

CONTROL DE INCENDIOS FORESTALES PARA BOMBEROS

MANUAL DEL PARTICIPANTE

NIVEL BOMBERO ESPECIALIDAD



ACADEMIA NACIONAL DE BOMBEROS DE CHILE

Á R E A B O M B E R O E S P E C I A L I D A D

Control de Incendios Forestales para Bomberos



ACADEMIA NACIONAL

A C A D E M I A N A C I O N A L D E B O M B E R O S D E C H I L E
2020



Control de Incendios Forestales para Bomberos

Autores

María Luisa Alfaro Bermúdez
Franchesca Muñoz Jélvez
Rodrigo Romo Silva
Damián Farías Salazar
Mariela Chavarriga Guerrero
Paolo Fregonara Bermúdez

Director ANB

Gustavo López Araya

Jefa de Desarrollo Académico

Pía Barrios Piffiardi

Jefe de Desarrollo Técnico

Patricio Riquelme Quiroz

Diseño Instruccional

Pablo Ihnen Jory

Diseño Editorial

Félix López Cifuentes

Ilustraciones

César Fuentes Riesco

Fotografía

Banco de imágenes ANB
Cuerpo de Bomberos de Valparaíso
Cuerpo de Bomberos de Talcahuano
Grupo Coordinador Nacional de Incendios Forestales (NWGC)

Quedan rigurosamente prohibidas, sin la autorización escrita de los titulares del "Copyright", bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, y la distribución en ejemplares de ella mediante alquiler o préstamo público.

PRIMERA EDICIÓN, 2020.

© 2020, Academia Nacional de Bomberos de Chile
Avda. Bustamante 86, Providencia, Santiago, Chile.
Teléfonos: (56) 2 2816 0027 / (56) 2 2816 0000
E-mail: academia@bomberos.cl
Twitter: @ANB_Chile
www.anb.cl

Nº de registro: 2020-A-9934

Todos los derechos reservados.

Una realidad insoslayable

La presentación de este manual marca un hito trascendente en la historia de Bomberos de Chile, pues, por vez primera, se aborda nacionalmente la capacitación de los Bomberos chilenos en materia de combate de incendios de interfaz forestal e incendios forestales propiamente tales; emergencias en las que constantemente nos vemos involucrados sin tener, sino hasta ahora, una política nacional clara en cuanto a nuestra participación en estas.

Durante prácticamente toda su existencia, y más aún, con posterioridad a la creación de CONAF en 1973, los Cuerpos de Bomberos han destinado recursos, personal y esfuerzos en combatir incendios de este tipo, constituyendo estas emergencias, en muchos casos, los servicios que más engrosaban sus estadísticas de atención.

Para muchos Cuerpos de Bomberos los meses estivales implican una afectación significativa de su presupuesto operacional, obligándolos a prepararse con antelación para enfrentar las duras jornadas que tales incendios les demandan. No existe, como hemos referido, una política nacional que fortalezca estas capacidades –sea financiera, operacional o de capacitación–, constituyendo los esfuerzos aislados de cada Cuerpo de Bomberos una respuesta operativa no estandarizada ni sistematizada nacionalmente.

Con la creación de la Junta Nacional de Cuerpos de Bomberos en 1970 y la Academia Nacional de Bomberos en 1988, podría pensarse que se abría la oportunidad para abordar nacionalmente la problemática que implicaba la atención de los incendios de este tipo, pero no fue así. Por décadas el enfoque nacional fue uno solo: no involucrarse en este tipo de emergencias, por cuanto el combate de incendios forestales era más bien una competencia y responsabilidad de CONAF y no de Bomberos, cuyo accionar solo estaba destinado a proteger la vida y las viviendas de

personas ubicadas en las proximidades de áreas forestales, circunstancia fáctica imprecisamente definida y de interpretación bastante ambigua.

Podría pensarse que el enfoque antes mencionado se viera justificado por la propia redacción del Decreto 733 del Ministerio del Interior de 1982, que hacía que Bomberos de Chile simplemente no contemplara ni capacitación ni inversión en equipamiento alguno para este tipo de incidentes, pero también no es menos cierto que tal accionar no se alentaba por una poderosa razón económica, relacionada con el alto costo que implicaba hacerse cargo de la respuesta operativa de los incendios forestales y de interfaz; esto debido a las grandes extensiones geográficas y los largos períodos operacionales que este tipo de emergencias involucraban, máxime cuando el Estado no tenía ninguna política definida de financiamiento para solventar dichos costos y los Cuerpos de Bomberos no contaban con los recursos para hacerlo.

La Junta Nacional de Cuerpos de Bomberos, durante mucho tiempo, al debatir y decidir sus políticas de adquisición de equipamiento para sus Cuerpos de Bomberos asociados, optaba por adquirir material para incendios de tipo estructural, para rescate vehicular o algún material para incidentes con materiales peligrosos, pero no se decidía a incorporar material para el combate de incendios forestales, aduciendo como motivo el ya indicado; esto es, no ser competencia de Bomberos el combate de incendios forestales.

La Academia Nacional de Bomberos, por su parte, no contemplaba cursos ni capacitación sobre la materia, no existiendo en su malla curricular ningún curso de combate de incendios forestales, ni siquiera de interfaz.

La realidad operativa, sin embargo, fue golpeando duramente a nuestras corporaciones, a tal punto que en muchas regiones del país,

sobre todo en las regiones del centro y centro sur, la estadística de concurrencia a incendios de interfaz –y, por qué no decirlo, a incendios forestales propiamente tales– iba en un aumento exponencial, hasta que en los últimos cinco años dicha realidad se hizo prácticamente insoslayable.

Contribuyeron a este aumento una multiplicidad de factores, tales como la constante expansión urbana a zonas agroforestales; la construcción habitacional en zonas de riego; las políticas de fomento de la silvicultura, que aumentaron significativamente la superficie boscosa plantada con una continuidad espacial de plantación, ocupando zonas agrícolas contiguas a áreas pobladas; la explotación intensiva; el monocultivo; la gran cantidad de biomasa y combustible muerto existente en estos bosques; la mayor densidad poblacional; y el cambio climático experimentado en nuestro país, con sequías permanentes y un aumento de temperaturas que han ido templando cada vez más la zona sur, lo cual expone sus masas forestales y crea escenarios más propensos a incendios forestales en las temporadas estivales. Todo lo anterior se asocia con factores de intencionalidad y con el aumento de la intervención humana, lo cual implica dinámicas especiales de propagación que hacen muy difícil su control. Una de las consecuencias más preocupantes del aumento de estos factores es que en muchas zonas pobladas hoy prácticamente no existen zonas de interfaz, y el bosque deslinda y rodea las áreas pobladas, debiendo los Bomberos involucrarse directamente en el combate y control de incendios forestales, incluso en primera línea. Esto hace letra muerta, y casi un mito, la idea de que “Bomberos solo opera en incendios de interfaz”. El incendio del 2017 en la localidad de Santa Olga, en la Región del Maule, es un trágico testimonio de ello.

En la última década se ha ido advirtiendo un cambio de enfoque por parte de Bomberos de Chile: ahora se reconoce como una realidad patente el hecho de que los Bomberos sí participamos de manera principal en el combate y control de incendios de esta naturaleza. Como primera reacción a ello se fue invirtiendo más decididamente en equipamiento para el combate de incendios de interfaz y forestales propiamente

tales, e incluso se adquirió material mayor forestal –especialmente en las regiones más afectadas–, cuestión que tuvo como punto de inflexión los incendios forestales de Valparaíso el 2014 y los megaincendios forestales ocurridos en el verano de 2017 en la zona centro y sur del país. Estos incendios además implicaron la muerte en acto de servicio de Hernán Avilés González, del Cuerpo de Bomberos de Talagante, y de Juan Bizama Sanhueza, del Cuerpo de Bomberos de Ñiquén, mártires institucionales. Hechos como estos agudizan la necesidad de abordar en profundidad el rol que Bomberos tiene en estas materias.

Por su parte, el Estado ha venido reconociendo el rol de los organismos técnicos de respuesta asociados a los incendios forestales, destacando el rol principal que Bomberos tiene en su combate y control. También se han ido involucrando en la respuesta operativa otras entidades, como las fuerzas armadas, las policías y la propia empresa privada, sumando el empleo de brigadistas forestales y medios aéreos para su combate. Poco a poco el Estado ha venido asimismo implementando políticas de reembolso económico a los Cuerpos de Bomberos que cubren estas emergencias, estableciendo protocolos al respecto. Sin embargo, se requiere avanzar en una visión más integral de esta última problemática, que tanto afecta económicamente a nuestras instituciones.

Hoy por hoy, si bien CONAF es el ente técnico a cargo del combate de incendios forestales, ya es claro que su prevención y combate es tarea de todos, conforme se advierte en el *Plan Específico de Emergencia por Variable de Riesgo – Incendios Forestales* (Resolución Exenta N° 149 de ONEMI, de fecha 4 de febrero de 2020). El Estado y los organismos de respuesta deben asumir y enfrentar esta realidad mediante la cobertura de todos los aspectos de la respuesta operativa; esto incluye la prevención, acción en la que se encuentran comprometidos todos los actores involucrados en la respuesta, máxime cuando esta resulta ser, en definitiva, una vía más eficaz que el combate mismo.

En lo que se refiere a Bomberos, la importancia de este cambio de enfoque no solo se limita a lo puramente económico, sino que importa fortalecer tres (3) áreas esenciales para hacer frente a este tipo de emergencias: 1) el desarrollo

de acciones de prevención, que todo Cuerpo de Bomberos debe efectuar en las comunidades y áreas de su jurisdicción; 2) la capacitación profesional de los Bomberos, a objeto de brindar una adecuada respuesta operativa; y 3) la urgente implementación del sistema de comando de incidentes (SCI) para lograr el manejo coordinado de dicha respuesta, lo que se ha de lograr no solo entre los Cuerpos de Bomberos participantes, sino que entre todas las agencias involucradas.

Fue así que el Directorio Nacional de Bomberos de Chile, como eje prioritario de gestión, decidió, a contar del año 2018, fortalecer las capacidades de los Cuerpos de Bomberos del país en la respuesta a incendios de interfaz forestal y forestales propiamente tales. Para ello se ha sistematizado y estandarizado la respuesta en estas materias, y se ha acordado la implementación de tres (3) líneas de acción principales:

1. La creación, en lo inmediato, del presente curso de Control de Incendios Forestales para Bomberos, que ha de constituir el inicio de una capacitación constante y progresiva en estas materias. El desarrollo de este curso, liderado por la Academia Nacional de Bomberos, contribuye además a generar conocimientos que permitan desarrollar acciones preventivas destinadas a las comunidades propensas de afectación.
2. La acreditación y estandarización de Compañías o Cuerpos de Bomberos de especialidad forestal mediante el Sistema Nacional de Operaciones (SNO).
3. La inversión en material mayor y menor para los Cuerpos de Bomberos que cuenten con esta especialidad.

El curso que se contiene en este manual es fruto de esta nueva política de gestión, y uno de sus principales méritos es que ha sido construido con los aportes efectuados por todos los Cuerpos de Bomberos del país en base a un análisis FODA de lecciones identificadas y aprendidas durante años. Esta labor, efectuada en coordinación con los Consejos Regionales de Bomberos de Chile, fue recogida por el trabajo sistemático del Grupo de Trabajo Operacional Interfaz Forestal (GTO Interfaz Forestal), organismo técnico dependiente del Sistema Nacional de Operaciones (SNO) que está integrado por Bomberos expertos, provenientes de distintos Cuerpos de Bomberos del país. Esto se suma al aporte fundamental brindado por el USAID's Bureau for Humanitarian Assistance (BHA), de la Embajada de los Estados Unidos de América, en cuanto al formato del curso y estructura de sus contenidos; su participación nos ha permitido recoger la importante experiencia de dicho país en la materia. Cabe también notar la contribución de la Academia Nacional de Bomberos en cuanto a otorgar el soporte docente a este curso, así como su excelente gráfica y edición; su esfuerzo significa un avance decisivo e histórico para el servicio público que presta Bomberos de Chile en la salvaguarda de la vida y bienes de las comunidades y habitantes de nuestro país.

Vaya para todos quienes han trabajado en este material de instrucción el reconocimiento de Bomberos de Chile. Sin duda será una herramienta eficaz para la protección y profesionalismo de nuestros Bomberos en la dura y compleja tarea que implica la respuesta operativa a esta clase de incidentes.



Raúl Bustos Zavala
Presidente Nacional Bomberos de Chile

Índice

Prólogo.....	3
Índice	6
Introducción	11
Lección 1 Bienvenida.....	12
Objetivos generales	12
Duración y modalidad	12
Evaluación	12
Lección 2 Origen y comportamiento del fuego	13
Objetivos específicos	13
Introducción	13
Conceptos básicos en torno a los incendios forestales.....	14
La teoría del fuego y los incendios forestales	16
Clasificación de los incendios forestales	23
Partes de un incendio forestal.....	25
Lección 3 Comportamiento del fuego y sus manifestaciones	26
Objetivos específicos	26
Introducción	26
Terminología asociada al comportamiento del fuego.....	27
Manifestaciones del comportamiento: velocidad e intensidad	29
Forma de propagación de los incendios forestales.....	30
Lección 4 Factores del comportamiento del fuego	31
Objetivos específicos	31
Introducción	31

	Combustible	32
	Topografía	37
	Tiempo atmosférico	40
Lección 5	Comportamiento extremo en un incendio forestal	44
	Objetivos específicos	44
	Denominadores comunes del comportamiento extremo	45
	Indicadores del comportamiento extremo del fuego	45
	Situaciones sorprendentes en los incendios forestales con comportamiento extremo	49
	Consideraciones para abordar los incendios forestales con comportamiento extremo.....	51
Lección 6	Herramientas manuales, material mayor, maquinarias y aeronaves en la extinción de incendios forestales.....	52
	Objetivos específicos	52
	Introducción	52
	Acciones básicas para romper el triángulo del fuego	52
	Herramientas y equipos	56
	Material mayor.....	64
	Maquinaria utilizada en la atención de los incendios forestales en Chile.....	69
	Aeronaves en el combate de incendios forestales en Chile	71
Lección 7	Abastecimiento en incendios forestales.....	72
	Objetivos específicos	72
	Introducción	72
	Abastecimiento en incendios forestales.....	72
	Abastecimiento de grandes aeronaves	76

Lección 8	Seguridad, riesgos y peligros en los incendios forestales	78
	Objetivos específicos	78
	Introducción	78
	Seguridad personal	79
	Equipos de protección personal (EPP) para incendios forestales	79
	Peligros en los incendios forestales	84
	18 situaciones de riesgo en un incendio forestal	86
	10 normas de seguridad en el control de un incendio forestal	88
	Sistema OCES.....	90
Lección 9	Métodos de combate de incendios forestales	93
	Objetivos específicos	93
	Introducción	93
	Método directo	94
	Método indirecto.....	95
	Método paralelo.....	96
	Tipo de ataque en función de la longitud de la llama	97
	Línea de fuego	97
	Punto de anclaje.....	98
	Línea de control.....	98
	Quema de ensanche.....	101
	Contrafuego.....	102
	Liquidación.....	103

Lección 10	Estrategias y tácticas para la extinción de incendios forestales y de interfaz urbano-forestal	106
	Objetivos específicos	106
	Introducción	106
	Tácticas defensivas para incendios de interfaz urbano-forestal con peligro de propagación a viviendas	106
	Ataque directo con carros bomba en una zona forestal.....	110
	Ataque indirecto con carros bomba en una zona forestal.....	113
	Ataques ofensivos en zonas forestales	114
	Ataque defensivo	118
	Tácticas ofensivas para el combate de zonas forestales	119
	Maniobra de media vuelta.....	121
	Maniobra de autoprotección y autodefensa en incendios forestales y de interfaz...	122
Lección 11	Planificación en un incendio forestal o de interfaz como primer respondedor	125
	Objetivos específicos	125
	Introducción	125
	Acciones preventivas y de planificación	122
	La grilla como herramienta para la planificación de operaciones aéreas y terrestres	128
	Primeras acciones al llegar a un incendio forestal o de interfaz.....	129
	Desmovilización.....	133
	Bibliografía citada	134
	Bibliografía consultada.....	135



Introducción

Los incendios forestales son cada vez más numerosos y complejos, y no solo generan daños en el medio ambiente y en la infraestructura pública, sino que también provocan cada vez más muertes, tanto de la población afectada como de primeros respondedores. Este manual tiene el propósito de estandarizar la respuesta a los incendios forestales que pueden brindar los equipos especializados de los Cuerpos de Bomberos de Chile.

El Curso de Incendios Forestales para Bomberos es el producto de un largo estudio de las mejores técnicas, prácticas y procedimientos aplicables en los incendios forestales y en los incendios de interfaz. El levantamiento de esta información fue un esfuerzo conjunto del Departamento de Desarrollo Técnico de la Academia Nacional de Bomberos de Chile (ANB), de la Oficina de Asuntos Humanitarios de USAID y del Grupo de Trabajo Operacional Interfaz Forestal, perteneciente al Sistema Nacional de Operaciones (SNO) de la Junta Nacional de Cuerpos de Bomberos de Chile (JNCB). Así, los contenidos de este curso no solo provienen de la experiencia de especialistas, sino que también de una acabada revisión bibliográfica del tema.

El propósito de este material de capacitación es brindar a los Cuerpos de Bomberos conocimientos básicos –y basados en la experiencia– para comprender la naturaleza de las emergencias por incendios forestales, así como las operaciones para su manejo. Por lo tanto, este curso toma especial relevancia y prioridad para aquellos Cuerpos de Bomberos ubicados en zonas de interfaz forestal, ya que contribuye a la participación en operaciones de control de incendios forestales de manera más segura, eficiente y coordinada, y de acuerdo a estándares internacionales.



Bienvenida

Objetivos generales

- Relacionar la teoría del fuego a la extinción de incendios forestales.
- Identificar los tipos de incendio forestal, las partes de un incendio forestal y los factores que influyen en el comportamiento del fuego en el contexto de los incendios forestales.
- Identificar las herramientas y equipos utilizados en los incendios forestales.
- Identificar las medidas de seguridad necesarias respecto a herramientas, maquinaria, descargas de agua y sistema OCES en los incendios forestales.
- Identificar las 18 situaciones de riesgo y las 10 medidas de seguridad en el control de los incendios forestales.
- Describir las acciones preventivas, las acciones de planificación, las estrategias y las tácticas utilizadas para enfrentar incendios forestales.
- Describir el sistema de abastecimiento en el contexto de los incendios forestales.

Duración y modalidad

Este curso se dicta en modalidad *e-learning* (en línea) mediante el Aula Virtual de la ANB. La base de esta formación es la disciplina del participante, ya que puede acomodar sus horarios y autogestionar su proceso de capacitación; sin embargo, siempre deberá seguir las fechas indicadas para las diversas actividades.

La duración de este curso es de 40 horas.

Evaluación

Para aprobar esta capacitación, el participante debe completar una **evaluación de opciones múltiples**.

La escala de notas está construida con un 70% de dificultad. Es decir, para aprobar el curso el participante deberá contestar al menos el 70% de las preguntas de forma correcta.

Origen y comportamiento del fuego

Objetivos específicos

- Definir los conceptos de *incendio forestal*, *incendio agrícola* e *incendio de interfaz*.
- Identificar los elementos del triángulo del fuego y del tetraedro del fuego.
- Identificar los mecanismos de transferencia del calor y las partes de un incendio forestal.
- Clasificar los incendios forestales.

Introducción

Las características de los incendios forestales varían mucho de un país a otro; el clima, la flora y el terreno, así como elementos culturales, harán que el riesgo de incendio y la peligrosidad de la propagación se manifiesten de diversas maneras. Es más; un país puede tener diferentes escenarios para sus localidades según sus características geográficas, las cuales permiten evaluar la magnitud y características de una eventual emergencia. Además, estudiar las fluctuaciones del clima también permite evaluar en qué condiciones podría darse el incendio (Soto, Salinas, Alvear y Correa, 2007).

En Chile los incendios forestales ocurren en la primavera y principalmente en verano, cuando las temperaturas son altas y las condiciones ambientales permiten que los fuegos originados por el ser humano encuentren condiciones favorables para la propagación. Esto ocurre con mayor probabilidad entre los meses de octubre y de abril.

Los incendios forestales en Chile afectan tanto vidas humanas como extensas superficies de bosques, plantaciones, zonas agrícolas y otras formas de vegetación, produciendo pérdidas millonarias. De acuerdo con la Corporación Nacional Forestal (CONAF, s. f. b), el 99,7% de los incendios se originan por acción humana.

En esta lección se entregarán conceptos básicos sobre los incendios forestales, la teoría del fuego, los mecanismos de transmisión del calor, la clasificación de los incendios forestales y las partes de un incendio forestal.

Conceptos básicos en torno a los incendios forestales

Incendio forestal

La CONAF (s. f. b) define **incendio forestal** como “un fuego que, cualquiera sea su origen y con peligro o daño a las personas, la propiedad o el ambiente, se propaga sin control en terrenos rurales, a través de vegetación leñosa, arbustiva o herbácea, viva o muerta. Es decir, es un fuego injustificado y descontrolado en el cual los combustibles son vegetales y que, en su propagación, puede destruir todo lo que encuentre a su paso”.



Incendio agrícola

Es un fuego que se propaga sin control por un terreno dedicado al cultivo agrícola. Se considera suelo agrícola aquel que se utiliza en el ámbito de la productividad y que es apto para cultivos y plantaciones; es decir, que se utiliza para la agricultura.



Incendio en interfaz urbano-forestal

Se define como un incendio que se inicia o se propaga en la fase o zona de interfaz. La **interfaz urbano-forestal** es una zona donde se mezclan estructuras desarrolladas por el ser humano con combustibles forestales (NWCG, 2013).



Clasificación de las zonas de interfaz

Las **zonas de interfaz** son áreas que incluyen edificaciones próximas a espacios de vegetación forestal o que se encuentran dentro de los mismos. Esto hace que cualquier intervención sobre la zona sea compleja, ya que son entornos muy diferentes. Las zonas de interfaz se dan por igual en el ámbito rural o en el ámbito metropolitano¹ o periurbano², y se clasifican de tres (3) modos:

- **Interfaz clásica:** estructura dentro del bosque distribuida en forma de conglomerados, cercanos entre sí, donde predominan la vegetación y en menor grado las viviendas. Se refiere a grandes zonas urbanizadas, más o menos continuas, y rodeadas de masas forestales o en contacto con estas.



1 Conjunto urbano formado por una ciudad y sus suburbios.

2 Espacios que se sitúan en los alrededores de una ciudad y que, aunque no se sitúan en el espacio urbano, tampoco se usan para actividades rurales.

- **Interfaz cerrada:** masas o áreas naturales de vegetación aisladas en medio de zonas urbanizadas más o menos grandes.



- **Interfaz mixta:** viviendas aisladas en medio de espacios forestales o agrícolas.

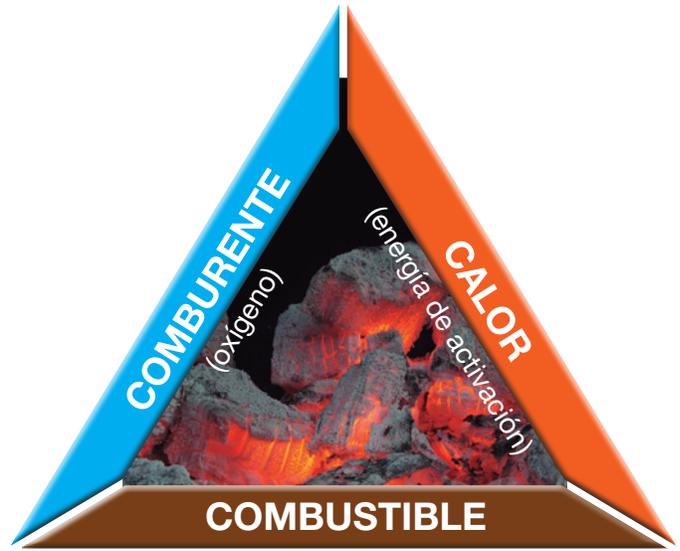


La teoría del fuego y los incendios forestales

El **fuego** se define como un “proceso de oxidación rápida con producción de luz y calor de distinta intensidad” (NFPA, 2014, p. 17).

La teoría del **triángulo del fuego** plantea que la combustión se inicia cuando una mezcla homogénea de un combustible con un comburente recibe energía (calor) de una fuente de ignición. La energía liberada de esta combustión, sin embargo, no genera llamas, ya que no es suficiente como para generar un cambio de estado autosostenido que avance a través del material combustible.

La principal diferencia entre la teoría del triángulo del fuego y del tetraedro del fuego es que en el triángulo no hay presencia de llamas, mientras que en el tetraedro sí. Esto se produce cuando la energía liberada es suficiente como para que la combustión se autosostenga y avance rápidamente por el combustible, manifestándose en llamas. Esta secuencia de reacciones, llamada **reacción en cadena**, es el cuarto componente del tetraedro del fuego, sumándose al combustible, al comburente y al calor.

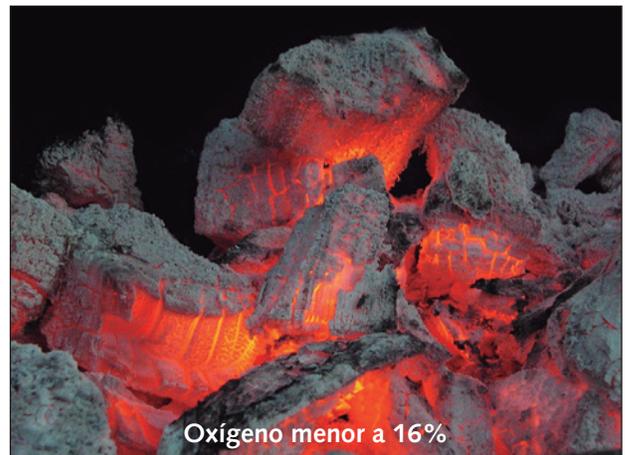
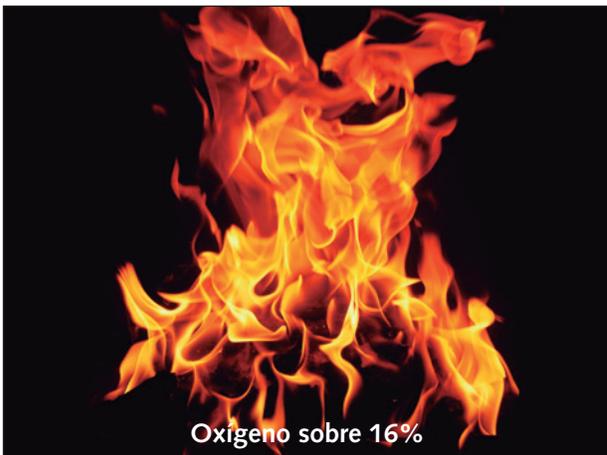


Triángulo del fuego.

Así, una combustión sin llama implica que la reacción en cadena está siendo inhibida por las condiciones de la combustión o por las condiciones del ambiente (por ejemplo, si la concentración de oxígeno no supera el 16%).



Tetraedro del fuego.



Resultado de la combustión según la cantidad de oxígeno disponible.

Proceso de combustión en un incendio forestal

El proceso de combustión en el caso de los incendios forestales se da en tres (3) fases con distintas temperaturas (Aguirre, 1981):

- **Fase de precalentamiento:** el calor exterior eleva la temperatura del combustible hasta algo más de 100°C , lo que produce la pérdida de vapor de agua. La temperatura continúa subiendo hasta 200°C , eliminando toda el agua y destilándose las resinas.



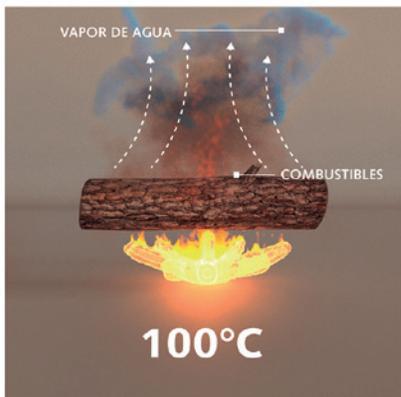
- **Fase gaseosa:** la temperatura se sitúa entre los 300 y 400°C . Se desprenden gases inflamables que forman las llamas. La temperatura continúa subiendo hasta 600 a 1000°C . Además de los gases, se desprende calor, que mantiene por sí solo la combustión. La madera arde con llama azulada. Se desprende humo formado por gases no quemados, dióxido de carbono y vapor de agua.



- **Fase sólida:** la madera arde, consumiéndose su contenido en carbono y quedando las cenizas, formadas por sustancias minerales que no arden.



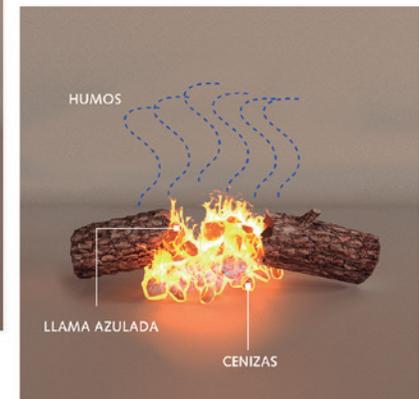
PRECALENTAMIENTO



COMBUSTION DE LOS GASES



COMBUSTIÓN DEL CARBÓN



Proceso de combustión.
Fuente: adaptado de Rodríguez (s. f.).

Mecanismos de transmisión del calor

Los mecanismos de transmisión del calor son la convección, la radiación y la conducción. En el caso de los incendios forestales, otro mecanismo influyente son las pavesas.

- **Convección:** es el movimiento de los gases a través del aire y del viento producto de la combustión incompleta. En relación a los incendios forestales, la convección es el mecanismo más importante de propagación. Las altas temperaturas, al precalentar los combustibles aéreos (dosel³) que se encuentran frente al fuego, causan una rápida propagación. La convección hace que los combustibles aéreos estén disponibles, por lo que hace que incendios de superficie se conviertan en fuegos de copas. Además, el efecto combinado entre la convección y la pendiente permite la desecación⁴ acelerada de los combustibles ubicados por encima del foco.



- **Radiación:** es el calor que se mueve en todas las direcciones mediante ondas de tipo electromagnéticas; en consecuencia, el combustible que se quema irradiará calor en todas las direcciones, contribuyendo a la fase de precalentamiento. Este mecanismo tiene una menor influencia en la propagación en comparación a la convección; sin embargo, permite la propagación de fuegos que bajan por una ladera, pues se transmite el calor por radiación hacia abajo, pero con menor intensidad.



3 Capa de ramas y hojas formada por las copas de los árboles.

4 Proceso físico por el cual se reduce la proporción de agua.

- **Conducción:** es la transferencia de calor por contacto directo desde un objeto sólido. Esto quiere decir que la transmisión es desde un área de mayor temperatura a una de menor temperatura. Este mecanismo influye de menor manera en la propagación de los incendios forestales debido a que la vegetación es relativamente mala conductora de calor.



- **Pavesas:** es la propagación del fuego a través de partículas o piezas pequeñas de combustible que se encuentran encendidas y que son removidas de un lugar a otro, permitiendo el inicio de nuevos procesos de ignición fuera del perímetro del incendio. Estos nuevos fuegos son llamados *focos secundarios*.

Este fenómeno depende de varios factores, como las características del fuego, las características de la vegetación y las condiciones climáticas. Las consecuencias producidas por las pavesas son importantes para determinar las estrategias de la lucha contra incendios, ya que afectan en la propagación del fuego, reducen la eficacia de las estructuras preventivas y pueden poner en riesgo tanto a los equipos de emergencia como a las zonas habitadas próximas al incendio.

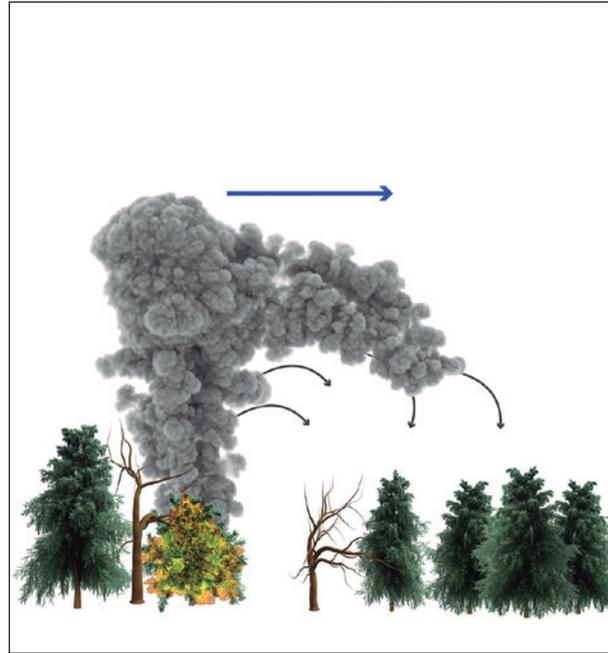


El transporte de las pavesas se puede dar de tres (3) formas:

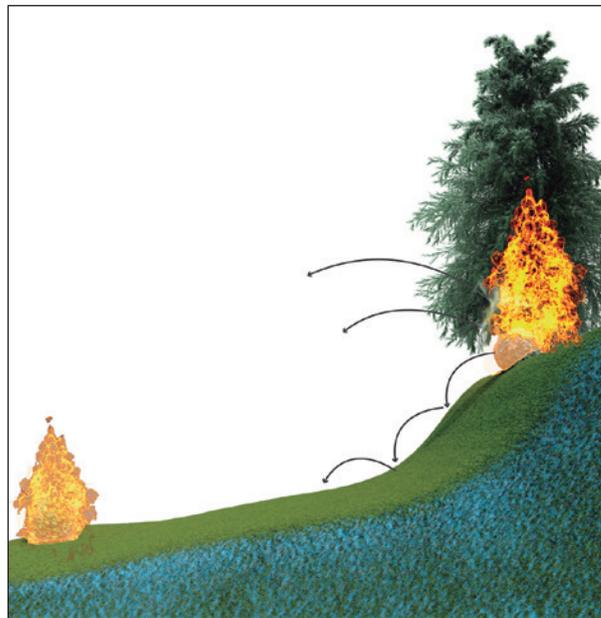
- Convección.
- Viento.
- Gravedad.



Convección



Viento



Gravedad

Transporte de pavesas.
Fuente: adaptado de CONAF (s. f. a).

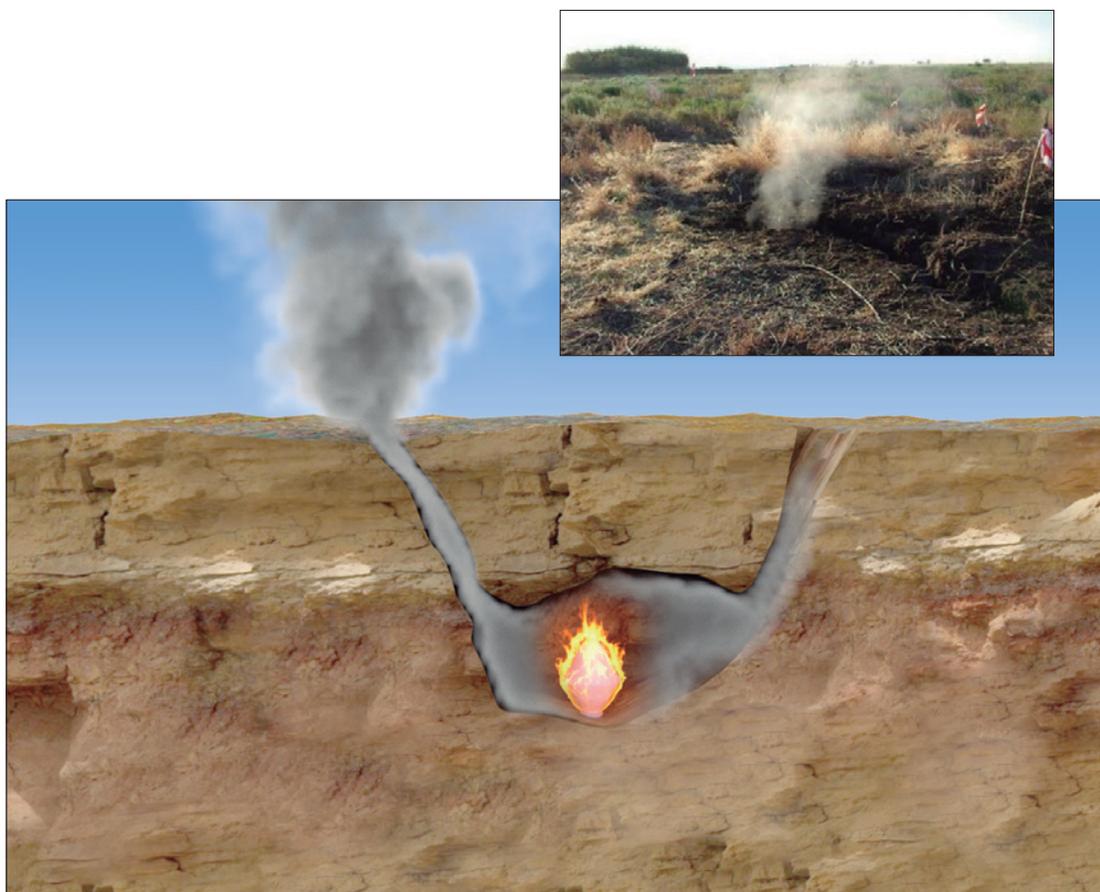
Clasificación de los incendios forestales

La clasificación de los incendios forestales se relaciona directamente con la clase de combustible que se está quemando (subterráneo, superficial o de copa).

Incendios subterráneos

Es aquel incendio donde se quema combustible bajo la superficie, como materia orgánica y raíces. Sus características son:

- Fuego incandescente sin llama y con poco humo debido al bajo contenido de oxígeno.
- Producen el efecto carbonera⁵, que es muy peligroso y difícil de controlar.
- Pueden arder por semanas o meses sin que nadie los note. Incluso pueden hacer que prendan combustibles superficiales.
- Pueden desarrollarse en capas profundas del suelo o en grandes cantidades de materia orgánica.
- Por lo general ocurren y se consumen en las turberas⁶.



5 La carbonera es una pila de leña que se cubre con arcilla para obtener carbón vegetal mediante un proceso de combustión muy lento.

6 "Las turberas son un tipo de humedal. Se caracterizan porque en ellas se produce y acumula progresivamente materia orgánica muerta llamada *turba*. La turba es materia orgánica semidescompuesta que proviene de plantas adaptadas a vivir en condiciones de saturación permanente de agua, baja presencia de oxígeno y escasa disponibilidad de nutrientes" (León y Oliván, 2018).

Incendios de superficie

Es aquel incendio en el que se consume el combustible superficial. Se caracterizan por lo siguiente:

- Son los incendios forestales más comunes.
- El fuego puede llegar a tener un comportamiento extremo.
- El combustible, el clima y la geografía son factores que influyen en el comportamiento del fuego en este tipo de incendio.



Incendios de copa o aéreos

Son aquellos incendios en los cuales se queman las copas debido al comportamiento extremo de los incendios de superficie, cuyo calor, transmitido por convección y radiación, alcanza el combustible aéreo (dosel). Los incendios de copa o aéreos presentan las siguientes características:

- El comportamiento del fuego es extremo, ya que se propaga a una gran velocidad y es altamente destructivo con el ambiente.
- Son capaces de producir nuevos focos debido a la propagación, y estos pueden estar alejados del incendio principal.
- Estos incendios avanzan por los vientos fuertes o debido a las pendientes pronunciadas.



Partes de un incendio forestal

Es importante optimizar las operaciones bajo un vocabulario común, lo que implica definir las diferentes partes de un incendio forestal. Esto, a su vez, permitirá planificar las estrategias y tácticas de control, y ayudará a determinar qué lugares son seguros para el trabajo de Bomberos.

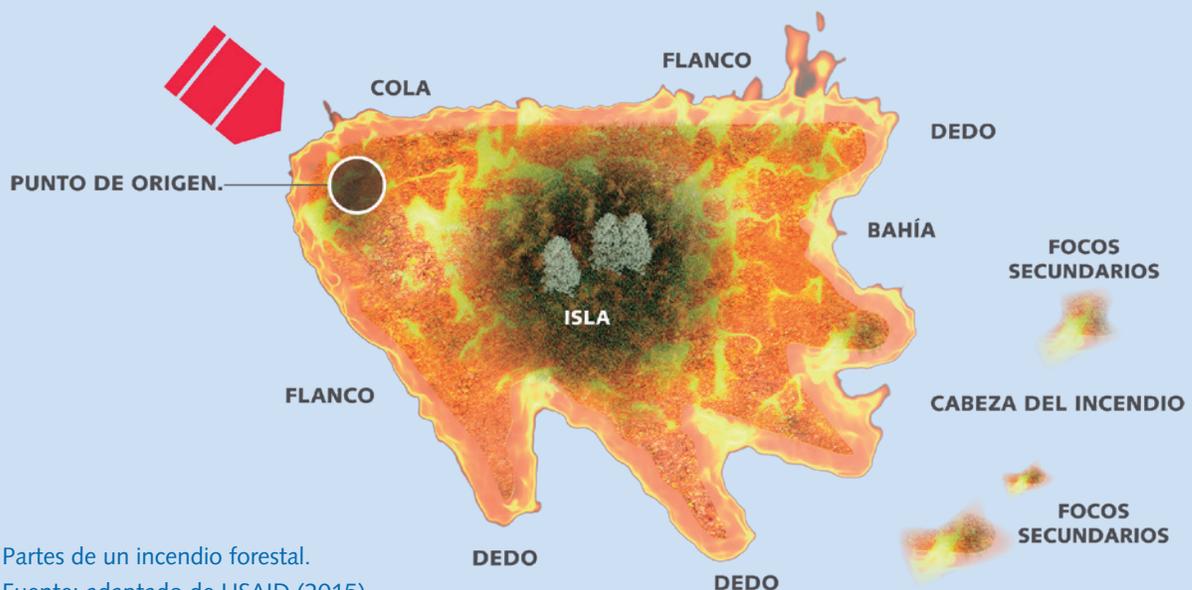
Cabe recordar que la forma de un incendio forestal variará dependiendo de la geografía, de los tipos de combustibles y de las condiciones atmosféricas.

Así, un incendio forestal tiene las siguientes partes:

- 1. Punto de origen:** corresponde a la ubicación donde el material hizo su primera ignición e inició su proceso de combustión sostenida.
- 2. Cabeza de un incendio:** es la parte del incendio que más velozmente se propaga. Es la parte más caliente y activa del incendio.
- 3. Flancos de un incendio:** son los lados perimetrales del incendio.
- 4. Cola de un incendio:** es la parte del incendio que avanza más lento y por donde ya pasó el fuego principal. Generalmente se ubica donde se originó el fuego. Permite la propagación contra el viento y por las pendientes.
- 5. Perímetro o borde del incendio:** es la línea límite o borde del incendio.
- 6. Dedos de un incendio:** corresponde a la

extensión del incendio que se desprende del fuego principal por cambios en el viento, por la geografía o por la presencia de combustibles heterogéneos.

- 7. Bahías o bolsas de un incendio:** son las áreas sin quemar a las orillas del incendio. Están formadas por los dedos o por las aéreas que se queman lentamente. Las bahías o bolsas son sumamente peligrosas, por lo que no se recomienda realizar acciones en estas zonas.
- 8. Islas de un incendio:** son las áreas combustibles sin quemar dentro del perímetro del incendio.
- 9. Focos secundarios:** es un incendio iniciado fuera del perímetro principal del incendio. Es causado por pavesas o chispas volantes.



Partes de un incendio forestal.

Fuente: adaptado de USAID (2015).

Comportamiento del fuego y sus manifestaciones

Objetivos específicos

- Identificar la terminología básica asociada al comportamiento del fuego en los incendios forestales.
- Identificar los tipos de velocidad de propagación en un incendio forestal.
- Identificar los factores que determinan la intensidad lineal.
- Explicar qué significa *longitud de llama* y *altura de llama*.
- Identificar las formas de propagación de los incendios forestales.

Introducción

El **comportamiento del fuego** es el conjunto de manifestaciones físicas y mecánicas que se producen durante un incendio forestal en desarrollo.

Cada incendio forestal se comporta de manera distinta según el entorno en el que se desarrolle. Los cambios que puedan darse en su comportamiento, por lo tanto, también se deben a las variaciones de los componentes de su entorno de desarrollo. Ningún entorno será igual a otro, ya que cada incendio es afectado por innumerables factores que además están interconectados entre sí.



Terminología asociada al comportamiento del fuego

A continuación se explican y se ejemplifican con imágenes los términos asociados al comportamiento de un incendio forestal.

Término	Descripción	Ejemplo
<p>Ardiendo sin llama o incendio latente</p>	<p>Incendio sin presencia de llamas y que se propaga lentamente.</p>	
<p>Ardiendo lentamente o incendio progresivo</p>	<p>Incendio con una llama baja y que se propaga lentamente.</p>	
<p>Incendio de avance rápido</p>	<p>Incendio que se propaga rápidamente y que tiene una cabeza definida.</p>	
<p>Produciendo focos secundarios</p>	<p>Comportamiento del fuego que produce chispas o pavesas, y que son llevadas por los vientos, iniciando nuevos incendios lejos de la zona directa de ignición del incendio principal.</p>	
<p>Fuego de antorcha</p>	<p>Fuego en el follaje de un solo árbol que se propaga a un pequeño grupo de árboles.</p>	

Término	Descripción	Ejemplo
Coronamiento	Incendio que avanza a través de las copas de los árboles o de los arbustos de manera más o menos independiente del fuego de la superficie. Los incendios de copa a veces se clasifican como <i>de avance rápido</i> o <i>dependientes</i> para distinguir el grado de independencia que tienen con el incendio de superficie.	
Llamarada	Es cualquier aceleración repentina en la velocidad de propagación o de intensificación del fuego. La llamarada se diferencia del fuego explosivo en que es comparativamente de corta duración.	
Remolino de fuego	Los remolinos de fuego, también llamados <i>tornados de fuego</i> o <i>torbellinos de fuego</i> , se producen cuando chocan dos corrientes de aire con distinta temperatura, haciendo rotar la columna de aire ascendente a gran velocidad y en forma de embudo alargado. Usualmente sus dimensiones van de 10 a 50 metros de alto.	
Fuego en retroceso	Es la parte del incendio con velocidad de propagación más lenta y con la intensidad más baja. Normalmente se mueve contra el viento o cuesta abajo. También se le llama cola del incendio.	
Frente de llamas o cabeza del incendio	Es la zona del incendio en movimiento donde la combustión es principalmente con llamas.	

Manifestaciones del comportamiento: velocidad e intensidad

El comportamiento del fuego varía en cuanto a su velocidad de avance y a la intensidad con la que desprende calor. Es necesario considerar estos aspectos para combatir el incendio, pues lo que el fuego hace se evidencia en las manifestaciones de su comportamiento.

Velocidad de propagación

La **velocidad de propagación** es el espacio recorrido por el frente del fuego durante un determinado tiempo. Se expresa en metros por segundo (m/s) o en kilómetros por hora (km/h).

Los principales factores que afectan la velocidad de propagación son los siguientes:

- Velocidad del viento.
- Pendiente de la ladera.
- Cambios en el tipo de combustible (de pasto a combustible grueso o de combustibles en superficie a combustibles aéreos).

La cabeza del incendio es la parte del incendio que se propaga de forma más activa y suele ser el tipo de propagación más difícil y peligroso para controlar. En algunas situaciones, la ignición de focos secundarios a grandes distancias puede afectar la velocidad de propagación, ya que el fuego encuentra partes quemadas, lo que reduce la velocidad del avance de la cabeza del incendio.

Intensidad lineal del incendio (intensidad calorífica)

La **intensidad lineal** del incendio (Kw/m) es la cantidad de calor que se libera en el frente de un incendio por unidad de longitud. También se puede definir como la potencia calorífica total por metro de amplitud del frente.

Los siguientes factores determinan la intensidad lineal del fuego:

- La carga de combustible.
- La compactación o disposición del combustible.
- El contenido de humedad del combustible.
- La pendiente y la velocidad del viento.

La **longitud de la llama** es la distancia máxima que existe entre la base y la punta de la llama. Se mide sobre un ángulo cuando las llamas están inclinadas, lo cual puede deberse a los efectos del viento o de la pendiente. Esta variable puede usarse como referencia de la intensidad del fuego.

La longitud suele medirse en metros y puede variar según las condiciones topográficas del terreno y según la forma de la masa forestal que esté incendiada.



La **altura de la llama** se refiere a la altura media de la llama medida sobre su eje vertical. Se usa para estimar el tamaño de la zona de seguridad necesaria; es decir, para determinar la distancia de separación entre los Bomberos y las llamas. Dicha distancia equivale al menos a cuatro (4) veces la altura de la llama máxima medida en suelo nivelado. Sin embargo, el calor colectivo del viento y los efectos del terreno podrían aumentar la distancia de separación necesaria. Cabe notar que, cuando las llamas estén inclinadas, la altura de la llama puede ser menor que la longitud de la llama.



Forma de propagación de los incendios forestales

En general, los incendios forestales pueden adquirir formas circulares o elípticas, pero lo más común es que presenten una forma irregular. Estas formas están determinadas principalmente por las condiciones meteorológicas (dirección y velocidad del viento), geográficas (pendiente y tipo de suelo) y ecológicas (variación en el tipo de combustible).

Forma de propagación	Descripción	Ejemplo
Incendio de forma circular	Se produce en terreno plano, con combustible homogéneo y sin viento. El frente del incendio avanza en todas direcciones desde la zona central hacia el exterior.	
Incendio de forma elíptica	Se caracteriza por la presencia de viento con una dirección predominante. Se quema combustible homogéneo y se propaga sobre terreno plano o sobre pendiente regular.	
Incendio de forma irregular	Se desarrolla bajo la influencia de viento (con variaciones de intensidad y dirección). Se quema combustible heterogéneo o se propaga en pendientes irregulares.	

Factores del comportamiento del fuego

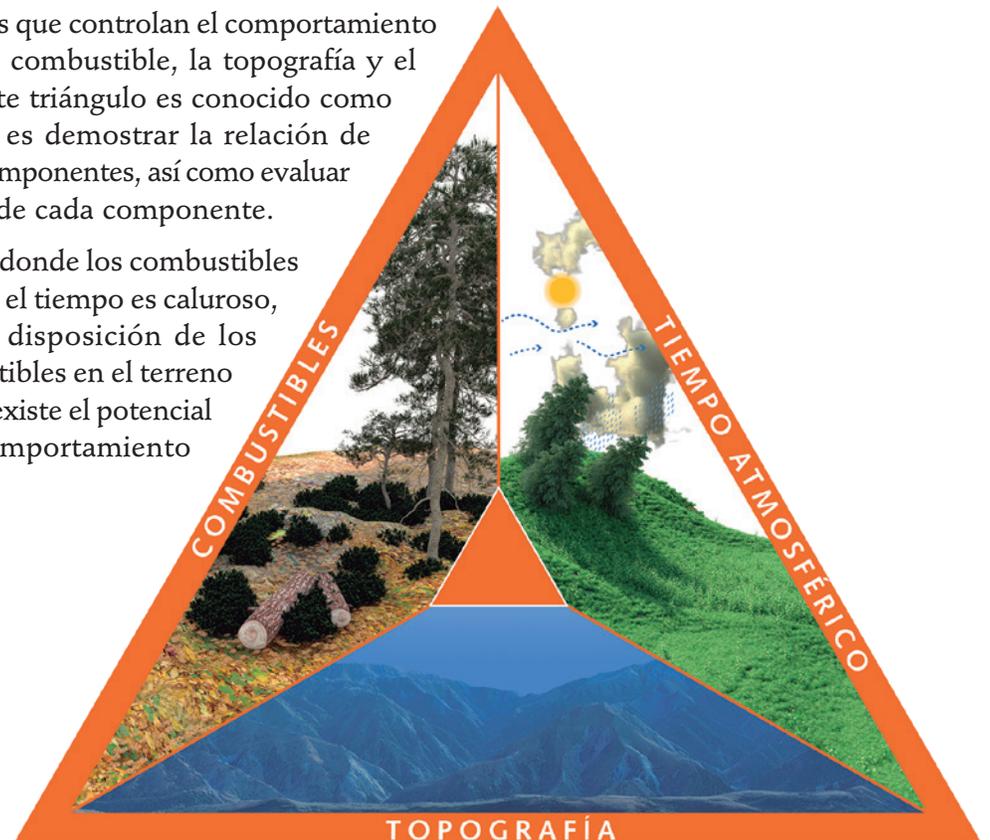
Objetivos específicos

- Nombrar los factores de la gran triada del comportamiento del fuego.
- Identificar las características del combustible que influyen en el comportamiento del fuego.
- Clasificar los tipos de combustible según su disponibilidad y distribución.
- Identificar las características básicas de la topografía y cómo afectan el comportamiento de los incendios forestales.
- Listar los efectos del viento en un incendio forestal.
- Identificar los factores atmosféricos que pueden influir en la velocidad de propagación, en la intensidad calórica y en la dirección que toma el fuego.
- Identificar indicadores visuales de una atmósfera estable y de una atmósfera inestable.

Introducción

Los tres (3) componentes que controlan el comportamiento de los incendios son el combustible, la topografía y el tiempo atmosférico. Este triángulo es conocido como la gran triada, y su fin es demostrar la relación de dependencia entre sus componentes, así como evaluar la importancia relativa de cada componente.

Por ejemplo, en un área donde los combustibles son abundantes y secos, el tiempo es caluroso, seco y con viento. La disposición de los vientos y de los combustibles en el terreno es favorable, por lo que existe el potencial de un incendio con comportamiento extremo.



Fuente: adaptado de USAID (2015).

Combustible

El **combustible forestal** está constituido por materiales vivos o muertos y se define como “toda materia vegetal presente en el ecosistema que posee la capacidad de encenderse y arde al ser expuesto a una fuente de calor” (Díaz *et al.*, 2013). Estos combustibles son el resultado del proceso natural de caída de hojas, acículas⁷ y ramas, así como de la producción natural de humus, aunque también se debe a actividades del hombre, por ejemplo, en los aprovechamientos⁸ forestales. Hay dos (2) tipos de combustibles forestales: el combustible vivo y el combustible muerto.

El **combustible vivo** corresponde a hierbas, hojas, ramas, arbustos, árboles y frutos, entre otros. Su contenido de humedad varía según la estación: alcanza su máximo de humedad en primavera o en estaciones lluviosas, y llega a su mínimo en la época seca. Esto coincide con las variaciones de disponibilidad de agua en el ambiente.



El **combustible muerto** corresponde a ramas caídas, hojas secas y desechos vegetales en los bosques o plantaciones forestales que ya no tienen actividad fisiológica propia (no tienen vida), y en los cuales los conductos donde antes circulaba la savia están vacíos. Estos espacios vacíos son fácilmente ocupados por el agua de una lluvia o por la humedad. Estos combustibles se comportan como una esponja, acelerando la velocidad de propagación cuando están secos, pero retardándola notablemente cuando están húmedos.



7 Hoja larga, muy delgada y puntiaguda.

8 Proceso forestal que consiste en el corte, extracción y arrastre de árboles.

Tipos de combustibles

Existen seis (6) grandes grupos de combustibles forestales:

1. Pasto.
2. Pasto-arbusto.
3. Arbustos.
4. Bosque/vegetación debajo del dosel.
5. Residuos del bosque.
6. Desechos de aprovechamiento/vegetación derribada por el viento.

En Chile se pueden encontrar diferentes tipos de vegetación (que varían entre regiones), por lo que es importante saber diferenciarlos. Se puede encontrar pajonales; vegetación esclerófila y andina; bosques caducifolios; bosques coníferos en la cordillera de Los Andes; bosques caducifolios subárticos; bosques siempreverdes; zonas de turberas; bosques subantárticos; y bosques caducifolios subantárticos. El comportamiento de los incendios en cada uno de estos tipos de vegetación es diferente debido a la disponibilidad de diferentes tipos de combustibles.

Algunos tipos de vegetación que se encuentran en Chile:



Pajonales.



Plantaciones.



Vegetación esclerófila y andina.



Bosques de ciprés.

Disponibilidad y distribución de los combustibles

Los combustibles también se pueden clasificar, según su distribución espacial, como subterráneos, superficiales o de copa.

- **Combustible subterráneo:** material orgánico que se encuentra bajo la hojarasca. Incluye raíces, turba⁹ u otro material que se encuentre enterrado.
- **Combustible superficial:** es la vegetación que se encuentra sobre la hojarasca o mantillo¹⁰. Algunos de estos combustibles incluyen troncos muertos, ramas, arbustos, pastizales y árboles jóvenes, entre otros. Este combustible se puede encontrar desde el nivel del suelo y hasta los 1,5 metros de altura.
- **Combustible de copa o aéreo:** son aquellos combustibles que no están en directo contacto con el suelo (es decir, que están sobre 1,5 metros sobre el suelo). Esta clase de combustible incluye los niveles superiores de los bosques, como las copas.



Tipos de combustibles forestales según distribución.

Fuente: adaptado de CONAF (s. f. a).

Características de los combustibles

Las siguientes características específicas de los combustibles afectan el comportamiento de los fuegos forestales:

- Carga de combustible.
- Tamaño y forma.
- Compactación.
- Continuidad horizontal y vertical.
- Contenido químico.

⁹ Material orgánico de color pardo y rico en carbono.

¹⁰ Capa superior del suelo.

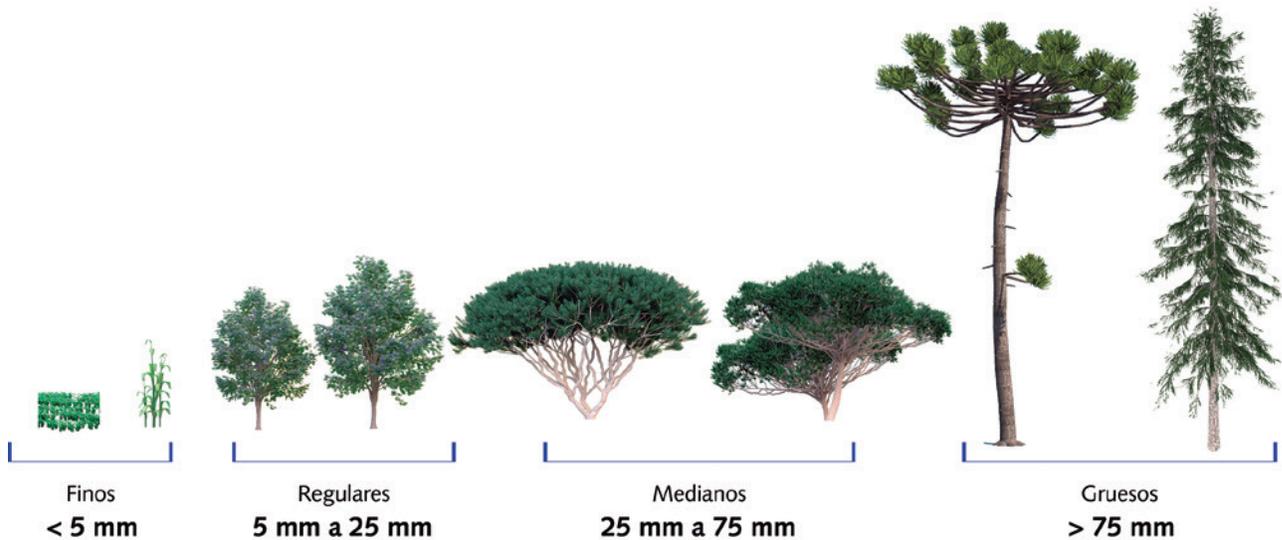
La **carga de combustible** se refiere a la cantidad de combustible disponible presente (fitomasa), la cual permite caracterizar la combustibilidad de una zona. La combustibilidad se determina por el peso seco total del combustible por unidad de superficie. Habitualmente los pastos y arbustos presentan una cantidad que oscila entre 1 y 10 ton/Ha, y los matorrales presentan cantidades entre 10 y 20 ton/Ha.

La cantidad de combustible se puede clasificar de tres (3) maneras:

- **Cantidad total:** toda la fitomasa presente que se quemara en un fuego muy intenso, y en condiciones de máxima sequía.
- **Cantidad disponible:** es la cantidad de combustible consumida realmente en un incendio. La cantidad disponible se ve influida por el contenido de humedad del combustible y por su distribución espacial. La humedad del combustible se relaciona con la inflamabilidad, mientras que la distribución espacial se relaciona con la transmisión de calor.
- **Cantidad restante:** corresponde a la fracción de combustible que previsiblemente no arderá por diversas razones, como, por ejemplo, el contenido de humedad, la disposición espacial (que impida a las llamas alcanzarlos) o un gran tamaño.

A menor tamaño y forma del combustible, más rápido se pierde la humedad debido al calor, y más fácilmente se alcanzará la temperatura de ignición:

- **Combustibles finos:** hasta 5 mm de diámetro. Pueden ser hojarascas, pasto o acículas.
- **Combustibles regulares:** de 5 a 25 mm de diámetro. Son las ramillas, los tallos pequeños, etc.
- **Combustibles medianos:** de 25 a 75 mm de diámetro. Pueden ser ramas o algunos tipos de matorrales.
- **Combustibles gruesos:** de diámetros mayores a 75 mm. Son ramas gruesas, fustes¹¹, troncos, etc.



Clasificación de combustibles vegetales según tamaño y forma.

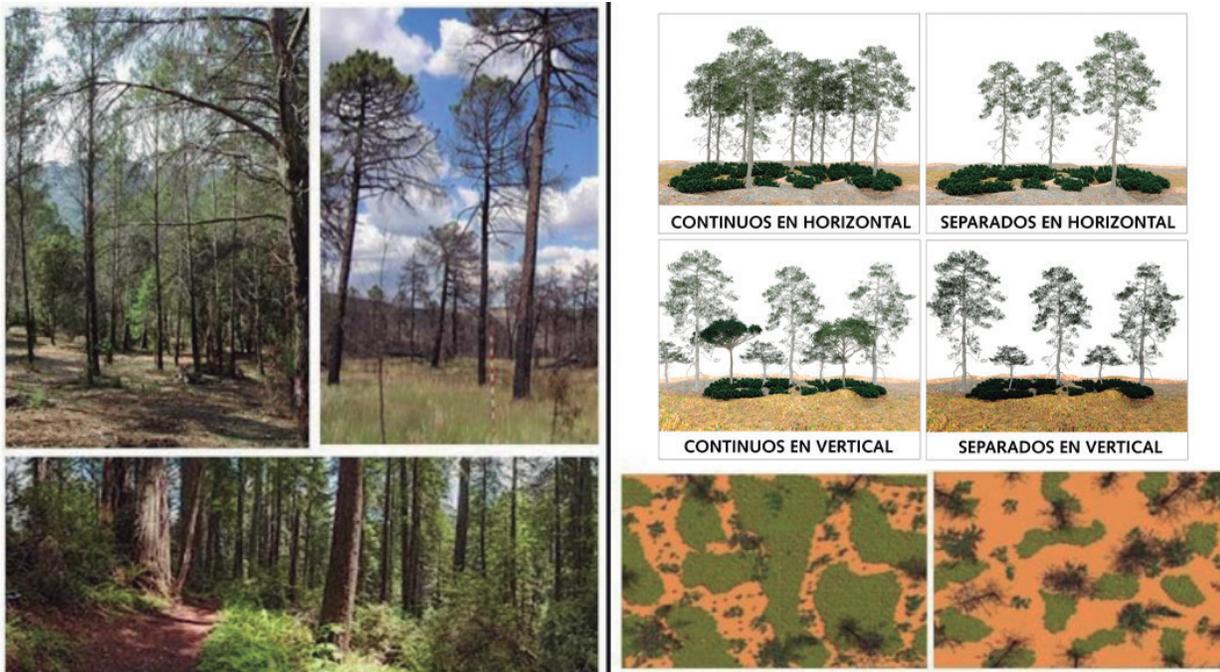
Fuente: adaptado de CONAF (s. f. a).

¹¹ Tronco de árbol de tamaño considerable.

La **compactación** se refiere al espacio disponible entre las partículas del combustible. Mientras más espacio hay entre las partículas, más rápido circula el aire; esto hace que se seque antes el combustible y que se incremente la velocidad de propagación del fuego.

Asimismo, otro factor importante en los incendios forestales es la **continuidad de los combustibles**, que se define como la cercanía entre los combustibles. Se distinguen dos (2) formas de continuidad:

- **Continuidad horizontal:** es la distribución del combustible vegetal en el plano horizontal. El grado de continuidad de masa vegetal puede ser muy variado, pero en general puede clasificarse como uniforme (o continuo) y no uniforme (o discontinuo). Esta continuidad influye en la dirección y la velocidad de un posible incendio.
- **Continuidad vertical:** es la distribución del combustible en el plano vertical. Influye en la posibilidad de que un incendio de superficie pase a ser un incendio de copa o aéreo.



La **densidad** es una propiedad física directamente relacionada con la dureza, el peso y la resistencia de la madera. En los incendios forestales, la densidad juega un papel importante, ya que se relaciona con la conductividad térmica. Las maderas densas, a pesar de que tardan más en arder, arden con más intensidad que las maderas menos densas. Por ejemplo, para encenderse, un roble requiere absorber más calor que una madera liviana, como la del pino.

Respecto al **contenido químico** de los combustibles, los tejidos de los vegetales están constituidos fundamentalmente por celulosa, hemicelulosa y lignina. Algunos combustibles contienen también otros compuestos, como ceras, resinas, terpenos, aceites, etc., que influyen notablemente en la inflamabilidad, ya que consiguen que los combustibles estén disponibles para arder en condiciones que, de no contener dichos compuestos, no arderían. La presencia de estas sustancias químicas hace que, en general, aumente la velocidad de propagación y la intensidad lineal del fuego.

El **contenido de humedad** también es decisivo para la inflamabilidad, ya que mientras haya agua en el combustible, la reacción se mantendrá en fase endotérmica¹². Cabe destacar que el contenido de humedad es diferente en combustibles vivos y combustibles muertos.

Otra característica a considerar es el tiempo de retardo, que es el tiempo que tarda un combustible muerto en equilibrar su contenido de humedad con la humedad relativa del ambiente. El tiempo de retardo se mide en horas y depende de la superficie de contacto con el aire; por lo tanto, también depende de la forma del combustible y de su tamaño.

- **De 1 hora:** menor a 6 mm de diámetro (hierbas, pinochas¹³ y hojas).
- **De 10 horas:** de 6 mm a 2,5 cm de diámetro (ramas pequeñas).
- **De 100 horas:** de 2,5 a 7,5 cm de diámetro (ramas mayores, restos de podas, etc.).
- **De 1000 horas:** de 7,5 a 20 cm de diámetro (cepas y troncos de árboles).

Topografía

La **topografía** es la configuración de la superficie de la tierra. Esto incluye su relieve, la disposición de sus características naturales y las alteraciones provocadas por el ser humano.

La topografía es el factor más constante de los tres (3) componentes del comportamiento de un incendio. Sin embargo, las características topográficas pueden variar enormemente con la distancia. La topografía, más que actuar por sí misma, influye en los otros dos (2) factores (el combustible y el tiempo atmosférico).

Entre los factores topográficos están la pendiente, la altitud (o *elevación*), la exposición y el relieve (o *configuración*).

Pendiente

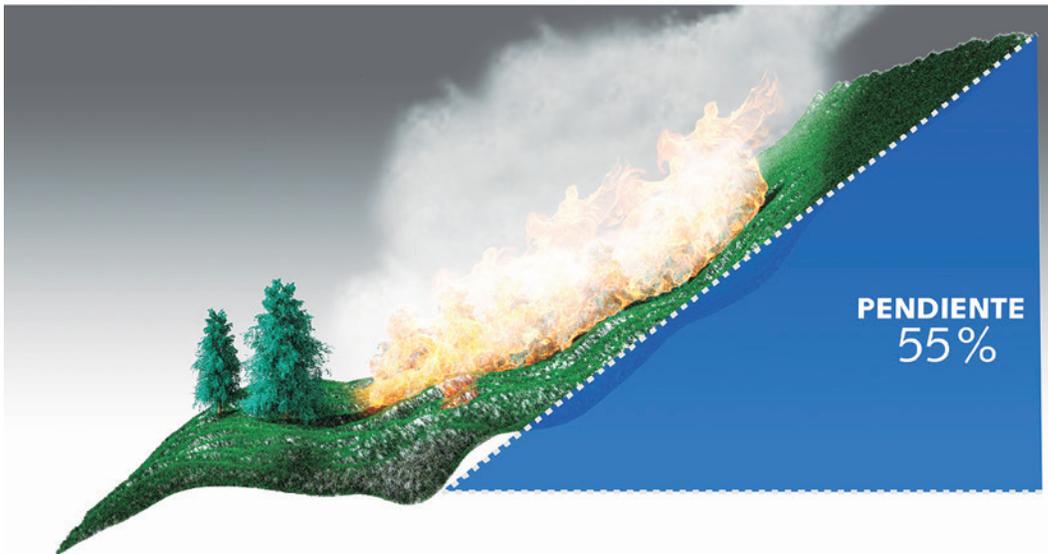
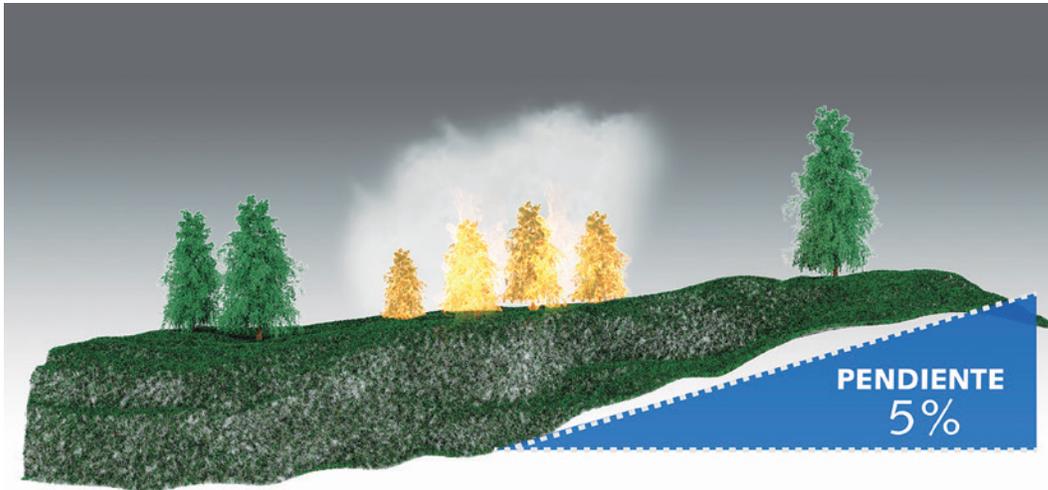
La **pendiente** representa el grado de elevación o inclinación que tiene la ladera de un cerro en relación al terreno plano. La ladera es el terreno y la pendiente es la inclinación; por lo tanto, es correcto decir que se camina subiendo o bajando por la ladera, y es incorrecto decir que se camina subiendo o bajando por la pendiente.

La pendiente tiene una gran influencia en los incendios, ya que favorece la continuidad horizontal y vertical de los combustibles. Los efectos de la pendiente y el viento son similares, pero se diferencian en la forma en que influyen sobre la velocidad de propagación. Normalmente la pendiente se calcula en grados o en porcentaje.

Los incendios se propagan más rápido cuesta arriba que cuesta abajo. Mientras más pronunciada sea la pendiente, más rápido avanzará el fuego.

¹² Absorción de la energía en forma de calor.

¹³ Hojas del pino. También se conocen como *acículas*.



Influencia de la pendiente en la propagación de un incendio forestal.
Fuente: adaptado de USAID (2015).

En los incendios que bajan por ladera pueden rodar pavesas, las cuales pueden iniciar focos secundarios más abajo, dejando encerrado al personal.

Altitud o elevación

Se denomina **altitud** a la distancia vertical que existe entre cualquier punto de la tierra en relación al nivel del mar.

La altitud influye tanto en el combustible como en el tiempo atmosférico:

- **A mayor altitud, menor cantidad y continuidad de combustible**, pues la vegetación encuentra condiciones poco favorables para vivir. Las especies vegetales, además, son distintas a las de menor altitud, y son más pequeñas. En lugares de menor altitud hay más combustible.
- **A mayor altitud, menor temperatura y mayor probabilidad de precipitación y nieve**. Esto se suma a una menor cantidad de oxígeno en el aire, lo cual retarda la combustión y la propagación del fuego.



Exposición

La **exposición** es la orientación que tiene una ladera respecto al sol. Las laderas de exposición norte miran hacia el norte y reciben la radiación solar en forma directa. Por lo tanto, las laderas de exposición norte son más secas y tienen menos combustibles, y sus combustibles presentan menor continuidad.



Las laderas de exposición sur miran hacia el sur y reciben luz del sol en forma tangencial o no la reciben durante varias horas al día; por eso tienen más combustibles y son más húmedas.

Relieve o configuración

El relieve está dado por la alternancia de lugares planos, colinas, cerros y montañas. El relieve tiene influencia en el viento, modificándolo y originando vientos locales. En terrenos planos el viento sopla sin obstáculos, mientras que en un relieve abrupto o quebrado el viento es modificado en velocidad y dirección, y además se originan vientos locales propios del área, como, por ejemplo, vientos de ladera.

En Chile existen grandes unidades de relieve. Dispuestas de oeste a este, estas unidades son las siguientes:

- Planicies litorales.
- Cordillera de la costa.
- Depresión intermedia.
- Cordillera de Los Andes.

Tiempo atmosférico

Las condiciones del tiempo atmosférico son el componente más variable del comportamiento del incendio. Las variables pueden modificarse rápidamente debido a los cambios en las masas de aire, según el ciclo diurno (día y noche) y en relación a efectos locales, como la topografía. Además, las condiciones del tiempo cambian en espacio, por lo que no se experimentan las mismas condiciones en diferentes partes del incendio. Algunas de las variables meteorológicas son el viento, la temperatura, la humedad relativa y la estabilidad. Estas variables influyen en la velocidad de propagación, en la intensidad calórica y en la dirección que toma el incendio.

Viento

El **viento** es el aire en movimiento. Es el factor meteorológico más importante y de mayor influencia en el comportamiento del fuego, y es también el factor más cambiante e impredecible.

El viento tiene una velocidad (expresada generalmente en kilómetros por hora) y una dirección. Los vientos se denominan según el punto cardinal de donde provienen. Así, un viento sur viene del sur (S) y va hacia el norte (N), y un viento suroeste viene del suroeste (SO) y va hacia el noreste (NE).

Los vientos se clasifican como vientos generales y vientos locales:

- **Vientos generales:** son de muchos tipos. Algunos soplan en grandes extensiones de la tierra en forma más o menos constante y acostumbrada, y se producen por masas de aire frío que reemplazan a masas de aire caliente, que ascienden. En el caso de Chile, el viento de verano sopla en las tardes desde el Océano Pacífico hacia el interior. Otro caso es el viento llamado puelche, que baja desde la cordillera de Los Andes, es cálido y sopla por varios días en regiones centrales del país.
- **Vientos locales:** soplan en pequeñas áreas y se originan por las características del terreno. En relación al comportamiento del fuego son muy importantes los vientos de ladera, que, en el día, y particularmente en las tardes, ascienden por las laderas al estar más calientes, y que en el atardecer y en la noche son descendentes, al haberse enfriado. Los vientos ascendentes, llamados *del valle*, favorecerán la propagación del fuego ladera arriba, creando corrientes de calor transmitido por convección. El viento que desciende por la ladera, llamado *cumbre*, hace que el incendio baje en la noche a las partes planas. Otros vientos locales se originan en quebradas o cañones estrechos, portezuelos y puntillas, entre otros. Cabe destacar que un incendio forestal, cuando es de gran magnitud, va a crear sus propios vientos locales.

El viento tiene los siguientes **efectos en un incendio forestal:**

- Orienta el fuego en su propia dirección.
- Aumenta el secado de combustible, especialmente cuando es un viento fuerte, seco y de alta temperatura.
- Acelera la combustión, aportando oxígeno para reemplazar al que ya se ha consumido.
- Levanta y transporta pavesas, las cuales originan focos más adelante del incendio, acelerando la propagación del fuego.
- Acuesta las llamas y las acerca al combustible de más adelante, favoreciendo la transmisión de calor por convección, y acelerando la combustión y la propagación.

Temperatura del aire

La **temperatura del aire** es la cantidad de calor contenido en el aire. Es el producto de los rayos del sol que se reflejan en la corteza de la tierra y que calientan el aire en contacto con ella. Se mide con un termómetro y se expresa en grados centígrados.

La temperatura es un factor estacional que alcanza valores máximos en la estación seca o en el verano. También presenta variaciones diarias; el periodo más fresco y húmedo del día se registra de madrugada, y la temperatura máxima se registra por la tarde, pero esto varía según el país.

La radiación directa del sol afecta la temperatura de los combustibles y la temperatura de la tierra. También la temperatura del aire cerca de la tierra sube y baja a causa del contacto con los combustibles y con la tierra, por lo que entre más elevada es la temperatura, más baja es la humedad del ambiente y, por lo tanto, los combustibles forestales pierden mucha agua, secándose rápidamente, lo que hace que ardan con facilidad.

Humedad relativa

La **humedad relativa** es la cantidad de vapor de agua que contiene el aire. Se expresa en porcentaje (%) y puede variar desde 1% (muy seca) hasta 100% (muy húmeda). Cuando es baja, es un indicador de alto peligro en los incendios, pues afecta directamente la humedad de los combustibles muertos y finos, que estarán más disponibles a arder; en consecuencia, el comportamiento del fuego será más intenso.

La humedad relativa alcanza sus valores más altos en la mañana y al atardecer, y llega a sus valores más bajos al mediodía. Como regla general, un incendio arderá con mayor intensidad a mediodía, cuando la humedad relativa esté en su punto más bajo y la temperatura del aire esté en su punto más alto.

Se deben tener en cuenta los siguientes aspectos respecto a la humedad relativa en los incendios forestales:

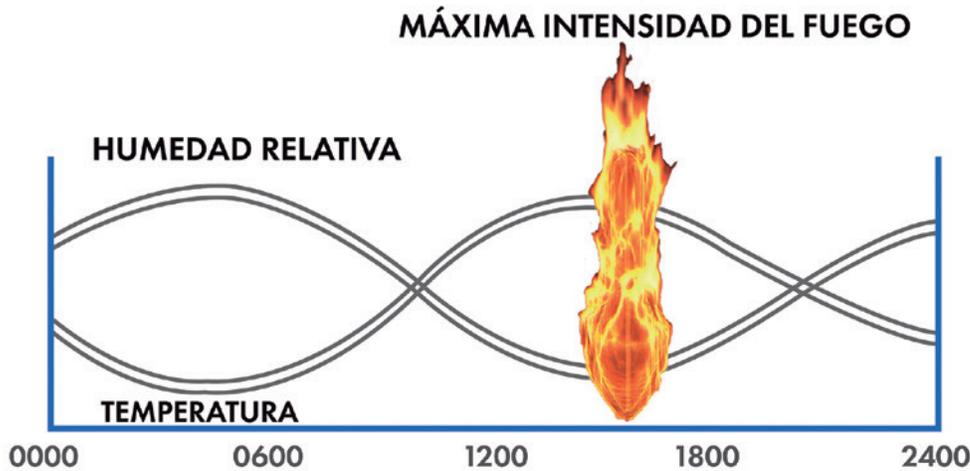
- La cantidad de humedad que el combustible puede absorber o liberar del aire depende de la humedad relativa.
- El combustible ligero, como el pasto o grama¹⁴, pierde humedad rápidamente con los cambios de humedad relativa.
- Los combustibles pesados (como troncos o ramas pesadas) responden a los cambios de la humedad relativa mucho más lentamente.
- El personal operativo puede regularmente ver o sentir la mayoría de los cambios en la humedad relativa; los cambios que no pueden sentirse o verse pueden tener un impacto significativo en el comportamiento del fuego.
- Los valores de la humedad relativa para el comportamiento del fuego extremo varían a través del tiempo y según la localidad, y son diferentes para cada tipo de combustible.

14 Césped.

Relación entre la temperatura y la humedad relativa

La temperatura y la humedad relativa tienen una relación inversamente proporcional:

- Cuando la temperatura aumenta, la humedad relativa disminuye.
- Cuando la temperatura disminuye, la humedad relativa aumenta.



Cuando los niveles de humedad son bajos (inferiores a un 40%), su efecto es similar al de las altas temperaturas. Esto contribuye a reducir el contenido de humedad de la vegetación (disminuye la humedad de equilibrio), lo que a su vez influye en la disminución del nivel de energía exterior necesaria para provocar la ignición. Es muy importante que el Bombero monitoree rutinariamente las tendencias de la temperatura y la humedad relativa con su estuche meteorológico portátil.

Estabilidad atmosférica

La **estabilidad atmosférica** se define como el equilibrio estable o indiferente en la atmósfera; es decir, es cuando una masa de aire se resiste a moverse. La estabilidad está directamente relacionada con la distribución de la temperatura de la atmósfera.

La temperatura y la estabilidad de la atmósfera varían constantemente con el tiempo (día a día o estación a estación) y la ubicación, y también varían de una capa a otra de la atmósfera.

La estabilidad atmosférica representa la facilidad o dificultad que tiene una porción de aire para ascender por la atmósfera. Ello determinará si la atmósfera es estable o inestable.

Una **atmósfera estable** se define como una atmósfera que resiste el movimiento vertical. En una atmósfera estable, el calor intenso de un incendio genera movimiento vertical cerca de la superficie, pero el movimiento vertical sobre la superficie es debilitado tanto por las corrientes entrantes de aire a niveles bajos como por la intensidad del incendio.



En el contexto de los incendios forestales, existen **indicadores visuales** que pueden dar pistas sobre la estabilidad de la atmósfera; para percibirlos hay que tener en consideración que el aire estable resiste el movimiento vertical. Una atmósfera estable se puede identificar por los siguientes factores:

- Nubes en capas.
- Nubes tipo estratos.
- Columna de humo que se desvía después de subir un poco.
- Poca visibilidad debido al humo, neblina o bruma.
- Capas de neblina.
- Vientos constantes.

En cambio, una **atmósfera inestable** se define como una atmósfera que ayuda o promueve el movimiento vertical del aire. Cuando la atmósfera es inestable, los movimientos verticales del aire aumentan, contribuyendo al aumento de la actividad del fuego. Esto se debe a los siguientes factores:

- Permite que las columnas convectivas alcancen grandes alturas, produciendo fuertes ráfagas de vientos descendentes y ráfagas ascendentes convectivas.
- Aumenta el lanzamiento de pavesas por las rachas de vientos ascendentes.
- Aumenta el acontecimiento de remolinos de polvo y remolinos de fuego.
- Aumenta el potencial de ráfagas de vientos en la superficie.

También existen **indicadores visuales de una atmósfera inestable**:

- Las nubes crecen verticalmente y el humo sube a grandes alturas.
- Ráfagas de viento.
- Buena visibilidad.
- Remolinos de polvo y fuego.



Comportamiento extremo en un incendio forestal¹⁵

Objetivos específicos

- Definir *comportamiento extremo*.
- Identificar las características y los indicadores del comportamiento extremo.
- Identificar las etapas de un incendio de copas.
- Identificar situaciones sorprendidas en los incendios forestales con comportamiento extremo.

Cada incendio evoluciona o progresa de forma distinta según el ambiente en el que surge. Así, los cambios que a lo largo del espacio o del tiempo se producen en el comportamiento del fuego se deben a las variaciones en los distintos componentes de su entorno de desarrollo.

El **comportamiento extremo** se define como el conjunto de manifestaciones físicas del fuego que se expresan de forma violenta, errática e imprevisible durante un incendio forestal. El comportamiento extremo surge en función de la combinación de los tres (3) factores del comportamiento del fuego: topografía, combustible y tiempo atmosférico.

El fuego con comportamiento extremo suele presentar una o varias de las siguientes características:

- Alta velocidad de propagación y gran intensidad en el frente de llamas.
- Coronamiento (propagación del incendio a través de las copas de los árboles).
- Fuerte capacidad de generación de focos secundarios.
- Presencia de grandes remolinos de fuego.
- Columna convectiva de gran desarrollo.



¹⁵ El contenido de esta lección se elaboró, en parte, en base al curso "Herramientas para la prevención y actuación de incendios en la interfaz urbano-forestal", de la Oficina de Asistencia para Desastres en el Extranjero (OFDA) de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID).

Denominadores comunes del comportamiento extremo

Según la National Wildfire Coordinating Group (NWCG, 2006) existen cuatro (4) denominadores comunes del comportamiento del fuego en incendios fatales y casi fatales. Estos son:

- Presencia de incendios relativamente pequeños o zonas engañosamente tranquilas en un incendio grande.
- Combustibles livianos, como pastos, hierbas y matorrales poco espesos.
- Cambios inesperados en la dirección del viento o un aumento en su velocidad.
- Condiciones topográficas que conducen a la propagación cuesta arriba.

Estos cuatro (4) denominadores comunes subrayan el concepto de **alineación**; es decir, cuando los componentes de un incendio (combustible, topografía y factores atmosféricos) interactúan de tal manera que crean condiciones óptimas para el comportamiento extremo del fuego. Los denominadores mencionados caracterizan aquellos incendios que son relativamente benignos o rutinarios, pero que de repente se vuelven sumamente peligrosos.

Indicadores del comportamiento extremo del fuego

También se deben considerar los siguientes indicadores del comportamiento extremo del fuego:

- Emisión de pavesas y producción de focos secundarios.
- Incendios de copas.
- Remolinos de fuego.
- Incendios explosivos.
- Tormentas de fuego.

Emisión de pavesas y producción de focos secundarios

Las **pavesas** son restos de material vegetal ardiente que son elevados por el flujo ascendente de las masas de aire caliente de la columna de convección y proyectados más allá del frente de llamas. Al caer sobre combustible fino, las pavesas generan focos secundarios. Este fenómeno se incrementa especialmente con la presencia de viento. La emisión de focos secundarios puede ser de corto o largo alcance.



Foco secundario.



Emisión de pavesas.

Incendios de copas

Los **incendios de copas** son la combustión del dosel arbóreo. Normalmente la combustión es intermitente, y toma la forma de ráfagas violentas con propagación errática y en distintas direcciones. Son extremadamente peligrosos y difíciles de combatir.



Los incendios de copas presentan una progresión dinámica que se caracteriza por tres (3) etapas, las cuales se definen según su dependencia del fuego de superficie:

- Incendios de copas pasivos.
- Incendios de copas activos.
- Incendios de copas independientes.

Etapas 1

Incendios de copas pasivos: en un incendio de copas pasivo las llamas envuelven completamente un árbol, o, como mucho, unos pocos árboles. Esta etapa transporta el fuego desde la superficie hasta el nivel de las copas.

**Etapas 2**

Incendios de copas activos: en un incendio de copas activo la llama que consume las copas es continua y avanza al mismo ritmo que el fuego de superficie. En esta etapa el fuego en el dosel depende del calor del fuego de superficie para seguir propagándose.

La transferencia de calor se produce entre árboles individuales o las copas de los arbustos conforme el fuego se propaga a través de los combustibles aéreos. Si el incendio de superficie antecede al fuego de copas, el

fuego de superficie precalienta y enciende los combustibles en lo alto. En cambio, si el fuego de copas se adelanta al fuego de superficie, puede prender incendios secundarios que encienden más combustibles de superficie y aéreos.

**Etapas 3**

Incendios de copas independientes: un incendio de copas independiente avanza exclusivamente en las copas de los árboles; es decir, sin la ayuda de un incendio de superficie. En los incendios de copas independientes el proceso de combustión y los mecanismos de transferencia del calor ocurren en los combustibles aéreos y no requieren la energía de un fuego de superficie para mantener la combustión o el movimiento.



Remolinos de fuego

Los **remolinos de fuego**, también llamados *tornados de fuego* o *torbellinos de fuego*, se producen cuando chocan dos (2) corrientes de aire con distinta temperatura, haciendo rotar la columna de aire ascendente a gran velocidad y en forma de embudo alargado. Usualmente sus dimensiones van de 10 a 50 metros de alto. Sin embargo, bajo una condición de comportamiento extremo, el ancho de un remolino de fuego puede ser incluso mayor, su altura puede alcanzar varios centenares de metros y su velocidad puede sobrepasar los 100 km/h.



Incendios explosivos

Los **incendios explosivos** son la combustión simultánea de una importante superficie de vegetación que ha sido precalentada y secada por la acción del fuego. Esto se manifiesta como un estallido de flama y un rápido ascenso convectivo de la masa de aire caliente; es decir, se presenta como un incremento violento y repentino del nivel de energía. En la literatura norteamericana los incendios explosivos se conocen como *blow up*.



Tormentas de fuego

Las **tormentas de fuego** se producen por la interacción de dos o más frentes de llamas de gran extensión que se atraen mutuamente. La alta emisión de energía calórica llega a afectar a las capas superiores de la atmósfera, provocando violentos intercambios de masas de aire por diferencia de temperaturas.

Estos frentes de llamas terminan violentamente formando un solo frente, y generan su propio clima de fuego. Un ejemplo chileno es el incendio “Las Máquinas” del año 2017 en la Región del Maule.



Situaciones sorprendidas en los incendios forestales con comportamiento extremo

Determinadas situaciones, además de ser imprevistas, pueden generar accidentes a nivel colectivo, como el colapso de la columna de convección, la rotura del cinturón térmico o las deflagraciones.

Colapsos de la columna de convección

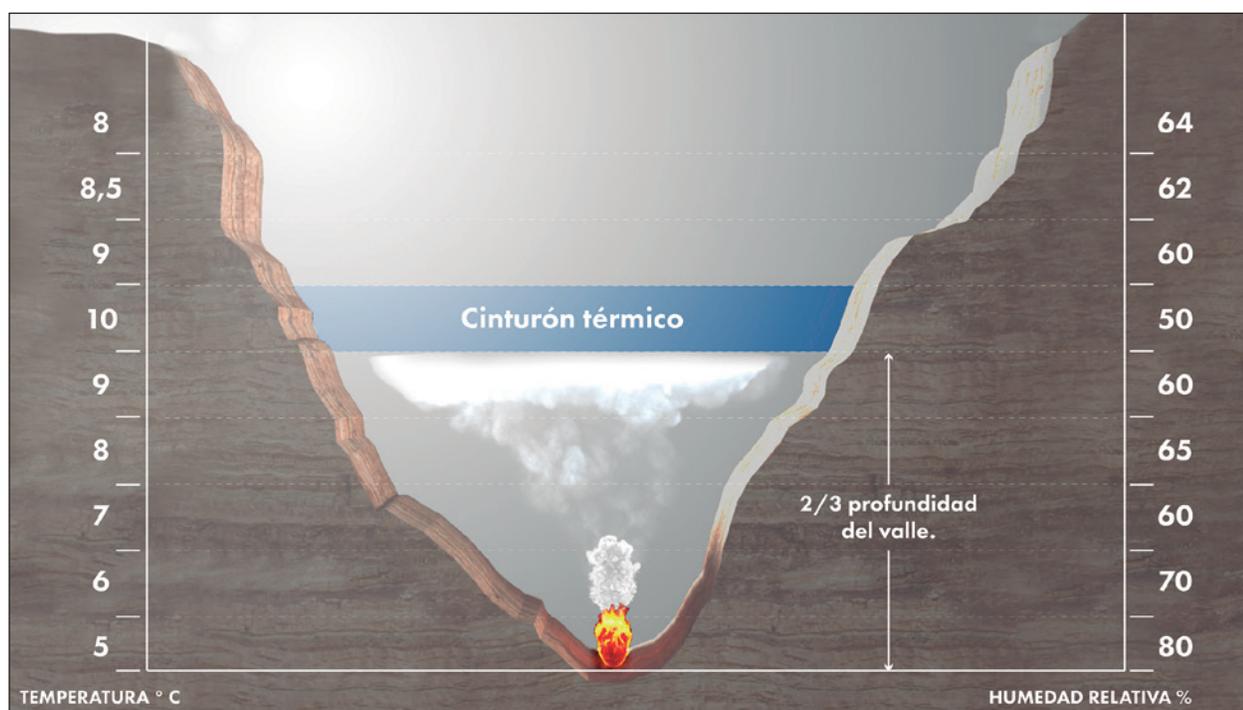
Se habla de un **colapso de la columna de convección** cuando la masa de combustible ardiente no es capaz de mantener el flujo de calor hacia las partes altas de la columna, produciéndose enfriamiento y condensación de la humedad circundante. A causa de esto la columna se desploma a gran velocidad, y al chocar con el terreno dispersa en todas direcciones el material incandescente, generando múltiples focos



secundarios y pudiendo atrapar al contingente de respuesta. Momentos previos al desplome puede sentirse un aire frío y una leve llovizna sobre el área.

Rotura del cinturón térmico

En los valles y en las regiones montañosas es común que se forme una capa de aire caliente sobre la zona del incendio. Esta capa de aire, llamada **cinturón térmico**, impide el ingreso de aire fresco a menor altitud. La poca disponibilidad de oxígeno provoca un aletargamiento de la combustión y un presecado de la vegetación fina durante la noche. Cuando llega el día, los rayos del sol penetran la capa de aire caliente y equilibran las temperaturas en el perfil vertical, lo que produce la rotura del cinturón y el ingreso masivo de aire rico en oxígeno; esto acelera el proceso de combustión, y abarca toda el área que estuvo precalentándose y secándose por la noche. La rotura del cinturón térmico suele ser violenta y ha sido la causa de innumerables accidentes fatales.



Deflagración

En el contexto de los incendios forestales, se habla de **deflagración** cuando el fuego se propaga a una velocidad superior a 1 metro por segundo, con llama baja y sin explosión. Normalmente la deflagración se manifiesta en trazos cortos, lo que le da el carácter de pulsos de propagación. La deflagración se presenta cuando la humedad de los combustibles finos y muertos es extremadamente baja (inferior a 3%).

Consideraciones para abordar los incendios forestales con comportamiento extremo

Al enfrentar un incendio forestal con comportamiento extremo se debe pronosticar el comportamiento del fuego y dimensionar los recursos necesarios para contenerlo. En ese sentido se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Estar consciente del alcance de control de los recursos.
- Adoptar decisiones dentro de un sistema de planificación donde se recojan las experiencias diarias.
- Evitar improvisaciones e insuficiencias en la implementación.
- Disponer de un buen sistema de prognosis y monitorear permanentemente las variables meteorológicas.
- Identificar con claridad los objetivos y blancos de ataque.
- Disponer una óptima coordinación de los medios aéreos.

Asimismo, la seguridad del personal de respuesta juega un papel clave en la planificación del control de los incendios forestales. Para resguardarla es necesario tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- El Comandante del Incidente debe revisar detenidamente el plan de seguridad y los mensajes de seguridad para el personal.
- El Oficial de Seguridad debe ubicar correctamente a los observadores de campo para monitorear el incendio y asegurarse de que el personal esté cumpliendo con los procedimientos básicos de seguridad.
- El Jefe de Operaciones debe asegurarse de que exista comunicación con todos los líderes en terreno.

Además, todo el personal debe cumplir con las siguientes tareas relacionadas con la seguridad en el lugar donde se encuentre:

- Estar atentos y conscientes de aquellas características específicas de la vegetación que pueden derivar en un comportamiento extremo del fuego, como la continuidad de los combustibles finos, la presencia de carga de combustible muerto y el espaciamiento entre copas y árboles muertos en pie, entre otras.
- Estar atentos a determinadas condiciones atmosféricas: humedad relativa por debajo del 25%, temperatura por sobre los 30 °C y viento por sobre los 20 km/h (nubes lenticulares¹⁶, movimiento rápido de nubes en altura, etc.).
- Monitorear la alineación de la propagación del fuego con respecto a la ladera insolada, al viento y a la pendiente.
- Identificar rutas de escape y zonas de seguridad evaluadas y aprobadas.
- Observar el frente de avance del fuego y la forma de propagación.

¹⁶ Es decir, nubes con forma de lente, o de lenteja. Indica la presencia de corrientes ascendentes.

Herramientas manuales, material mayor, maquinarias y aeronaves en la extinción de incendios forestales

Objetivos específicos

- Nombrar las acciones necesarias para romper el triángulo del fuego mediante el uso de herramientas y equipos.
- Identificar los tipos de herramientas y equipos utilizados en el control de los incendios forestales.
- Identificar las normas para el mantenimiento preventivo de las herramientas.
- Identificar las medidas de seguridad necesarias al trabajar con maquinaria.
- Identificar las medidas de seguridad que debe tener en cuenta el Bombero cuando se están haciendo descargas de agua.

Introducción

En un incendio forestal se pueden encontrar diferentes tipos de combustibles. Así, para extinguir el incendio el Bombero debe tomar en cuenta los elementos de la gran triada (combustibles, tiempo atmosférico y topografía), ya que de esta manera podrá identificar qué herramientas, equipos, maquinarias y carros bomba son los más efectivos para determinada situación.

Un incendio se produce cuando los elementos del triángulo del fuego (combustible, oxígeno y calor) se presentan en la cantidad necesaria. Para extinguirlo hay que romper el triángulo eliminando uno de sus elementos o alterándolos. Debido a esto, es necesario que las acciones de extinción de un incendio forestal estén enfocadas en el uso de herramientas en base a métodos de combate.

Acciones básicas para romper el triángulo del fuego

Acciones sobre el oxígeno

Existen dos acciones con las cuales se puede eliminar el oxígeno del triángulo del fuego.

Una forma es por **sofocación**. El uso de ramas fue tradicionalmente la manera más rústica y simple de aplicar esta técnica; mediante el golpeo se desplaza el aire, reduciendo así el oxígeno disponible, o bien se dispersa el combustible, lo que evita la emisión de gases inflamables. Los actuales batefuegos son la evolución técnica de las improvisadas ramas, superando a estas en eficacia, ergonomía y seguridad. Otra forma de desplazar el oxígeno es lanzando tierra a la base de la llama.



Sofocación con tierra.



Sofocación con herramienta.

Otra opción es por **desplazamiento** del oxígeno; esto ocurre cuando se utiliza agua como método de extinción. Se debe usar el cono de poder (también llamado *cono de lluvia* o *cono difuso*), ya que el alcance del chorro permite aumentar la humedad relativa del aire y así desplazar el oxígeno.



Acciones sobre el calor

Para absorber el calor de los combustibles se utiliza principalmente agua sobre el fuego. Otro método es cubrir el combustible con tierra, pero esta tiene una baja capacidad de enfriamiento.



Acciones sobre el combustible

La permanente presencia de oxígeno y la frecuente falta de disponibilidad de agua para combatir un incendio hace que las acciones estén enfocadas al ataque del combustible. Existen cuatro (4) acciones para atacar este elemento:

1. Eliminar la continuidad del combustible subterráneo o superficial. Se extrae y corta la vegetación raspando y cavando el terreno hasta ver solo tierra sin raíces, o hasta el suelo mineral.



2. Aumentar el contenido de humedad. El agua tiene un rol fundamental, ya que absorbe el calor del combustible y reduce su temperatura al momento de la combustión.



3. Cubrir el combustible con una mezcla de agua con un producto químico (espuma o retardante) lanzada desde aviones o helicópteros cisternas.



4. Eliminar el combustible con fuego controlado.



Herramientas y equipos

Las herramientas y equipos se utilizan principalmente en la construcción de líneas y en operaciones de control y liquidación. Para su uso se requiere de habilidad y destreza, y cada herramienta o equipo necesita un cuidadoso mantenimiento para asegurar un trabajo seguro y efectivo.

La efectividad en el uso de las herramientas manuales o de algunos equipos motorizados depende de los siguientes factores:

- El conocimiento que se tenga de las herramientas o equipos.
- La habilidad para usarlos apropiadamente.
- El mantenimiento que se les dé.

Incluso la herramienta más valiosa es poco útil si se usa mal o si no está en las mejores condiciones al momento de usarla por falta de un adecuado mantenimiento.

Características a tomar en cuenta al seleccionar herramientas y equipos

Al elegir las herramientas y equipos que se utilizarán durante el control de un incendio forestal se deben tener en cuenta sus características fundamentales:

- **Productivas y eficaces:** deben proporcionar el máximo rendimiento con el mínimo de energía requerida (fuerza humana).
- **Versátiles:** las herramientas no se deben limitar a un solo tipo de uso. Se deben buscar herramientas que cumplan más de una función.
- **Portátiles:** el acceso a áreas incendiadas por lo general es difícil, y los respondedores tienen que caminar largas distancias. Es por ello que las herramientas manuales deben ser livianas y fáciles de transportar; así se evitará que el Bombero se canse antes de llegar al lugar del incendio. Además, deben ser transportadas con seguridad.
- **Durables:** las herramientas manuales deben ser resistentes a los golpes. Es decir, no se deben quebrar fácilmente, ya que podrían fallar cuando más se necesitan, como al construir la línea.
- **Simples:** las herramientas y sus componentes deben ser fáciles de operar.

Clasificación de las herramientas manuales

Las herramientas manuales se clasifican de acuerdo a su función:

- **Herramientas de corte:** hacha de doble filo, rozones, Pulaski (o *azahacha*), pala y gorgui.
- **Herramientas de raspado:** rastrillo McLeod, pala, Pulaski (por el lado del azadón) y gorgui.
- **Herramientas de cavado:** Pulaski, pala, rastrillo McLeod y gorgui.
- **Herramientas de sofocación:** batidor y pala.

Tipos de herramientas manuales

Para el combate de incendios forestales se emplean las siguientes herramientas:

Herramienta	Uso	Componentes
 <p>Hacha de doble filo.</p>	<p>El filo fino se usa para cortar ramas y arbustos.</p> <p>El filo grueso se usa para cortar raíces, para raspar cortezas de troncos y para talar árboles menores.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Hoja de acero con dos tipos de filo; uno más fino para las maderas blandas y el otro más grueso para maderas duras o para raíces. • Astil (mango) de madera. • Cuña de madera o plástico que sirve para sujetar la cabeza de la herramienta con el mango.
 <p>Rozón de un filo (o rozón de filo simple).</p>  <p>Rozón de dos filos (o rozón de doble filo).</p>	<p>La hoja curvada del rozón de un filo y de dos filos sirve para cortar vegetación menor y combustibles delgados (especialmente zarzamora y retamilla¹⁷).</p> <p>El filo interior del rozón de dos filos tiene forma de gancho, por lo que también sirve para levantar y mover plantas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Hoja de acero con forma de gancho. Tiene filo en uno o dos lados, según el modelo. • Astil (mango) de madera. • Cuña de madera o de plástico entre el mango y la hoja.
 <p>Pulaski (o azahacha).</p>	<p>El extremo de la hoja con forma de hacha se usa para cortar ramas, raíces y árboles delgados, y para raspar superficies.</p> <p>El extremo de la hoja con forma de azadón se usa para soltar tierra, cavar y cortar raíces.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Hoja de acero con dos (2) filos. Uno de los filos tiene forma de hacha y el otro filo, que es a bisel, tiene forma de azadón. • Astil (mango) de madera. • Cuña de madera o plástico para sujetar la cabeza de la herramienta al mango.
 <p>Rastrillo McLeod.</p>	<p>El extremo de la hoja con forma de azadón se usa para raspar, cavar, soltar tierra y cortar raíces pequeñas.</p> <p>El extremo de la hoja con forma de rastrillo se usa para arrastrar ramas, hojas y brasas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Hoja de acero con un rastrillo de dientes sin filo por un lado y con un azadón con filo a bisel por el otro. • Anillo de acero en forma de plato. • Codo de acero para la sujeción con el astil. • Remaches para unir el plato con la hoja.

17 Arbusto de aproximadamente 60 cm de altura y flores de color amarillo.

Herramienta	Uso	Componentes
 <p>Gorgui.</p>	<p>Es una versátil herramienta diseñada para cumplir varias labores asociadas a la respuesta de incendios forestales. Combina funciones de herramientas como el Pulaski, el rastrillo McLeod, el hacha, el pico y el rastrillo segador.</p> <p>Se usa para cortar, cavar y remover.</p>	<p>Barra de metal con dientes y piezas diseñadas para cumplir funciones del Pulaski, McLeod, hacha, pico y rastrillo forestal.</p>
 <p>Rastrillo segador (o rastrillo forestal).</p>	<p>Se usa para para cortar pasto (en movimientos semejantes a barrer con una escoba). También sirve para remover hojas y combustible superficial, y para separar brasas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Una barra de metal. • Cuatro (4) dientes de hoja segadora remachados a la barra. Los dientes, que tienen forma de triángulo, tienen filo por ambos lados. • Remaches para unir los dientes con la barra, lo cual permite reemplazar los dientes si se deterioran. • Astil (mango) de madera.
 <p>Pala forestal.</p>	<p>Se usa para soltar y lanzar tierra, y para raspar y cavar la superficie. Es decir, sirve para sofocar. También se puede usar para cortar raíces y ramas. Permite raspar la corteza de troncos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pala de acero con el filo a bisel por su borde. • Astil (mango) de madera.
 <p>Batidor (o palmeta).</p>	<p>Se usa solo para sofocar pastizales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Lámina de caucho flexible de 30x40 cm aproximadamente. Va unida al astil por medio de un perfil metálico y remaches. • Astil (mango).
 <p>Bomba de espalda.</p>	<p>Se usa para lanzar agua, cosa de enfriar y apagar las llamas del fuego principal y de focos secundarios. También se usa para apagar brasas y otros combustibles que aún están ardiendo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Depósito de agua, que consta de un filtro, una válvula interior, una unión de salida y un tapón metálico. • Una tapa con un orificio de respiración. • Una manguera con abrazaderas en los extremos y una empaquetadura de goma apropiada en la unión. • Un bombín con su respectiva lengüeta.

Equipos mecanizados livianos

La **motobomba** se usa para extraer agua desde aguas abiertas, para lo cual se usan mangueras rígidas y de gran diámetro (chorizos). Una motobomba tiene los siguientes componentes:

- Una bomba para succionar el agua a través del chorizo.
- Motor de dos (2) tiempos que mueve el eje de la bomba y hace que esta succione el agua.
- Controles para arrancar y operar el motor: cuerda de partida, ahogador, acelerador e interruptor de detención.
- Estanque con mezcla de combustible (gasolina y aceite) conectado al motor.
- Mangueras conectadas unas a otras para transportar el agua desde la salida de la bomba.
- Pitón al extremo de la última manguera.



Motobomba.

La **motosierra** se usa para voltear y trozar combustibles pesados, como árboles, y para eliminar rápidamente las ramas de los árboles y los arbustos más gruesos. Una motosierra tiene los siguientes componentes:

- Un motor de dos (2) tiempos que mueve una cadena parecida a la de una bicicleta, y cuyos eslabones tienen filo, como si fueran dientes.
- La cadena gira por una canaleta alrededor de una pieza llamada espada.
- El cuerpo de la motosierra lleva un pequeño estanque para la mezcla de combustible.
- Una manilla para tomarla.
- Una cuerda de partida, un gatillo para acelerar el motor, un botón para aplicar aceite a la cadena mientras funciona y un interruptor para apagar la máquina.



Motosierra.

Equipos de ignición

Los equipos de ignición son utilizados para iniciar un fuego controlado que elimine el combustible.

En esta ocasión se abordará solo el **quemador**, también conocido como *antorcha a goteo* o *mechero*. Este equipo especializado permite la aplicación de quemas controladas, quemas prescritas y quemas de ensanche. También se usa para líneas negras o cortafuegos.

El uso de un quemador requiere de capacitación y entrenamiento adecuado para evitar situaciones de riesgo. Solo personal con mucha experiencia puede hacer uso de este equipo.



Quemador.

Un quemador tiene los siguientes **componentes**:

- Un depósito cilíndrico con una capacidad de 1 a 6 litros.
- Un anillo o rosca de cobre.
- Una válvula reguladora de ingreso de aire que permite regular la cantidad de aire de ingreso al cilindro.
- Un tubo antirretorno. Evita que el combustible se devuelva.
- Un mechero inyector. La mecha es hecha de amianto.
- Una boquilla de goteo que permite regular la cantidad de salida de la mezcla.

Se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones al usar un quemador:

- a) La mezcla para un quemador debe prepararse con 3 partes de diésel por 1 parte de gasolina.
- b) Dejar enfriar. Luego desenroscar el tubo antirretorno para guardarlo.
- c) Para guardar el quemador durante periodos largos se debe retirar el combustible y almacenar el equipo vacío.
- d) No se debe poner el tubo antirretorno o el anillo de cobre directamente sobre el suelo.



Traslado y uso de las herramientas

Se deben seguir las siguientes indicaciones al usar y trasladar herramientas:

- Mantener una distancia apropiada respecto al compañero de tres (3) metros (o más, si fuese necesario) cuando se esté trabajando o caminando.
- Ser cauteloso cuando se esté trabajando en sotobosque¹⁸ o en zonas peligrosas.
- Las herramientas deben ser las apropiadas para el trabajo y deben estar en buenas condiciones.
- Usar el equipo de protección personal (EPP) completo.
- Revisar que las herramientas lleven los protectores de filo.
- El filo de la herramienta debe estar del lado exterior de la pendiente.
- El filo de la herramienta no debe apuntar al cuerpo.
- No correr cuando se traslada la herramienta.
- No jugar con las herramientas.

Cómo transitar con herramientas y cómo entregarlas

Se deben seguir las siguientes indicaciones transitar por la emergencia con herramientas o al entregárselas a otro respondedor:

- Dar las señales apropiadas al transitar entre otros Bomberos (como exclamar “¡voy pasando!” o “¡abran paso!”). Esperar hasta que efectivamente den el paso tras solicitarlo.
- El Bombero que entrega la herramienta debe asir el mango en la parte más cerca de la cabeza de la herramienta. El Bombero que la recibe entonces la tomará por debajo de la mano del Bombero que la entrega. Una vez que el Bombero que entrega suelta la herramienta, el Bombero que la recibe debe deslizar su mano por el mango hasta tomar la herramienta por la cabeza.
- Guardar distancia a la hora de entregar o recibir las herramientas.

Inspección de herramientas

Se deben seguir las siguientes indicaciones al momento de inspeccionar las herramientas a utilizar en el combate de incendios forestales:

- Cada vez que se tome una herramienta, esta se debe revisar para asegurarse de que esté en buenas condiciones y de que sea segura de manejar.
- Se deben examinar todas las partes de la herramienta y asegurarse de que estas no estén sueltas, agrietadas o rotas.
- Se debe verificar que los filos sean los adecuados.
- Se debe verificar que la herramienta esté bien ensamblada y que contenga todos los accesorios para su uso.

¹⁸ Vegetación formada por matas y arbustos que crecen bajo los árboles de un bosque o monte.

- Se debe probar el mango de la siguiente manera: poner la cabeza de la herramienta en el piso y el mango en un ángulo de 45 grados, y luego aplicar presión firmemente hacia abajo. Si el mango se astilla o se quiebra, debe reemplazarse.
- La mayoría de las herramientas deben ser afiladas a mano con una lima.
- Al afilar las herramientas siempre se deben seguir los procedimientos correctos y utilizar el equipo de protección personal (EPP).
- Para afilar se debe utilizar una lima plana con mango de seguridad.
- Utilizar guantes al momento de la inspección.
- Se debe asegurar que el movimiento de afilado sea en una dirección (hacia adelante), y que la lima siempre se esté aplicando en el mismo ángulo.
- Al afilar, realizar movimientos largos y suaves. Aplicar la misma cantidad de presión en todos los puntos y aliviando la presión en el movimiento hacia atrás.
- Cuando se esté afilando un hacha o un Pulaski, se debe afilar en dirección opuesta a los ojos, y hacia el filo cortante. Así se reduce la probabilidad de lesiones.
- La lima se debe limpiar con una escobilla de alambre entre usos.
- Se deben proteger los filos con cinta adhesiva de papel (masking tape) antes de guardar las herramientas de corte. Para este propósito también se pueden utilizar cajas, mangueras viejas, fundas, cámaras de neumático viejas, etc.
- Cuando las herramientas se almacenen en un vehículo, cerciorarse de que los seguros estén bien colocados y de que las herramientas se encuentren en el compartimento apropiado.
- Se debe revisar regularmente el estado del filtro de la bomba de espalda y verificar que no existan fugas de agua por la unión de salida.
- El orificio de respiración de la tapa de la bomba de espalda debe mantenerse limpio. Al almacenar la bomba esta debe quedar con la tapa suelta.
- El vástago del bombín de la bomba de espalda debe lubricarse, y se debe verificar la válvula interior. Se debe engrasar el bombín antes de almacenarlo.

Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo consiste en reparar los filos, reparar los daños en los mangos y ajustar tuercas, remaches y otras piezas similares antes de la asignación operativa del equipo o herramienta.

Se deben seguir las siguientes **normas** para el mantenimiento preventivo:

- Lavar las herramientas después de cada uso.
- Secar las herramientas después de lavarlas para evitar la oxidación.
- Revisar la cabeza de las herramientas; corregir melladuras o abolladuras; evaluar su vida útil; y, de ser necesario, reemplazar la herramienta.
- Revisar los mangos. Si hay astillas, se deben lijar. Evaluar su vida útil y, de ser necesario, reemplazarlos.

- Mantener los filos con lima y piedras de afilar (también conocidas como *piedras de amolar*).
- Aplicar anticorrosivos.
- Colocar protectores de filo.
- Pintar la sección metálica.
- No se recomienda barnizar los mangos.
- Almacenar ordenadamente y siempre en posición vertical para evitar torceduras.

Consideraciones al reparar los filos de las herramientas:

- Asegurarse de que la lima esté en buenas condiciones.
- Inmovilizar la herramienta.
- Usar la palma de la mano al extremo de la lima al revisar la hoja para sentir el filo.
- Es necesario estar al tanto de las cosas y personas que están alrededor.
- Si se es interrumpido, poner la herramienta en un lugar seguro.
- Poner la herramienta en un lugar seguro inmediatamente tras terminar la reparación.



Material mayor

Los Cuerpos de Bomberos de Chile cuentan a nivel país con carros bomba para la extinción de incendios forestales. A la hora del control de un incendio forestal es muy importante que el Comandante del Incidente (CI) identifique los recursos y convoque los que van a ser utilizados para este fin.

Estos carros de incendio están clasificados según su capacidad y de acuerdo a su función:

- **C1: bomba de primera intervención.** Capacidad del estanque de agua: 2000 litros.



- **C2: bomba urbano estándar.** Capacidad del estanque de agua: 3000 litros.



- **C3: bomba urbano mayor.** Capacidad del estanque de agua: 4000 litros.



- **C4: bomba semiurbano.** Capacidad del estanque de agua: 5000 litros.



- **C5: bomba forestal.** Capacidad del estanque de agua: 3000 litros.



- **C12: carros aljibe.** Capacidad del estanque de agua: desde 6000 litros.



NO toda pieza de material mayor está calificada para la intervención de primera línea de un incendio forestal. Se recomienda la utilización de máquinas C3 y C5 para la intervención de primera línea de ataque.

Las mangueras de los carros forestales

En los Cuerpos de Bomberos se utilizan dos (2) tipos de mangueras:

- **Mangueras húmedas:** se humedecen por el exterior cuando el agua fluye por ellas. El exterior es un textil. Estas mangueras, al humedecerse, resisten muy bien el contacto con los suelos calientes, pavesas, etc., pero son de difícil conservación, pues si no se guardan perfectamente secas pueden podrirse y ser atacadas por hongos, con lo que pierden su resistencia.
- **Mangueras secas:** siempre están secas. Es decir, no se humedece su exterior cuando el agua fluye por estas. El aspecto exterior es una goma con unas costillas longitudinales en el exterior, pero en su interior llevan un entramado textil, que es el que le da resistencia a la presión.

Todas las mangueras, tanto secas como húmedas, se utilizan según su diámetro: el diámetro condiciona el caudal, la cantidad de agua a transportar y la pérdida de carga (cantidad de presión que se pierde por circular el agua por la manguera).

Para los incendios forestales se utilizan mangueras de los siguientes diámetros:

- **25 mm:** normalmente vienen cortadas en tramos de 20 m para su transporte.
- **45 mm:** normalmente vienen en tramos de 15 m.
- **75 mm:** normalmente vienen en tramos de 15 m. Esta manguera se utiliza solo en casos especiales; por ejemplo, como punto de arranque de un tendido múltiple. Sin embargo, en general no se usa por la gran cantidad de agua necesaria para llenarla y por la dificultad para su transporte en el bosque.

Debe considerarse que una manguera de 25 mm soporta mayores presiones de trabajo que la manguera de 75 mm. Sin embargo, a igual presión de trabajo, la pérdida de presión en el tendido por la pérdida de carga es mucho mayor en la manguera de 25 mm que en la de 45 mm, y también será mayor en la de 45 mm si se compara con la de 75 mm. Es decir, **a menor diámetro de la manguera, mayor pérdida de presión por pérdida de carga.**

Es por lo anterior que se recomienda el siguiente **equipamiento mínimo para un carro bomba** a la hora de intervenir en un incendio forestal o de interfaz urbano-forestal:

- Material para abastecimiento.
- Motobomba móvil.
- Motosierra.
- Kit de herramientas manuales.

Maquinaria utilizada en la atención de los incendios forestales en Chile

La **maquinaria pesada** es aquella que se utiliza para labores de protección y defensa antes de que llegue el frente; es decir, no se utiliza en un ataque directo. Los bulldozers, tractores y retroexcavadoras, por ejemplo, son maquinaria pesada. Algunas de sus funciones se listan a continuación:

- Abrir cortafuegos.
- Abrir rutas de acceso o de escape.
- Limpiar zonas de seguridad.
- Crear zonas de aterrizaje.
- Mover combustible pesado.

A menor tamaño de la maquinaria, menos potencia, pero más maniobrabilidad en frentes pequeños o focos secundarios.

El uso de la maquinaria pesada se ve limitado por la lentitud en su traslado a la zona del siniestro o por la posible existencia de obstáculos naturales y otros elementos que puedan entorpecer o impedir el trabajo, como tendidos eléctricos o conductos de gas, entre otros.

El personal que trabaja junto a la maquinaria debe conocer cuál es su tarea y objetivo. Se deben extremar las medidas de seguridad, como la distancia segura y el mantener la comunicación con el operador de la maquinaria.

Tipos de maquinaria forestal

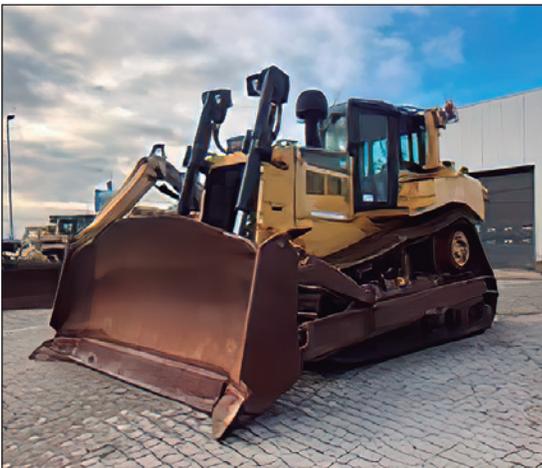
Maquinaria forestal ligera: su principal ventaja es su capacidad de acceso a una diversidad de escenarios debido a su menor tamaño.



Maquinaria forestal media: es utilizada principalmente para la extinción debido a su equilibrio de peso y potencia, pero su gran desventaja es la lentitud al momento del transporte.



Maquinaria forestal pesada: también son utilizadas para la extinción debido a su potencia, pero su gran peso puede limitarlas.



Se deben tomar las siguientes **medidas de seguridad** al trabajar con maquinaria forestal:

- Nadie puede situarse por delante o detrás de la máquina mientras esta esté trabajando. Se debe mantener una distancia de seguridad de 15 metros.
- Mantener siempre contacto visual con los trabajos que está realizando máquina.
- El personal que debe acercarse a la máquina debe hacerlo de frente y en diagonal, asegurándose de tener contacto visual con el operador de la máquina.
- Evitar posicionarse delante de la máquina cuesta abajo, ya que puede rodar material.
- En el caso de trabajos en pendientes, no posicionarse por encima ni por debajo de la máquina.

Aeronaves en el combate de incendios forestales en Chile

Los medios aéreos son altamente efectivos en combinación con medios terrestres. Si bien el uso de aeronaves es habitual en incendios forestales, es menos común en incendios de interfaz urbano-forestal. Es esencial asegurar la coordinación entre los medios aéreos y los terrestres, y determinar con precisión el lugar y el momento en que se producirá la descarga.

La acción de los medios aéreos puede ser limitada por la irregularidad del relieve, por las condiciones meteorológicas (vientos de más de 340 km/h), por la falta de visibilidad (por los humos o por la hora del día), por la presencia de cables aéreos y por la dificultad de ver los medios terrestres que puedan estar bajo el arbolado.

Los modelos de aeronaves más habituales en Chile para el combate del fuego son los aviones PZL-Mielec M-18 Dromader, y los Air Tractor 602 y 802. También se usan los helicópteros Bell UH-1, Bell 2005, Bell 212, Bell 412 y Ecureuil B3. Los modelos pueden variar dependiendo de la temporada y de su disponibilidad en el mercado. Algunos pueden tener más capacidad que los modelos usuales, como el Super Tanker o el Boeing 747.

Los helicópteros tienen mayor precisión en las descargas y los de mayor capacidad de descarga suelen ser más efectivos contra el avance del incendio. Los helicópteros de menos capacidad, sin embargo, tienen mayor precisión, por lo que son muy útiles sobre lenguas y focos secundarios; además, se pueden usar para emergencias sobre medios terrestres, como, por ejemplo, para trasladar víctimas del incidente. En todo caso, la efectividad de cualquier aeronave depende primordialmente de las decisiones de los mandos aéreos y de la coordinación con los medios terrestres.



Seguridad para el personal ante las descargas aéreas

Se tendrán que tener en cuenta las siguientes precauciones cuando intervengan aviones o helicópteros cisterna que descargan agua:

- Bomberos debe conocer el lugar donde van a actuar los medios aéreos.
- Retirarse del sitio cuando se vaya a producir la descarga de agua y regresar inmediatamente con el fin de continuar con las tareas de extinción que se estuviesen realizando.
- Si los Bomberos no se pueden retirar antes de la descarga, deben tenderse en el suelo, boca abajo, con el casco puesto y la cabeza en dirección del avión. En lo posible deben protegerse detrás de algún árbol o alguna roca y agarrarse de algún punto fijo para evitar que el agua los arrastre.
- Las herramientas deben quedar alejadas y ladera abajo.
- Evitar resguardarse debajo de árboles secos.

Abastecimiento en incendios forestales¹⁹

Objetivos específicos

- Describir el sistema de abastecimiento en el contexto de los incendios forestales.
- Definir *punto de abastecimiento primario* y *punto de abastecimiento secundario*.
- Identificar las características del abastecimiento en plano inclinado.
- Identificar las características del abastecimiento de grandes aeronaves.

Introducción

Una de las principales estrategias para el combate de incendios forestales es el uso de los recursos hídricos mediante carros bomba. Sin embargo, es importante entender que el escenario en el que se presentan estos incendios es diferente, por lo que se requiere cambiar la operación y el enfoque del abastecimiento.

Las operaciones de abastecimiento en incendios forestales buscan sostener un flujo de agua constante para el control y la extinción del fuego, buscando optimizar el agua como recurso escaso.

En esta lección se destaca el trabajo de abastecimiento para sostener el flujo constante para el combate de incendios forestales y para el abastecimiento de grandes aeronaves, como puede darse en casos excepcionales.

Abastecimiento en incendios forestales

Un **sistema de abastecimiento** es el conjunto de recursos humanos capacitados y de material mayor y menor adecuado para mover grandes caudales de manera sostenible y eficiente.

La implementación de un sistema de abastecimiento exige rapidez en la movilización de grandes volúmenes de agua en tiempos reducidos. Para lograr esto es necesario practicar constantemente, ya que así mejora la ejecución y sus resultados. Hay que tomar en cuenta que el fracaso de esta operación conlleva el fracaso del control del incendio.

¹⁹ El contenido de esta lección se basa en parte en el curso básico de Forestal Interfase del Cuerpo de Bomberos de Valparaíso (2017) y en el documento "Abastecimiento de grandes aeronaves", elaborado por Claudio Valladares, Bombero de la 3ª Compañía de Bomberos de Santiago y miembro del Comité Asesor de Abastecimiento de la Academia Nacional de Bomberos de Chile.

Escenarios

Para la implementación del sistema de abastecimiento en incendios forestales es necesario enfocarse en dos (2) escenarios: los grandes incendios y los incendios extremos.

Grandes incendios	Incendios de interfaz
<ul style="list-style-type: none"> • Duran varias horas e incluso días. • Afectan grandes superficies. • Requieren la participación de múltiples instituciones, ya que se sobrepasa la respuesta local. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dificil acceso de Bomberos al escenario; los accesos son estrechos y atochados. • Altas probabilidades de que muchas estructuras se vean afectadas. • La red de grifos es insuficiente o inexistente.

Ciclo de abastecimiento

Para poder aplicar el sistema de abastecimiento se deben considerar dos (2) puntos de abastecimiento: el punto de abastecimiento primario (PAP) y el punto de abastecimiento secundario (PAS).

El **punto de abastecimiento primario (PAP)** abarca tanto la red de grifos como las fuentes naturales abiertas, pero se deben priorizar las fuentes abiertas y dejar los grifos como apoyo. Luego, para movilizar el agua, se emplean camiones cisterna. A mayor cantidad de camiones cisterna, mayor caudal.



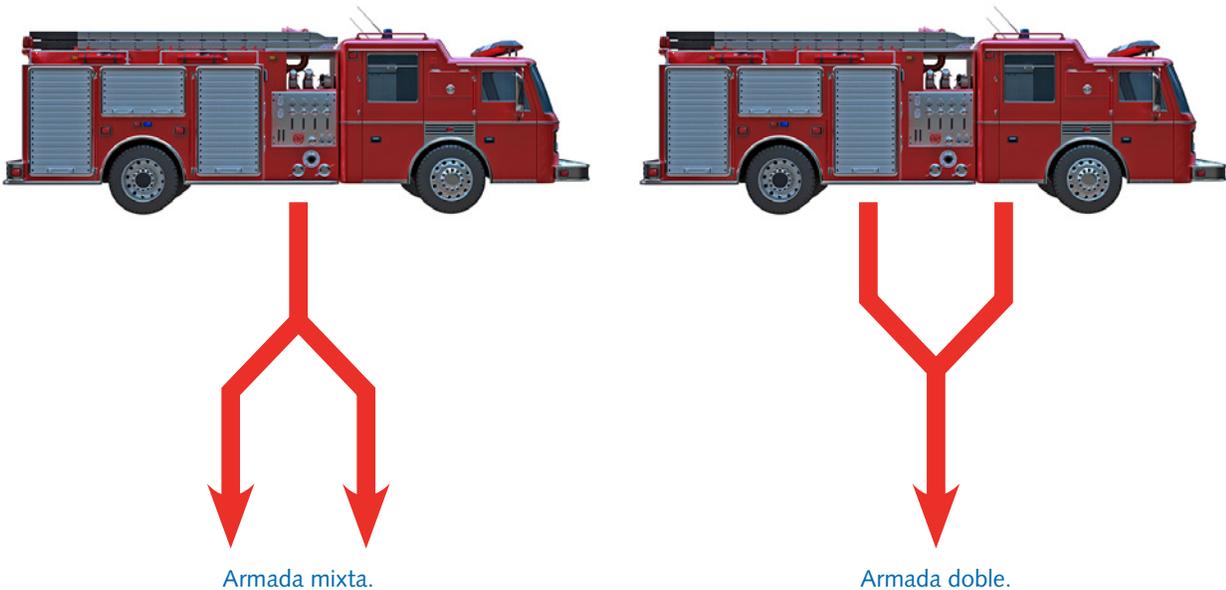
Punto de abastecimiento primario (PAP).

El **punto de abastecimiento secundario (PAS)** es el punto donde se deposita el agua proveniente del PAP. Luego el Bombero moviliza el agua desde el depósito o los depósitos hacia las unidades que atacan el incendio.



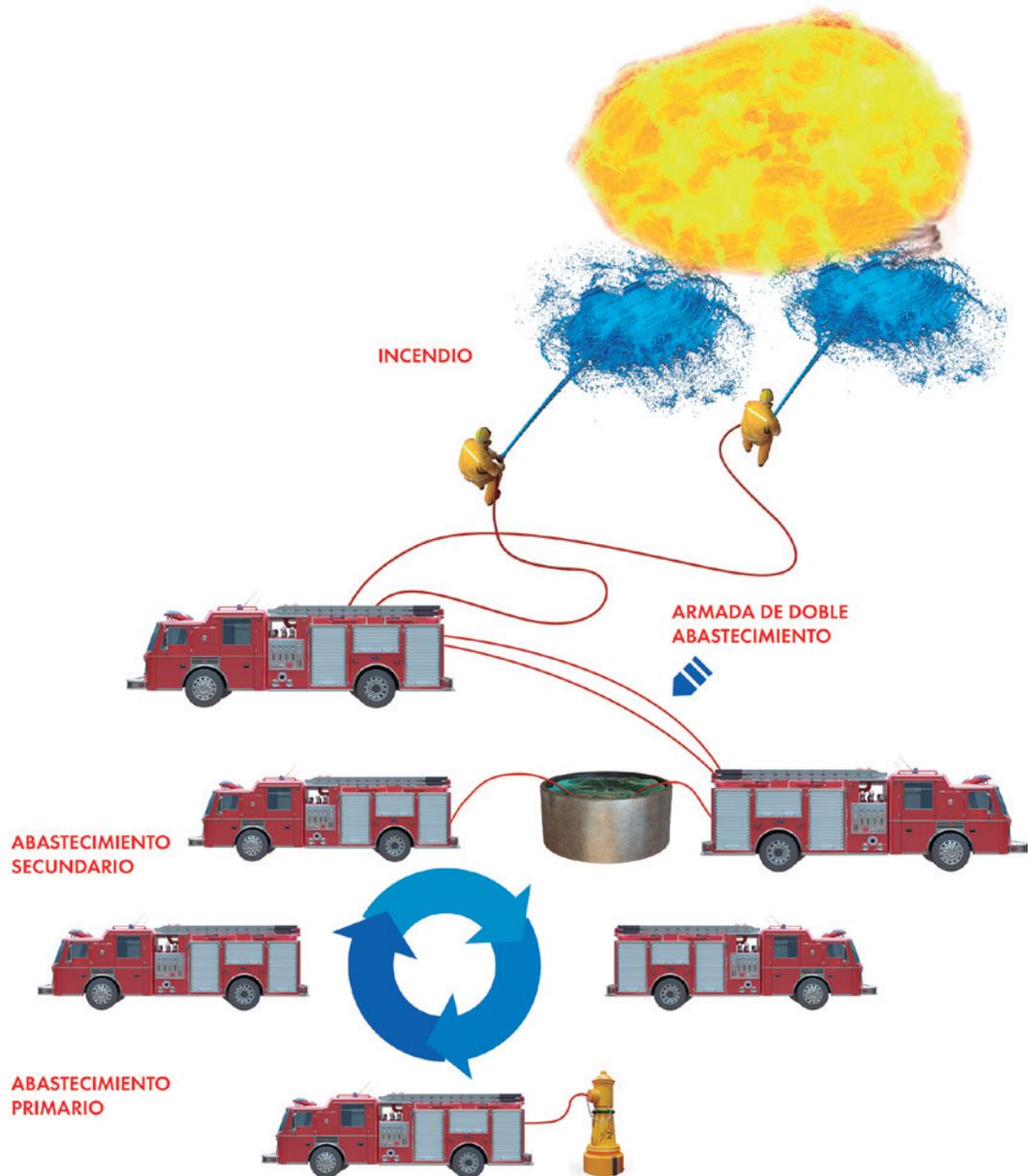
Punto de abastecimiento primario (PAP).

El movimiento del agua debe ser a través de armadas de alto caudal (con mangueras de 75 mm en armadas mixtas o dobles). Se debe realizar una armada que impulse el agua hacia las unidades de ataque del convoy, para lo cual es necesario trabajar con carros bombas de alto caudal (2500 a 3000 l/min).



Respecto a la ubicación de la armada, el sector en general debe ser amplio, ya que así se mejora la movilidad de los camiones cisterna. Además, la armada debe disponerse por fuera del perímetro del incendio.





En la siguiente imagen se observa cómo se lleva el agua desde el punto de abastecimiento primario (PAP) hacia el punto de abastecimiento secundario (PAS) para luego alimentar la máquina de ataque, la cual desplegará una armada doble hacia el ataque del fuego. Todo esto se conoce como *ciclo de abastecimiento*.

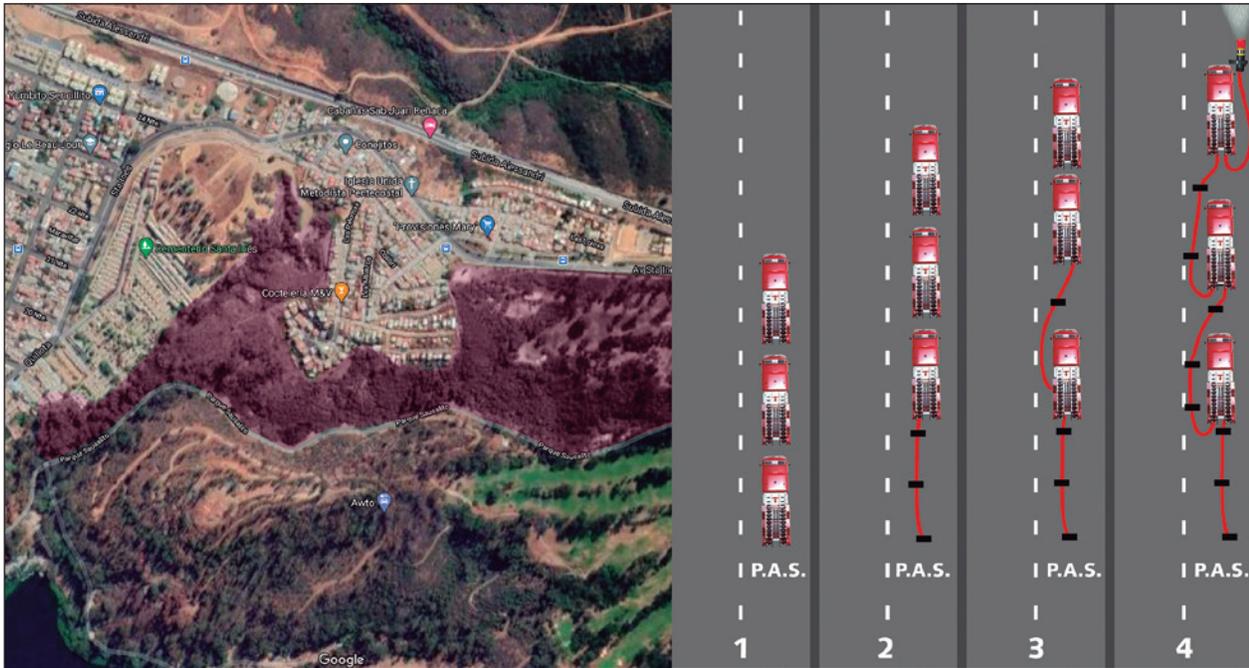
Fuente: Cuerpo de Bomberos de Valparaíso.

Abastecimiento en plano inclinado

El abastecimiento en un plano inclinado debe lograr que todo el flujo de agua llegue a las unidades de ataque; para esto, **los carros bomba deben compensar la pérdida de presión** debido a la altura y al roce.

Este tipo de abastecimiento requiere de planificación y de coordinación; por lo tanto, es de suma importancia practicar esta maniobra. En la escena, el trabajo debe coordinarse con el encargado de abastecimiento.

Para esta maniobra las unidades deben ubicarse en línea y guardando distancia entre sí, como se demuestra en la siguiente imagen:



Ubicación de las unidades para un abastecimiento en plano inclinado.

Recomendaciones para el abastecimiento en plano inclinado:

- Ubicar el PAS cerca de la base del plano inclinado.
- El PAP puede estar relativamente alejado del PAS.
- No confiar en los grifos de las partes altas de la ciudad.

Recomendaciones para una armada de abastecimiento en plano inclinado:

- El abastecimiento se debe realizar siempre con mangueras sobre 75 mm. Por lo tanto, siempre se debe contar con material de 75 mm en la unidad.
- El despacho del material mayor debe ser escalonado; es decir, debe despacharse de forma gradual. Así se asegura la disponibilidad de recursos en caso de que surja otro incidente.
- Las unidades no deben bloquear el acceso.

Abastecimiento de grandes aeronaves

El abastecimiento de grandes aeronaves es una labor muy reciente para Bomberos. Empezó a practicarse como consecuencia de los incendios forestales del año 2017, instancia que sirvió de experiencia –en cuanto a cooperación y coordinación– para los actores públicos, privados y bomberiles involucrados en la respuesta a la emergencia.

Proveer de grandes caudales es el concepto principal del abastecimiento de grandes aeronaves. Por lo tanto, al abastecer grandes aeronaves, **el caudal siempre se debe priorizar por sobre la presión.**

Se deben usar mangueras de diámetro igual o superior a 5 pulgadas (LDH²⁰) para minimizar la pérdida de roce. Esto también beneficia el transporte de gran caudal a baja presión.



Consideraciones para el abastecimiento de aeronaves

- a) Este sistema se organiza cuando CONAF solicita apoyo a Bomberos de Chile o por medio de ONEMI.
- b) Este sistema requiere grandes cargas de agua, o incluso de piscinas; este suele ser el caso de helicópteros medianos o pesados.
- c) Solo se realiza en aeropuertos autorizados para este tipo de aeronaves o en pistas acondicionadas para el abastecimiento.
- d) En el aeropuerto Bomberos se debe coordinar con el responsable de la CONAF o con especialistas del Servicio de Salvamento y Extinción de Incendios (SSEI) de acuerdo a los protocolos establecidos.
- e) Se debe definir el volumen de agua requerido por vuelo y por día.
- f) Se deben planificar varios aspectos: los vehículos a usar; el combustible necesario; el personal requerido; la alimentación, equipo y herramientas del personal; y el tiempo de carga y descarga de los camiones cisterna, entre otros.
- g) Realizar montaje de piscinas para el almacenamiento de agua.
- h) Establecer un sistema de rotación de los vehículos de acuerdo a su capacidad.
- i) Verificar las normas de seguridad con el personal de aeropuerto o pista establecido.
- j) Asegurarse de que el personal no se encuentre en la pista cuando la aeronave o helicóptero levanten vuelo.

20 Del inglés *large diameter hose*, que se traduce como *manguera de diámetro amplio*.

Seguridad, riesgos y peligros en los incendios forestales

Objetivos específicos

- Identificar los equipos de seguridad e implementos que debe llevar un Bombero a un incendio forestal.
- Identificar los denominadores comunes en el comportamiento del fuego en incendios fatales.
- Identificar las 10 normas de seguridad necesarias para la respuesta a incendios forestales.
- Identificar las 18 situaciones de riesgo asociadas a la respuesta a incendios forestales.
- Listar los componentes del sistema OCES (observación, comunicación, rutas de escape y zonas de seguridad).

Introducción

Los Bomberos se exponen a una serie de peligros y riesgos durante las labores de extinción de incendios forestales; muchos Bomberos han sufrido heridas y quemaduras –o han muerto– por no haber cumplido alguna de las normas de seguridad o por haberse expuesto a situaciones de riesgo. Por lo tanto, es de gran importancia mantener un excelente ambiente de seguridad durante todas las acciones que se ejecuten en el terreno.

En esta lección se analizará el concepto de *seguridad*, los equipos de protección, los peligros en los incendios forestales, las normas de seguridad a seguir, las situaciones de riesgo en un incendio forestal y el sistema OCES.



Seguridad personal

Es la condición de estar a salvo y seguro de no sufrir algún tipo de lesión o pérdida. La seguridad incluye a los compañeros de la cuadrilla y de la brigada, por lo que es importante no provocar situaciones que los puedan poner en riesgo.

Equipos de protección personal (EPP) para incendios forestales

Los Bomberos deben estar bien equipados y vestidos adecuadamente para poder realizar un trabajo eficiente, eficaz y de forma segura en cualquier asignación durante un incendio. El equipo de protección personal (EPP) con el que debe contar un Bombero en las operaciones de incendios forestales está diseñado para ayudarlo a protegerse cuando se usa y se mantiene apropiadamente, contribuyendo a evitar lesiones o heridas.

Camisa manga larga y pantalón, estándar internacional

La camisa manga larga y el pantalón deben ser de tejido con propiedades ignífugas; sin embargo, esto no significa que sean totalmente resistentes al fuego, y no ofrecen aislamiento para proteger contra quemaduras.

La camisa de manga larga debe ser preferiblemente de color amarillo. Al usarla se deben ajustar las mangas en la muñeca con velcro y la parte baja de la camisa debe mantenerse dentro del pantalón.

En cuanto al pantalón, se recomienda que sean holgados, tipo cargo, con bolsillos a los costados y reforzado en las rodillas y en el tiro o entrepierna. El pantalón debe ser de color verde olivo, pero esto puede variar según los estándares o normativas de cada país. Todo Bombero debe utilizar cinturón ancho de buena calidad y de piel.

También es recomendable que la ropa interior sea una camiseta de manga corta (utilizada por debajo de la camisa de manga larga) y medias de fibras naturales, como el algodón.



Equipo multirrol según estándar nacional de la JNCB

El **equipo multirrol** está hecho de tela ignífuga, y a diferencia del equipo estructural, ni la chaqueta ni el pantalón tienen forro interior desmontable. El equipo multirrol facilita el trabajo de Bomberos en escenarios distintos al de un incendio estructural, ya que también se puede utilizar para incendios de interfaz urbano-forestal. Fue diseñado bajo la *Norma sobre ropa y equipo de protección para la extinción de incendios forestales (NFPA 1977)* y en base al *Estándar de selección, cuidado y mantenimiento de ropa y equipo para combatir incendios forestales (NFPA 1877)*.



El EPP forestal está compuesto de los siguientes implementos:

Implemento	Descripción
 <p data-bbox="240 1314 678 1341">Botas adecuadas para un incendio forestal.</p>	<p data-bbox="781 1161 1388 1218">Las botas adecuadas para la respuesta a incendios forestales tienen las siguientes características:</p> <ul data-bbox="781 1234 1388 1596" style="list-style-type: none"> • De cuero. • Caña alta (8 pulgadas). • Con cordones para el amarre. • Con tacón. • Suela resistente a la abrasión y a las altas temperaturas. Labrado profundo y antideslizante. • Protegidas contra la humedad. • Con plantilla aislante extraíble con control de humedad. • Se recomienda que no pesen más de 1,2 kg. <p data-bbox="781 1612 1388 1696">En Chile la JNCB recomienda el uso de botas con norma <i>Calzado para Bomberos (EN 15090:2012)</i> por su versatilidad en el trabajo de fuego de interfaz urbano-forestal.</p>
 <p data-bbox="245 1806 691 1833">Botas ajustadas a la norma EN 15090:2012.</p>	

Implemento	Descripción
 <p data-bbox="342 558 727 611">Casco certificado para la extinción de incendios forestales.</p>  <p data-bbox="380 1050 688 1102">Casco ajustado a la norma EN 16471:2014.</p>	<p data-bbox="857 401 1463 457">Un casco certificado para la extinción de incendios forestales tiene tres (3) partes:</p> <ul data-bbox="857 474 1463 674" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="857 474 1138 506">• La parte sólida del casco. <li data-bbox="857 520 1463 577">• El arnés o conjunto de cintas que sujetan al casco al perímetro del cráneo. <li data-bbox="857 592 1463 674">• El sujetador al mentón (o <i>barbiquejo</i>). Se debe mantener fijo a la cabeza con el fin de que el casco no se caiga mientras se trabaja. <p data-bbox="857 688 1463 745">El casco debe ser preferiblemente amarillo, ya que esto ayuda a mantener visibilidad aérea.</p> <p data-bbox="857 760 1463 905">En Chile la JNCB recomienda el uso de cascos diseñados bajo la norma <i>Casco para la lucha contra el fuego en espacios abiertos</i> (EN 16471:2014), ya que su versatilidad permite su uso en incendios de interfaz urbano-forestal. Este modelo, además, viene con antiparras incorporadas al casco.</p> <p data-bbox="857 919 1463 976">Ambos cascos deben ser usados con esclavina para brindar mayor protección, a menos que se use protector facial.</p>
 <p data-bbox="451 1766 618 1797">Protector facial.</p>	<p data-bbox="857 1388 1463 1472">El protector facial se usa para proteger el cuello, las orejas y el rostro del fuego; es decir, de la radiación, de las pavesas y de las pequeñas partículas que se desprenden del incendio.</p> <p data-bbox="857 1486 1398 1518">Un protector facial tiene las siguientes características:</p> <ul data-bbox="857 1533 1463 1633" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="857 1533 1463 1589">• Cae hasta los hombros y se ajusta con velcro dentro del casco. <li data-bbox="857 1604 1365 1633">• Debe ser de material ignífugo (100% aramida).

Implemento	Descripción
 <p data-bbox="415 674 505 699">Guantes.</p>	<p data-bbox="781 384 1393 468">Los guantes sirven como protección y como medio para remover troncos calientes, vegetación punzante y otros materiales peligrosos (retardantes, espumógenos y combustibles).</p> <p data-bbox="781 485 1354 510">Los guantes deben cumplir con las siguientes exigencias:</p> <ul data-bbox="781 527 1393 653" style="list-style-type: none"> • Deben ser de cuero. Preferiblemente deben contar con doble capa en la palma de la mano. • Deben ser ergonómicos. No se recomiendan los que se utilizan en construcción.
 <p data-bbox="212 1251 342 1276">Cantimplora.</p> <p data-bbox="573 1287 695 1312">Camelback.</p>	<p data-bbox="781 1024 1393 1108">Todo Bombero debe llevar un sistema de hidratación con una capacidad de 3 litros de agua. Por ejemplo, si la cantimplora es de 1 litro, deberá llevar tres (3) cantimploras.</p>
 <p data-bbox="334 1780 537 1806">Linterna para casco.</p>	<p data-bbox="781 1556 1393 1671">Se debe colocar la propia linterna en el casco, ya que muchas veces se trabaja con baja visibilidad o se realizan desplazamientos en dicha condición. Siempre se deben llevar baterías de reemplazo.</p>

Implemento	Descripción
 <p data-bbox="472 842 586 873">Antiparras.</p>	<p data-bbox="854 495 1463 579">Las antiparras tienen una montura transparente, flexible y envolvente de la parte superior del rostro que permite una amplia visión ocular plana.</p> <p data-bbox="854 596 1463 709">El modelo de casco subvencionado por la JNCB (EN 16471:2014) viene con antiparras incorporadas que cumplen con los estándares necesarios. De adquirir antiparras separadamente, estas deben cumplir con las siguientes exigencias:</p> <ul data-bbox="854 726 1463 884" style="list-style-type: none"> • Deben ser certificadas. • Deben ser resistentes a los golpes. • Deben tener orificios para evitar el empañado. • Deben contar con una banda elástica de fijación al casco.
 <p data-bbox="464 1776 574 1808">Mascarilla.</p>	<p data-bbox="854 1272 1463 1356">En el contexto de la respuesta a incendios forestales, las mascarillas de protección contra el humo deben cumplir con las siguientes exigencias:</p> <ul data-bbox="854 1373 1463 1745" style="list-style-type: none"> • Deben ser de un material filtrante (tela de carbón activado) resistente a la llama. • Deben ser altamente resistentes al fuego. • Deben estar hechas para soportar varios usos. • No deben requerir filtros de sustitución. • Deben poder lavarse. • Deben ofrecer protección en cara y cuello contra el fuego y contra partículas finas. • Deben ser deformables en la parte nasal; es decir, deben ser ajustables alrededor de la nariz y de los pómulos.

El EPP forestal debe complementarse con los siguientes implementos:

- Botiquín personal.
- Pañuelo.
- Protectores de oído.
- Kit personal para campamento: tienda de campaña, saco de dormir, esponja, almohada y frazada.
- Artículos de higiene personal.
- Encendedor o fósforos.
- Navaja de bolsillo.
- Brújula.
- Silbato.
- Cordón (de 4 a 8 mm con 6 metros de largo).
- Abrigo, gorro y guantes.
- Receta de medicamentos (si es necesario).
- Equipo para la lluvia.
- Papel higiénico.
- Toalla.

El estándar de los EPP debe ser acorde al escenario. En el caso de enfrentarse a un incendio estructural (debido a la propagación de un incendio forestal o debido a un incendio de interfaz urbano-forestal) se deben seguir los procedimientos de EPP establecidos por el propio Cuerpo de Bomberos.

Peligros en los incendios forestales

Generalmente los accidentes en servicio se producen por acciones inseguras y condiciones inseguras:

- Las **acciones inseguras** se definen como cualquier acción o falta de acción que puede provocar un accidente, y su responsabilidad recae totalmente sobre la persona que actúa o deja de actuar. Por lo tanto, una acción insegura se puede explicar a partir de los factores personales que llevan a determinado individuo a cometer la acción insegura.
- Las **condiciones inseguras** son las instalaciones (base, campamento, área de espera, helibase, etc.), equipos de trabajo, maquinaria o herramientas que no están en condiciones de ser usados, y que de usarse podrían provocar un accidente a sus usuarios.

Clasificación de peligros

Los peligros en la línea de fuego pueden clasificarse como subjetivos u objetivos:

- **Peligro subjetivo:** peligro sobre el cual el Bombero tiene control directo, por lo que puede trabajar para mitigarlo. Por ejemplo: el peligro de que una herramienta falle se mitiga si se le hace mantenimiento regularmente.
- **Peligro objetivo:** peligro sobre el cual el Bombero no tiene ningún control sobre el riesgo inherente, como los que están presentes en todo control contra incendios.

Cabe considerar, además, que existen cuatro (4) **denominadores comunes del comportamiento del fuego en incendios fatales** o casi fatales:

- Incendios pequeños o sectores aislados de incendios más grandes.
- Combustibles relativamente ligeros, como pastos, hierbas y matorrales ligeros.
- Cambios inesperados en la dirección del viento o en su velocidad.
- Cuando el fuego responde a las condiciones topográficas y corre cuesta arriba.

A continuación se clasifican los peligros de los incendios forestales según el ámbito en el que se manifiestan:

Ámbito del peligro	Peligros específicos asociados
Peligros en el ambiente del incendio	<ul style="list-style-type: none"> • El fuego actual puede avanzar rápidamente, avanzar ardiendo sin llama (incendios subterráneos) o avanzar lentamente (lo que puede dar una sensación de falsa seguridad). • Humo (nula visibilidad). • Vientos inesperados o erráticos. • Topografía. • Árboles secos que caen. • Humedad relativa baja y altas temperaturas. • Quemaduras.
Peligros relacionados con el factor humano	<ul style="list-style-type: none"> • Actitud (disciplina, miedo, exceso de confianza, etc.). • Condición física y de salud. • Nivel de experiencia. • Nivel de entrenamiento. • Fatiga (por jornadas de trabajo muy largas). • Poco personal para hacer relevos. • Estrés.
Peligros por vehículos terrestres	<ul style="list-style-type: none"> • Circulación de vehículos alrededor del personal. • Caminos deteriorados. • Fallas mecánicas (frenos y otros). • Traslado de carga mal acomodada, mal amarrada o excesiva. • Operador fatigado. • Falta de entrenamiento.
Peligros por aeronaves (de rotor y ala fija)	<ul style="list-style-type: none"> • Descarga de retardantes. • Descarga de agua. • Rotores de helicópteros rompiendo árboles y árboles secos (puntas, ramas, ramillas, etc.). • Falta de entrenamiento.
Peligros asociados con el campamento o base	<ul style="list-style-type: none"> • Áreas inadecuadas para dormir. • Aseo e higiene de las instalaciones. • Falta de higiene personal (la higiene previene desórdenes gastrointestinales y respiratorios). • Calidad de los alimentos y forma de manipularlos. • Mala construcción. • Equipo de campamento inadecuado o en mal estado. • Control de vectores.

Ámbito del peligro	Peligros específicos asociados
Peligros de la interfaz urbano-forestal	<ul style="list-style-type: none"> • Líneas de conducción eléctrica. • Materiales peligrosos. • Tanques de gas licuado de petróleo (GLP). • Público con pánico. • Tráfico.
Peligros al trabajar alrededor de los árboles	<ul style="list-style-type: none"> • Operaciones de derribo. • Descargas de retardante y agua desde aeronaves. • Vientos fuertes. • Maquinaria (daño al árbol por la construcción de líneas, lo que puede afectar la estabilidad del tronco y provocar su caída). • Árboles afectados anteriormente por el fuego (fuego externo y fuego interno). • Caída de ramas y copas. • Ramas pesadas, inclinadas y colgando. • Trastornos del suelo (erosión). • Raíces superficiales, expuestas o quemadas. • Árboles y ramas afectados por plagas (sobre todo en pinos).
Peligros al trabajar con árboles muertos (árboles secos)	<ul style="list-style-type: none"> • Los árboles secos pueden caer sin advertencia o alteración externa. • Los árboles que están quemados en la base o en cualquier parte del tronco o de sus ramas son extremadamente peligrosos. • Los árboles secos que han sido expuestos al fuego pueden representar más de un peligro, ya sea visible o potencial. Cualquier cambio en la velocidad del viento o en su dirección puede causar la caída de árboles. Los árboles que representen un peligro para el personal deben marcarse con una cinta topográfica o con una cinta de color.
Otros peligros	<ul style="list-style-type: none"> • Golpe de calor. • Hipotermia. • Falta de visibilidad. • Monóxido de carbono. • Picaduras de insectos y arácnidos.

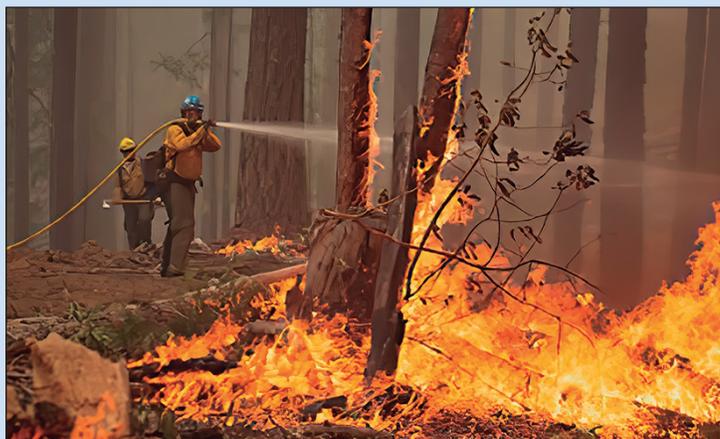
Cabe recordar que el personal debe mantenerse atento a todos los peligros potenciales de su área de trabajo. Si se identifica cualquier peligro o riesgo potencial, este debe ser reportado de inmediato al Comandante del Incidente (CI), al Jefe de Operaciones o al Líder. Además, si el área de trabajo es insegura, esto debe señalarse para que el resto se entere de los potenciales peligros.

18 situaciones de riesgo en un incendio forestal

A continuación se presentan las situaciones de riesgo que se pueden presentar cuando se están realizando trabajos de extinción en un incendio forestal según el Grupo Nacional de Coordinación de Incendios Forestales de Estados Unidos (NWCG, 2006a):

- 1. Construir la línea de defensa cuesta abajo, hacia el incendio.** La velocidad de propagación del fuego es muy rápida. Nunca se debe intentar huir en dirección a la cumbre.
- 2. Tratar de controlar un incendio por la ladera de un cerro donde existe material rodante que puede iniciar focos secundarios.** En caso de originarse focos secundarios cuesta abajo, se deben determinar anticipadamente las posibles rutas de escape. Se debe colocar un vigía y construir zanjas que eviten el rodado de material.

- 3. El viento empieza a soplar o cambia de dirección.** Puede aumentar la velocidad de propagación y cambiar la dirección del incendio. El viento es el parámetro más variable y más difícil de pronosticar, por lo que se transforma en un aspecto crítico durante el incendio. La acción del viento afecta la intensidad, dirección y la velocidad de propagación del fuego.



- 4. El día se vuelve más caluroso y seco.** Esto indica que los combustibles se están secando y que la intensidad del incendio va a cambiar.
- 5. Encontrarse en la línea con combustibles pesados, secos y no quemados entre el personal y el incendio.** Se deben tener presentes las condiciones de la topografía y de los combustibles que inciden en el comportamiento del incendio.
- 6. Encontrarse en un terreno donde la topografía dificulta el paso.** Se deben evaluar las condiciones topográficas donde se harán los desplazamientos para controlar el incendio.
- 7. Encontrarse de noche en un terreno desconocido que no se ha logrado ver en las horas del día.** Se puede llegar al incendio antes de que oscurezca para reconocer y recorrer el terreno con luz natural; así se podrán identificar las áreas peligrosas y de difícil acceso y desplazamiento.
- 8. Encontrarse en un área donde no se conocen los factores locales que influyen en el comportamiento del incendio.**

- 9. Realizar un ataque con el vehículo frente al incendio.** Los equipos y la maquinaria deberán emplearse a una distancia razonable para evitar las situaciones críticas donde se exponga de manera irresponsable a los equipos y, especialmente, a los Bomberos.



- 10. Presencia de focos secundarios sobre la línea de defensa.** Los focos secundarios pueden aparecer por detrás de los respondedores y sorprenderlos. Siempre se debe recordar que el comportamiento de los focos secundarios representa un riesgo.
- 11. No se puede ver el incendio principal ni se tiene comunicación con los compañeros.** Se debe evitar esta situación; para ello, siempre hay que acercarse desde la cola del incendio o por los flancos, y nunca por la cabeza. La comunicación radial y visual son requisitos indispensables para trabajar con seguridad y eficiencia. Si no hay comunicación radial, se debe colocar un vigía. Nunca hay que separarse del resto del personal.
- 12. Poca claridad sobre las instrucciones y asignaciones que se deben cumplir.** Es importante reconocer con rapidez las condiciones bajo las cuales puede verse en peligro la vida del personal.
- 13. Tener sueño o ganas de descansar cerca de la línea de fuego.**
- 14. No haber hecho un reconocimiento del incendio.**
- 15. Rutas de escape y zonas de seguridad sin identificar.**
- 16. Desconocimiento de los objetivos, estrategias, tácticas y peligros.**
- 17. La línea de fuego no cuenta con puntos de anclaje.**
- 18. No hay un enlace de comunicación adecuado entre el personal y los jefes.**

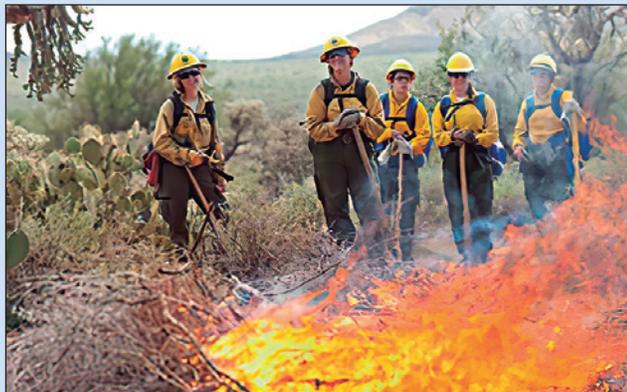
10 normas de seguridad en el control de un incendio forestal

Todos los incendios trágicos tienen ciertos elementos en común. Entre ellos está el que no se hayan seguido las siguientes 10 normas de seguridad recomendadas por el Grupo Nacional de Coordinación de Incendios Forestales de Estados Unidos (NWCG, 2006a):

- 1.** Informarse sobre las condiciones del clima y los pronósticos.
- 2.** Enterarse del comportamiento del incendio (observar personalmente o emplear un observador).



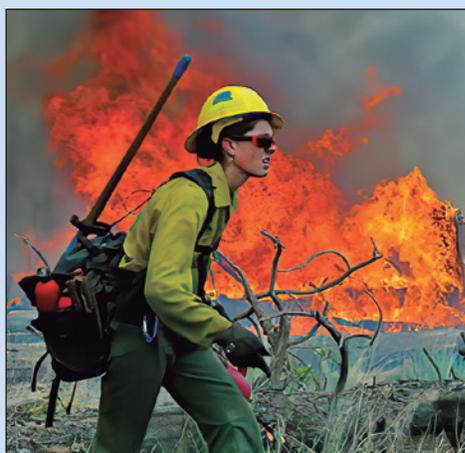
3. Actuar contra el incendio según el comportamiento actual y futuro del fuego.
4. Mantener rutas de escape y zonas de seguridad para todo el personal, y reconocerlas.
5. Mantener un puesto de observación cuando exista la posibilidad de peligro.



6. Mantenerse alerta y calmado; se debe pensar claramente y actuar decididamente.
7. Mantener comunicación con el personal, con los jefes y con las fuerzas adjuntas de apoyo.
8. Dar instrucciones claras y asegurarse de que estas fueron comprendidas.



9. Mantener el control del personal todo el tiempo.
10. Controlar el incendio agresivamente, pero atendiendo la seguridad propia y la del equipo.



Sistema OCES

El **OCES** es un sistema que ayuda a identificar los peligros, analizar los riesgos e implementar los pasos para dar seguridad al personal durante las labores de extinción (CAL FIRE, 2014). La sigla OCES²¹ corresponde a lo siguiente:

O	Observación
C	Comunicaciones
E	Ruta de escape
S	Zonas de seguridad

Este sistema pretende esencialmente observar, evaluar y comunicar. Su carácter dinámico permite reducir los riesgos de que el personal quede atrapado; para ello los observadores deben ubicarse con comunicación hacia cada Bombero forestal, y deben tener como mínimo una o varias rutas de escape o zonas de seguridad, cuyas ubicaciones deben ser comunicadas a todo el personal al inicio de la operación.

IMPORTANTE: el incendio es un evento cambiante en su dirección, velocidad e intensidad lineal, y por lo tanto requiere de una permanente observación para evitar sorpresas desagradables.

Los componentes del OCES necesitan ser analizados y revisados permanentemente. Por lo tanto, deben ser replanteados a medida que se avanza en las labores de extinción para mantener seguro al Bombero forestal.

A continuación se describen cada uno de los componentes del OCES y se indica cuándo se deben activar.

21 En inglés se conoce como LCES, sigla que corresponde a *lookouts, communications, escape routes* y *safety zones*.

Componente del OCES	Descripción	Condiciones de activación o de uso
 <p>Observación.</p>	<p>Los puestos de observación se establecen en forma permanente o temporal para mantener la vigilancia y la observación del incendio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cuando el incendio no ha sido observado. • Cuando el incendio no se ha podido ver porque hay mucho humo, neblina u otros obstáculos. • Cuando se hace la evaluación inicial de situación en el incendio. • Cuando no se tiene información sobre las condiciones del tiempo atmosférico. • Cuando no hay una organización clara para el control del incendio. • Cuando la línea de fuego que se construye no tiene un anclaje seguro. • Cuando hay combustibles entre el personal y el incendio. • Cuando el incendio se encuentra en una ladera. • Cuando sube la temperatura por condiciones atmosféricas.
 <p>Comunicaciones.</p>	<p>Las comunicaciones se deben activar cuando se ingrese a la zona del incendio; de esa manera se establece un flujo de información hacia los bomberos forestales y estructurales sobre los peligros que se acercan, y así también es posible advertirlos sobre qué tan rápido deben trasladarse hacia una ruta de escape o hacia una zona de seguridad. La comunicación se debe reforzar y debe ser constante.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cuando no se tiene información del tiempo atmosférico ni de los factores locales que afectan el comportamiento del fuego. • Cuando las instrucciones y tareas no son claras. • Cuando no hay comunicación con otras brigadas y cuadrillas. • Cuando se presentan muchos focos secundarios aislados del incendio principal. • Cuando el terreno y los combustibles hacen difícil el escape hacia zonas de seguridad. • Cuando no se cuenta con información suficiente acerca de las estrategias, tácticas y peligros existentes. • Cuando se intenta un ataque frontal del incendio. • Cuando se construye una línea en zona de pendiente, teniendo el incendio principal en la parte baja del cerro. • Cuando hay combustible sin quemar entre el personal y el incendio. • Cuando el viento aumenta o cambia de dirección. • Cuando se está en una ladera donde el material rodante puede encender el combustible que está abajo.

Componente del OCES	Descripción	Condiciones de activación o de uso
 <p>Ruta de escape.</p>	<p>Una ruta de escape es un camino que usa el Bombero para trasladarse desde un lugar peligroso a una zona de seguridad. La efectividad de las rutas de escape puede cambiar en cualquier momento, así como cambia el comportamiento del incendio. Por lo tanto, se deben hacer constantes evaluaciones y tomar nuevas decisiones con el fin de determinar si es necesario replantearlas en el mismo momento y lugar del incendio.</p> <p>Importante: siempre se debe contar con más de una ruta de escape. Las rutas pueden estar delante del Bombero o detrás de este. Si la fatiga y la distancia aumentan el tiempo necesario para llegar hasta la zona de seguridad, se debe informar al respectivo jefe para que considere otras tácticas o cambie las ubicaciones.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cuando no se puede ver el incendio y no hay comunicación. • Cuando hay un aumento en las temperaturas y una disminución de la humedad relativa. • Cuando el viento aumenta o cambia de dirección. • Cuando aparece algo inesperado.
 <p>Zona de Seguridad.</p>	<p>Las zonas de seguridad son los lugares amplios que le permiten al Bombero forestal protegerse cuando se encuentra amenazado por algún peligro.</p> <p>Las zonas de seguridad deben estar en constante evaluación. Si es necesario, se deben tomar nuevas decisiones con el fin de determinar si es necesario replantear las zonas en el mismo momento y lugar del incendio.</p> <p>Las zonas de seguridad deben ser suficientemente amplias como para garantizar la seguridad de los Bomberos. Su tamaño debe ser proporcional a la cantidad de personal.</p> <p>Los Bomberos deben estar alerta a los cambios de ubicación de las rutas de escape y de las zonas de seguridad que les indique el líder de cuadrilla, el Jefe de Operaciones o el CI.</p> <p>A medida que progresa la construcción de la línea, su posición cambia en relación a las rutas de escape y a las zonas de seguridad.</p> <p>La zona de seguridad debe reubicarse si la movilización del personal hacia esta requiere de más de 6 minutos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cuando el incendio no ha sido evaluado. • Cuando no se cuenta con información acerca de los peligros. • Cuando se está en una ladera donde pueden rodar materiales que enciendan los combustibles que están más abajo. • Cuando se producen frecuentes puntos aislados de fuego al otro lado de la línea. • Cuando hay combustible sin quemar entre el personal y el incendio. • Cuando se intenta un ataque frontal en contra del incendio. • Cuando no se conocen los factores atmosféricos locales que afectan el comportamiento del fuego. • Cuando no se puede ver el incendio principal ni se está en contacto con alguien que lo pueda ver. • Cuando no se cuenta con información acerca del objetivo, de la estrategia, de las tácticas o de los peligros del incendio.

IMPORTANTE: la intensidad del incendio y las características del terreno, entre otros factores, determinan la efectividad de la zona de seguridad.

Métodos de combate de incendios forestales

Objetivos específicos

- Identificar los métodos de ataque de los incendios forestales.
- Identificar las limitaciones de cada método de ataque.
- Definir *línea de fuego*, *línea de control*, *quema de ensanche* y *contrafuego*.
- Identificar las formas de construir una línea.
- Identificar las consideraciones de seguridad a tener en cuenta al realizar un contrafuego.
- Identificar las medidas de seguridad a considerar durante una liquidación.

Introducción

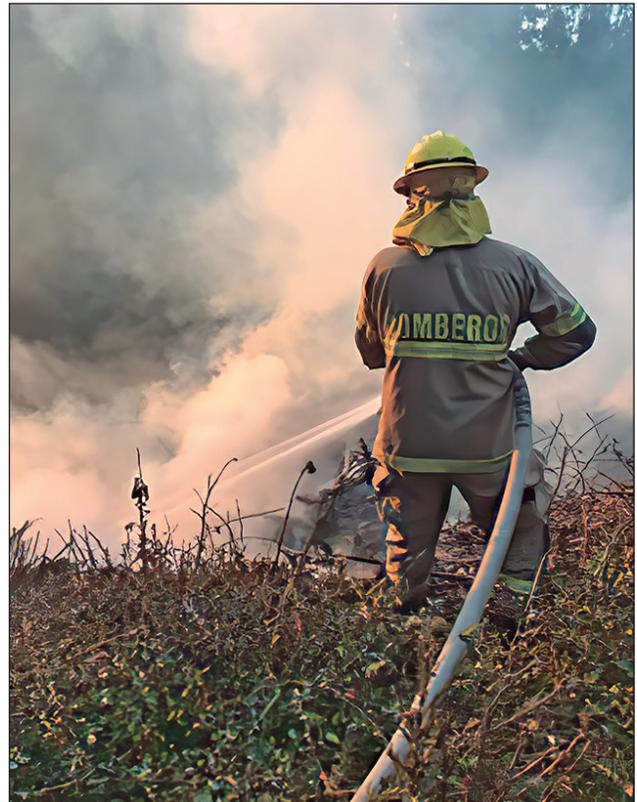
Las múltiples situaciones que surgen durante la lucha contra los incendios forestales e incendios de interfaz urbano-forestal requieren que el Bombero forestal disponga de diferentes alternativas para el combate.

Desde la llegada a un incendio y desde que se comienza a trabajar se pasan por diferentes fases del combate. Por ejemplo, el ataque inicial implica rodear todo el incendio con una línea de control (que se puede completar inicialmente o a medida que progresa el combate). Posteriormente se procede a la liquidación del incendio, para lo cual se debe dejar el perímetro o borde absolutamente frío.

Se define **control** como la extinción completa de un incendio, incluidos los puntos calientes, lo que también implica que la línea de fuego se haya reforzado para que ninguna ignición atraviese el perímetro (NWCG, 2006b).

En todas las fases y en todo momento el combate consistirá en realizar determinadas acciones básicas directamente sobre las llamas, en el perímetro del incendio o lejos del perímetro; esto dependerá de la distancia entre la línea de control y el perímetro.

Los contenidos de esta lección entregan las herramientas teóricas y prácticas básicas para controlar la propagación del incendio, extinguirlo y brindar protección a personas y bienes. Estos tipos de ataque son utilizados tanto en incendios de interfaz urbano-forestal como en incendios forestales.



Método directo

El **método directo** consiste en crear una línea de control en el borde del mismo incendio. Se actúa principalmente sobre las llamas y sobre el combustible inmediato a estas.

Este método contempla las siguientes acciones:

- Enfriar el combustible con tierra, agua o productos químicos.
- Cubrir el combustible con tierra para aislarlo del aire.
- Raspar y cavar hasta el suelo mineral para cortar la continuidad del combustible próximo a las llamas.

Se recomienda utilizar este método en incendios superficiales que se están iniciando o en focos secundarios de un incendio mayor. La longitud de las llamas del incendio o foco debe ser inferior a 2,5 metros. Para esta acción se emplean herramientas de corte, raspado, cavado y sofocación, así como operaciones con agua o espuma.



Ventajas

- Permite reducir a una superficie mínima los daños que el fuego ha producido.
- Un trabajo efectivo permite dejar un borde frío que prácticamente no requiere liquidación.
- En incendios más extensos, este método puede ser más seguro para los Bomberos, ya que en caso de emergencia se puede alcanzar con mayor rapidez el área que ya se quemó.
- Si se dispone de suficiente agua, este será el método más efectivo.

Limitaciones

- Exposición de los Bomberos a radiación, humo y monóxido de carbono.
- Si la topografía es muy abrupta, se hace peligroso el desplazamiento de Bomberos para acercarse al fuego.
- Puede haber emisión de pavesas que creen focos secundarios capaces de acorralar a los Bomberos, sobre todo en las laderas.
- No se debe combatir en laderas, quebradas y cárcavas.

Método indirecto

El **método indirecto** consiste en establecer la línea de control o construir líneas de fuego a cierta distancia del borde del incendio. Se aprovechan todas las barreras naturales y artificiales existentes que no tengan combustible, y se construyen líneas de fuego para completar la línea de control.

Este método se emplea en los siguientes casos:

- Cuando el calor y el humo impiden el trabajo de los Bomberos próximos al perímetro.
- Cuando la topografía es muy abrupta o la vegetación es muy densa.
- Cuando existe una rápida propagación del fuego, un frente amplio y una gran emisión de pavesas.
- Este método también es utilizado en incendios de copas.



Ventajas	Limitaciones
<ul style="list-style-type: none"> • El trabajo es más seguro para Bomberos, ya que hay menos calor y humo del incendio. • Las condiciones de trabajo son más favorables, lo cual permite mantener la actividad durante periodos más largos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Para usar este método se debe contemplar el sacrificio de áreas con vegetación que puede ser muy valiosa. • La existencia de un mayor perímetro en la línea de control exige dedicarle mayor atención para evitar que el fuego la sobrepase. • El desgaste para el Bombero es considerable, por lo que hay que establecer procedimientos de rehabilitación.

Método paralelo

Se denomina **método paralelo** a la construcción de líneas de control o cortafuegos paralelos al perímetro del fuego; es decir, flanqueando el incendio y avanzando hasta controlarlo en la cabeza. Puede considerarse una forma de ataque indirecto, ya que no se trabaja sobre el perímetro del incendio.

Este método se emplea en los siguientes casos:

- Cuando los incendios son de velocidad media o lenta.
- Cuando el calor y el humo son demasiado intensos como para permitir la acción directa.
- Cuando la estructura del suelo no favorece la rápida construcción de líneas.
- Cuando es posible usar las barreras naturales como puntos de anclaje (por ejemplo, caminos, ríos, lagos o tipos favorables de bosques).
- Cuando existen terrenos con fuertes pendientes.
- Cuando el recurso humano disponible es insuficiente.
- Cuando hay dificultades para avanzar por la densidad del combustible vegetal.



Ventajas

- Permite la utilización de herramientas y equipos sin atentar contra la seguridad del personal.
- La supervisión puede hacerse con más facilidad.
- Es posible el uso de maquinaria pesada.

Limitaciones

- La determinación de la distancia a la que se debe construir la línea es desde el perímetro del fuego, y dependerá del tipo de combustible. Por ejemplo, si el combustible es muy liviano, el fuego podría avanzar muy rápidamente.
- El perímetro de la línea de control que se debe cuidar es mayor.
- La superficie quemada es mayor.

Tipo de ataque en función de la longitud de la llama

El tipo de ataque que se elija debe determinarse, además, por la longitud de la llama. A continuación se especifica qué tipo de ataque emplear, qué equipamiento se requiere y qué parte del incendio se debe abordar según la longitud de la llama.

Longitud de la llama	Tipo de ataque	Equipamiento	Parte del incendio
<1,5 metros	Ataque directo.	Herramientas manuales y carros bomba.	Ataque por la cabeza y los flancos.
1,5 a 2,5 metros	Ataque directo.	Tractor de cadenas, carros bomba y medios aéreos.	Posibilidad de tener que recurrir al ataque indirecto.
2,5 a 3,5 metros	Ataque indirecto.	Carros bomba y medios aéreos.	Ataque por el frente del incendio.
>3,5 metros	Ataque indirecto.	Contrafuego.	Probables focos secundarios y fuegos de copa.

Línea de fuego

La **línea de fuego**, también conocida como *línea de defensa*, consiste en la construcción de una faja de terreno desprovista de vegetación y limpia hasta el suelo mineral. La línea de fuego se hace con herramientas manuales o con maquinaria pesada. La finalidad de la línea de fuego es cortar la continuidad del combustible que está en la trayectoria del incendio.

La construcción de una línea de fuego debe considerar lo siguiente:

- Debe ser construida antes de que el fuego alcance el lugar.
- Una vez que el fuego llegue, la línea debe ser capaz de contenerlo.

Las características de la línea se deben adecuar de acuerdo a los siguientes factores:

- Tamaño del incendio.
- Velocidad de propagación.
- Capacidad del personal.

Una línea de fuego construida con herramientas manuales puede tener un ancho de más de 2 metros. Para su construcción se usan técnicas para cortar, suprimir y raspar el terreno. El raspado, en particular, consiste en eliminar todo tipo de materia orgánica, mantillos y tierras negras de la capa superficial, con lo cual se intenta evitar que el fuego del subsuelo pueda traspasar la línea y crear focos secundarios a la espalda de los Bomberos.

Es importante saber que todos los restos de combustibles generados en la misma construcción de línea deben depositarse en la parte exterior de la misma; es decir, en dirección contraria a la

del avance del fuego. Esto facilita el control de la quema de ensanche o contrafuego, por lo que se disminuye el combustible, y por lo tanto también disminuye la altura de la llama que podría provocar el paso del fuego a la zona que se quiere proteger.

En el caso de tocones gruesos cuyo arranque requiera mucho esfuerzo, se cubrirán con tierra para evitar que sean encendidos por pavesas.

Punto de anclaje

Un **punto de anclaje** es una ubicación despejada de combustible desde la cual se comienza a construir una línea de fuego.

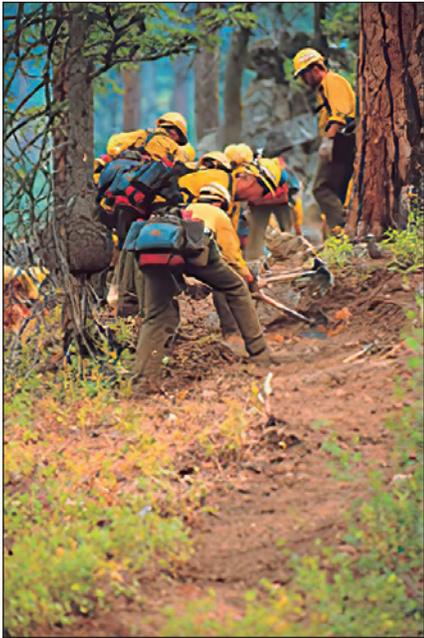
Los arenales, los pedregales, las carreteras, los caminos despejados de combustible y los lagos son buenos puntos de anclaje. Un punto de anclaje se usa para reducir la posibilidad de que los Bomberos sean flanqueados por el fuego.

Línea de control

La **línea de control** es el conjunto de barreras naturales (ríos, lagos, etc.) y artificiales (caminos, carreteras, etc.), así como bordes extinguidos del fuego, que se usan para el control del incendio. Un incendio se da por controlado cuando está encerrado dentro de una línea de control que evita la propagación. Posteriormente, en la fase de liquidación, se extinguirá totalmente el fuego.

Existen diferentes maniobras que se pueden utilizar para el control de un incendio. El tipo de táctica depende del objetivo y de la finalidad. A continuación se listan los distintos tipos de líneas que se pueden usar para este fin:

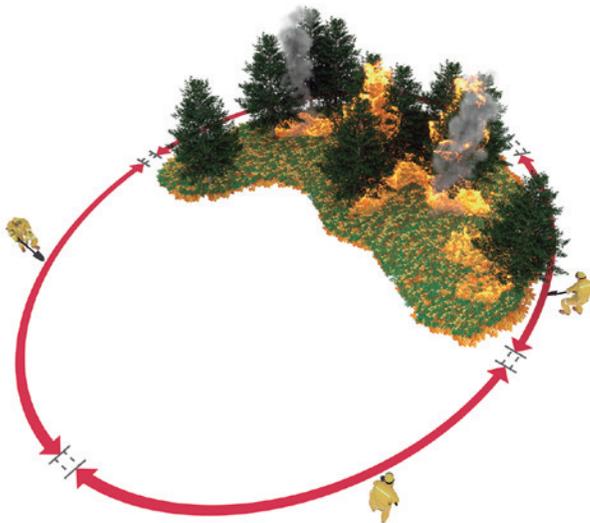
Tipo de línea de control	Descripción
 <p data-bbox="337 1755 586 1780">Línea de control natural.</p>	<p data-bbox="808 1541 1365 1625">Borde frío del incendio o área quemada anteriormente. Pueden ser ríos, lagunas, canales, pedregales, carreteras, etc.</p>

Tipo de línea de control	Descripción
 <p data-bbox="444 697 620 726">Línea construida.</p>	<p data-bbox="878 457 1442 516">Confeccionada con maquinaria, como <i>dozers</i>, <i>skidders</i>, <i>bulldozers</i>, retroexcavadoras, etc.</p>
 <p data-bbox="461 1404 604 1434">Línea manual.</p>	<p data-bbox="873 1052 1446 1140">Aquella construida con herramientas manuales con el fin de cortar y raspar el combustible hasta llegar al suelo mineral.</p>
 <p data-bbox="461 1850 613 1879">Línea húmeda.</p>	<p data-bbox="889 1692 1430 1722">Confeccionada mojado previamente el combustible.</p>

Tipo de línea de control	Descripción
 <p data-bbox="375 615 548 642">Línea retardante.</p>	<p data-bbox="821 474 1349 501">Confeccionada aplicando retardante al combustible.</p>
 <p data-bbox="399 1131 524 1159">Línea negra.</p>	<p data-bbox="797 934 1373 1020">Consiste en aplicar fuego en forma controlada para crear una brecha y eliminar los combustibles a orillas de la carretera, y así evitar incendios forestales.</p>

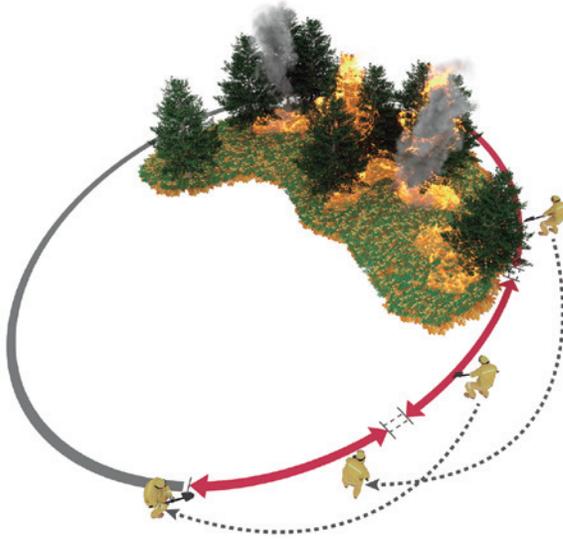
Técnicas de construcción de la línea

Existen tres (3) técnicas según las cuales los Bomberos participan en la construcción de una línea de fuego:



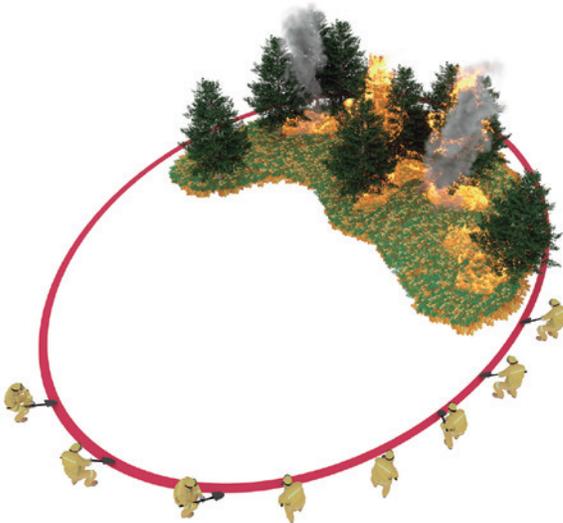
Asignación individual

A cada Bombero se le asigna una sección de la línea a construir. Cada Bombero debe construir, vigilar y sostener su sección de la línea para que el fuego no la sobrepase.



Avance alterno

A cada Bombero se le asigna un trecho de la línea a construir. Cuando un Bombero termina su trecho asignado, avanza hasta la cabeza de la línea (sobrepasando a todo el equipo) y construye un nuevo trecho.



Avance progresivo

La línea se construye por etapas y todos los integrantes participan. Un primer grupo de Bomberos remueve el combustible con herramientas de corte y abre el paso (es decir, marcan el camino); un segundo grupo raspa y cava; y el último grupo vigila y sostiene la línea.

Cuando se tiene tiempo para asegurar el área, este método es el más rápido y garantiza el éxito en los frentes con llamas. Se requiere que el personal esté bien entrenado en el uso de herramientas.

Quema de ensanche

La **quema de ensanche** es la ampliación de la línea de fuego o de control mediante la quema de material combustible adyacente a la línea. En el momento de la ignición se deberá tener en cuenta la calidad de la línea y del combustible presente en la cercanía de la línea para garantizar que la quema no atraviese la línea de fuego (por pavesas, chispas o radiación).

Se deben considerar los siguientes factores al realizar la quema de ensanche:

- Se puede realizar la quema de ensanche a medida que se construye la línea de fuego, pero siempre y cuando se tenga seguridad de que el fuego provocado no va a traspasar la línea de fuego.
- Si no se tiene un buen punto de anclaje en la línea de control donde se inicia la construcción de la línea de fuego, es aconsejable realizar una quema de ensanche. Lo mismo debe realizarse en el anclaje de terminación.
- Se debe tener agua y tierra suelta preparadas y listas para lanzar.

- Si la línea asciende por una ladera, la quema de ensanche debe hacerse por secciones desde arriba hacia abajo.
- El personal siempre debe estar atento.

Contrafuego

El método de **contrafuego** consiste en encender fuego desde una línea de fuego o de control con el propósito de que el fuego provocado, atraído por corrientes de succión, avance hacia el fuego principal y este se extinga.

El combustible intermedio es quemado y el incendio se extingue cuando se unen los dos fuegos. Para aplicar un contrafuego se requiere de una cuidadosa evaluación, ya que se podría originar un segundo incendio y complicar tanto el control de la emergencia como la seguridad del personal.

El contrafuego es una táctica muy eficaz para controlar los incendios forestales, pero, debido a su complejidad, requiere una planificación y coordinación mucho más específica y exacta que la quema de ensanche. Muchas veces se piensa que es la herramienta ideal para frenar grandes frentes, pero es justamente en ese momento cuando se debe ser más precavido para tomar esta decisión.

Estas son algunas de las **recomendaciones** más importantes que debe tomar en cuenta Bomberos al usar un contrafuego:

- El personal debe estar capacitado y contar con experiencia.
- Localizar la línea de control y construir apropiadamente la línea de fuego desde donde se va a realizar el contrafuego.
- Completar el trabajo de construcción de la línea en un tiempo límite según el objetivo establecido.
- Aprovechar las ventanas de oportunidad según las condiciones meteorológicas.
- Evitar la formación de esquinas en forma de punta de lanza.
- Comenzar el contrafuego desde el borde interior de la línea.
- Usar contrafuegos auxiliares si las condiciones meteorológicas son favorables.
- Realizar una prueba inicial para determinar la efectividad del contrafuego. De no contar con las condiciones propicias, no realizar el contrafuego.



Contrafuego.

Además, se deben tener las siguientes **precauciones** con los cortafuegos:

- Esta técnica es aplicada por CONAF y únicamente por técnicos experimentados.
- El contrafuego solo debe ser ordenado por el Comandante del Incidente (CI) o por el Jefe de Operaciones.
- Antes de iniciar el contrafuego **todo** el personal debe estar fuera del área a quemar. Para ello es conveniente revisar el sistema de contabilidad del personal periódicamente.
- Si se usan antorchas de goteo para el contrafuego, debe llevarse bien cerrado el depósito.
- Si se usan bengalas, deben llevarse en la mano o en una caja, y nunca en el bolsillo. Se deben encender tirando hacia fuera y con el brazo estirado para evitar respirar humo.

Liquidación

La **liquidación** consiste en eliminar totalmente cualquier fuente (troncos encendidos, fuegos aislados, etc.) que pudiera ocasionar que el incendio ya controlado se vuelva a activar. Por lo tanto, la liquidación es un trabajo que requiere mantener especialmente despiertos los sentidos de la vista, del tacto y del olfato para mantener la seguridad.

IMPORTANTE: la liquidación es una de las fases más importante del trabajo de Bomberos, ya que cualquier pavesa puede reiniciar el incendio, perdiéndose todo el trabajo realizado.

Tipos de liquidación

Existen dos (2) tipos de liquidación: la liquidación con herramientas manuales (o liquidación seca) y la liquidación con herramientas y agua.

La **liquidación con herramientas manuales** implica el uso de pala, hacha, McLeod y Pulaski, entre otros implementos. Al hacer una liquidación de este tipo se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Raspar o cortar los troncos encendidos. Distribuir las brasas en la zona quemada y voltear los troncos para asegurarse de que todas las brasas estén apagadas.
- Distribuir los materiales combustibles por el área del incendio. Asegurarse de que estos queden apagados.
- Construir una línea alrededor de las bolsas del combustible que no estén quemadas. Observar si los combustibles se pueden quemar con seguridad para evitar problemas posteriores.
- Derribar los árboles muertos en pie en los sectores con pendientes, ya que generalmente están encendidos en su base y en algún momento caerán, provocando material rodante en sectores

planos. Tomar la misma precaución cuando estos se encuentran en las inmediaciones de la línea de fuego o en la línea de control.

- Cuando se encuentra combustible como musgo y hojas, apagarlo removiendo y mezclándolo con la tierra.
- Revisar todo fuego sospechoso. Si está muy caliente, remover y mezclar con tierra.



La **liquidación con herramientas y agua**, como el nombre lo indica, implica usar también el recurso hídrico para la liquidación, siempre que se disponga de este y se cuente con el equipo necesario. Para llevar a cabo este tipo de liquidación sin desperdiciar agua se recomiendan las siguientes acciones:

- Remover los combustibles con herramientas manuales y arrojar agua sobre las brasas con bombas de espalda.
- Tirar tierra a las brasas al mismo tiempo que se aplica el agua.
- Raspar y humedecer los tocones.
- Asegurarse de que las raíces no lleven fuego subterráneo al otro lado de la línea.
- Cuando se emplee agua en la liquidación de materiales que arden a profundidad y donde hay materia orgánica y hojarasca, remover el combustible a la vez que se aplica el agua.



Cómo hacer una liquidación en forma segura

Es frecuente que durante los trabajos de liquidación se presenten accidentes. Esto ocurre por el exceso de confianza o por descuido al considerar que el fuego ya no representa ningún peligro. Para evitar ese tipo de situaciones se sugiere lo siguiente:

- Asegurarse de que las zanjas estén funcionando para retener el material rodante. Revisar que los troncos que sean colocados en forma paralela a la pendiente no representen ningún peligro. Nunca se debe trabajar debajo de los troncos o de piedras que puedan rodar.
- Asegurarse de que los troncos no van a lanzar chispas.
- Establecer las rutas de escape y las zonas de seguridad.
- Revisar sitios donde vuelen mosquitos, donde haya cenizas blancas o donde haya humos pequeños, ya que puede haber combustible quemándose.
- Revisar con cuidado los troncos caídos y asegurarse de tener los guantes puestos.
- Colocar los troncos de tal manera que no vayan a rodar.
- Apagar todo el fuego cuando el área es pequeña.
- Distribuir en la zona quemada el material que se está quemando.

Estrategias y tácticas para la extinción de incendios forestales y de interfaz urbano-forestal²²

Objetivos específicos

- Identificar las tácticas defensivas a utilizar en incendios de interfaz urbano-forestal con peligro de propagación a viviendas.
- Explicar los tipos de ataque directo con carros bomba en una zona forestal.
- Señalar las características e implicaciones del método indirecto con carros bomba en una zona forestal.
- Explicar los tipos de ataque ofensivo con carros bomba en una zona forestal.
- Señalar las características de la maniobra de autoprotección y autodefensa en incendios forestales y de interfaz.

Introducción

Las maniobras para el combate de incendios forestales y de interfaz urbano-forestal no solo están enfocadas al trabajo con herramientas; Bomberos cuenta con recursos hídricos que permiten complementar estos métodos de combate con el uso de carros bomba, lo cual amplía la disponibilidad de opciones estratégicas y tácticas.

Tácticas defensivas para incendios de interfaz urbano-forestal con peligro de propagación a viviendas

Táctica defensiva 1

Este tipo de maniobra se recomienda cuando el fuego está cerca de las viviendas y la cantidad de recursos en ese momento no es suficiente.

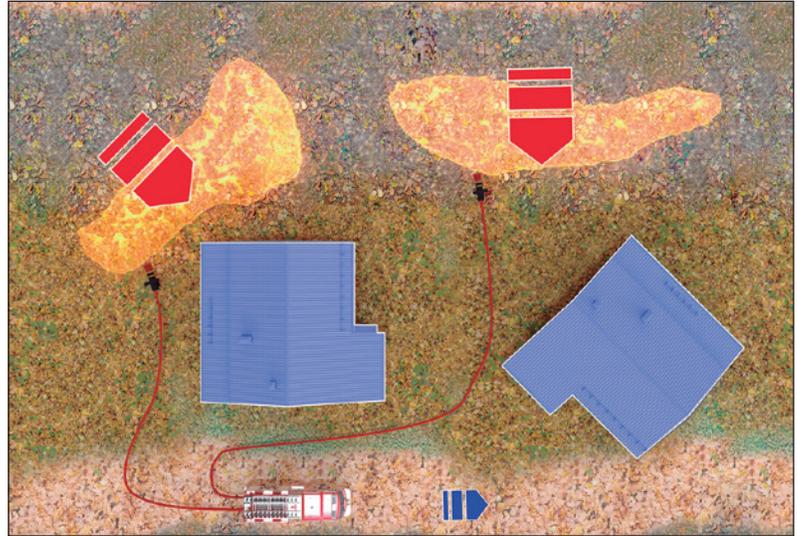
Se mantiene una línea de agua por cada vivienda que se va defender. No deben haber más de tres (3) mangueras por línea. El carro debe quedar protegido por las viviendas y debe ir una línea de agua en cada costado de la casa. Una línea de agua debe disponerse desde la parte trasera del carro, y la otra debe disponerse desde la parte delantera.

Para poder realizar esta maniobra es necesario una dotación mínima de cuatro (4) Bomberos, incluyendo al conductor. Los Bomberos deben distribuirse de la siguiente forma:

²² El contenido de esta lección fue proporcionado por el Cuerpo de Bomberos de Valparaíso y se basó en sus cursos de respuesta a incendios forestales. Además, colaboraron en su elaboración Rodrigo Esteban Romo, Comandante del Cuerpo de Bomberos de Valparaíso; Juan Carlos Jaque, Bombero de la 5ª Compañía de Bomberos del CBV; y Alain Batista, Bombero de Francia Besançon y Bombero de la 5ª Compañía del CBV. Las fotografías aéreas fueron tomadas por Hipólito Morales, Bombero de la 5ª Compañía del CBV.

- CI/OBAC.
- Un Bombero por cada línea de agua.
- Conductor o Cuartelero.

Táctica defensiva 1.
Fuente: adaptado del material proporcionado por el Cuerpo de Bomberos de Vaparaíso.



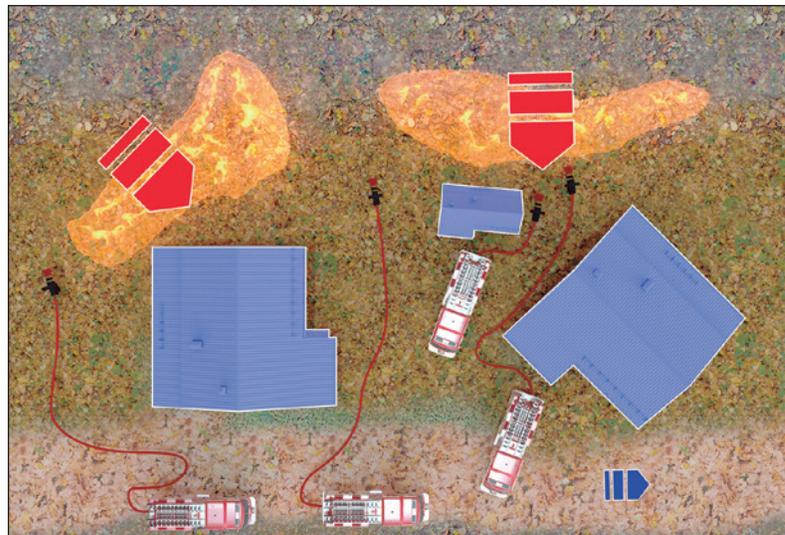
Táctica defensiva 2

Este tipo de maniobra se recomienda cuando el fuego está cerca de las viviendas y la cantidad de recursos en ese momento no es suficiente. Es similar a la táctica defensiva 1, pero considera la utilización de más de un carro.

Se mantiene una línea de agua por cada vivienda que se va a defender. No deben haber más de tres (3) mangueras por línea. El carro debe quedar protegido por las viviendas y debe ir una línea de agua en cada costado de la casa. Una línea de agua debe disponerse desde la parte trasera de cada carro, y la otra debe disponerse desde la parte delantera.

Para poder realizar esta maniobra es necesario una dotación mínima de cuatro (4) Bomberos, incluyendo al conductor. Los Bomberos deben distribuirse de la siguiente forma:

- CI/OBAC.
- Un Bombero por cada línea de agua.
- Conductor o Cuartelero.





Táctica defensiva 1.

Fuente: Cuerpo de Bomberos de Valparaíso.

Táctica defensiva 3: grandes emergencias con amenazas de viviendas e infraestructura

Para esta táctica, además de considerar las tácticas mencionadas anteriormente, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Al evaluar la red de grifos cercana al PAP se debe tomar en consideración que, con la posible caída del sistema eléctrico, las bombas impulsoras podrían dejar sin abastecimiento a la red de grifos.
- Siempre se debe considerar más de un PAS; nunca se debe olvidar que, debido al dinamismo de estos incendios, no es necesario generar una gran infraestructura.
- Debido a la magnitud de estos incendios, se debe considerar cuidadosamente el alcance y control, por lo que se deberá determinar una estructura organizacional que permita sectorizar y cubrir los diferentes flancos.
- La movilización de los recursos debe ser con tiempo. Debe definirse previamente la ubicación donde se trabajará.
- Si la cantidad de recursos es insuficiente, se deben ir sumando de forma coordinada y correctamente, por lo que es necesario delegar un Jefe de Operaciones para que pueda cumplir con esta función.



Ubicación de carros bomba en caso de amenaza de infraestructura.
Fuente: Cuerpo de Bomberos de Valparaíso.



Fuente: Cuerpo de Bomberos de Valparaíso.

Ataque directo con carros bomba en una zona forestal

Los carros bomba son de gran utilidad en las labores de extinción, y son especialmente útiles en incendios con combustibles muy dispersos o con combustibles finos, como pastos o rastrojos. También su uso es muy conveniente en los frentes que se encuentran junto a los bordes de los caminos. El carro siempre debe ir con agua cuando avanza; de no ser así, el relevo debe disponer de agua, de espumas o de retardantes.

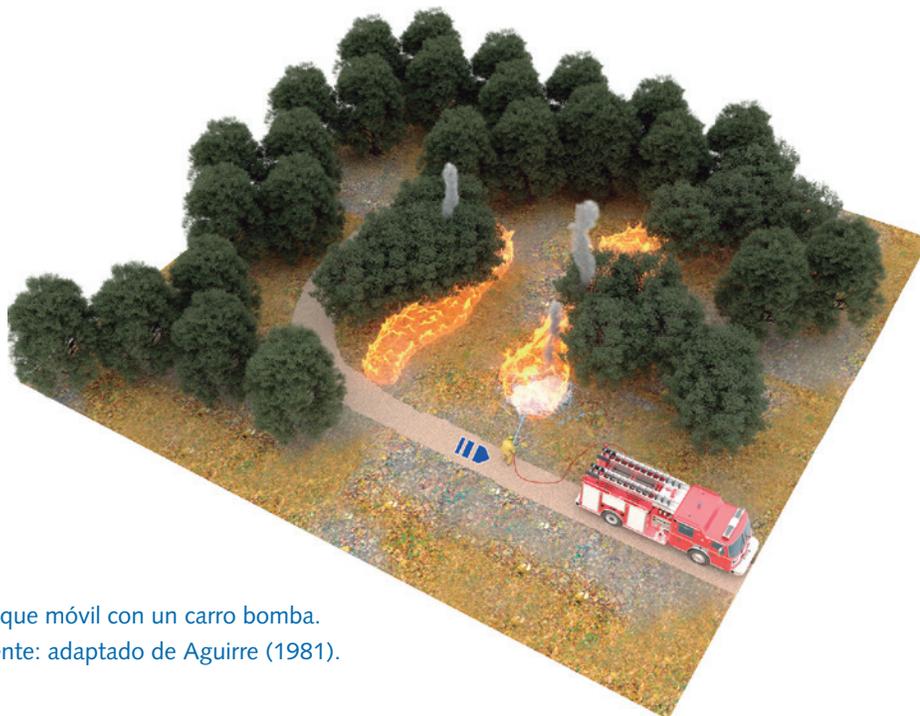
Durante el uso de carros bomba para el ataque directo se deben tener presentes todas las consideraciones propias para este tipo de ataque, como el comportamiento del incendio, las características del terreno y la ubicación de las rutas de escape.

Existen tres (3) formas de ataque directo:

1. Ataque móvil.
2. Ataque estacionario.
3. Ataque dentro-fuera.

Ataque móvil

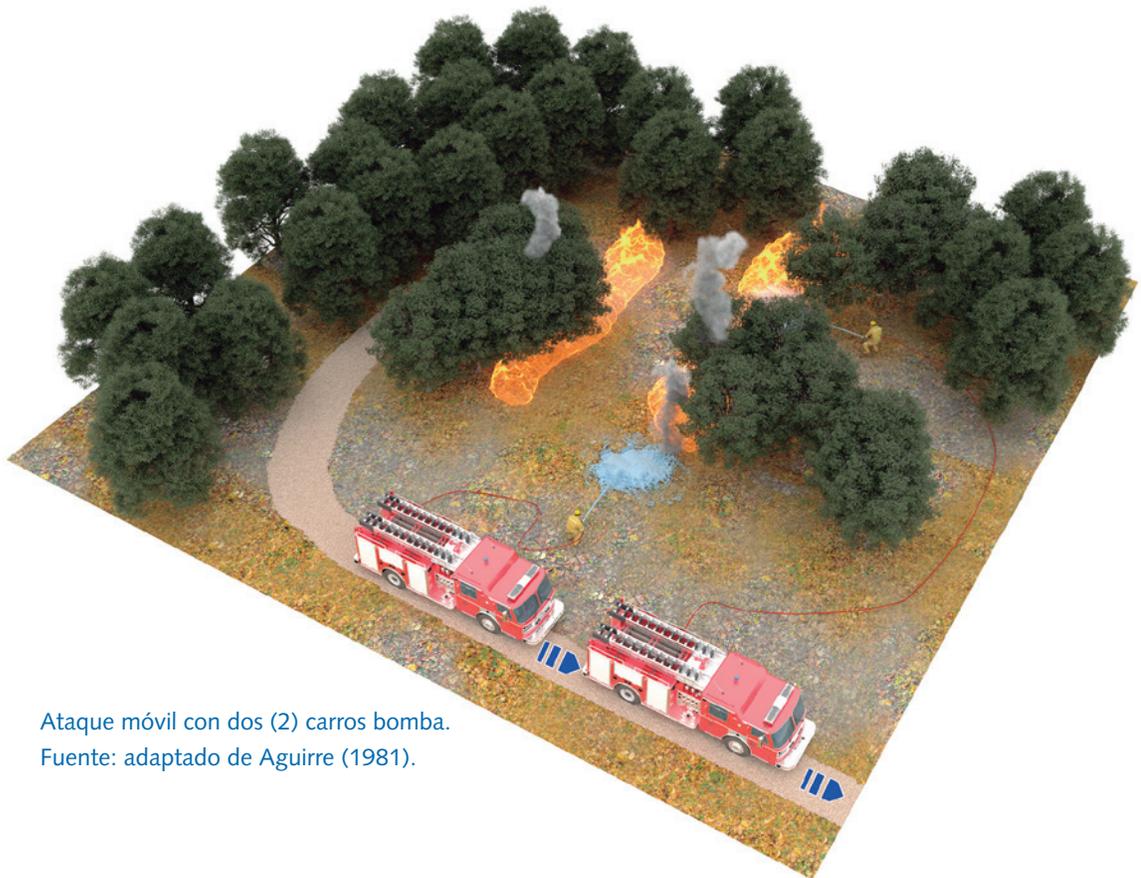
El **ataque móvil** consiste en el desplazamiento de un carro bomba alrededor del perímetro del incendio al tiempo que un Bombero va paralelamente lanzando agua a la base de la llama. Este es el método más rápido y efectivo, pero su viabilidad dependerá del terreno y de las condiciones marcadas por el comportamiento del incendio.



Ataque móvil con un carro bomba.
Fuente: adaptado de Aguirre (1981).

Se deben tener en cuenta los siguientes factores al realizar un ataque móvil:

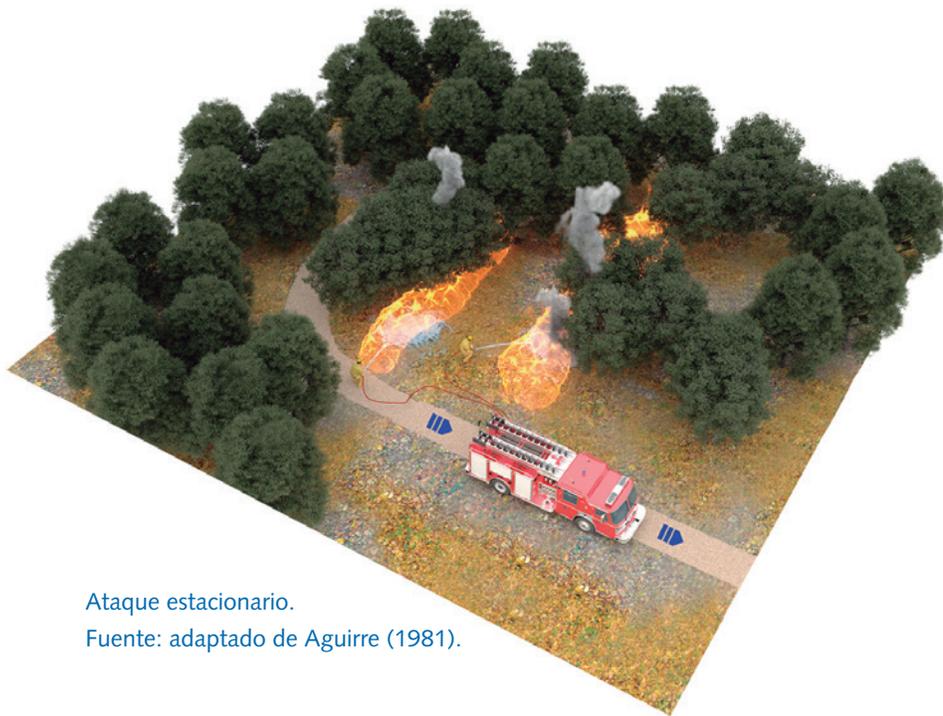
- El Bombero debe estar a la vista del conductor en todo momento para poder coordinar el desplazamiento del carro con la acción de extinción. Así se garantiza también la seguridad del Bombero y se evitan posibles accidentes por descoordinación.
- El ataque se puede realizar en cualquier parte del incendio (en la cola, flanco o cabeza), pero lo más seguro es, al igual que en la construcción de una línea de fuego, realizar un anclaje en la cola del incendio y seguir por los flancos, para finalmente atacar la cabeza.
- Si el combustible puede dar lugar a un incendio con fuertes llamas, se puede complementar el ataque con una segunda línea de agua. La primera actúa sobre los focos más calientes para controlarlos, pero sin llegar a extinguirlos, mientras que la segunda línea los remata, apagándolos totalmente.
- Esta misma operación puede ser realizada con dos (2) carros bomba. La disponibilidad de dos (2) carros proporciona mayor seguridad en caso de avería de uno de los vehículos.



Ataque móvil con dos (2) carros bomba.
Fuente: adaptado de Aguirre (1981).

Ataque estacionario

Cuando el terreno o la evolución del incendio no permiten el desplazamiento del carro bomba, la aplicación del agua se realiza mediante una línea de agua desde el carro estacionado. A esto se le llama **ataque estacionario**.



Ataque estacionario.
Fuente: adaptado de Aguirre (1981).

Ataque dentro-fuera

Esta acción puede ser móvil o estacionaria. El **ataque dentro-fuera** se hace sobre los flancos o sobre la cabeza del incendio, pero se caracteriza por el hecho de que el carro se moviliza dentro de la zona quemada.

Se deben tener en cuenta los siguientes factores al realizar un ataque móvil:

- El carro no puede estacionarse sobre el suelo caliente; es necesario humedecer previamente la zona sobre la que se situará.
- Se deben localizar las rocas calientes y puntos de fuego para no situarse sobre estos puntos. Siempre se deberá tener a disposición una línea de agua preparada para proteger el carro en caso de necesidad.
- Este tipo de ataque es uno de los más seguros cuando el combustible es ligero, ya que el carro y el personal trabajando en la zona quemada pueden utilizar esta misma como zona de seguridad.



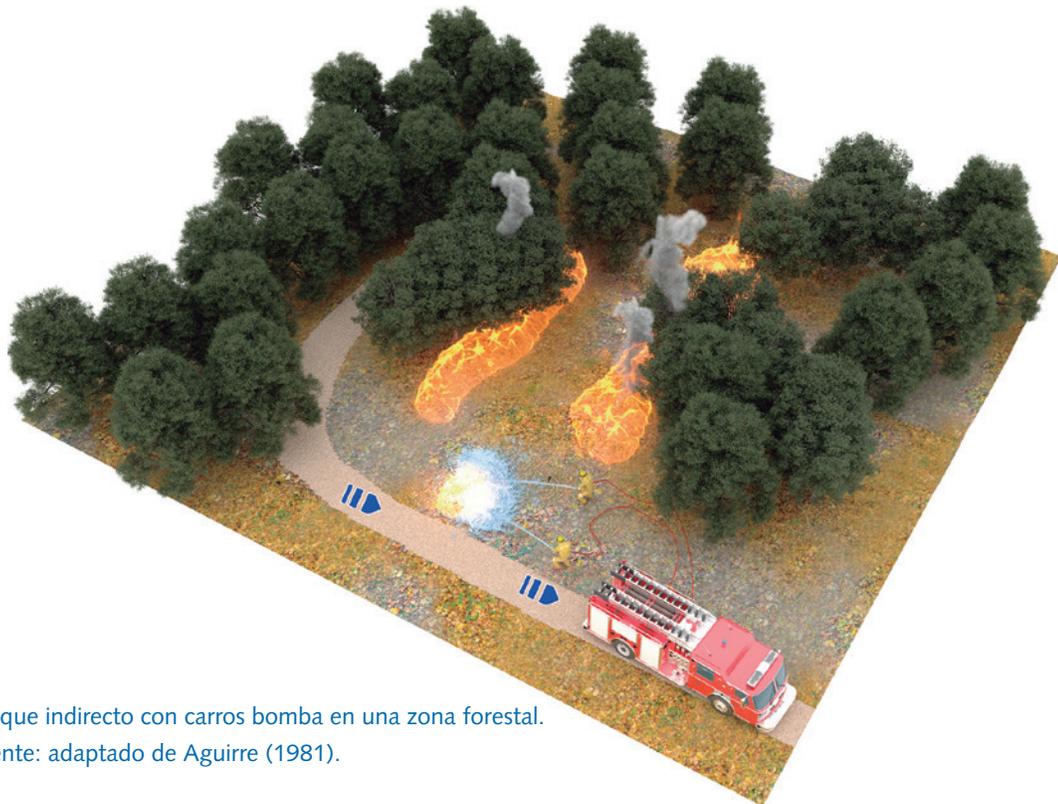
Ataque dentro-fuera.
Fuente: adaptado de Aguirre (1981).

Ataque indirecto con carros bomba en una zona forestal

El **ataque indirecto** consiste en la creación de una línea húmeda mediante los carros bomba. Esta línea se puede hacer con retardantes, espuma o agua.

Se deben tener en cuenta los siguientes factores al realizar un ataque indirecto:

- El Bombero a cargo de la línea de agua debe realizar una línea tan espesa y ancha como sea necesario para que se detenga el incendio. La línea se hará en función del tipo de combustible y de cómo evolucione el comportamiento del incendio, teniendo siempre presente que el agua debe penetrar dentro del combustible.
- La línea construida puede ser más estrecha si se va a realizar una quema de ensanche o contrafuego desde esta.
- Este método es muy eficaz si se utilizan dos (2) carros. El primer carro realiza la línea húmeda y la quema de ensanche, mientras que el segundo refuerza la zona húmeda y apaga los focos.
- Una variante de esta modalidad consiste en dar apoyo a un contrafuego, el cual se debe ejecutar directamente sobre la vegetación sin realizar ninguna línea de fuego previa. Para esto se quema la vegetación en un punto, se espera un poco a que el fuego genere un pequeño foco con dos frentes, y con el agua se apaga el fuego más próximo, dejando que el otro evolucione y se aleje en dirección al incendio. De esta manera se progresa paulatinamente hasta completar toda la línea que se quiere quemar.
- También se puede emplear maquinaria pesada para reforzar la línea creada o para reforzar una carretera, una pista, un cortafuego, etc.



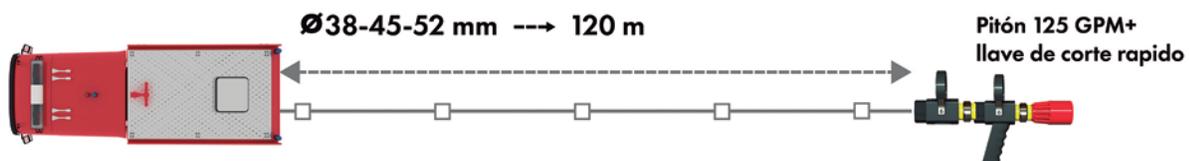
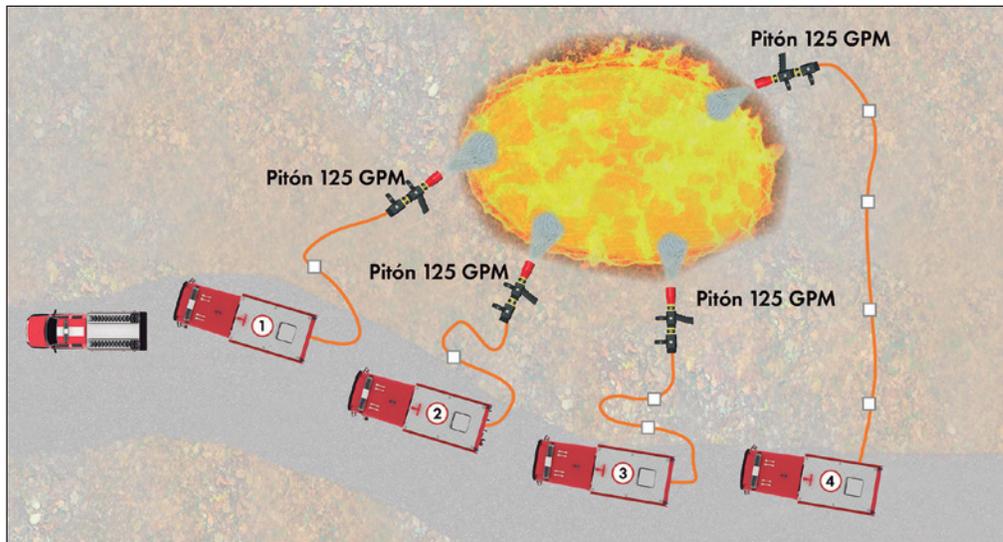
Ataque indirecto con carros bomba en una zona forestal.
Fuente: adaptado de Aguirre (1981).

Ataques ofensivos en zonas forestales

Ataque ofensivo simultáneo

El **ataque ofensivo simultáneo** consiste en la realización de un ataque ofensivo por parte de varios carros bomba de un grupo simultáneamente. Esta estrategia es previamente evaluada por el CI/OBAC y se coordina con el líder del grupo o con el jefe de sector.

Las armadas que se usan para esta maniobra cubren una distancia de 120 metros aproximadamente. De cada carro sale una línea con pitón de entre 95 y 125 gpm (galones por minuto).



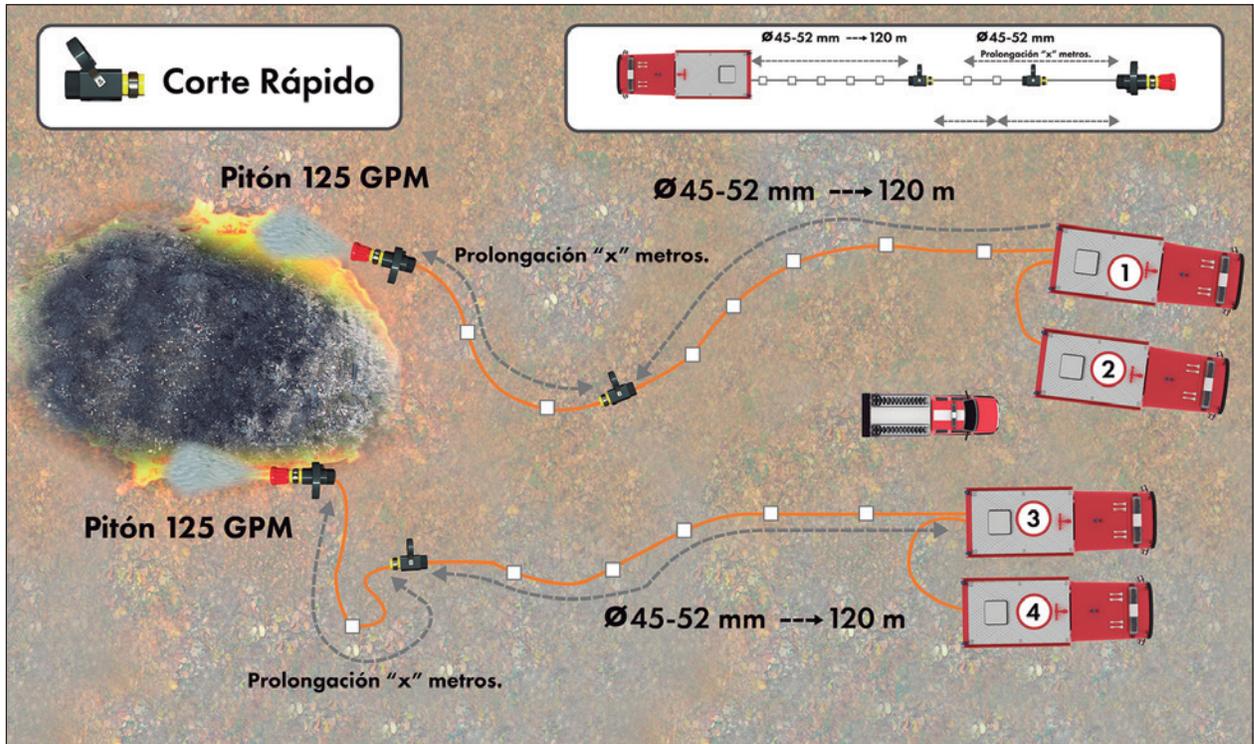
Ataque ofensivo simultáneo.

Fuente: Cuerpo de Bomberos de Valparaíso.

Ataque ofensivo en parejas 1

Se forman parejas de carros; el carro con mayor capacidad de agua es designado por el CI/OBAC como carro de ataque, mientras que el segundo carro abastece al primer carro de agua. El personal de ambos carros bomba trabaja en conjunto en la misma línea. Es decir, la armada consiste en una línea directa con un carro de abastecimiento.

Las líneas usadas para esta maniobra no deben tener una extensión mayor a 280 metros. A medida que se hace este tipo de ataque ofensivo siempre se debe estar evaluando el avance y comportamiento del incidente.



Ataque ofensivo en parejas 1.

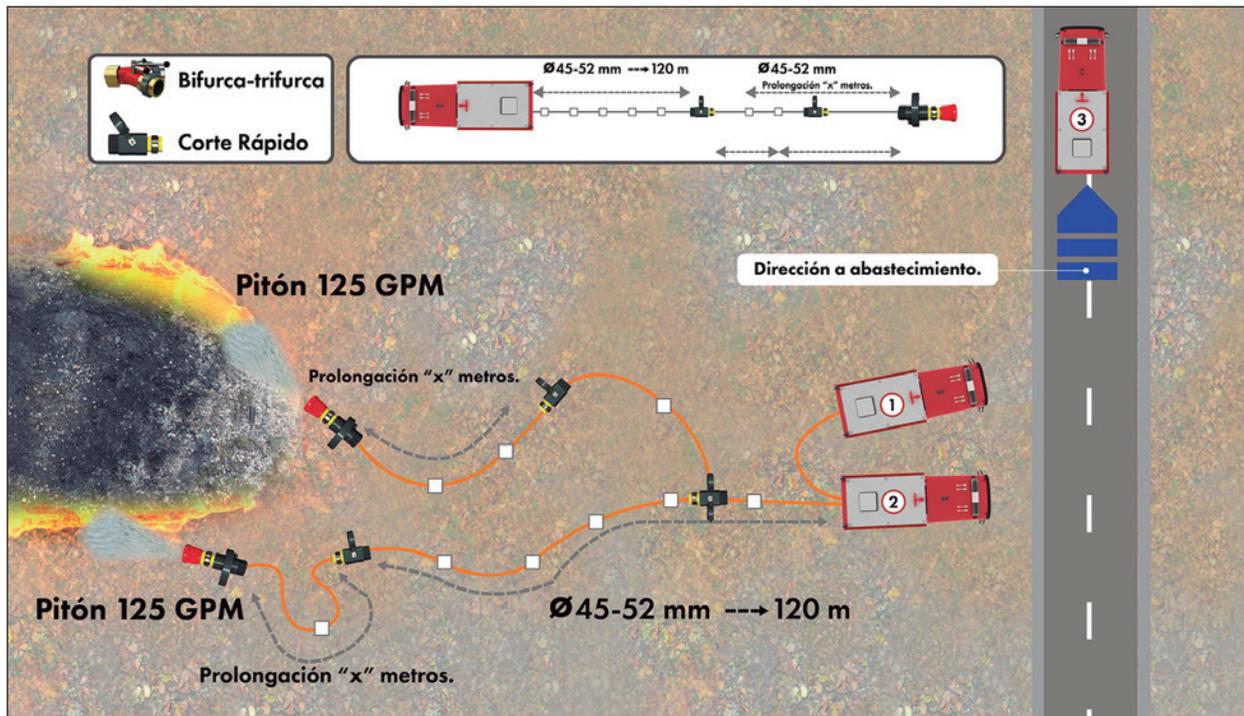
Fuente: Cuerpo de Bomberos de Valparaíso.

Ataque ofensivo en parejas 2

Se forman parejas de carros; el carro con mayor capacidad de agua es designado por el CI/OBAC como carro de ataque, mientras que el segundo carro abastece al primer carro de agua. El personal de ambos carros bomba trabaja en conjunto en la misma línea. La armada consiste en una armada base con uno o más carros de abastecimiento.

Las líneas usadas para esta maniobra no deben tener una extensión mayor a 280 metros. A medida que se hace este tipo de ataque ofensivo siempre se debe estar evaluando el avance y comportamiento del incidente.

Puede quedar además un carro bomba en reserva para abastecimiento.



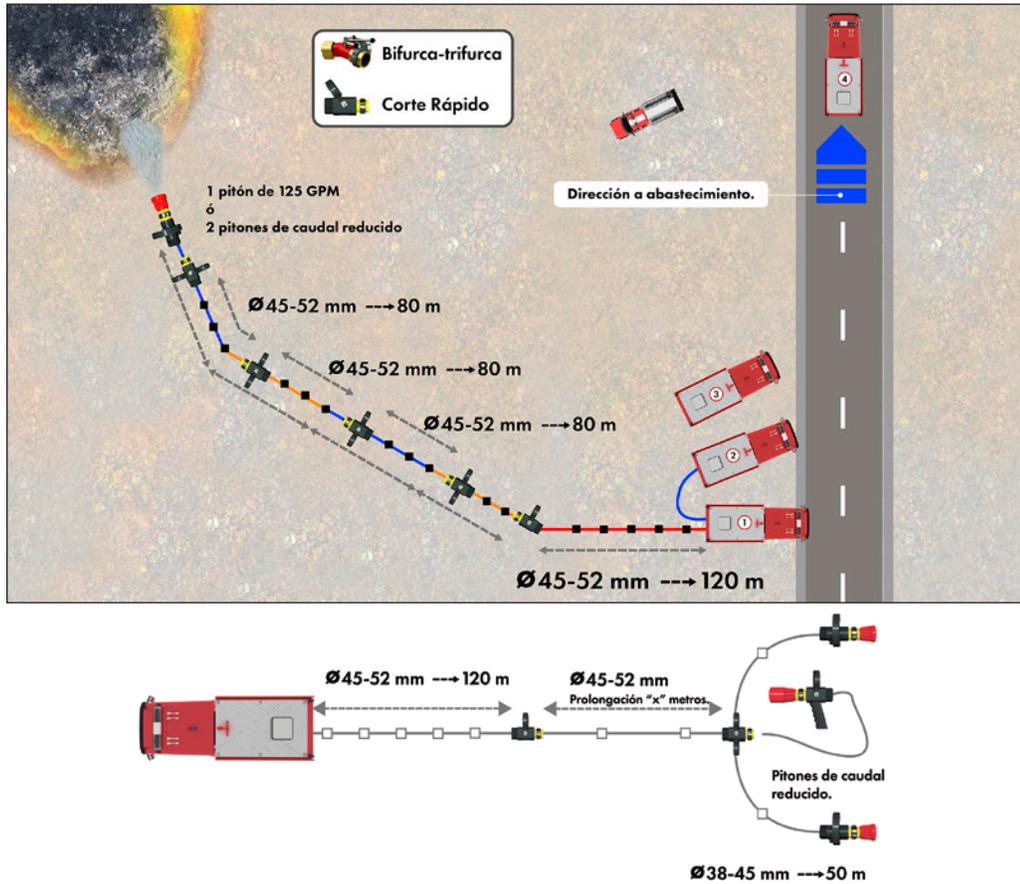
Ataque ofensivo en parejas 2.

Fuente: Cuerpo de Bomberos de Valparaíso.

Ataque ofensivo en conjunto 1

El carro con mayor capacidad de agua es designado por el CI/OBAC como carro de ataque, mientras que los otros carros abastecen al primer carro de agua mediante postas o rotación. El personal de todas las unidades trabaja en conjunto en la misma línea.

Las líneas usadas para esta maniobra no deben tener una extensión mayor a 440 metros. A medida que se hace este tipo de ataque ofensivo siempre se debe estar evaluando el avance y comportamiento del incidente.

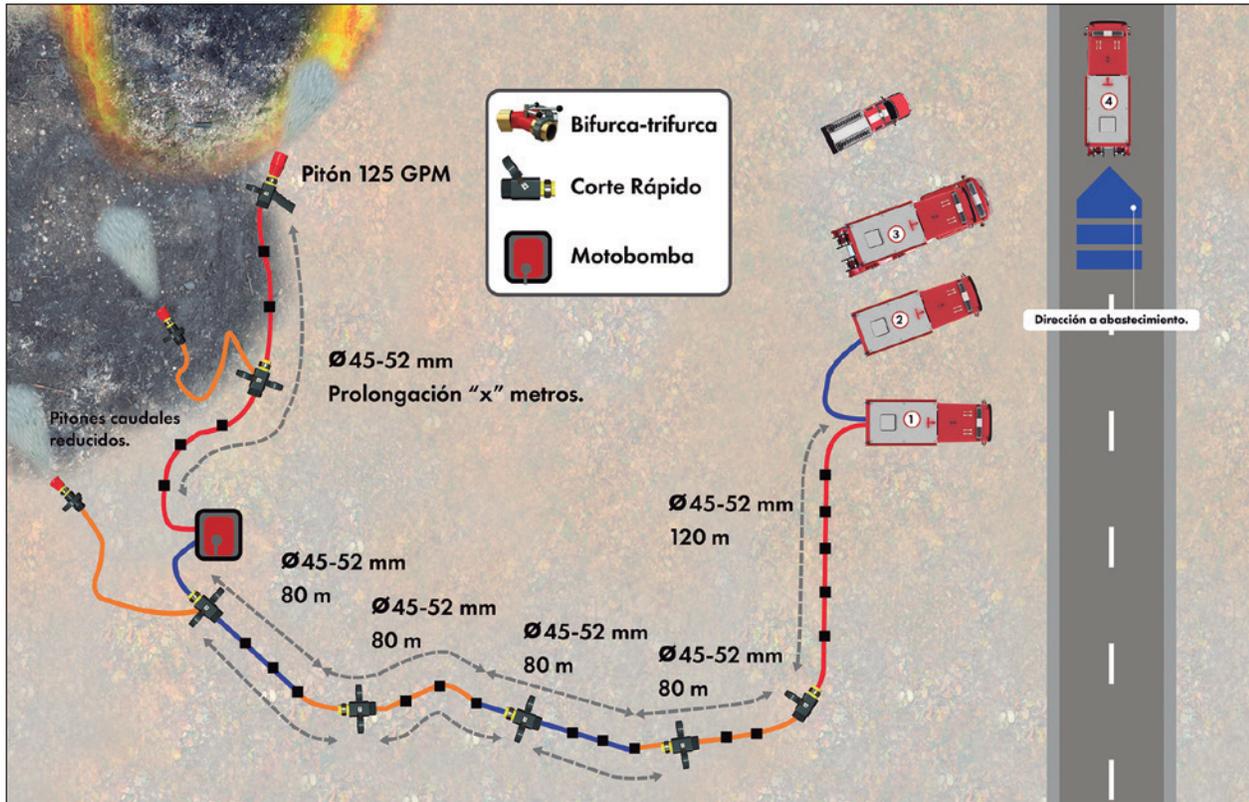


Ataque ofensivo en conjunto 1.
Fuente: Cuerpo de Bomberos de Valparaíso.

Ataque ofensivo en conjunto 2

El carro con mayor capacidad de agua es designado por el CI/OBAC como carro de ataque, mientras que los otros carros abastecen al primer carro de agua mediante postas o rotación.

Las líneas usadas para esta maniobra no deben tener una extensión mayor a 440 metros. Se debe complementar el trabajo con motobomba para compensar las pérdidas de presión.



Ataque ofensivo en conjunto 2.

Fuente: adaptado del material proporcionado por el Cuerpo de Bomberos de Valparaíso.

Ataque defensivo

El **ataque defensivo** tiene el propósito de evitar la propagación del incendio a sectores urbanos o a una zona de poco control. Para esta maniobra, el Grupo de Intervención de Fuegos Forestales (GIFF) toma posición en una locación que le permita esperar el fuego, para de esta manera atacarlo de cerca en forma segura. El CI/OBAC determinará la maniobra en función de los riesgos presentes en la escena; para tomar esta decisión debe priorizar ante todo la seguridad del personal.



El GIFF se posiciona en el lado opuesto de la llegada del fuego y cada carro se posiciona a una distancia aproximada de 20 metros entre sí. Se arma una línea con 125 gpm como mínimo; también se pueden utilizar pitones monitores. Cada unidad debe armar un pitón que será utilizado como línea de seguridad y para evitar la propagación por saltos de pavesas.



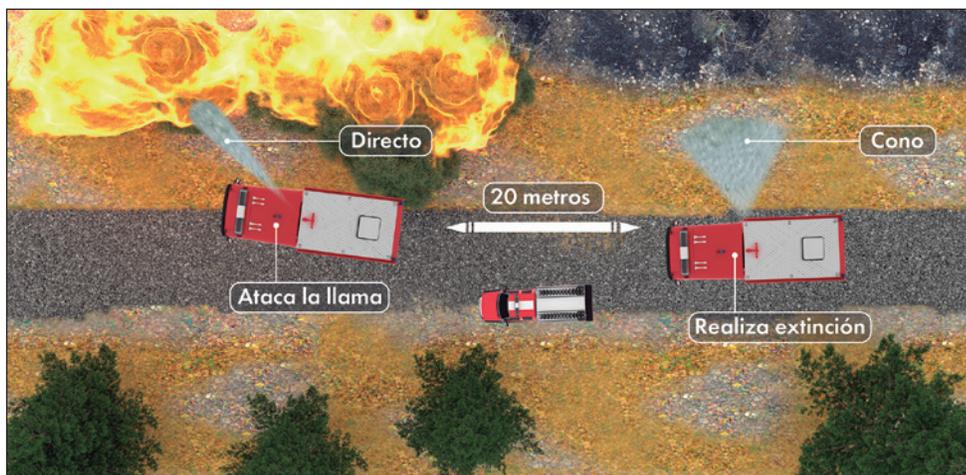
Ataque defensivo.

Fuente: Cuerpo de Bomberos de Valparaíso.

Tácticas ofensivas para el combate de zonas forestales

Táctica ofensiva 1

- La primera unidad evita la propagación del incendio atacando con chorro directo la línea de avance del fuego.
- La segunda unidad realiza la labor de extinción total del fuego y la liquidación de puntos calientes utilizando el cono de protección.
- Los carros bomba deben tomar una distancia aproximada de 20 metros entre sí.

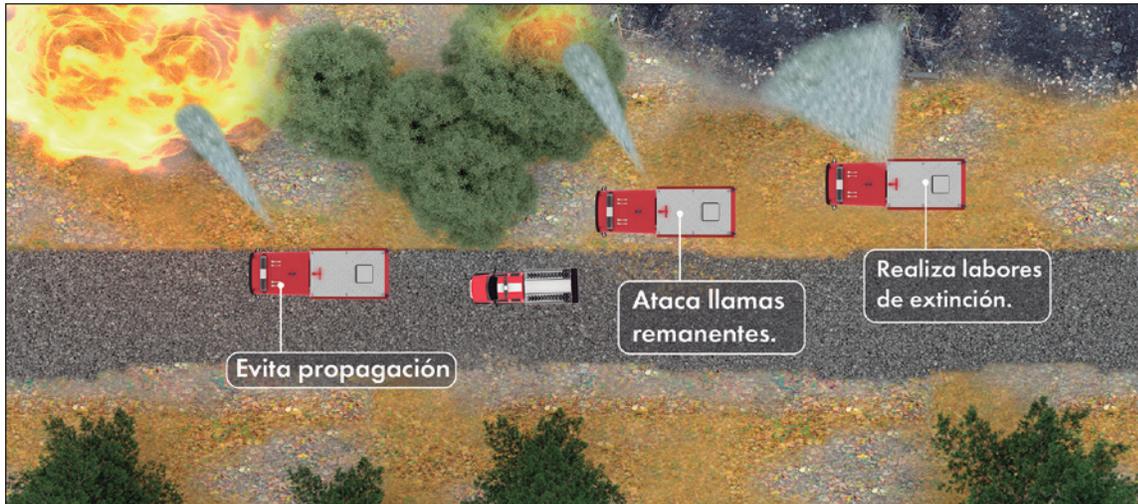


Táctica ofensiva 1 para el combate de incendios forestales.

Fuente: adaptado del material proporcionado por el Cuerpo de Bomberos de Valparaíso.

Táctica ofensiva 2

- La primera unidad evita la propagación del incendio atacando con chorro directo la línea de avance del fuego.
- La segunda unidad extingue las llamas que la primera unidad no liquidó.
- La tercera unidad realiza la extinción total del incendio.

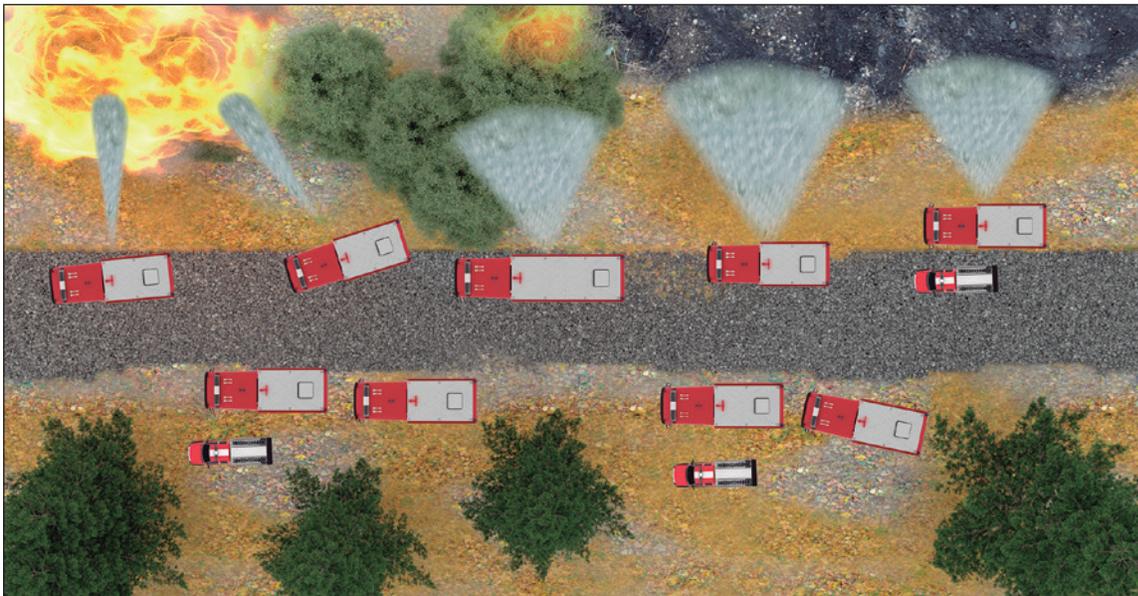


Táctica ofensiva 2 para el combate de incendios forestales.

Fuente: adaptado del material proporcionado por el Cuerpo de Bomberos de Valparaíso.

Táctica ofensiva 3

Trabajo combinado de varios grupos de trabajo de distinta composición. Esta maniobra es importante para la liquidación final del incidente. Consiste en la combinación de los recursos descritos en las tácticas ofensivas 1 y 2.





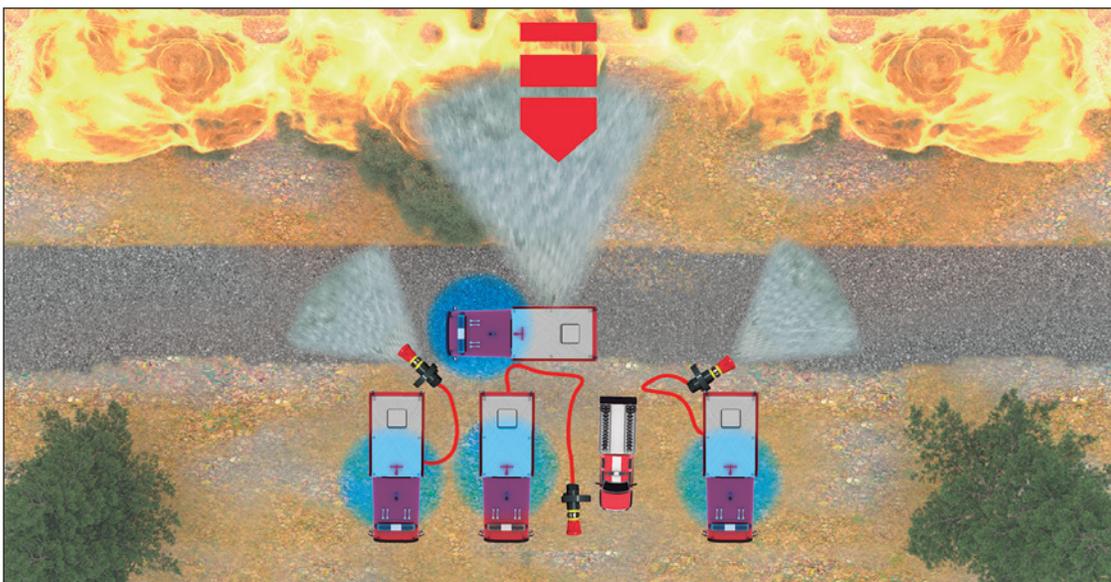
Táctica ofensiva 3 para el combate de incendios forestales.

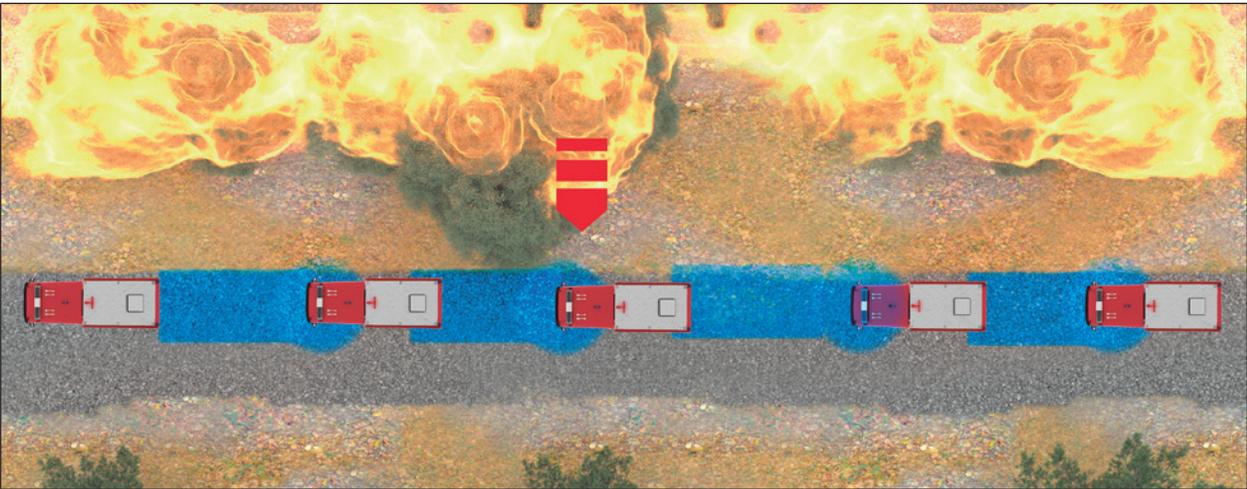
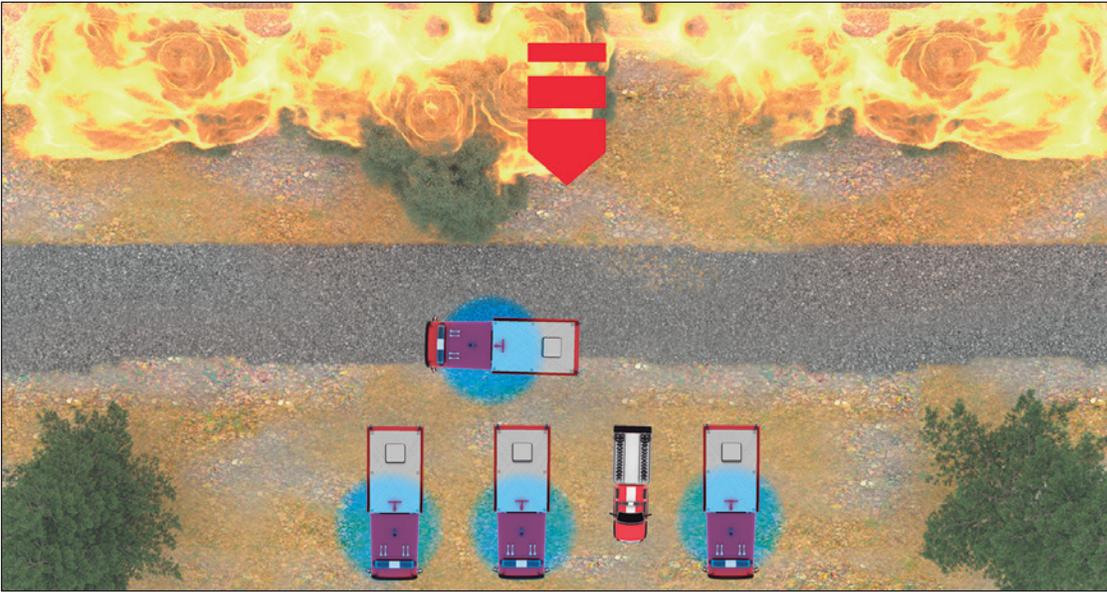
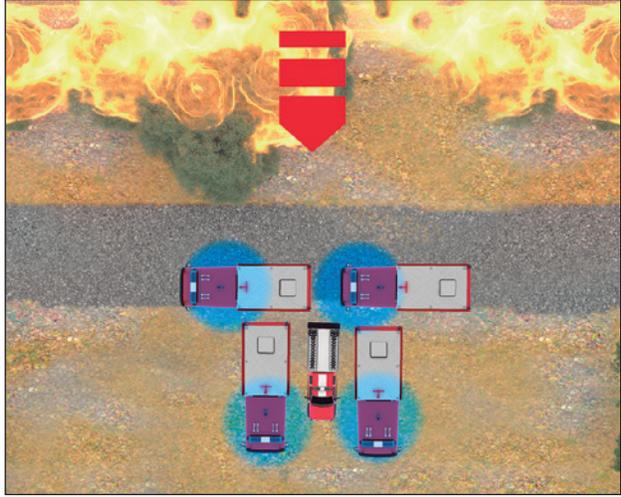
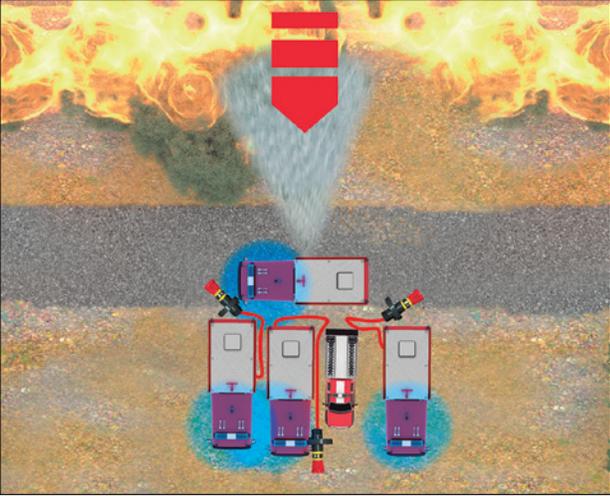
Fuente: Cuerpo de Bomberos de Valparaíso.

Maniobra de autoprotección y autodefensa en incendios forestales y de interfaz

Esta maniobra es utilizada como último recurso; es decir, en caso de que el fuego alcance de forma inminente al GIFF sin posibilidad de evacuación.

- Las unidades deben tomar posición estratégica de acuerdo a su composición o terreno, y en lo posible en una zona segura con baja vegetación.
- El personal debe realizar labores de hidratación previa en la zona con el fin de retardar el avance del fuego y de su energía.
- Cada unidad debe utilizar su sistema de protección (como autorrociadores). En el caso de no contar con uno, utilizar pitones pantalla. Como última opción se puede instalar un pitón fijo en forma de neblina en una de las esquinas del carro bomba.
- Cuando el fuego se aproxime al GIFF, el personal que se encuentre realizando labores de hidratación deberá hacer ingreso a la unidad y esperar el paso del fuego.





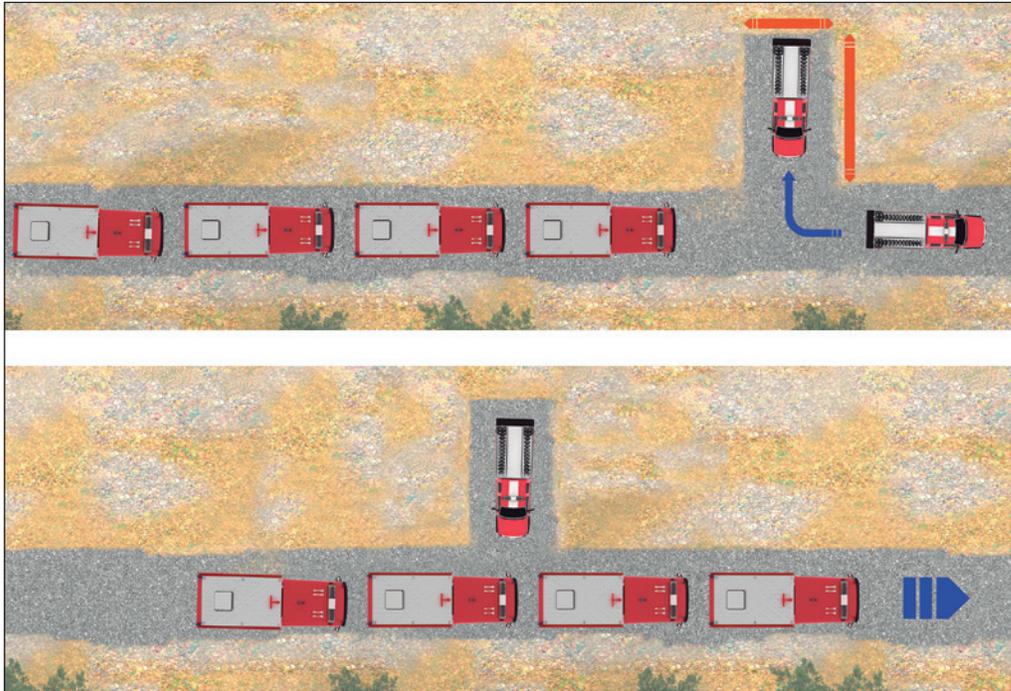


Maniobra de protección y autodefensa.
Fuente: Cuerpo de Bomberos de Valparaíso.

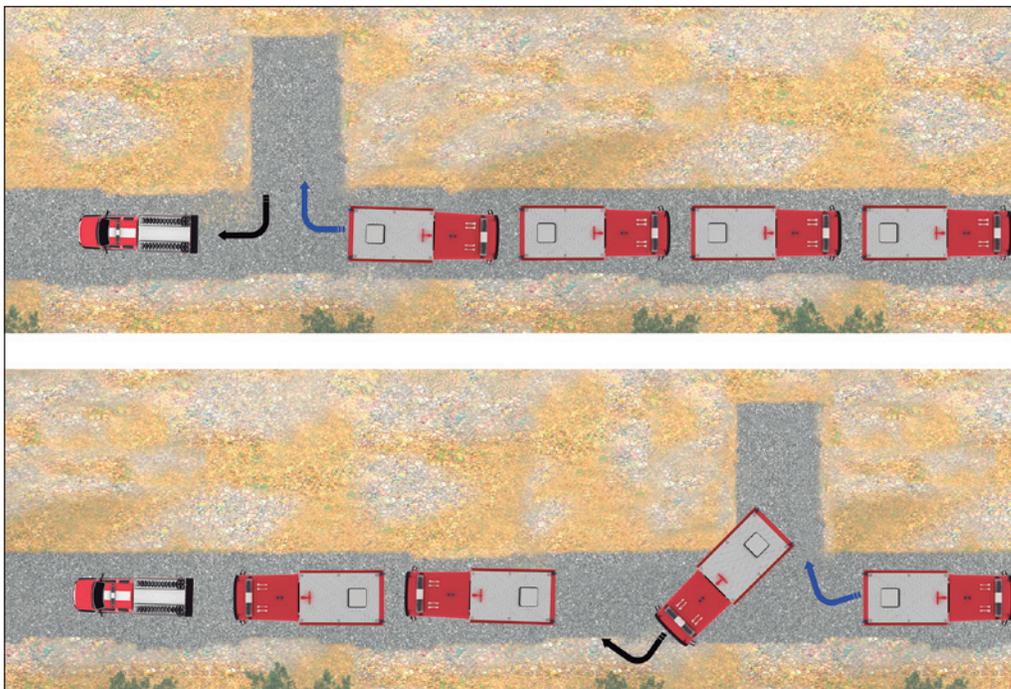
Maniobra de media vuelta

Esta maniobra será utilizada de acuerdo a las tácticas del mando o de ser necesaria una evacuación. Consiste en lo siguiente:

- La camioneta o el carro en el que va el CI/OBAC debe marcar la zona de maniobra; es decir, el espacio que se utilizará para dar la media vuelta.
- Una vez identificada la zona, los carros deben seguir de largo sobrepasando el vehículo del CI/OBAC.



- Una vez que todos los carros hayan sobrepasado al CI/OBAC, el vehículo de este deberá tomar el camino en la dirección contraria a los carros.
- Una vez que el CI/OBAC haya realizado la maniobra, el último carro del grupo deberá realizar maniobras de retroceso hasta tomar la zona demarcada por el CI/OBAC, para luego tomar la dirección opuesta del camino.
- De esta forma los carros podrán realizar la maniobra de media vuelta sin inconvenientes ni obstáculos, permitiendo que todo el grupo pueda dirigirse en dirección opuesta de forma conjunta.



Planificación en un incendio forestal o de interfaz como primer respondedor

Objetivos específicos

- Señalar qué acciones preventivas y de planificación hay que ejecutar antes de enfrentar incendios forestales o incendios de interfaz urbano-forestal.
- Explicar qué es una grilla y cómo se realiza en el contexto de la respuesta a incendios forestales y de interfaz urbano-forestal.
- Listar las acciones que debe tomar el primer respondedor a un incendio forestal o de interfaz urbano-forestal.
- Nombrar las acciones asociadas a la desmovilización.

Introducción

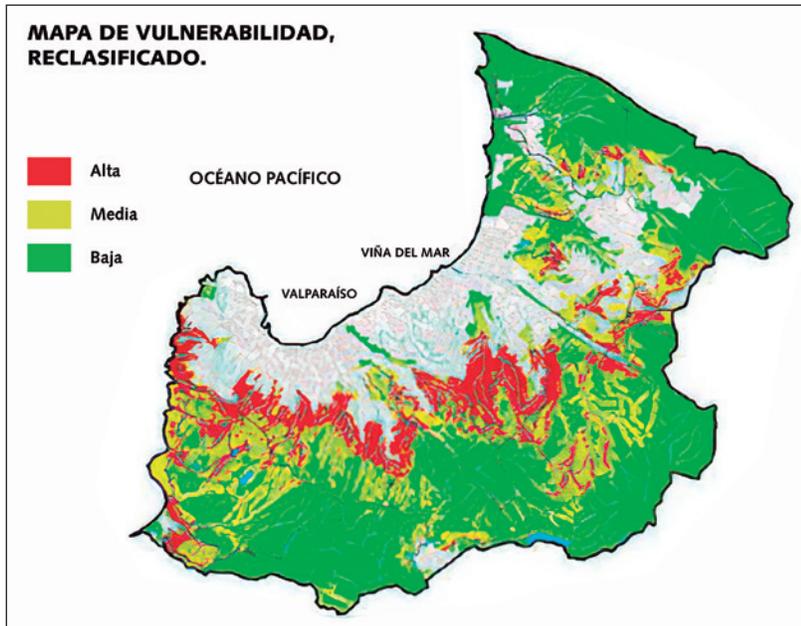
Hoy en día los incendios forestales y los incendios de interfaz urbano-forestal son de los incidentes que mejor deberían conocer los Bomberos a nivel mundial. Desde la zona centro-sur al extremo sur del país, año a año se generan grandes pérdidas en infraestructura, en equipamiento de Bomberos y en vidas humanas debido a los incendios de interfaz urbano-forestal.

Para poder lograr controlar este tipo de incendios y minimizar sus riesgos es necesario que las acciones para su extinción sean estudiadas con anticipación por cada Cuerpo de Bomberos. Se debe realizar un levantamiento de los sectores complejos y de alto riesgo de cada una de las ciudades que puedan salir afectadas (lo que se denomina **preplanificación**), y además se deben diseñar estrategias y tácticas de aplicación factible ante un incidente en los sectores vulnerables.

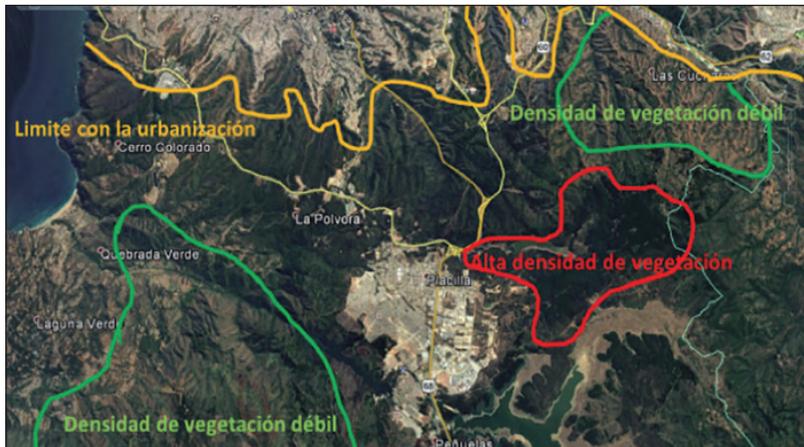
Acciones preventivas y de planificación

Deben ejecutarse las siguientes acciones preventivas y de planificación antes de enfrentar incendios forestales o incendios de interfaz urbano-forestal:

- Conocer el entorno de la ciudad en las zonas de interfaz. El Bombero debe conocer la topografía, el combustible afectado, el combustible que se afectará, la pendiente, el viento, la exposición y el daño probable en la infraestructura de riesgo.
- Revisar los planes de riesgo de la ciudad y los estudios realizados. Estos se pueden consultar con ONEMI o con la municipalidad correspondiente.

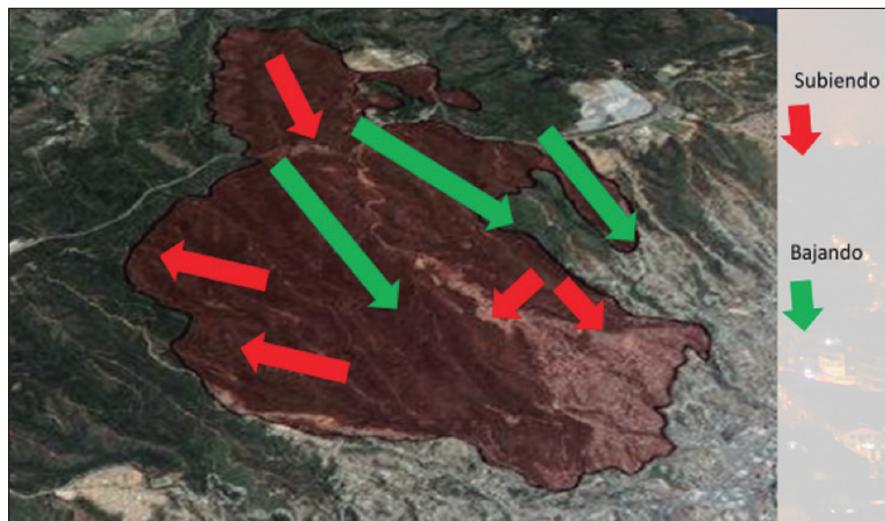
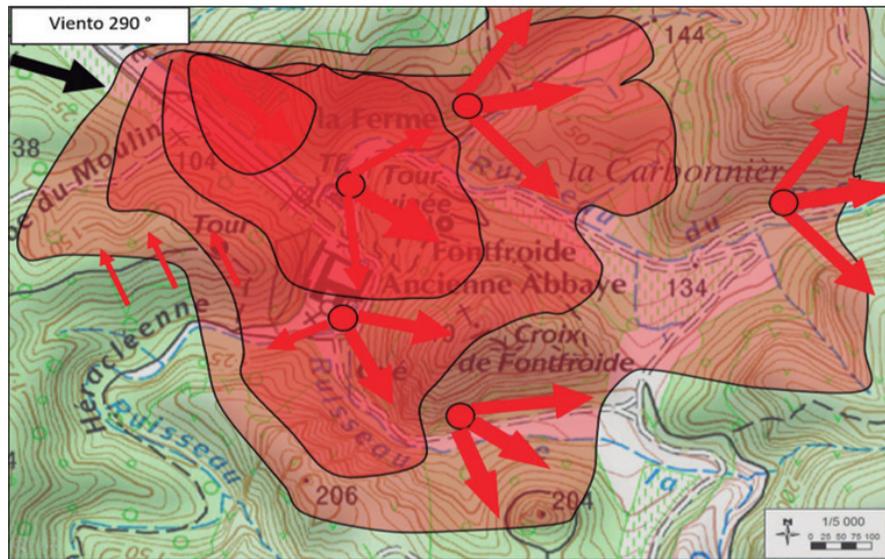


Mapa de vulnerabilidad de Valparaíso.
Fuente: Cuerpo de Bomberos de Valparaíso.



Disponibilidad de combustible vegetal cercano a la zona urbana de Valparaíso.
Fuente: Cuerpo de Bomberos de Valparaíso.

- Conocer las redes de grifos y las zonas de aspiración (tranques o lagos cercanos).
- Evaluar la densidad del combustible.
- Identificar previamente las zonas de seguridad adecuadas y rutas de escape que se podrían utilizar.
- Identificar la cantidad y el tipo de recursos necesarios para implementar un plan.
- Proporcionar el tiempo para familiarizarse con los peligros y para determinar las acciones necesarias para desarrollar una evaluación detallada.
- Cada Cuerpo de Bomberos debe conocer y evaluar el comportamiento del viento de su ciudad. Este antecedente es de vital importancia para comprender el comportamiento que tendrá un incidente.
- Deben conocerse los tipos de vientos locales, para lo cual debe conocer también la topografía del lugar. El viento sometido a perturbaciones importantes (como temperatura o masas de aire) puede cambiar por completo su dirección y velocidad sobre el terreno.



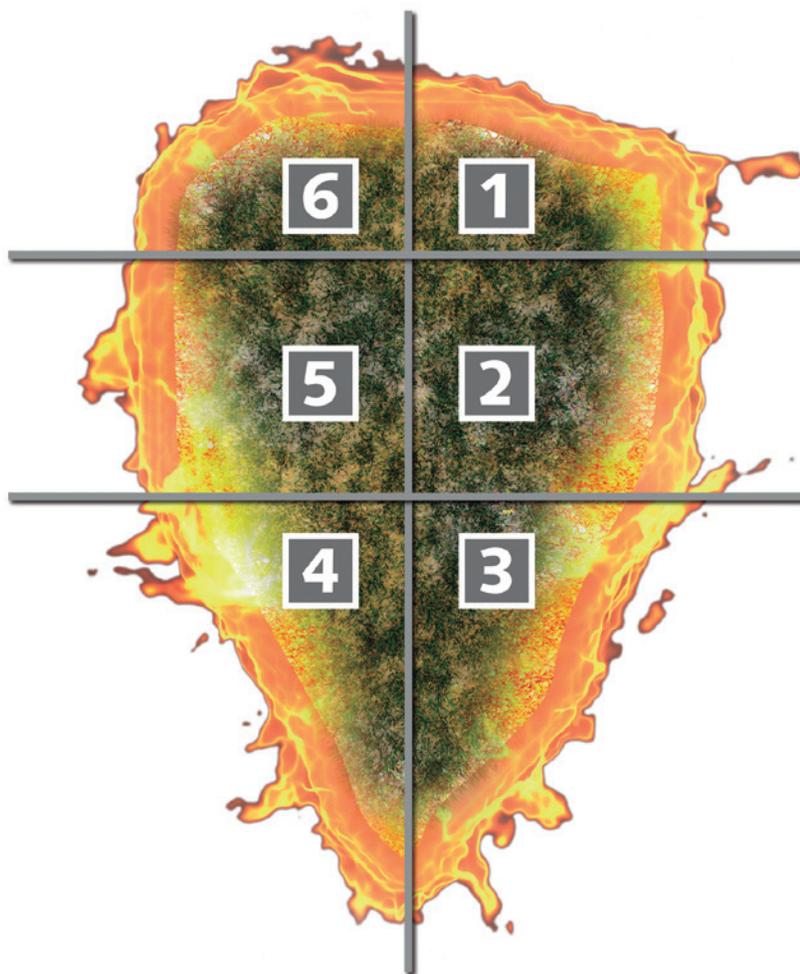
Fuente: Cuerpo de Bomberos de Valparaíso.

La grilla como herramienta para la planificación de operaciones aéreas y terrestres

La **grilla** es una forma de sectorizar un incendio con el objetivo de planificar la distribución y administración de los recursos aéreos y terrestres durante las operaciones. Esta herramienta surge en América Latina, y su implementación fue desarrollada en Chile por parte de CONAF el año 2000.

La grilla consiste en dibujar sobre el mapa del área del incendio una figura que permita enumerar e identificar cada sector. Para dibujar la grilla se traza una línea que une la cola del incendio con su cabeza, y luego se trazan dos líneas perpendiculares a la primera para dividir el incendio en seis (6) sectores.

Después se enumeran los seis (6) sectores que se forman. Se asigna el número 1 al sector ubicado en el flanco derecho de la cabeza del incendio, y se van asignando los números siguientes siguiendo el sentido de los punteros de un reloj. El número 6 debe asignarse, por lo tanto, al flanco izquierdo de la cabeza del incendio.



Orden de distribución de los sectores de la grilla de un incendio.

Fuente: adaptado del material proporcionado por el Cuerpo de Bomberos de Valparaíso.

Así, las referencias al incendio se harán, por ejemplo, informando que “el sector 1 está activo”, que “se trabaja en el sector 5” o que “el avión cisterna debe hacer los lanzamientos en el sector 6”.

En incendios de gran magnitud se puede organizar el área por divisiones geográficas. Para cada zona geográfica se establecerán las grillas necesarias en función de los recursos aéreos y terrestres de los que se disponga.

- Tipo de combustible.
- Topografía del lugar.
- Caminos de acceso.
- Barreras naturales y artificiales para el fuego.
- Quién es el propietario del bosque. Esto permite tener acceso al lugar y evita problemas legales.
- Fuegos anteriores en la zona y causas. Averiguar esto puede servir para evaluar la situación o para la futura investigación del incendio.
- Fuerzas de apoyo.
- Factores climáticos.
- Condiciones del viento reinante en el incidente. ¿Es más fuerte o más débil que lo pronosticado? ¿Viene siempre de la misma dirección? ¿Hay remolinos de polvo o rachas de viento que puedan producir un avance irregular del incendio?
- Volumen, color, dirección y forma del humo. Si es como un hongo y hay mala visibilidad, las condiciones meteorológicas son estables. Si el humo es blanco, estará ardiendo matorral principalmente.
- Ubicación desde la cual atacar el fuego (frente o flanco).
- Cómo atacar el fuego (ataque directo, indirecto, paralelo o contrafuego).
- Localización de la línea de fuego.
- Tipo y ancho de la línea de fuego.
- Medios que se necesitan para la construcción de la línea y para mantenerla.
- Apoyo que se necesitará.

Si se trata de una zona de interfaz, se deben realizar las siguientes acciones de evaluación:

- Evaluar accesos, calles, edificios, materiales peligrosos, estructuras e infraestructura susceptible de ser afectada por la emergencia (es decir, hacer una evaluación detallada del área).
- Evaluar el comportamiento del fuego actual y el comportamiento que se espera de este.
- Solicitar información a CONAF u ONEMI sobre el tipo de vegetación, la topografía y el comportamiento del viento en la zona.
- Estimar la propagación del incendio y la cantidad de tiempo que se requiere para completar las acciones de mitigación.
- Desarrollar un plan de supresión de la infraestructura. Es decir, definir qué infraestructura se va a considerar indefendible según la evolución probable del incendio.
- Calcular el tiempo necesario para la identificación de zonas de seguridad adecuadas y de rutas de escape antes de que llegue el incendio.
- Identificar carreteras y caminos aptos para la movilización de vehículos.
- Establecer las vías de evacuación alternativas para los carros bomba y buscar zonas de seguridad que permitan el resguardo del personal y del material.
- Evaluar las condiciones del humo. Este aumenta el riesgo, ya que afecta la visibilidad de los conductores con respecto al tráfico, el borde de las carreteras y otros riesgos viales.
- Identificar la cantidad y el tipo de recursos necesarios para implementar el plan establecido.
- Evaluar las fuentes de agua y definir el sistema de abastecimiento a emplear.
- Asignar canales radiales por sectores del incidente (es fundamental contar con un plan de comunicaciones radiales).
- Diseñar estrategias considerando los recursos que se podrían solicitar. No se debe diseñar una estrategia en solitario (solo con los recursos disponibles).
- En el caso de que las vías de acceso sean estrechas, mantener siempre una línea de seguridad presurizada ante los posibles focos cercanos que salten de la línea de avance.



IMPORTANTE: el fuego es un entorno dinámico que puede cambiar en cualquier momento. Siempre se debe planificar con anticipación para estar preparado para situaciones posibles, pero no esperadas.

4. Establecer el perímetro de seguridad. Tomar en cuenta los siguientes factores:

- Tamaño del área afectada.
- Topografía.
- Condiciones atmosféricas.
- Rutas de escape.
- Zonas de seguridad.
- Rutas de ingreso y de salida de vehículos.

5. Establecer el objetivo. El **objetivo** es la respuesta que se requiere ante determinado incidente. Todo objetivo debe ser **específico, observable, alcanzable y evaluable**. Los objetivos deben ser específicos, medibles y alcanzables en función del tiempo y del incidente, y deben considerar tanto el periodo inicial como los periodos operacionales que se establezcan.

6. Establecer las estrategias y las tácticas.

- La **estrategia** es el medio por el cual se alcanzan los objetivos a través de la asignación de los recursos involucrados en las operaciones. Aportan dirección y orientación general sobre lo que se debe hacer y cómo se debe hacer.
- Las **tácticas** son las acciones específicas que se deben realizar para lograr el objetivo. Especifican el qué, el dónde y el cuándo.

Objetivo	Estrategias	Tácticas
Controlar el incendio ubicado en los cerros Rocuant y San Roque de la ciudad de Valparaíso.	4 aviones Air Tractor AT502.	Air Tractor 1 y 2, efectuar descarga en sector 6.
		Air Tractor 3 y 4, efectuar descarga en sector 1.
	2 equipos de intervención.	Equipo de intervención 1, conformado por equipos 1, 2 y 3, realizar ataque directo en sector 2.
		Equipo de intervención 2, conformado por equipo 5, realizar ataque directo en sector 3.

7. Determinar las necesidades de recursos y posibles instalaciones. Analizar si se va a requerir, además del puesto de comando (PC), otras instalaciones, como un área de espera (E), un área de concentración de víctimas (ACV), un campamento (C) o un helipunto (H1). Definir qué tipo de recursos se requieren para cumplir con los objetivos propuestos.

8. Preparar la información por si se requiere transferir el mando a un nuevo Comandante del Incidente (CI). Específicamente debe entregarse la siguiente información:

- Estado del incidente: ¿qué paso? ¿Qué se ha logrado? ¿Qué se tiene que hacer? ¿Qué se necesita?
- Situación actual de seguridad. Esto incluye:
 - Rutas de escape.
 - Zonas de seguridad.
 - Visibilidad.
 - Materiales peligrosos.
 - Zonas de difícil acceso.
 - Peligros con aeronaves.
 - Peligros al trabajar alrededor de los árboles.
 - Sistema OCES.
- Objetivos y prioridades.
- Organización actual.
- Asignación de recursos.
- Recursos solicitados y en camino.
- Instalaciones establecidas.
- Plan de comunicaciones.
- Probable evolución.

Una vez realizada la transferencia se debe informar al personal en la operación y a la central de alarmas y telecomunicaciones quién es el nuevo Comandante del Incidente (CI).



Desmovilización

Una vez que se declare extinguido el incendio se procede a la desmovilización. Esta contempla las siguientes acciones:

- Llevar a cabo el plan de desmovilización; es decir, la retirada de los recursos del lugar del incidente. Puede ser de forma escalonada (por unidades o instituciones) o por completo (todas las instituciones con sus recursos).
- Realizar los inventarios de los recursos y chequear las condiciones de los recursos y de los equipos.
- Informar el plan de desmovilización a todo el personal.
- Proceder a la desmovilización.
- Preparar la reunión postincidente y preparar el informe final.

Bibliografía citada

- Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. (USAID). (2015). *Curso de Bomberos forestales*.
- California Department of Forestry and Fire Protection. (CAL FIRE). (2014). *Wildland Urban Interface Operating Principles*. Recuperado de <https://www.miramarfiretechnology.com/state-fire-courses/ewExternalFiles/CAL%20FIRE%20Wildland%20Urban%20Interface%20Book.pdf>
- Corporación Nacional Forestal. (CONAF). (s. f. a). Curso C-110. *Brigadista forestal. Manual del instructor*. Recuperado de <https://intra.conaf.cl/descarga/formacion-tecnica-documento-de-trabajo-573-manual-del-instructor-curso-c-110-brigadista-forestal/?wpdmdl=5792>
- Corporación Nacional Forestal. (CONAF). (s. f. b). *Incendios forestales en Chile*. Recuperado de <https://www.conaf.cl/incendios-forestales/incendios-forestales-en-chile/>
- Aguirre, F. (1981). *Manual de formación de incendios forestales para cuadrillas*. Zaragoza: Gobierno de Aragón.
- Díaz *et al.* (2013). Caracterización de combustibles forestales mediante un muestreo directo en plantaciones forestales. En González-Cabán, A. (Coord.), *Memorias del cuarto simposio internacional sobre políticas, planificación y economía de los incendios forestales: cambio climático e incendios forestales* (pp. 426-436). Albany: USDA.
- Global Fire Monitoring Center. (GFMC). (2017). *EuroFire. Estándares de competencia y materiales de entrenamiento*. Recuperado de <http://gfmcc.online/wp-content/uploads/EuroFire-Spanish-Brochure-Chile-2017-1.pdf>
- León, C. y Oliván, G. (2018). *Turberas. Generalidades*. Recuperado de <https://turberas.cl/turberas-generalidades/>
- National Fire Protection Association. (NFPA). (2014). *Guía para la investigación de incendios y explosiones*. NFPA 921. Madrid: Cepreven.
- National Wildfire Coordination Group. (NWCG). (2006a). *Guía de bolsillo de respuesta a incidentes*. Boise: NWCG.
- National Wildfire Coordinating Group. (NWCG). (2006b). *Glossary of Wildland Fire Terminology*. Recuperado de https://www.fs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/fswdev3_009827.pdf
- National Wildfire Coordinating Group. (NWCG). (2013). *Fire Operations in the Wildland/Urban Interface. S-215. Instructor Guide*. Recuperado de <https://www.nwccg.gov/sites/default/files/training/docs/s-215-ig.pdf>
- Rodríguez, S. (s. f.). *Curso básico de incendios forestales*. Recuperado de <https://www.slideshare.net/ramonjauregui/curso-basico-bomberos-forestales-ula>
- Soto, M., Garfias, R., Alvear, G. J. y Correa, L. (2007). Incendios forestales en Chile. Análisis general de riesgos. En Fernandes, F. y Mateus, M. A. (Coord.). *Riscos Naturais, Antrópicos e Mistos. Homenagem ao Professor Doutor Fernando Rebelo* (pp. 667-678). Coimbra: Universidad de Coimbra.

Bibliografía consultada

- Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. (USAID). (2013). *Curso básico Sistema de Comando de Incidentes. Material de referencia.*
- Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. (USAID). (2019). *Curso de herramientas de prevención y actuación incendios de interfaz urbano forestales. Material de referencia.*
- Arnaldos, J. et al. (2003). *Manual de ingeniería básica para la prevención y extinción de incendios forestales.* Madrid: Mundi-Prensa.
- Castellnou, M. (2011). *Guia operativa. Extinció d'incendis forestals, comportament de l'incendi.*
- Corporación Nacional Forestal. (CONAF). (s. f. c). *Curso de combate de incendios forestales. C-112.*
- FuegoLab. (2014). Combustibles forestales, modelos, simuladores de incendios... y Groucho Marx. Recuperado de <http://fuegolab.blogspot.com/2014/03/combustibles-forestales-modelos.html>
- National Wildfire Coordinating Group. (NWCG). (2006). *Capacitación para combatientes de incendios forestales. S-130. Libro del estudiante.* Boise: NWCG.
- National Wildfire Coordinating Group. (NWCG). (2017). *Introducción al comportamiento del fuego. S-190. Manual del estudiante.*
- Robles, F. y Echenique-Manrique, R. (1983). *Estructuras de madera.* México, D. F.: Limusa.
- Ruiz, J. (2015). *Incendios de vegetación.* Guadalajara: CEIS.
- Trivelli, M. (2014). *Reseña de la vegetación de Chile.* Santiago: Servicio Agrícola Ganadero, División de Protección de los Recursos Naturales Renovables, Subdepartamento de Vida Silvestre.
- Vélez, R. (2000). *La defensa contra los incendios forestales.* Madrid: McGraw-Hill.
- Wilson, C. (1977). Fatal and Near-fatal Forest Fires: The Common Denominators. *International Fire Chief*, 43(9), pp. 9-15.



ACADEMIA NACIONAL

Este manual marca un hito trascendente en la historia de Bomberos de Chile, pues, por vez primera, se aborda nacionalmente la capacitación de los Bomberos chilenos en materia de combate de incendios de interfaz forestal e incendios forestales propiamente tales; emergencias en las que constantemente nos vemos involucrados sin tener, sino hasta ahora, una política nacional clara en cuanto a nuestra participación en estas.

El propósito de este material de capacitación es brindar a los Cuerpos de Bomberos conocimientos básicos –y basados en la experiencia– para comprender la naturaleza de las emergencias por incendios forestales, así como las operaciones para su manejo. Por lo tanto, este curso toma especial relevancia y prioridad para aquellos Cuerpos de Bomberos ubicados en zonas de interfaz forestal, ya que contribuye a la participación en operaciones de control de incendios forestales de manera más segura, eficiente y coordinada, y de acuerdo a estándares internacionales.