

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE AERONÁUTICA
SANTIAGO – CHILE



ESTUDIO DEL MERCADO AERONÁUTICO EN RELACION A AERONAVES
DE ALA ROTATIVA DISPONIBLES PARA ADQUISICIÓN Y ARRIENDO PARA
EL COMBATE DE INCENDIOS FORESTALES

REBECCA ELENA CORTESI BÁEZ

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERA EN AVIACIÓN COMERCIAL

PROFESORA GUÍA: ANAMARIA ARPEA
PROFESOR CORREFERENTE: MARTINUS POTTERS

ENERO, 2025

Dedicatoria

Este estudio ha significado el término de una etapa tan importante como lo es la universidad. A lo largo de mi vida siempre supe que estudiar es un privilegio que no todos pueden experimentar, ser la primera universitaria de mi familia me hace sentir muy orgullosa, una victoria que le dedico a mis abuelos Nancy y Eduardo quienes lo son todo para mí.

A mis padres Carla y Franco quienes han sido mi mayor consuelo y aliento estos 5 años, que su apoyo y amor incondicional han sido clave para esta mini ingeniera que está logrando sus metas y a puertas de cumplir sueños.

A mis hermanos Maximito y Facundito que siempre me celebran todo, que cuando jugamos a las preguntas siempre dicen que la más inteligente de la casa soy yo y me llenan el corazón de ternura.

A Vicente, quien siempre estuvo dispuesto a ayudarme en absolutamente todo con una paciencia admirable, dándome ánimos y enseñándome que una actitud positiva y las ganas de salir adelante son todo.

A mis tíos y tías que siempre me mandan mensajitos alegrándose por mis logros.

A todas las personas que me ayudaron a comprender que la universidad no sólo deja grandes enseñanzas, sino que fortalece lazos, deja amigos increíbles y que a mí personalmente me hizo saber que soy capaz de lograr todo lo que me proponga.

Y, por último, pero no menos importante a mis profesores, ellos son el núcleo y la base de mi educación y sé que hay unos cuantos que recordaré con mucho cariño y admiración.

Gracias a todos.

Resumen Ejecutivo

Chile es un país vulnerable a los incendios forestales debido a una combinación de factores climáticos, geográficos y humanos, con un más de un 60% provocados por irresponsabilidad humana¹.

Tabla 1: Ocurrencia de incendios forestales.

Causas	Total de incendios
1.7 Tránsito de personas, vehículos o aeronaves	37.382
2.1 Incendios intencionales	45.921

Fuente: Estadísticas CONAF.

La zona norte caracterizada por su clima árido y semiárido representa un riesgo menor de incendios forestales, siendo el total de ellos 33 en el año 2023, sin embargo, el cambio climático ha comenzado a afectar la zona ya que ha aumentado la temperatura y con ello el periodo de sequía.

La zona central es vulnerable a los incendios forestales debido a su clima mediterráneo, siendo el total de incendios forestales 2.185 en el año 2023. Esta zona alberga una gran cantidad de vegetación inflamable como eucalipto y pino, la región de Valparaíso se ha visto particularmente afectada recientemente con 8.651 hectáreas de zona rural y urbana quemadas.

La zona sur enfrenta un alto riesgo de incendios forestales, debido a su abundante vegetación, ya que a pesar de que presenta más precipitaciones que las otras zonas, los veranos pueden ser secos y calurosos, además los vientos fuertes avivan y propagan los incendios con rapidez, siendo el total de ellos 4.764 para el año 2023, lo que evidencia que del territorio nacional estas regiones son las más afectadas.

¹(28 de mayo, 2024), CONAF.<https://www.conaf.cl/centro-documental/distribucion-nacional-de-la-ocurrencia-n-de-incendios-forestales-segun-causalidad-2003-2023/>

Debido a la dificultad de acceso a las áreas afectadas y la rápida propagación del fuego, es necesario implementar soluciones eficientes. Es por esto por lo que CONAF, la principal entidad a nivel nacional en combatir incendios forestales, sin embargo, no cuenta con una flota de aeronaves de ala rotatoria, establece contratos de leasing durante las temporadas más críticas del año para garantizar un combate adecuado.

Palabras clave: CONAF, incendio forestal, oferta y demanda, aeronave de ala rotatoria.

Índice

Resumen Ejecutivo	3
Índice de ilustraciones.....	6
Índice de tablas	6
Introducción.....	7
CAPITULO I.....	8
Antecedentes generales.....	8
1.1 Justificación del tema	8
1.2 Objetivo general:	9
1.4 Metodología:	10
1.5 Alcance	11
Capítulo II, Estado del arte del conocimiento.....	12
2.1 Antecedentes generales:	12
2.1.1 CONAF	12
2.1.2 Incendios forestales	13
2.1.3 Antecedentes de aeronaves de ala rotatoria en Chile	14
2.1.4 Empresas en Chile que participan en el combate de incendios forestales con aeronaves de ala rotatoria	16
2.1.5 Casos similares a nivel internacional	17
2.2 Marco teórico	18
2.2.1 Evaluación técnica de proyectos generales	18
2.2.2 Análisis de Oferta y demanda.....	19
2.2.3 DAR 06.....	19
2.2.4 Benchmarking	19
2.3 Propuesta metodológica	20
Capítulo III, Desarrollo.....	21
3.1 Ocurrencia de incendios forestales en Chile	21
3.2 Presencia aeronaves de ala rotatoria en Chile	21
3.3 Preguntas a expertos	23
3.4 Helicópteros propuestos	24
3.4.1 Costos.....	27
3.5 Usos alternativos de las aeronaves	31
Conclusión y recomendaciones.....	37
Anexo.....	39
Bibliografía	47

Índice de ilustraciones

<i>Ilustración 1: Estadísticas de superficie afectada por región.</i>	9
<i>Ilustración 2: fluctuación de número de incendios y superficie afectada en hectáreas en Chile, en el periodo 2013-2023.</i>	9
<i>Ilustración 3: Metodología en pasos clave.</i>	11
<i>Ilustración 4: Protocolo de operaciones aéreas.</i>	12
<i>Ilustración 5: Características técnicas de helicópteros utilizados en el combate de incendios.</i>	15
<i>Ilustración 6: Serie de pasos a para implementar benchmarking.</i>	19
<i>Ilustración 7: Número histórico de incendios registrados en Chile entre 1964 y 2015.</i>	21
<i>Ilustración 8: Helicóptero AS 350 B3.</i>	24
<i>Ilustración 9: Helicóptero Bell 412.</i>	26
<i>Ilustración 10: Interior de un AS 350 B3 en configuración de transporte de pasajeros.</i>	32
<i>Ilustración 11: AS 350 B3 llevando un bambi bucket cómo carga colgante.</i>	33
<i>Ilustración 12: AS 350 B3 realizando traslado de pacientes de C-19.</i>	33
<i>Ilustración 13: Interior de un AS 350 B3 con asientos tapizados y piso alfombrado.</i>	34
<i>Ilustración 14: Bell 412, utilizado por las fuerzas aéreas Argentinas.</i>	35
<i>Ilustración 15: Bell 412 para un rescate en la precordillera.</i>	35
<i>Ilustración 16: Paciente saliendo de Bell 412 para recibir atención médica.</i>	36

Índice de tablas

<i>Tabla 1: Ocurrencia de incendios forestales.</i>	3
<i>Tabla 2: : Flota de aeronaves de CONAF por leasing, por base de operación.</i>	13
<i>Tabla 3: Aeronaves de ala rotatoria utilizadas en el combate de incendios.</i>	14
<i>Tabla 4: Empresas partícipes del combate de incendios forestales.</i>	16
<i>Tabla 5: Detalles de flota dedicado al combate de incendios por empresa.</i>	22
<i>Tabla 6: Desglose de preguntas a realizar a expertos en la industria aeronáutica.</i>	23
<i>Tabla 7: Pesos que soporta el AS 350 B3.</i>	25
<i>Tabla 8: Capacidades del combustible del AS 350 B3.</i>	25
<i>Tabla 9: Pesos que soporta el Bell 412.</i>	27
<i>Tabla 10: Capacidades del combustible del Bell 412.</i>	27
<i>Tabla 11: Costos asociados a la compra inicial de aeronaves de ala rotativa mencionadas en el apartado anterior.</i>	27

Introducción

Los incendios forestales son sucesos repetitivos en la historia de Chile, se evidenciaron 6.982 incendios el año 2023². El daño que provocan a la flora, fauna y todos los involucrados ha cobrado una significativa importancia a nivel nacional, ya que son eventos inevitables y difíciles de mitigar una vez iniciados, por lo que se implementa el uso de herramientas tecnológicas para enfrentarlos, siendo uno de los primordiales la aeronave de ala rotatoria conocida como helicóptero.

En esta memoria se realizará un análisis del mercado aeronáutico, tanto a nivel nacional como internacional, en relación con la creciente demanda de aeronaves de ala rotatoria ya que la frecuencia de incendios forestales ha aumentado en los últimos años, junto con diferentes elementos necesarios para tener una flota funcional y la logística para coordinar el uso de helicópteros ya que la mayoría de las empresas los utilizan por leasing lo que hace de la disponibilidad limitada.

Y el déficit de estos en el sector de combate de incendios por la alta demanda en temporada crítica. Se estudiará la dinámica del mercado internacional y su influencia en el nacional, por la poca presencia de aeronaves de ala rotatoria dedicada a la extinción de incendios, se pretende analizar cómo se realizan los procesos de compra o alquiler para establecer un modelo de compra en Chile, con el objetivo de comprender las implicancias y desafíos que enfrentan las entidades de combate de incendios forestales, mediante el análisis de datos históricos de CONAF y comparar con las buenas prácticas de otros países.

² (28 de mayo, 2024), *CONAF*. <https://www.conaf.cl/centro-documental/distribucion-nacional-de-la-ocurrencia-n-de-incendios-forestales-segun-causalidad-2003-2023/>

CAPITULO I

Antecedentes generales

1.1 Justificación del tema

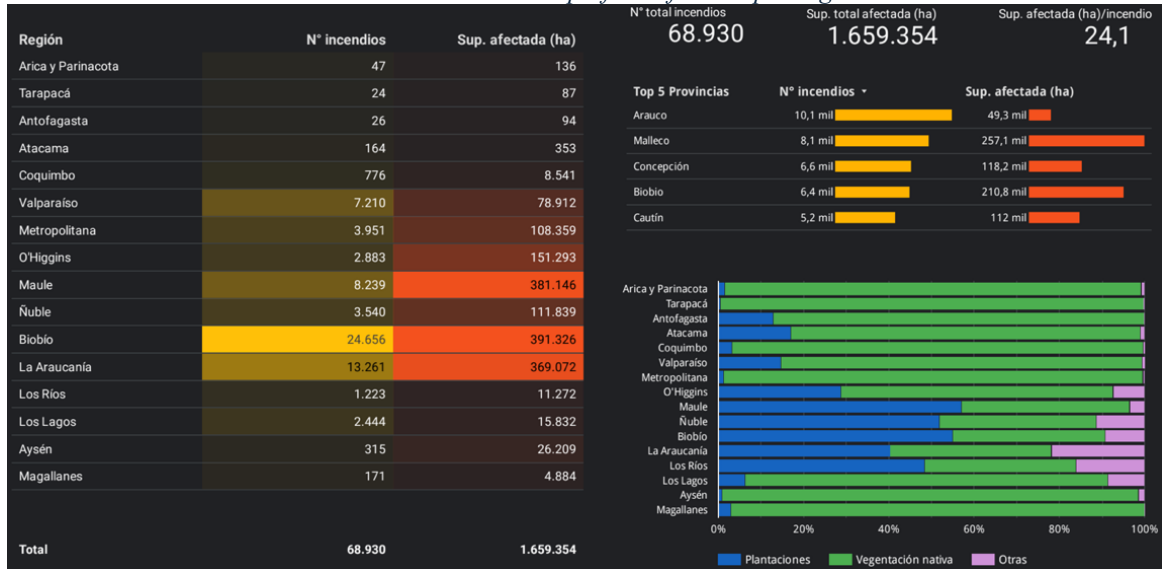
El cambio climático está provocando una extensión de la temporada de alta ocurrencia de incendios forestales en todo el planeta y especialmente en Chile, por lo que desde 2017 CONAF se mantiene operativa todo el año, atendiendo las emergencias que se producen en contra temporada hemisferio norte, lo mismo sucede con los recursos terrestres, por lo que CONAF mantiene brigadas en ese periodo, formadas por personal técnico y jefes de brigada, en todas las regiones del país.

La temporada de alta ocurrencia de los incendios se presenta durante el periodo septiembre a mayo, lo anterior, considerando el déficit de agua caída por la disminución de precipitaciones en gran parte del territorio nacional, agravado por un aumento de las temperaturas y una mayor disponibilidad de material combustible en el ambiente.

Lo expuesto es una situación que se repite en todo el mundo con una alta ocurrencia de incendios forestales más agresivos, de mayor magnitud, de difícil propagación y en lugares y climas donde antiguamente no ocurrían incendios forestales. Esta situación ha provocado una mayor demanda del servicio de adquisición y arriendo de aeronaves para el combate de incendios forestales acompañado de tripulaciones entrenadas y viables para el combate de incendios forestales, la demanda aumenta y la oferta disminuye en cantidad y temporalidad, hechos que se agravaron con la pandemia mundial que encareció los costos de fletes y traslados, además de los distintos conflictos armados a nivel mundial que han hecho escasear materiales básicos para la construcción o mantenimiento de las aeronaves de ala rotatoria.

A continuación, se presentan dos tablas extraídas de la base de datos de CONAF que evidencian el crecimiento a través de los años de incendios forestales en Chile.

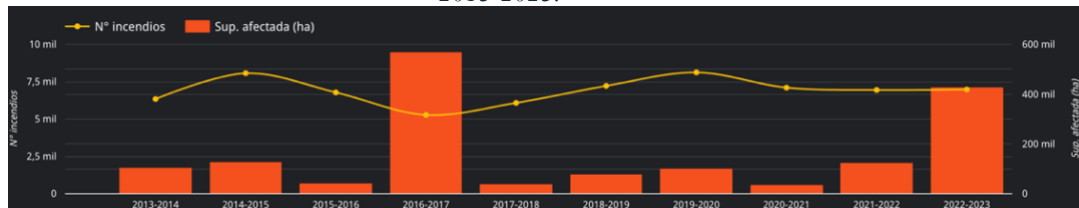
Ilustración 1: Estadísticas de superficie afectada por región.



Fuente: estadísticas CONAF

Las estadísticas muestran el número de incendios forestales y la superficie afectada por región a nivel Chile entre el 2013 y el 2023. Esto permite visualizar la extensión geográfica y temporal del problema y con ello comprender la demanda operacional, ubicación estratégica de flotas para maximizar la eficiencia del control de incendios.

Ilustración 2: fluctuación de número de incendios y superficie afectada en hectáreas en Chile, en el periodo 2013-2023.



Fuente: estadísticas CONAF

Este gráfico refleja la necesidad de ajustar los recursos de combate aéreo en función de las variaciones expuestas ya que permite estimar la demanda de aeronaves de ala rotativa en temporadas críticas, además de la severidad del siniestro, justificando así la inversión tanto como en compra o leasing de un helicóptero adecuando el modelo para las necesidades de la zona.

1.2 Objetivo general:

Elaborar una propuesta para disponibilizar aeronaves de ala rotativa óptimas.

Objetivos específicos:

1. Levantar la información necesaria para el estudio del comportamiento del mercado a nivel país y mundial de la necesidad de aeronaves de ala rotatoria para el combate de incendios.
2. Analizar el mercado nacional e internacional aeronáutico en relación a aeronaves ala rotatoria disponibles para arriendo y adquisición para el Combate de Incendios Forestales.
3. Elaborar una propuesta para CONAF con la mejor alternativa para disponer de aeronaves de ala rotatoria en el combate incendios forestales, ya sea, arrendar o comprar y el tamaño óptimo de cada flota.

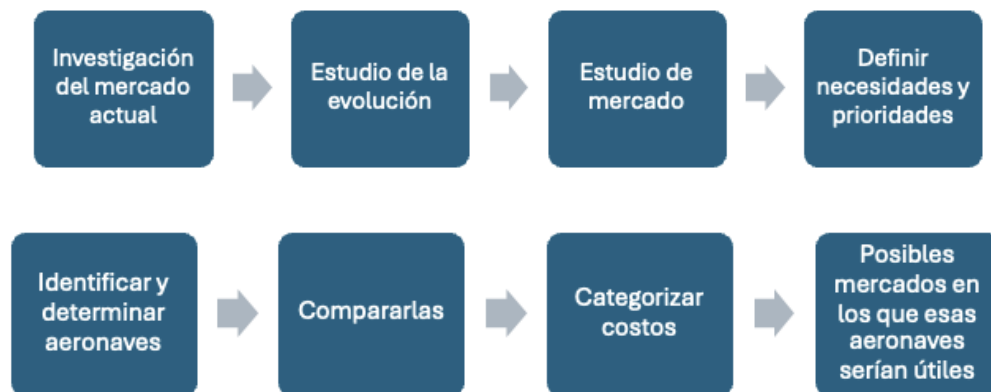
1.4 Metodología:

Abarca la investigación del mercado actual relacionado con el combate de incendios, este es un sector especializado dentro de la industria aeronáutica y de servicios de emergencia. Conteniendo los diferentes tipos de helicópteros que combaten incendios, factores económicos y operacionales, comprendiendo los factores descriptivos de los daños proporcionados por incendios forestales en Chile y el mundo. Además, se realiza un análisis estadístico histórico utilizando datos proporcionados por CONAF.

- Investigación del mercado actual que rodea el combate de incendios, analizando las causas, daños y forma de combatirlos en Chile.
- Estudio de la evolución histórica que han tenido los daños y las temporadas de incendios forestales en nuestro país mediante estadísticas, gráficos y bases de datos proporcionadas por entidades forestales.
- Estudios de mercado para analizar la oferta y demanda entre entidades forestales y operadores.
- A partir de lo anterior, definir necesidades y prioridades de CONAF para adquirir o arrendar una aeronave de ala rotativa para el combate de incendios.
- Identificar y determinar las aeronaves que podrían desempeñar un rol favorable en el combate de incendios en Chile, mediante estudios y comparaciones con aeronaves usadas actualmente tanto en Chile como en otros países.

- Presentar un método de evaluación preliminar para un operador que busca incorporar una nueva aeronave a su flota ya sea por adquisición o leasing.
- Analizar los diversos factores y variables relacionadas a los costos operacionales de una organización por operar un helicóptero.
- Realizar un estudio de los posibles mercados en los que podrían incursionar dichas aeronaves durante sus períodos fuera de temporada de incendios, presentando sus posibles configuraciones y/o misiones en las que pueden participar.

Ilustración 3: Metodología en pasos clave.



Fuente: Elaboración propia.

1.5 Alcance

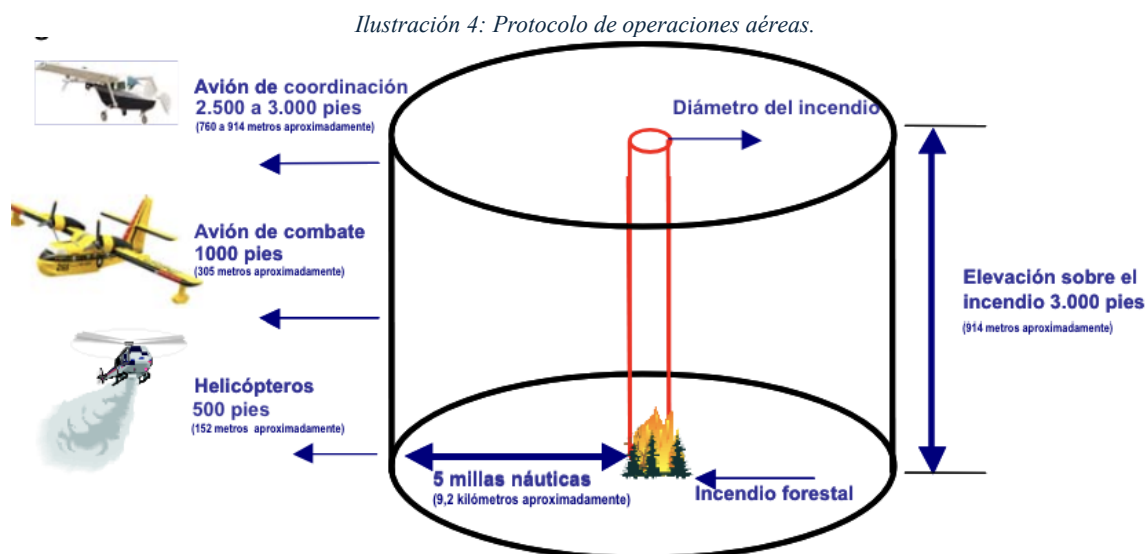
- El alcance de este estudio será correlacional porque relacionará cómo afectan los incendios forestales en las decisiones de adquisición de quipos de combate contra estos, reflejando el déficit de helicópteros en Chile por este tipo de catástrofe a nivel internacional.
- A su vez geográfico (a nivel Chile) y que se compara con algunos países para dar contexto internacional.

Capítulo II, Estado del arte del conocimiento

2.1 Antecedentes generales:

Se presentarán nociones derivadas del uso de aeronaves de ala rotatoria en el combate de incendios forestales en Chile, y cómo estas se aplican a nivel internacional en países que también enfrentan una alta incidencia de incendios forestales.

Para contextualizar, se determinó un espacio aéreo para el combate de incendios forestales, con un radio de 5 millas náuticas alrededor del incendio, existiendo separaciones verticales, con un acuerdo al tipo y función de la aeronave. (CONAF, 2024), según lo ilustrado en la siguiente figura:



Fuente: CONAF, La Brigada de Heliataque y los procedimientos de trabajo con helicópteros.

2.1.1 CONAF

Es la Corporación Nacional Forestal, la cual en su sitio web establece que es una entidad de derecho privado dependiente del Ministerio de agricultura, cuya principal tarea es administrar la política forestal de Chile y fomentar el desarrollo del sector, asegura la conservación de variados ecosistemas reduciendo el riesgo de desastres ambientales.

Responsable de la prevención y combate de incendios forestales y su accionar a través de su programa de protección contra incendios forestales, busca reducir el riesgo de desastres frente a la ocurrencia de incendios forestales gestionando la amenaza y vulnerabilidad del territorio.

CONAF no cuenta con una flota propia de aeronaves de ala rotatoria, en periodos críticos realizan leasing por las necesidades de cada base de operación, se muestra una tabla por modelo de helicóptero arrendado.

Tabla 2: : Flota de aeronaves de CONAF por leasing, por base de operación.

Región	Base de operación	Modelo												
		AS350B3	Koala A119	EC130T2	AS350B3e	Bell 412	AS332L	Bell 205 A1++	Bell 205 A1	Bell 212	Bell 212 HP	S61N	CH-47D	AS350B2
Coquimbo	El tuqui	1												
	Rodelillo	1	2											
Valparaíso	Santo Domingo			1										
	Torquemada													
Metropolitana	Longvilo	1												
	Loncha				1									
	Lampa				1									
	A/D Curacavi					1								
	Colina	1			1									
O'Higgins	Peumo													
	Los lirios													
	Marchigüe						1							
	Pumanque							1						
	La Independencia								1					
	San Fernando									1				
Maule	San Javier	1												
	Maqui-1	2												
	General Freire								1					
	Panguiterno													
Ñuble	El Boido													
	El Ajial	1												
	Vivero de álamos					1								
Biobío	Bdo. O'Higgins												1	
	Primavera	1												
	Punta de parra	1												
	Duqueco								1					
	Cangrejillo								1					
	Ma. Dolores						1							
La araucanía	Carriel sur													
	Victoria					2								
	Angol						1							
Los ríos	Manquehue													
	A/D La araucanía													
Los Lagos	Las marías	1												1
	La paloma													
Aysén	Gambóa	1												
	Palena													1
Magallanes	Cochrane				1									
	Teniente Vidal	1												
	Punta Arenas	1												
	Torres del Paine	1												

Fuente: Información brindada por CONAF, elaboración propia.

En esta tabla se puede ver cómo se comporta la flota de CONAF, cuales aeronaves de ala rotativa prefieren arrendar para cada base según las necesidades de esta. Siendo las aeronaves más utilizadas:

- AS 350 B3 con 15 unidades.
- Bell 412 con 4 unidades.

2.1.2 Incendios forestales

“Un incendio forestal es un fuego que cualquiera sea su origen, se propaga sin control en terrenos rurales o cerca de viviendas, a través de árboles, matorrales y pastizales, verdes y/o secos”. (SENAPRED, 2024).

El material combustible sería la misma vegetación, sumado al uso irresponsable del fuego cómo por ejemplo quemas desautorizadas, cigarrillos mal apagados o el “efecto lupa” que es

el contacto entre los rayos del sol con el vidrio en medio de un espacio con vegetación, combinado con sequías producidas por el cambio climático hacen de los incendios forestales una catástrofe recurrente.

“En cuanto a la ocurrencia de incendios, éstos registraron una baja del 14 % con 5.846 incendios en la temporada 2023-2024, mientras que el período anterior el registro fue 6.797 incendios”. Europa Press. (s. f.).

Otro antecedente que se resaltó en este reporte, es que desde el 1 de julio de 2023 al 21 de abril de 2024, se registraron 51 incendios forestales de magnitud (IFM), que son aquellos iguales o mayores a 200 mil hectáreas” Secom (2024), este fragmento evidencia que ya en abril del 2024 se han quemado más de 10.200.000 hectáreas, lo que refleja la importancia de tener disponibles aeronaves de combate de incendios.

2.1.3 Antecedentes de aeronaves de ala rotatoria en Chile

“En Chile no existe una clasificación oficial de aeronaves empleadas en el control de incendios forestales, es por esto que es válido utilizar la última clasificación desarrollada en Estados Unidos”.

Tabla 3: Aeronaves de ala rotatoria utilizadas en el combate de incendios.

Tipo	Categoría	Pasajeros (N°)	Volumen de agua (litros)	Modelos
I	Pesado	Mayor a 15	Más de 2.650	EC 725 Cougar
				Kamov Ka 34
				Mil Mi 17
				AS 332 Super Puma
II	Mediano	Entre 9 y 14	Entre 1.135 a 2.650	Bell 205 A-1; 212; 214
				BK 117
				P22 W3-A Sokal
III	Liviano	Entre 4 a 8	Entre 378 a 1.135	AW 119 Koala
				AS 350 B1/B2/B3
				Boeing MD 500
				Bell 204 ; 206
IV	Muy liviano	Hasta 3	Menos de 378	Bell 47
				Robinson R-44
				Schweitzer 300

Fuente: CONAF, La brigada de heliataque y los procedimientos de trabajo con helicópteros.

Algunos modelos indicados en la tabla 3 son utilizados en Chile, el siguiente cuadro refleja las características:

Ilustración 5: Características técnicas de helicópteros utilizados en el combate de incendios.

Nombre y modelo	Capacidad de carga externa (litros)	Autonomía promedio (horas)	Velocidad crucero (km/hr)	Diámetro del rotor principal (metros)	Alcance (kilómetros)
Kamov Ka 34 A11 BC 	5.000 (helibalde)	2:30	240	12,0	800
Cobra Bell 209 Lifter 	2.000 (helibalde)	1:15	278	13,41	574
Sokol PZL W3 	1.400 (helibalde)	2:15	235	15,70	745
Bell 205 A1 	1.200 (helibalde)	2:30	205	14,65	520
Bell 212 	1.200 (helibalde)	2:30	205	14,65	520
AgustaWestland AW119 Koala 	1.200 (helitanque) 1.000 (helibalde)	3:00	257	10,83	771

Fuente: CONAF, La brigada de heliataque y los procedimientos de trabajo con helicópteros.

2.1.4 Empresas en Chile que participan en el combate de incendios forestales con aeronaves de ala rotatoria

Tabla 4: Empresas participantes del combate de incendios forestales.

Empresa	Base principal	Tipo de aeronave
ALFA HELICÓPTEROS S.A	Santiago	Ala rotatoria
ECOCOPTER S.A	Santiago	Ala rotatoria
FAASA CHILE SERVICIO AEREO LTDA	Concepción	Ala rotatoria
HELICÓPTERO AEROFORESTAL LTDA	Santiago	Ala rotatoria
HELICÓPTEROS DEL PACÍFICO LTDA	Temuco	Ala rotatoria
INAER HELICOPTER CHILE SA	Santiago	Ala rotatoria
SERVICIOS AÉREOS AEROCARGO LTDA	Rancagua	Ala rotatoria
SERVICIOS AÉREOS ASESORÍA E INVERSIONES HELIFIRE LTDA	Santiago	Ala rotatoria
SRVICIOS AÉREOS HELICOPTERS LTDA	Rancagua	Ala rotatoria
SERVICIOS AÉREOS KIPREOS LTDA	Santiago	Ala rotatoria
SERVICIOS AÉREOS SUMAIR LTDA	Santiago	Ala rotatoria
SOCIEDAD AERO FLIGHT S.A	Concepción	Ala rotatoria y fija

Fuente: CONAF, La brigada de heliataque y los procedimientos de trabajo con helicópteros.

Se presenta un listado de diferentes empresas que participan en el uso de aeronaves de ala rotatoria, para el combate de incendios, cabe destacar que este listado es nacional y refleja la alta competitividad que tienen estas aeronaves en el país, por lo que se puede inferir que hay una alta demanda, en un corto periodo de tiempo que serían los meses críticos de incendios forestales, y una vez que termina la temporada en este hemisferio del mundo, comienzan los siniestros en el otro hemisferio.

Ya que algunas de estas empresas operan con aeronaves arrendadas de otros países, al ser el margen tan estrecho de una temporada a otra la demanda es alta y las aeronaves no son suficientes.

2.1.5 Casos similares a nivel internacional

España

El nivel nacional como local se organizan mediante el Comité de Lucha contra Incendios Forestales (CLIF) que es el órgano técnico interadministrativo donde confluyen y se establecen procedimientos, acuerdos y estandarizaciones de operación, lo que vendría a ser el símil de Conaf en España.

El siguiente párrafo refleja que este país se ve afectado por estos siniestros.

“El fuego quemó 9.904,21 hectáreas durante los primeros tres meses de 2024, un 46% menos que en 2023 --cuando se quemaron 8.840 hectáreas menos-- y un 36,4% menos que la media de los últimos diez años --con un promedio de 15.553 hectáreas quemadas en los tres primeros meses del año--, según datos del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) recogidos por Europa Press” (Europa Press, s. f.)

España “Los efectos de la crisis climática, como la disminución de precipitaciones y las olas de calor cada vez más tempranas, están alterando la distribución de los incendios a lo largo del año. Por esta razón, la temporada de alto riesgo de incendios ya no se ciñe a julio y agosto, sino que se alarga de marzo a noviembre, encadenando incendios de invierno, primavera y verano. Este año está siendo especialmente inusual en cuanto a la distribución de los incendios a lo largo del calendario” (*La Crisis Climática Prolonga la Temporada de Incendios, Que Se Agravan*, s. f.).

Estados unidos

La agencia principal a nivel nacional es el US Forest Service (USFS). Se divide territorialmente en 9 zonas geográficas.

A nivel inter institucional, existe el National Interagency Fire Center (NIFC) y el National Wildfire Coordination Group (NWCG) son las instancias Inter instituciones como el USFS, Defensa, NOAA, Parques y otros afines donde se generan políticas, protocolos, y coordinan movimientos de recursos y logísticos; establecen estándares del personal, operación entre otros. Lo que vendría a ser el símil de CONAF en EEUU.

“Como parte de la oleada de incendios que atraviesa California, se quemaron más de 1.416 hectáreas cerca de la interestatal 5 en Gorman. Los incendios forestales en Los Ángeles han afectado a casi 60 kilómetros cuadrados en los últimos días, a mediados de junio del 2024” Ap (2024).

De lo anterior podemos inferir que los incendios forestales son un problema que afecta a todo el mundo.

2.2 Marco teórico

El estudio se realizará mediante el análisis de datos históricos, recaudando información directa desde entidades forestales y operadores de aeronaves. Principalmente con investigación teórica, pero también potenciales entrevistas a dichas entidades.

2.2.1 Evaluación técnica de proyectos generales

La evaluación tiene por objetivo utilizar un análisis técnico de ejecutar el proyecto de adquisición o leasing de aeronaves de ala rotativa para la evaluación de un proyecto se puede adoptar un enfoque costo-beneficio o un enfoque costo eficiencia, dependiendo si es posible cuantificar y/o valorar los beneficios del proyecto. Son pasos relevantes:

- Horizonte de evaluación: Tiempo sobre el cual estará basada la evaluación. Se determina de acuerdo a las características del proyecto y generalmente es equivalente a la vida útil del activo principal.
- Vida útil: Duración que se le asigna a un bien como elemento de provecho para una entidad. Para determinar la vida útil de un activo se debe estudiar su capacidad de producción en función del tiempo.

2.2.2 Análisis de Oferta y demanda

Se analizan la cantidad de incendios, áreas afectadas y la cantidad de aeronaves de ala rotativa que se han requerido para combatirlos, comparando con la data histórica se puede estudiar el cambio que ha tenido y con ello estimar un patrón de comportamiento tanto a nivel nacional como internacional.

2.2.3 DAR 06

Documento emitido por la Dirección de Aeronáutica Civil (DGAC) de carácter reglamentario, cuyo objetivo es regular las operaciones de aeronaves de transporte público en territorio nacional (Chile), Siendo el apartado 6.6 relacionado a la extinción de incendios.

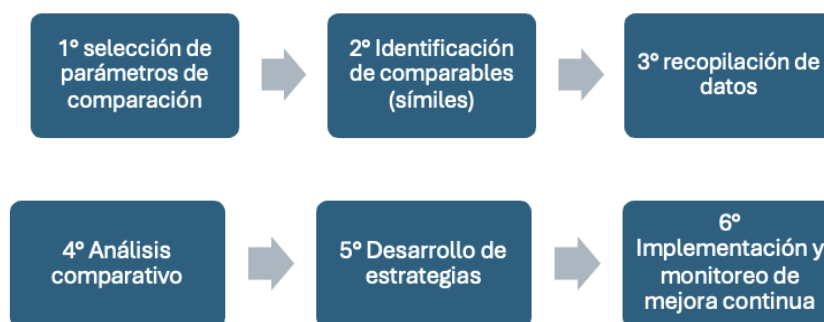
Esta es la norma que regula a las empresas aerocomerciales poseedoras de un certificado de operador aéreo (AOC), otorgado por la DGAC, que las autoriza para realizar trabajos aéreos de extinción de incendios forestales, lo que materializan mediante el lanzamiento de agua con elementos químicos retardantes del fuego y con el traslado de brigadistas que combaten el fuego directamente en terreno.

2.2.4 Benchmarking

Esta es una herramienta valiosa en el estudio a realizar, ya que identifica las mejores prácticas a utilizar tanto de otros países como empresas líderes en Chile, mejora la eficiencia ya que identifica áreas dónde se puede mejorar la eficiencia operativa y sentar bases para la toma de decisiones de la adquisición o arriendo.

Para implementarlo se seguirán una serie de pasos clave:

Ilustración 6: Serie de pasos a para implementar benchmarking.



Fuente: Elaboración propia.

2.3 Propuesta metodológica

Para el análisis del mercado aeronáutico en relación a aeronaves de ala rotatoria, es necesario establecer un patrón de compra y leasing, evidenciar el déficit a nivel país y contrastarlo con lo que ocurre a nivel mundial, también logrando una visión a largo plazo de esta problemática y sus respectivas recomendaciones.

- Investigación del mercado actual en el que se desenvuelve el combate de incendios, en Chile y el mundo.
- Definir necesidades y prioridades para CONAF en cuanto a leasing y adquisición, analizando la flota de esta entidad.
- Identificar y determinar las aeronaves que podrían desempeñar un rol favorable en el combate de incendios en Chile, mediante estudios y comparaciones con aeronaves usadas actualmente tanto en Chile como en el extranjero.
- Analizar los diversos factores y variables relacionadas a los costos operacionales de una organización por operar un helicóptero y si este varía en ámbitos de uso por leasing o flota propia.
- Proponer la opción más eficiente para CONAF con el estudio realizado.

Capítulo III, Desarrollo

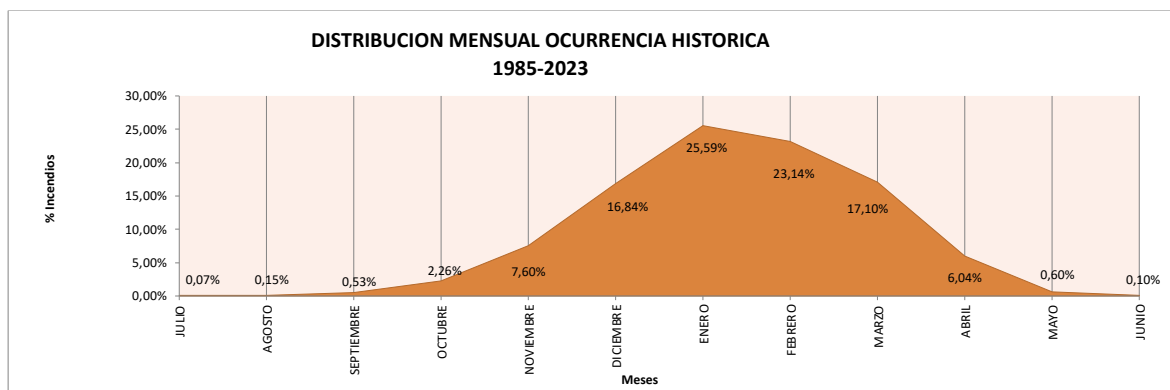
3.1 Ocurrencia de incendios forestales en Chile

CONAF, la entidad principal en Chile para el combate de incendios forestales, ha compilado diversas bases de datos con estadísticas históricas. Estas incluyen registros de la cantidad de incendios por mes y año, la superficie afectada, entre otros datos relevantes.

El primer punto por analizar para entender la situación del país en cuanto a incendios forestales en los últimos años es la cantidad de incendios ocurridos. Es importante destacar que las temporadas están divididas en períodos de un año.

Gráficamente, se tiene lo siguiente:

Ilustración 7: Número histórico de incendios registrados en Chile entre 1964 y 2015.



. Fuente: estadísticas CONAF, actualizado al 28 de mayo del 2024.

Este gráfico revela la época crítica de incendios en Chile, siendo desde noviembre a abril los meses más afectados por estos siniestros en los últimos 50 años, reflejando estacionalidad de 6 meses por consiguiente, un aumento en la demanda de los servicios de combate aéreo de incendios en esos meses críticos.

3.2 Presencia aeronaves de ala rotatoria en Chile

Para dar una idea de la forma en que se estructura la oferta para el combate de incendios en Chile, y basado en la tabla presentada en el capítulo 2.1.4 Empresas de trabajos aéreos que participan en extinción de incendios (Fuente: DGAC), se contactó a cada empresa además de

verificar información en sus respectivos sitios web si es que tenían, para consultar por la flota actual de helicópteros que dedican al combate de incendios.

Tabla 5: Detalles de flota dedicado al combate de incendios por empresa.

Empresa	Flota				
	AS 350 B3	EC 135	EC 145	H 125	EC 155 B1
Ecocopter S.A	13	2	3		
SUMAAIR LTDA	7			5	1

Fuente: elaboración propia.

Las empresas de las que no se obtuvo respuesta fueron:

- Alfa helicópteros S.A.
- Faasa Chile servicio aéreo LTDA.
- Aeroforestal LTDA.
- Helicópteros del pacífico LTDA.
- Inaer helicopter Chile S.A.
- Entre otras mencionadas en la tabla 4, del apartado 2.1.4 empresas en Chile que participan en el combate de incendios forestales con aeronaves de ala rotativa.

A pesar de que no se obtuvo respuesta de todas las empresas dedicadas al combate e incendios forestales en Chile, y considerando que este estudio de oferta no pretende ser un estudio profundo

A pesar de que no se obtuvo respuesta de todas las empresas dedicadas al combate e incendios forestales en Chile, y considerando que este estudio de oferta no pretende ser un estudio profundo, si no, más bien un medio para dar a entender al lector los recursos con los que cuenta Chile para el combate de incendios forestales, se considerarán sólo los datos obtenidos.

3.3 Preguntas a expertos

Tabla 6: Desglose de preguntas a realizar a expertos en la industria aeronáutica.

1) ¿Cuáles son los principales factores que afectan la demanda de helicópteros para el combate de incendios forestales en el mercado nacional?
2) ¿Qué tendencias internacionales observas en cuanto a la oferta y demanda de helicópteros para el combate de incendios?
3) ¿Qué tipo de helicópteros de ala rotatoria son más efectivos para el combate de incendios forestales, considerando tamaño y capacidad?
4) ¿Cuáles son las principales ventajas y desventajas de arrendar helicópteros versus comprarlos para el combate de incendios?
5) ¿Cuál es el tamaño óptimo de una flota de helicópteros para cubrir las necesidades anuales de combate de incendios en un país como Chile?
6) ¿Qué factores se deben considerar al evaluar la adquisición de helicópteros nuevos o usados para el combate de incendios forestales?
7) ¿Cómo afecta la disponibilidad de helicópteros en el mercado internacional durante la temporada de incendios en Chile?
8) ¿Cuáles son los costos promedio de arrendar helicópteros especializados en combate de incendios y cómo varían según el tipo de aeronave?
9) ¿Qué tecnologías o innovaciones recientes han mejorado la efectividad de los helicópteros en el combate de incendios forestales?
10) ¿Qué factores deben considerarse para determinar si una flota debe incluir helicópteros de diferentes tamaños o modelos para optimizar su capacidad en el combate de incendios?

Fuente: Elaboración propia

Con estas preguntas se busca comprender las diferentes perspectivas de expertos, para identificar factores que afectan la demanda, tendencias de mercado, diseñar flotas óptimas, entre otros.

3.4 Helicópteros propuestos

El modelo más utilizado corresponde al AS 350 B3 con 13 de Ecocopter y 7 de Sumaair además en la tabla 2 dónde se muestra la flota por leasing de CONAF, se utiliza el AS 350 B3 en 15 de las 42 bases, notando preferencia por ese modelo siendo el más arrendado y el segundo más arrendado utilizado en 4 bases de CONAF es el Bell 412.

AS 350 B3

Ilustración 8: Helicóptero AS 350 B3.



Fuente: Ecocopter.

Es un helicóptero monomotor con un Safran Arriel 2D. Este ha sido entregado a más de 2.600 operadores en 137 países. Este modelo es reconocido por su versatilidad y al ser una aeronave de ala rotativa “ligera” puede estar presente en espacios más reducidos o de difícil acceso en comparación a helicópteros más “pesados”.

Es considerado multipropósito ya que sirve funciones de combate de incendios con una capacidad máxima de carga externa de 1.400 KG³, transporte de carga, inspección de líneas de transmisión, rocío sobre cultivos, transporte de pasajeros y servicios médicos entre otros.

Características generales⁴

Distribuciones

³ Considerando carga colgante, cómo baldes de agua para las operaciones de combate de incendios.

⁴ Fuente: Eurocopter AS350B3 technical data.

Transporte de pasajeros

- 1 Piloto + 5 pasajeros (versión estándar)
- 1 Piloto + 4 o 5 pasajeros (versión confort)
- 1 Piloto + 6 pasajeros (versión “alta densidad”)

Evacuación

- 1 Piloto + 1 paciente acostado + 2 doctores

Transporte de cargo

- 1 Piloto + 3 metros cúbicos de carga en cabina

Tabla 7: Pesos que soporta el AS 350 B3.

Pesos	
Aeronave vacía, peso base	1.241 [KG]
Carga útil	1.009 [KG]
Peso máximo	2.250 [KG]
Carga colgante máxima	1.400 [KG]
Peso máximo en configuración de carga externa	2.800 [KG]

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8: Capacidades del combustible del AS 350 B3.

Capacidades de combustible	
Tanque de combustible estándar	540 [Litros]
Tanque auxiliar (Opcional)	475 [Litros]

Fuente: Elaboración propia.

Bell 412

Ilustración 9: Helicóptero Bell 412.



Fuente: Bell flight.

Es un helicóptero utilitario, mediano bimotor con un Pratt & Whitney Canadá PT6T-3D Twin-Pac. Es versátil, reconocido por su confiabilidad y capacidad de operación en condiciones adversas, es utilizado para transporte de pasajeros, operaciones de rescate, misiones militares y combate de incendios forestales, entre otros, tiene una capacidad de carga externa de 2.041⁵ [KG].

Características Generales⁶

Distribuciones

Transporte de pasajeros

- 1 piloto + 13 pasajeros (versión estándar)

Evacuación:

- 1 piloto + 2 pacientes recostados + 2 médicos.

Transporte de cargo

- 1 piloto + hasta 4 metros cúbicos de carga en cabina.

⁵ Considerando carga colgante, cómo baldes de agua para las operaciones de combate de incendios.

⁶ Fuente:

Tabla 9: Pesos que soporta el Bell 412.

Pesos	
Aeronave vacía, peso base	3.020 [KG]
Carga útil	2.378 [KG]
Peso máximo	5.398 [KG]
Carga colgante máxima	2.041[KG]
Peso máximo en configuración de carga externa	5.398 [KG]

Fuente: elaboración propia.

Tabla 10: Capacidades del combustible del Bell 412.

Capacidades de combustible	
Tanque de combustible estándar	1.251 [Litros]
Tanque auxiliar (Opcional)	650 [Litros]

Fuente: Elaboración propia.

Estas aeronaves de ala rotativa son versátiles, populares en operaciones de emergencia como el combate de incendios, ya que optimizan tanto el transporte de personal como la capacidad de despliegue de carga externa.

3.4.1 Costos

Costos directos de adquisición

Tabla 11: Costos asociados a la compra inicial de aeronaves de ala rotativa mencionadas en el apartado anterior.

Tipo de costo	AS350B3	Bell 412
Compra inicial ⁷	\$1.787.100.000 ⁸	\$1.276.500.000 ⁹

Fuente: Elaboración propia.

⁷ Considerando la compra de un helicóptero nuevo, Fuente: Documento de tasación de aviones y helicópteros, resolución exenta SII N°145 del 21 de diciembre de 2023.

⁸ Año de fabricación 2012.

⁹ Año de fabricación 1983.

Asociados a los costos de adquisición considerando FCA¹⁰ se tienen que considerar otros cargos asociados a la compra, cómo:

- Flete.
- Seguro.
- Agencia de aduana.
- Gastos locales.
- Grúa.

Categorías de costos operacionales

Dado que un operador inevitablemente enfrentará diversos costos, es necesario clasificarlos para lograr entender de mejor manera lo que implica operar una aeronave de ala rotativa.

- **Mantenimiento:** Las aeronaves lo necesitan para permanecer en una condición operacionalmente segura. Los fabricantes, establecen estándares que aseguran un nivel de operación seguro mientras se lleve a cabo un mantenimiento adecuado.
- **Combustible:** Este costo depende de la cantidad de combustible consumida y el precio del combustible.
Se consideran relevantes en la duración y con ello uso de combustible el tipo de misión, la temperatura y altitud, rendimiento del motor, si se lleva o no carga colgante y la volatilidad de los precios del combustible.
- **Seguros:** Proviene de compañías aseguradoras que, resguardan las vidas humanas y la aeronave en sí.

Existen variados tipos de pólizas, algunas de ellas son fundamentales

- Seguro de casco de aeronave: Cubre daños físicos en el helicóptero ya sea en tierra o en vuelo.

¹⁰ El incoterm, FCA o free Carrier significa que el vendedor debe entregar las mercancías listas para exportación a la naviera escogida por el comprador en un punto acordado y especificado en el contrato de compraventa.

- Seguro de compensación de trabajadores: Cubre daños médicos en caso de que un trabajador resulte lesionado.
 - Seguro de responsabilidad general de aviación: tiene por función asegurar respecto a los costos que puedan surgir por operaciones negligentes.
- Colaboradores: Este costo depende del tamaño de flota del operador, considerando no sólo a la tripulación de vuelo, sino también a encargados de control de calidad, finanzas, limpieza, recursos humanos, entre otros. Con sus respectivas capacitaciones, entrenamientos, cursos, etc.
 - Financieros: Se asume que todos los operadores pagarán impuestos e intereses.
 - Generales: Conglomera áreas de la organización cuyo trabajo sea apoyar las funciones de una aeronave de ala rotativa como contabilidad, legislación, marketing, instalaciones, oficina, transporte, etc.

Otras categorías de costos

- Fijos: Se definen como fijos ya que se mantienen constantes, en las operaciones con helicópteros, estos serán aquellos que se incurren según el nivel de actividad, pero que siempre están presentes.

Algunos costos fijos comunes son:

- Salarios del personal.
- Hangaraje.
- Electricidad.
- Seguros.
- Capacitaciones.
- Depreciación.
- Entre otros.

- Variables: El comportamiento de los costos variables, el total se incrementa a medida que sube el nivel de actividad.

Algunos costos variables comunes son:

- Combustible.
 - Mantenimiento.
 - Repuestos.
 - Lubricantes y fluidos.
 - Entre otros.
- Directos: Aquellos que pueden ser asignados directamente a la actividad o departamento que los genera.
 - Indirectos: Aquellos que requieren el empleo de algún método para asignarlos a alguna actividad o departamento.

Variables que afectan a los costos

Cada operador se ve afectado por diversos factores que repercuten en los costos operacionales de alguna u otra forma, a continuación, se describen algunos de los factores que causan impactos más significativos en los costos.

- Ambiente: Principalmente por que la altitud y condiciones climáticas afectan la performance de el o los motores y por consiguiente a un mayor uso de combustible.
- Misiones: Dependiendo de la flota de aeronaves, los operadores utilizan los helicópteros en diversas misiones, viéndose afectados a las demandas operacionales de cada una. Considerando peso, velocidad, cantidad de aterrizajes, etc. Depreciando el helicóptero.

- Personal: Generalmente asociados a pilotos y mecánicos, si no cuentan con las habilidades, preparación, capacitaciones o eficiencia necesaria en sus labores, pueden llevar a un aumento en los costos por no operar óptimamente la aeronave a la que han sido asignados.

3.5 Usos alternativos de las aeronaves

Del apartado 3.1 Ocurrencia de incendios forestales en Chile, se advierte que los incendios forestales presentan una estacionalidad constante siendo crítica desde noviembre a abril y la temporada baja en los meses restantes.

Es importante destacar que el uso de un helicóptero dedicado al combate de incendios, se verá sometido a la misma estacionalidad, ya que hay meses dónde la demanda es prácticamente nula, cómo por ejemplo, Julio que históricamente representa el 0,07%¹¹ los incendios forestales anuales en Chile.

Se debe considerar que usos tendrán las aeronaves propuestas en los meses de baja demanda, para así ser rentable para el operador durante todo el año, considerando la versatilidad de sus funciones.

¹¹ Fuente: Ocurrencia nacional de incendios forestales según mes, 1985 – 2024. Estadísticas CONAF.

AS 350 B3

Se presentan configuraciones recomendadas por el fabricante, de acuerdo al manual oficial de información técnica.

Transporte de pasajeros

Ilustración 10: Interior de un AS 350 B3 en configuración de transporte de pasajeros.



Fuente: sitio web de guardianjet.

Gracias a su cabina espaciosa, puede acomodar hasta 6 pasajeros más el piloto, ofreciendo comodidad y visibilidad panorámica, ideal para vuelos turísticos, ejecutivos o de traslado.

Y con ello también puede realizar otro tipo de labores que involucran el traslado de pasajeros, algunas son

- Heliski¹²
- Helibike¹³
- Actividades relacionadas al turismo

¹² Deporte de aventura que consiste en descender montañas nevadas en esquís o snowboard tras ser transportados en helicóptero hasta la cima.

¹³ Deporte de aventura que consiste en descender montaña o cerro en bicicleta tras ser transportados en helicóptero hasta la cima.

Misión utilitaria

Ilustración 11: AS 350 B3 llevando un bambi bucket como carga colgante.



Fuente: Daniel Bertagnolii, fotógrafo de aviación.

Es una configuración diseñada para realizar tareas prácticas, el helicóptero está equipado con un gancho de carga externa, el AS 350 B3 puede transportar cargas colgantes hasta 1.400 KG, con lo que puede cumplir operaciones de apoyo a construcción, y logística en áreas de difícil acceso, con el objetivo de asegurar una entrega eficiente con precisión y seguridad.

Misión polivalente

Ilustración 12: AS 350 B3 realizando traslado de pacientes de C-19.



Fuente: sitio web de defensa.com

Es una configuración que permite una rápida adaptación entre diferentes roles, cómo

- Evacuación médica
- Búsqueda y rescate
- Operaciones policiales

Mediante la instalación de equipos específicos según la misión, con el objetivo de maximizar la flexibilidad operativa para amoldarse a emergencias.

Transporte corporativo (STYLENCE)

Ilustración 13: Interior de un AS 350 B3 con asientos tapizados y piso alfombrado.



Fuente: Bell flight.

Esta configuración ofrece un interior mejorado con asientos de lujo y acabados de alta calidad, proporcionando un mayor confort para los pasajeros a bordo con el objetivo de ofrecer una experiencia premium.

Bell 412

Se presentan configuraciones recomendadas por el fabricante, de acuerdo al sitio web de Bell Flight.

Transporte de tropas

Ilustración 14: Bell 412, utilizado por las fuerzas aéreas Argentinas.



Fuente: sitio web de Defensa.com

Capacidad para acomodar hasta 12 pasajeros más piloto y copiloto, incluido el espacio de almacenamiento, esta configuración proporciona un medio seguro y eficiente para el traslado de personal militar o de seguridad de diferentes zonas operativas, asegurando eficiencia.

Búsqueda y rescate

Ilustración 15: Bell 412 para un rescate en la precordillera.



Fuente: Sitio web de infodefensa.com

Equipado con sistemas avanzados de aviónica y capacidad para instalar armamento, adecuado para misiones de asalto aéreo, inserción y extracción de personal en zonas de difícil acceso.

Evacuación médica

Ilustración 16: Paciente saliendo de Bell 412 para recibir atención médica.



Fuente: Sitio web de bell Flight.

Espaciosa cabina que permite atender hasta seis pacientes, con amplias puertas corredizas en ambos lados para facilitar el acceso, proporcionando un medio de transporte que agiliza la atención de pacientes críticos a instalaciones sanitarias.

Conclusión y recomendaciones

El combate de incendios forestales es un desafío constante en Chile y a nivel mundial, incrementados por el cambio climático y las condiciones geográficas. Es por ello que CONAF enfrenta una toma de decisiones rápida y efectiva para mitigar los siniestros.

A través de un análisis del mercado nacional e internacional de aeronaves de ala rotativa, se logró identificar las dinámicas de oferta y demanda, así como las principales características y capacidades de los modelos estudiados a detalle (AS 350 B3 y Bell 412). Esta memoria recopila estadísticas que reflejan la situación a nivel país con respecto a los incendios forestales, lo que permite cumplir los objetivos estratégicos de levantar información y analizar el mercado.

La dependencia actual del arriendo de aeronaves de ala rotatoria es viable al corto plazo, sin embargo, resulta limitada al largo plazo, ya que es restrictiva operacionalmente. El estudio realizado en esta memoria sugiere la compra de helicópteros propios tales como el AS 350 B3 (ligero) y Bell 412 (pesado), helicópteros con los cuales CONAF ya está operativamente familiarizada.

La adquisición de helicópteros le permitirá a CONAF contar con una flota lista y adaptada a sus necesidades específicas, maximizando su versatilidad a lo largo del año, diversificando los usos de las aeronaves fuera del combate de incendios, generando ingresos adicionales, como transporte de pasajeros turísticos, apoyo logístico en operaciones de acceso remoto, misiones de rescate o evacuación médica, entre otras.

En conclusión, para enfrentar los incendios forestales de una forma óptima, CONAF podría priorizar la adquisición de helicópteros propios, teniendo en un inicio una modalidad híbrida con una compra inicial de 10 aeronaves, 6 ligeras y 4 medianas permitiendo cubrir estratégicamente las bases operativas más críticas durante la temporada alta y luego ir paulatinamente adquiriendo más helicópteros a la flota hasta que ya no haya que arrendar,

fortaleciendo así la independencia y flexibilidad operativa, asegurando una mejor protección del patrimonio natural Chileno.

Si se quiere mantener la práctica de arrendar helicópteros CONAF podría considerar tener a su disposición el sistema Firesense¹⁴ con un dron industrial, un vehículo aéreo no tripulado encargado de mejorar las capacidades logísticas del combate de incendios forestales, monitoreando a tiempo real las diferentes temperaturas que puede alcanzar un sitio afectado y así aprovechar al máximo su disponibilidad operacional.

¹⁴ Sistema de dron o drones que analiza el comportamiento del fuego en tiempo real.

Anexo

- Tabla de aeronaves por base de CONAF, información brindada por ellos.

Región	Base de Operación	Call Sign	Modelo				
Coquimbo	El Tuqui	HC-35	AS350B3	Nuble	El Ajial	HC-23	AS350B3
					Vivero de Álamos	HC-36	Bell 412
Valparaíso	Rodelillo	HC-4	AS350B3	Biobío	Bdo. O'Higgins	AC-15	AT-802
	Rodelillo	HC-5	Koala A119		Bdo. O'Higgins	AC-16	AT-802
	Rodelillo	HC-6	Koala A119		Bdo. O'Higgins	HC-1	AS332L1
	St. Domingo	HC-7	EC130T2		Bdo. O'Higgins	DC-3	Tecnam P2006T
	Rodelillo	AC-3	AT-802		Bdo. O'Higgins	HC-2	CH-47D
	Rodelillo	AC-4	Dromader		Primavera	HC-25	AS350B3
	Rodelillo	AC-5	Dromader		Punta de Parra	HC-26	AS350B3
	Rodelillo	AC-6	Dromader		Duqueco	HC-15	Bell 212
	Torquemada	AC-7	AT-802		Cangrejillo	HC-12	Bell 212
	Torquemada	TANKERO 1	MD87T		Ma. Dolores	AC-17	AT-802F
Metropolitana	Longovillo	HC-8	AS350B3	La Araucanía	Ma. Dolores	AC-18	AT-802F
	Loncha	HC-9	AS350B3e		Ma. Dolores	AC-19	AT-802F
	Lampa	HC-10	AS350B3e		Carriel Sur	AC-23	AT-802F
	A/D Curacavi	HC-11	Bell 412		Carriel Sur	AC-1	AT-802
	Tobalaba	HC-18	Bell 412		Ma. Dolores	HC-38	AS332L1
	El Bosque	AC-8	AT-802		Ma. Dolores	TANKERO 2	EC-130Q
	San Pedro	HC-3	AS332L		Victoria	HC-39	Bell 412
	A/D Curacavi	DC-2	Vulcanair P68		Angol	AC-21	S2R T660
	Colina	HC-33	AS350B3e		Maquehue	AC-22	AT-802
	Colina	HC-13	AS350B3		Victoria	AC-24	AT-802
O'Higgins	Peumo	HC-16	Bell 205 A1++	Los Ríos	Victoria	HC-40	Bell 412
	Los Lirios	HC-22	Bell 205 A1		Angol	AC-20	AT-802F
	Marchigüe	HC-17	Bell 212		A/D La Araucanía	DC-4	Tecnam P2006T
	Pumanque	HC-24	Bell 212 HP		Angol	HC-41	AS332L2
	La Independencia	AC-10	S2R T660	Los Lagos	Las Marias	HC-32	AS350B3
Maule	San Fernando	AC-9	S2R T660		La Paloma	HC-31	AS350B2
	San Fernando	HC-27	S61N		Gamboa	HC-30	AS350B3
	San Javier	HC-19	AS350B3	Aysén	Palena	HC-42	AS350B2
	Maqui-1	HC-20	AS350B3		Cochrane	HC-43	AS350B3e
	Maqui-1	HC-21	Bell 205 A1++		Teniente Vidal	HC-14	AS350B3
	General Freire	HC-28	Bell 212	Magallanes	Punta Arenas	HC-44	AS350B3
	Panguilemo	AC-11	S2R T660		Torres del Paine	HC-34	AS350B3
	Panguilemo	AC-13	S2R T660				
	El Bordo	AC-14	S2R T660				
	El Bordo	AC-12	S2R T660				
	Panguilemo	HC-37	CH-47D				
	Panguilemo	HC-29	AS332L1				
	Panguilemo	DC-1	Cessna 337				

- Transcripción de respuestas de encuesta:

Gerente de operaciones, Ecopter.

1) ¿Cuáles son los principales factores que afectan la demanda de helicópteros para el combate de incendios forestales en el mercado nacional?

“A la demanda la afecta todo lo que es presupuesto y la disponibilidad de helicópteros en el mercado y cómo se viene el pronóstico meteorológico de la temporada si se viene un año seco o si hubo un verano anterior húmedo entonces se puede ver la cantidad de medios que se requiere para afrontar la temporada. Todo eso va de la mano con el presupuesto”.

2) ¿Qué tendencias internacionales observas en cuanto a la oferta y demanda de helicópteros para el combate de incendios?

“Claramente en las temporadas se está viendo una ampliación de plazos, en dónde las temporadas en el hemisferio norte son cada vez más largas y lo mismo en el hemisferio sur, en dónde está siendo muy difícil el intercambio de aeronaves porque no dan los tiempos, principalmente vía marítima y es costoso traer helicópteros vía marítima o en vuelo, entonces eso es una limitante y cada vez hay menos oferta de helicópteros y sus tripulaciones”.

3) ¿Qué tipo de helicópteros de ala rotatoria son más efectivos para el combate de incendios forestales, considerando tamaño y capacidad?

“Todos los helicópteros tienen su grado de efectividad, indudablemente el helicóptero liviano permite llegar a lugares más confinados para tomar agua, pero un helicóptero liviano usado en el momento indicado es igual de efectivo que uno más grande. Va a depender de las necesidades económicas de la empresa, el tipo de incendio, la cantidad de recursos.

Claramente un helicóptero con capacidad de 800 litros y superior es efectivo, va de la mano con el tipo de vegetación, es relativo”.

4) ¿Cuáles son las principales ventajas y desventajas de arrendar helicópteros versus comprarlos para el combate de incendios?

“Depende de quién arrienda o compra pero, una empresa que es una forestal por ejemplo es preocuparse de su patrimonio y todo lo que son servicios se pueden contratar y poner a los expertos a ocuparse de esos recursos, ya que no es sólo comprar el helicóptero, es tener tripulaciones entrenadas, mantenimiento, hangares, seguros, un montón de cosas anexas que no es la expertiz de una empresa forestal, en ese caso es mejor licitar el servicio y externalizarlo, estableciendo parámetros óptimos para que el contratista cumpla”.

5) ¿Cuál es el tamaño óptimo de una flota de helicópteros para cubrir las necesidades anuales de combate de incendios en un país como Chile? “Pensando en todo Chile, incluyendo forestales, privados, etc. 50, 70 helicópteros aproximadamente”.
6) ¿Qué factores se deben considerar al evaluar la adquisición de helicópteros nuevos o usados para el combate de incendios forestales? “El precio, dependiendo de los recursos un helicóptero nuevo da mayor tranquilidad, más barato de mantener en el sentido de que no va a tener tanta falla, ya que va a estar cubierto por garantía y normalmente en la compra de un helicóptero nuevo va asociado el entrenamiento de las tripulaciones. Siempre va a ser mejor tener uno nuevo. Si tengo un presupuesto limitado, va a ser más barato adquirir un helicóptero usado, evaluando la cantidad de horas disponibles, mantenimiento, disponibilidad de repuestos en el mercado, que soporte técnico puede tener, si es muy viejo cada vez va teniendo menos soporte técnico y menos personal entrenado en su mantenimiento”.
7) ¿Cómo afecta la disponibilidad de helicópteros en el mercado internacional durante la temporada de incendios en Chile? -
8) ¿Cuáles son los costos promedio de arrendar helicópteros especializados en combate de incendios y cómo varían según el tipo de aeronave? “Va de la mano con el costo del helicóptero, mayor costo, mayor costo de arriendo. El costo va de la mano con el uso exclusivo para el cliente, en Chile se hace, mínimo de días garantizado y horas garantizado y luego se paga adicional el tiempo extra, además del tamaño y que rentabilidad quiera obtener el dueño del helicóptero”.
9) ¿Qué tecnologías o innovaciones recientes han mejorado la efectividad de los helicópteros en el combate de incendios forestales?

“Hay tecnologías que ya no son nuevas pero por ejemplo el GPS, los dispositivos de ataque son prácticamente los mismos que hace 20 años cómo son los bambi bucket. Hay ciertas mejoras que se han introducido cómo bombas de succión para llenar el bambi bucket o dispositivos de inyección de espuma, pero la tecnología es la misma. Más que en el combate en sí, en el sistema de gestión de combate hay tecnologías cómo las cámaras Flir, o drones que te permiten monitorear el incendio en tiempo real desde el centro de comandos y así definir estrategias de combate”.

10) ¿Qué factores deben considerarse para determinar si una flota debe incluir helicópteros de diferentes tamaños o modelos para optimizar su capacidad en el combate de incendios?

“Claramente va a depender del patrimonio que uno quiere cuidar, si estamos hablando del país completo, claramente necesitas todos los medios desde un helicóptero liviano hasta el super tanker, pero pensándolo cómo un cliente va a depender de la cantidad de hectáreas que se quieren cuidar”.

Es distinto lo que hace CONAF con patrimonio silvestre y vegetación nativa, etc a lo que son Forestales Arauco que tienen plantaciones acotadas. Depende de la cantidad de terreno a cubrir los medios que se deben contratar”.

Jefe de helicópteros, Ecocopter

1) ¿Cuáles son los principales factores que afectan la demanda de helicópteros para el combate de incendios forestales en el mercado nacional?

“Depende si son particulares o es el estado el que quiere contratar y el tamaño de los incendios en el momento que se producen con qué tipo de helicópteros van a privilegiar, por ejemplo en los contratos de CONAF que son con el estado hacen licitaciones por distintos tipos de helicópteros livianos, medianos o pesados de acuerdo a lo que ellos estructuran cómo su necesidad base pero existe SERNAPRED que acude cuando el

incendio se descontrola en zonas donde no está CONAF presente, llaman a todas las empresas que ofrecen el mismo servicio aunque no estén contratadas para apoyar, si hay un helicóptero con mayor capacidad por supuesto que va a ser prioritario. El tema que la empresa cómo tal para poder sostener una aeronave que levante mucha más agua, tiene un costo operacional mayor y de repente puede haber temporadas con menos incendios donde el helicóptero está detenido y se produce pérdida”.

2) ¿Qué tendencias internacionales observas en cuanto a la oferta y demanda de helicópteros para el combate de incendios?

“Para el caso del hemisferio norte, estamos cruzados con España, muchas empresas operan allá en invierno y luego vuelven en verano, distinto el caso de Brasil ya que a veces se superpone porque aún hay algunos incendios, hay que tener contratos cuando se termina la temporada de incendios ya que si no es una pérdida de dinero, la gracia sería tener una demanda contratada y continua para poder hacer rentable el negocio. Un B3 tiene dualidad funcional ya que es multipropósito, pero un helicóptero grande puede servir para operaciones mineras pero sigue siendo pérdida a menos que hayan contratos cruzados, tenerlo volando en temporada alta en el cada hemisferio”.

3) ¿Qué tipo de helicópteros de ala rotatoria son más efectivos para el combate de incendios forestales, considerando tamaño y capacidad?

“El B3 es un helicóptero multipropósito que es eficiente, económico y que puedes rentabilizar, pero si quieres eficiencia en combate tienes el Superpuma que tira 4000 litros de agua, una pasada de este son 4 de B3, por lo que es más caro pero es más eficiente para apagar incendios. Es relativo, un helicóptero eficiente es uno que levante más agua, cómo el Aircrane que tira 10.000 litros pero mucho más caro, y para otras misiones fuera de incendios levanta cargas pesadas puntuales aunque ahora los clientes dividen cargas para que los helicópteros más livianos las lleven y que la operación sea más económica”.

4) ¿Cuáles son las principales ventajas y desventajas de arrendar helicópteros versus comprarlos para el combate de incendios?

“Hoy tu arriendas un lease, tienes que asegurar lo que tienes de pagar, va a depender del capital inicial, si tienes el capital puedes comprar que es más barato a largo plazo que el arriendo, siempre que tengas el contrato y venta pero si no hay algo concreto mejor arrendar”.

5) ¿Cuál es el tamaño óptimo de una flota de helicópteros para cubrir las necesidades anuales de combate de incendios en un país como Chile?

“A nivel empresa unos 10 helicópteros por lo menos, Pegasus trabaja de manera estacional y tienen muchos más helicópteros pero están cambiando de hemisferio de acuerdo a la temporada”.

6) ¿Qué factores se deben considerar al evaluar la adquisición de helicópteros nuevos o usados para el combate de incendios forestales?

“Para incendios no es necesario uno nuevo, para minería si hay más condiciones requeridas pero para el combate de incendios hay helicópteros de 30 años y todavía siguen volando en incendios, así que si es por ahorrar no es mala idea pero tiene que tener repuestos y asistencia cercana”.

7) ¿Cómo afecta la disponibilidad de helicópteros en el mercado internacional durante la temporada de incendios en Chile?

“Como tenemos épocas cruzadas con el hemisferio norte no hay problema, ya que no se cruzan las operaciones y en caso de emergencia hay disponibilidad con fuera, a veces en los términos de nuestra temporada se cruza con el inicio de otras por ejemplo Grecia pero es como la única que se superpone”.

8) ¿Cuáles son los costos promedio de arrendar helicópteros especializados en combate de incendios y cómo varían según el tipo de aeronave?
-
9) ¿Qué tecnologías o innovaciones recientes han mejorado la efectividad de los helicópteros en el combate de incendios forestales?
“El sistema de saxofon que es un sistema de espuma adicional que no está como 100% verificada pero si retarda la evaporación del agua y eso ayuda a combatir, y son tecnologías que se han aplicado ahora. Para poca agua sirve en helicópteros livianos”.
10) ¿Qué factores deben considerarse para determinar si una flota debe incluir helicópteros de diferentes tamaños o modelos para optimizar su capacidad en el combate de incendios?
“En general se trata de tener no más de 2 o 3 distintos y así puedes ofrecer servicios a distinto costo, y así puede ser más atractiva la oferta para clientes con presupuesto aplicado”.

- Características del sistema Firesense

“El profesor Bardeen explica que hay herramientas que son bastantes usadas por la industria minera para generar mapas 3D de las operaciones. En este caso, replican tecnología similar que permite al procesador capturar y tener el mapa armado al momento de volver al suelo, para así compartir el material vía Whatsapp o comunicación en terreno. La velocidad es lo importante y el mayor desafío del proyecto en sí, siendo una ventaja para que los equipos humanos puedan verlos fácilmente, junto con tener imágenes entre todos los organismos que están involucrados en combatir un incendio.” (Olave, 2021)

- Tabla comparativa entre algunas características del combate de incendios con/sin sistema Firesense.

Características	Con Firesense	Combate tradicional
Detección de respuestas	Automática	Depende de la intervención humana
Monitoreo	Continuo y en tiempo real	Puntual, generalmente dependiendo de los turnos de tropas asignadas
Seguridad	Evita que tripulaciones estén en el sitio no sabiendo a que temperaturas se van a enfrentar, o las condiciones del incendio.	El sitio es reconocido por un helicóptero para evaluar y de ahí llamar a la tripulación correspondiente.

Bibliografía

- (Reyes, 2016), Estudio técnico-económico para adquisición de un helicóptero, orientado al combate de incendios en Chile.
- (28 de mayo, 2024), CONAF. <https://www.conaf.cl/centro-documental/distribucion-nacional-de-la-ocurrencia-n-de-incendios-forestales-segun-causalidad-2003-2023/>
- Gonzalez, J. Pérez, J.(4 de abril de 2024). CONAF. <https://www.conaf.cl/centro-documental/la-brigada-de-heliataque-y-los-procedimientos-de-trabajo-con-helicopteros/>
- (12 de abril, 2024), CONAF, <https://www.conaf.cl/quienes-somos/>
- (28 de mayo, 2024) SENAPRED, <https://web.senapred.cl/incendios-forestales/>
- Ap. (18 de junio, 2024). *Incendios forestales en California* [Vídeo]. El País US. <https://elpais.com/us/2024-06-18/los-incendios-forestales-en-california-abarcan-cerca-de-60-kilometros-en-los-angeles.html>
- (18 de junio, 2024), Europa Press. Los incendios forestales arrasan 9.904 hectáreas en España hasta marzo de 2024, un 46,1% menos que hace un año. *europapress.es*. <https://www.europapress.es/sociedad/noticia-incendios-forestales-arrasan-9904-hectareas-espana-marzo-2024-461-menos-hace-ano-20240412123152.html>
- (29 de abril, 2024), Secom, N, CONAF *entregó balance de incendios temporada 2023-2024*. CONAF. <https://www.conaf.cl/conaf-entrego-balance-de-incendios-temporada-2023-2024/>
- (15 de junio, 2024) *La crisis climática prolonga la temporada de incendios, que se agravan*. <https://www.wwf.es/?65481/La-tesis-climatica-prolonga-la-temporada->

[de-incendios-que-se-agravan-ante-la-falta-de-gestion-del-paisaje-en-Espana#:~:text=Por%20esta%20raz%C3%B3n%2C%20la%20temporada,de%20invierno%2C%20primavera%20y%20verano.](#)

- (21 de septiembre, 2021) El dron chileno que ayuda a combatir incendios forestales.
<https://www.latercera.com/piensa-digital/noticia/el-dron-chileno-que-ayuda-a-combatir-incendios-forestales/ZARWBQW3K5FP7EV6K6EMZSXI4U/>