



Manual Técnico N°24:

Uso de aviones cisterna para el combate aéreo de incendios forestales en la Corporación Nacional Forestal – CONAF



Gerencia Protección Contra Incendios Forestales
Departamento de Desarrollo & Investigación
Sección Formación Técnica

Patricio I. Sanhueza Bravo
Ingeniero Forestal, Universidad de Chile

Santiago, noviembre 2017



INDICE

	Página
Introducción	03
De las operaciones aéreas en incendios forestales	09
Objetivos generales de las operaciones con aviones cisterna	07
Objetivos en las operaciones de combate aéreo con aviones cisterna	08
Requisitos para la utilización de aviones cisterna	09
Las operaciones aéreas con aviones cisterna	11
Consideraciones generales de la operación con aviones cisterna en Chile	34
La experiencia con los SEAT'S en CONAF	12
La experiencia con los aviones de la categoría pesados y muy pesados	18
La experiencia con los aviones cisterna anfibios	19
Clasificación de aviones cisterna	22
Performances de los aviones cisterna utilizados en CONAF	38
Uso de aviones cisterna	40
Principios básicos que regulan el uso de aviones cisterna	41
Limitaciones que afectan la operación de un avión cisterna	44
Aviones de uso logístico/táctico	49
De la organización de las aeronaves en terreno	53
Uso de productos químicos en combate con aviones cisterna	59
Uso táctico de uso de productos químicos	66
¿Por qué en ataque aéreo los cortafuegos químicos fallan en la contención aérea del fuego?	66
Bibliografía	67



PRÓLOGO

En el marco del Proceso de Evaluación del Desempeño de CONAF, año 2017, se suscribió el presente documento como Compromiso de Desempeño Individual entre el suscrito y la Jefatura de la Sección Formación Técnica del Departamento de Desarrollo e Investigación, dependiente de la Gerencia de Protección contra Incendios Forestales.

La actividad fue ejecutada como aporte técnico a la formación de las nuevas generaciones de profesionales del área que están ingresando al Programa de Protección contra Incendios Forestales-PPCIF de CONAF, poniendo a disposición la experiencia práctica, información y antecedentes disponibles.

Para estos efectos se tuvo en cuenta la bibliografía existente, material de cursos especializados, El trabajo en terreno e información recolectada de variados seminarios/talleres/simposios especializados en operaciones aéreas a los cuales se ha tenido la posibilidad de participar.

De igual forma, se incorporan antecedentes técnicos que se presentan en las Directrices Voluntarias de Aviación en Manejo del Fuego desarrolladas por el Grupo de Trabajo Internacional de Aviación en Manejo del Fuego (Fire Aviation Working Group) de la Oficina para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNISDR) de Naciones Unidas.

En el documento se realiza una descripción cuantitativa y cualitativa de las distintas aeronaves, por clase y tipo, que se utilizan en el combate aéreo de incendios forestales por CONAF; los objetivos que se persiguen en su utilización; el uso táctico de ellas, los principios y limitaciones operacionales para su uso, conforme a las características de cada tipo. Por último, se aborda las aplicaciones de productos químicos con las aeronaves y conceptos de seguridad en las operaciones aéreas.

El autor desea agradecer la colaboración desinteresada de mis grandes amigos pilotos y colegas de profesión, quienes con sus aportes, muchas veces en una grata conversación, han hecho posible esta iniciativa.

Por último, y lo primero, deseo agradecer a Dios por darme la vida y a mi familia por soportarme todos estos años en que he estado lejos de ellos dedicado a mi pasión de combatir los incendios forestales.



INTRODUCCIÓN

El uso de aviones en el combate de incendios forestales se ha transformado en una práctica insustituible en aquellas organizaciones destinadas a la protección forestal.

La utilización de aviones como apoyo a las actividades de combate de incendios forestales se remonta a principios de los años 30 en EE.UU. y Canadá, con aviones rudimentarios y con sistemas de descarga de agua que no superaban los 400 litros.

Luego de la Segunda Guerra Mundial se perfeccionaron los sistemas de carguío, almacenamiento y descarga, con estanques que se incorporaron al fuselaje y estructura de la aeronave, o bien, ubicados externamente a éste. La caída del agua era por gravedad donde la tripulación seleccionaba el momento de apertura de las compuertas y se determinaban modelos de lanzamiento para cada aeronave que permitían optimizar el aprovechamiento del agua.

Esta situación contrasta con la actualidad donde modernos y precisos dispositivos y sistemas de descarga computarizada proporcionan una descarga precisa, concisa y eficiente, gracias a mecanismos de inyección de aire comprimido que pueden parcializar las descargas en múltiples modalidades dependiendo de las necesidades operacionales.

Desde el año 1962 se inician la construcción de aviones destinados al combate de incendios forestales y año 1969, Canadá, lanza al mercado el avión anfibio Canadair CL-215 de gran maniobrabilidad y autonomía, convirtiéndose en el primer avión construido para estos fines. De igual forma, se debe considerar la incorporación de variadas aeronaves de los países orientales (Rusia, Polonia, Ucrania, entre otros) a las operaciones aéreas en el combate de incendios forestales.

En general, se puede indicar que la disponibilidad de aviones cisterna ha ido apareada de la conversión de antiguos aviones bombarderos utilizados en los diferentes conflictos bélicos en el mundo. Esta conversión ha sido realizada por obsolescencia de su capacidad técnica, bélica o disponibilidad al término de los conflictos.

En la última década se ha observado, en primer lugar, la aparición de grandes aviones cisterna (VLAT-Very Large Airtankers) de transporte de personal y/o carga convertido y/o adaptado para el bombardeo aéreo. Esta migración se ha realizado por aspectos medioambientales (alta generación de ruido inaceptable en los modernos aeropuertos internacionales), competencia operacional-financiera (menor eficiencia por alto consumo de combustible frente aeronaves más modernas de última generación), o definitivamente por búsqueda de nuevos mercados.



Por otra parte, la mayor demanda por más recursos aéreos para un creciente régimen de incendios forestales a nivel global, en conjunto a la modernidad, hace que la industria aeronáutica se vaya adaptando y desarrollando el concepto de la multifunción o multirol en la operaciones. Se está disponiendo de nuevos desarrollos de aeronaves de carga y transporte de gran tamaño logístico donde una de sus prestaciones es precisamente la de combate aéreo de incendios forestales.

En último término, el uso presente de aviones se ha extendido a otras operaciones aéreas de apoyo al combate, entre ellas las logísticas, de comando y control, detección, transporte de brigadistas paracaidistas, plataforma de observación, mapeo, etc.

No obstante a su eficiencia y espectacularidad de las operaciones con aviones cisterna, se debe considerar que estas son sólo un recurso de apoyo al personal terrestre, quienes en definitiva extinguen los incendios forestales.

1. DE LAS OPERACIONES AÉREAS EN INCENDIOS FORESTALES

Las operaciones aéreas, o lo que hoy en día se conoce como Aviación en Incendios Forestales (Fire Aviation), es el uso directo de aeronaves de ala fija –aviones- y ala rotatoria- helicópteros- para la descarga de agua y/o productos químicos sobre el fuego; actividades de prevención y detección aérea de incendios forestales, el traslado y despliegue de personal a zonas afectadas y el apoyo aéreo logístico-táctico de las operaciones en general.

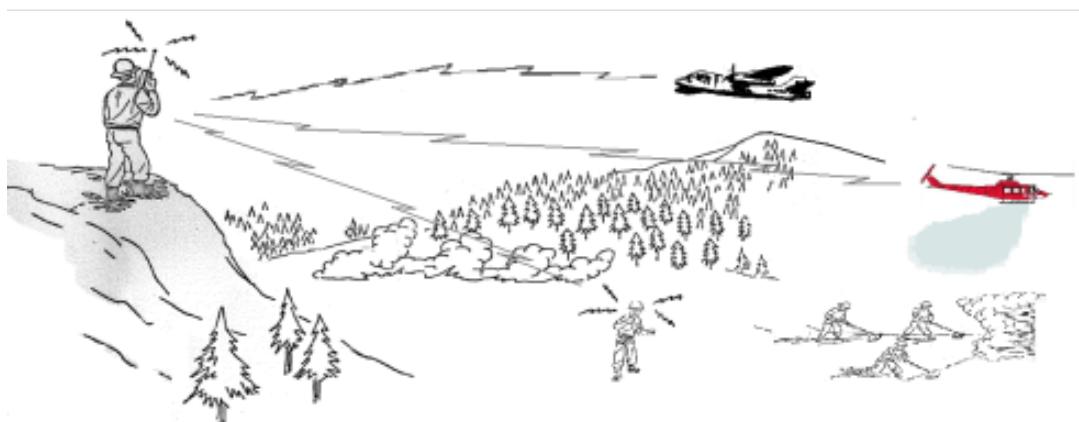
Los recursos aéreos se constituyen en un importante medio en la extinción de incendios forestales. Esto cabe mayor connotación cuando es esencial facilitar, apoyar y maximizar la eficiencia de los trabajos de las brigadas forestales. Por este motivo la función de las aeronave siempre será un complemento al trabajo que realizan en tierra los recursos terrestres, sean estos brigadas forestales, carros bombas y/o maquinaria pesada. Como norma general, por si solos las aeronaves no apagan incendios forestales.

En su trabajo, en su versión de combate aéreo con lanzamientos, los aviones cisterna tienen por objetivo la disminución de la velocidad e intensidad de propagación del fuego. Esto se realiza en la cabeza del incendio y/o en los diferentes frentes o flancos de avance del mismo, bajando la temperatura, humedeciendo el combustible próximo a las llamas que aún no se ha quemado, con la finalidad de permitir y facilitar el trabajo que realizan los recursos terrestres.

Con este accionar se facilita el trabajo de las brigadas en tierra, cuyo objetivo es circunscribir el perímetro del incendio con una línea de cortafuego que impida la disponibilidad de combustible al fuego y por consiguiente frenar su propagación logrando por tanto su control y posterior extinción.



Las operaciones aéreas deben estar ajustadamente coordinadas y dirigidas por personal técnico, aerotransportado en plataformas de coordinación (helicópteros o aviones especialmente destinados a ellos) y/o en tierra. Por este motivo, el uso de las aeronaves debe estar rígidamente controlado y supeditado a las instrucciones de personal dedicado, es decir, no actuando por decisión propia, salvo que sean el primer recurso despachado al lugar.



Esquema de coordinación tierra-aire



Coordinación aerotransportada



Para el logro de los objetivos de combate aéreo hoy en día existen no pocas posibilidades de elección entre distintos aviones. Esta elección por parte de la organización dependerá, entre otros, de factores económicos (costo de operación/ hora, costo de mantención y reparación, etc.), de las facilidades y requerimientos logísticos (fuentes de carguío de agua, exigencia de pistas, etc.). Por último, y quizás de lo primordial, de la política, objetivos y propósitos para el cual se utilizarán las aeronaves.

Aunque parezca una obviedad, el trabajo que realizan los aviones es diferente al de los helicópteros, no siendo reemplazables ni uno ni los otros. En este sentido se debe tener presente que los distintos tipos de aeronave constituyen un abanico de posibilidades, el concepto de tool- box donde cada elemento o recurso es útil. Debemos responder a lo que los anglosajones hablan de las 4 W, dependiendo para qué, donde, cuando y con que lo requerimos (what, where, when, which).

A diferencia de los helicópteros, los aviones cisterna de carguío terrestre tienen un ciclo o tiempo entre lanzamientos mayor (los tipos de aviones que se utilizan en Chile, en promedio entre 10 y 15 minutos). No obstante a lo anterior, los aviones cisterna en general son más veloces, llevan una mayor cantidad de agua, el tipo y perfil de lanzamiento es diferente, pueden parcializar el lanzamiento y este es más contundente lográndose en este caso un doble efecto, disminución de temperatura y el efecto de sofocación.

2. OBJETIVOS GENERALES DE LAS OPERACIONES CON AVIONES CISTERNA

Resumiendo lo indicado en el punto anterior, aunque se pueda pensar o considerar que los aviones cisterna por sí mismos son un recurso independiente de supresión, esto no es realmente así. Es preciso considerar que las aeronaves tienen el gran objetivo de constituirse en recursos logísticos complementarios de apoyo al personal terrestre (brigadas forestales, bomberos, efectivos militares o voluntarios) que acuden a controlar y extinguir un fuego indeseado (bad fire).

Por otra parte, los brigadistas son aerotransportados hasta la zona amagada por el fuego por una infinidad de helicópteros y aviones de transporte, y hasta el mismo incendio forestal, como es el caso de los bomberos paracaidistas (smokejumpers).

De igual forma, se le proporciona al personal de tierra información de inteligencia, de comportamiento del fuego, estado desarrollo del incendio, puntos calientes, mapas y fotografía infrarroja, etc. con ubicación de recursos y proyecciones diurna y/o nocturna.



3. OBJETIVOS Y CONSIDERACIONES EN LAS OPERACIONES DE COMBATE AÉREO CON AVIONES CISTERNA

Es importante destacar para el conocimiento no sólo de los gestores del Manejo del Fuego y de los responsables de la protección forestal, incluyendo a la alta gerencia y autoridades administrativas y políticas, tener presente que los objetivos y consideraciones de las operaciones combate aéreo con aviones cisterna se pueden resumir en los siguientes.

- Servir de apoyo al personal terrestre que combate al fuego como su primer "cliente" (primary customer).
- Deben influir con su participación en la estrategia y planificación de control de un determinado incendio, considerando su trabajo conjunto con los recursos terrestres disponibles y la eficacia de su trabajo en conjunto.
- Considerar que el apoyo y eficiencia de las aeronaves al personal terrestre a un incendio en particular puede ser muy distinto en función del tipo de aeronaves que participan.
- Considerar que las aeronaves mediante sus lanzamientos permiten situar al incendio dentro de la capacidad de extinción de los recursos terrestres.
- Sostener rápidamente el avance de un fuego recién iniciado en la fase de *Ataque Inicial*, para que el personal terrestre, al arribar, pueda tener éxito en las labores de extinción.
- Atención a objetivos prioritarios, que son aquellos que no están al alcance de las unidades terrestres, donde es necesario emplear los aviones por su maniobrabilidad, rápido desplazamiento y posibilidad de actuación. Entre ellos se cuentan los focos secundarios que pueden rodear a personal terrestre o infraestructura amenazada sin recursos asignados.
- Crear las mejores condiciones ambientales posibles (enfriamiento del área con lanzamiento de agua) para que el personal terrestre pueda acceder al borde del incendio y trabajar en forma más cómoda y segura durante un Ataque Inicial o un "Ataque Ampliado".
- Realizar descargas de agua y/o supresantes o retardantes de fuego en sectores peligrosos para el trabajo del personal terrestre (frente de avance del fuego o zonas orográficas de mucho riesgo para el ingreso personal tales como: quebradas, cañadones, cárcavas, barrancas, pendientes escarpadas, etc.).



- Considerar que las aeronaves al ser utilizadas en combate indirecto sus descargas deben realizarse con retardantes de larga duración, que aumentan el tiempo de caducidad de las mismas, consiguiendo con ello un mayor margen de tiempo que permita a las unidades terrestres acceder a la zona y consolidar estas descargas.
- Deben dar soporte aéreo a los técnicos que realicen fuego técnico realizando funciones de vigía desde el aire y/o reforzando las líneas de apoyo establecidas mediante lanzamientos tácticos.
- Traslado rápido y oportuno de personal de brigadas en los despachos a larga distancia, inter- regional y/o transfronterizos.
- Brindar información estratégica y táctica por medio de fotografías, video, observación on-line del comportamiento, alcances y desarrollo del incendio, puntos de anclaje de líneas, amenazas para los residentes y principalmente de seguridad para el propio personal de respuesta que trabaja en el incendio.

4. REQUISITOS PARA LA UTILIZACIÓN DE AVIONES CISTERNA

Un óptimo uso de los recursos aéreos exige que se cumplan unos determinados requisitos, sin los cuales difícilmente dichos recursos podrán prestar los servicios para los que han sido contratados y/o adquiridos y no estaría, por tanto, justificado el elevado costo que estos significan.

Entre estos requisitos se puede destacar los siguientes: contar con unas tripulaciones idóneas, experimentadas e integradas en el combate contra los incendios forestales; disponer de las instalaciones adecuadas para la habitabilidad de los pilotos y personal de apoyo a las operaciones y servir de bases de operación para las aeronaves. Asimismo, disponer de Centrales de Operaciones para la asignación, despacho, control y seguimiento del funcionamiento de las aeronaves y por último que se disponga de recursos terrestres organizados y capacitados de combate que, en primer lugar, aprovechen el trabajo realizado por las aeronaves, y en segundo término, complementen la actuación de las aeronaves.

- Tripulaciones experimentadas

Respecto a las tripulaciones hay que decir que en Chile se está casi al debe, si se piensa en contar con pilotos nacionales dada la poca disponibilidad de estos para las distintas demandas existentes.

Sólo con la participación de numerosos pilotos extranjeros de distintos continentes se ha podido solucionar esta tremenda demanda de pilotos



con las calificaciones y experiencia requerida. Esta situación se ve más comprometida conforme al tipo de aeronave se trate. (p.e. PZL M18 Dromader).

El país no cuenta con escuelas de formación de pilotos de aviones cisterna y lograr tener a las personas adecuadas, lo que determina grandes despliegues de esfuerzos, negociaciones económicas, competencia con las empresas forestales privadas y oportunidad para tenerlos.

- Instalaciones y facilidades específicas para las operaciones aéreas

Tal como se indicó previamente es muy importante la logística asociada a las operaciones aéreas. El confort de las personal de vuelo (pilotos y mecánicos) por seguridad de vuelo es primordial. Luego de un incipiente desarrollo en la materia, donde el personal de vuelo estaba a la espera y/o descansaba en el interior de un vehículo, a la sombra del ala del avión, de un árbol o un toldo, hoy se cuenta en la mayoría de bases temporales de CONAF con una mejor habitabilidad para los turnos de standby diario de las tripulaciones, con las comodidades requeridas y que la ley obliga.

Como las bases están asociadas a pistas eventuales, aeródromos o aeropuertos, se cumple el estándar de contar con pistas adecuadas y facilidades de carguío de combustible e infraestructura para mantenimiento preventivo y correctivo. El adecuado alojamiento para el personal de vuelo no debe descuidarse, sobre todo cuando las aeronaves deben desplegarse a bases alternativas por períodos prolongados. No deben agotarse los esfuerzos para dar prioridad al adecuado descanso del personal en sus periodos de servicio de vuelo y descanso reglamentario, que significa tener tripulaciones alertas y concentradas para el exigente trabajo a realizar.

Por último, es necesario que se disponga en la base de una apropiada y eficiente logística de abastecimiento, almacenamiento, distribución y carguío de agua y/o de productos químicos a las aeronaves.

Como en una cadena de procesos no se saca nada en tener la mejor aeronave y la más experimentada tripulación si al final los ciclos de descargas sobre el fuego son muy altos por falla en esta logística comentada.

- Centrales de Coordinación

Para una adecuada gestión de los recursos aéreos es fundamental tener Centrales de Operaciones para la asignación, despacho, control y seguimiento del funcionamiento de las aeronaves. El orden y profesionalismo que se despliega en estas operaciones debe ser



concordante con la administración de las mismas. Tanto la administración del variado personal adjunto a las aeronaves, como el despacho de ellas, su monitoreo y control de sus operaciones debe ser riguroso, dadas las necesidades de eficiencia y seguridad por los riesgos y costos asociados.

- Los recursos terrestres de combate y su interacción con los recursos aéreos

Tal como se indicará más adelante es fundamental la interacción de estos dos tipos de recursos. La descarga de agua por medio de las aeronaves sobre el incendio constituye uno de los procedimientos más comunes para la extinción, tanto en ataque directo como indirecto. El ataque aéreo debe ir acompañado de un trabajo complementario, realizado con personal de tierra provisto de las herramientas y equipos adecuados para las tareas de control y extinción del fuego. La voracidad del fuego normalmente será reducida por el lanzamiento de agua desde el aire. De no existir esta actuación terrestre de sofocación total del fuego se corre el riesgo de que éste se reactive siendo entonces imprescindible el accionar de personal de tierra.

5. LAS OPERACIONES AÉREAS CON AVIONES CISTERNA

Los aviones cisterna cumplen una importante labor en las operaciones de combate de incendios forestales. Su utilización en el lugar y en el momento oportuno y utilizando la técnica adecuada, sin duda, han contribuido a la extinción de numerosos incendios forestales en el mundo.

La presencia de estas aeronaves en un programa de protección es el resultado de detallados estudios técnicos que incluyen la justificación de su uso. Por otra parte, la elección de una aeronave en particular, entre las diversas que el mercado ofrece, corresponde a un detallado análisis que los planificadores y gestores en la protección contra los incendios forestales deben abordar con la mayor seriedad posible.

6. CONSIDERACIONES GENERALES DE LA OPERACIÓN CON AVIONES CISTERNA EN CHILE

Hasta estos días, salvo operaciones excepcionales y en general de corta duración, tanto las empresas forestales privadas como el Estado de Chile, han optado por una operación con aviones de pequeña envergadura, de la categoría livianos y algunos medianos, mono-motores, mono-plazas de significativa potencia y de gran maniobrabilidad. Los denominados internacionalmente SEAT's (Single Engine Air Tankers).



SEAT de CONAF

Lo anterior se explica por la compartida estrategia de ambos sectores de la protección forestal en Chile de apostar al *Ataque Inicial* oportuno, contundente y veloz. Para esto, los SEAT´s son muy eficientes, sobre todo porque se ataca al fuego utilizando la táctica de ataque directo, sofocando las llamas en incendios en las etapas primarias de desarrollo, con una superficie pequeña y con alta probabilidad de rápido control. A esto se debe sumar que los lanzamientos han sido principalmente utilizando sólo agua y ahora cada vez más supresantes de fuego Clase A (Fire Suppressant Foams).

Con la mayor disponibilidad de retardantes de fuego de larga duración, por su mayor presencia en el mercado nacional, alternativas y costos más aceptables, tema que se aborda más adelante, se abrió una gran posibilidad de trabajo con aeronaves en ataque indirecto, donde es posible establecer líneas químicas de control.

Si se considera que la zona de máxima ocurrencia de incendios forestales en Chile se presenta en un territorio con topografía irregular y que además los SEAT´s no requieren de pistas de gran envergadura, con menores limitaciones (incluso pueden operar desde carreteras), se ha facilitado su operación en la mayoría de las pistas actualmente existentes.

7. LA EXPERIENCIA CON LOS SEAT´s EN CONAF

Como ejemplo de lo indicado anteriormente, basta con tener presente lo realizado por aviones cisterna livianos por CONAF. El trabajo comenzó la temporada 1968/1969 con la incorporación en arriendo de aviones agrícolas a los que se les dotaba de una compuerta especial para mejorar la descarga de agua. La estrategia de combate utilizada en la V Región de Valparaíso significaba operar con tres aeronaves simultáneamente para incrementar el escaso volumen unitario de cada aeronave que era sólo de 800 l.



Por largas temporadas significaron una exitosa operación aérea en la Región donde volaron, inicialmente, Piper Pawnee y luego Cessna 188 en sus versiones AGwagon y AGtruck.



Piper PA-25 Pawnee en aeródromo E. Sánchez E., Santiago en la década del 70



Cessna 188 AGwagon en Aeródromo de Rodelillo, V Región

Con el tiempo, estos aviones fueron reemplazados y a finales de los años 80 se arriendan los primeros aviones polacos PZL M18 Dromader para operar en Chile, revolucionando la operación dadas sus mayores prestaciones técnicas y extendiendo ahora su operación a la Región del Biobío.



Pilotos don Eduardo López (+) y Sergio Calderón en un PZL M18 Dromader arrendado en Aeródromo de Rodelillo, V Región

Para la temporada 2000/2001 en un proceso de mejora continua, CONAF decide incorporar aviones de última generación, arrendando los primeros aviones turbohélice estadounidenses de la marca Air Tractor. Es así como se incorporan dos unidades Air Tractor AT 802F y un Air Tractor AT 502.



Air Tractor AT 802F y 502 españoles en Aeródromo de Rodelillo, V Región



Es en el año 2005 cuando se produce un giro en la política técnica de CONAF de arriendo de aviones cisterna, adquiriéndose tres aviones PZL M18B Dromader a la fábrica en Polonia. Entran en operaciones en la temporada 2006/2007 asignándose dos unidades a la región de Valparaíso y una a la del Biobío, operación que rige hasta el día de hoy. CONAF interrumpe el arriendo de aviones.



PZL M-18 Dromader lanzando en interfaz de Valparaíso

Posteriormente, en el mes de enero del año 2015 CONAF amplía su flota inicial de aviones a pistón adquiriendo un total de tres Air Tractor AT 802F (dos monoplazas y uno bi-plaza) que entran en operaciones la temporada 2016/2017. Complementariamente a esta operación se arriendan, volviendo a la política inicial, 8 unidades Air Tractor para reforzar las operaciones de combate aéreo.



Air Tractor AT 802F de CONAF en Región de Valparaíso

En definitiva, es la gran maniobrabilidad de los SEATs que les permite volar a baja altura, sorteando con éxito adversas condiciones topográficas, - particularmente zonas con cerros de mediana altitud y numerosas y angostas quebradas y muchas veces en zonas de interfaz altamente pobladas es la clave para su éxito en Chile. A esto hay que considerar, además, los aspectos logísticos para su carguío de agua y/o productos químicos que se pueden realizar en multitud de pistas, muchas de ellas eventuales.



PZL M-18 Dromader y Air Tractor AT 802F en la base de retardantes del Aeródromo Rodelillo, Región de Valparaíso.



8. LA EXPERIENCIA CON LOS AVIONES DE LA CATEGORÍA PESADOS Y MUY PESADOS

La experiencia de CONAF en operaciones con aviones de carguío terrestre de la categoría pesados (LAT-Large Airtankers) o muy pesados (VLAT-Very Large Airtankers) en Chile llamados "tanqueros", ha sido escasa, eventual y principalmente sujeta a situaciones de emergencia forestal.

Se pueden contabilizar algunos lanzamientos en la temporada 2001/2002 en la Región de la Araucanía con el avión SP2H "Neptuno" (apoyo de Forestal Mininco S.A.), y las operaciones bajo un mando militar con los aviones Hércules C-130 equipados con el Sistema MAFFS (Modular Airborne Fire Fighting System) de la Fuerza Aérea del Brasil-FAB y la Fuerza aérea de Chile-FACH en las temporadas 2012/2013 y 2016/2017 en la las Regiones de la Araucanía y del Biobío.



Hércules C-130 con MAFFS (Modular Airborne Fire Fighting Systems) en aeropuerto Carriel Sur, Concepción

Aún está latente lo acontecido en la compleja temporada de incendios forestales 2016-2017 en el país, que batió todos los records de daño, complejidad y destrucción forestal. En esta temporada se registró una operación de apoyo más extendida para atender la emergencia con este tipo de aviones, como lo fue la del British Aerospace BAe 146-200, el Boeing 747-Supertanker y el Ilyushin IL-76.

El trabajo de esta operación, que si bien es cierto ya es algo común en los países desarrollados, principalmente de Australasia, Europa y Norteamérica, para un país como Chile marcó un hito a analizar y considerar para una operación sustentable y eficiente en el futuro cercano.

Se debe tener presente que este tipo de aeronaves, por ahora, sólo pueden operar y abastecerse de agua en aeropuertos mayores, dado sus requerimientos de longitud y resistencia de pistas, así como principalmente, por el apoyo logístico necesario para la operación, que de por sí no es menor. Asimismo, se tiene que considerar que en dichos aeropuertos el creciente tránsito aéreo comercial limita (curiosamente con prioridad) una eficaz y eficiente operación.



Los VLAT al operar desde las bases comentadas sus ciclos de lanzamiento aumentan ostensiblemente, pudiendo llegar en promedio y dependiendo de la distancia de la base de carguío al incendio, a más de 40 minutos. De igual forma, su mayor envergadura y menor maniobrabilidad, en la mayoría de los casos, les dificulta volar a muy baja altura y/o entre quebradas y con restricciones en zonas muy pobladas en la interfaz.

Por este motivo los lanzamientos deben ser realizados a mayor altura con la consiguiente deriva y pulverización del mismo, sobre todo si se operan con agua pura. Esto obliga, necesariamente - si se persigue eficacia en la operación- que los lanzamientos deban ser hechos utilizando retardantes de fuego de larga duración, alejándose del borde del fuego trabajando a distancia, construyendo líneas químicas cortafuegos en lo que se denomina ataque indirecto.



Boeing 747 Supertanker e Ilyushin IL-76 en plataforma de carguío aeropuerto Internacional Arturo Merino Benítez en Santiago de Chile.

9. LA EXPERIENCIA CON LOS AVIONES CISTERNA ANFIBIOS

Es imprescindible mencionar y destacar la incorporación y presencia de aviones cisterna anfibios en nuestro país, ya que, con ellos se inicia la historia del combate aéreo a los incendios forestales. En muchos casos fue el único recurso disponible para el control del fuego frente a una incipiente organización de recursos terrestres por parte del Estado, con la participación de bomberos, brigadas voluntarias y algunas cuadrillas de Carabineros de Chile. A partir de este hito el combate aéreo sigue en pleno desarrollo, evolución y expansión.

Esta operación se inicia con la contratación de los míticos Consolidated Vultee PBY Catalina, hidroavión diseñado en el año 1930 por la compañía estadounidense Consolidated Aircraft. Estos aviones tuvieron una destacada y amplia participación en la Segunda Guerra Mundial donde los gobiernos de Canadá, Estados Unidos de Norteamérica y la Gran Bretaña reconocieron sus amplias performances.



Estas los llevaron a operaciones, en óptimas condiciones, de más de 24 horas con un aceptable capacidad de carga haciéndolo ideal para la guerra antisubmarina, patrulla marítima, escolta de convoyes marinos, misiones de búsqueda y rescate (especialmente rescate aire-mar), y transporte de carga.

El PBY era el avión más eficaz de su clase, y se convirtió en el hidroavión más producido de la historia. Las siglas PBY fueron determinadas según el sistema de designación de aeronaves de la Armada de los Estados Unidos de 1922, "PB" significa bombardero de patrulla (Patrol Bomber) y la "Y" es el código usado para su fabricante, la Consolidated Aircraft.

Los PBY 5A fabricados bajo licencia en Canadá y utilizados por la Real Fuerza Aérea Canadiense, pasaron a ser conocidos por la designación "Canso" reconvirtiéndolos muchos de ellos en "Canso Waterbomber".

La primera operación de aviones cisterna anfibios en Chile se inicia¹ la temporada 1967/1968 con la contratación por parte del Ministerio de Agricultura (Servicio Agrícola y Ganadero-SAG) de dos aviones cisterna Consolidated Vultee PBY 5A "Canso Waterbomber" a la empresa canadiense Kenting. La temporada 1968/1969 fueron reemplazados por un avión de Avalon Aviation de Ontario, Canadá y otro de la empresa SIS-Q de EEUU.

Producto de la sequía que enfrentó Chile entre 1968 y 1969, conocida como la Gran sequía de 1968, que fue uno de los mayores déficit pluviométricos durante el siglo XX, y que afectó desde la región de Atacama al Biobío, fue el gatillante que la flota de Cansos fuese incrementada sustancialmente. Es así como la temporada 1969/1970 el gobierno de la época amplió la flota contratando 5 Cansos Waterbomber al Gobierno Provincial de Quebec, Canadá.

En la temporada 1970/1971 se marca un hito importante en la historia de estas operaciones, al arrendarse a la empresa chilena Aeroservicios Parragué, ASPAR Ltda. - del recordado y querido General del Aire don Roberto Parragué Singer (+) - el primer avión "Canso Waterbomber" chileno. ASPAR siguió con su destacada operación convirtiendo más unidades para apagar incendios forestales y que siguieron a la inicial matrícula CC-CNP "CANSO-35".

¹ Fernando Maldonado, comunicación personal.



Canso 34 Waterbomber de ASPAR cargando en Río Calle-Calle, Valdivia

En las temporadas siguientes se sucedieron contrataciones por parte de CONAF, además de los de ASPAR, a diferentes operadores; 1973/1974 (2) a Avalon; 1974/1975 (1) a Avalon y (1) Super-Cat a la californiana Hemet Valley. Las temporadas siguientes y hasta la 1985/1986, se realizaron contrataciones de (2) Cansos a ASPAR.



PBY Super-Cat de Hemet Valley, CA en Rodelillo

Políticas técnicas de la época, determinaron el reemplazo gradual por otras aeronaves con menos restricciones de fuentes de agua y principalmente al advenimiento de aviones cisterna de menor envergadura, más veloces y por helicópteros con mayores capacidades de lanzamiento (helitankers) y usos más versátiles.



Canso 35 Waterbomber de ASPAR lanzando en Valparaíso

Adicionalmente, la carencia en la zona central de Chile de suficientes fuentes y espejos de agua desde donde se puedan abastecer los aviones anfibios, situación agravada por las condiciones de sequía prolongada que afecta desde hace varios años a esta zona, significó su reemplazo por aviones de carguío terrestre.

No obstante a lo anterior, en la zona sur y sur austral del país, con abundantes fuentes lacustres, ríos y bahías cerradas permitirían una muy eficiente operación de los anfibios. Con incendios cercanos a las fuentes permitiría tener ciclos de lanzamiento absolutamente insuperables frente a una operación de carguío terrestre y con múltiples ventajas al no tener que invertir en bases de carguío específicas ellos.

Un paréntesis en esta materia fue la experiencia realizada sólo en la temporada 1998-1999 en la que CONAF arrendó un Canadair CL-215 disponible de la fábrica BOMBARDIER AEROSPACE que operó en la provincia canadiense de Ontario. De la operación se desprendió que todos los objetivos planteados para su contratación fueron altamente logrados, rescatándose beneficios de su operación no conocidos a la fecha, que hicieron cambiar positivamente la modalidad de operación en la VIII Región.

La incorporación de esta aeronave de carguío mixto de las características del Canadair CL-215 tan dúctil, versátil y productiva a las operaciones de combate de incendios forestales en Ataque Inicial y Ataque Ampliado, representaron un excelente recurso para el país, porque permitió operarlo en diferentes situaciones de incendios forestales en los distintos y variados ecosistemas. (Sanhueza, 1999)



Canadair CL-215 en aeropuerto Carriel Sur, Concepción

Reportes de la operación año 2017 en Europa indicaron que con el Air Tractor AT802 Fire Boss anfibio se lograron ciclos entre 7,4 y 14,5 m (Portugal, Croacia, Macedonia, Francia).

En síntesis, el tipo y operación de aviones cisterna a utilizar en el combate de incendios forestales, está supeditada a los costos inherentes a su operación, las características del terreno a proteger, la topografía, fuentes de agua disponibles, aspectos logísticos, etc., y el propósito que se quiere lograr, siendo estos factores, preferentemente, los que determinan la mejor combinación de elementos aéreos a considerar para la protección de un territorio determinado.

10. CLASIFICACIÓN DE AVIONES CISTERNA

Desde el punto de vista didáctico y formativo para el lector a continuación se describen los distintos tipos de aviones cisterna y su clasificación. Esta incluye aeronaves que no necesariamente opera y/o se arrienda CONAF, y que están en operaciones en distintas partes del mundo.

10.1 SEGÚN LA UBICACIÓN DE LOS ESTANQUES

- De estanques interiores

En estos aviones se han adaptado los compartimientos o estanques de carga, bombas o torpedo. Entre ellos se tienen: Cessna A188-300 AGwagon, Antonov An-2P, PZL M-18 Dromader, Air Tractor versiones AT 502/602/802F, Thrush 510, Grumman Tracker C52F AT, S-2T Airtanker, B-26, P3 Orion, Hawkins & Powers Tanker PB4Y2B-17, SP2H "Neptune", P-2V, T-43, MD-87, Hércules C-130, BAe-146, Boeing 747 Supertanker, Boeing 747, entre otros.



Cessna A188-300 AGwagon



PZL M-18B Dromader



Air Tractor AT 802F



Thrush 510



Grumman S-2T Airtanker



T 43



Antonov An-2P Airtanker



Hawkins & Powers Tanker PB4Y2B-17



Hércules C-130 con MAFFS



Hércules C-130 con estanques internos



British Aerospace BAe 143-200



BAe Systems Avro RJ85 Airtanker



- De estanques exteriores

Existen dos modalidades. El uso de los flotadores de hidroaviones (DHC-6 Twin Otter) y la instalación de estanques adosado bajo el fuselaje del avión, Grumman F7F Tigercat, Douglas DC-4/DC-6/DC-7, Dash 8 Bomber, IL-76, DC-10, entre otros.



DHC-6 Twin Otter



Antonov-2



F7F Tigercat



Douglas DC-4



Douglas DC-7



Lockheed P-3 Orion



Convair CV 580 (8.000 l)

10.2 SEGÚN MODALIDAD DE CARGUÍO

- De carguío en tierra

Corresponde a la gran mayoría de los aviones cisterna o airtankers. Se tiene entre ellos a PZL M-18B Dromader, Air Tractor modelos AT 502/602/802F, B-26, Hércules C-130 Grumman F7F Tigercat, Douglas DC-4/DC-6/DC-7, Dash 8 Bomber, IL-76, DC-10.



PZL M-18B "Dromader"



Air Tractor AT 502/602/802F



Douglas DC7s, Tanker

P2-V Airtankers



Lockheed SP2H "Neptune"

B 26



British Aerospace BAe 143-200



Boeing 747 Supertanker



Hercules C-130 con MAFFS (Modular Airborne Fire Fighting Systems)

- De carguío en agua, anfibios (mixtos).
 - Air Tractor 802F Fire Boss, PBY 6-A "CANSO", Canadair CL-215/CL 415, CL Beriev Be-200, Beriev Be-12P.



Air Tractor AT802 Fire Boss



Consolidated Vultee PBY 5-A "CANSO Waterbomber"



Beriev-Be-12P-200



Canadair CL-215



Canadair CL 415



Beriev Be-200 ES



10.3 SEGÚN SU CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO

Conforme a su capacidad de lanzamiento los aviones cisterna se pueden clasificar siguiendo la indicada por el *National Wildfire Coordination Group-NWCG* que estandariza a todas las agencias federales, estatales y locales de los Estados Unidos en torno al Sistema de Comando de Incidentes SCI. Esta reconoce sólo 4 categorías o clasificaciones de aviones cisterna basado en la capacidad de almacenamiento de retardantes/supresantes.

- Tipo 1 Capacidad de carga mínima de 3.000 USG (11.356 l)
- Tipo 2 Carga de carga entre 1.800 y 2.999 USG (6.814-11.355 l)
- Tipo 3 Carga de carga entre 800 y 1.799 USG (3.028-11.354 l)
- Tipo 4 Capacidad de carga igual o menor a 800 USG (3.028 l)

La categoría "Aviones Cisterna muy grandes" (VLAT-Very Large Airtankers) existe sólo en Servicio Forestal de Los Estados Unidos US FOREST Service y se estima que correspondería a aeronaves de una capacidad superior a 10.000 USG (37.000 l).

- Tipo 1 "Pesados", carga mínima de 3.000 USG (11.356 l)



Beriev Be-200 (12.000 l)



BAe-146-200 Airtanker (12.000 l)



SP2H "Neptune" (13.600 l)



Avro RJ85 Airtanker (11.356 L)



Coulson B-737 Fireliner RADS-XXL
(15.141 l /68 Pax)



C-130 H/Q (15.141 l)

- "Aviones Cisterna muy grandes" (VLAT-Very Large Airtankers)



Martin 170 (JRM) Mars (27.270 l)



McDonnell Douglas DC-10 (41.639 l)



Illyushin IL-76 WATERBOMER (43.230 l)



Boeing 747 Supertanker (72.600 l)



- Tipo 2 "Medianos", capacidad de carga entre 1.800 y 2.999 USG (6.814-11.355 l).



De Havilland Q400MR Multi-Role Airtanker
(10.000 l)



Neptune P2V (9.085 l)

- Tipo 3 "Medianos", capacidad de carga entre 800 y 1.799 USG (3.028-11.354 l)



S-2T Airtanker (4.500 l)



Canadair CL 415 (6.140 l)



Air Tractor AT 802F



- Tipo 4 "Livianos", capacidad de carga igual o menor a 800 USG (3.028 l)



PZL M-18B Dromader (2.000 l)



Thrush 510G (1.930l)

10.4 SEGÚN EL NÚMERO DE MOTORES

- Monomotores (Single Engine Airtankers-SEATs) (PZL M-18B "Dromader", Air Tractor AT 502/602/802F)



- Multimotores (B-26, Dash 8 Bomber, Hercules C-130)



Hércules C-130

11. CARACTERÍSTICAS Y PERFORMANCES DE LOS AVIONES CISTERNA UTILIZADO EN CONAF

• PZL M18 B Dromader

El PZL Mielec M18B Dromader o Dromedario es un avión monoplaza, monoplano, agrícola de ala baja, con tren de aterrizaje fijo con rueda de cola.



Avión cisterna PZL M18B Dromader

Capacidad del estanque (l):	2.250 (1.900 real operativo).
Tipo de lanzamiento:	Único.
Tripulación:	1 Piloto.
Motorización:	Motor radial de 1.000 SHP enfriado por aire.
Tipo combustible:	De aviación 100/130 octanos o AVGAS.
Velocidad crucero (km/h):	230
Autonomía de vuelo (h):	3.0
Uso de productos químicos:	Espuma supresante Clase A con carguío manual. Retardante larga duración.
Longitud mínima de pista (m):	700
Tipo carpeta de rodado:	Tierra, pasto, asfalto pavimento

• Air Tractor AT 802F

La fábrica Air Tractor Inc., en Olney, Texas, EEUU produce los aviones de la línea AT, llamados así por las iniciales de la fábrica. Los dos números que siguen indican la capacidad en múltiplos de 10 galones y el último número indica si es con motor turbina o pistón (1 para pistón y 2 para turbina).



La letra final indica uso agrícola (A) o forestal (F). Por tanto, el AT-802F es la versión para incendios forestales "Fire Fighting" monoplano de gran eficiencia y popularidad en el mundo entero por su buena maniobrabilidad, eficiencia económica y de probada efectividad operacional.



Avión cisterna Air Tractor AT 802F-monoplaza



Avión cisterna Air Tractor AT 802F-bi-plaza

Capacidad del estanque (l):	3.104 (3.000 real operativo).
Tipo de lanzamiento:	Múltiple con compuerta computarizada programable.
Tripulación:	Versión monoplaza (1 piloto) Versión biplaza (1 piloto + asiento para piloto en re-entrenamiento o traslado de mecánico).
Motorización:	Una turbina PT6A-65AG, que desarrolla 1.350 SHP.



Tipo combustible:	Combustible de aviación Jet A-1
Velocidad crucero (km/h):	356
Autonomía de vuelo (h):	3,7
Uso de productos químicos:	Espuma supresante Clase A con carguío computarizada o retardante de larga duración.
Longitud mínima pista (m):	950
Tipo carpeta de rodado:	Tierra (eventual), pasto, asfalto o pavimento.

12. USO DE AVIONES CISTERNA

- Ataque inicial de incendios incipientes
- Detención del avance del fuego en la cabeza del incendio
- Enfriamiento y sofocación
- Reducción de la velocidad de propagación del fuego
- Construcción de líneas químicas con retardantes
- Combate de incendios pequeños
- Combate oportuno de focos secundarios
- Apoyo a las brigadas terrestres en la construcción y mantención de líneas de fuego
- Apoyo con información de inteligencia a la situación del incendio, a la evolución y a los progresos de las faenas de combate
- Efectuar lanzamiento en forma preventiva en zonas de alta peligrosidad y en sectores inaccesibles

En los lanzamientos se puede utilizar indistintamente agua pura, agua con espuma supresantes y/o retardantes de fuego de larga duración.



13. PRINCIPIOS BÁSICOS QUE REGULAN EL USO DE AVIONES CISTERNA

El uso eficaz de los aviones cisterna en incendios forestales requiere, por una parte del personal que los dirige, del conocimiento de las características de los trabajos que éstos pueden realizar, de conocimientos aeronáuticos y del conocimiento de unos principios básicos de operaciones con recursos aéreos, dentro de los cuales se puede indicar bajo el concepto de *potencial de extinción*.

Se entiende como potencial de extinción a la capacidad máxima de extinción que pueden proporcionar los recursos aéreos asignados a un incendio forestal. Este potencial va a estar influenciado por la real capacidad de los encargados de las operaciones aéreas en el incendio (Comandante de Incidente, coordinador de la rama de operaciones aéreas, etc.) de manejar los siguientes conceptos:

- Caducidad de las descargas

Estas tienen un tiempo de caducidad, pasado el cual, las repeticiones son muy frecuentes en la zona de descarga. Para evitar esto, es necesaria la presencia de unidades de tierra en la zona que las puedan consolidar, el uso de retardantes que aumenten el tiempo de caducidad de las descargas o un ciclo de descarga inferior al tiempo de caducidad.

- Ciclos de descargas

Se le reconoce como el tiempo transcurrido entre una descarga y la siguiente, realizada por la misma aeronave u otra y en el mismo sector de trabajo del incendio. Este ciclo va a estar determinado por la distancia entre la fuente de agua (natural, base o zona de carguío) y el número de aeronaves asignadas al sector. Es importante considerar que lo que interesa es el ciclo general de descarga realizado por una o varias aeronaves, más que la individual.

Un ciclo ideal está entre 5 a 7 minutos, aceptable menor a 15 minutos y discontinuo mayor a 15 minutos.

- Permanencia de las aeronaves sobre el incendio

La adecuada gestión de las aeronaves sobre un incendio implica evitar que ellas tengan que reabastecerse de combustible al mismo tiempo dejando sin apoyo al personal de tierra. En este sentido el personal de tierra debe estar informado en todo momento de cuanto tiempo de permanencia les queda a los aviones asignados al sector.



Esto con el fin de prever cambios en la estrategia o en las tácticas, ya que la capacidad de extinción de las brigadas terrestres disminuirá una vez que se retire el apoyo aéreo.

Es recomendable, cuando se prevé que el incendio se puede prolongar en el tiempo, realizar despachos escalonados de los aviones, en lugar de despachos masivos ya que ellos deberán reabastecerse de combustible al mismo tiempo. Se puede considerar lapsos de media hora para cada una.

- Formación de “carruseles” de descargas

Quizá uno de los procedimientos más eficientes en el uso de aviones cisterna y de apoyo a los recursos terrestres es la creación de los “carruseles de descarga”. Esto consiste en posicionar un número de aeronaves realizando un circuito de tráfico sobre un mismo sector u objetivo y con un mismo punto de agua donde cargar. Se consigue descargas continuas, solapadas entre sí y en cadena, lo que permite que las brigadas avanzar rápidamente y consoliden las descargas.

Los carruseles de descarga deben formarse con aeronaves del mismo tipo, aviones de carguío en tierra, SEATs de la misma performance, tanqueros o anfibios o incluso helicópteros en la faena de combate. Mezclar aeronaves de distintas características en un mismo carrusel rompe la dinámica de trabajo propia del circuito. Se producen retrasos en los ciclos, coordinaciones extras necesarias, mayor tráfico radial, etc.

- Emplazamiento espacial de los aviones en el incendio

Las características de vuelo de cada uno de los aviones, así como, el tipo de descarga que realizan y sus propias limitaciones frente a variables meteorológicas y de topografía determinan su emplazamiento espacial en el incendio si buscamos la mayor eficiencia y rendimiento en su trabajo.

En incendios topográficos, por norma general, no pueden descargar por debajo de la cota más alta, ya que la posibilidad de remontar la pendiente en caso de falla en el sistema de apertura de la (s) compuertas es mínima. Deben situarse en las zonas más altas.

En incendio de terrenos planos, los aviones son muy efectivos en frentes de avance de los fuegos largos y rectos, ya que no se altera su trayectoria de vuelo.

Para aquellas operaciones en terrenos con poca pendiente, deben situarse por delante de los carruseles de los helicópteros, frenando el



avance del fuego y dando más tiempo para flanquear y rodear el incendio para lograr su control.

Se debe priorizar a los aviones que lanzan retardantes de largo plazo dada la mayor eficacia extintora y de protección de la descarga y la menor necesidad de consolidación de ella por parte de las brigadas terrestres.

- Son una herramienta de apoyo al combate y no constituyen un sistema de control independiente.

Sobre este tema se han comentado lo suficiente en el documento quedando sólo por indicar que aunque existan situaciones que lo único que la central de operaciones tenga a mano para responder a un incendio sea los aviones, esto no debe ser lo habitual.

- Deben ser utilizados, preferentemente, en el Ataque Inicial.

Este concepto es fundamental. Es obvio que todos los incendios se generan y comienzan en un punto y "nacen" pequeños. Salvo que exista una intencionalidad manifiesta de generar los multifocos simultáneos. Es en la fase de sus primeros estadios de desarrollo (normalmente antes de la primera hora) cuando se debe producir el Ataque Inicial al fuego. En esto los aviones por su velocidad y contundencia son fundamentales. Es aquí donde se aprovecha su máxima potencialidad y las descargas precisas pueden controlar la situación. Se debe considerar que dadas las actuales características de vulnerabilidad y disponibilidad del combustible forestal producido por efectos climáticos y ambientales las magnitudes de propagación lineal y perimetral del fuego y su posterior comportamiento se han tornado extremas.

El despachador de Central de Operaciones debe tener presente este tema y será más conveniente despachar más de un avión, si hay disponibilidad, y abortarlo si no es necesario, que esperar que el fuego se escape para decidir su trabajo en el incendio, bajo la modalidad de "*Golpe Único*".

En incendios con "*Ataque Ampliado*" evidentemente las aeronaves también pueden jugar un rol efectivo si se les asigna a flancos y/o focos secundarios emergentes, donde sus descargas pueden contribuir a la solución del problema. Hay que ser muy precisos y rigurosos en este tipo de incendios para mantener la operación de los aviones cisterna cuando su eficiencia está en duda o seriamente amenazada. Se debiera dejar de lado presiones de uso por consideraciones no técnicas, dado el alto valor que significan estas operaciones y desmovilizar los aviones para que estén disponibles para una próxima misión.



- Debe existir una adecuada coordinación entre el personal terrestre y la aeronave.

Como parte de los principios básicos hay que tener el máximo respeto por este principio fundamental. Las operaciones aéreas de combate de incendios forestales NO serán eficaces sin el apoyo de las unidades terrestres y si estas operaciones no están debidamente ancladas a un punto determinado antes de iniciar el trabajo.

Es elemental que las operaciones estén debidamente desarrolladas en un Plan de Acción del Incidente PAI con objetivos, estrategias y tácticas comunes para los recursos terrestres y aéreos.

Las necesidades de operación como las instrucciones de donde efectuar los lanzamientos, la evaluación de los mismos y los requerimientos siguientes debe ser coordinadas rigurosamente entre la tripulación de la aeronave, o en su defecto el coordinador aéreo, y quién está en el terreno de manera tal de aprovechar y hacer eficiente la operación.

- Las instrucciones de tierra deben ser claras y precisas.

Tanto por seguridad como para hacer eficiente el trabajo solicitado, las instrucciones a la tripulación deben ser claras y precisas por parte de quienes las entregan, asegurándose que éstas sean comprendidas por el receptor. De igual forma, el piloto receptor debe aclarar cualquier duda para evitar confusiones o malos entendidos. La cabal comprensión de la estrategia y la táctica a desarrollar permitirá el éxito del trabajo emprendido.

- Definitivamente es el personal de tierra quién controla y extingue el incendio.

Este principio resume quizás los aspectos esenciales de las operaciones aéreas en incendios forestales, han sido tratadas en extenso en el documento y haciendo un parangón con las operaciones bélicas siempre es la infantería quienes consolidan las posiciones de los territorios conquistados.

14. LIMITACIONES QUE AFECTAN LA OPERACIÓN DE UN AVIÓN CISTERNA

Tal como se ha indicado en los capítulos anteriores un buen gestor de operaciones de combate de incendios forestales y los responsables de la operación en el incendio deben tener presente que al operar con aeronaves se presentan también limitaciones operacionales.



Conocerlas es de su responsabilidad y tenerlas presente al momento de asignarlas, dirigirlas y planificar su trabajo es fundamental, si se requiere extraer de ellas y su operación el máximo de beneficio. A continuación se entrega una breve descripción de ellas

14.1 CARACTERSTICAS DE DISEÑO DE LA AERONAVE

Cada avión está diseñado por la fábrica para desarrollar un determinado trabajo, en condiciones determinadas y con una lista de performances indicadas. Nos podemos encontrar que cada aeronave al final es un ejemplar único ya que el propietario puede alterar legalmente sus características variando las entregadas originalmente por el constructor.

Es menester saber que la aeronave está limitada a realizar sólo para lo que fue concebida, nada más. No pueden llevar más carga que la certificada, volar más rápido de lo que sus motores son capaces de hacer, someterse periódicamente al mantenimiento indicado en sus manuales, (al término del vuelo, por horas cumplidas semanales, mensuales o anuales), etc.

Entre esas limitaciones se tiene:

- Potencia del grupo moto propulsor
- Velocidad
- Capacidad de carga
- Envergadura
- Equipamiento y habilitaciones de la aeronave
- Rutinas de mantenimiento
- Maniobrabilidad

14.2 FACTORES METEOROLÓGICOS

Los factores meteorológicos presentes en el área de trabajo de los aviones también pueden limitar la operación de ellos. La intensidad, dirección o tipo de vientos presentes o pronosticados puede definir si la aeronave puede operar o no, conforme a sus capacidades de diseño o la magnitud de este haga que las descargas sean ineficientes por la deriva del lanzamiento. Entre ellas se tiene:

- Viento
- Temperatura
- Humedad relativa
- Presión atmosférica
- Efectos combinados



14.3 FACTORES AMBIENTALES

El ambiente operacional definitivamente puede limitar la asignación o real aporte de un avión cisterna al trabajo desplegado por los medios terrestres.

La escasa visibilidad producto de contaminación ambiental o del humo y partículas en suspensión del mismo incendio podrán limitar el trabajo de la aeronave. Dado que los incendios se desarrollan con más virulencia cuando las condiciones ambientales del día son las más extremas y es precisamente cuando el vuelo de las aeronaves se hace más difícil (por la menor eficiencia en la combustión del combustible de los motores) se presentan limitaciones a al trabajo de las mismas.

La temperatura del aire va a determinar la altitud de densidad para la operación de la aeronave indicando en que horas del día puede operar o será mejor suspender su trabajo a la espera de mejores condiciones. Entre esas limitaciones se tiene:

- Altitud de densidad
- Turbulencia
- Visibilidad

14.4 FACTORES TOPOGRÁFICOS

La configuración topográfica de la zona donde se está desarrollando el incendio, aspecto muy importante por la variada configuración topográfica del territorio nacional, va a limitar la posibilidad de contar o no con un tipo de aeronave, dad su envergadura, características de su lanzamiento, etc.

Para aquellos fuegos que se desarrolle en el cordillera andina o costera la presencia de quebradas profundas, estrechas y pequeñas serán limitantes para un buen lanzamiento o la posibilidad de realizar descargas con el potencial de extinción detallado precedentemente. Entre ellos se tiene:

- Áreas confinadas
- Quebradas o cañones estrechos
- Pendientes
- Configuración general del área
- Corrientes de convección

14.5 FACTORES REGLAMENTARIOS

Este aspecto, que si bien es ampliamente conocido por el personal aeronáutico (pilotos y mecánicos) no lo es para los gestores y principalmente para el personal operativo del Programa de Protección contra Incendios Forestales institucional. Las operaciones desplegadas deben considerar estos aspectos que si bien es cierto pueden no constituir una limitación *per se*, en el fondo su desconocimiento se puede constituir en una limitante operacional si no es administrada correctamente.



Existen factores que regulan y limitan las operaciones por legislación aeronáutica, por regulaciones de seguridad de vuelo, protocolos laborales/sindicales o los dictados por la institución de origen de la aeronave en uso. Por ejemplo las aeronaves que prestan servicios de apoyo de las Fuerzas Armadas y Carabineros de Chile se rigen por sus propios procedimientos internos.

En términos generales y conforme a la legislación aeronáutica chilena todas las aeronaves y personal aeronáutico relacionados o que se desempeñan en trabajos aéreos en el país (el combate de incendios forestales lo es), no importando su origen y licencias deben someterse a la ley chilena (Código Aeronáutico) y las dictadas por la Autoridad Aeronáutica chilena. Esta autoridad está representada por la Dirección General de Aeronáutica Civil de Chile-.G.A.C. cuya misión es normar y fiscalizar la actividad aérea comercial que se desarrolla dentro del espacio aéreo controlado por Chile como parte del Sistema Aeronáutico en forma segura y eficiente.

Dentro de éstas una de las más importantes son las "Limitaciones de Tiempo de Vuelo (T.V.), Períodos de Servicio de Vuelo (P.S.V.) y Períodos de Descanso (P.D.), de los miembros de las Tripulaciones de Vuelo de aeronaves dedicadas a Trabajos Aéreos".

En la Norma Aeronáutica (DAN), que son disposiciones que la DGAC emite en el ejercicio de las atribuciones que le otorga la Ley para regular aquellas materias de orden técnico u operacional tendientes a resguardar la seguridad aérea, en la número 137 y en específico en el 137.145 se regula esta materia. En ella se indica que los operadores, empresa aéreas comerciales (CONAF también es una empresa aérea pero no comercial) la Tripulación de Vuelo y la Tripulación Auxiliar serán responsables del cumplimiento de los límites establecidos para los T.V. y P.S.V., dispuestos en la norma.

- Tiempo de Vuelo (T.V.), Períodos de Servicio de Vuelo (P.S.V.).

El T.V. y P.S.V. establecidos en esta norma son los máximos permitidos y no se autorizarán solicitudes de extensión adicionales a las que expresamente considera la norma y es aplicable a las operaciones de aeronaves y helicópteros en operaciones de Trabajos Aéreos, como es el Combate de Incendios Forestales en general.

Se establecen los Límites Generales de Tiempo de Vuelo que son:

- 08 Horas en veinticuatro (24) horas consecutivas
- 100 Horas mensuales (calendario)
- 270 Horas trimestrales
- 1000 Horas anuales (calendario)



- **Períodos de Descanso Semanal (P.D.)**

Estos están destinados a prevenir los posibles riesgos operacionales causados por la fatiga por cuanto el operador debe conceder a cada miembro de la Tripulación de Vuelo, Periodos de Descanso semanal de acuerdo a lo siguiente:

- Treinta y seis (36) horas consecutivas dentro de cada periodo de una (1) semana.
- Setenta y dos (72) horas consecutivas dentro de cada periodo de dos (2) semanas.

Este descanso podrá ser concedido en el lugar que el tripulante esté prestando sus servicios o en su base habitual de residencia. El descanso semanal es independiente del Periodo de Descanso que corresponde otorgar a un Tripulante después que éste haya efectuado un Periodo de Servicio de Vuelo.

- **Operación de aviones en Trabajos Aéreos**

Los límites específicos de Tiempo de Vuelo y Periodos de Servicio de Vuelo de acuerdo al Tipo de Tripulación de Vuelo a utilizar se presentan a continuación:

Cuadro N° 1 Tiempo de Vuelo y Periodos de Servicio de Vuelo de acuerdo al Tipo de Tripulación de Vuelo

Tipo de tripulación	Tiempo de vuelo	Periodo Servicio Vuelo
Tripulación Mínima: Un piloto	8 horas	12 horas
Tripulación Mínima: Dos pilotos (por tipo de avión o exigencia DGAC)	8 horas	12 horas

Cuadro N° 1: Períodos de descanso por Períodos de Servicios de Vuelo

Periodo Servicio de Vuelo (P.S.V.)	Periodo Descanso (P.D.)
7 horas o menos	10 horas
8	12
9	13
10	14
11	15
12	16
13	17
14	18
15	19
16	20
17	21



18	22
18	23
20	24

- Descanso mensual

El descanso mensual está reglamentado conforme a que un periodo de operación de 10 días consecutivos deberá ser seguido por un periodo de descanso de 5 días. Un periodo de operación 20 días consecutivos deberá ser seguido por un periodo de descanso de 10 días. Un periodo máximo de 30 días de operación en base deberá ser seguido por un periodo de descanso de 15 días.

Para estos efectos los operadores deberán planificar las operaciones de sus tripulantes elaborando un rol de turnos para la temporada el que deberá ser conocido por la Central de Operaciones y debidamente informado al personal de terreno. Esto sobre todo cuando el relevo de la tripulación se debe producir cuando la aeronave está desplegada en un incendio de Ataque Ampliado por varios días. Lo ideal es que la próxima tripulación llegue al menos el día anterior de tal forma de poder recibir el briefing operacional generales del incendio.

Para el caso de las operaciones extendidas en un mismo día todo el personal debe procurar respetar los T.V. y los P.S.V. de las tripulaciones, planificando los relevos correspondientes para no excederse de lo normado teniendo siempre presente la seguridad operacional y lo regulado por las Compañías de Seguro.

15. AVIONES DE USO LOGÍSTICO/TÁCTICO

Como se ha indicado en la Aviación en Incendios Forestales (Fire Aviation) se incluyen una serie de aeronaves que cumplen otros objetivo a además del combate aéreo. Entre ellas se incluyen aviones para cumplir con los siguientes objetivos:

- Detección aérea de incendios forestales
- Supervisión y apoyo de operaciones terrestres
- Guía de aviones cisterna pesados o muy grandes
- Coordinador/supervisor de operaciones aéreas
- Reconocimiento
- Operaciones nocturnas
- Despliegue de bomberos paracaidistas (smokejumpers)
- Transporte de brigadistas
- Transporte de carga táctica
- Plataforma tecnológica de inteligencia de observación, captación y transmisión de información e imágenes geo-referenciadas/parametrizadas



De estas aeronaves se podrá destacar las siguientes, dada su incorporación a las operaciones normales y extraordinarias en el Programa de Protección contra Incendios Forestales de CONAF.

15.1 AVIONES GUIA (Lead Plane)

Se emplean para coordinar y dirigir el trabajo de los aviones cisterna, principalmente de la categoría pesada o muy grande (LAT y VLAT). El trabajo consiste en volar sobre el incendio, observar su comportamiento y coordinar con las fuerzas terrestres los lugares de lanzamiento preciso de los aviones.

Esta es una operación a baja altura en uso por el USFS y Canadá, el avión guía (lead plane) o avión de supervisión en Australia, vuela a baja altura y, tanto por una descripción verbal del objetivo de lanzamiento, como físicamente liderando la carrera de lanzamiento de los aviones cisterna, el avión guía sugiere el ataque y rutas de escape y supervisa el avión cisterna durante todas las fases de la operación.

Si bien no constituye una norma de operación en Chile debe considerarse como fundamental para una operación de estas aeronaves en la ocasión de usar los LAT o VLAT.



Cessna O-2 Skymaster



Beechcraft King Air 90



Beechcraft King Air 90



CASA CN-235 Gunship

CASA C-295 Persuader

15.2 COORDINADOR/SUPERVISOR DE OPERACIONES AÉREAS

Esta fórmula se basa en que un avión guía orbita sobre el incendio aproximadamente 1.000 pies sobre el terreno y dirige y coordina las operaciones aéreas de las aeronave de ala rotatoria y fija, en especial los aviones cisterna radio.

Esta técnica proporciona mayor visibilidad de las operaciones aire-tierra, mejora el control en las operaciones aéreas y disminuye los riesgos del avión guía.



OV-10A Air Attack "Bronco"



Twin Commander 500/600



Cessna



P68 Observer



15.3 AVIONES DE TRANSPORTE TÁCTICO

En esta sección se agrupan todos aquellos aviones de transporte de carga y de personal, en especial aquellas STALL (Short take-off and landing), para el transporte de brigadistas, transporte de carga táctica, detección y mapeo infrarrojo, reconocimiento, fotografía e inspección.

Entre ellos se tiene a: Cessna 206, Aero Commander 500, King Air 200, De Havilland DHC-2 Beaver, Piper Super Cub, and Cessna 185, Alenia C-27J Spartan, Airbus CN 235, Boeing C-17 Globemaster III, etc.



Alenia C-27J Spartan



Boeing C-17 Globemaster III



Boeing 767-300ER



Hércules C130



De Havilland DHC 6-100 Twin Otter



CASA CN-235



CASA CN-212

16. DE LA ORGANIZACIÓN DE LAS AERONAVES EN TERRENO

Cuando un incendio forestal ha escapado al Ataque Inicial y no pudo ser controlado en un período razonable de tiempo por las fuerzas despachadas a éste, se presenta el Ataque Ampliado. En esta situación habitualmente actúan variadas y numerosas aeronaves en el escenario de operaciones.

De manera de lograr una operación eficiente y sobre todo segura, tanto las empresas forestales como CONAF, establecieron en el año 2000 el Protocolo de Acuerdo para Operaciones Aéreas Conjuntas para coordinación en el trabajo de las aeronaves. Este ordenaba la operación y las clasificaba por tipo, capacidades y origen.

Conforme el parque de aeronaves de combate se fue incrementando y en un incendio ya se concentraban muchas de ellas en un espacio aéreo reducido, confinado y sometido a muchos riesgos por las condiciones ambientales presentes de visibilidad y temperaturas, la autoridad aeronáutica se vio en la necesidad de normar esta situación.



Es así como con el concurso de todos los involucrados, CONAF, empresas forestales, operadores aéreos y tripulaciones se desarrolló a partir del Protocolo suscrito por el sector forestal de incendios la norma que se indica a continuación.

En la Norma Aeronáutica DAN N° 137 de "Trabajos Aéreos" la D.G.A.C. en su Apéndice 9 se establece la Coordinación Aérea para Trabajos de Extinción de Incendios Forestales. En ella establece:

- Generalidades
 - a) "Establece requisitos operativos para minimizar los riesgos de incidentes o accidentes en las operaciones aéreas de extinción de incendios forestales que involucren recursos aéreos de más de un operador y que a su vez permita:
 - i) Uniformar criterios operacionales en las Operaciones de Extinción de incendios forestales.
 - ii) Coordinar la ejecución de las operaciones aéreas de extinción de incendios forestales con diferentes tipos y modelos de aeronaves.
 - b) El espacio aéreo para la ejecución de las operaciones aéreas de extinción de incendios forestales será aquel que corresponde a un cilindro de radio 5 MN (millas náuticas) medido desde el borde exterior del foco del incendio.
 - c) Previo al inicio y al término de las operaciones aéreas diarias se realizará una reunión de coordinación (briefing) con todos los involucrados para dar a conocer nuevos antecedentes o evaluar hechos ocurridos, con el propósito de mantener o aumentar los niveles de seguridad operacional.
- Separación del espacio aéreo en la zona de extinción de incendio
 - a) El espacio aéreo se dividirá en forma vertical y horizontal
 - b) Separación vertical de la zona de extinción del incendio
 - i) Esta se separa en las siguientes tres (3) zonas con las características que en cada caso se menciona:
 - (1) de Maniobra y Lanzamiento (A)
 - (i) Corresponde a la zona comprendida desde la superficie hasta una altura de 500 pies AGL. Este sector es el más utilizado por helicópteros y aeronaves que se disponen a efectuar lanzamientos de agua o retardantes. (Ver letra A en Figura 1).
 - (ii) En todo momento, el piloto al mando de una aeronave que sobrevuelle por este sector, comunicará sus intenciones en la frecuencia de trabajo designada y la altitud a la que



efectuará el sobrevuelo, ajustando su altímetro en presión altimétrica, 29.92 HG ó 1013,2 Mb (QNE).

DAN 137

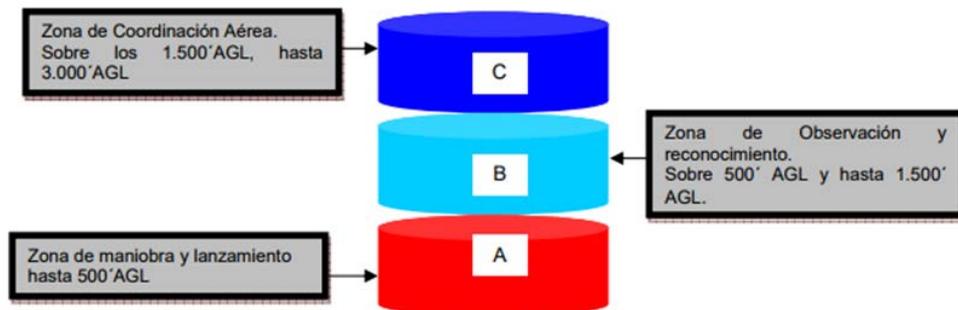


Figura 1
Separación del espacio aéreo entre el nivel del terreno y los 3.000 pies.

(2) de Observación y Reconocimiento (B); y

- (i) Es la utilizada por la tripulación mientras observan y evalúan la zona para determinar la trayectoria de ingreso, pasada y lanzamiento. Las alturas correspondientes a esta zona se encuentran, sobre 500 pies AGL y hasta 1.500 pies AGL. (Ver letra B en Figura 1)
- (ii) La tripulación de la aeronave que sobrevuele por este sector, siempre comunicará sus intenciones en la frecuencia de trabajo designada y la altitud a la que efectuará el sobrevuelo, ajustando su altímetro en presión altimétrica, 29.92 HG ó 1013,2 Mb (QNE).

(3) de Coordinación Aérea (C).

- (i) Es toda la zona utilizada por las aeronaves de coordinación y está ubicada por encima de los 1.500 pies AGL y hasta los 3.000 pies AGL sobre el terreno. (Ver letra C en Figura 1)
- (ii) La tripulación de Toda aeronave que sobrevuele por este sector, siempre comunicará sus intenciones en la frecuencia de trabajo designada y la altitud a la que efectuará el sobrevuelo, ajustando su altímetro en presión altimétrica, 29.92 HG ó 1013,2 Mb (QNE).
- (iii) Cualquier otra aeronave no involucrada en la operación de extinción de incendio, podrá sobrevolar la zona de operación sobre los 4.000 pies AGL.

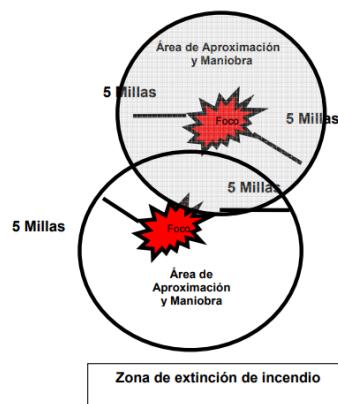


- Separación horizontal de la zona de extinción de incendio

(a) Área de aproximación y maniobra

Área por donde aproximan las aeronaves al lugar del incendio y que comprende a un radio de 5 MN medido desde los límites externos del incendio.

DAN 137



- Frecuencias y Coordinación Aérea

(a) Frecuencias Aéreas

- (i) Antes de ingresar al área de Aproximación y Maniobra, los pilotos al mando deberán sintonizar secuencialmente una de las siguientes frecuencias, asignadas:

1. V Región : 123.15 y 123.20 MHz
2. VI Región : 123.25 y 123.35 MHz
3. VII Región : 123.35 y 123.40 MHz
4. VIII Región : 123.50 y 123.15 MHz
5. IX Región : 123.20 y 123.35 MHz
6. X Región : 123.40 y 123.50 MHz
7. XI Región : 123.15 y 123.20 MHz
8. XII Región : 123.25 y 123.35 MHz

- (ii) 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.

(b) Coordinación aérea.

- (i) Esta función 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.



- (ii) Cuando existan dos y hasta cuatro aeronaves operando simultáneamente en la zona de extinción de incendio, la primera aeronave en llegar al lugar asumirá las funciones de coordinación, siempre y cuando otra aeronave no haya sido designada por alguna central forestal para esta función. 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 forestal
- (iii) Con más de cuatro (4) aeronaves operando simultáneamente en la zona de extinción de incendio, la central forestal que corresponda, a una de estas para cumplir con la única función de coordinación con el propósito de conseguir la mayor seguridad de los medios utilizados, especialmente en lo que respecta a la información correspondiente al circuito a seguir para la entrada y salida de la zona de extinción de incendio.
- (iv) La función de coordinación según el punto anterior, la ejecutará una aeronave dedicada a esta sola función.
- (v) Los pilotos deberán notificar posición e intenciones al coordinador según (3) anterior, en las siguientes oportunidades:
- Ingreso al Área de Aproximación y Maniobra (5 MN).
 - Arribado al Área de aproximación y en viraje de observación.
 - En final al área de Posada y durante el despegue de ésta.
 - En final al punto de Lanzamiento.
 - Zona de Lanzamiento Libre.
 - Al ingreso y salida de las Fuentes de Agua.
 - Abandonando Zona de Extinción de Incendio.
 - Las comunicaciones aéreas serán breves y concisas en cuanto a la posición y la altura emitiendo en todo momento sus decisiones acordes a la situación del incendio, considerando prioritariamente la seguridad de vuelo.

- Consideraciones para los pilotos

- 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 a las condiciones meteorológicas y la topografía del terreno.



Este circuito es planificado por el piloto al mando de la primera aeronave que arribe al incendio.

- Grilla incendios forestales

La Grilla de Incendios forestales es una herramienta de ubicación y localización espacial de las áreas o sectores de un incendio forestal.

Permite establecer la dirección de avance actual y proyección futura del fuego, dividiendo la zona amenazada y/o afectada en seis (6) sectores numerados en el sentido de los punteros del reloj, a partir de la cabeza del incendio (independiente del norte geográfico), e identificar los focos secundarios producto de las pavesas, generalmente volantes.

Las maniobras de coordinación, selección de zonas de lanzamientos, despliegue de personal, etc. son ejecutadas por los coordinadores aéreos y seguidas por las tripulaciones de las aeronaves.

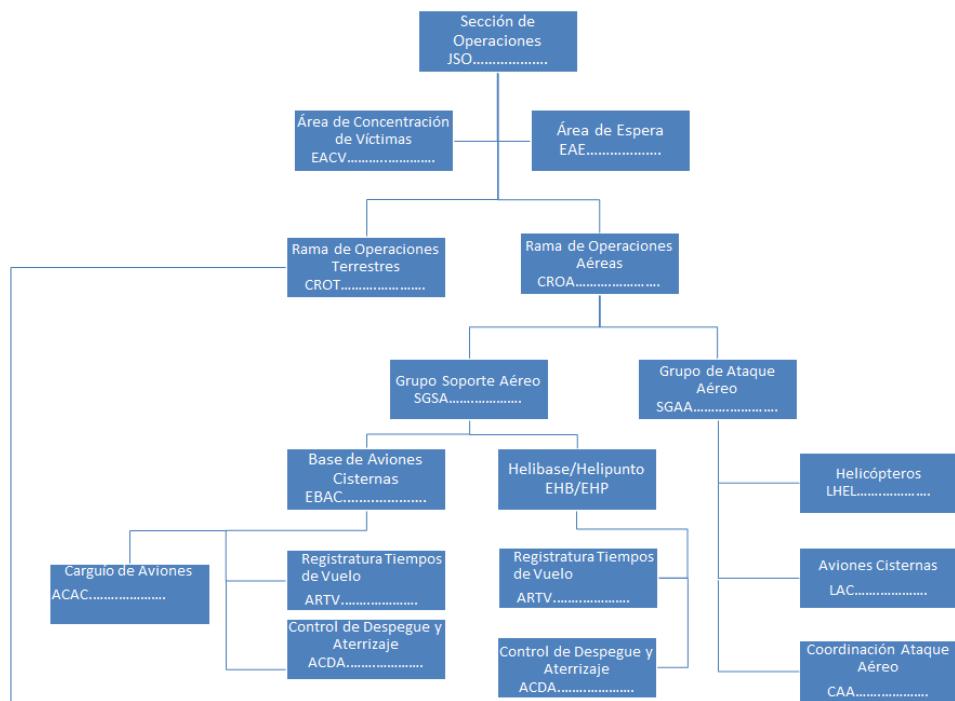




- Esquemas de organización de Operaciones aéreas en Ataque Ampliado de incendios forestales.

En aquellos incendios forestales con nivel de complejidad NICOM 1 es necesario estructuras y claros niveles de organización del personal asignado al incendio. Las operaciones aéreas se extienden y con gran participación de aeronave y requerimientos logísticos de toda índole. Para estos efectos se debe establecer la organización que se describe a continuación.

Organigrama NICOM-1 (continuación)



17. USO DE PRODUCTOS QUÍMICOS EN COMBATE CON AVIONES CISTERNA

Como es conocida el agua funciona fundamentalmente como un agente extintor mediante enfriamiento, otorgando y exponiendo los combustibles forestales a valores más bajos que sus temperaturas de ignición. La temperatura de ignición y encendido de todos los combustibles ordinarios es sobre los 150°C, por consiguiente, si los combustibles expuestos son enfriados a 150°C aproximadamente, el proceso de combustión cesa y la extinción se logra.



El agua es idealmente apropiada para efectuar esta acción enfriadora, no siendo la única y más efectiva substancia absorbente de calor, es la más económica y práctica que puede ser usada para este propósito. (FPA Australia, citado por C. Romero O. 2013).

A pesar de constituir un elemento de uso universal en el combate de incendios forestales el agua, posee diversas limitaciones entre las cuales debe mencionarse su rápida evaporación, su dificultad de penetrar en los tejidos vegetales dada su alta tensión superficial y, la necesidad de emplearla en grandes cantidades, porque con frecuencia se requiere trasladarla desde lugares lejanos. (Julio G. 1974).

Debido a estas razones, en los últimos años, diversos países han ido desarrollando interesantes mejoras para superar las limitaciones del empleo del agua sola empleándola en combinación con productos químicos para hacerla más eficiente. O bien como medio de aplicación, junto a productos, para establecer barreras químicas que eviten la propagación del fuego no deseado.

En combate aéreo con aviones entregar una mayor productividad del agua transportada y descargada sobre las llamas es de por si un elemento de eficiencia total, dado el aumento de potencialidad que entregan las espumas Clase A incorporada al agua. De igual forma, poder construir barreas/líneas de control químicas con aviones cisterna en ataque indirecto es una ventaja táctica de gran, y sino a veces la única alternativa, para el control del fuego.

La alternativa de usar un producto u otro dependerá de la estrategia y táctica considerada en el Plan de Ataque al incendio, siendo en la mayoría de los casos una combinación de ambos.

17.1 TIPO DE PRODUCTOS QUÍMICOS A UTILIZAR

En general, los productos químicos se pueden clasificar en retardantes de corta y larga duración. Entre los primeros están los Agentes Humectantes, Agentes Espesantes, Arcillas, Gelatinas, Agentes minerales, Agentes orgánicos y las Espumas. Sin embargo, diversos autores denominan a todos bajo el término genérico de retardantes, porque en las categorías indicadas se provoca, en alguna medida, una dificultad o retardo en el proceso de combustión. (Julio G. 1998).

17.2 LAS ESPUMAS

Conocidas internacionalmente con el nombre en inglés de *FOAM*, se emplean con el propósito de incrementar considerablemente el volumen y calidad del agua disponible. Este efecto se puede lograr a través de la reducción de la tensión superficial del agua, dividiendo finamente las partículas, ya sea por medio de acciones de tipo químicas como mecánicas.



Las espumas pueden actuar indistintamente de tres maneras diferentes: Por enfriamiento, por sofocación y por humedecimiento. El rango de expansión del agua varía, dependiendo del tipo de producto formador de espumas y de la precisión del pitón que la esté aplicando, entre 8 y 18 veces.

Con las espumas, que esencialmente emplean anhídrido carbónico como agente químico, es posible construir efectivas líneas de control, que pueden mantenerse por períodos de una a dos horas.

También es posible provocar la formación de espumas exclusivamente por efectos mecánicos, a base de aire comprimido, siendo la forma más eficiente de conseguir espumas de alta calidad para el combate de incendios forestales, y en especial en la protección de infraestructuras al interior del bosque y de viviendas en la Interfaz Urbano Forestal.

La espuma en términos sencillos se produce por la formación de múltiples burbujas de aire que en su pared tienen agua. Para su formación se debe crear la solución, concentrado de espuma (soluto) más el agua en los estanques del avión. Esta solución, bien mezclada durante el vuelo, en el momento de apertura de las compuertas en la descarga toma contacto con el oxígeno del ambiente y se le inyecta aire, produciéndose la espuma.

En el caso de los aviones cisterna Tipo 4 normalmente hay que incorporar el concentrado de espuma directamente al estanque de la aeronave. Para los aviones Tipo 1 y 2 normalmente estos incorporan dispositivos automáticos de inyección de espuma los estanques a partir de depósitos especiales para ella. La espuma también se produce cuando la solución, en el momento de la descarga, toma contacto con el oxígeno del ambiente.

La experiencia indica que el uso de las espumas en combate aéreo puede duplicar la efectividad de las aeronaves permitiendo a los pilotos, además, visualizar dónde ha sido lanzada el agua y medir su cobertura.

La espuma especialmente formulada para hacer el agua más eficiente al cambiar su forma y características contienen surfactantes, o agentes humectantes, reduce significativamente la tensión superficial del agua incorporándole una habilidad humectante.



Descarga de espuma Clase A de un Canadair CL 415 y un Air Tracto AT 802F

El agua conteniendo una concentración bastante baja del concentrado de espuma (0,1% a 1,0%) se esparce, además, muy bien sobre los combustibles y penetra profundamente en los poros de los mismos. La espuma se compone de esferas huecas de agua (burbujas) que se forman cuando la solución (agua + concentrado de espuma) se mezcla con el aire que no son muy inestables y se quiebran rápidamente. La adición del concentrado de espuma reduce la tensión superficial del agua y permite que se formen burbujas más pequeñas, uniformes y más estables que las burbujas grandes producidas por otros detergentes. Poseen además, estabilizadores para aumentar la vida de la burbuja, aumentando el tiempo de drenaje.

Por último se puede indicar que la espuma dilata y expande el agua de cinco hasta quince veces de su volumen original.

Para una correcta aplicación es necesario producir una solución de agua con una baja concentración de espuma Clase-A en un rango de 0,1% a 1,0%. Soluciones entre el 0,1 % a 0,5% se denominan concentrado húmedo (wet concentrate) para aplicaciones aéreas y soluciones entre el 0,5 % a 1,0% se denominan concentrado seco (dry concentrate) para aplicaciones terrestres y protección de infraestructuras, casas, etc.

En definitiva, conforme a lo indicado el empleo de aviones cisterna en la fase de Ataque Inicial con combate directo debiera hacerse adicionando la espuma supresante Clase A para lograr una eficiencia total de la operación al hacer rendir y darle la mayor productividad a cada gota del agua transportada.



17.3 LOS RETARDANTES DE LARGA DURACIÓN

Son los que poseen un efecto que se prolonga por más de cinco horas, a veces por varios días, incluso por un mes o más, en zonas secas. Esto último ha llevado que les emplee frecuentemente como una acción del tipo preventiva, como es la instalación de cortafuegos temporales. Los productos de mayor uso en la actualidad son las mezclas de fosfato diamónico con carboximetil-celulosa y los sulfatos de amonio y atalpugita. (Julio G. 1998).

Son aquellos en que la eficacia del producto aplicado permanece inalterada, aun cuando el agua utilizada durante su aplicación haya desaparecido totalmente.

El retardante de largo plazo (LP) es efectivo hasta que el material es físicamente removido del combustible. Este proceso toma aproximadamente 3 a 6 mm de lluvia para lavarlo y quitarlo. Corresponden a los productos en que el agua es sólo un vehículo para su aplicación, permaneciendo su efecto una vez que se evapora (Magaña, 1985; Rodeo, s.f.).

Estos productos químicos forman sustancias no combustibles en conjunto con el agua y los gases volátiles generados en la combustión, en la presencia del calor. Estas sustancias se transforman en ácidos (sulfúrico, fosfórico o bórico), los que forman ésteres estables no volátiles con los grupos de los sustratos donde se aplican (como las fibras celulósicas) (Mischutin y Romero, 1986).

El uso en ataque aéreo con aviones el retardante puede ser utilizado en:

- Aplicaciones aéreas con retardante de baja viscosidad puede ser aplicado con pitones/boquillas de carros bomba de incendio estándar, si este es premezclado de antemano.
- Ataque directo (no totalmente recomendable) donde el retardante puede ser utilizado para combatir en el frente de avance del fuego, si se trata de combustibles finos, y simultáneamente construir un cortafuego fuego químico auxiliar para evitar la re-ignición.
- El retardante es el primer producto químico de incendios forestales usado para las operaciones de ataque indirecto. En especial en ataque aéreo.
- Ataque indirecto (aéreo), el retardante se puede utilizar para bajar la velocidad de propagación del fuego o para reforzar una línea existente.
- Fuegos técnicos (terrestres y/o aéreos) el retardante se utiliza para tratar una línea de fuego establecida a la espera de aplicar un contrafuego o una quema controlada.



El retardante se mantiene hasta varios días, siempre y cuando no hay lluvia, nieve o fuertes vientos). El más eficaz cuando se coloca por delante del fuego, permitiendo que el fuego queme en el cortafuego químico con retardante. Usando todo el ancho de la línea permite que la reacción química, entre las sales de retardante y el calor del fuego, se produzca disminuyendo así su intensidad.

En protección de estructuras tener presente que los retardantes pigmentados (de color rojo) pueden manchar permanentemente las terminaciones de las estructuras. Productos de color fugitivo o sin color pueden causar menos tinción. Asimismo considerar que el retardante es más pesado que el agua, de manera hay que tener cuidado para evitar dañar estructuras tratadas.

Considerar que el retardante se puede utilizar para reforzar una línea de control ya existente y un cortafuego con retardante durará más tiempo que cualquier de espuma o gel.

Se presentan algunas imágenes de ataque indirecto con diversos aviones cisterna:



Lanzamiento de retardante con AT 802F



Construcción de cortafuegos químicos con aviones pesados



Lanzamiento de retardante con PZL M-18 y C-130



Grumman S-2T con un excelente perfil de lanzamiento BAe 143-200 construyendo línea química



Boeing DC-10 en ataque indirecto

17.4 USO TÁCTICO DE USO DE PRODUCTOS QUÍMICOS

La variedad de productos químicos para usar en combate aéreo de incendios forestales provee a los gestores de Manejo del Fuego de una caja de herramientas (box of tools), adecuada para cada misión en particular.

Tabla N°1 Guía de uso de productos químicos (*)

	<i>Retardante de larga duración</i>	<i>Gel</i>	<i>Espuma supresante Clase A</i>	<i>Aqua</i>
<i>Ataque indirecto</i>	✓✓✓✓	✓✓	✓	
<i>Ataque directo y paralelo</i>	✓✓✓✓	✓✓✓	✓✓	✓
<i>Ataque de estructuras interiores</i>		✓✓	✓✓✓✓	✓
<i>Protección indirecta de estructuras</i>	✓✓✓✓	✓✓✓	✓✓	✓
<i>Protección directa de estructuras</i>		✓✓✓✓	✓✓✓	✓
<i>Faenas de liquidación</i>	✓✓	✓✓	✓✓✓✓	✓
<i>Quemas controladas/prescritas</i>	✓✓✓✓	✓✓✓	✓✓	✓

Fuente: ICL Performance Products LP



17.5 ¿PORQUÉ EN ATAQUE AÉREO LOS CORTAFUEGOS QUÍMICOS FALLAN EN LA CONTENCIÓN AEREA DEL FUEGO?

- Lanzamiento desde una aeronave demasiado bajo (efecto sombra en los combustibles).
- Ataque indirecto con supresores (espumas y geles).
- Niveles de cobertura inadecuados en zonas de superposición de gota
- Subestimar el comportamiento del fuego (directrices del nivel de cobertura se basan en condiciones medias de comportamiento del fuego).
- 50/50 (medio a medio en- fuera de táctica).
- Comportamiento del fuego demasiado agresivo para permitir la contención (seleccionar bien el lugar donde aplicar, cambios de pendientes, apoyarse en cortafuegos naturales, etc.



BIBLIOGRAFIA

Aerial Forest Fire Center- Avialesookhrana, Federación Rusa.
<http://www.aviales.ru/>

Junta de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente, Plan INFOCA (2003), Sevilla, España.

National Wildfire Coordination Group. Basic Air Operations, (1978). Washington D.C. USA.

National Wildfire Coordination Group (1985), "Interagency Helicopter Training Guide", Washington D.C. USA.

National Wildfire Coordinating Group (NWCG) (2017), "Interagency Aerial Supervision Guide", Washington D.C. USA.

Pau Costa Fundation. (2014) Operaciones Aéreas en Incendios Forestales. Tarragona, España. <http://www.paucostafoundation.org/>

The International Fire Aviation Working Group (IFAWG)
<http://www.ifawg.org/>

Sanhueza, P. (1994). Apuntes Curso Internacional de Planificación en Incendios Forestales. Modulo Combate Aéreo. Santiago de Chile.

Sanhueza, P. (1985). Módulos Operaciones Aéreas "III Curso Internacional de Combate de Incendios Forestales", CONAF-NARTCY, USFS, Los Andes, Chile.

Sanhueza, P. (1988). Apuntes curso "Uso y Operación del helicóptero". Santiago de Chile.

Sanhueza, P. (1999). Informe de Operación Avión Anfibio Canadair CL-215 matrícula C-GOFP.U.G. Manejo del Fuego - CONAF Temporada 1998-1999 Santiago de Chile.

U.S. Forest Service Aviation <http://www.fs.fed.us/fire/aviation/>