rapidez del flare o recuperación de una picada, mayor es la carga soportada por el rotor.*

*Para sobreponerse a este factor de carga adicional, el helicóptero debe ser capaz de producir más sustentación. Si no se dispone de potencia de motor en exceso, el helicóptero desciende o tiene que desacelerar para mantener la misma altitud. El factor de carga y, por ende, un aparente aumento en el peso bruto, es relativamente pequeño en inclinaciones de hasta 30°. Sin embargo, bajo el conjunto correcto de circunstancias, tales como alta altitud de densidad, aire turbulento, alto peso bruto y técnica pobre del piloto, la potencia suficiente o en exceso para mantener altitud y velocidad aérea podría no estar disponible”.*

- 1.17.3. El helicóptero se encontraba equipado con un sistema Bambi Bucket modelo 1821. Este modelo, según las especificaciones del fabricante, tiene una extensión máxima de 4,7 metros.
- 1.17.4. Según las especificaciones del helicóptero Bell 407, para que un objeto conectado al gancho de carga ventral pueda alcanzar el rotor de cola, tendría que medir como mínimo 5,74 metros.

## 2. **ANÁLISIS**

- 2.1. En consideración a los antecedentes incorporados en la investigación, el piloto contaba con la licencia y habilitaciones necesarias para operar la aeronave, en el marco del vuelo en que ocurrió el suceso.
  - 2.2. La aeronave se encontraba con su certificado de aeronavegabilidad dentro del período de vigencia, y su mantenimiento era realizado en una Organización de Mantenimiento Aeronáutico (OMA) habilitada en el material, elementos que no contribuyeron a la ocurrencia del suceso.
  - 2.3. Lo anterior, sumado a la inspección efectuada en el sitio del suceso, no indica fallas asociadas al funcionamiento de los sistemas de la aeronave, descartándose estos elementos como causa o contribuyentes al accidente.
  - 2.4. La evidencia encontrada en el rotor de cola, indica que salió proyectado en la dinámica del impacto de la aeronave contra la superficie, sin observarse evidencia de impacto durante su funcionamiento.
  - 2.5. Además de lo anterior, el largo del Bambi Bucket utilizado (4,7 metros) es inferior a la distancia requerida para alcanzar el rotor de cola, lo que contribuye a descartar que este sistema hubiese hecho contacto con el rotor de cola. Sin perjuicio de ello, el nivel
-

de destrucción de la aeronave no permitió determinar si el Bambi hizo contacto con algún punto del cono de cola del helicóptero.

- 2.6. Adicionalmente, la trayectoria de impacto indica que se produjo un desplazamiento lineal en descenso hasta la zona de impacto, y en ese punto, no se encontró evidencia de impacto con giro, lo contribuye a descartar una falla o pérdida de eficiencia del rotor de cola en el caso investigado.
- 2.7. En relación con las condiciones meteorológicas, los relatos y los informes meteorológicos permiten señalar que a la hora del suceso, el incendio forestal había aumentado su actividad, existiendo un incremento del viento, turbulencia, corrientes descendentes y un aumento de la temperatura, generando mayor altitud de densidad.
- 2.8. El piloto señaló que, en una de las operaciones previas al suceso, sintió que el helicóptero comenzó a perder velocidad, pero que logró recuperar el vuelo normal al arrojar el agua. Esta situación podría haberse ocasionado por un aumento en el factor de carga, lo que refuerza la implicancia de las condiciones de alta temperatura y altitud de densidad existentes en la zona.
- 2.9. Luego, al realizar la operación en que se produjo el suceso, el piloto indicó que el helicóptero súbitamente descendió, situación que podría explicarse por el encuentro con una corriente descendente o aire turbulento. Agregó que, a pesar de comenzar a realizar un viraje para recuperar la condición de vuelo normal, no lo logró, terminando impactado. Respecto a ello, al acercarse a la superficie del terreno afectado por el incendio, habría encontrado una masa de aire de mayor temperatura, con el correspondiente aumento de la altitud de densidad, lo cual habría dificultado la recuperación del vuelo normal.

### 3. **CONCLUSIONES**

- 3.1. El piloto mantenía su licencia vigente y contaba con las habilitaciones necesarias para operar la aeronave, en el marco del vuelo en que ocurrió el suceso.
  - 3.2. En el estado de mantenimiento de la aeronave, no se encontraron observaciones que hubieran causado o contribuido al suceso investigado.
  - 3.3. No se establecieron fallas de orden técnico que hubiesen causado o contribuido al suceso investigado.
-

- 3.4. No se encontró evidencia de impacto del Bambi Bucket contra el rotor de cola, descartándose su participación en el suceso.
- 3.5. Las condiciones meteorológicas existentes en la zona del accidente, producto de la orografía y del incendio forestal, eran propicias para la formación de corrientes descendentes, aire turbulento, aumento de temperatura y altitud de densidad.
- 3.6. Durante la operación de extinción de incendio forestal, mientras el piloto realizaba un lanzamiento de agua, el helicóptero descendió súbitamente, probablemente a consecuencia de encontrar una corriente descendente o aire turbulento.
- 3.7. En el descenso, el helicóptero encontró condiciones de mayor temperatura y altitud de densidad, que dificultaron la recuperación del vuelo normal, impactando contra la superficie.
- 3.8. Luego del impacto, la aeronave se desplazó ladera abajo, hasta detenerse, luego de lo cual, el piloto evacuó el helicóptero por sus medios y fue asistido por los brigadistas cercanos.
- 3.9. Los daños fueron consecuencia de la dinámica del accidente y posterior acción del incendio forestal que alcanzó a la aeronave, resultando destruida.

#### 4. **CAUSA MÁS PROBABLE**

Durante la operación de extinción de incendio forestal, el helicóptero habría encontrado una corriente descendente o aire turbulento, descendiendo súbitamente hasta impactar contra la superficie.

#### 5. **FACTORES CONTRIBUYENTES**

- 5.1. Aumento de la temperatura ambiental y de la altitud de densidad, producto del incendio forestal.
  - 5.2. Turbulencia y corrientes descendentes, asociadas a la orografía del sector y presencia del incendio forestal.
-

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.

CARLOS RIQUELME SANDOVAL  
INVESTIGADOR TÉCNICO

WINSTON SAN MARTÍN PARRA  
INVESTIGADOR ENCARGADO

**ANEXOS**

- "A" Informe Técnico.  
"B" Fotografías.  
"C" Informes Meteorológicos.

**ANEXO A**

**INFORME TÉCNICO**

## INFORME TÉCNICO

### 1. ANTECEDENTES GENERALES

- LUGAR, FECHA Y HORA : Sector El Asiento, comuna de Alhué, provincia de Melipilla, Región Metropolitana, el 12 de enero de 2017, a las 14:00 hora local.
- TIPO DE AERONAVE : Helicóptero a turbina, monomotor, marca Bell, modelo 407, tren de aterrizaje, tipo skid.
- TIPO DE SUCESO : Accidente de aviación.
- SÍNTESIS DEL SUCESO : Durante una operación de combate de incendio forestal en el sector antes señalado, la aeronave se precipitó a tierra quedando al fondo de una quebrada, para luego incendiarse, resultando totalmente calcinada.
- CONSECUENCIAS : Piloto con lesiones graves, la aeronave destruida en su totalidad.

### 2. PROPÓSITO Y ALCANCE

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

### **3. DAÑOS DE LA AERONAVE**

La aeronave resultó destruida, producto del impacto contra el terreno y posterior incendio.

### **4. INSPECCIONES**

- 4.1. El equipo investigador realizó una fijación fotográfica a los restos de la aeronave, pudiendo apreciar que la totalidad del fuselaje central, cono de cola, rotor principal, equipo e instrumentos, equipos y accesorios, se encontraban calcinados.
- 4.2. Se observaron algunos componentes que estaban diseminados en un radio aproximado de 50 metros, tales como:
  - 4.2.1. El conjunto del rotor de cola, el cual estaba con su caja de cola, desprendido de su unión a la sección trasera del tail boom. Una de sus palas estaba intacta, afectada por la temperatura en la zona de unión al cubo y la otra estaba calcinada.
  - 4.2.2. Uno de los skids (izquierdo) y una de las palas del rotor principal, ambos dañados por el impacto y la alta temperatura, próximos al punto de impacto del helicóptero contra la superficie.
  - 4.2.3. El otro skid (derecho) permanecía próximo a la posición final del helicóptero.
  - 4.2.4. La mayor concentración de restos, correspondientes al fuselaje, se encontró calcinado, en la parte inferior de la ladera.

### **5. ESTADO DE MANTENIMIENTO**

- 5.1. La verificación de los registros de mantenimiento pudo establecer que el programa de inspecciones, Plan de Reemplazos, Peso y Balance y Directivas de Aeronavegabilidad (AD's y DA's), se estaban aplicando por el operador a través de una Organización de Mantenimiento Aeronáutico (OMA) autorizada, según lo establecido por el fabricante y lo aceptado por la DGAC.
  - 5.2. La última inspección de 300 horas o 12 meses, se realizó el 10 de junio de 2016, a las 5.194,5 horas, en España.
  - 5.3. La aeronave tuvo su primera certificación en el país el 02 de septiembre de 2016, a las 5.196,5 horas.
-

- 5.4. El 22 de Noviembre de 2016 se efectuó una inspección de control de corrosión de 100 horas, o 90 días, a las 5.208,8 horas.
- 5.5. La última inspección de mantenimiento, estuvo dirigida a varios componentes, entre las que se destaca el mástil del rotor principal y la aplicación de un AD (Directiva de Aeronavegabilidad), a los largueros del fuselaje, a las 5.215,2 horas, el 22 de diciembre de 2016.
- 5.6. En los registros de la aeronave tenidos a la vista, no se observaron notas de pilotos ni discrepancias de mantenimiento, desde su certificación, a la fecha del suceso.

## **6. ANÁLISIS**

- 6.1. La verificación de los registros de mantenimiento, comprobó que el operador estaba realizando el mantenimiento de la aeronave a través de un OMA autorizado y habilitado en el material, sobre la base establecida en el manual del fabricante, estimándose que el helicóptero mantenía su condición aeronavegable, por lo que este aspecto técnico no habría sido un factor que hubiese contribuido al accidente.
- 6.2. No fue posible establecer fallas en la aeronave, debido al nivel de destrucción producto del impacto e incendio.
- 6.3. Sobre la base de lo señalado en el punto anterior, y considerando la dinámica del accidente, no habría un compromiso de orden mecánico, o técnico que hubiese afectado la operación de la aeronave.

## **7. CONCLUSIONES**

- 7.1. El operador de la aeronave cumplía con el mantenimiento requerido, para mantener la condición de aeronavegabilidad continuada del helicóptero.
  - 7.2. No hubo fallas reportadas de tipo técnicas o mecánicas que afectaran a la aeronave a partir de su primera certificación en el país.
  - 7.3. No se pudo establecer fallas técnicas ni mecánicas que hubiesen sido causa o contribuyentes al suceso.
  - 7.4. Los daños son concordantes con el impacto y posterior incendio de la aeronave.
-

**8. RECOMENDACIONES**

No hay.

CARLOS RIQUELME SANDOVAL  
INVESTIGADOR TÉCNICO

---

## APENDICE 1

<b>A.- ANTECEDENTES DE LA AERONAVE.</b>			
<b>MARCA</b>	Bell		
<b>MODELO</b>	407		
<b>NÚMERO DE SERIE</b>	53063		
<b>AÑO FABRICACIÓN</b>	1996		
<b>PESO BÁSICO VACÍO</b>	3.139.23 lb	<b>PESO MÁXIMO DESPEGUE</b> 5.250 lb (sin carga externa) 6.000 lb (con carga externa)	
<b>PLAZAS</b>	<b>TRIPULACIÓN</b> 1	<b>PASAJEROS</b> 6	
<b>HORAS DE VUELO AL DÍA SUCESO</b>	<b>HRS. DE VUELO</b> 5.246,4	<b>FUENTE</b> Bitácora de vuelo	
<b>ÚLTIMA INSPECCIÓN</b>	<b>FECHA</b> 22 Diciembre 2016	<b>HRS VLO</b> 5.215,2	<b>TIPO</b> 50 hrs., ítem diversos

<b>B.- ANTECEDENTES DEL MOTOR</b>	
<b>MARCA</b>	Rolls-Royce Corporation
<b>MODELO</b>	250-C47B
<b>NÚMERO DE SERIE</b>	CAE-847399
<b>HORAS DE OPERACIÓN</b>	2.089,2
<b>T.B.O. (Time Between Overhaul)</b>	Modular
<b>ÚLTIMA INSPECCIÓN</b>	El 11 de febrero de 2016, a las 1938,2 hrs.

<b>E.- DOCUMENTACIÓN A BORDO.</b>			
<b>CERTIFICADO DE MATRÍCULA</b>	<b>SI</b>	<b>OBSERVACIONES</b> Sin observaciones.	
<b>CERTIFICADO DE AERONAVEGABILIDAD.</b>	<b>EMISIÓN</b>	<b>VENCIMIENTO</b>	<b>CATEGORÍA</b>
	02-09-2016	01-09-2018	Normal
<b>BITÁCORA DE VUELO</b>	<b>SI</b>	<b>OBSERVACIONES</b> Sin observaciones.	

<b>F.- DOCUMENTACIÓN AERONAVEGABILIDAD</b>			
<b>PROGRAMA DE INSPECCIONES</b>	Conforme a lo establecido en el manual de mantenimiento del fabricante y aprobado por la DGAC.		
<b>HABILITACIÓN CMA</b>	<b>CLASE</b>	<b>TIPOS AERONAVES</b>	
	3	Bell: 222U, 206 series, 412, 407 429. AS350BA, otros.	
<b>MANUAL MANTENIMIENTO</b>	<b>NÚMERO</b>	<b>FECHA</b>	
	BHT 407, Rev. 44	15-12-2015	
<b>ÚLTIMA INSPECCIÓN ANUAL</b>	<b>ORDEN DE TRABAJO N°</b>	<b>FECHA</b>	
	2-2015KZJ	11 de Febrero de 2016	
<b>ÚLTIMA INSPECCIÓN AVIÓNICA / INSTRUMENTOS</b>	10 de Junio de 2016		
<b>PLACA DE IDENTIFICACIÓN DE MATRÍCULA, INCOMBUSTIBLE</b>	<b>INSTALADA EN LA AERONAVE</b>	<b>SI</b>	
<b>PLACA DE DATOS (DATA PLATE) SEGÚN CERTIFICADO TIPO</b>	<b>AERONAVE</b>	<b>MOTOR</b>	<b>TRANSMISIÓN</b>
	<b>SI</b>	<b>SI</b>	<b>SI</b>

<b>F.- DOCUMENTACIÓN AERONAVEGABILIDAD</b>		
<b>MATERIA</b>	<b>REGISTROS</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
<b>PROGRAMA DE INSPECCIONES.</b>	<b>SI</b>	Sin observaciones.
<b>PLAN DE REEMPLAZOS</b>	<b>SI</b>	Sin observaciones.
<b>DIRECTIVAS DE AERONAVEGABILIDAD, ADs Y DA's).</b>	<b>SI</b>	Sin observaciones.
<b>ALTERACIONES Y REPARACIONES</b>	<b>SI</b>	Sin observaciones.
<b>PESO Y BALANCE</b>	<b>SI</b>	Sin observaciones.



FOTOGRAFIA N° 1, se aprecia el rotor de cola desprendido, una de sus palas quebrada y afectada por el incendio.



FOTOGRAFIA N° 2 , Se distingue una de las palas principales, afectada por la alta temperatura del incendio.

**ANEXO B**

**FOTOGRAFÍAS**

## FOTOGRAFÍAS



1. Trayectoria de impacto de la aeronave (rojo), y posterior desplazamiento hacia su posición final (verde).



2. Zona del accidente, indicando el desplazamiento del helicóptero desde el impacto con la superficie, hasta su posición final.



3. Vista del rotor de cola de la aeronave.



4. Posición final de los restos.

**ANEXO C**

**INFORMES**

**METEOROLÓGICOS**

## **INFORME TÉCNICO OPERACIONAL N°28/17**

El Jefe del Subdepartamento de Climatología Meteorología de la Dirección Meteorológica de Chile que suscribe, informa que las condiciones meteorológicas estimadas para el día 12 de enero de 2017, entre las 13:00 y las 15:00 hora local, en el sector El Asiento, Alhué, Región Metropolitana son las que a continuación se detallan:

### **I.- ANTECEDENTES**

**1.- Cartas de superficie de las 18:00 UTC (15:00 hora local) del día 12 de enero de 2017. (Anexo I)**

Se observa margen anticiclónico sobre la zona del área del accidente.

**2.- Imágenes de satélite (Anexo II)**

Imágenes infrarroja y visible del día 12 de enero de 2017, a las 14:00 hora local (17:00 UTC).

Las imágenes muestran cielos despejados sobre el área del accidente.

**3.- Extracto Pronóstico de Área (Anexo III)**

Pronóstico de Área local de validez 12:00 UTC a 18:00 UTC (09:00 a 15:00 hora local) del día 12 de enero de 2017, emitido por el Centro Meteorológico de Pudahuel, para el nivel de vuelo bajo los 15.000 pies.

**a) Sección I**

Viento en superficie: Entre 30-35 nudos al sur de los 33° de latitud sur y entre los 73 y 72 ° de longitud oeste.

Turbulencia: Moderada sobre los 10.000 pies en costa  
Valle al sur de los 37° de latitud sur moderada bajo los 2500 pies, sobre el nivel medio del mar y entre Viña del Mar y Isla Juan Fernández entre los 76° y 72° de longitud oeste.

**b) Sección II**

Superficie: Baja presión de 1010 hPa en los 32° de latitud sur con 72° de longitud oeste, debilitándose. Alta presión de 1021 hPa en los 31° de latitud sur con 82° de longitud oeste, intensificándose.

TRAMO La Serena - Curicó

<b>Altitud Nivel en pies</b>	<b>Dirección viento (°)</b>	<b>Intensidad viento (KT)</b>	<b>Temperatura °C</b>
<b>2.000</b>	150/Sureste	5	20
<b>5.000</b>	170/Sur	10	18
<b>7.000</b>	310/Noroeste	5	14
<b>10.000</b>	330/Noroeste	5	9
<b>15.000</b>	320/Noroeste	10	0

Isoterma 0°C: Pronosticada a los 15.000 pies (4.572 m) sobre el nivel medio del mar, en tramo La Serena - Curicó.

QNH mínimo: 1.010 hPa.

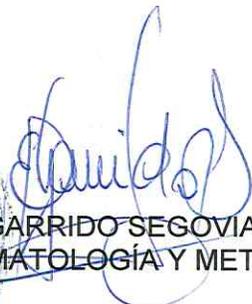
## II.- CONCLUSIONES

El día 12 de enero de 2017, entre las 13:00 y las 15:00 horas en el sector El Asiento, Alhué, Región Metropolitana, se presentó con margen anticiclónico.

De acuerdo a lo observado en las imágenes de satélite, el cielo se presentó despejado.

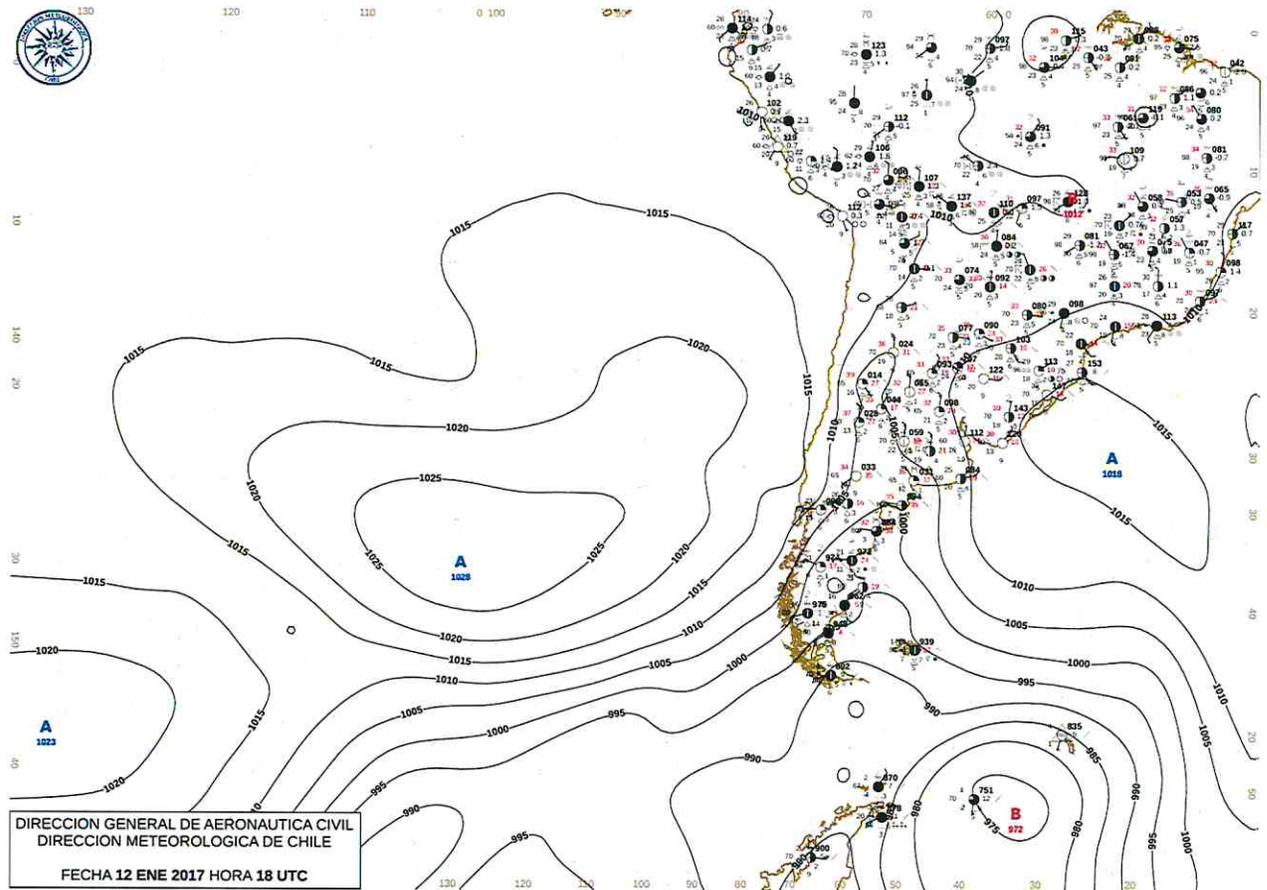
Según el pronóstico de ruta (Anexo III) en superficie se produciría windshear entre 30 a 35 nudos al sur de los 33° de latitud sur entre los 72° y 76° de longitud oeste.

Por otra parte, el radio sonda de Santo Domingo de las 12UTC (9:00 HL) muestra una marcada estabilidad en niveles bajos y viento predominante del sur entre 20 a 30 nudos. Posiblemente en el valle se produjo convección por efecto del incendio, la cual obedece al modelo básico de ascenso de aire (Fig.1) sobre el foco calórico y descenso a una cierta distancia. Sin embargo, no contamos con información para confirmar la existencia de corrientes descendentes en el lugar del accidente.

  
  
ENRIQUE GARRIDO SEGOVIA  
JEFE SUBDEPTO. CLIMATOLOGÍA Y MET. APLICADA

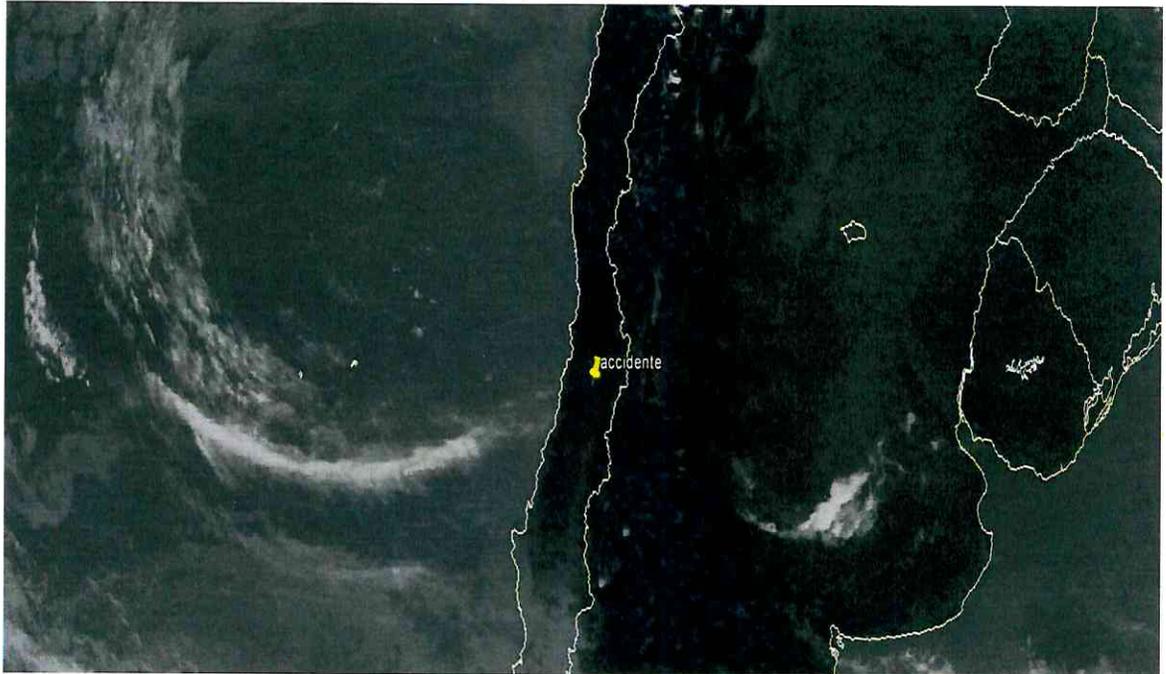
# ANEXO I

Cartas de superficie de las 18:00UTC (15:00 hora local) del día 12 de enero de 2017.

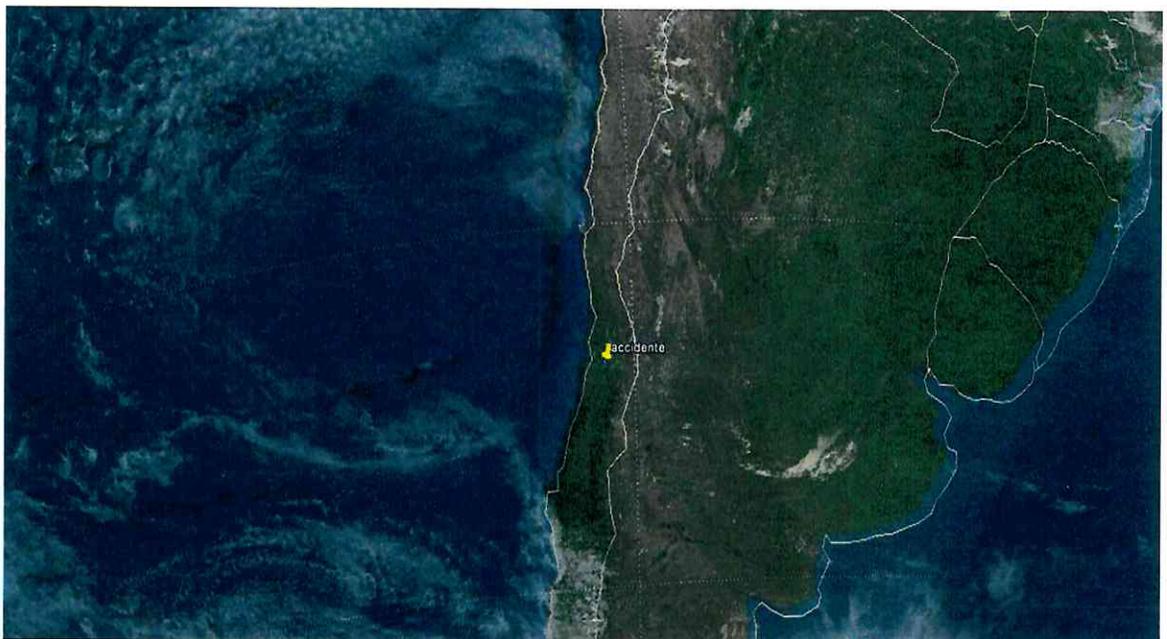


## ANEXO II

- a) Imágenes de Satélite espectro infrarrojo de las 17:00 UTC (14:00 hora local), del día 12 de enero de 2017.



- b) Imágenes de Satélite espectro visible de las 17:00 UTC (14:00 hora local), del día 12 de enero de 2017.



**ANEXO III**

**Pronóstico de Área local** de validez 1200 a 18:00 UTC (09:00 a 21:00 hora local) del día 12 de enero de 2017, emitido por el Centro Meteorológico de Pudahuel, para el nivel de vuelo bajo los 15.000 pies.

GAMET

VALID 121200/121800 SCEL-SANTIAGO FIR BLW FL150

SECN I

SFC WSPD: 30-35 KT BTN S OF S33 BTN W073-S072

TURB: MOD ABV100 HFT AMSL COT

VAL S OF S37 MOD BLW025 HFT AMSL SCVM-SCIR BTN W076-W072

SECN II

PSYS: L 1010 HPA S32 W072 WKN H 1021 HPA S31 W082 INTSF

ALTITUD SCSE-SCIC

020HFT AMSL 150/05KT PS20

050HFT AMSL 170/10KT PS18

070HFT AMSL 170/05KT PS14

100HFT AMSL 270/05KT PS09

150HFT AMSL 270/10KT MS00

FZLVL 150 HFT AMSL

MNM AMSL: 1010 HPA

## ANEXO IV

Radio sonda de Santo Domingo del día 12 de enero 2017 a las 12UTC (9:00 HL)

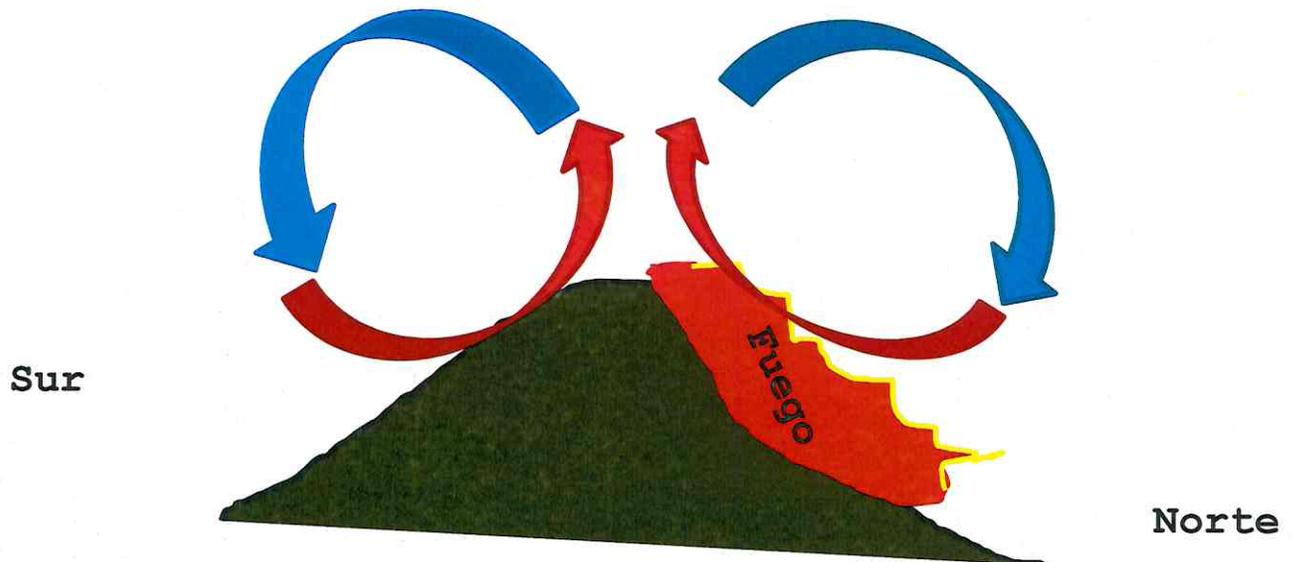
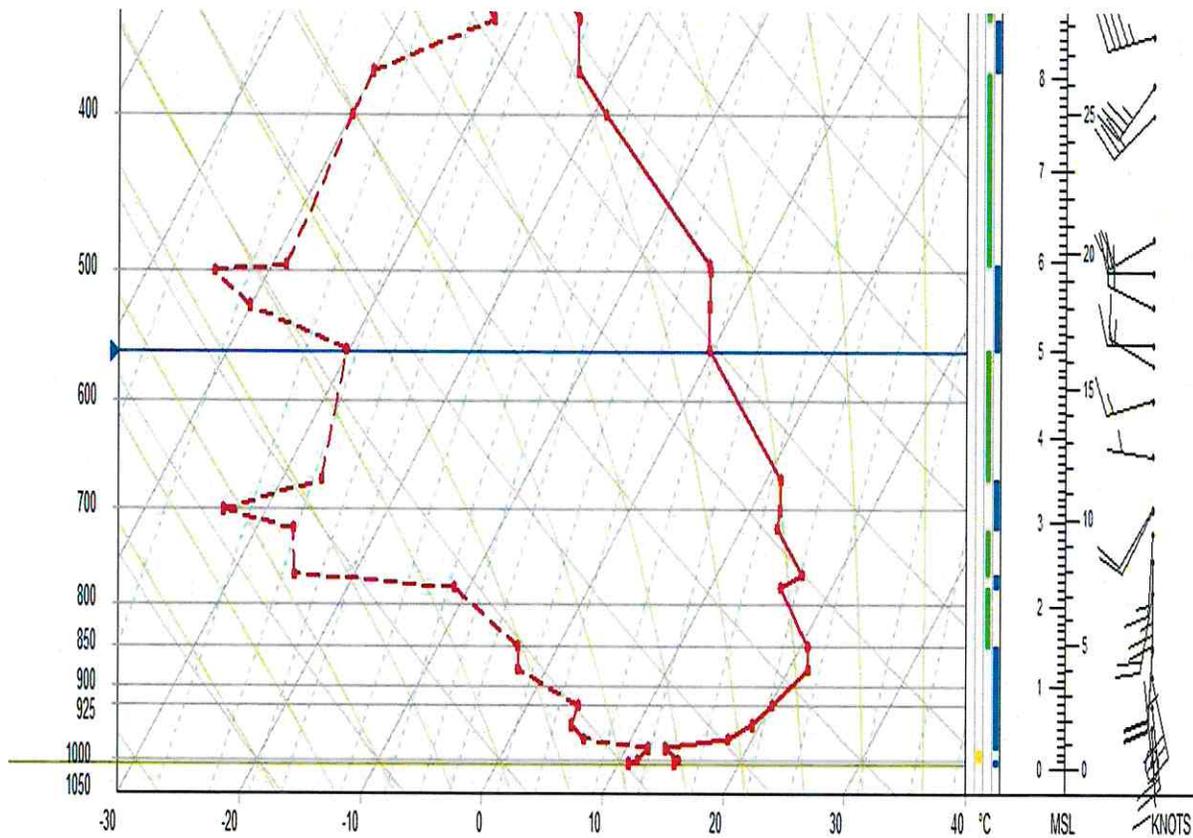


Figura 1. Modelo conceptual de convección por efecto de foco de calor (incendio)

## INFORME TÉCNICO OPERACIONAL N°421/17

El Jefe del Subdepartamento de Climatología y Meteorología de la Dirección Meteorológica de Chile que suscribe, informa que:

### 1.- ¿Qué temperatura puede alcanzar un incendio forestal?

Como Dirección Meteorológica de Chile, no contamos con este tipo de estudios o mediciones, sin embargo, se realizó la consulta a CONAF (gerencia protección incendios forestales), y nos indican que la temperatura se encuentra entre los 1.000°C y 1.200°C.

Por otra parte, algunos estudios como el realizado por Luis Zarate López (2004), llamado "Estudio de las características físicas y geométricas de la llama en los incendios forestales", de la Universidad Politécnica de Cataluña, se sostiene que:

En general la temperatura de la llama de los incendios forestales ha sido relativamente poco estudiada, la mayoría de las veces se ha supuesto una temperatura constante sobre toda la llama (valor medio aproximado).

Para analizar la temperatura de la llama se ha realizado:

- Quema controlada, con viento constante entre 14 y 16 km/h.
- Ensayo de laboratorio en una mesa de combustión localizada

En el caso de la quema prescrita, las temperaturas máximas se encuentran entre 1.391°K (1.118°C) y 1041°K (768°C), con un valor promedio de 1250°K (977°C). La temperatura máxima de la llama se localiza en un punto intermedio entre la base de la llama y el extremo superior, esto como consecuencia del viento que genera una mayor dispersión de los datos, siendo su posición más frecuente el 24% de la altura de la llama. Las temperaturas mínimas en la mayoría de los casos se localizaron en la región superior de la llama (en la punta o muy cercana de la misma).

En los grandes incendios donde se presentan llamas con flujos turbulentos se observan significativas fluctuaciones (tanto en las características geométricas como en los parámetros termofísicos), por lo que un valor promedio de temperatura no es necesariamente un valor representativo de la temperatura superficial de la totalidad de la llama visible.

**2.- En las condiciones del incendio forestal en cuestión, es decir, lugar, hora, temperatura promedio del sector, ¿qué rango de temperatura sería esperable a 50 y 100 pies sobre el nivel del suelo**

Consultado a CONAF, indican que no se cuenta con herramientas para saber la temperatura a estas alturas nombradas anteriormente.

Se adjuntará vía correo electrónico link con video graficando la temperatura en un incendio forestal



**ENRIQUE GARRIDO SEGOVIA**  
**JEFE SUBDEPTO. CLIMATOLOGÍA Y MET. APLICADA**  
**JEFATURA**