



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Máster en Ingeniería de Montes

Protocolo de operaciones aéreas para la extinción de incendios forestales en Chile

Alumno/a: Xandra Renedo Huertas

Tutor/a: Pablo Martín Pinto

Cotutor/a: Juncal Espinosa Prieto

Junio



Copia para el tutor/a



ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	iv
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS	v
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general.....	3
2.2 Objetivos específicos.....	3
3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	3
3.1 Antecedentes.....	3
3.2 Bases teóricas.....	6
3.2.1 Incendios forestales.....	6
3.2.1.1. Incendios forestales en Chile.....	7
3.2.2 Recursos aéreos para la extinción de incendios forestales.....	9
3.2.3 CONAF.....	14
3.2.3.1 Misión.....	14
3.2.3.2 Objetivos estratégicos.....	14
3.2.3.3 Estructura organizacional.....	15
3.3 Marco normativo.....	16
4. METODOLOGÍA	17
5. DISTRIBUCIÓN Y ESTRUCTURA DEL PROTOCOLO DE OPERACIONES AÉREAS PARA LA EXTINCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES EN CHILE	17
5.1 Protocolo de operaciones aéreas para la extinción de incendios forestales en Chile	17
5.1.1 Destinatarios implicados y ámbito de aplicación.....	17
5.1.1.1 Destinatarios implicados.....	17
5.1.1.2 Ámbito de aplicación.....	18
5.1.2 Regularización de las operaciones aéreas en incendios forestales.....	19
5.1.2.1 Consideraciones Generales.....	19
5.1.2.1.1 Supervisión y responsabilidades.....	19
5.1.2.1.2 Despacho de la aeronave de coordinación.....	20
5.1.2.1.3 Asignación de medios aéreos a un incendio forestal.....	21
5.1.2.1.4 Planificación de los medios aéreos asignados a un incendio forestal.....	21
5.1.2.1.5 Comunicaciones.....	22
5.1.2.1.6 Emisoras utilizadas para operaciones aéreas (banda aérea y terrestre).....	22
5.1.2.1.7 Recomendación de requisitos de formación teórica y práctica.....	23
5.1.2.1.8 Equipo y material en el avión de coordinación.....	24
5.1.3 Organización y planificación de las operaciones aéreas.....	24
5.1.3.1 Coordinador aéreo, jefe brigada helitransportada (CA BHT).....	25
5.1.3.2 Coordinador de recursos aéreos (CRA).....	26
5.1.3.3 Jefe de operaciones aéreas (JOA).....	26
5.1.4 Central de protección.....	27
5.2 Coordinación de las operaciones aéreas en la extinción de incendios	27



5.2.1 Consideraciones generales.....	27
5.2.1.1 Funciones operativas aéreas: CRA, JOA y CA.....	29
5.2.1.2 Activación de la aeronave de coordinación.....	32
5.2.1.3 Relevo de la aeronave de coordinación.....	33
5.2.1.4 Desmovilización del CRA.....	34
5.2.2 Normas de Regulación del tráfico aéreo.....	34
5.2.2.1 Procedimiento de entrada en el zona de extinción de incendio (ZEI).....	34
5.2.2.2 Separación entre aeronaves dentro de la ZEI.....	36
5.2.2.3 Comunicaciones aire-aire y aire-tierra.....	37
5.2.2.3.1 Consideraciones generales.....	37
5.2.2.3.2 Comunicaciones operativas durante el ciclo de extinción.....	38
6.2.2.4 Tráficos dentro de la ZEI.....	40
6. CONCLUSIONES.....	43
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44
8. ANEXOS.....	46



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura A. Incendio en Chile, octava región (Ñuble), 2019 Fuente: Propia.....	6
Figura B. Incendio forestal en Chile, octava región (Ñuble), enero 2019. Fuente: Propia	7
Figura C. Regiones de Chile. Fuente: Mapas de Chile, 20113.	8
Figura D. Operación aérea para extinción de incendio forestal en Chile, 2017. Fuente: Piloto Air Tractor	10
Figura E. Avión cisterna en incendio forestal. Fuente propia, Los Realejos (Tenerife) 2022.	11
Figura F. . Aeronave con helibalde Bambi Bucket. Fuente: Propia, Chile 2022.....	12
Figura G. Helicóptero combatiendo incendio forestal. Fuente: The Objective, 2022.....	12
Figura H. Organización y planificación de OA (nivel conato y ataque ampliado). Elaboración propia.....	24
Figura I. Organización y planificación de OA (incendio de magnitud, con despliegue de JOA). Elaboración propia	25
Figura J. ZEI dividida horizontal y verticalmente. Fuente: DAN137	28
Figura K. Ejemplo de distribución de una grilla. Fuente: DAN137	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla A. Impacto de los incendios forestales en Chile durante el primer trimestre del 2023.....	9
Tabla B. Dosis y usos de retardantes para el combate de incendios forestales	10
Tabla C. Tipos de aeronaves y sus aplicaciones en el combate de incendios forestales	13



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

AAM: Área de aproximación y maniobra

AE: Área de espera. Zona donde deben esperar indicaciones los medios aéreos para acceder a la zona de extinción de incendio.

AGL: Above ground level (sobre el nivel del suelo). Se utilizará esta nomenclatura por ser la estandarizada en operaciones aéreas.

CA BHT: Coordinador aéreo brigada helitransportada

CI: Comandante del incidente

CRA: Coordinadores de recursos aéreos

CRAa: Coordinador de recurso aéreo encargado de las comunicaciones aire-aire

CRAt: Coordinador de recurso aéreo encargado de la parte comunicaciones tierra-aire

CP: Central de protección

CONAF: Corporación nacional forestal

CORMA: Corporación chilena de la madera

CU: Comando unificado

DGAC: Dirección general aviación civil

FASA: Forestal Arauco sociedad anónima

ft: feet (en español pies). Se utilizará esta medida en el texto, que, sin ser la recogida en el sistema internacional, es la utilizada de manera estandarizada en las operaciones aéreas. Un pie (ft) equivale a aproximadamente a 0,3048 m.

JB: Jefe de brigada

JO: Jefe de operaciones

JOA: Jefe de operaciones aéreas

KIAS: Velocidad aeronáutica indicada. Se utiliza para los límites de velocidad de las aeronaves, los cambios de velocidad y las restricciones de velocidad.



Nm: Nautical mile (Millas náuticas), es una unidad de longitud empleada en navegación marítima y aérea. Una milla náutica (Nm) es aproximadamente 1852 m.

OA: Operaciones aéreas

PC: Puesto de comando

PCU: Puesto de comando unificado

P: Piloto al mando o comandante de la aeronave

PD: Periodo de descanso

PSV: Periodo de servicio de vuelo

RRAA: Recursos aéreos

R20-AC: Incendio forestal con amenaza compartida

SCI: Sistema de comando de incidente, es un modelo de organización y mando para todos los agentes que intervienen en una emergencia, que prevé entre otras cosas procedimientos e instalaciones encaminados a mejorar la respuesta en situaciones de emergencia.

SIC: Copiloto, responsable de asistir al piloto al mando en las operaciones de vuelo.

SOP: Estándar operativo

ZEI: Zona de extinción de incendios. Círculo 5Nm

ZN: Zona de notificación. 12Nm del incendio

1. INTRODUCCIÓN

El Ministerio de Agricultura de Chile define un incendio forestal como un fuego que, independientemente de su origen, representan un peligro para las personas, bienes y medio ambiente; en este tipo de incendio, el fuego se propaga de forma descontrolada, arrasando a su paso vegetación viva o muerta y extendiéndose a los terrenos rurales.

Según información suministrada por el Ministerio de Agricultura de Chile (2022), el 99% de los incendios se originan por descuido, negligencia o intención de las personas, debido a la manipulación inapropiada de fuentes de calor, prácticas agrícolas o acciones delictivas, pero también se pueden originar por la incidencia de los rayos solares.

En el caso de Chile, ciertas condiciones ambientales como las pocas lluvias, las altas temperaturas y los vientos provenientes del sur, en determinados meses del año, favorecen la combustión de una vegetación que es muy sensible al fuego, ocasionando incendios forestales.

Los incendios forestales, además de afectar a la vegetación, también pueden generar impactos negativos en los suelos, la fauna, la atmósfera, los cursos de agua y en general, en todo el entorno, incluidos los seres humanos. Estos daños se traducen en pérdidas humanas, de biodiversidad y económicas, en un país donde se ven afectadas más de 50.000 hectáreas cada año, llegando a registrar inclusive 100.000 hectáreas quemadas (Ministerio de Agricultura de Chile, 2022), siendo el combustible más afectados los matorrales y las praderas.

Chile cuenta con una superficie forestal cercana a los 18 millones de hectáreas, lo que representa poco más del 23% de la superficie total del territorio nacional. De esta cantidad de hectáreas, aproximadamente 14 millones pertenecen a bosques nativos y el resto a plantaciones forestales. Dentro de los bosques nativos, el tipo forestal lenga es el más abundante (cerca de 4 millones de hectáreas), seguidas del tipo forestal siempreverde con 3.5 millones de hectáreas. Otras especies que conforman los bosques nativos son el Coihue de Magallanes, el Roble – Raulí – Coihue, el tipo forestal palma chilena y el ciprés de cordillera (Ministerio de Agricultura de Chile, 2022).

En el lapso 2021 – 2022, los incendios forestales en Chile afectaron más de 125.000 hectáreas, siendo el promedio anual de superficie forestal afectada del último lustro de 165.500 hectáreas. Durante el quinquenio 2017 – 2022, el promedio regional de ocurrencias de incendios forestales, fue de 3.257, en tanto que el total de ocurrencias fue de 52.104 (Biblioteca del congreso nacional de Chile, 2023).



Las regiones con mayor número de ocurrencias durante el quinquenio 2017 – 2022 fueron Biobío (12.012), Magallanes (11.417), La Araucanía (6.154), Maule (5.168) y Valparaíso (4.343). En tanto que los meses del año con mayor ocurrencia de incendios fueron: enero (12.176), febrero (9.938), diciembre (8.6245) y marzo (4.465). Las principales causas de los incendios durante este periodo fueron: intencionales (15.961) y por el tránsito de personas, vehículos o aeronaves (10.865). El porcentaje de superficie quemada, indica que los incendios intencionales afectaron el 37,3% y el tránsito de personas, vehículos o aeronaves afectaron el 11,8% (Biblioteca del Congreso nacional de Chile, 2023).

Para la extinción de los incendios forestales, Chile cuenta con dos sistemas de protección: el sector privado y el Estado. El sector privado está integrado por importantes empresas de la industria forestal, quienes con recursos propios protegen más de 1.500.000 de hectáreas de plantaciones forestales. Mientras que en representación del Estado, está la Corporación nacional forestal (CONAF), mediante la gestión de un programa de manejo del fuego orientado a la protección contra incendios forestales a nivel nacional.

A estos sistemas de protección se suma la intervención de los cuerpos de bomberos, quienes son fundamentales para la salvaguarda de las poblaciones susceptibles a ser afectadas por la incendios forestales. Otros factores que también intervienen en los sistemas de protección son la Oficina nacional de emergencia (ONEMI) y las Brigadas forestales del ejército (BRIFE) y de la Armada de Chile (BRIFAR), que son equipadas y capacitadas por la CONAF.

La incorporación de medios aéreos (MMAA), como los helicópteros en la extinción de los incendios forestales, resulta muy efectivo debido a la precisión que ofrecen, ya que al sobrevolar el incendio se puede valorar la magnitud y evitar la propagación de este. Además, estas aeronaves están dotadas de dispositivos para el lanzamiento de agua y espuma, lo que minimiza el calor del suelo. Además, su diseño les permite llegar a zonas de difícil acceso para trasladar cargas, personal de las brigada o lesionados (Tocarama, 2018).

En Chile, además de los de helicópteros, se emplean también aviones cisterna en la extinción de incendios forestales, su objetivo es el apoyo terrestre y operan en coordinación con las Brigadas. Generalmente intervienen en incendios pequeños, ya que su utilización para extinguir incendios más grandes resulta costosa y no tan efectiva como los helicópteros (Ministerio de Agricultura de Chile, 2022),

La efectividad en la extinción de incendios forestales requiere frecuentemente la coordinación de las operaciones aéreas (OA). Estas habitualmente se realizan en condiciones de



vuelo exigentes, en un espacio de alta carga de trabajo, requiriendo el desarrollo de múltiples tareas. Debido a ello, es importante la normalización de los procedimientos para garantizar la seguridad, eficacia, eficiencia y profesionalidad. Por ello, este trabajo fin de máster tiene como **objetivo diseñar un protocolo de operaciones aéreas para la extinción de incendios forestales en Chile, basado en el protocolo de regulación de operaciones aéreas en incendios forestales, aprobado por el Comité de Lucha contra Incendios Forestales el 21 de noviembre del 2019 por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación del Estado Español.**

El protocolo revisa e implementa la regulación de las comunicaciones aéreas dentro de la zona de extinción de incendio (ZEI) dependiendo del despliegue del sistema de manejo de emergencia (SME) en cada caso. Además, se establecen los criterios operacionales que deben cumplir las diferentes figuras del sistema de comando de incidente (SCI) en la rama de operaciones aéreas para ejecutar sus funciones, dependiendo del escalamiento del incidente (conato, ataque ampliado e incendios de magnitud).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Diseñar un protocolo de operaciones aéreas para la extinción de incendios forestales en Chile.

2.2 Objetivos específicos

- Unificar el procedimiento para la coordinación de recursos en las operaciones aéreas para la extinción de incendios forestales.
- Definir un protocolo propio y específico para la ejecución de las operaciones aéreas bajo las directrices generales que establece la Corporación nacional forestal.
- Unificar criterios técnicos para la extinción de los incendios forestales vía aérea con el fin de mejorar coordinación de los diferentes recursos que actúan en la emergencia causada por incendios forestales.

3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

3.1 Antecedentes

A raíz de la tormenta de fuego en la zona centro-sur de Chile a principios del año 2017, que afectó a 450.000 hectáreas de vegetación, destruyó más de 2.000 viviendas y ocasionó cuantiosos daños



ambientales, Correa y Castillo (2022) recopilaron antecedentes sobre ciertos factores sociales y políticos que actúan directamente en la atención de emergencias y las posibilidades de control de incendios forestales.

Además, presentaron las siguientes recomendaciones operativas para la planificación de la extinción de incendios:

- Confeccionar protocolos de actuación interinstitucionales, donde queden definidas las funciones y responsabilidades de cada organismo de respuesta que pueda participar en la extinción de incendios forestales.
- Constituir un nivel de mando conjunto cuando exista más de un organismo de respuesta.
- Los objetivos y estrategias derivadas de la planificación, deben ser conocidos por todo el personal de respuesta, para asegurar la eficiencia, la eficacia y la seguridad de las operaciones.
- Establecer una estructura organizacional clara, considerando a todos los recursos involucrados.

Con respecto a las operaciones aéreas para la extinción de incendios forestales, el Ministerio de Agricultura de Chile señala que estas requieren de protocolos para la ejecución de sus procedimientos, con el fin de que las operaciones se realicen dentro de márgenes de seguridad. En este sentido, se requiere del trabajo conjunto de todo el personal involucrado en las operaciones, desde altos ejecutivos hasta el personal que trabaja en tierra, las empresas forestales, los operadores aéreos y los pilotos (Ministerio de Agricultura de Chile, 2022).

Por otro lado, la Subdirección de Incendios de la Coordinadora nacional para la reducción de desastres (CONRED), en Guatemala, comparte algunas técnicas y describe cómo debe ser la organización para la extinción vía aérea de incendios forestales, a pesar de que principalmente, la extinción se realiza de forma terrestre en este país. Sin embargo, para aquellos escenarios en los que se requiere controlar y extinguir los incendios desde el aire, se utilizan aeronaves como helicópteros, a los cuales se les dota de un helibalde especial para realizar descargas puntuales en lugares inaccesibles. El helibalde es un dispositivo colgante que permite apoyar la extinción mediante lanzamientos de agua.

La Coordinadora nacional para la reducción de desastres establece que antes de desarrollar las acciones para la extinción del incendio, se debe tener un panorama del terreno afectado por el fuego, para lo que utiliza drones y realiza sobrevuelos con helicópteros o avionetas, permitiendo la toma de decisiones por parte de las autoridades para las operaciones de respuesta. Las



operaciones aéreas no se realizan si se presenta nubosidad o durante la noche, esto con el fin de salvaguardar la vida del personal (CONRED, 2021).

En Uruguay, el cuerpo de bomberos en colaboración con la Sociedad de productores forestales (SPF), ha estado desarrollando un protocolo o plan de acción forestal, donde definen responsables y líneas de comunicación con empresas forestales, alcaldías, intendencias, bomberos, entre otras organizaciones. También muestra las herramientas y recursos humanos que tiene cada organismo, con el fin de conocer las disponibilidad para prestar el apoyo en las operaciones de extinción y con cuales equipos se cuenta.

Uruguay se ha caracterizado por la cobertura aérea que desde hace algunos años, ha estado dedicando a las labores de detección y extinción de incendios forestales, observándose una articulación entre el sector público y privado, utilizando tanto aeronaves de la Fuerza aérea y de la Policía nacional, como aviones de detección y helicópteros de extinción gestionados por la SPF (Fermi, 2022).

En Chile, el grupo forestal Mininco, con el objetivo de establecer los procedimientos de operación para el uso de aeronaves en la extinción de incendios, promover la seguridad, efectividad y eficiencia en el uso de los recursos aéreos para el control de incendios forestales y describir los tipos, cantidad y distribución de los recursos aéreos para la extinción de incendios forestales, ha diseñado un Manual de operaciones aéreas que contempla el trabajo coordinado y complementario de brigadas profesionales de extinción de incendios más el apoyo de aeronaves como helicópteros, aviones cisterna y de coordinación, utilizados para el traslado de personal o el lanzamiento de agua y/o aditivos complementarios (Mininco, 2023).

En Mininco, el conjunto de recursos logísticos, actividades y organización, está basado en la disposición de helicópteros para el transporte de brigadas a los incendios y que además cuenten con helibalde. Para la coordinación y entrega de las instrucciones técnicas a las aeronaves sobre el incendio, se cuenta con aviones de coordinación, que además apoyan con información del reconocimiento aéreo a la persona encargada de la dirección total de las operaciones de extinción del incendio en terreno.

Es así como el Manual de Operaciones Aéreas de la empresa Mininco, es un documento técnico que busca normalizar, ordenar y coordinar las operaciones de manera eficiente y segura, tanto para el personal que opera las aeronaves como para el personal que ejecuta las operaciones en tierra (Mininco, 2023).

3.2 Bases teóricas

3.2.1 Incendios forestales

En Chile un incendio forestal (Figura A) se define como un fuego que se propaga sin control en terrenos rurales, atravesando vegetación leñosa, arbustos o hierbas, el cual representa un peligro o daño a las personas, a las propiedades o al ambiente. La mayoría tienen su origen por la acción humana, bien sea por descuido, negligencia o con intención, sin embargo, se puede dar el caso, en ciertas regiones, que los rayos sean causantes de incendios (Ministerio de Agricultura de Chile, 2022)



Figura A. Incendio en Chile, octava región (Ñuble), 2019 Fuente: Propia.

Los incendios forestales (Figura B) se propagan debido a la combinación del calor del agente inicial, el oxígeno y el elemento que actúa de combustible, por lo que para combatir los incendios, existen acciones destinadas a romper este triángulo del fuego, como se le conoce a esta combinación.

Por ejemplo, una acción que se realiza para controlar el oxígeno, es cubrir el combustible con tierra a fin de aislarlo del aire. Otra acción que se puede realizar, pero esta vez sobre el calor, es absorberlo utilizando agua, que al evaporarse tiene la capacidad de absorber el calor, mientras que las acciones que se pueden ejercer sobre el combustible, son las siguientes:

- Interrumpir la continuidad tanto horizontal como vertical de la vegetación, lo que se puede efectuar cortando o eliminando la vegetación que actúa como combustible en el recorrido del incendio.
- Incrementar el contenido de humedad de la vegetación.
- Cubrir al combustible con una mezcla de agua y retardante o cualquier producto químico que interrumpa la propagación del fuego.
- Eliminar la vegetación combustible con un fuego controlado para consumir todo el combustible y que el incendio, a su paso, no consiga combustible para quemar.



Figura B. Incendio forestal en Chile, octava región (Ñuble), enero 2019. Fuente: Propia

3.2.1.1. Incendios forestales en Chile

Un reporte de las Naciones Unidas en Chile (2023), señala que la ola de calor extendida en lo que va del año 2023, generó las condiciones ideales para el desarrollo de incendios forestales en la región centro meridional del país. El origen de estos incendios es principalmente humano y se enmarcan en un contexto de deficiencia hídrica de años y veranos con récords de altas temperaturas. Para el primer trimestre del 2023, se habían visto afectadas alrededor de 450.000 hectáreas. Además se perdieron vidas humanas, animales, cultivos y propiedades y las principales regiones afectadas fueron: Ñuble, Biobío, La Araucanía, Los Ríos, Los Lagos y Maule (figura C).

Para responder a esta emergencia nacional, el gobierno declaró estado de excepción en las regiones de Biobío, Ñuble y la Araucanía (Figura C), activando toda la capacidad de respuesta prevista en el Plan estratégico nacional de prevención y combate de incendios forestales de la CONAF, del Ministerio de Agricultura y de la Corporación chilena de la madera (CORMA).

Al mismo tiempo se activaron los mecanismos de respuesta previstos por la Ley 21.364 que establece el Sistema nacional de prevención y respuesta ante desastres (SENAPRED, que es el organismo técnico del Estado a cargo de planificar y coordinar los recursos públicos y privado destinados a la prevención y atención de emergencias y desastres de origen natural o provocados por la acción humana, ex ONEMI).

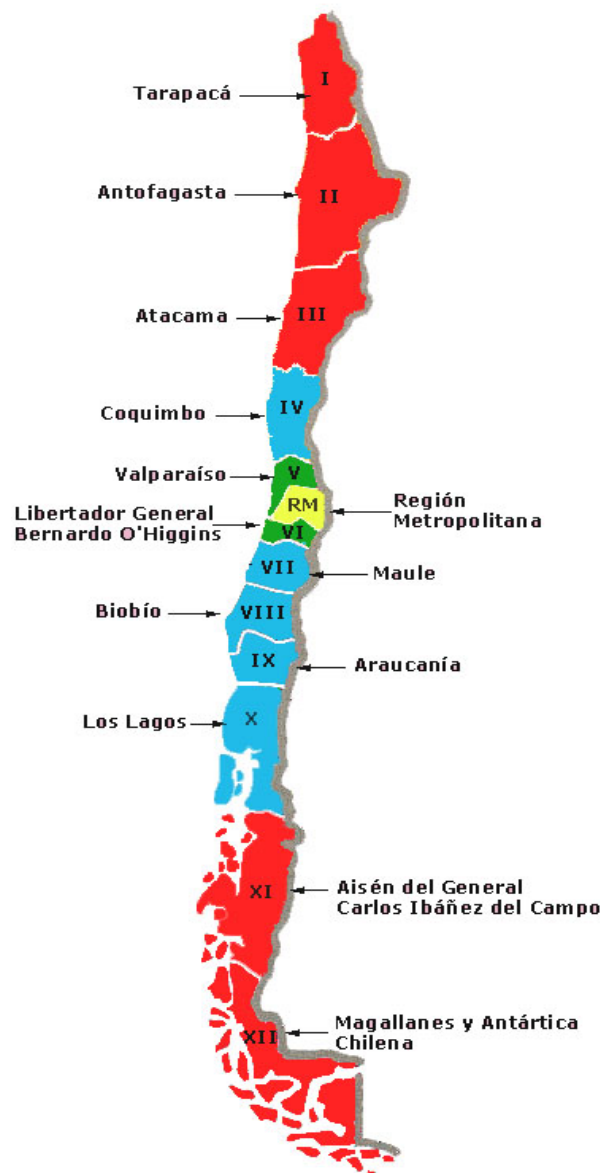


Figura C. Regiones de Chile. Fuente: Mapas de Chile, 20113.

En la Tabla A se muestran los impactos de los incendios forestales en Chile para el primer trimestre de 2023.

Tabla A. Impacto de los incendios forestales en Chile durante el primer trimestre del 2023

Impacto	Cantidad
Cantidad de personas damnificadas, fallecidas o albergadas	7.835
Número de viviendas destruidas	2.560
Número de viviendas dañadas	1.518
Hectáreas quemadas	439.000
Hectáreas de cultivos afectados	5.900
Cantidad de animales muertos	33.909
Número de agricultores afectados	11.656
Porcentaje de colmenas dañadas	84%

Fuente: Organización de las Naciones unidas Chile, 2023.

3.2.2 Recursos aéreos para la extinción de incendios forestales

Los aviones cisterna son aeronaves que permiten el lanzamiento de agua pura sobre el fuego o también una mezcla de agua con aditivos o productos químicos (Figura D). En el caso de Chile, usualmente se emplea agua sola o agua con un producto que genera espuma que pueda cubrir el combustible. Las aeronaves que se emplean generalmente son aviones comerciales o turbohélice que se han transformado como aviones cisterna, también se utilizan aviones fumigadores de uso agrícola. Estos aviones requieren de estanques interiores con compuertas para poder evacuar el líquido.

Los productos químicos que se utilizan en la extinción de incendios forestales, son retardantes y espumas cuya dosificación va a depender del tipo de vegetación a tratar y del ancho de la línea de retardante. Algunas recomendaciones que suelen emplear son las siguientes:

- Prados: utilizar espumas en vez de retardantes, ya que se pierden en gran parte al suelo por la fuerza del impacto.
- Matorrales y hojarasca: los retardantes son más eficaces, ya que las espumas quedan retenidas en las partes altas de la vegetación y mojan menos el combustible a tratar.
- Restos de poda: es preferible utilizar espumas, ya que penetran más fácilmente en la vegetación y la recubren mejor.



Figura D. Operación aérea para extinción de incendio forestal en Chile, 2017. Fuente: Piloto Air Tractor

En la tabla B se muestran las dosis de algunos agentes retardantes empleados en la extinción de incendios forestales desde al aire.

Tabla B. Dosis y usos de retardantes para la extinción de incendios forestales

Consistencia	Dosis	Utilización
Disolución de espuma	0,1- 0,3 %	Ataque directo. Combustibles secos, finos. Combustibles compactos. Repaso de perímetros.
	3,1-9,3 l /descarga	
Espuma húmeda	0	Ataque directo. Combustibles finos, medios. Combustibles compactos. Repaso de perímetros.
	9,3 l /descarga	
Espuma saturada	0	Ataque indirecto. Refuerzo de líneas de defensa. Contrafuegos. Quemados de ensanche.
	15,5 l /descarga	
Espuma seca	0,6- 1%	Ataque indirecto. Pretratamiento de combustibles y puntos sensibles.
	18,6-31l /descarga	

La operación con aviones cisterna está regida por ciertos principios básicos, siendo uno de ellos entender que sólo son una herramienta más para la extinción y no un sistema independiente ni de control total al fuego. Prestan apoyo a las operaciones terrestres y trabajan en coordinación con las brigadas (Figura E). Deben ser utilizados preferentemente en el ataque inicial, en

incendios pequeños o bien en focos pequeños de incendios más grandes. Extinguir grandes focos será inefectivo y costoso.

Además, el abastecimiento de combustible y de agua debe estar cerca, para impedir que el fuego resurja mientras la aeronave vuelve a su lugar de aprovisionamiento. También debe existir una adecuada comunicación entre el jefe de incendio y el piloto de la aeronave, con lenguaje preciso e instrucciones claras y oportunas sobre dónde y cuándo lanzar (Ministerio de Agricultura de Chile, 2022).



Figura E. Avión cisterna en incendio forestal, Los Realejos (Tenerife) 2022. Fuente: Propia

Otra aeronave utilizada para combatir los incendios forestales, es el helicóptero, el cual se usa para sobrevolar el incendio, evaluando la situación. En el desarrollo de las operaciones se emplea para el transporte de personal de brigadas a lugares de difícil acceso, para transporte de equipos y carga, para traslado de accidentados y para lanzamientos de agua y espuma. Para los lanzamientos de agua los helicópteros usan dos modalidades:

- Con helibalde, se trata de un dispositivo similar a un balde que cuelga bajo la aeronave unido a ella a través de una eslinga con un gancho baricéntrico y que se llena en fuentes naturales o estanques. El agua es liberada por una tapa inferior que es abierta con un dispositivo de control operado por el piloto.



Figura F. . Aeronave con helibalde Bambi Bucket, Chile 2022. Fuente: Propia

- Con un depósito incorporado, adosado al casco, llenado con bombas en tierra o en vuelo estacionario sobre el agua usando una motobomba eléctrica.



Figura G. Helicóptero combatiendo incendio forestal. Fuente: The Objective, 2022.

En la Tabla C se muestran los principales modelos de aeronaves utilizados en Chile para la extinción de incendios forestales, además de sus usos y objetivos.



Tabla C. Tipos de aeronaves y sus aplicaciones en la extinción de incendios forestales

Tipo	Modelo	Objetivo	Uso recomendado	Maniobrabilidad
Motor turbohélice	AIR TRACTOR 802	Lanzamiento agua/retardante/espuma	Ataque inicial	Alta
Monoturbina ligero	AUGUSTA A119 KOALA	Transporte brigada / lanzamiento agua	Ataque inicial	Alta
Doble motor turbina	KAMOV K32	Lanzamiento agua /espuma	Ataque inicial	Alta
Doble motor turbina	SIKORSKY S-61N	Lanzamiento de agua / transporte de Brigadistas	Ataque ampliado / transporte de personal	Media
Doble motor turbina	SIKORSKY UH-60 BLACKHAWK	Lanzamiento de agua	Ataque ampliado / apoyo	Media
Doble motor turbina	CHINOOK CH 47	Lanzamiento de agua	Ataque ampliado	Media
Tipo	Modelo	Objetivo	Uso recomendado	Maniobrabilidad
Monoturbina ligero	AS350 B3 ECUREUIL	Lanzamiento de agua / coordinación	Despacho inicial	Alta
Bimotor de pistón	VULCANAIR P68	Observación / coordinación	Patrulla / observación / coordinación	Media
Bimotor de pistón	CESSNA 337	Observación / coordinación	Captación de imágenes / coordinación aérea / vigilancia	Media



3.2.3 CONAF

La Corporación nacional forestal es una entidad de derecho privado dependiente del Ministerio de Agricultura de Chile y cuya principal función es administrar la política forestal nacional y fomentar el desarrollo del sector.

3.2.3.1 Misión

Garantizar la conservación, restauración y el manejo sostenible de los ecosistemas boscosos y xerofíticos del país. Ejecutar acciones destinadas a la conservación, manejo de ecosistemas, monitoreo y arborización. Satisfacer la demanda actual y futura por bienes y servicios ecosistémicos y contribuir al desarrollo territorial, de los pueblos originarios, las comunidades vulnerables y la valoración de la biodiversidad en un escenario de crisis climática.

3.2.3.2 Objetivos estratégicos

- Asegurar la conservación de los ecosistemas boscosos y xerofíticos en las Áreas silvestres protegidas del Estado y fuera de éstas, reduciendo el riesgo de desastres ambientales provocados por la acción antrópica y no antrópica, con un enfoque preventivo frente a los incendios y otros daños ecológicos.
- Promover y manejar paisajes y ecosistemas boscosos y xerofíticos con fines multifuncionales, fomentando el manejo y la restauración de los bosques nativos y formaciones xerofíticas, mediante soluciones basadas en la naturaleza, así también las prácticas de manejo forestal en plantaciones que protejan los componentes ambientales.
- Monitorear, a distintas escalas, el comportamiento de los ecosistemas boscosos y xerofíticos, con el fin de predecir e identificar procesos naturales y antrópicos que impactan la oferta de bienes y servicios ecosistémicos y la conservación de la biodiversidad.
- Promover y desarrollar acciones ecológicas para la creación y fortalecimiento de áreas verdes que aporten a la resiliencia en ciudades y territorios, reconociendo patrimonio cultural en los enfoques de trabajo con los pueblos originarios y comunidades vulnerables.
- Promover el diálogo técnico-político y el desarrollo de instrumentos de política pública coordinada para el cumplimiento de los objetivos propuestos en materia de mitigación y adaptación al cambio climático, y con enfoques territoriales en un contexto local, regional, nacional e internacional.



- Generar alianzas para el desarrollo forestal y promover la colaboración público-privada, para el desarrollo institucional y el cumplimiento de los objetivos y metas asociadas al cambio climático y de CONAF.
- Ofrecer oportunidades de capacitación, empleo y desarrollo forestal asociados a la protección, conservación y manejo de los ecosistemas boscosos y xerofíticos y la biodiversidad, aportando al desarrollo territorial, de pueblos originarios y comunidades vulnerables.
- Garantizar la transparencia de uso de recursos públicos en la gestión institucional, la administración y entrega oportuna de información y el desarrollo de las personas.

3.2.3.3 Estructura organizacional

La Dirección ejecutiva tiene a su cargo las Direcciones regionales. Bajo la Dirección ejecutiva están las oficinas de Fiscalía, Auditoría interna, Jefatura de gabinete y las Secretarías de: Política forestal, Ejecutiva y la de Asuntos institucionales.

Bajo la Secretaría ejecutiva se encuentran las siguientes gerencias y sus departamentos:

- Gerencia de áreas silvestres protegidas
 - Departamento de monitoreo y desarrollo.
 - Departamento de administración.
 - Departamento de diversidad biológica.
- Gerencia de fiscalización y evaluación ambiental
 - Departamento de fiscalización forestal ambiental
 - Departamento de evaluación ambiental
 - Departamento de administración forestal
 - Departamento de monitoreo de ecosistemas forestales
 - Departamento de desarrollo y soporte de sistemas
- Gerencia de ecosistemas boscosos y xerofíticos
 - Departamento de bosque nativo
 - Departamento de formaciones xerofíticas
 - Departamento de plantaciones forestales
 - Departamento de arborización urbana
 - Departamento de cambio climático
- Gerencia de protección contra incendios forestales
 - Departamento de planificación, gestión y control presupuestario
 - Departamento de prevención y mitigación de incendios forestales



- Departamento de desarrollo e investigación
- Departamento de logística
- Departamento de recursos aéreos
- Departamento de control de incendios forestales

Bajo la Secretaría de asuntos institucionales se encuentran las siguientes gerencias y sus departamentos:

- Gerencia de desarrollo de las personas
 - Departamento de vida laboral
 - Departamento de prevención de riesgos
 - Departamento de gestión de personas
 - Departamento de bienestar del personal
- Gerencia de finanzas y administración
 - Departamento de control de gestión
 - Departamento de finanzas
 - Departamento de abastecimiento
 - Departamento de servicios y logística
 - Departamento de informática.

3.3 Marco normativo

El desarrollo del protocolo viene enmarcado en las siguientes normativas:

- Normativa DAN 137 de la Dirección general de aeronáutica civil (DGAC) Chile, la cual es aplicable para los servicios de trabajos aéreos en el país. Regula las operaciones aéreas en la extinción de incendios forestales en el capítulo I.
- Protocolo de operación comando unificado para la coordinación interinstitucional frente a incidente del tipo Incendios Forestal entre la Corporación nacional forestal y la Corporación nacional de la madera (CORMA). En Santiago, Chile, con fecha 14 de septiembre 2020.
- Acuerdo de entendimiento de homologación de recursos de combate para incendios forestales entre la Corporación nacional forestal y la Corporación nacional de la madera. En Santiago, Chile, con fecha 7 de octubre del 2020.

4. METODOLOGÍA

El tipo de investigación del trabajo fin de máster (TFM) es cualitativa, ya que utiliza como técnica, la investigación documental, que se encarga de recopilar y seleccionar información a través de la lectura de documentos, libros, revistas, grabaciones, filmaciones, periódicos, bibliografía, etc., de la que se recopila información para el desarrollo de la investigación (Ortega, 2023).

Para el desarrollo del TFM se considerará la revisión de fuentes confiables y actualizadas que incluyen: protocolos, leyes, normativas, estadísticas oficiales, tesis, artículos e información institucional. A partir de este acopio documental se desarrollará el protocolo de operaciones aéreas en la extinción de incendios forestales en Chile. Este protocolo detallará en primera instancia, los destinatarios y resumirá la regularización, organización y planificación necesaria en las operaciones aéreas. Además, definirá el sistema de coordinación de medios aéreos, incluyendo las normas que deben regir la regulación del tráfico aéreo, para llevar a cabo una correcta ejecución por parte de todos los integrantes en la operación de las labores de extinción de incendios con medios aéreos.

5. DISTRIBUCIÓN Y ESTRUCTURA DEL PROTOCOLO DE OPERACIONES AÉREAS PARA LA EXTINCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES EN CHILE

5.1 Protocolo de operaciones aéreas para la extinción de incendios forestales en Chile

Este protocolo tiene como objetivo regular las operaciones aéreas en la extinción de incendios forestales, dando cumplimiento a los protocolos vigentes de CONAF, según se establece en DAN137 para la coordinación general en incendios forestales en territorio chileno.

5.1.1 Destinatarios implicados y ámbito de aplicación

5.1.1.1 Destinatarios implicados

Los destinatarios implicados en el protocolo son:

- Comandante de incidencia (CI).
- Jefe de operaciones aéreas (JOA).
- Equipo de coordinación de recursos aéreos (CRA), el cual abarca la posición delantera responsable de AIRE (CRAa), y la posición trasera, responsable de TIERRA (CRAt).



- Tripulaciones: Comandante de la aeronave y pilotos auxiliares.
- Jefe de operaciones.
- Central de protección conformada por el jefe de protección, encargado de protección, jefe de turno, supervisor y despachador.
- Coordinador brigada / jefes de brigada (JB) / coordinador aéreo brigada helitransportada (CA BHT).
- Jefe de logística.
- Oficial de seguridad.
- Operadoras aéreas.
- Operadoras de aeronaves no tripuladas

5.1.1.2 *Ámbito de aplicación*

El protocolo establece las operaciones aéreas para toda aeronave asignada a un incidente por incendio forestal y aplica a: simulacros de incendios forestales, vuelos de entrenamiento, prácticas o cursos, sea o no con fuego real. El operador deberá controlar que los trabajos aéreos para la extinción de incendios forestales, se efectúen en todo momento en condiciones donde sean visibles la tierra y el agua y que se realicen entre el comienzo del crepúsculo civil matutino y el fin del crepúsculo civil vespertino. Se exceptúa de lo anterior las operaciones de coordinación y vigilancia del incendio.

Para operar bajo las reglas de vuelo visual (VFR) durante la noche, el operador deberá cumplir con los requisitos establecidos en DAN 137.811/137.1303/137.1309, además, la coordinación, operación y comunicaciones aeronáuticas se efectuarán en idioma español. En referencia a las aeronaves pilotadas a distancia (RAPS) se atenderá a lo dispuesto en DAN151 y para la coordinación aérea entre las aeronaves que participan en la extinción de incendios forestales se dará cumplimiento a lo establecido en la DAN137.

Con el propósito de materializar la coordinación general, las empresas aéreas deberán participar en las jornadas de inicio y término de la temporada de extinción de incendios organizados por la DGAC.

La empresa dará cumplimiento a los protocolos operacionales vigentes, establecidos por CONAF y cuando requiera efectuar operaciones de extinción de incendio durante la noche, deberá acreditar ante la DGAC que sus pilotos, aeronaves, lugares de operación y operaciones cumplan con DAN137.811.



5.1.2 Regularización de las operaciones aéreas en incendios forestales

5.1.2.1 Consideraciones Generales

La estandarización y homologación de la nomenclatura de los recursos, bajo el acuerdo de entendimiento entre CONAF y CORMA, tiene por finalidad que los participantes que actúan e interactúan en la extinción conjunta, logren reconocer y entender con facilidad a qué organización pertenecen, así como la clase de recurso (aéreo o terrestre) y a qué tipo corresponden. Por otro lado, será responsabilidad del Comando unificado establecer una coordinación aérea cuando se requiera, dando cabal cumplimiento a toda la normativa aeronáutica vigente en Chile.

5.1.2.1.1 Supervisión y responsabilidades

- Todos los incendios en los que se haya despachado al menos un recurso aéreo deberá tener un comandante de incidente, que será el mando inicial de las operaciones aéreas. El CI podrá delegar funciones dentro de la sección de operaciones: coordinador aéreo brigada helitransportada. N° de recursos aéreos (RRAA) ≤ 4 , CRA, Equipo de coordinación de recursos aéreos (CRAa y CRAAt). N° de RRAA > 4 . Jefe de operaciones aéreas.
- La regulación de las operaciones aéreas recaerá sobre el equipo CRA, que irá a bordo de una aeronave de coordinación, cuya información debe de notificar al CI. En caso de que no se pueda establecer comunicación entre el CI y el CRA. Este último debe de notificar de sus movimientos de coordinación al puesto de comando y/o central de protección según estándar operativo.
- En los incendios en los que no esté presente un CRA embarcado en una aeronave de coordinación, las tripulaciones de las aeronaves de extinción de incendios, bajo la supervisión del CI, se coordinarán entre ellas para garantizar la seguridad de las operaciones. Siendo según la DAN 137, la primera aeronave en llegar o en quien decida el CI o la central de protección, normalmente se decidirá según la experiencia del piloto con aeronave de ala rotativa.
- Las funciones del CI, JOA y del CRA se integran dentro del mando unificado y estructurado por funciones definidas en el sistema de Comando de incidente.
- En ningún caso el CRA realizará funciones propias de control del espacio y del tránsito aéreo, en los términos definidos en la DAN 137 sobre navegación aérea, limitando sus funciones al asesoramiento y apoyo a las aeronaves intervinientes con el fin de cumplir los objetivos y funciones generales definidos en este protocolo. Siendo responsabilidad del piloto al mando de la aeronave de coordinación el notificar a la DGAC sobre la

intrusión de aeronaves que vulneren este espacio aéreo, que no tengan función sobre la extinción descrita.

- El comandante de la aeronave que realice operaciones aéreas en incendios forestales, tiene la responsabilidad y la decisión última en todo lo relacionado con la seguridad de la aeronave que gobierna durante dichas operaciones, de conformidad con lo establecido en la normativa aeronáutica. En particular, es responsable de mantener una separación vertical y horizontal suficiente con el resto de las aeronaves y el terreno. Así como de alertar de obstáculos y riesgos para la seguridad aérea.
- Las tripulaciones de las aeronaves que realicen operaciones aéreas en incendios forestales, están sujetas al cumplimiento de la normativa nacional de circulación aérea, sin perjuicio de las exenciones que la autoridad aeronáutica competente pueda conceder.
- En el caso de que el ZEI, que es la zona delimitada para las operaciones de extinción del incendio, esté contenido total o parcialmente dentro de un espacio aéreo controlado, es responsabilidad de la tripulación de cada aeronave establecer las comunicaciones preceptivas con la dependencia de control de tránsito aéreo correspondiente.
- En situaciones de emergencia sobrevenidas, el CI o, en su caso, el CRA, podrán declarar el silencio de radio en las comunicaciones aire-aire y tierra-aire exclusivamente en las comunicaciones realizadas a través de las frecuencias aéreas asignadas al incendio.

5.1.2.2 Despacho de la aeronave de coordinación

- Se asignará una aeronave para realizar la coordinación de las operaciones aéreas de un incendio forestal cuando se prevea que van a operar simultáneamente en el incendio más de 4 aeronaves, o que va a ser necesario un ataque ampliado.
- Asimismo, podrán despachar la aeronave de coordinación antes de alcanzar lo señalado en el punto anterior, considerando necesaria su actuación por cualquier necesidad operativa, meteorológica, de reporte de información, etc. Que así lo aconsejen.
- En ningún caso, la aeronave de coordinación será asignada a dos incendios simultáneos, en misión de coordinación, aún en el caso que por cercanía pueda abarcar a ambos. La excepción, se aplicaría sólo en el caso que se adopte la metodología de la zona, con un único comandante del incidente y puesto de comando para una agrupación de incendios simultáneos con cierta proximidad.
- La aeronave de coordinación podrá ser un avión o helicóptero. En ambos casos dotados de dos CRA que puedan asumir los puestos CRAa y CRAt.

5.1.2.3 Asignación de medios aéreos a un incendio forestal

- En incendios no compartido con otros programas de incendios, es decir, donde no participen otros organismos en la extinción del incendio, las competencias serán exclusivamente de la empresa.
- En incendios compartidos, las centrales deberán transmitir la información de los incendios forestales entre ellas (en tiempo real), coordinar dicha información y derivarla a los recursos despachados, bajo lo establecido en el protocolo operación comando unificado CONAF-CORMA.
- Se entiende que un recurso aéreo está asignado a un incendio forestal, desde el momento en que ha sido despachado al incendio por la central de protección.
- Recurso disponible (no asignado): recurso aéreo que haya aterrizado en un aeródromo, helipista o aeropuerto, con la orden explícita por parte del CI o de la persona en quien este delegue (jefe de operaciones, la central de protección, JOA, CA) de no regresar al incendio o bien haya sido desviado en vuelo a otro incendio.
- Reasignación de recursos aéreos.

5.1.2.4 Planificación de los medios aéreos asignados a un incendio forestal

- La necesidad de apoyo aéreo, después de un despacho inicial, debe ser solicitado a la central por el CI como soporte para conseguir los objetivos del Plan de acción del incidente (PAI) (4 h-8 h-12 h).
- La planificación de los recursos aéreos asignados a un incendio forestal para lograr que no haya “cielo seco” (tiempo sin descargas) en la vertical del incendio, debe ser prevista y garantizada por la central de protección. El Jefe de turno, debe priorizar las peticiones y establecer la óptima geoestrategia de despacho de recursos aéreos que debe trasladar al Supervisor y este a los encargados de este despacho, cuya información debe de ser entregada al CI, JO, CRA y/o JOA que se dirige al incendio, este debe de contener entre otros, los siguientes aspectos:
 - Recursos asignados, tiempos, alertas seguridad y bases de repostaje.
 - Información sobre puntos de agua disponibles cercanas al incidente, cuyo uso deberá ser valorado por el coordinador de medios aéreos, siendo la decisión final sobre su uso del piloto de la aeronave.
 - Designación de bases para el repostaje y descanso, con el fin de planificar la operación más eficiente de recursos.

- Planificación de la logística en bases de la empresa referente a cantidades de combustible, retardantes y espuma, dentro del correcto funcionamiento de la estrategia general del programa de extinción de incendios.
- En incendios con ataque ampliado y de gran magnitud, será fundamental la planificación desde central para asegurar la constante distribución de medios durante todo el desarrollo del incidente. Recomendando en incendios de varios días la figura del JOA, para agilizar el intercambio de información entre central de protección y CI.
- La Central de protección podrá asesorar al CI y jefes de sección operativa sobre cualquier situación que considere una mejora para la operación.
- El jefe de operaciones aéreas tendrá como función principal la de agilizar y mantener actualizada la situación, objetivos y zona de trabajo en coordinación con los recursos en tierra, y planificación recursos entre CI, central de protección y CRA. Su activación es obligada en incendios de gran magnitud. Además, sería recomendable activar una posición JOA, en estos casos, en la central como interlocutor y responsable de todos los recursos aéreos.

Lo dispuesto en este apartado se entiende sin perjuicio de las responsabilidades en materia de control operacional atribuido a los operadores en la normativa aeronáutica.

5.1.2.5 Comunicaciones

- La regulación de las operaciones desde el avión de coordinación se realizarán a través de las frecuencias de banda aérea asignadas. Para estos efectos se considerará la parrilla de frecuencias asignadas en la DAN 137 (Anexo 1).
- Sólo se utilizará la banda terrestre (canal de extinción aérea) para realizar coordinación de apoyo aéreo desde tierra por el CA BHT.
- La central de protección es la responsable de regular el uso de frecuencias radiales autorizadas para la empresa.
- El uso del lenguaje radiotelefónico será conciso, claro y preciso, utilizando el código R (Anexo 2), prevaleciendo en todo caso la fraseología aeronáutica adecuada.
- Con el propósito de mantener un nivel de comunicación esencial, se establece el cumplimiento del código R.

5.1.2.6 Emisoras utilizadas para operaciones aéreas (banda aérea y terrestre)

- En todo caso, la regulación de tráficos entre aeronaves y/o con CRA será por banda aérea.



- Hasta la llegada de CRA se comunicará el CI por canal de extinción aérea o con CA BHT, por emisora terrestre.
- Con CRA en el ZEI, el CI o CA BHT comunicará con CRAAt mediante canal forestal asignado de extinción aérea.
- El coordinador de recursos aéreos / aire (CRAa) presente en el ZEI, será el interlocutor único, con carácter general, con los recursos aéreos.
- El CRAa dispondrá de una emisora de banda aérea en todo caso, sin perjuicio de las comunicaciones que pudiera realizar a través de la banda terrestre.
- Es importante resaltar, que cuando en el incendio se decida trabajar por otro canal aéreo, esta información sea comunicada a la central o centrales involucradas. De esta forma, al despachar o al regresar al incidente, los próximos recursos aéreos puedan transmitir la nueva frecuencia y evitar que los medios aéreos lleguen al incendio en la frecuencia general (123.15) y no reciban respuesta. En aplicación del procedimiento cambio de frecuencia y su perceptiva comprobación y notificación.
- Si no hubiera aeronave de coordinación, de igual manera se informará de su posición y de sus intenciones de acceder a la ZEI a la figura encargada de las labores de coordinación correspondiente. Contactando con la aeronave de referencia en todo lo dispuesto a tráficos en la ZEI, así como seguir las indicaciones en la estrategia de lanzamiento contactando con el CA BHT.
- Los pilotos de las aeronaves deberán, pasarse a la frecuencia que le corresponda durante las maniobras operacionales de aterrizaje y despegue, de su base de reposición. Siendo la frecuencia general para estas operaciones la 118.2 para la empresa, en helipuertos y aeródromos no controlados.
- Las frecuencias terrestres, utilizadas serán distribuidas por la empresa previo al inicio de la temporada. En cada sector se asignarán permanentemente, al menos, dos frecuencias, una principal y otra de reserva. La central de protección es la responsable de regular el uso de frecuencias radiales autorizadas para la empresa.
- Por razones de seguridad y de operatividad, la frecuencia aérea principal no podrá ser la misma en dos incendios cercanos. Esta situación deberá estar regulada.

5.1.2.7 Recomendación de requisitos de formación teórica y práctica

- La recomendación para asumir las funciones de coordinadores de recursos aéreos, JOA y CA BHT dispondrán, como mínimo, de la formación teórica y práctica definida como recomendación en el Anexo 3 de este trabajo. La empresa dispondrá de un listado de los

requisitos de formación que deben cumplir los aspirantes a estos cargos y certificará las competencias de las posiciones referidas de operación aérea.

5.1.2.8 Equipo y material en el avión de coordinación

- Dos bandas aéreas.
- Dos cajas de audio multiselector que permitan trabajar al equipo de CRA independiente.
- Una banda terrestre.
- Comunicaciones internas en cabina.
- Teléfono satelital.
- Cámara.
- Operador de cámara.

5.1.3 Organización y planificación de las operaciones aéreas

- Todos los incendios en los que se haya despachado al menos un medio aéreo deberá tener un comandante de incidente, que será el mando de las operaciones aéreas.
- La organización y planificación en operaciones aéreas, se desarrollará según el despliegue del sistema de comando de incidente, dependiendo del escalamiento de la emergencia (conato, ampliado e incendio de magnitud):
 - Durante incidente en nivel de conato y ataque ampliado:

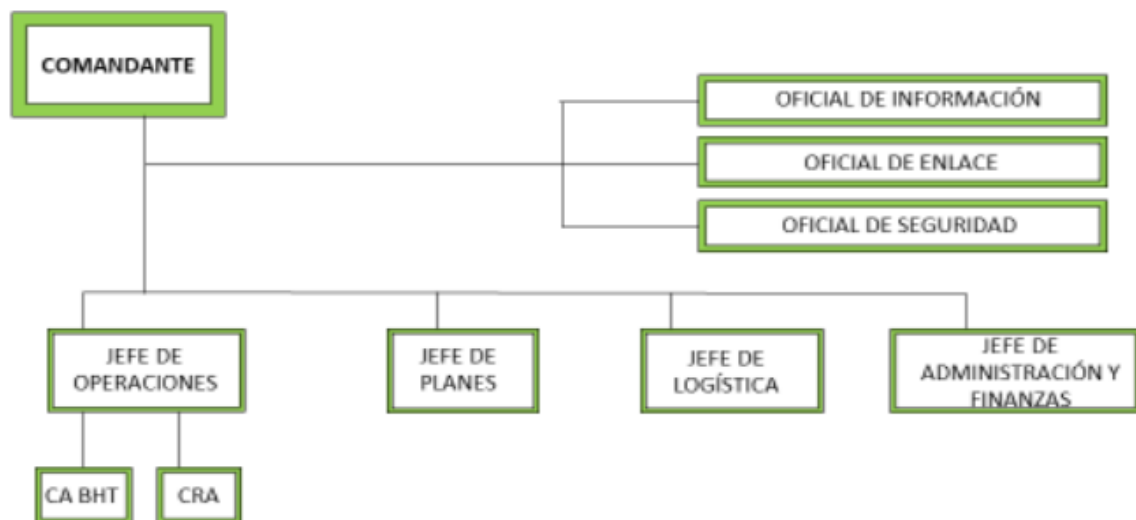


Figura H. Organización y planificación de OA (nivel conato y ataque ampliado). Elaboración propia

- Durante incendio de magnitud, con despliegue de JOA:

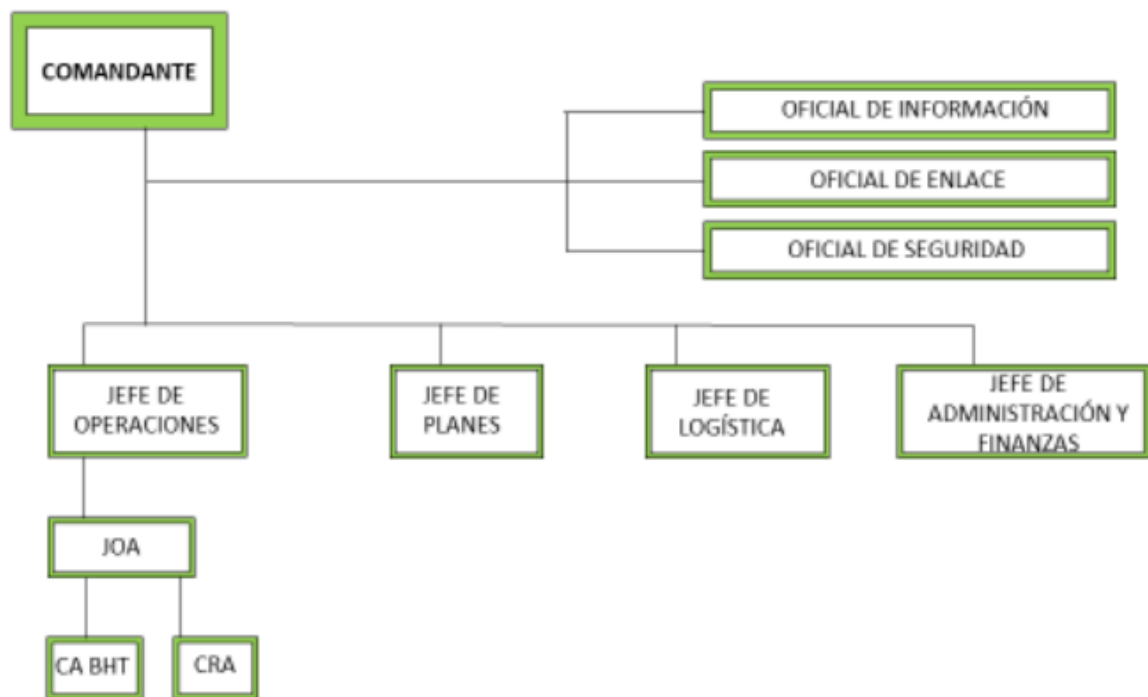


Figura I. Organización y planificación de OA (incendio de magnitud, con despliegue de JOA).Elaboración propia

5.1.3.1 Coordinador aéreo, jefe brigada helitransportada (CA BHT)

- El CA BHT será un jefe de brigada coordinador aéreo de la brigada helitransportada.
- En primer ataque será el CI.
- El CA BHT asumirá las tareas referentes a coordinar los lanzamientos y estrategia, seguridad, objetivo y zona de trabajo, de las operaciones aéreas.
- Trabajará en conjunto con su aeronave de referencia, que según la DAN137 9.4 (2) es la responsable de la organización de tráficos: “Entre la segunda y cuarta aeronave operando simultáneamente en la ZEI, la primera aeronave asumirá las funciones de coordinación.”
- Cuando sea posible se ubicará en una posición elevada que le permita una visión general del incendio.
- Comunicará con los recursos aéreos por banda de tierra (canal de extinción aérea), realizando comunicaciones claras, cortas y concisas.
- Mantendrá contacto directo por emisora con el CI y central de protección.
- Ante la llegada del CRA, procederá a dar el relevo mediante un *debriefing* de transferencia.
- CA BHT, junto con la aeronave de referencia deben entenderse como una adaptación en la coordinación de las OA, en ningún caso, como una sustitución del CRA.

5.1.3.2 Coordinador de recursos aéreos (CRA)

- Cuando el equipo coordinador de recursos aéreos CRA sea despachado, se despliega un ataque ampliado, por lo que el CRA se integrará dentro de la Rama de operaciones aéreas. Reportando directamente al CI o persona en quien delegue: al jefe de sección de operaciones (JSO) o jefe de operaciones aéreas (JOA).
- El equipo de CRA será activado por protección, asegurando en todo caso la coordinación en ZEI con un despacho superior a 4 aeronaves.
- El CRAa presente en la ZEI, comunicará por banda aérea y será el único interlocutor con los recursos aéreos.
- El CRAt, presente en la ZEI junto al CRAa, será el encargado de las comunicaciones con tierra, traspasando la información relevante, como puede ser cambios de estrategia, objetivos, etc., al CRAa, que regulará las operaciones según dichas instrucciones.

5.1.3.3 Jefe de operaciones aéreas (JOA)

- El jefe de operaciones aéreas será activado cuando el CI lo considere. Recomendado su apoyo en todo caso cuando se establezca el puesto de comando (PC) en incendios de magnitud o situación de incendios simultáneos.
- El JOA se ubicará dentro del puesto de comando o cualquier otro lugar que considere el CI. En todo caso estará conectado con el jefe de operaciones.
- Reportará al jefe de sección operativa y protección.
- Será el referente del CRAt en el PC en la organización y planificación de las OA.
- En incendios de magnitud donde se establezca el comando unificado:
 - Es conveniente realizar un *briefing* diario el cual definirá los objetivos para el periodo operacional.
 - Debe involucrarse a todos los recursos aéreos y establecer las respectivas zonas de trabajo asignadas, de manera que los pilotos tengan claridad con respecto a las fuentes de agua a compartidas y aeronaves en sus cercanías. Debiendo entregar esta información antes del inicio de la actividad.
 - El objetivo es generar una distribución de recursos constante en el ZEI, evitar saturación o déficit de presencia aérea, así como agilidad en las operaciones de repostaje, descansos y carguío de aviones en sus respectivas bases, sin demora o largas esperas.



5.1.4 Central de protección

- Los recursos aéreos serán despachados por la central.
- Gestionan la programación de recursos para asegurar las necesidades durante la extinción del incidente, o simultaneidad de estas. Teniendo en cuenta los periodos de servicio de vuelo (PSV), respetando los obligados periodos de descanso (PD).
- Organiza y planifica con otras centrales de programas de extinción de incendio todo lo referente a asignación de recursos y asignación de frecuencias aéreas.
- Protección planificará la activación del CRA para asegurar los relevos en los incidentes que sea requerido.
- Indicarán las fuentes de aguas disponibles que hagan más eficiente la extinción aérea.
- Alertarán de posibles tendidos eléctricos y torres de madereo en la zona, así como otros atentados a la seguridad.
- Coordinarán con las operadoras todas las necesidades logísticas sobrevenidas derivados de la extinción aérea.
- Enviarán pronósticos meteorológicos y análisis de radiosondeos periódicos cada 6 horas.

5.2 Coordinación de las operaciones aéreas en la extinción de incendios

5.2.1 Consideraciones generales

- La coordinación de recursos aéreos, de conformidad con lo establecido en la DAN 137, se realizará en las siguientes áreas:
 - Zona de extinción de incendio. Se divide:
 - Horizontalmente en 5Nm de radio desde el exterior del incendio, designada como el área de aproximación y maniobra (AAM).
 - Verticalmente en 3 zonas A/B/C.
 - Área de espera (AE).

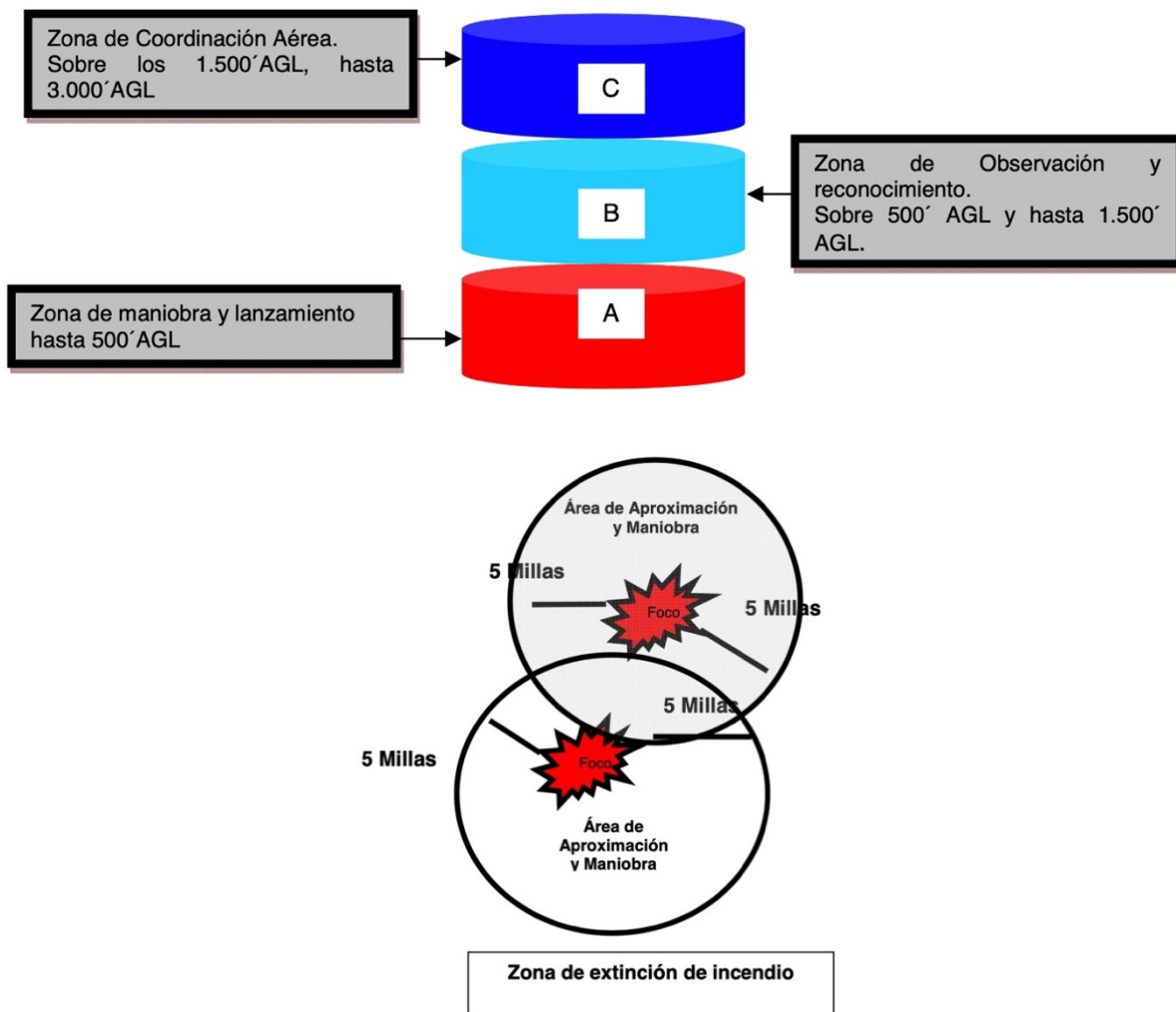


Figura J. ZEI dividida horizontal y verticalmente. Fuente: DAN137

- La coordinación de medios aéreos será única. En el caso de incendios que afecten a varias empresas o instituciones que posean medios de coordinación, éstas deberán acordar la designación de un único CRA, salvo aplicación de lo recogido en el apartado siguiente. Esto es aplicado desde el mando unificado establecido según sistema de comando de incidentes (SCI).
- No obstante lo establecido en el apartado anterior, el CRA podrá proponer al CI la designación de una segunda aeronave de coordinación que actúe de forma simultánea con la existente, definiendo dos ZEI independientes en los siguientes casos:
 - En el caso de que el número de medios aéreos suponga una carga de trabajo excesiva para el CRA y/o genere saturación de comunicaciones en la frecuencia aérea.

- En el caso de incendios en los que, por sus grandes dimensiones, la sectorización facilite y mejore la coordinación de los medios aéreos.
- En todo caso, será necesario el cumplimiento de los siguientes requisitos:
 - La autorización expresa del CI y/o comando unificado (CU).
 - Que exista una separación física entre las ZEI tal que permita:
 - La asignación de fuentes de agua exclusivos para cada una de dichas áreas.
 - El establecimiento de rutas predefinidas de retirada y llegada que no se crucen con el tráfico del otro circuito.
- Que cada ZEI independiente utilice una frecuencia de banda aérea diferente.
- Que en el puesto de comando haya, al menos, una persona de apoyo en tierra al CI. Que puede asumir el cargo de jefe de operaciones aéreas.

5.2.1.1 Funciones operativas aéreas: CRA, JOA y CA

- Las funciones operativas de la coordinación son:
 - Regular y apoyar al tráfico aéreo, aumentando seguridad y eficacia.
 - Servir de enlace entre la estrategia de extinción del CI y la secuencia de lanzamiento de las aeronaves en operación, mejorando la efectividad de las descargas.
- La función de la coordinación que cumple una aeronave en vuelo, se activa cuando en una operación de extinción de incendio, participa más de una aeronave y tiene por propósito coordinar la secuencia de las operaciones de cada aeronave, en referencia a la regulación de tráficos en la ZEI.
- Cuando existan 2 y hasta 4 aeronaves operando simultáneamente en la ZEI, la primera aeronave (aeronave de referencia) en llegar al lugar asumirá las funciones de coordinación, siempre y cuando otra aeronave no haya sido designada por alguna central de operaciones para esta función, que con carácter general será el piloto más experimentado que tripule una aeronave de ala rotativa. Una vez que la aeronave coordinadora abandone el lugar de operación, asumirá esta la función una de las aeronaves que permanezca en el sector previa coordinación entre ellas o sea designada por la central de protección y/o CI.
- El CI podrá delegar las funciones operativas aéreas dentro de la sección de operaciones del SCI a diferentes figuras dependiendo de la evolución del incidente:
 - CA, coordinador aéreo, jefe de brigada de helitransportada. N° de MMAA ≤ 4.
 - CRA, equipo de coordinación de recursos aéreos (CRAa y CRAt). N° de MMAA > 4.



- JOA, jefe de operaciones aéreas, recomendado en incendios de magnitud o cuando la complejidad de las OA lo aconseje.
- En todo caso, el CI podrá solicitar la activación del equipo de CRA con un número de aeronaves ≤ 4 , si se considera necesario.

A. Coordinador aéreo brigada helitransportada (CA BHT) y aeronave de referencia.

- El CA BHT por delegación del CI comunicará con los recursos aéreos en la ZEI para apoyar desde tierra las operaciones aéreas mediante la utilización del canal de extinción aérea.
- En ningún caso debe considerarse al CA y la aeronave de referencia como una sustitución del equipo de CRA, sino como una adaptación provisional para el apoyo en OA.
- El CA tendrá en todo momento una aeronave de referencia encargada de la regulación del tráfico aéreo, hasta la llegada del equipo CRA.
- El CA asignará las zonas de lanzamiento definidas desde el CI o jefe de operaciones, encargándose de trasladar la estrategia a los recursos en operación.
- Será necesario dotar de dos bandas de tierra al cargo CA para ejercer sus funciones.
- La aeronave de referencia trabajará en conjunto con el CA hasta la llegada del CRA.

B. Equipo de Coordinación Aérea CRA.

- Cuando el coordinador de medios aéreos sea despachado, según SCI se despliega un ataque ampliado, por lo que el CRA se integrará dentro de la rama de operaciones aéreas.
- En todo caso la activación del CRA será desde la central de protección.
- La unidad básica de actuación en incendios que desarrolla las funciones de CRA son ejercidas por el equipo de CRA de dos técnicos:
 - Coordinador recursos aéreos enlace aire.
 - Coordinador recursos aéreos enlace tierra.
- Las funciones desarrolladas por cada uno de los técnicos de CRA serán diferentes y complementarias durante la operación.
- Coordinador de recursos aéreos / aire (CRAa), mediante la banda aérea, desarrollará las siguientes:
 - Regular las operaciones aéreas en el ZEI y AE (área de espera).

- Priorizar la asignación y la utilización, así como el asesoramiento al CI, de los recursos aéreos dependiendo de la propagación del incendio y las características de los recursos, a través del CRAAt.
- Identificar, transmitir y describir a los medios aéreos las zonas de carga y descarga.
- Informar de datos de interés a los medios aéreos, especialmente los peligros identificados.
- Informar de la posición de las aeronaves saliendo o entrando del ZEI.
- Informar a las aeronaves sobre la efectividad de las descargas para generar las correcciones oportunas.
- aconsejar la movilización o desmovilización de medios aéreos al CI y/o a central de protección, a través del CRAAt.
- Mantener informado al CI de la propagación del incendio, cambios de viento, formación de pirocúmulo, etc., a través del CRAAt.
- Coordinador de recursos aéreos tierra (CRAAt), mediante la banda terrestre, desarrollará las siguientes:
 - Comunicación directa con central, CI y/o JO/JOA, referente a operaciones aéreas y terrestres que afecten al CRAA.
 - Actuar de enlace en los ajustes de requerimientos operativos de CI.
 - Reconocimiento del estado del incendio forestal y observación de su evolución, para notificar al CI o JO, si es requerido.
 - Seguimiento continuo de la eficacia del plan de extinción.
 - Formación de pirocúmulo y altitud.
 - Cualquier otra que se le encomiende.
- Por otra parte, el equipo de CRA es el responsable de la gestión de las comunicaciones aire-aire (frecuencia aérea) y aire-tierra (canal de extinción aérea). Para ello, deberá:
 - Supervisar que las comunicaciones se ajustan a los requisitos establecidos en este procedimiento. Procurar la disciplina de las comunicaciones, con el fin de evitar la saturación de éstas.
 - Ser el interlocutor único entre los medios aéreos y el CI, o la persona en quien éste delegue (JO/JOA). Sin perjuicio de lo establecido en el apartado 6.2.2.3 Comunicaciones aire-aire aire-tierra, primer punto requisitos generales.

C. Jefe de operaciones aéreas El puesto JOA se despliega por delegación del CI dentro de la sección de operaciones aéreas. Recomendando su activación en incendios de magnitud de varios días, sirviendo de enlace entre central de protección y PC, en la planificación y gestión de los recursos aéreos.

- El plan de acción del Incidente será compartido con el JOA para cumplir todo lo establecido dentro de las OA.
- Encargado de comunicar con central, CRA y PC en todo lo referente a recursos aéreos.
- Agilizar la asignación de los objetivos del plan de acción del incidente y las instrucciones de trabajo a los recursos aéreos, mediante la comunicación directa con coordinador de recursos aéreos / tierra.
- Mantener actualizados los recursos y sus zonas de trabajo en el ZEI al PC y/o CI.
- Proponer la organización y planificación de las OA: bases de repostaje, descanso, relevos de CRA, etc.
- En ausencia del equipo de CRA, el CA o JOA serán los encargados de transmitir con los recursos para establecer las zonas asignadas de trabajo para cumplir con el PAI. En este caso, tendrá asignada una aeronave de referencia para las funciones de coordinación de tráficos.
- Podrá asumir el enlace con los responsables de las operadoras aéreas en la gestión de pistas y helipistas.

D. Central de Protección.

- La central de operaciones tiene la función de mantener una comunicación permanente con los recursos operativos.
- Es la encargada de despachar los recursos aéreos y confirmar nombre del incendio, coordenadas, recursos aéreos despachados, contacto CI si lo hubiese, fuente de agua autorizada y la frecuencia aérea en el incendio.
- El despacho tendrá como criterio general el ataque por unidad básica de extinción (mínimo brigada helitransportada, avión y brigada terrestre).
- Adicionalmente, la central toma contacto con el personal interno de la organización, de otros programas externos para enviar recursos en caso de que estos sean solicitados.
- Además de todas las funciones descritas en el SCI.

5.2.1.2 Activación de la aeronave de coordinación

- El avión de coordinación será activado desde la central de protección.

- El despacho de la aeronave de coordinación será desde la central de protección, la persona que lo despache utilizará en primera instancia la emisora terrestre, quedando la posibilidad de llamada telefónica como último recurso. La información necesaria a recibir por el CRA del despachador será:
 - Coordenadas y predio.
 - Frecuencia aérea (por defecto, 123.15).
 - Medios aéreos despachados.
 - Contacto del CI; nombre, número de teléfono, etc.
 - Si existe CA/JO y/o JOA: nombre, teléfono y canal de contacto.
 - Lugar y coordenadas del puesto de comando.

5.2.1.3 Relevo de la aeronave de coordinación

- Para asegurar la CRA en incendios que se requiera, se realizará el relevo entre aeronaves de coordinación en la propia ZEI de actuación. Asegurando la continuidad de CRA en todo momento.
- La aeronave de coordinación entrante mantendrá escucha de frecuencia aérea del ZEI, durante el trayecto de acercamiento. Para comenzar a obtener información referente a las operaciones aéreas y de la evolución del incendio.
- El CRAa entrante solicitará por emisora aérea a una distancia aproximada de 12Nm, al CRAa en la vertical, el nivel de vuelo para acceder al ZEI (mínimo 1000 ft de diferencia entre aeronaves).
- La aeronave entrante comenzará a orbitar mientras escucha la banda aérea para reconocer la situación de propagación y orientación del incendio, las zonas de trabajo de recursos aéreos, circuitos, fuentes de agua, obstáculos, etc.
- El traspaso de información entre CRA se realizará por banda aérea y será de menos de 1 minuto. Completando el resto de información por medio de comunicación diferente (canal extinción aérea, u otros medios). El CRA entrante tomará la coordinación aérea cuando:
 - Observe positivamente todos los recursos en la vertical y tráficos. Entendiendo la estrategia para las operaciones aéreas.
 - Conozca todos los recursos aéreos que están despachados para el incendio.
 - Reconozca la propagación y evolución del incendio, así como la infraestructura, vegetación, fuentes de agua, etc.
 - Aspectos importantes de las operaciones terrestres y del PAI.

- El CRAa notificará por banda aérea al CRAa en la vertical que tiene toda la información necesaria para asumir la CRA. CRAa en la vertical confirmará que deja la coordinación al CRAa entrante.
- El CRAa que ingresó queda en ese momento como responsable de la regulación de las operaciones aéreas encargándose de la coordinación.
- El CRAa comunicará por banda terrestre al CI que el relevo se realizó y queda como CRA en la vertical, confirmando su clave (*call-sign*) para comunicaciones referentes a estrategia o cualquier otra.
- El CRAa comunicará a central de protección la hora necesaria de relevo, si procediera, para organizar el próximo relevo y asegurar en todo momento la CRA en la vertical.
- El CRA saliente permanecerá un tiempo en su ferry de vuelta a la escucha en el canal aéreo del incendio y transmitirá información no transmitida o no correcta al CRA actual o a Central.

5.2.1.4 Desmovilización del CRA

- En el caso que la salida del avión de coordinación sea por relevo de otra aeronave de coordinación se realizará según lo descrito en punto anterior.
- Cuando el número de recursos sea menor de 5 y no exista previsión de la necesidad de aumento de recursos en el ZEI, el CRA contactará con CI o con la central de protección para solicitar la salida del avión de coordinación.
- En todo caso, es el CI o la central de protección quién decide en última instancia la desmovilización del medio. Ya que por diferentes motivos puede ser requerida su intervención en el incidente.

5.2.2 Normas de Regulación del tráfico aéreo

5.2.2.1 Procedimiento de entrada en el zona de extinción de incendio (ZEI)

- Toda aeronave de extinción de incendios comunicará la intención de entrar en el ZEI al CRA, en caso de no poder contactar, mantendrá fuera a 2Nm del ZEI para contactar con central y confirmar frecuencia aérea de trabajo.
- El primer intento de comunicación con el coordinador de recursos aéreos deberá realizarse, como mínimo, a una distancia de 12Nm, zona de notificación (ZN).
- Ninguna aeronave que no haya establecido comunicación con el CRA puede rebasar el límite de 5Nm de distancia al centro del ZEI, y deberá mantenerse a la espera hasta que dicha comunicación se establezca.

- Para la orientación dentro de la ZEI.
 - Grilla: Compuesta por seis sectores asignado a cada uno, un número en sentido horario. Esta es la forma más empleada en la extinción aérea permitiendo definir claramente el sentido del lanzamiento (DAN 137).
 - Descripción de estructura: Cola, cabeza, dedo, perímetro, bahía, isla, foco secundario, flanco izquierdo, flanco derecho, cabeza (frente de avance) y cola (punto teórico de inicio del incendio forestal).
 - Método del reloj.
 - Zonas determinadas por punto cardinales. Se recomienda sea redundante a la grilla y a los otros métodos precitados.



Figura K. Ejemplo de distribución de una grilla. Fuente: DAN137

- Los estratos verticales se determinarán por altitudes, calculadas a partir de la presión estándar a nivel de mar (presión referencial QNE), de conformidad con las siguientes condiciones:
 - Las aeronaves de distinto tipo deberán guardar, con carácter general, una separación vertical mínima de 500 ft.
 - Las aeronaves de coordinación deberán guardar, con carácter general, una separación vertical mínima de 1000 ft con respecto a la aeronave que circule a mayor altitud.
- En lo que se refiere a la asignación de zonas, el CRA dispondrá las aeronaves de extinción de incendios según zonas de trabajo, en base a las instrucciones recibidas por el CI, o persona en quien delegue.

- Lo establecido en este artículo se realizará sin perjuicio de la autoridad decisiva del comandante de la aeronave en todo lo relacionado con la seguridad de la operación.
- Dentro de la DAN137 establece gráficamente la ZEI.

5.2.2.2 Separación entre aeronaves dentro de la ZEI

- El CRA, informará a las aeronaves que soliciten la entrada en el ZEI si tienen zona libre para entrar y realizar la descarga, o bien si tienen que mantenerse a la espera, orbitando en un determinado sector del ZEI o AAM de a una determinada altitud.
- No obstante, cuando la saturación del tráfico de entrada al ZEI así lo aconseje, o bien en situaciones de emergencia, el CRA distribuirá las aeronaves dentro del AAM según sectores, sin interferir con las rutas a las zonas de carga de agua ni con las rutas de entrada y salida del ZEI, de acuerdo con las siguientes condiciones:
 - El sentido de giro deberá ser único para cada incendio.
 - La separación vertical entre aeronaves de distinto tipo deberá ser como mínimo de 500 ft.
 - En un mismo circuito es recomendable que haya aeronaves de prestaciones y tipología similar. 3. Todas las aeronaves estarán con el ajuste altimétrico en 29,92 Hg o 1013,2 Hp (QNE).
- Dentro del ZEI, la circulación de las aeronaves se estratificará horizontal y verticalmente, de acuerdo con lo establecido en la DAN 137.
- Separación horizontal, se hace referencia al área de aproximación y maniobra: área por donde aproximan las aeronaves al lugar del incendio y que comprende a un radio de 5Nm medido desde los límites externos del incendio.
- Separación vertical:
 - Segmento A: De maniobra y lanzamiento:
 - Zona comprendida desde la superficie hasta los 500 ft AGL *Above ground level* (sobre el nivel del suelo).
 - Utilizado por helicópteros y aeronaves de ala fija realizando lanzamientos.
 - Segmento B: De observación y reconocimiento:
 - Utilizada por las tripulaciones en su planificación de lanzamientos.
 - Evaluación de riesgos e instrucciones tanto terrestres como aéreas.
 - Alturas entre 500-1500 ft AGL.
 - Las aeronaves mantendrán comunicación permanente y la separación con otras.



- No se abandonará hasta tener clara la ubicación de las aeronaves del segmento A y la posición en la secuencia de lanzamientos.
- Segmento C: De coordinación aérea:
 - Ubicada por encima de 1500-3000 ft AGL, puede ser superior en caso de ser necesario.

5.2.2.3 Comunicaciones aire-aire y aire-tierra

5.2.2.3.1 Consideraciones generales

Aire-aire, mediante banda aérea, coordinador de recursos aéreos / aire

- Todas las comunicaciones recogidas en esta sección deberán realizarse a través de la frecuencia aérea asignada al incendio, o en su caso al ZEI, salvo en los casos definidos en este protocolo. La escucha de esta frecuencia será prioritaria frente a otras frecuencias que pudieran asignarse dentro de las comunicaciones con coordinador de medios aéreos aire.
- No obstante lo establecido en el punto anterior, el CRAa, podrá asignar el uso de otras frecuencias, de banda aérea, para aquellas comunicaciones que determine expresamente.
- El CRAa es, con carácter general, el único enlace entre el CI, CA BHT y/o JOA y las tripulaciones de los medios aéreos.
- Todas las aeronaves empleadas en operaciones aéreas en incendios forestales deberán contar con al menos tres equipos de comunicación por radio. Uno de los equipos podrá sintonizar las frecuencias terrestres utilizadas en operaciones de extinción de incendios (canal extinción aire-tierra). Asimismo, deberán contar con un dispositivo integrado de comunicaciones que permita seleccionar la frecuencia con la que se habla y permitir la escucha por dos de ellas, además del canal interno de comunicación en cabina.
- El CRAa deberá permanecer en todo momento a la escucha de la frecuencia aérea asignada al incendio.
- Dentro del ZEI y del AAM, las tripulaciones de las aeronaves de extinción de incendios deberán permanecer en todo momento a la escucha de la frecuencia aérea asignada al incendio, salvo en aquellos momentos en que la seguridad de la operación lo impida, así como responsabilizarse de las comunicaciones que sea necesario realizar a través de dicha frecuencia.

- Las operaciones aéreas a medida que las aeronaves presentes aumentan en número, aumentan inevitablemente los riesgos. Es prioritario extremar la atención, identificar peligros y gestionar los riesgos.
- Todos los usuarios de la frecuencia aérea deben mantener la disciplina en las comunicaciones para evitar la saturación de las comunicaciones.
- El uso de indicativos (*call-sign*) se realizará según acuerdo de entendimiento homologación recursos de combate para incendios forestales CONAF- CORMA.

Aire-tierra, mediante banda terrestre, coordinador de recursos aéreos – tierra

- Todas las comunicaciones (aire-tierra) de este apartado serán realizadas por banda terrestre mediante el canal asignado para la extinción aérea.
- En el ataque inicial el CI solo dispondrá de emisora de tierra por lo que este medio se utilizará para contactar con los pilotos, en lo referente a instrucciones de trabajo.
- El canal aire-tierra (canal de extinción por aire) es utilizado de forma general por el CI, o persona en quien delegue.
- El canal de extinción aérea (aire-tierra) es utilizado para establecer la estrategia de la extinción aérea y hasta la llegada del CRA puntualmente utilizado como coordinación aérea en tierra.
- Este canal es habilitado en todos los incendios cuando esté el equipo de CRA para no saturar el canal aire-aire (banda aérea) con comunicaciones que no implica directamente a los tráficos aéreos.
- Cuando se posiciona el CRA en el ZEI, el coordinador de recursos aéreos – tierra es, con carácter general, el único enlace entre el CI y/o jefe de operaciones o JOA.
- En el caso de que la eficacia o la seguridad de las operaciones de extinción así lo requieran, el personal de tierra que autorice expresamente el CRA y/o CI, podrá comunicar por este medio con los pilotos.
- Es importante tener conocimiento de la estructura y utilización de repetidores de la emisora de tierra.

5.2.2.3.2 Comunicaciones operativas durante el ciclo de extinción

- La descripción detallada de comunicaciones en el ciclo de extinción sigue la siguiente estructura: canal de comunicación, emisor, receptor e instrucción o mensaje.
- Es obligatorio para todas las tripulaciones mantenerse fuera del ZEI si no disponen de comunicación por frecuencia aérea con CRA y/o el resto de las aeronaves, aún en el

supuesto de tener contacto por banda terrestre. Manteniendo fuera del ZEI 2Nm (7Nm retirado del perímetro del incendio) para contactar con su central y obtener la frecuencia aérea de extinción asignada. En ningún caso entrará en el ZEI sin resolver el problema de comunicación. Siendo en todo caso, el único responsable en acceder al ZEI sin establecer comunicaciones.

- El recurso aéreo antes de su primera notificación de ingreso a la ZEI debe disponer de la información relevante al incendio: nombre del incendio y coordenadas, recursos despachados, comandante de incidente, personal técnico de contacto a cargo de las operaciones aéreas, frecuencia de coordinación aérea, canal de extinción aérea y conocimiento de avión de coordinación si lo hubiese.
- La tripulación de las aeronaves de extinción de incendios efectuarán las siguientes comunicaciones operativas con el CRA/central de protección y/o CI, definidas en etapas del ciclo de extinción (SOP ciclo de extinción recurso aéreo):
 - Durante el trayecto al incidente.
 - A las 12Nm en la zona de notificación.
 - A 5Nm, en el aérea de aproximación y maniobra, entrando al ZEI, por el segmento B (en el reparto vertical de la ZEI).
 - Ajustando maniobra para entrar al segmento A.
 - En las proximidades de la zona de descarga. En el caso de helicópteros, notificar entrada y salida de la zona de descarga. En el caso de aviones, comunicar con al menos 60 segundos de antelación, la llegada a la zona de descarga.
 - Confirmando zona libre, tras lanzamiento.
 - Notificará o requerirá información de instrucciones para próxima descarga.
 - Saliendo del ZEI rumbo a base.
 - Saliendo de zona de notificación.
 - En las inmediaciones de la base en la que aterriza para coordinar la entrada.
- En el caso de aviones y helicópteros trabajando en formación o carrusel respectivamente, corresponderá únicamente a la aeronave líder.
- Ningún piloto al mando ingresará a la zona de lanzamiento sin tener información confiable que ésta se encuentra libre de otras aeronaves y sin tener su objetivo asignado, exceptuando cuando fuese el primero en arribar al lugar del incendio y tenga instrucciones de la central de operaciones de extinción a discreción, previo a la llegada de otros medios aéreos.

- En todo caso, es obligatoria la activación de la sirena y del sistema de aviso luminoso, al menos 30 segundos antes de realizar la descarga. En caso de no funcionar tendrá que retirarse a su base para reparación.
- El CRA comunicará, con antelación a la salida del ZEI de una aeronave de extinción de incendios, el aeródromo de destino, y otras instrucciones que considere necesarias.
- Asimismo, el CRA comunicará al CI y a las aeronaves que estén realizando operaciones de extinción de incendios en el ZEI aquella información que considere relevante para la ejecución y planificación de las operaciones aéreas y terrestres.
- En el caso de que una aeronave de extinción de incendios vaya a realizar una maniobra de estacionamiento en tierra o de embarque o desembarque de personal de extinción dentro del ZEI o del AAM, notificará su intención de realizar dicha maniobra por la frecuencia aérea asignada al incendio. Asimismo, una vez efectuada la maniobra, notificará esta situación, así como su posición, por dicha frecuencia. Antes de despegar, comunicará su intención al resto de aeronaves y esperará el conforme y las instrucciones.
- Con el propósito de asegurar que las conversaciones entre el centro coordinador, la aeronave coordinadora, las aeronaves que participan directamente en la extinción y entre las aeronaves operando, se mantenga un nivel de comunicación esencial, se establece el cumplimiento del código "R" (Anexo 2).
- En el supuesto de disponer de más de un recurso destinado a la coordinación u otra función, deberán coordinar entre ellas las altitudes a través de la frecuencia de coordinación asignada por las centrales de despacho.
- El operador mantendrá informado a las dependencias de tránsito aéreo respecto a las operaciones que realicen sus aeronaves.

6.2.2.4 Tráficos dentro de la ZEI

- Los circuitos de tránsito serán los siguientes:
 - La aeronave de coordinación que opera en la zona C de la ZEI girará en el sentido de los punteros del reloj.
 - La aeronave que opere en la zona B de la ZEI girará en el sentido contrario a los punteros del reloj, recordando que el ingreso es entre 500-1500 ft AGL. Antes de abandonar la zona B deberán:
 - Tener claridad en las instrucciones de lanzamientos.
 - Haber planificado su lanzamiento (configuración de la aeronave, viento, entrada, deriva, pendiente, visibilidad, salida y emergencia).

- Haber coordinado con personal terrestre que garantice la seguridad de estos, en caso de no disponer de avión de coordinación.
 - Las aeronaves que extinguen el incendio, en la zona de maniobra y lanzamiento, hasta los 500 ft AGL se desplazará a criterio de la situación presente. Posterior al ingreso, las aeronaves de ala rotatoria, mantendrán el trabajo en la zona A, sin sobrepasar los 500 ft AGL.
- Los pilotos al mando de cada aeronave cumplirán las instrucciones impartidas desde la aeronave que cumple la función coordinadora, respetando los límites de las zonas verticales de separación de altura.
- Para efectuar la trayectoria de aproximación final de lanzamiento, el circuito de tránsito será definido de acuerdo con las condiciones meteorológicas y la topografía del terreno. Este circuito es planificado por el piloto al mando de la primera aeronave que arribe a la zona de lanzamiento y considerará los siguientes aspectos:
 - La dirección e intensidad del viento en superficie.
 - La localización e inclinación de la columna de humo.
 - La visibilidad del sector, topografía y relieve del terreno.
 - La intensidad calórica del combustible.
 - La presencia de obstáculos adyacentes a la zona de extinción de incendio.
- La decisión final de los lanzamientos será exclusivamente del Piloto al mando, priorizando la seguridad de vuelo y evaluando la factibilidad de solicitud de cada lanzamiento.
- Los pilotos al mando de helicópteros, cuando se les disponga la cancelación temporal o definitiva de las operaciones aéreas, deberán aterrizar en un área libre de riesgo, evitando quedar en la trayectoria de lanzamientos de las otras aeronaves que se encuentren operando.
- Se procurará, en caso de que sea posible y no perjudique a las operaciones de extinción, asignar zonas de trabajo diferentes a los helicópteros y a los aviones, y realizar carruseles de un único tipo de aeronave. Asimismo, se evitará la existencia de zonas de cruce entre dos zonas de trabajo y/o de carga diferentes. Pudiendo advertir al CRA la medida correctora para aumentar la seguridad de los tráficos.
- Las superficies tratadas con retardante no serán afectadas por otros lanzamientos con agua o espuma. Debiendo notificar el piloto al CRA o jefe de operaciones otra zona de lanzamiento.
- Los pilotos de las aeronaves con instrucciones previas de extinción a discreción deberán coordinar su ingreso al área con la aeronave coordinadora y dar cumplimiento al presente procedimiento.



- Los helicópteros de acuerdo con las circunstancias operacionales del momento, deberán cumplir con sus objetivos preseleccionados, transitando desde la fuente de agua al sector asignado, a una altura no superior a los 500 ft AGL.
- En el empleo de los medios aéreos, se deberá dar preferencia a aquellas aeronaves con mayor poder extintor (considerando volumen de carga y agente extintor). Sin embargo, en ciertas ocasiones puede ser preferible no interrumpir la secuencia de lanzamientos de otras aeronaves próximas a la zona de lanzamientos, cediendo esta prioridad.
- En el transcurso de las operaciones de extinción de incendio, las áreas de los objetivos prioritarios para las aeronaves, quedarán definidas mediante la aplicación de la “Grilla para Extinción de Incendios”.
- En los carruseles, se respetarán las siguientes reglas:
 - Se mantendrá, en la medida de lo posible, contacto visual con la aeronave precedente. Si se perdiera el contacto visual, se pedirá vía radio a la aeronave precedente reporte de posición.
 - Deberá mantenerse, en la medida de lo posible, una distancia mínima de seguridad con otras aeronaves de 0,5Nm o 30 segundos.
 - Queda prohibido, salvo indicación expresa del CRA y bajo la exclusiva responsabilidad del comandante de la aeronave, alterar el orden de circulación dentro de un carrusel de aeronaves.
 - La velocidad nunca será superior a 80 KIAS en el caso de helicópteros.
- Cada programa de extinción de incendios trabaja en frecuencias independientes del canal de extinción aérea (tierra-aire). Por lo que se aconseja ante los requerimientos de lanzamientos, asignar zonas independientes por empresa, en la medida que sea posible.



6. CONCLUSIONES

La actividad de los incendios forestales en diferentes regiones del mundo (incluida Chile) ha aumentado durante la última década. Los investigadores a este respecto auguran un incremento de la frecuencia y tamaño de los incendios, así como, la extensión de la temporada en la que tienen lugar (Úbeda y Sarricolea, 2016; Urrutia-Jalabert et al., 2018). Aunque no es la única causa, el cambio climático está agravando la situación, con prolongados periodos de sequía que junto con, los cambios demográficos, del paisaje forestal y los conflictos civiles han propiciado una situación preocupante en Chile.

El protocolo diseñado permitirá la definición de la organización de las operaciones aéreas dependiendo de la escala o despliegue de mando y recursos: conato, ataque ampliado y de gran magnitud y definirá un protocolo bajo las directrices generales que establece la CONAF, unificando criterios técnicos y así lograr una mejor coordinación entre los diferentes recursos que actúan en la emergencia causada por un incendio forestal.

En este sentido, es indispensable, además de la prevención, la preparación para combatir estos siniestros y evitar pérdidas humanas, animales y materiales, que a su vez representan cuantiosas pérdidas económicas. La extinción debe ser articulada, sector público, sector privado y ciudadanía en general, por lo que el protocolo presentado viene a ser una importante herramienta para aquellas empresas forestales del país que prestan su colaboración ante contingencias de esta índole.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (2023). Incendios forestales en Chile. <https://www.bcn.cl/siit/actualidad-territorial/incendios-forestales-en-chile/>
- CONRED. (2021). Técnicas y organización necesarias para el combate aéreo a incendios forestales. <https://conred.gob.gt/tecnicas-y-organizacion-necesarias-para-el-combate-aereo-a-incendios-forestales/>
- Correa, L., & Castillo, M. (2022). Un nuevo enfoque para la atención del combate de incendios forestales, desde una perspectiva social y política. *Territorium*, 29 (II), 93 – 100. <https://impactum-journals.uc.pt/territorium/article/view/9482>
- Euronews. (2023). Incendios en Grecia | Un avión cisterna se estrella mientras luchaba contra las llamas. <https://es.euronews.com/2023/07/25/incendios-en-grecia-un-avion-bombardero-de-agua-se-estrello-mientras-luchaba-contr-las-ll>
- Fermi (2022). Una sola fuerza contra los incendios forestales. Revista Forestal <http://www.revistaforestal.uy/en-contexto/una-sola-fuerza-contr-los-incendios-forestales.html>
- Mininco. (2023). Manual de operaciones aéreas. <http://www.mininco.cl/sga/docs/pdf/abrearchivo.asp?arch=MA845.PDF>
- Ministerio de Agricultura de Chile. (2022). Incendios forestales en Chile. <https://www.conaf.cl/incendios-forestales/incendios-forestales-en-chile/>
- Ministerio de Agricultura de Chile. (2022). Protocolo de las operaciones aéreas. <https://www.conaf.cl/wp-content/uploads/2023/04/PROTOCOLO-OPERACIONES-AEREAS-6C-3.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas Chile. (2023). Chile Incendios forestales 2023, Reporte de Situación N5. <https://chile.un.org/es/227052-chile-incendios-forestales-2023-reporte-de-situaci%C3%B3n-n5>
- Ortega, C. ¿Qué es la investigación documental? QuestionPro. <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-documental/#>



The Conversation. (2019). Cómo prevenir incendios forestales usando medidas mitigadoras del cambio climático. <https://theconversation.com/como-prevenir-incendios-forestales-usando-medidas-mitigadoras-del-cambio-climatico-119961>

The Objective. (2022). Las empresas aéreas que apagan incendios, al borde de la quiebra: «No podremos dar servicio». <https://theobjective.com/sociedad/2022-08-20/incendios-aviones-extincion/>

Tocarama. (2018). Operaciones aéreas en incendios forestales. <https://www.tocarama.org/operaciones-aereas-en-incendios-forestales/>

Úbeda, X., & Sarricolea, P. (2016). Wildfires in Chile: A review. *Global and Planetary Change*, 146, 152-161.

Urrutia-Jalabert, R., González, M. E., González-Reyes, Á., Lara, A., & Garreaud, R. (2018). Climate variability and forest fires in central and south-central Chile. *Ecosphere*, 9(4), e02171.



8. ANEXOS

ANEXO 1: PARRILLA DE FRECUENCIAS ASIGNADAS EN LA DAN 137

FRECUENCIAS Y COORDINACIÓN AÉREA.

Frecuencias Aéreas.

- (1) Antes de ingresar al radio de 12 MN desde el borde del incendio, los pilotos deberán tomar contacto con la aeronave de coordinación en la frecuencia 123.15 (Canal 1).
- (2) Antes de ingresar al área de Aproximación y Maniobra, el coordinador asignará según se requiera uno de los siguientes canales:

Canal 2	:	123.20
Canal 3	:	123.25
Canal 4	:	123.35
Canal 5	:	123.40
Canal 6	:	123.50
Canal 7	:	123.55
Canal 8	:	123.60
- (3) Al momento de abandonar la Zona de extinción de incendio, los Pilotos deberán cambiar de la frecuencia aérea de coordinación, a la frecuencia que le corresponda durante las maniobras operacionales de aterrizaje y despegue.



ANEXO 2: CLAVES RADIALES. CÓDIGO “R”

E LAS COMUNICACIONES		DEL PERSONAL	
R1	Se recibe en malas condiciones		
R2	Se recibe fuerte y claro	R37	Despegue
R4	Comprendido	R38	Aterrizaje
R5	Repita	R40	Hora de arribo
R6	Mantenga fuera	R41	Cancelar operación
R7	Término de frecuencia y/o actividad	R51	Se solicita la presencia en...
R8	Inicio atención radial y/o actividad	R59	Autorizado
R9	Como recibe a este equipo	R60	Es una orden, cúmplala
R10	Nombre /clave de quien transmite	DE LAS EMERGENCIAS	
R12	Tiene contacto con...		
R18	Instrucciones	R70	Se declara emergencia por...
R19	Sin novedad	R71	Informo que (unidad o persona) ha sufrido un accidente
DE LAS OPERACIONES			R71 CLAVE 1: LEVE
R20	Incendio Forestal		R71 CLAVE 2: MEDIANA
R21	Reporte de foco		R71 CLAVE 3: GRAVE
R22	Informe situación	R72	Accidente con resultados fatales
R24	Todo lo referido a trabajo	R73	Desde este momento y hasta nuevo aviso, comunicaciones restringidas a tráfico de emergencias
R25	Incendio controlado	R74	Desde este momento y hasta nuevo aviso se suspende todo tráfico radial
R26	Incendio en liquidación	R75	Las estaciones pueden reasumir tráfico normal
R27	Incendio extinguido	R77	Problemas mecánicos
R28	Base o campamento	R80	Alimentación
R29	Referido a desplazamientos	R81	Personal policial



R33	Hora / horarios	R82	Bomberos
R34	Condiciones meteorológicas	R91	R91 Horas voladas de aeronaves

ANEXO 3: RECOMENDACIÓN EN LOS REQUISITOS DE FORMACIÓN TEÓRICA Y PRÁCTICA PARA ACTUAR COMO CRA Y JOA

Requisitos de formación teórica y práctica para actuar como CRAa o CRAt:

I100, i200, i300

S130 BRIGADISTA INCENDIO FORESTAL

S230 JEFE DE BRIGADA

S190 BÁSICO COMPORTAMIENTO INCENDIOS FORESTALES

S290 AVANZADO COMPORTAMIENTO INCENDIOS FORESTALES

S430 JEFE DE SECCIÓN DE OPERACIONES

S270 JEFE DE OPERACIONES AÉREAS EN INCENDIOS FORESTALES

S0240 CRM EN OPERACIONES AÉREAS EN INCENDIOS FORESTALES

S0122 SEGURIDAD DE LAS OPERACIONES AÉREAS COMBATE INCENDIOS FORESTALES

S0206 COORDINACIÓN DE RECURSOS AÉREOS EN INCENDIOS FORESTALES

Formación práctica:

- Tres temporadas como CA BHT
- Tres temporadas como JO
- 24 horas de trabajo CRA o en simulador.

Requisitos de formación teórica para actuar como jefe de operaciones aéreas (JOA):

I100, i200,

S130 BRIGADISTA INCENDIO FORESTAL

S230 JEFE DE BRIGADA

S190 BÁSICO COMPORTAMIENTO INCENDIOS FORESTALES

S290 AVANZADO COMPORTAMIENTO INCENDIOS FORESTALES

S430 JEFE DE SECCIÓN DE OPERACIONES

S270 JEFE DE OPERACIONES AÉREAS EN INCENDIOS FORESTALES

D311 DESPACHO INICIAL

D110 DESPACHO AMPLIADO

S0240 CRM EN OPERACIONES AÉREAS EN INCENDIOS FORESTALES

S0122 SEGURIDAD DE LAS OPERACIONES AÉREAS COMBATE INCENDIOS FORESTALES

S0206 COORDINACIÓN DE RECURSOS AÉREOS EN INCENDIOS FORESTALES

S470 DIRECTOR RAMA OPERACIONES AÉREAS

Formación práctica:

- Dos temporadas como CA BHT
- Tres temporadas como JO
- Cuatro temporadas en Central
- 5 temporadas como CRA
- 24 horas de trabajo JOA o en simulador