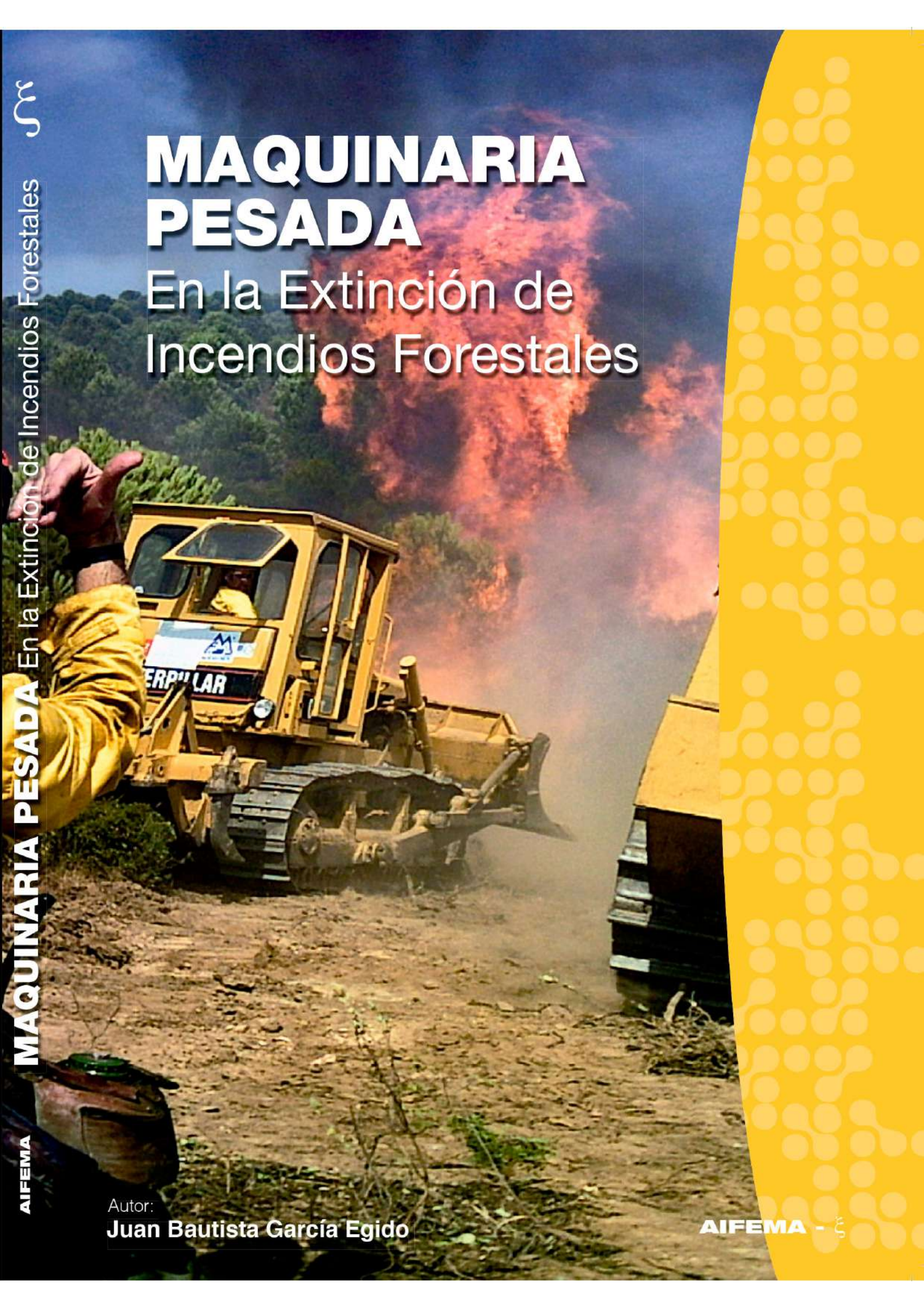


MAQUINARIA PESADA

En la Extinción de Incendios Forestales



Autor:
Juan Bautista García Egido

Maquinaria Pesada.

En la extinción de Incendios Forestales.



EDICIONES AIFEMA

© Ediciones AIFEMA, 2015

AUTOR: JUAN BAUTISTA GARCÍA EGIDO

ISBN: 978-84-606-8263-9

D.L.:

C/ GIRASOL, 20

18290 El Chaparral (Granada)

flinari@hotmail.com

www.incendiosforestales.com

958 49 51 36 - 655 63 51 44

Impreso en España

Printed in Spain

Todos los contenidos de este libro han sido obtenidos por el autor, de fuentes de crédito. Las fotografías intentan reproducir lo más fielmente el objeto de estudio, los colaboradores, han expresado los contenidos lo más fielmente. Ni Ediciones Aifema, ni el autor, ni los colaboradores, se hacen responsables de daños ocasionados por el uso, o el mal uso de esta información (Maquinaria Pesada. En la Extinción de Incendios Forestales).

La reproducción total o parcial de esta obra por cualquier procedimiento, incluidos la reprografía y el tratamiento informático, así como también la distribución de ejemplares a través de alquiler y préstamo, quedan prohibidas sin la autorización por escrito del editor y estarán sometidas a las sanciones establecidas por la ley.



Resumen

Palabras Clave: Maquinaria pesada, tractores de cadenas o bulldozer, técnicas o maniobras, extinción de incendios forestales.

Las operaciones de extinción de incendios forestales han ido incrementándose en complejidad a lo largo de las últimas décadas conforme distintos equipos y tecnologías se han ido incorporando a dichas tareas. El correcto uso, manejo y combinación de los distintos equipos disponibles por los Servicios de Extinción de Incendios es clave a la hora de llevar a cabo un trabajo de forma eficaz y segura. La maquinaria pesada forma parte de esos equipos de extinción que participan activamente en las distintas operaciones en numerosas partes del mundo, pero en la mayoría de los casos son equipos que son relativamente poco conocidos por los Servicios de Extinción de Incendios, siendo infrutilizados e infravalorados meramente por no estar al alcance de muchas de las personas que participan en la toma de decisiones o por una falta de conocimientos y formación en su uso. Se hace por tanto necesaria una revisión de la bibliografía existente una exposición y valoración de las experiencias que se han llevado a cabo en España con maquinaria pesada en los últimos 30 años, con el objeto de poder dar un soporte formativo en español a los distintos colectivos integrantes de los Servicios de Extinción de incendios forestales.

El objetivo de este trabajo es elaborar un manual de operaciones de extinción de incendios forestales con maquinaria pesada, describiendo sus características, tipos, utilidades e integración en las operaciones de extinción, para intentar que dichos equipos pasen a ser una parte integrante fundamental de los Servicios de Extinción, proponiendo acciones para mejorar su seguridad, eficacia y eficiencia (o rendimiento). Lo primero que se aborda es conocer los distintos tipos de máquinas que se han usado y se vienen usando en la extinción de incendios forestales, como son las máquinas movedoras de tierras (tractores de cadenas y retroexcavadoras), las máquinas de corta y saca (procesadoras, taladoras, arrastradoras o skidder y autocargadores), los equipos modificados para el transporte de agua y algunos otros implementos que se pueden encontrar en la extinción de incendios forestales, como pueden ser los tractores agrícolas y sus aperos de laboreo de tierras. Pero se hace especial atención a los **tractores de cadenas, explanadoras o bulldozers**, como máquina fundamental que se usa en las distintas partes del mundo, por ser la más



adaptada a este tipo de trabajo. De dichos tractores de cadenas se detallan sus partes, en especial su hoja de empuje como elemento excavador y volteador de tierra, se describe su tipología, las distintas marcas y modelos comerciales existentes en el mercado, los vehículos que lo apoyan para su transporte y el equipo humano necesario para la participación en las labores de extinción de incendios forestales así como la formación necesaria para realizar estas tareas. Otro objetivo es describir las distintas operaciones que se pueden ejecutar con los tractores de cadenas así como las técnicas y maniobras que pueden llevar a cabo, principalmente en ataque directo a los frentes y flancos del incendio y el ataque indirecto. De la misma manera se describe como llevar a cabo el control y la liquidación de perímetros de incendios forestales y como se crean accesos a otros medios de extinción a zonas inaccesibles. Asimismo, se establecen los rendimientos (eficiencia) en ejecución de líneas de los tractores de cadenas, las fuerzas de empuje, los consumos de combustible y los precios de servicio.

Finalmente se indican cuales son las limitaciones de estos tractores de cadenas en las operaciones de extinción y las debidas al transporte de los tractores hasta la zona del siniestro al ser un transporte especial. Se describen las técnicas de cómo restaurar dichas líneas, para evitar el impacto visual y los procesos erosivos acelerados que puedan que pudieran darse posteriormente. Otro de los objetivos es conocer la normativa de seguridad que aplica a estos equipos y por ello los protocolos y procedimientos normalizados de trabajo a seguir a la hora de trabajar con ellos, explicar con detalle diversos accidentes acaecidos con estos equipos y las maniobras de autoprotección que se pueden llevar a cabo.

El presente trabajo puede ser considerado primigenio tanto por la amplitud como por la profundidad temática tratada sobre los conocimientos que existen en el uso de estos equipos en la extinción de incendios forestales. Se muestran también, las lecciones aprendidas a través de la experiencia del autor (y de la transmitida por otros) en el uso de estos equipos y los retos de futuro para un mejor conocimiento y uso con seguridad, eficacia y eficiencia (rendimiento) de estos equipos en la extinción de incendios forestales.



Prólogo

Key words: Heavy equipment, dozers, operations, wildfire suppression.

Suppressions operations in wildfires have been increasing in complexity over recent decades as various equipment and technologies have been incorporating these tasks. The correct use, handling and combination of different equipment available for Agencies is key when conducting a job effectively and safely. Heavy equipment is one of those fighting equipment actively involved in various operations in many parts of the world, but in most cases are teams that are relatively unknown by the Agencies, underutilized and undervalued merely not be available to many of the people involved in making decisions or a lack of knowledge and training in their use. A review of existing literature and exposure assessment of the experiences that have been carried out in Spain with heavy equipment over the last 30 years, in order to be able to support a training in Spanish becomes therefore necessary to the different groups members of the Agencies.

The aim of this work is to develop an operations manual of suppression wildfires with heavy equipment, describing their characteristics, types, utilities and integration in fighting operations, such equipment to try to become a fundamental part of the Agencies, proposing actions to improve safety, efficiency and effectiveness (or yield). The first thing to address is to know the different types of machines that have been and are being used in suppression wildfires, such as land moving machines (dozers and excavators), the logging and clearing machines (harvesters, feller-bunchers, skidders and forwarders), modified equipment for the transport of water and some other device that can be found in wildfires, such as agricultural tractors and their implements of tillage land. But special attention is made to the dozers, as a fundamental machine used in different parts of dozers, being the most adapted to this kind of work. Such dozer parts are detailed, especially his dozer and excavator and dumper earth element, its type is described, different brands on the market and business model vehicles that support it for transport and team required for participation in the work of wildfires and training necessary to perform these tasks. Another objective is to describe the various operations that can be executed with the dozers and the techniques that can be performed mainly attack fronts and flanks of the fire and indirect attack. Likewise described as holding control and clearance of forest fire



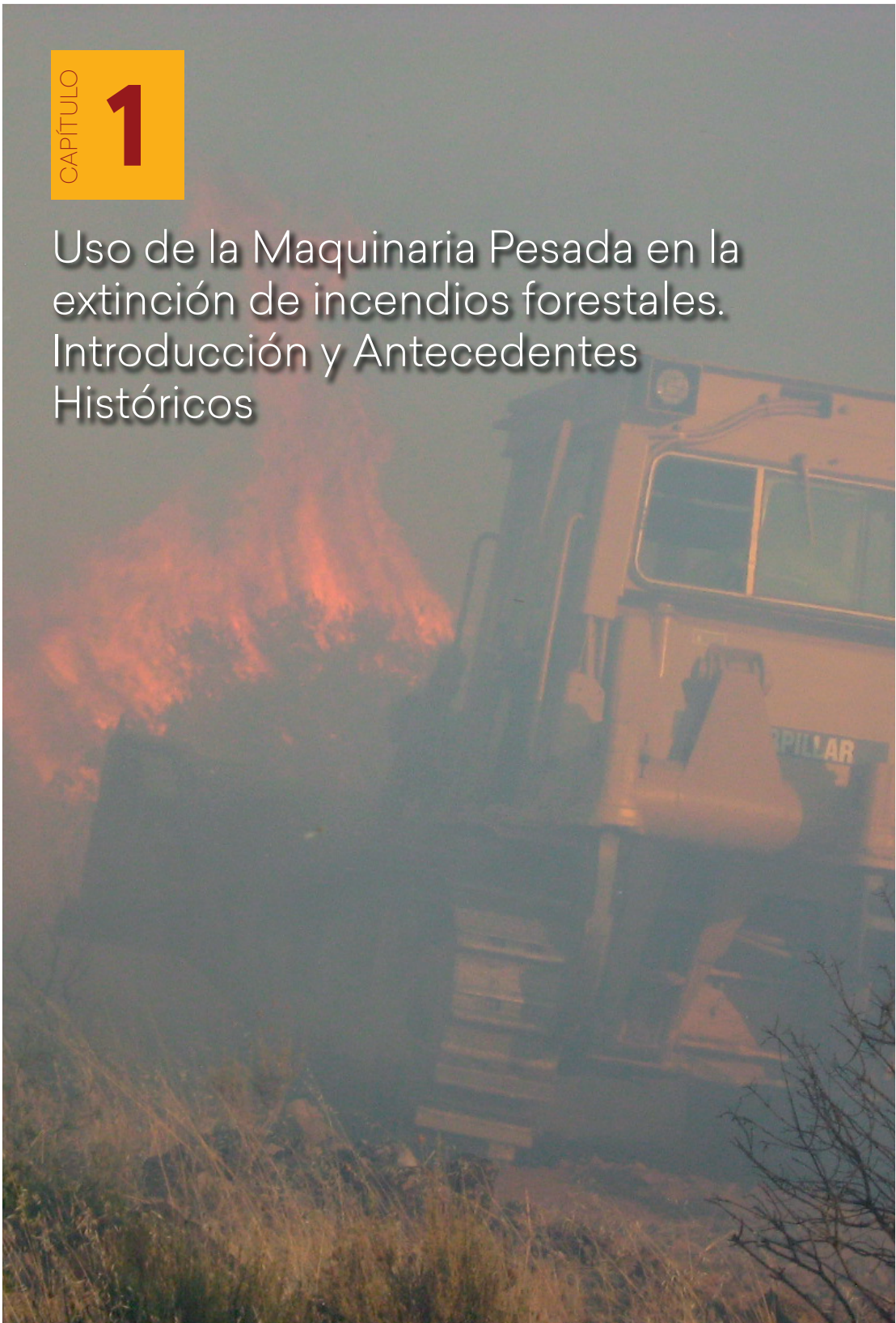
perimeters as access to other means of extinction inaccessible areas are created. Yields (efficiency) are also established lines running of dozers, the pushing forces, fuel consumption and service charges.

This work can be considered primitive by both the breadth and depth of the subject treated on existing knowledge in the use of these devices in suppression wildfires. Also shown are the lessons learned through the experience of the author (and transmitted by others) in the use of this equipment and the future challenges for better understanding and use safely, effectively and efficiently (performance) of these equipment in wildfires.

CAPÍTULO

1

Uso de la Maquinaria Pesada en la extinción de incendios forestales. Introducción y Antecedentes Históricos





La maquinaria pesada se usa normalmente en la extinción de incendios forestales para la realización de franjas de discontinuidad de combustible, y también la extinción directa sobre las llamas (el perímetro del incendio forestal), aunque añadido a eso puede realizar otra serie de tareas muy útiles a la hora de extinguir y controlar los incendios forestales. La adaptación de dicha maquinaria al entorno forestal y su uso en otro tipo de operaciones en los montes (operaciones de corta, arrastre, saca de madera, movimiento de tierras, etc.) hizo que su uso en la extinción de incendios forestales se iniciase en Estados Unidos y Canadá a partir de 1940.



Figura 1 Primera máquina que participó en la extinción de incendios forestales en Estados Unidos en 1940. Foto: USDA Forest Service.

El empleo de maquinaria pesada en incendios forestales en España nace en las provincias de León y Zamora, en torno al año 1.960. En esos años, los tractores de cadenas comenzaban a ser habituales en el monte, en labores varias como preparación del terreno para las repoblaciones, apertura de cortafuegos, pistas, etc. En ocasiones se realizaban quemas controladas de matorral previas a la preparación del terreno y con los tractores de cadenas que llevaban a cabo dichas operaciones, se comenzaron a realizar cortafuegos profesionales para controlar así la quema. En algunos casos esas quemas dejaban momentáneamente de ser controladas, pero en el tajo, a unos cientos de metros de distancia se encontraba el tractor haciendo trabajos y reclamada su presencia, se lograba controlar la quema con el ataque directo o en paralelo del mismo. Comenzaban entonces a utilizarse de forma habitual para asegurar o preparar quemas controladas. Se fue adquiriendo experiencia y en la década de los años 70 pasaron también a utilizarse en el ataque directo sobre incendios forestales. De allí se pasó al uso de estos equipos en otras provincias con intensa actividad repobladora llevada a cabo por el Patrimonio Forestal del Estado como Ciudad Real, Toledo, Córdoba, Huelva, Badajoz, etc.



Figura 2 Tractor de cadenas del Patrimonio Forestal del Estado llevando a cabo tareas de repoblación. Fecha desconocida. Foto: Fototeca Forestal. DGB-INIA.

Así, los tractores de cadenas y tras 50 años de experiencia en distintas provincias, constituyen un medio muy valioso para el control de incendios de cierta importancia y es una herramienta imprescindible para el control de grandes incendios. Al menos, así es hoy donde se utilizan y posiblemente llegará a ser así donde se comience a utilizar. Actualmente son unos 68 equipos de maquinaria pesada los que trabajan en campañas de extinción de incendios forestales en España contratados por los Servicios de Extinción en algunas Comunidades Autónomas, destacando en número y en su uso Castilla-La Mancha, Castilla y León y Galicia.

En definitiva, su uso se traduce en simplicidad y economía de uso, al no ser necesaria ninguna adaptación técnica especial para su empleo en incendios y siempre que se garantice la formación y adquisición de experiencia por parte de los maquinistas y capataces de los equipos. Aun así y en palabras de *George Custer*, Incident Commander National Incident Management Team (NIMO), "los equipos de maquinaria pesada son los recursos de lucha contra los incendios forestales más pasados por alto, infravalorados e incomprensidos."

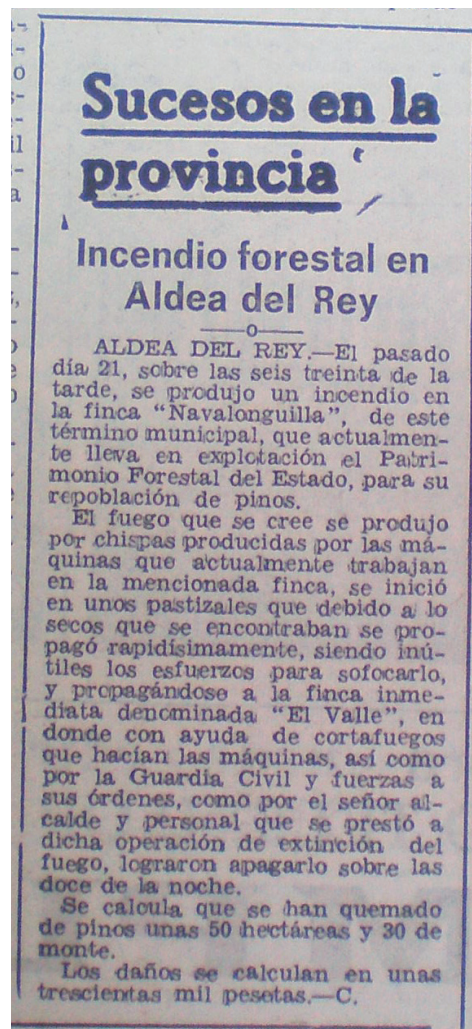


Figura 3 Tractor de cadenas del Patrimonio Forestal del Estado llevando a cabo tareas de repoblación. Fecha desconocida. Foto: Fototeca Forestal. DGB-INIA.

Tipos de máquinas usadas en incendios forestales





2.1 Movedoras de tierras

Dentro del grupo de maquinaria movedora de tierras se encuentran los tractores de cadenas y las excavadoras y palas.

2.1.1. Tractores de cadenas

Es la maquinaria de extinción de incendios forestales más ampliamente conocida. Consiste en un tractor industrial montado sobre un tren de cadenas, también denominado explanadora, dozer o bulldozer, con una hoja de empuje en su parte delantera y pudiendo montar distintos implementos en la trasera. Con la hoja de empuje puede mover tierras y eliminar vegetación. En su parte trasera puede disponer de subsolador, de cabestrante o de distintos tipos de arados o vertederas. Puede también acoplar algunos otros implementos como grapas y depósitos de agua pero son mucho menos comunes en incendios forestales. Los tractores de cadenas son máquinas estables, potentes, moderadamente rápidas y sobre todo muy versátiles. Se llevará a cabo un desarrollo más amplio de este tipo de equipos en el apartado 3.

En la extinción de incendios forestales su función principal es la ejecución de líneas, el ataque directo al frente de llamas y la creación de accesos.



*Figura 4 Tractor de cadenas llevando a cabo un acceso para medios terrestres en el incendio de Hellín (Albacete).
Foto: autor.*



2.1.2. Retroexcavadores y Retropalas

Son máquinas de obras públicas utilizadas en el medio forestal para construcción de vías de saca, preparación de terrenos para repoblaciones y algunas actuaciones de corta y saca. Son máquinas que presentan un tren de rodaje sobre cadenas y un sistema de brazos articulados accionados por cilindros hidráulicos de doble efecto. En el extremo del sistema de brazos pueden montar distintos implementos como cucharones, martillo rompedor para rotura de rocas, cabezal de procesado para la tala, desramado y tronzado de árboles, grapa para la carga de troncos y equipos de desbrozado y triturado. Las retroexcavadoras permiten además el giro del bastidor de la máquina 360°. Las **retropalas** normalmente se montan sobre ruedas y presentan una pala cargadora en la parte delantera y un sistema de brazos como el de la retroexcavadora en la parte trasera.

En la extinción de incendios forestales pueden participar en la construcción y mejora de accesos, en el derribo de árboles secos o movimiento de árboles caídos cuando poseen pinzas y en momentos puntuales en la eliminación de combustible y elaboración de líneas. Suelen ser máquinas de apoyo a otro tipo de equipos.



Figura 5 Retroexcavadora en incendio de turberas en el Parque Nacional de las Tablas de Daimiel, usada para hacer una línea de defensa en profundidad. Foto: autor.



Figura 6 Retroexcavadora trabajando en apertura de un camino. Talveila (Soria). Foto: Blas Andrés.



Figura 7 Distintos implementos usados en las retroexcavadoras. Distintas cucharas con grapa o uña, grapa y grapa de matorrales. Fotos: Cardelle.com. Kenco rock solids solutions.



Figura 8 Foto retro pala de ruedas. Parque Nacional de Cabañeros (Ciudad Real). Foto: Autor.

2.2. Máquinas de corta y saca

2.2.1. Procesadoras y taladoras

Las **procesadoras** son máquinas que cortan, pudiendo dirigir la caída, desraman, despuntan y apilan árboles. El cabezal de procesado se puede montar sobre un tractor de ruedas 4x4, 6x6 o 8x8 (pudiendo trabajar hasta pendientes <40%), un tractor de cadenas o una retroexcavadora normal o hidrostática (en las hidrostáticas pudiendo llegar hasta un 35-55% de pendiente). Los cabezales procesadores están diseñados para cortar un solo pie a la vez, generalmente son más ligeros que las taladoras y los brazos articulados sobre los que se montan son más largos y ligeros. Pueden ser usados en posición horizontal y vertical. Generalmente son usados para claras y cortas finales.

En la extinción de incendios forestales su principal función es la corta de arbolado para la ejecución de líneas. También pueden llevar a cabo el desrame, despunte y apilado de troncos de árboles apeados de forma manual.



Figura 9 Procesadora sobre tractor forestal de ruedas 4x4. Porzuna (Ciudad Real). Foto: Autor.



Figura 10 Procesadora sobre tractor de ruedas 6x6 realizando el desrame y tronzado de un árbol en Viso del Marqués (Ciudad Real). Foto: Autor.



Figura 11 Procesadora sobre retroexcavadora de cadenas. Puebla de Don Rodrigo (Ciudad Real). Foto: Autor.

Las **taladoras** son máquinas que cortan abrazando el árbol o árboles con una grapa, pudiendo cortar varios a la vez, realizando la corta con una gran cizalla o con sierras de discos dejando los árboles en el terreno. No realizan desramado, tronzado y despunte. Deben disponer de cabezas rotacionales para cortar en posición horizontal y vertical. Generalmente son usados para clareos y claras en masas jóvenes.

En la extinción de incendios forestales su principal función puede ser la corta de arbolado para apertura de líneas.



Figura 12 Taladora sobre retroexcavadora hidrostática. Foto: "Yellow book" Mechanized Equipment for Fuel and Fire Operations. 2009.



Figura 13 Taladora de sierra de disco sobre retroexcavadora. Foto: "Yellow book" Mechanized Equipment for Fuel and Fire Operations. 2009.

Ambos equipos son usados en incendios forestales para abrir líneas de defensa en zonas arboladas, pudiendo elegir entre una y otra en función del tipo de masa y de la pendiente del terreno.

2.2.2. Tractores forestales arrastradores de troncos. Skidder de ruedas y cadenas

Son tractores montados sobre ruedas o cadenas, usados para arrastrar troncos y árboles cortados. El arrastre lo realizan con cabestrante, con grapas o ambas a la vez. Además disponen de una hoja de empuje delantera capaz de empujar matorral, ramas y hacer pequeños movimientos de tierras. Al ser tractores articulados trabajan bien en sitios con poco espacio para el movimiento y en caminos estrechos.

En la extinción de incendios forestales se usan para transportar los troncos o árboles fuera de la línea de defensa en distancias cortas. Con su pala pueden llevar a cabo el repaso de accesos o de líneas.



Figura 14 Skidder de ruedas con cabestrante. Monbeltrán (Ávila). Foto: Autor.



Figura 15 Skidder de ruedas con pinza. Viso del Marqués (Ciudad Real). Foto: Autor.



Figura 16 Skidder de cadenas con grapa. Foto: Colheita de madeira.com.br.

2.2.3. Autocargadores

Son tractores forestales que compartiendo muchas características del skidder, realizan la saca de madera o árboles enteros totalmente suspendidos sobre una caja o plataforma. Para la carga va provisto de una grúa hidráulica de brazos telescópicos con una pinza en su extremo. Además, al igual que el skidder pueden disponer de una hoja de empuje delantera capaz de empujar matorral, ramas y hacer pequeños movimientos de tierras.



Al ser tractores articulados, hacen que trabajen bien en sitios y caminos estrechos pero presentan mayor dificultad que el skidder al ser de mayor longitud.

En la extinción de incendios forestales se usan para llevar los troncos o árboles fuera de la línea de defensa, pudiendo hacer transportes en general más largos y de forma más rápida que el skidder. Con su pala pueden llevar a cabo el repaso el accesos o de líneas.



Figura 17 Autocargador. Aldea del Rey (Ciudad Real). Foto: Autor.



Figura 18 Autocargador transportando árboles enteros. Puertollano (Ciudad Real). Foto: Autor.



2.3. Equipos modificados para el transporte de agua

Son variantes de los equipos ya expuestos con anterioridad a los que se les acopla un depósito de agua fijo o desmontable y una bomba, con los cuales pueden impulsar agua a través de tendidos de mangueras o desde lanzas situadas en los propios equipos. De esta manera a las propias funcionalidades del equipo se le añade el poder disponer de agua allí donde pueda desplazarse si el acoplamiento del depósito no limita otras funciones de la propia máquina.

De esta manera se puede disponer de:

- Tractores de cadenas con depósito (Pumpercat o Aquadozer).
- Skidder de ruedas con depósito.
- Tractores de cadenas flexibles con depósitos.
- Autocargadores con depósitos.
- Carros de combate o tanques modificados con depósitos (Proyectos ACRIF y VELIF)

Este tipo de implementos y el conjunto del equipo deben de disponer de la declaración CE de puesta en conformidad o Certificado de adecuación al RD 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajos.



Figura 19 Tractor de cadenas con depósito de agua y bomba. Dicho depósito no disponía de la Certificación o Puesta en Conformidad que establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud. Fuencaliente (Ciudad Real). Foto: Autor.



Figura 20 Tractor de cadenas con implemento Aquadozer, provisto de depósito de 1500 l, bomba y dos lanzas fijas. Almadén (Ciudad Real). Foto: Autor.



Figura 21 Tractor de cadenas con depósito y bomba, tipo Pumpercat. Foto: "Yellow book" Mechanized Equipment for Fuel and Fire Operations.2009.



Figura 22 Skidder con depósito y bomba. Foto: "Yellow book" Mechanized Equipment for Fuel and Fire Operations. 2009.



Figura 23 Tractor de cadenas flexibles con depósito y bomba. Foto: "Yellow book" Mechanized Equipment for Fuel and Fire Operations. 2009.



Figura 24 Autocargador con depósito, bomba y boca de carga con helicóptero. Foto: "Yellow book" Mechanized Equipment for Fuel and Fire Operations.2009.



© 2004 DGB-INIA

Figura 25 Equipo A.C.R.I.F. (Autobomba sobre cadenas de Refuerzo en la extinción de Incendios Forestales) montado sobre carro de combate soviético T-55 con capacidad de 11.000 l. Carcelén (Albacete) Foto: DGN- COMUNIDAD VALENCIANA. FOTOTECA FORESTAL ESPAÑOLA. DGB-INIA.



Figura 26 Proyecto VELIF (Vehículo de Refuerzo para la Lucha en la Extinción de Incendios Forestales) montado sobre carro de combate M48 A5E2 y con capacidad de 14.300 l y 500 l de espumógeno. Potencia de 740 C.V. y peso de 62,3 Mg (Tm). Los Yébenes (Toledo). Foto: Autor.



Figura 27 Vehículos blindados de combate ligero adaptados con depósito.
Foto: www.e-mergencia.com.



2.4. Otros implementos y equipos

2.4.1. Retroaraña

Retroexcavadora totalmente hidrostática de bastidor giratorio, que sustituye las ruedas o el tren de cadenas por unos brazos articulados y telescópicos al final de los cuales lleva las ruedas montadas lo que le permite múltiples posibilidades, tales como neutralizar las ruedas más pequeñas para desplazarse por reptación en terrenos muy difíciles. En el extremo del sistema de brazos pueden montar los mismos implementos que una retroexcavadora como cucharones, martillo rompedor para rotura de rocas, cabezal de procesado para la tala, desramado y tronzado de árboles, grapa para la carga de troncos y equipos de desbrozado y triturado. Es un tipo de máquina muy normalmente utilizada para desbrozado y preparación de terrenos en zonas con fuertes pendientes de hasta el 40 %.

En la extinción de incendios forestales puede llevar a cabo labores de apertura de líneas en zonas de elevada pendiente y rocosas donde sea difícil el acceso con retroexcavadoras y tractores de cadenas.



Figura 28 Retroaraña con desbrozadora de cadenas y con cucharón. Tineo (Asturias). Foto: Autor.

2.4.2. Equipos de desbrozado-triturado

Son implementos que llevan a cabo la corta y el triturado del combustible, fundamentalmente matorral, restos de corta y masas jóvenes en astillas, pudiendo ir unidos al enganche tripuntal de un tractor y siendo accionadas por su toma de fuerza o también pueden ir montadas sobre un sistema de brazos y accionadas por un motor hidráulico.



También pueden realizar la poda de arbolado si son montados sobre palas cargadoras o retroexcavadoras. Constan de un armazón metálico de gran resistencia y un sistema de engranajes que hace que el sistema de corte gire en vertical (cadenas o cuchillas) o en horizontal (martillos). Según el sistema de corte se dividen en:

- Desbrozadoras de cuchillas. El corte es llevado a cabo por cuchillas articuladas.
- Desbrozadoras de cadenas. El corte y triturado es llevado a cabo por cadenas por impacto.
- Desbrozadoras-trituradoras de martillos. Los martillos van montados sobre los huecos de un cilindro que gira. El impacto de los martillos sobre el combustible hace que se produzca el corte y el triturado.



Figura 29 Desbrozadora de cadenas sobre tractor agrícola. Foto: Internet.



Figura 30 Trituradora de martillos frontal sobre tractor de ruedas UNAC. Piedrabuena (Ciudad Real).Foto: Autor.



Figura 31 Trituradora de martillos frontal sobre tractor de cadenas UNAC accionada mediante hidráulico. Izquierda Tineo (Asturias) Derecha Montalbán (Teruel).Foto: Autor.



Figura 32 Trituradora de martillos posterior sobre tractor de cadenas con enganche tripuntal y accionada por la toma de fuerza. Puertollano (Ciudad Real) .Foto: Autor.



Figura 33 Trituradora de martillos frontal sobre pala cargadora CAT 953 y accionada por motor. Puertollano (Ciudad Real). Foto: Autor.

2.4.3. Aperos para el laboreo de tierras.

En numerosas ocasiones que los incendios discurren por terrenos agrícolas es factible el uso de tractores agrícolas con aperos para el laboreo de tierras y aunque suelen ser más una “maquinaria de fortuna” pueden resultar muy útiles y realizar un trabajo muy eficaz. La labor que realizan dichos aperos en la extinción de incendios es la de apertura de líneas sobre cultivos de cereal, rastrojeras y pastizales arables. Dichos tractores suelen llevar distintos aperos acoplados al enganche tripuntal, cuya función es el laboreo de terrenos destacando los siguientes:

Subsoladores: son aperos pesados que realizan una labor profunda realizando un movimiento de tierra pero sin voltearla. Están formados por varios brazos o dientes sobre los que se montan las rejas o botas de acero.



Figura 34 Subsolador de seis brazos (dos elevados) con rulo posterior montado sobre en el enganche tripuntal de un tractor agrícola. Retuerta del Bullaque (Ciudad Real).Foto: Autor.



Figura 35 Subsolador de tres brazos sobre tractor de cadenas CAT D7 llevando a cabo preparación de terrenos para repoblación. Mestanza (Ciudad Real). Foto: Autor.

Arados de vertederas: Realizan una labor de profundidad media. Constan de un número variable de vertederas acopladas a un bastidor. Cortan un prisma de tierra lo ascienden por la vertedera y lo voltean.



Figura 36 Izquierda partes de un arado de vertedera. Derecha arado de vertedera trisurco reversible. Foto: Agromaquiria.es.



Figura 37 Izquierda prisma de tierra volteado por las vertederas. Derecha arado de vertedera polisurco. Foto: Autor.

Arados de discos: realizan una labor de profundidad media. Constan de un número variable de discos con cierta inclinación acoplados a un bastidor. Cada disco va rodando con lo que el prisma de tierra lo introduce hacia abajo y hacia atrás, para acabar volteándolo finalmente. Una versión específica, ampliamente utilizada en extinción de incendios forestales y en quemas prescritas en las zonas llanas costeras con suelos húmedos y profundos del sur de Estados Unidos, es el denominado **Tractor Plow**. Dicho arado contiene una cuchilla central y unos discos laterales (pueden ser uno o varios) que realizan un surco y voltean tierra en ambos sentidos abriendo una franja sobre el terreno. Es sustentado por unas ruedas y un cilindro hidráulico que controla el nivel de profundidad. Se utilizan en zonas de herbazales densos y matorrales bajos.



Figura 38 Izquierda arado de disco. Derecha arado de disco trisurco.
Foto: www.agromaquiria.es.



Figura 39 Arados de discos tipo tractor plow. Fotos superiores: Bill Gabbert www.wildfiretoday.com Foto inferior: FESCO, Forestry Equipment Specialist.

Cultivadores: laborean el terreno a poca profundidad, alisando y mullendo la parte alta. Constan de unos brazos elásticos o vibrantes en cuyos extremos se montan las rejas o puntas. En muchos de los casos suelen llevar tras los cultivadores un rulo o rastra cuyo objetivo es alisar el terreno.



Figura 40 Cultivador de brazos vibrantes con muelles. Foto: Autor.



Figura 41 Cultivadores sobre tractor agrícola de ruedas. Derecha cultivadores sobre tractor de cadenas sin cabina y barra antivuelco. Fotos: Autor.

Gradas: Laborean el suelo a poca profundidad. Presentan varios cuerpos de arados de discos. Los discos pueden ser ranurados o lisos. Los discos ranurados penetran más y trocean mejor la maleza. Los cuerpos delanteros voltean la tierra en un sentido y los traseros en otro.



Figura 42 Grada de discos dobles o en x con discos ranurados. Foto: www.agromaquinaria.es.



Figura 43 Grada de discos de dos cuerpos arrastrada por tractor de cadenas con discos lisos. Andújar (Jaén). Foto: Autor.



Figura 44 Grada de discos de dos cuerpos sobre tractor de cadenas sin cabina y barras antivuelco realizando desbroce de jaral. Solana del Pino (Ciudad Real). Foto: Autor.



Figura 45 "Maquinaria de fortuna" constituida por un tractor con pala y cultivadores en un incendio forestal apoyando a las Brigadas Terrestres. Alcoba de los Montes (Ciudad Real). Foto: Andrés Lara.



Figura 46 "Maquinaria de fortuna" constituida por un tractor con arado de vertedera polisurco. Zamora.
Foto: Domingo Villalba.

2.4.4. Otros aperos y combinaciones de máquinas

A continuación se exponen algunos aperos fundamentalmente de tractores agrícolas, que se pueden encontrar en un determinado momento en un incendio forestal debido a la colaboración de agentes privados y que pueden llevar a cabo algunas operaciones descritas anteriormente. En muchos de los casos son combinaciones de maquinaria ya descrita, como hojas de empuje acopladas a tractores agrícolas, tractores de cadenas con carro autocargador y pinzas, tractores agrícolas con pinzas y depósito de agua. No dejan de ser "maquinaria de fortuna" que se puede encontrar en los incendios forestales pero es importante conocer sus funcionalidades, sus limitaciones y sus riesgos.



Figura 47 Hoja de empuje acoplada a tractor agrícola. Viso del Marqués (Ciudad Real). Foto: Autor.



Figura 48 Tractor de cadenas ligero con carro autocargador. Porzuna (Ciudad Real). Foto: Autor.



Figura 49 Tractor agrícola con pinza y cuba de agua colaborando en la extinción de un incendio. Oia (Pontevedra).
Foto: Autor.

Características de los tractores de cadenas usados en incendios forestales





Como ya se comentó en el Apartado 2.1.1. el tractor de cadenas o bulldozer es la máquina más versátil y eficaz en la extinción de incendios forestales y por ende la más usada en los Servicios de Extinción. Dentro de este tipo de tractores el ideal para su empleo en extinción de incendios forestales es un tractor de cadenas de potencia en torno a 180 C.V., con cabina cerrada y estructura de protección, con hoja de empuje con movimiento angledozer (la hoja puede efectuar un giro transversal), dotado además de subsolador y sistema de alumbrado.

Dotado en la parte delantera de una hoja de empuje con movimiento angledozer.

Con el movimiento angledozer la hoja gira transversalmente. La proyección en planta de la máquina pierde su simetría. Este movimiento puede ejecutar las funciones de bulldozer (subida y bajada de la hoja que permite el excavado y empuje de material) y la disposición de la hoja en ángulo permite desplazar y voltear el material excavado. El cambio de ángulo de la hoja de empuje (angledozer) puede ser manual o hidráulico. El movimiento angledozer es el más importante en extinción de incendios. El tractor tiene un peso total de en torno a los 22.000 kilogramos y una anchura de labor con la cuchilla de 3,60 m- 3,80 m.

Potencia en torno a 180 C. V.

La experiencia del uso del tractor de cadenas en incendios forestales, ha destacado a los tractores de potencia en torno a los 180 C.V. como los más idóneos para su empleo en dicha actividad. Una definición de potencia en un tractor, define también su tamaño y su peso. Los de 180 C.V. tienen una capacidad de trabajo muy importante, trabajando incluso en masas arboladas adultas, pendientes elevadas y permiten su desplazamiento en camiones góndolas sin muchas restricciones en los desplazamientos.

Maquinas inferiores en tamaño y potencia no interesan, puesto que a la hora de la extinción su rendimiento sería muy inferior. La única ventaja que pueden presentar es un desplazamiento más sencillo debido a las menores dimensiones y peso, lo que cambiaría la configuración de camión-góndola necesario para su transporte.

Máquinas superiores tampoco resultan idóneas puesto que a pesar de su mayor capacidad de trabajo, el desplazamiento sería prácticamente imposible hacia el incendio,



debido a las limitaciones en los accesos por carreteras comarcales, cruce de poblaciones y autorizaciones especiales. No obstante, ese tipo de tractor es interesante para determinados incendios en los que por su cercanía al mismo, no requiere traslado, y por su pie llega al incendio.

Cabina cerrada con aire acondicionado.

El Tractor debe de disponer de cabina ROPS (Roll Over Protection Structure) con estructura de protección en caso de vuelco, OPS (Operation Protection System), sistema de protección del operador y FOPS (Falling Over Protection System), sistema de protección de caída de objetos. El hecho de ser cerrada y con aire acondicionado es una característica muy importante para su uso en los incendios forestales, para facilitar al maquinista su labor en extinción ya que debe soportar ambientes polvorientos y unas temperaturas muy elevadas. El tractor trabaja en frentes en los que por su intensidad de llama y calor no puede trabajar ningún otro tipo medio de extinción de incendios en ataque directo.

Dotado en la parte trasera de un subsolador o ripper.

Sirve de contrapeso actuando como frenos junto con la hoja empujadora, cuando se baja por fuertes pendientes. Puede ser un elemento imprescindible al trabajar en orografías complicadas. Este implemento puede ser sustituido por cabestrantes, arados de discos o depósitos de agua.

Sistema de alumbrado para trabajo nocturno.

Con un sistema de alumbrado correcto se puede trabajar con seguridad y mucha efectividad por la noche, ya que los incendios suelen brindar más oportunidades al tener menos virulencia y ser más fácil su control.

Velocidad de trabajo.

Dependiendo del tipo de tractor las velocidades de desplazamiento sin trabajo superan los 10 km/h y en trabajo sencillo los 5 km/h. Las operaciones en trabajo de extinción de incendios oscilan entre 0,3 y 3 km/h dependiendo de diversos factores, como son el tipo de tractor, la pendiente, la presencia de rocas, del tipo de combustible o la presencia



de restos y la experiencia del maquinista. Dicho rendimiento puede mejorarse si se dispone de más de un tractor en un flanco o frente en avance continuo.

Es fundamental que el tractor se encuentre en perfecto estado de uso, para evitar posibles averías, que pongan en un serio apuro tanto al maquinista como al resto de personal que participa en la extinción y que en ese momento ha confiado la estrategia en el trabajo de la máquina.

3.1. Partes de un tractor de cadenas

Los tractores de cadenas constan de cuatro partes fundamentales: el motor, el chasis, (donde se encuentra el bastidor, la cabina, la transmisión, el mecanismo de dirección, tren de rodaje y frenos), la hoja de empuje y los implementos traseros.



Figura 50 Partes de un tractor de cadenas: A. Hoja de empuje, B. Cilindro del tilt, C. Cilindros de elevación, D. Motor, E. Cabina, F cilindros del subsolador, G Brazo del subsolador, H. Barra, I. Rueda cabilla, J. Bastidor de rodillos, K. Rodillos superiores, L. Rodillos inferiores, M. Rueda guía, N. Brazo de empuje. Foto: Autor.

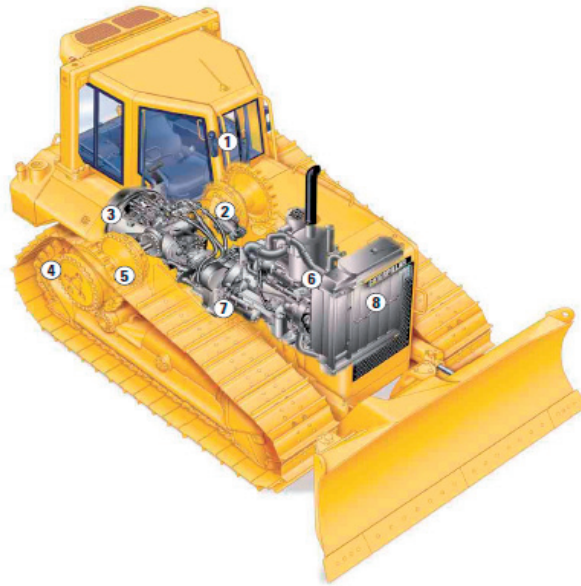


Figura 51 Elementos internos de un tractor de cadenas: 1. Palanca de dirección, 2. Motor de la dirección diferencial, 3. Servotransmisión 4. Mandos finales, 5. Freno de discos, 6. Motor, 7. Convertidor de par, 8. Motor. Foto: Manual Caterpillar D6N.

El sistema de transmisión empleado en los tractores de cadenas es a través de un convertidor de par y de una caja de cambios tipo servotransmisión. El convertidor de par es un embrague de accionamiento hidráulico, que como todo embrague de transmisión se sitúa entre el motor y la caja de cambios. Dicho convertidor de par elimina el pedal de mando del embrague y absorbe las cargas de choque sin que sufran los elementos de la transmisión, evita que el motor se cale por sobrecarga de trabajo y proporciona automáticamente las multiplicaciones de par necesarias para hacer frente al aumento de cargas sin necesidad de cambiar de marcha. La servotransmisión sustituye a la caja de cambios en estas máquinas que por la naturaleza del trabajo que realizan, han de cambiar la marcha e invertir el sentido frecuentemente. Por tanto el maquinista con una sola palanca selecciona la marcha (suelen tener tres), el tipo (cortas o largas) y el sentido del desplazamiento.



Figura 52 Palanca de accionamiento de tractor de cadenas: F: marcha adelante, R marcha atrás. Botones amarillos para realizar el cambio de velocidades. Caterpillar D6R. Foto: Autor.

El tipo de tren de cadenas que llevan estos tractores es rígido, frente a los trenes de cadenas de los carros de combate y otros equipos militares modificados que suele ser flexible.

Determinados tractores de cadenas poseen la rueda cabilla o motriz elevada, ello supone que los mandos finales se encuentren por encima de la zona de trabajo, aislados de los impactos inducidos a través del terreno. Ello aumenta la vida del tren de rodaje.

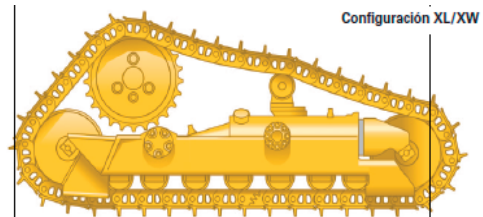


Figura 53 Tipos de trenes de cadenas rígidos, propios de este tipo de tractores. Arriba con rueda motriz trasera, abajo con rueda motriz eleva o rueda cabilla. Izquierda Liebherr PR724. Derecha Caterpillar D6R XL/XLW. Foto: Autor.

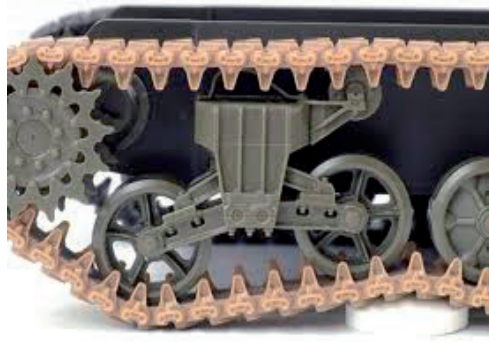


Figura 54 Tipos de trenes de cadenas flexibles donde los rodillos inferiores pueden presentar cierta movilidad adaptándose al terreno. Izquierda Proyecto VELIF. Foto: Autor.

3.2. Hoja de empuje. Movimientos. Tipos

En la actualidad se dispone de dos tipos de hoja de empuje según su **anclaje**, ambas fijadas a la máquina por un arco en forma de U, el primero de ellos exterior que a su vez se fija al bastidor de rodillos y el segundo interior que a su vez se ancla al bastidor interior de la máquina. Las primeras presentan la ventaja de una mayor protección al tren de cadenas por la presencia del arco en terrenos pedregosos y con abundancia de troncos, leñas, etc. Suelen ser las más usadas en el ámbito forestal ya que evitan numerosas salidas de cadenas. A su vez presentan la desventaja que el cambio del ángulo de la hoja debe de llevarse a cabo de forma manual, lo que hace que para llevar a cabo dicha operación, se necesite un operario o que el maquinista baje de la máquina para llevarlo a cabo. Las segundas presentan la desventaja de no proteger el tren de cadenas y la ventaja de que el movimiento del ángulo de la pala lo lleva a cabo el maquinista desde la cabina accionando un mando mediante el movimiento de unos hidráulicos.



Figura 55 Tipos de hoja de empuje según anclaje. Imagen Izquierda anclaje con arco exterior en CAT D6T. Imagen derecha arco interior en CAT D5H. Fotos: Autor.



Los posibles movimientos de la hoja de empuje o dozer, los cuales condicionan las distintas tareas a realizar por el tractor de cadenas, son:

- Movimiento **bulldozer**: La hoja sube o baja respecto al ras del suelo por medio de los brazos elevadores. Con este movimiento el tractor es capaz de excavar, transportar y distribuir material en línea recta y distancias pequeñas.
- Movimiento **angledozer**: la hoja gira transversalmente. La proyección en planta de la máquina pierde su simetría. Este movimiento puede ejecutar las funciones de bulldozer y la disposición de la hoja en ángulo permite desplazar y voltear el material excavado.
- Movimiento **tiltadozer**: la hoja se inclina respecto al eje longitudinal del tractor. La proyección de frente de la máquina pierde su simetría. Con este movimiento el tractor tiene más poder de arranque de material, permitiéndole abrir cunetas y realizar el bombeo de material con mayor precisión, ya que al inclinar la hoja, la superficie de ataque es triangular.
- Movimiento **tipdozer**: la hoja bascula sobre su eje longitudinal, inclinándose más o menos. Es el movimiento de cabeceo de la hoja.

Para el uso de tractores de cadenas en extinción de incendios forestales será necesario disponer de una hoja de empuje con al menos los tres primeros movimientos siendo fundamental el movimiento angledozer que es el que es capaz de hacer voltear tierra.

Se puede encontrar distintos tipos de hoja de empuje según la forma de la hoja, todas ellas diseñadas para empujar materiales delante del tractor, pero su distinta forma puede condicionar su uso:

- Hoja tipo U o universal: típica hoja usada en obras públicas con una ligera inclinación en sus laterales, normalmente presenta solamente el movimiento bulldozer y su único fin es el relleno y excavación de materiales en distancias cortas. El tractor excava el material y realiza el viaje de ida transportándolo mediante la hoja.
- Hoja tipo S o recta: Similar a la U pero con la hoja recta lo que le hace tener máxima penetración de la hoja pero menor capacidad de carga.
- Hoja tipo SU o semiuniversal: presenta una penetración y una capacidad de carga intermedia.
- Hoja tipo A o angulable: Es una hoja recta con movimiento angledozer y que además de poder realizar la excavación y el transporte como en el caso anterior también permite el volteo de material. Es el tipo de hoja normalmente usado en incendios forestales. En algunos casos la hoja puede presentar la opción de ser plegable, diseñada para que la anchura de transporte no supere el límite de los 3 metros, sin quitar la hoja de empuje. Permite plegar hacia adelante una sección en el lado izquierdo de la hoja de empuje para transportar la máquina.



- Hoja tipo fleco o rastrillo desbrozador: formada por dos largueros sobre los que se atornillan grandes dientes, cuyo fin es el despedregado o roturación del terreno. Dichos dientes se clavan en el suelo y descuajan el matorral o la vegetación existente para amontonarla con los movimientos de ida y venida de la máquina.
- Hoja de 6 brazos: Permite más movimientos de la hoja sobre el eje longitudinal del tractor y sobre el eje longitudinal de la hoja (movimientos tildozer y tipdozer), para poder efectuar con más amplitud cunetas y primeros caminos de forma similar a la hoja de una motoniveladora.

La hoja a su vez presenta tres partes:

- Vertedera: es la parte central de la hoja que efectúa el empuje o volteado del material.
- Cuchillas: forma la parte inferior de la hoja que efectúa el excavado del material. Son intercambiables y de un acero mejor al del resto de la hoja.
- Cantoneras: son los extremos inferiores de la hoja, también son intercambiables y son los que realizan las mayores tareas de excavado.
- Refuerzos laterales: se montan en el caso de hojas tipo U.

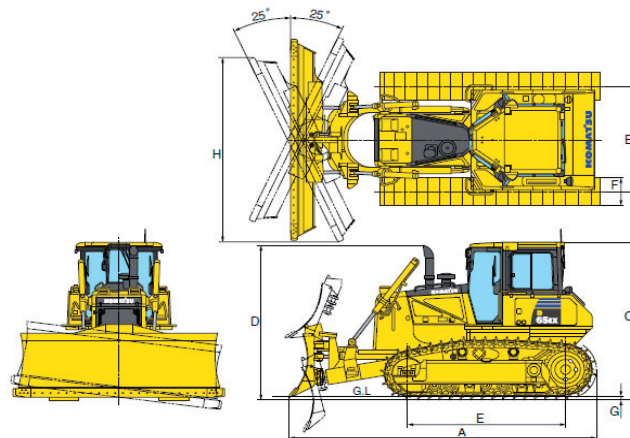


Figura 56 Movimientos de la hoja de empuje. Imagen Superior movimiento Angledozer. Imagen inferior derecha movimiento Bulldozer. Imagen inferior izquierda movimiento Tildozer. Foto: Manual Komatsu D65 EX.



Figura 57 Movimiento tipdozer o de cabeceo. Foto: Bombers de Catalunya.



Figura 58 Distintos tipos de hoja de empuje. Arriba Izquierda hoja tipo U, Arriba derecha tipo SU, Central izquierda tipo A o angulable, Central derecha tipo fleco, abajo izquierda de 6 vías y abajo derecha de hoja plegable. Fotos: Autor, Manual de rendimiento Caterpillar, "Yellow book" Mechanized Equipment for Fuel and Fire Operations.2009 y Manual CAT D6N.

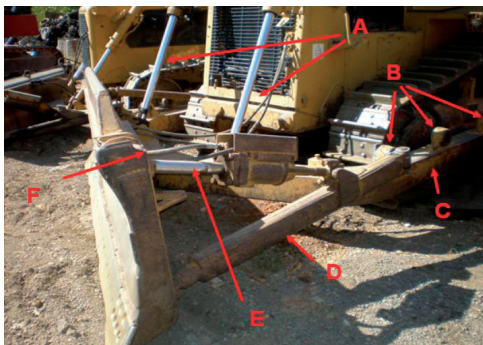


Figura 59 Detalle de una hoja de empuje con movimiento Angledozer y con anclaje de arco exterior. A. cilindros elevadores, B. soportes del brazo de empuje, C. arco, D. Brazo de empuje, E. Cilindro de tipto, F. Rótula. Foto: Autor.



Figura 60 Partes de una hoja de empuje. Vertedera, cuchillas y cantoneras. Foto: Autor.



3.3. Tipos de tractores de cadenas usados en incendios forestales

Se relacionan a continuación los tipos y modelos de máquinas más empleadas en extinción de incendios, en función de su peso y potencia.

3.3.1. Tractores de cadenas ligeros o Tipo 3

Presentan una potencia entre 100 y 150 C.V. Sus pesos oscilan entre 5 y 16 Mg (Tm). Son efectivos en la construcción de líneas en combustibles ligeros y en terrenos de pendiente moderada. Son poco utilizados en la extinción debido a su escasez de potencia, necesaria en la mayoría de los incendios.





Sus principales ventajas:

- Capacidad de acceso a amplias zonas por necesitar góndolas de menor tamaño.

Sus principales inconvenientes:

- Escasez de potencia.

Tabla 2 Modelos de tractores de cadenas ligeros o Tipo 3.

New Holland TK95M		Caterpillar D5H	
 <p>Foto: Autor. Daimiel (Ciudad Real)</p>	<p>Características básicas:</p> <p>Potencia 101 C.V.</p> <p>Peso 4.950 kg</p> <p>Anchura hoja 2.500 mm</p>	 <p>Foto: Autor. San Lorenzo de Calatrava (Ciudad Real)</p>	<p>Características básicas:</p> <p>Potencia 120-150 C.V.</p> <p>Peso 16.000 kg</p> <p>Anchura hoja 3.000 mm</p>
Caterpillar D5G		John Deere 550B	
 <p>Foto: Autor. Piedrabuena (Ciudad Real)</p>	<p>Características básicas:</p> <p>Potencia 99 C.V.</p> <p>Peso 8.904 kg</p> <p>Anchura hoja 2.921 mm</p>	 <p>Foto: Autor. Idaho (USA)</p>	<p>Características básicas:</p> <p>Potencia 85 C.V.</p> <p>Peso 8.750-9.195 kg</p> <p>Anchura hoja 2.667-3.150 mm</p>



3.3.2. Tractores de cadenas medios o Tipo 2

Presentan una potencia entre 150 y 220 C.V. Sus pesos oscilan entre 13 y 25 Mg (Tm). Son los mejores en la construcción de líneas en combustibles medios, son maniobrables y trabajan en pendientes moderadamente elevadas. Son los más utilizados en la extinción debido a su idoneidad de potencia y peso.

Sus principales ventajas:

- Peso y potencia adecuados.







Sus principales inconvenientes:

- Transporte lento.

Tabla 3 Modelos de tractores de cadenas medios o Tipo 2.

Caterpillar D6K		Caterpillar D6D	
 <p>Foto: Manual Caterpillar.</p>	Características básicas: Potencia 125-130 C.V. Peso 12.886-13.467 kg Anchura hoja 2.896-3337 mm.	 <p>Autor: Autor. Porzuna (Ciudad Real)</p>	Características básicas: Potencia 140-152 C.V. Peso 16.000 kg Anchura hoja 3600 mm.
Caterpillar D6N		Caterpillar D6H	
 <p>Foto: Manual Caterpillar.</p>	Características básicas: Potencia 150 C.V. Peso 16.668-18.096 kg Anchura hoja 3.272-4.080 mm.	 <p>Foto: Autor. Fuencaliente (Ciudad Real)</p>	Características básicas: Potencia 176 C.V. Peso 18350 kg Anchura hoja 4.000 mm.
Caterpillar D6R		Caterpillar D6T	
 <p>Foto: Autor. Puertollano (Ciudad Real)</p>	Características básicas: Potencia 175-195 C.V. Peso 18.325-21.716 kg Anchura hoja 3770 mm.	 <p>Foto: Autor: Picón (Ciudad Real).</p>	Características básicas: Potencia 205 C.V. Peso 20.580-22.902 kg Anchura hoja 3490-3720 mm.



Komatsu D65A		Komatsu D65 EX	
 <p>Foto: Raúl Quilez. Ayora (Valencia)</p>	<p>Características básicas:</p> <p>Potencia 205 C.V.</p> <p>Peso 20.300-21.000 kg</p> <p>Anchura hoja 3.460 mm.</p>	 <p>Foto: César Ventosa. Zamora</p>	<p>Características básicas:</p> <p>Potencia 219 C.V.</p> <p>Peso 21.860-22.890 kg</p> <p>Anchura hoja 3.545-3.670 mm.</p>
Liebherr PR724L		Liebherr PR734L	
 <p>Foto: Luis Martín. BIFOR-A Alcoba (Ciudad Real)</p>	<p>Características básicas:</p> <p>Potencia 163 C.V.</p> <p>Peso 16.687-18.772 kg</p> <p>Anchura hoja 3204 mm.</p>	 <p>Foto: Manual Liebherr.</p>	<p>Características básicas:</p> <p>Potencia 204 C.V.</p> <p>Peso 20.480-25.100 kg</p> <p>Anchura hoja 4240 mm.</p>
Fiat Hitachi FD-175		New Holland D-180	
 <p>Foto: César Ventosa. Zamora</p>	<p>Características básicas:</p> <p>Potencia 175 C.V.</p> <p>Peso 20.050-22.330 kg</p> <p>Anchura hoja 4.000 mm.</p>	 <p>Foto: Autor. Puertollano (Ciudad Real)</p>	<p>Características básicas:</p> <p>Potencia 197-213 C.V.</p> <p>Peso 20.200-22.730 kg</p> <p>Anchura hoja 4.000 mm.</p>

3.3.3. Tractores de cadenas pesados o Tipo 1

Presentan una potencia superior a 220 C.V. Sus pesos oscilan entre 20 y 37 Mg (Tm). Su uso es complicado en terrenos cerrados y con pendiente. Normalmente se ponen a la cabeza de equipos de maquinaria en zonas con combustibles pesados y media pendiente. Son utilizados en la extinción debido a su idoneidad de potencia pero presentan un peso y unas medidas que dificulta su transporte.

Sus principales ventajas:

- Potencia adecuada. La mayor posible.

Sus principales inconvenientes:

- Dificultad de maniobrabilidad.
- Dificultad de transporte.



Tabla 4 Modelos de tractores de cadenas pesados o Tipo 1.

<p>Caterpillar D7G</p>  <p>Foto: Autor. Mestanza (Ciudad Real)</p>		<p>Características básicas:</p> <p>Potencia 200 C.V.</p> <p>Peso 20.094-20.502 kg</p> <p>Anchura hoja 4.270 mm.</p>	<p>Caterpillar D7H</p>  <p>Foto Autor. Piedrabuena (Ciudad Real)</p>		<p>Características básicas:</p> <p>Potencia 215 C.V.</p> <p>Peso 20.502 kg</p> <p>Anchura hoja 4.200 mm.</p>	
<p>Caterpillar D7R</p>  <p>Foto: Gema Fresneda. Puertollano (Ciudad Real)</p>		<p>Características básicas:</p> <p>Potencia 240 C.V.</p> <p>Peso 25.455 kg</p> <p>Anchura hoja 4.500 mm</p>	<p>Caterpillar D8R</p>  <p>Foto: California Dozer Operator Group</p>			<p>Características básicas:</p> <p>Potencia 303 C.V.</p> <p>Peso 37.920 kg</p> <p>Anchura hoja 4.990 mm</p>
<p>Komatsu D85EX</p>  <p>Foto: www.machineryzone.es</p>		<p>Características básicas:</p> <p>Potencia 267 C.V.</p> <p>Peso 27.650-28.100 kg</p> <p>Anchura hoja 4.515 mm.</p>	<p>Liebherr PR744L</p>  <p>Foto: Santiago Perez (Cuenca)</p>			<p>Características básicas:</p> <p>Potencia 252 C.V.</p> <p>Peso 24.605-31.669 kg</p> <p>Anchura hoja 4.590 mm</p>

3.3.4. Equipos de maquinaria pesada

Un equipo de maquinaria pesada destinado a la extinción de incendios forestales estará compuesto por:

Tractor de cadenas, con equipo de comunicaciones y GPS localizador. El equipo de comunicaciones se ha de adaptar para amortiguar los fuertes golpes y vibraciones.

Camión góndola con una longitud aproximada de 16 metros, igualmente dotado de equipo de comunicaciones. Para mejorar los traslados es conveniente utilizar góndolas de la menor longitud posible, debidamente autorizadas por industria, tráfico y los organismos competentes. La góndola debe ir dotada de avisador luminoso. La cabeza tractora debe ser para construcción o aplicaciones severas de modo que presente el paragolpes elevado y la mayor distancia libre al suelo.



Figura 61 Transporte de equipo de maquinaria pesada constituido por tractor de cadenas y camión-góndola. Observe transporte con hoja de empuje montada y camión-góndola con elevada distancia libre al suelo. Foto: Autor.

Vehículo todo-terreno del maquinista portando un depósito de gasoil de unos 300 litros con equipo de bombeo, filtrado etc., para repostar al tractor y repuestos básicos para el tractor como latiguillos, aceite, etc. Este vehículo todo-terreno debe llevar equipo de comunicaciones y avisador luminoso. En la mayoría de los traslados este vehículo es el que circula por delante de la góndola alertando al tráfico de la circulación de un transporte especial.



Figura 62 Equipo completo formado por tractor de cadenas, camión góndola y vehículo piloto. El camión góndola no dispone de una altura libre al suelo adecuada. Foto: Autor.

Es fundamental la situación de permanente **alerta las 24 horas del día, por lo que el tractor se encuentra permanentemente cargado en la góndola, teniendo además la pala montada**. Con ello lo que se consigue es no perder tiempo en las operaciones de carga del tractor y montaje de pala. El hecho de llevar la cuchilla montada, tiene el inconveniente de requerir una mayor anchura en el transporte por carretera, lo que le convierte en transporte especial.

En algunas Comunidades Autónomas los equipos de maquinaria disponen de otro tractor de cadenas que se encuentra trabajando en el monte realizando tareas de repaso de cortafuegos y arreglo de caminos y que puede ser movilizado en caso de incendio forestal.

Su localización, debe fijarse en un cómodo aparcamiento próximo al nudo de comunicaciones más idóneo para acudir donde se encuentre la emergencia. Hay que evitar ubicarlos dentro de núcleos urbanos y en sitios en los que para salir deba circular por rondas interiores.

En España son alrededor de 68 los equipos de maquinaria contratados por las distintas Comunidades Autónomas, los que trabajan en la extinción de incendios forestales. La Unidad Militar de Emergencias (UME) dispone de 53 equipos entre tractores de cadenas, cargadoras, retroexcavadoras, minicargadoras, camiones basculantes y grúas de gran tonelaje.



Tabla 5 Relación de equipos de maquinaria pesada que participan en labores extinción de incendios forestales en España. Fuente: Planes de Incendios Forestales de las Comunidades Autónomas. * Andalucía, Aragón, la Comunidad Valenciana, Murcia y Navarra no disponen de máquinas contratadas específicas para incendios forestales pero si suelen disponer de ellas si es necesario.

	BULLDOZER TIPO I	BULLDOZER TIPO II	BULLDOZER TIPO III	TOTAL BULLDOZER
ANDALUCIA *				0
ARAGÓN *				0
EXTREMADURA		2	6	8
CASTILLA-LA MANCHA	7	10		17
CASTILLA Y LEÓN		20		20
CATALUÑA		2		2
COMUNIDAD VALENCIANA *				0
COMUNIDAD DE MADRID		3		3
GALICIA		4-17		17
LA RIOJA		1		1
MURCIA *				0
NAVARRA *				0
TOTAL	7	55	6	68

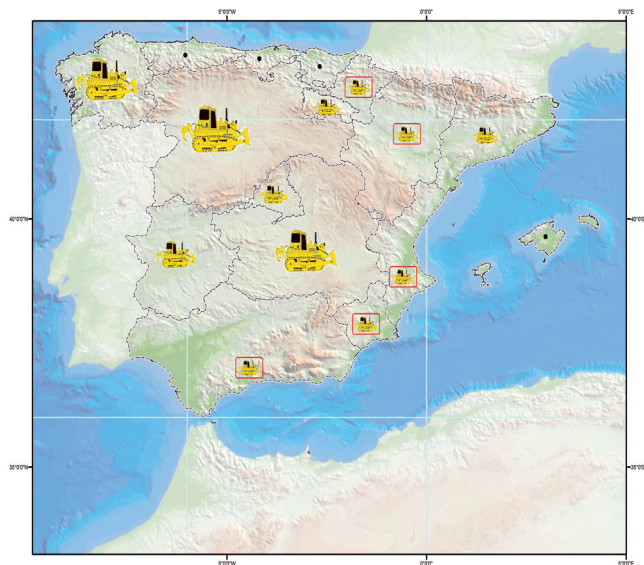


Figura 63 Mapa con el número de máquinas por Comunidades Autónomas según Tabla 5. Mapa: Juan José Fernández.



3.3.4. Equipo humano. Formación

El Equipo humano de un Equipo de maquinaria pesada está constituido por Capataz del equipo, Maquinista y Conductor del Camión-Góndola.



Figura 64 Equipo humano formado por capataz, maquinista y conductor de camión. Equipo de M21 Piedrabuena (Ciudad Real). Foto: Autor.

El **Capataz del equipo** dirige las operaciones de la maquinaria pesada transitando a pie por el monte, indicando, señalizando por donde debe de transitar el tractor (a la distancia de seguridad requerida en cada caso y nunca a menos de 15 metros) y comprobando las pendientes limitantes por donde este trabaja. Además de ello también:

- Escolta el conjunto de vehículos con el vehículo guía cuando se dirigen al incendio (cabeza tractora, semirremolque o góndola y bulldozer) e indicar el camino adecuado para cada ancho de vía y rapidez, además de predecir el lugar de descarga del tractor.
- Encargado de la logística de la maquinaria y del maquinista.
- Ayuda al maquinista en las tareas de giro de la cuchilla, y en cualquier avería mecánica, sustitución de piezas de la maquinaria (cambio de latiguillos de presión por rotura, montaje y desmontaje de piezas, etc.).
- Debe cumplir los protocolos de seguridad establecidos y velar por la seguridad del resto de componentes del equipo humano.



- Evaluación simple de las condiciones presentes y futuras respecto al comportamiento del incendio.
- Supervisa y ejecuta las acciones tácticas ordenadas por el Jefe de Equipo a través del maquinista.
- Da las instrucciones necesarias al maquinista para la ejecución de las acciones tácticas. Si no hay comunicación por radio utilizará señalización manual. Muy importante es utilizar el mismo tipo de señales para todos los equipos, por si en ocasiones se producen cambios de capataz o maquinista.

El **Maquinista** conduce el tractor de cadenas por el monte, realizando extinción en ataque directo, extinción en ataque en paralelo, en ataque indirecto, liquidación de perímetros y creación de accesos a otros medios, lo que conlleva movimiento de tierras y material vegetal, derribo de árboles, etc. Para ello deberá tener en cuenta las limitaciones de los tractores de cadenas en este tipo de actuaciones y las normas básicas de seguridad para su equipo y el personal circundante, atendiendo siempre a las indicaciones del Capataz de maquinaria pesada. Junto con ello sus funciones específicas son:

- Realizar con seguridad, efectividad y eficiencia las operaciones de carga y descarga de la máquina, conjuntamente con el conductor del camión góndola y el Capataz.
- Elección de los métodos de extinción propios del vehículo a utilizar durante la actuación, dentro de la zona asignada si no existe otra indicación por parte de los mandos inmediatos.
- Mantenimiento y perfecto funcionamiento además de limpieza en todo momento del chasis, motor y demás elementos de la máquina.
- Percepción de situaciones de riesgo, detectando rutas de escape a cada momento.
- Mantener comunicación con el Capataz y con otras unidades del dispositivo de extinción vía banda radiofónica o telefonía móvil.
- Conducción de la máquina pesada y control de los tiempos de trabajo y repostaje, informando de estos al Capataz.

El **Conductor del camión-góndola** de transporte de la máquina pesada debe conducir el camión con góndola cargado con el tractor de cadenas desde la base al lugar de descarga del tractor en una zona segura en el incendio. Establecerá el camión en una zona para descargar el tractor con seguridad y supervisará las operaciones de carga, anclaje del tractor a la góndola y descarga del mismo. Además de ello

- Apoya en la logística de la maquinaria y del maquinista.
- Ayuda al maquinista en las tareas de giro de la cuchilla, y en cualquier avería mecánica, sustitución de piezas de la maquinaria (cambio de latiguillos de presión por rotura, montaje y desmontaje de piezas, etc.).



Una premisa muy importante en los Equipos de maquinaria es la experiencia de todos sus miembros. Un equipo de maquinaria en el que el Conductor, Maquinista y Capataz tienen experiencia en incendios, garantiza el transporte con seguridad y sobre todo una gran efectividad y eficiencia en la extinción.

SEÑALES MANUALES PARA EL TRABAJO CON BULLDOZERS



Figura 65 Señalización manual en trabajos con tractores de cadenas. Imagen: Curso para Técnicos de Brigada Helitransportada. DGCONA. MAGRAMA.

La formación que se estima necesaria para los tres componentes de los equipos de maquinaria parte de la base que el Maquinista y el Conductor del camión-góndola forman parte de la Escala Básica y el Capataz de maquinaria se encuadraría dentro de la Escala de Mandos Básicos.

El programa de formación utilizado divide en escalas atendiendo los niveles marcados por el Instituto de Cualificaciones Profesionales dependiente del Ministerio de Educación. Los cinco niveles de cualificación profesional atienden a la competencia profesional requerida por las actividades productivas en función de criterios de complejidad de la tarea, conocimientos necesarios para su realización, así como iniciativa, autonomía y responsabilidad, entre otros, de la actividad desarrollada. Son definidos en el anexo II del Real Decreto 1128/2003, de 5 de septiembre, por el que se regula el Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales y en el Real Decreto 1416/2005, de 25 de noviembre, que lo modifica.



Tabla 6 Niveles de cualificación profesional según el Instituto de Cualificaciones Profesionales.

NIVELES DE CUALIFICACIÓN	
Nivel 1	Competencia en un conjunto reducido de actividades simples, dentro de procesos normalizados. Conocimientos y capacidades limitados.
Nivel 2	Competencia en actividades determinadas que pueden ejecutarse con autonomía. Capacidad de utilizar instrumentos y técnicas propias. Conocimientos de fundamentos técnicos y científicos de la actividad del proceso.
Nivel 3	Competencia en actividades que requieren dominio de técnicas y se ejecutan con autonomía. Responsabilidad de supervisión de trabajo técnico y especializado. Comprensión de los fundamentos técnicos y científicos de las actividades y del proceso.
Nivel 4	Competencia en un amplio conjunto de actividades complejas. Diversidad de contextos con variables técnicas científicas, económicas u organizativas. Responsabilidad de supervisión de trabajo y asignación de recursos. Capacidad de innovación para planificar acciones, desarrollar proyectos, procesos, productos o servicios.
Nivel 5	Competencia en un amplio conjunto de actividades muy complejas ejecutadas con gran autonomía. Diversidad de contextos que resultan, a menudo, impredecibles. Planificación de acciones y diseño de productos, procesos o servicios. Responsabilidad en dirección y gestión.

La relación entre los niveles y las escalas definidas se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 7 Relación entre niveles de cualificación y escalas de mando.

NIVEL	ESCALA	FUNCIÓN
1	Auxiliar	Asistir
2	Básica	Ejecutar / Apoyar
2	Mandos Básicos	Supervisar
3	Mandos Intermedios	Gestionar
4,5	Mandos Superiores	Dirigir / Decidir



La relación de las posiciones funcionales de las tres categorías de un equipo de maquinaria pesada dentro de cada una de las escalas y los módulos formativos que se creen necesarios (obligatorios o de especialidad) son los siguientes:

Posiciones Funcionales dentro de la Escala Básica:

- Maquinista.
- Conductor del camión-góndola

Módulos formativos dentro de la Escala Básica:

Módulos Obligatorios:

- Introducción a los Incendios Forestales.
- Principios básicos del comportamiento del fuego
- Operaciones de extinción
- Seguridad en Incendios Forestales
- Primeros Auxilios

Módulos de Especialidad:

- Operaciones de extinción con maquinaria pesada

Posiciones funcionales dentro de la Escala de Mandos Básicos

- Capataz de maquinaria pesada

Módulos formativos:

Módulos obligatorios:

- Comportamiento del Incendio. Nivel I.
- La predicción del comportamiento. Sistema Campbell.
- Liderazgo de unidades en emergencias.
- La emergencia por incendio forestal.
- Comunicaciones.
- Cartografía.
- Avanzado de primeros auxilios.



Tabla 8 Cursos de la escala básica. Autor: Juan Caamaño.

CURSO ESCALA BÁSICA			
Módulos	Objetivos	Contenido	Horas
Introducción a los Incendios Forestales	Dimensionar el problema de los incendios y comprender el concepto legal de un incendio forestal Conocer el dispositivo, quien lo integra y sus competencias.	1. Definición legal de Incendio forestal 2. La problemática actual de los incendios forestales 3. Introducción al Servicio de Extinción de Incendios Forestales	1 h
Principios básicos del comportamiento del fuego	Adquirir conocimientos básicos sobre el fuego (triángulo del fuego) Identificar los factores sobre los combustibles, meteorología y topografía que afectan al inicio y propagación de los incendios forestales Identificar los factores e indicadores de situación de peligro en torno al comportamiento del fuego	1. Factores, dinámica y física del fuego 1.1 Conceptos generales del Fuego 1.2 El fenómeno del fuego forestal 2. Factores que afectan al comportamiento del fuego 3. Efectos en el incendio 4. Retroalimentación del incendio. Ambiente de fuego 5. Terminología de incendios forestales	2 h
Operaciones de Extinción	Saber establecer las normas y los distintos procedimientos de trabajo en la elaboración de líneas de defensa Conocer y saber implementar las operaciones de extinción con agua. Conocer y saber implementar las operaciones de extinción sin agua. Obtener conceptos básicos sobre el Sistema de Manejo de Emergencias por Incendio Forestal – SMEIF	1. Organización. Sistema de Manejo de Emergencias 1.1 Incendio como emergencia. Prioridades de actuación 1.2 Principios básicos del SME. Tipos de recursos 1.3 Fases de la extinción. Instalaciones dentro del SME 2. Métodos de ataque 2.1 Ataque directo 2.2 Ataque paralelo 2.3 Ataque indirecto 3. Metodología de actuación con herramientas manuales 3.1 Tipo de herramientas manuales. Características 3.2 Línea de defensa con herramientas manuales 3.3 Mantenimiento de las herramientas 4. Metodología de actuación con tendido de manguera 4.1 Introducción. Elementos de un tendido 4.2 Tipos de tendidos e instalaciones 4.3 Instalación de ataque 4.4 Liquidación con tendido de manguera 4.5 Plegado de la instalación.	6 h



Seguridad en incendios forestales	<p>Conocer los procedimientos LACES y TEFF y su aplicación a las labores de extinción de incendios forestales.</p> <p>Realizar tareas de forma segura y eficiente.</p> <p>Conocer y describir los factores que pueden comprometer la seguridad en las labores de extinción.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Triángulo de Heinrich´s 2. Protocolo LACES-OCEL. Aplicación 3. 13 situaciones de riesgo 4. 10 normas de seguridad 5. Equipos de protección personal <ol style="list-style-type: none"> 5.1 Definición, características y categorías 5.2 Obligaciones y legislación vigente 5.3 Tipos de EPIs 5.4 Equipo complementario 	2 h
Primeros Auxilios	<p>Conocer los procedimientos de primeros auxilios en caso de accidente.</p> <p>Saber aplicar primeros auxilios básicos a un herido.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Actuaciones básicas en primeros auxilios 2. Soporte Vital Básico 3. Traumatismos 4. Hemorragias 5. Quemaduras 6. Evacuación de heridos 	4 h
Escenario pedagógico: la formación teórica se realizara en aula habilitada para ello, con pizarra y proyector.			Total:
			15 h
Practicas/Ejercicios: cada módulo tendrá diseñado una serie de ejercicios y prácticas que se realizaran en campo o en aula de acuerdo a las necesidades.			6 h
Evaluación: a través de un examen teórico y una valoración por parte del instructor de la buena ejecución de las practicas y ejercicios.			2 h
Requisitos: no se requiere ni experiencia para acceder a este curso.			
Instructor: Debe tener experiencia en la exposición de los contenidos y una mínima experiencia profesional demostrada sobre la posición que instruye.			



Tabla 9 Modulo de especialidad de operaciones de extinción con maquinaria pesada. Autor: Juan Caamaño.

Módulo de especialidad			
Módulos	Objetivos	Contenido	Horas
Operaciones de extinción con Maquinaria Pesada	<p>Identificar los distintos tipos de maquinaria empleadas en incendios forestales</p> <p>Identificar cada una de las partes de la maquinaria pesada.</p> <p>Conocer y saber ejecutar operaciones de extinción con maquinaria pesada junto con otras unidades de intervención</p>	<p>Características principales de la maquinaria</p> <p>Equipo de trabajo alrededor que la maquinaria pesada</p> <p>Reconocimiento y planificación de la maniobra</p> <p>Maniobras de extinción con maquinaria pesada</p> <p>Maniobras combinadas con otros recursos</p> <p>Seguridad en los trabajos de extinción con maquinaria pesada</p>	5 h
Escenario pedagógico: la formación teórica se realizara en aula habilitada para ello, con pizarra y proyector.			Total: 5 h
Practicas/Ejercicios: Ejercicio de campo con maquinaria pesada y en combinación con otras unidades, simulando distintos tipos de ataque.			3 h
Evaluación: a través de un examen teórico y una valoración por parte del instructor de la buena ejecución de las practicas y ejercicios.			2 h
Destinado a: todo el personal adscrito a la escala básica que quiera habilitarse como conductor de maquinaria pesada.			
Posiciones funcionales que habilita el curso: • Maquinista			
Requisitos: Haber superado con éxito el curso básico dentro de la Escala Básica. Experiencia previa en trabajos con maquinaria pesada.			
Instructor: Debe tener experiencia en la exposición de los contenidos y una mínima experiencia profesional demostrada sobre la posición que instruye.			



Tabla 10 Cursos de la escala de mandos básicos. Autor: Juan Caamaño

CURSO ESCALA MANDOS BÁSICOS			
Módulos	Objetivos	Contenido	Horas
Comportamiento del incendio forestal. Nivel I	<p>Obtener la capacidad de identificar y describir las características de los combustibles, meteorología y topografía que influyen en el comportamiento del incendio forestal.</p> <p>Desarrollar la capacidad de describir las interacciones entre los combustibles, la meteorología y la topografía.</p> <p>Describir las causas de las condiciones extremas de comportamiento del fuego.</p> <p>Identificar los patrones básicos de propagación de un incendio forestal.</p>	<p>1. El combustible</p> <p>1.1 Humedad del combustible (%)</p> <p>1.2 Temperatura del Combustible</p> <p>1.3 Volumen y Forma</p> <p>1.4 Combustible disponible</p> <p>1.5 Continuidad horizontal y distribución vertical</p> <p>1.6 Clase y Modelos de Combustible</p> <p>1.7 Continuidad horizontal y distribución vertical</p> <p>1.8 Clase y Modelos de Combustible</p> <p>2. Introducción a la meteorología aplicada a incendios</p> <p>2.1 Vientos Generales</p> <p>2.2 Vientos Topográficos, locales y tormentas</p> <p>2.3 Humedad Relativa</p> <p>2.4 Temperatura del Aire</p> <p>2.5 Estabilidad e inestabilidad atmosférica</p> <p>2.6 Inversiones Térmicas</p> <p>3. La topografía</p> <p>3.1 La pendiente</p> <p>3.2 La orientación</p> <p>4. Comportamiento extremo del incendio forestal</p> <p>5. Patrones básicos de propagación</p>	6 h
La predicción del comportamiento del fuego. Sistema Campbell.	<p>Interpretar, comunicar, aplicar y documentar el comportamiento de los incendios forestales y la meteorología.</p>	<p>1. Principios Teóricos</p> <p>2. Lenguaje de comunicación</p> <p>3. Principios básicos de Aplicación</p> <p>3.1 Normas principales</p>	2 h
Liderazgo de unidades de emergencias	<p>Conocer los principios que hace a un profesional un líder.</p> <p>Saber gestionar un equipo de manera eficaz.</p>	<p>1. Los fundamentos del liderazgo</p> <p>2. Composición de un líder</p> <p>3. La gestión emocional en el proceso de toma de decisiones.</p> <p>4. Gestión de equipos humanos</p>	6 h



La emergencia por incendio forestal	Conocer los principios básicos sobre los que se sustenta el SME. Conocer las responsabilidades de los integrantes del SME. Conocer las distintas fases de ataque a un incendio y la organización del SME asociada a cada una de esas fases.	1. Introducción al SMEIF 1.1 Principios y funciones del SME 1.2 Características de Gestión del SME 1.3 Instalaciones del SMEIF 1.4 Responsabilidad 2. Prioridades en la actuación 3. Fases del ataque a un incendio	3 h
Comunicaciones	Adquirir los conocimientos sobre las diferentes redes y sistemas de comunicaciones. Conocer, analizar y discutir los procedimientos que determinan la correcta utilización del lenguaje radiotelefónico y que influye sobre la correcta explotación de las diferentes redes de radiocomunicaciones. Adquirir una buena disciplina en la red.	1. Sistemas de comunicaciones 2. Lenguaje radioeléctrico 3. Organización de las comunicaciones en un incendio forestal	2 h
Orientación y Cartografía	Saber leer un plano topográfico. Saber orientarse en el terreno mediante planos topográficos y ortofotos. Saber emplear un dispositivo GPS. Posicionamiento, Tracks	1. El plano. La escala 2. Coordenadas UTM y geográficas. Uso de dispositivo GPS 3. Las curvas de nivel. Accidentes del terreno 4. Distancias y superficies topográficas. Pendiente del terreno 5. Orientación 6. Cartografía operativa. Leyenda	4 h
Avanzado de Primeros Auxilios	Realizar una evacuación de heridos en zonas de montaña. Saber inmovilizar y movilizar un herido	1. Técnicas de rescate en montaña 2. Técnicas de inmovilización de heridos 3. Reglas básicas de la movilización 4. Técnicas de colocación de heridos en camillas de tijeras y tabla larga	8
Escenario pedagógico: la formación teórica se realizara en aula habilitada para ello, con pizarra y proyector.			Total: 31
Practicas/Ejercicios: cada módulo tendrá diseñado una serie de ejercicios y prácticas que se realizaran en campo o en aula de acuerdo a las necesidades.			6 h
Evaluación: a través de un examen teórico y una valoración por parte del instructor de la buena ejecución de las practicas y ejercicios			2 h
Destinado a: todo el personal adscrito a la escala básica y que cumpla con los requisitos para acceder a la escala de mandos básicos.			
Posiciones funcionales del SME que habilita el curso: Capataz de Maquinaria Pesada.			
Requisitos: Mínimo tres años de experiencia en la escala básica. Se debe estar en posesión de la Habilitación de Maquinista acceder a la habilitación de Capataz de Maquinaria Pesada.			
Instructor: Debe tener experiencia en la exposición de los contenidos y una mínima experiencia profesional demostrada sobre la posición que instruye.			

Para que la implantación de estos equipos sea realmente efectiva se hace necesario también formar a los **Mandos Intermedios y Superiores** para que conozcan sus características, tipos, utilidades e integración en las operaciones de extinción.



Las posiciones funcionales y formación del personal de los equipos de maquinaria pesada en Estados Unidos según el Sistema de Cualificaciones para incendios forestales son:

El Jefe de equipo de maquinaria pesada (Heavy Equipment Boss HEQB) es una posición del Sistema de Manejo de las Emergencias (Incident Command System ICS) que por lo general es supervisado directamente por un Jefe o Supervisor de División o un Jefe de Equipos, en la cadena de mando de la rama de operaciones. Él es el director, a través de un contrato de una determinada Agencia, para uno o varios tractores de cadenas, su maquinista, el transporte y el personal asignado.

Sus tareas son la extinción del incendio en ataque inicial o en el ataque ampliado. Dicha posición de Jefe de Equipo de Maquinaria debe ser ocupada por personas con experiencia en diversas tareas de manejo de combustibles forestales e incendios forestales.

Para poder desempeñar esta posición además de tener otros conocimientos obligatorios en comportamiento del fuego, sistema de manejo de emergencias, de jefe de brigadas y seguridad y disponer de experiencia como combatiente, es necesario realizar la formación del **Curso S-236 Heavy Equipment Boss** o Jefe de equipo de maquinaria pesada. Para ser un Jefe de equipo de maquinaria pesada (HEQB), en general se tendrá que tener un mínimo de cinco años de experiencia, experiencia en operaciones de extinción de incendios forestales y el conocimiento de trabajo realizado con máquinas. Aunque ni un Jefe de Equipo de maquinaria HEQB, ni el maquinista suele ser un mecánico, algunos conocimientos de mantenimiento y reparación en el campo se consideran muy valiosos.

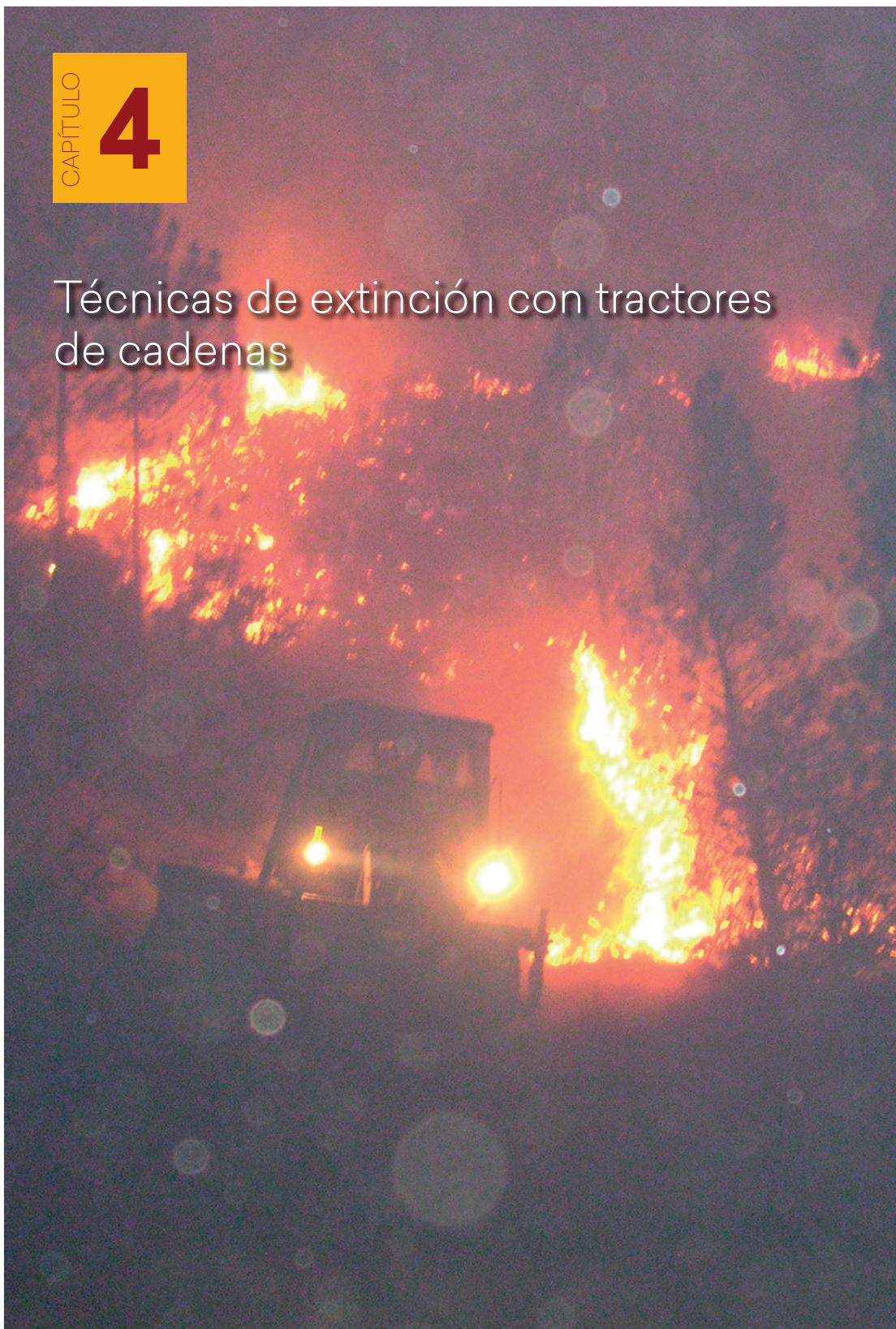
Jefe o Líder de Equipos de maquinaria pesada (Strike Team Leader Heavy Equipment STEQ) es también una posición del Sistema de Manejo de las Emergencias (Incident Command System ICS) que es supervisado directamente por un Jefe o Supervisor de División. Son responsables de la dirección de varias máquinas. Informan al Supervisor de División y son responsables de realizar misiones tácticas. Funcionan a través de los jefes de equipo de maquinaria para dirigir el equipo.

Inspectores de equipo. Su función es inspeccionar el equipo asignado a los incidentes y asegurar que cumplan con todos los organismos y dispongan de todos los requisitos. Los Inspectores ayudan en la administración de los contratos, especificaciones de los equipos y en el registro de la documentación de las inspecciones.

CAPÍTULO

4

Técnicas de extinción con tractores de cadenas





En función de las características del incendio (longitud de llama y velocidad de propagación) y del medio donde este se desarrolla (combustibles, pendiente y pedregosidad), la maquinaria pesada se utilizará con técnicas o maniobras de ataque directo, paralelo y en algunas ocasiones en ataque indirecto.

Las dos funciones fundamentales que realiza la maquinaria pesada son la eliminación del combustible y el vertido de material que supone la eliminación del comburente o ambos a la vez. El ángulo de la hoja de empuje o pala determina la acción a desarrollar y la zona de vertido de material, por lo que la zona sobresaliente de la pala siempre debe de excavar sobre la zona donde se pueda recoger material; esto es, en zonas de pendiente ladera arriba como se muestra en la Figura 66.

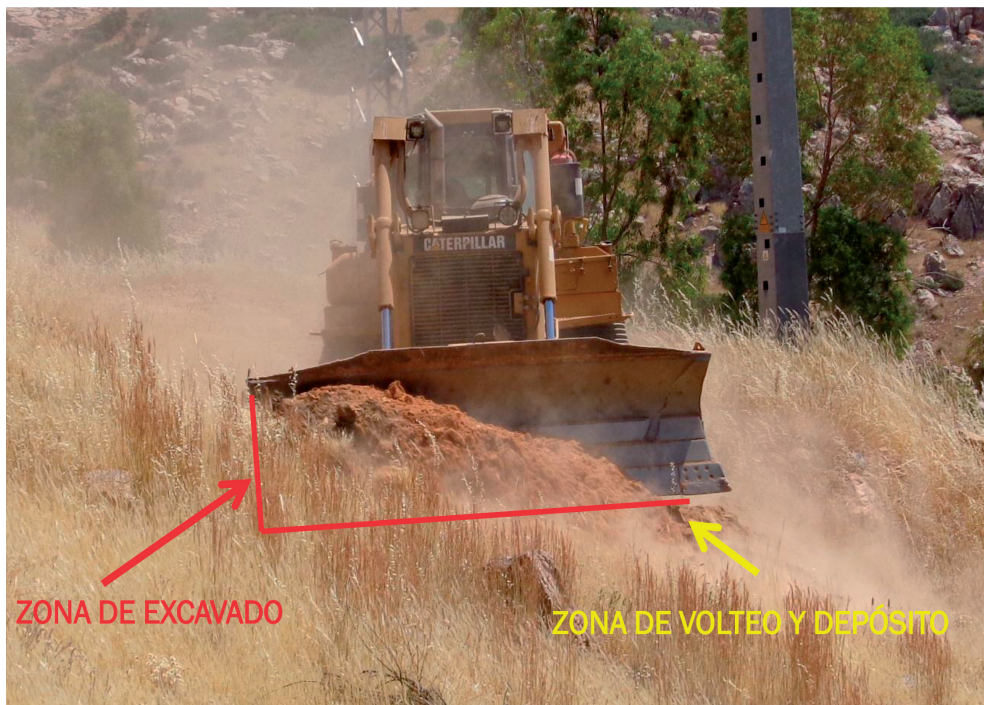


Figura 66 Zonas de excavado en la parte central y derecha de la hoja empuje (parte superior de la ladera) y de volteo y depósito en la parte izquierda de la hoja de empuje (parte inferior de la ladera). Imagen: Juan José Fernández.



Figura 67 Enterrado del frente y eliminación del comburente en un ataque directo. Rosinos de la Requejada (Zamora).
Imagen: Domingo Villalba.

4.1. Extinción en ataque directo. Enterrado del frente y eliminación del comburente

Si las características del incendio lo permiten, el tractor de cadenas puede llevar a cabo un ataque directo. Hay que distinguir las acciones en ataque directo en función si la ladera es ascendente o descendente. Si el fuego asciende la ladera, la función fundamental que el tractor de cadenas efectúa es el vertido de material y por tanto la eliminación del contacto entre el comburente (oxígeno) y el combustible al quedar enterrado este último.

Si el fuego desciende la ladera el tractor de cadenas elimina el combustible. Véase ambos ejemplos en las correspondientes imágenes.

La ventaja que posee el ataque directo respecto del indirecto, es que ofrece una zona de seguridad en la zona quemada (negra) directamente al lado de donde se está trabajando, siempre y cuando no exista potencial de retorno en dicha zona.



4.1.1. Frente ascendente. Eliminación del comburente

La pendiente del terreno permite enterrar el frente del fuego, que va ascendiendo y se trabaja por encima de este. Normalmente se ataca por el flanco avanzando de cola a cabeza. O se rompe la cabeza en un punto, se ancla y se recorren posteriormente los dos flancos de cabeza a cola.

Se ataca disponiendo el tractor con el frente de fuego aproximadamente en el tercio trasero de menos cota y picando con la punta de esta en la zona verde.

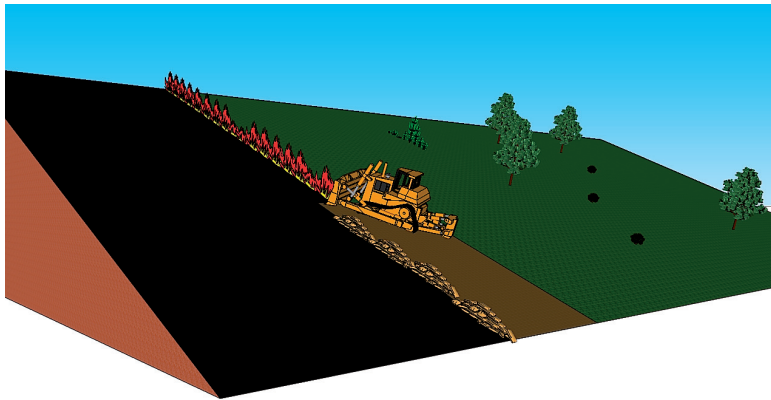


Figura 68 Extinción en ataque directo en un frente ascendente. Imagen: Juan Caamaño.



Figura 69 Extinción en ataque directo en un frente ascendente. Obsérvese como el tractor excava en la margen izquierda y vuelca tierra a la margen derecha. Villanueva de San Carlos (Ciudad Real). Foto: Autor.



Figura 70 Extinción en ataque directo en un frente ascendente. Ataque combinado con Equipo de herramientas mecánicas delante del tractor y Equipo de herramientas manuales detrás del tractor. Imagen: Juan Caamaño.

4.1.2. Frente descendente. Eliminación del combustible

Cuando la pendiente del terreno no permite enterrar el frente del fuego, porque va descendiendo, es necesario trabajar por debajo (en lo verde) ya que si la labor de excavado se realiza en el frente se podría pasar combustible ardiendo a la parte inferior de este. El tractor se sitúa a una distancia cercana a la línea de fuego por debajo (en lo verde) y elimina el combustible para que cuando ese flanco descienda la falta de este termine sofocándolo, llevando a cabo realmente un ataque en paralelo muy próximo a la línea de fuego.

Acompañando al tractor es necesario (o al menos muy conveniente) un equipo de personal que controle o queme esa zona desde la terraza hecha hasta el frente o flanco del fuego pudiendo llevar a cabo una **maniobra combinada** que consolide el perímetro.

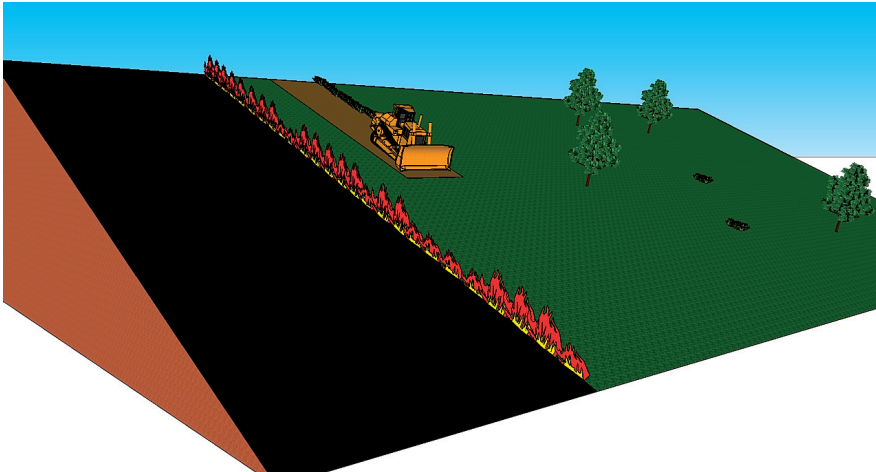


Figura 71 Ataque directo en frente descendente. Imagen: Juan Caamaño.



Figura 72 Maniobra combinada de ataque directo en un frente descendente, con Brigada tras el tractor procediendo a realizar una quema de ensanche para completar la zona quemada hasta la línea construida. Villanueva de San Carlos (Ciudad Real) Foto: Gema Fresneda.



4.1.3. Trabajo con varias Unidades de tractores en un flanco: Avance continuo, Avance alterno, Avance Opuesto

En el caso de disponer de varias unidades de maquinaria pesada en un flanco o frente, el avance en ataque directo puede ser continuo, alterno u opuesto en función de la disposición y sentido de avance de las distintas máquinas. En general, los tractores de cadenas trabajan mejor en parejas o en tándem en la construcción de líneas. Ellos pueden reforzarse mutuamente y ayudarse unos a otros si un tractor lo necesita. La máquina más grande o la que está en las mejores condiciones debe de ir en primera posición. Ningún tractor debe funcionar debajo del otro en pendientes o demasiado cerca, debido al peligro de rodadura y la caída de material. Si se necesita una línea de una sola pasada, el primer tractor realiza el trabajo más áspero y el segundo limpia la línea.

En el caso del **Avance continuo** dos o más tractores trabajan en serie uno detrás del otro como muestran las imágenes, el primer tractor avanza haciendo una roza al aire eliminando toda la parte aérea y el segundo remata, mejorando o ampliando la línea de defensa, eliminando las raíces y la tierra vegetal. Esta modalidad es la más efectiva y segura en casos de zonas con arbolado. El primer tractor tumba los árboles, aproximándose con la hoja de empuje levantada en su posición máxima y cuando inicia su caída se retrocede para dejar sitio a la cepa y el segundo o tercero son los que apartan el combustible y rematan la línea de defensa. En árboles de gran tamaño es importante previamente seccionar las raíces laterales utilizando la propiedad del tiltadozer o los propios ripper.

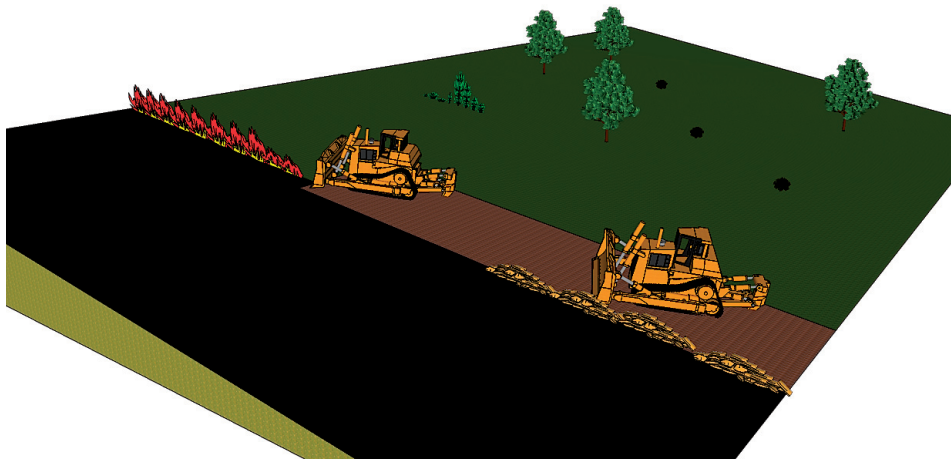


Figura 73 Ataque directo en avance continuo con dos tractores de cadenas. Imagen: Juan Caamaño.

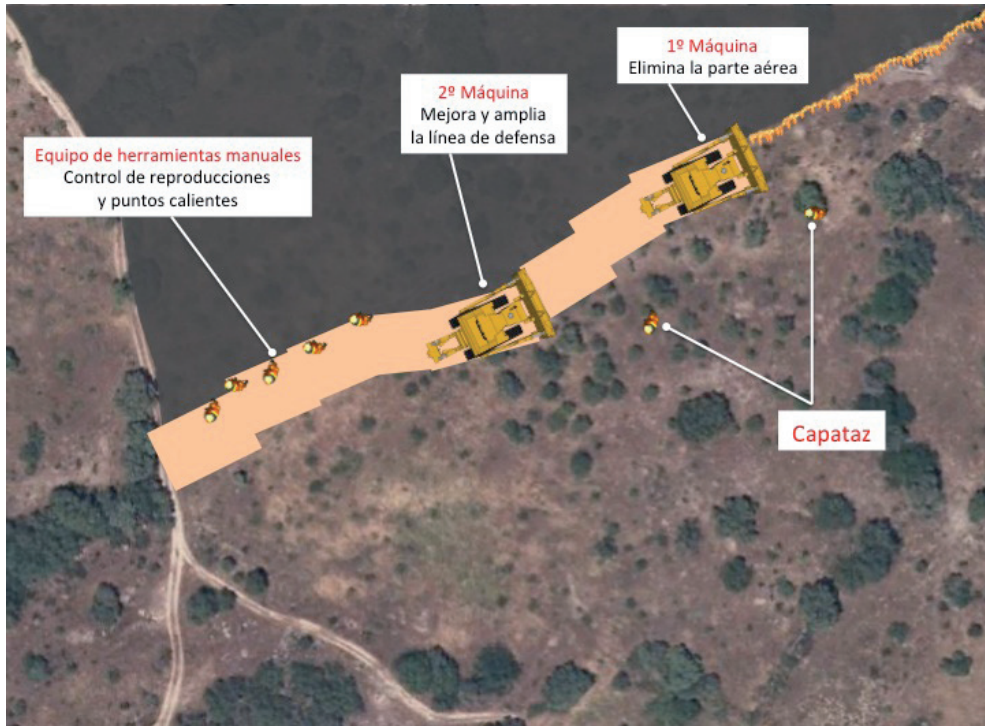


Figura 74 Ataque directo en avance continuo con dos tractores de cadenas. Imagen: Juan Caamaño.



Figura 75 Ataque directo en avance continuo en incendio nocturno. Sevilleja de la Jara (Toledo) Foto: Autor



Figura 76 Ataque directo en avance continuo en un frente descendente. Puertollano (Ciudad Real) Foto: Autor.



Figura 77 Operación de derribo de eucalipto con tractores de cadenas, levantando la hoja y empujando el tronco del árbol. P.N. Cabañeros, Alcoa de los Montes (Ciudad Real) Foto: Autor.



Figura 78 Seccionado de las raíces laterales utilizando los subsoladores del tractor. P.N. Cabañeros, Alcoba de los Montes (Ciudad Real) Foto: Autor.

En el caso del **Avance alterno** dos o más tractores trabajan avanzando desacoplados en la misma dirección, dejando zonas sin anclar entre ellos. Este hecho puede ser efectivo en flancos de mucha longitud que se encuentren estabilizados, pero pueden entrañar situaciones peligrosas al no presentar anclaje el tractor que se coloca en la primera posición durante el tiempo de cierre del que viene detrás. Este tipo de maniobras pueden hacerse de modo **combinado con medios aéreos** para poder estabilizar y vigilar de forma efectiva la zona intermedia mientras dura su control completo.

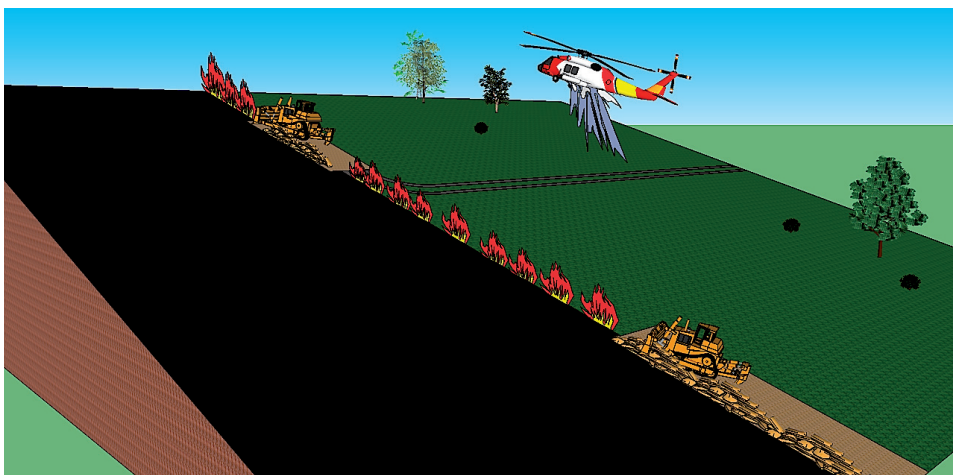


Figura 79 Ataque directo en avance alterno. Imagen: Juan Caamaño.



Figura 80 Ataque directo en avance alterno, combinado con medios aéreos. Imagen: Juan Caamaño.



Figura 81 Ataque directo en avance alterno con dos tractores de cadenas donde se muestra la zona no controlada. Villanueva de San Carlos (Ciudad Real) Foto: Gema Fresneda



En el **Avance opuesto** una vez establecido el punto de anclaje, normalmente en una pista o cortafuegos, cada tractor avanza en sentido opuesto.

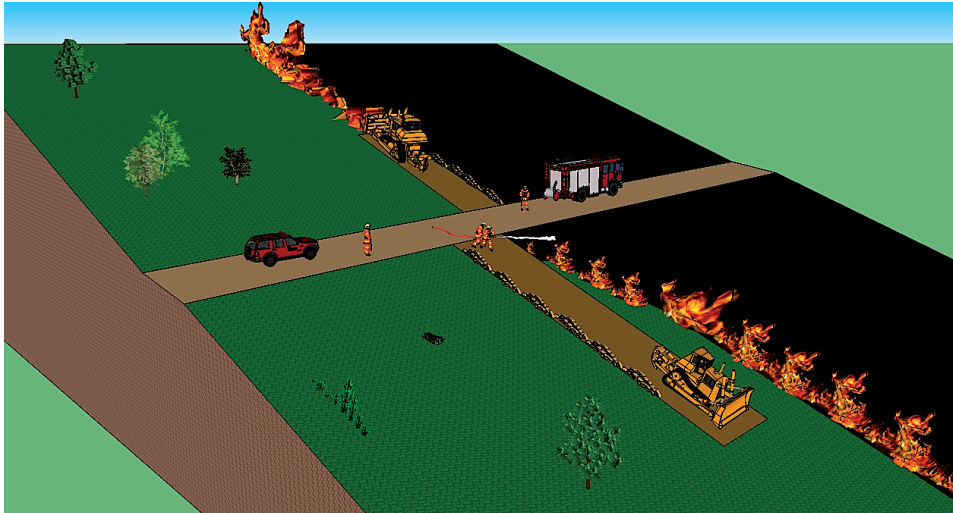


Figura 82 Avance opuesto, un tractor de cadenas en ataque directo con fuego ascendiendo ladera y otro tractor en ataque paralelo con fuego descendiendo ladera. Imagen: Juan Caamaño.

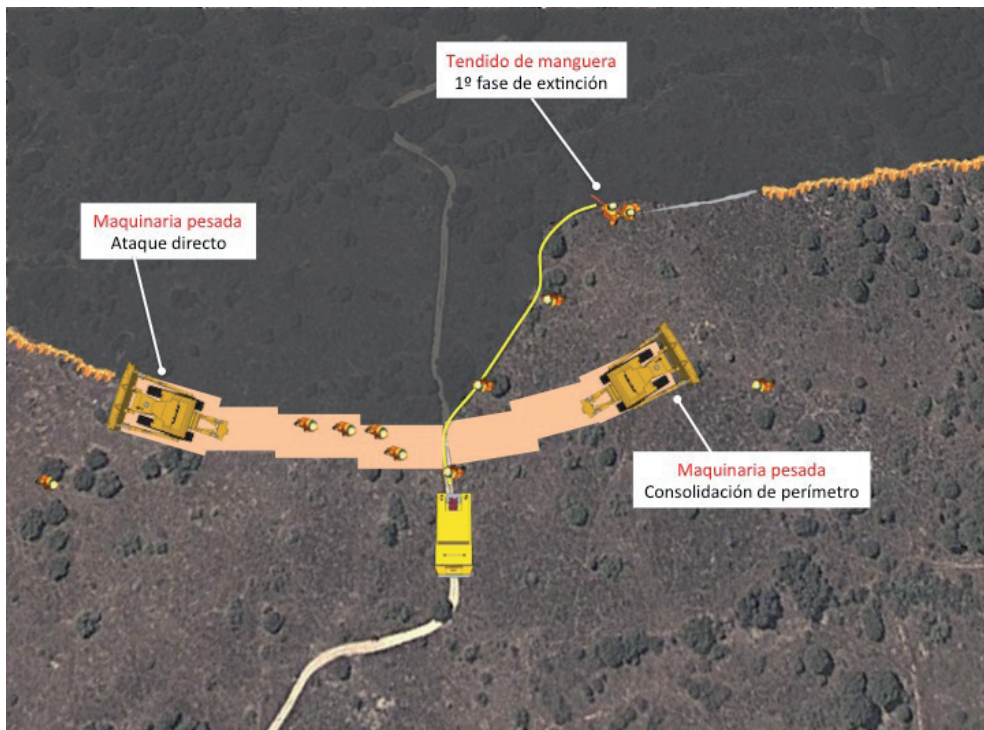


Figura 83 Avance opuesto, un tractor de cadenas en ataque directo con fuego ascendiendo ladera y otro tractor en ataque paralelo con fuego descendiendo ladera en combinación con tendidos desde autobombas. Imagen: Juan Caamaño.



Figura 84 Ataque directo con tractor de cadenas. Nuñomoral (Cáceres) Foto: Juan Jesús Sancho.

4.2. Extinción en ataque paralelo

Se llevará a cabo cuando, por los siguientes aspectos no sea factible el ataque directo por diversas razones:

- Cuando el fuego descienda la ladera.
- La intensidad del fuego sea excesiva.
- Incendios virulentos por vientos fuertes.
- Presencia de focos secundarios.
- Presencia de zonas con litología limitante: rocas, zonas de terreno blando y zonas pantanosas.
- Pendiente excesiva del terreno.

El ataque en paralelo con maquinaria pesada consiste en la apertura de líneas de defensa donde se extrae el combustible y las primeras capas de tierra hasta el suelo mineral. En algunos casos puede estar apoyada en cortafuegos o caminos ya existentes y en otros casos ser de nueva creación, buscando las zonas donde se puedan producir buenas oportu-



tunidades de extinción. Son especialmente reseñables las tácticas que combinan maniobras con maquinaria pesada y fuego técnico (contrafuegos o quemas de ensanche). Del mismo modo que en el ataque directo y siempre que se disponga de más de un tractor de cadenas para ejecutar la línea de defensa el avance podrá ser continuo, alterno u opuesto.

El uso de maquinaria en extinción en ataque en paralelo permite también realizar **maniobras combinadas** de ejecución de líneas con tractores de cadenas y **brigadas con fuego técnico** lo que permite consolidar perímetros.



Figura 85 Maniobra combinada de ataque en paralelo en avance continuo con dos tractores y brigadas aplicando fuego técnico. El ataque directo era inviable por la elevada pedregosidad. Puertollano (Ciudad Real) Fotos: Pedro Jareño.



Figura 86 Ataque en paralelo con tractor de cadenas ampliando un camino existente para posterior quema de ensanche. Calzada de Calatrava (Ciudad Real) Foto: Alfonso Agudo.



Figura 87 Ataque indirecto con tractores de cadenas avanzando paralelamente sobre cortafuegos existente. Cortes de Pallars (Valencia) Foto: Javier García.



Figura 88 Ataque en paralelo con tractores de cadenas avanzando paralelamente apoyándose en un camino. Cortes de Pallars (Valencia) Foto: Javier García.



4.3. Control y liquidación de perímetros

Otra labor en la que la maquinaria pesada puede ejercer una labor muy eficaz es en repaso del control de perímetros de incendios estabilizados o parcialmente controlados. Ello sucede normalmente cuando los perímetros son muy extensos y se encuentran en modelos de combustibles muy trabajosos para las Brigadas terrestres. De esta manera también se pueden reservar otros medios para otros incendios existentes.

Una cuestión a tener precaución es la formación de carboneras allí donde quede combustible enterrado, lo que puede provocar reproducciones del incendio.



Figura 89 liquidación de perímetros con tractor de cadenas. Cabezarubias del Puerto (Ciudad Real) Foto: Autor.



Figura 90 Liquidación de perímetros. Repaso de líneas ejecutadas con tractor de cadenas. Izquierda Navalpino (Ciudad Real), derecha Almansa (Albacete) Fotos: Autor.



Figura 91 Repaso de líneas. Importante no dejar zonas sin quemar entre la línea y la zona quemada. San Lorenzo de Calatrava (Ciudad Real) Foto: Juan José Fernández.

Creación de accesos a otros medios





Otra utilidad de la maquinaria pesada en las labores de extinción puede ser facilitar el acceso a determinadas zonas no accesibles para otros medios de extinción (autobombas y vehículos ligeros). De esta manera se puede acceder agua y personal a zonas muy complicadas y desde allí llevar a cabo las líneas de agua o las maniobras que sean precisas. Es importante que en la construcción de dichos accesos se lleven a cabo zonas seguras para cambiar de sentido de la marcha al menos al final y en la parte central de dichos accesos. Para llevar a cabo estos accesos el trabajo con dos tractores agiliza y facilita su ejecución ya que es necesario que el primero avance en la construcción y el segundo en la marcha perfila el acceso para que pueda ser usado por vehículos.

Para su construcción es necesario que el Capataz de maquinaria recorra previamente las zonas a ejecutar, determine su viabilidad y estime el tiempo necesario en su construcción. Es importante utilizar zonas con claros de vegetación, sendas o caminos preexistentes ya que se facilita mucho la tarea.



Figura 92 Creación de acceso a autobombas sobre cortafuegos ya existente. Puertollano (Ciudad Real) Foto: Autor.



A modo de ejemplo se establece una secuencia de fotos de los accesos que se llevaron a cabo con tractores de cadenas en el incendio de Hellín acaecido el 1/7/2012 en dos barrancos de difícil acceso donde los medios terrestres no podían acceder y los medios aéreos no conseguían sofocarlo.



Figura 93 Vista de uno de los barrancos. Descargas de medios aéreos. Hellín (Albacete) Foto: Autor.



Figura 94 Vista aérea de los dos accesos ejecutados y que permitieron poder entrar con autobombas y Brigadas al fondo de los dos barrancos. Hellín (Albacete) Foto: Autor.



Figura 95 Vista de la finalización de unos de los accesos con una plataforma final para poder cambiar el sentido de los vehículos. Hellín (Albacete) Foto: Autor.



Figura 96 Vista completa de uno de los accesos. Hellín (Albacete) Foto: Autor.



Figura 97 Plataforma final de uno de los accesos, donde se posicionaron autobombas y vehículos todoterreno. Hellín (Albacete) Foto: Autor.

CAPÍTULO

6

Estrategias de ataque directo con tractores de cadenas





En el caso de disponer de varios equipos de tractores de cadenas para la extinción de un incendio se pueden establecer distintas estrategias de combate como son:

Bolsa de cabeza a cola. En esta estrategia el punto de anclaje se realiza en la cabeza del incendio, si es factible el acceso a ella y se dispone de una oportunidad para poder pinchar el frente, realizar el anclaje y desde allí avanzar por los dos flancos hacia la cola del incendio. A continuación se describe un incendio donde se llevó a cabo esta estrategia.



Figura 98 Estrategia de ataque mediante bolsa de cabeza a cola. Puertollano (Ciudad Real) Foto: Autor.

Bolsa de cola a cabeza. En esta estrategia el punto de anclaje se realiza en la cola del incendio y se avanza por los dos flancos hacia la cabeza del incendio. Suele ser la más utilizada cuando se dispone de varios equipos de tractores.

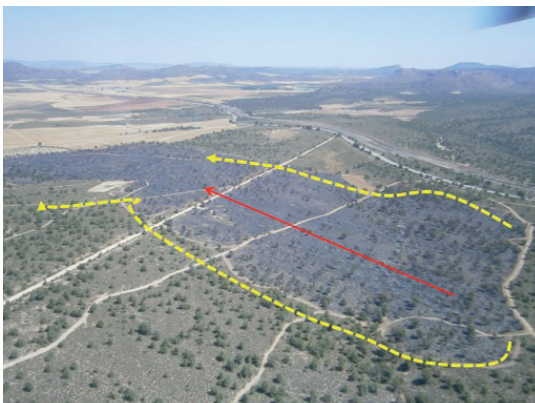


Figura 99 Estrategia de ataque mediante bolsa de cola a cabeza. Cancarix (Albacete) Foto: BIFOR MOLINICOS.

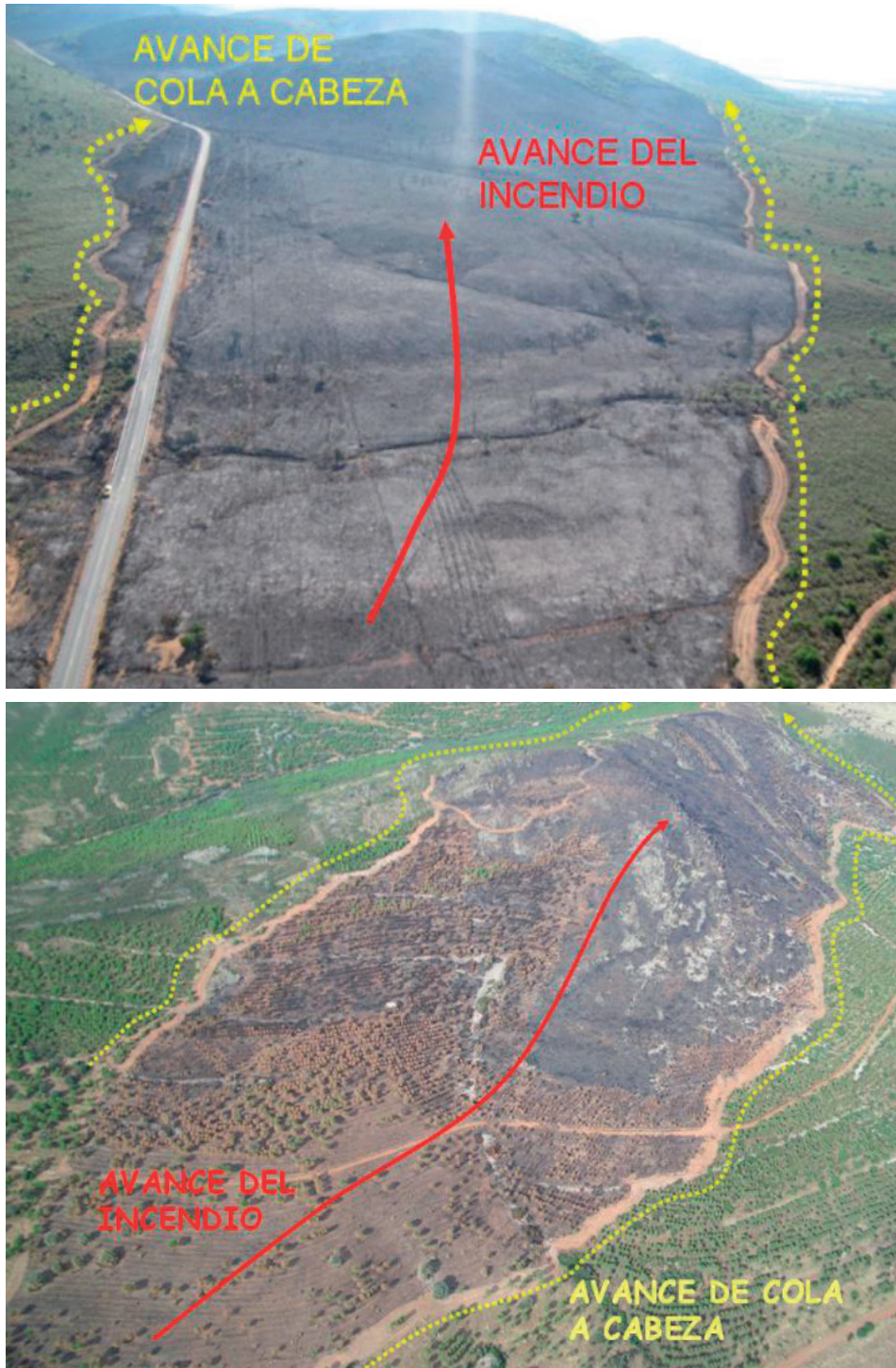


Figura 100 Estrategias de ataque con tractores de cola a cabeza. Izquierda P.N. Cabeñeros, Alcoba (Ciudad Real) y derecha Piedrabuena (Ciudad Real) Fotos: Autor.

Maniobras con distintos equipos de maquinaria pesada. Configuración de tareas mecanizadas





La eficiencia en el trabajo en equipo es el objetivo de diseño de equipos modernos. Trabajando en tándem o en equipos, las máquinas pueden ofrecer capacidades mejoradas durante todas las fases de la extinción de incendios y de rehabilitación de las líneas ejecutadas. Las maniobras mecanizadas de hoy, deben de tener más tipos de equipos y modelos para elegir, que nunca antes se habían dispuesto. La selección de la amplia gama de máquinas no es una tarea sencilla, especialmente cuando el terreno es complicado y en muchos casos no se dispone de equipos contratados para ello. Las distintas opciones se ven afectadas por la falta de disponibilidad, accesos, maniobrabilidad, el suelo y la vegetación, la noche y las capacidades de los maquinistas y jefes de los equipos. Es por ello que en Estados Unidos configuran distintos equipos movedores de tierras, máquinas de corta y saca, equipos para el transporte de agua y otros equipos de astillado y triturado a la hora de confeccionar grandes y amplias líneas sobre todo en ataque indirecto. En España ello resulta complicado debido a la falta de contratos que puedan garantizar la disponibilidad de maquinaria distinta de los tractores de cadenas, pero es importante conocer como se lleva a cabo en Estados Unidos, y para ello se reproduce lo que establece el "Yellow Book" o *Mechanized Equipment for fire and fuels operations*, donde en el caso de disponer de distintos tipos de maquinaria a la hora de configurar las tareas mecanizadas, establece estas en función de la pendiente y vegetación existente en la zona del incendio.

La construcción de líneas donde el matorral constituye la mayor parte del sotobosque en zonas arboladas, plantean una amenaza importante, al tener los combustibles continuidad vertical y con ello poder contribuir de manera significativa a la propagación del fuego. En esos casos es importante a la hora de ejecutar la línea considerar el uso de algún tipo de desbrozadora o trituradora junto con alguna cortadora por delante. Tras ellas pueden sacar el arbolado cortado un par de skidder con gancho.

Para la construcción de líneas en combustibles ligeros pueden usarse varias combinaciones, las que incluyen pequeños tractores de cadenas, skidder de ruedas usando sus hojas de empuje, excavadoras o trituradoras y astilladoras. También se puede llevar a cabo por la corta de paquetes de árboles enteros con cortadoras y llevando a cabo la saca de los paquetes con skidder con pinza. Trituradoras y astilladoras pueden procesar los restos en el suelo.

En terreno escarpado, cuando las maniobras de elaboración de líneas manuales son óptimas, una anchura mínima de rotura de la continuidad del combustible puede ser



construida usando taladoras, un skidder para sacar los árboles y una excavadora para ejecutar la línea.

En lugares abiertos o donde hay abundancia de árboles viejos, enfermos o secos, la línea se puede construir usando una retroexcavadora con cazo y pinza hidráulica, seguido de una cortadora que elimina árboles peligrosos y los que pueden constituir obstáculos. La cortadora también puede cortar aparte los árboles peligrosos que están cerca de la línea y que representan una amenaza para los que posteriormente van a transitar por ella.

Los cortafuegos pueden ser contruidos como se ha mencionado anteriormente, pero estos mejoraron las operaciones de fuego técnico cuando se utilizan trituradoras para tratamiento de matorral, arbustos y restos, así como llevando a cabo la poda de los árboles de 6 a 9 m de alto.

En las líneas recién contruidas se puede trabajar con equipos sobre cadenas, ruedas o cadenas flexibles. Proveen el soporte de agua a través de su movilidad a los puntos calientes facilitando su eliminación, facilitan los tendidos de manguera, facilitan la logística de las brigadas, o el ataque móvil en los incendios de superficie más allá de donde se accede con vehículos. Sus hojas de empuje ligeras también pueden mover o cambiar la posición de los árboles caídos y realizar pequeños movimientos de tierra.

Los Skidder con depósitos pueden ser apoyados con retroexcavadoras para la ejecución y mejora de líneas. También pueden ser utilizados para apoyar las Brigadas durante los trabajos en combustibles pesados, así como en el ataque inicial contra focos secundarios. Ambos equipos mejoran la seguridad en las operaciones de fuego técnico. Las retroexcavadoras también se combinan bien con los tractores de cadenas, mejorando su línea mediante la ruptura y la clasificación de los caballones de tierra y restos.

Combinando la entrega de agua aérea a autocargadores con depósito y boca de riego a través de descargas de helicópteros, se aumenta la eficiencia al tener disponibilidad de agua en tierra al eliminar los ciclos de recarga.

Grandes skidder y autocargadores con depósito y tractores con depósito pueden extender el suministro de agua a las brigadas más allá del alcance de los vehículos. Pueden operar de noche, cuando las operaciones aéreas no son posibles. En parejas, que también



son buenos para patrullar la línea, dejando los vehículos en las carreteras y un autocargador con depósito actuando fuera de las pistas.

La configuración de máquinas enumeradas en función del terreno y de la vegetación es:

Terreno suave (<35% de pendiente), en zona arbolada con el máximo diámetro < 80 cm.

Equipo formado por:

- 1 tractor de cadenas o 1 tractor de cadenas y 1 retroexcavadora.
- 2 taladoras.
- 1-2 skidders.
- 2 trituradoras.
- 2 Skidder de ruedas con depósito.
- 1 autocargador con de depósito.



Figura 101 Configuración de equipos en terrenos suaves. Fotos: "Yellow book" Mechanized Equipment for Fuel and Fire Operations. 2009.

Terreno en pendiente (35%-55 % de pendiente), en zona arbolada con el máximo diámetro < 60 cm.

Equipo formado por:

- 2 tractores de cadenas tipo I con cabestrantes o 1 retroexcavadora con hoja de empuje.
- 2 taladoras autonivelantes.
- 2 trituradoras.
- 1-2 skidders sobre cadenas
- 2 tractores de cadenas con depósito o tractores de cadenas flexibles con depósito.



Figura 102 Configuración de equipos en terreno en pendiente. Fotos: "Yellow book" Mechanized Equipment for Fuel and Fire Operations. 2009.

Terreno en pendiente (>55 % de pendiente ascendiendo ladera - <75 % de pendiente descendiendo ladera), en zona arbolada con elevados diámetros.

Equipo formado por:

- 2 tractores de cadenas tipo I con cabestrantes o 1 retroexcavadora con hoja de empuje.
- 2-5 pares de motoserristas.

Zonas de interfaz Urbano-Forestal.

Equipo formado por:

- 1 tractor de cadenas Tipo I con cable o retroexcavadora.
- 1 tractor de cadenas Tipo III.
- 1-2 taladoras o procesadoras.
- 1-2 trituradoras.

Zonas de matorral.

Equipo formado por:

- 1 tractor de cadenas Tipo I con cable y hoja de empuje tipo fleco.
- 1 tractor de cadenas Tipo III.
- 2-4 trituradoras.
- 2 skidder de ruedas con depósito para patrullaje de la línea.



Zonas de pastizal.

Equipo formado por:

- 1 tractor de cadenas Tipo II con cabestrante.
- 1-2 motoniveladoras.
- 1-2 trituradoras sobre tractores de ruedas.
- 2-4 skidder de ruedas con depósito para patrullaje de la línea.

A continuación se ofrece un conjunto inicial de criterios establecidos en el "Yellow Book" o *Mechanized Equipment for fire and fuels operations* para la selección del equipo:

- Alcance de los trabajos (construcción de la línea, el patrullaje, anclaje).
- Plazo de las oportunidades o necesidad de operaciones nocturnas.
- Área afectada y potencialmente afectada.
- Disponibilidad de máquinas de cortesía.
- Tipo de terreno y la vegetación.
- Tamaño de los combustibles forestales.
- Posibles reclamaciones.
- La lejanía de la zona de lugar de trabajo.
- Soporte de Brigadas terrestres.
- Tipo de propiedad (Interfaz Urbano Forestal, terrenos privados, terrenos públicos).
- Acceso al Área de trabajo y condiciones de la carretera o carreteras de acceso.
- Equipo de transporte.
- Disponibilidad de iluminación nocturna.
- Información disponible (clase pendiente, mapas de vegetación, y de la propiedad, las fotos, las amenazas locales, fuentes de agua).
- Presencia y peligro de árboles peligrosos (árboles muertos, puntisecos, inclinados o tumbados por el viento)

Cabe decir que en España solo se usan los tractores de cadenas, ya que son los equipos más versátiles, los que trabajan en las pendientes más elevadas y pueden llevar a cabo la línea ellos solos. En España las condiciones de las zonas forestales, además de tener una dimensión muy inferior a las que se puedan dar en Norteamérica presentan más variedad de oportunidades lo que hace que no se usen de forma generalizada otros equipos. La dificultad de contratación es otro inconveniente que hace difícil la contrata-



ción por parte de las Administraciones de distintos tipos de máquinas con unas funciones muy específicas. Además de ello la falta de Homologación Europea de muchos de los implementos aquí vistos es otro grave inconveniente que hace que no se usen este tipo de equipos. Aún así en determinados momentos y merced a equipos que trabajan en los montes en las épocas en las que se producen grandes incendios y los cuales se pueden encontrar como maquinaria de fortuna, es importante conocer sus posibilidades desde el punto de vista de la extinción. Otra oportunidad sería disponer de la maquinaria que está trabajando en los montes en esas épocas, comprobar sus potencialidades y poder formar a los trabajadores en operaciones para una posible contratación en alguna emergencia en concreto.

Rendimientos en ejecución de líneas. Consumo de combustible. Fuerzas de empuje/velocidad de desplazamiento. Precios de servicio





Respecto de los rendimientos, se reflejan aquí los establecidos en la bibliografía existente. En primer lugar en el Appendix D del Manual del S-232 Dozer Boss, se establecen rendimientos para la construcción de líneas con una sola pasada en pendientes medias del 40 % y con una anchura de la hoja de empuje de entre 3.657 a 4.267 mm para tractores Tipo 1 y 2 en función del tipo de combustible (pasto, matorrales medios y matorrales pesados). Según esta tabla para un tractor Tipo 1 los rendimientos estarían entre 900 y 300 m/hora en función del tipo de combustible y para un Tipo 2 entre 700 y 200 m/hora.

Tabla 11 Rendimientos de construcción de líneas según tipo de tractor y modelo de combustible. Appendix D Manual S-232 Dozer Boss.

Production rates of line construction (single-pass) vary, but a Type 2 dozer can construct about 2,500 feet of line in grass, 1,100 feet of line in medium brush, and 900 feet in heavy brush per hour. These figures are averages, figuring upslope run does not exceed 40%. In level situations, that same Type 2 dozer can construct 4,000 feet of single pass line in grass, 3,300 feet in medium brush, and 1,900 feet in heavy brush, per hour.

**Table 1 – Single Pass Line Construction
40% Slope*
12-14 foot Blade Widths**

	<u>Grass</u>	<u>Medium Brush</u>	<u>Heavy Brush</u>
Type 2	2,300 feet	1,000 feet	700 feet
Type 1	3,000 feet	1,500 feet	1,100 feet

* 40% slope is average for most wildland fire areas.

(To compare with a Type 1 handcrew, see the Fireline Handbook)

En el mismo manual también se establecen rendimientos de ejecución de líneas en una sola pasada en m/hora, determinados a través de unos test realizados en campo, en función del tipo de tractor (Tipo 1, 2 o 3), de la pendiente dividida en tres grados, de los modelos de combustible y de si el tractor trabaja en subida o en bajada:



Tabla 12 Rendimientos de construcción de líneas en una sola pasada. Appendix D Manual S-232 Dozer Boss.

Modelos de combustible	Pendientes clase 1 (0-25 %)		Pendientes clase 2 (25-35 %)		Pendientes clase 3 (41-55 %)	
	Subida	Bajada	Subida	Bajada	Subida	Bajada
	Tractores Tipo 3					
1,2,3	1267	1770	724	1770	282	322
4	443	583	241	604	60	241
5	1267	1770	724	1770	282	1227
6	785	1187	443	1247	161	845
7	785	1046	443	1127	161	704
8	1267	1770	724	1770	282	322
9,11,12	443	604	241	604	60	221
	Tractores Tipo 2					
1,2,3	1770	2374	1167	2253	704	1469
4	644	945	362	1066	101	624
5	1770	2374	1167	2253	704	1469
6	1026	1509	523	1569	181	966
7	1026	1509	543	1569	181	966
8	1770	2374	1167	2253	704	1469
9,11,12	644	945	362	1066	101	624
10, 13	342	463	201	503	60	221
	Tractores Tipo 1					
1,2,3	1831	2494	1247	2374	704	1670
4	865	1207	543	1247	241	805
5	1831	2494	1247	2374	704	1670
6,7	1267	1831	825	1811	443	1147
8	1831	2494	1247	2374	704	1670
9,11,12	865	1207	543	1247	241	805
10, 13	543	764	302	684	80	322

De la siguiente tabla se pueden deducir varias premisas:

- El rendimiento de ejecución de líneas disminuye con el aumento de la carga de combustible.
- La pendiente tiene un efecto en la producción de líneas, particularmente cuando se trabaja subiendo.
- El tipo de tractor determina que unos están mejor adaptados que otros para determinados trabajos. En modelos de combustible con mucha carga los tractores pesados Tipo 3 son los más adecuados y en combustibles ligeros los tractores medios Tipo 2 presentan diferencias poco significativas con los pesados o Tipo 3.



Los estudios realizados en Australia por McArthur el all (2003) en el artículo *Prediction of firefighting resources for suppression operations in Victoria Park and Forest*, determinan los rendimientos de distintas maniobras implementadas en 103 incendios entre 1997 y 2001. Los principales factores que determinan el rendimiento en la producción de líneas con tractores de cadenas son la pendiente, la cantidad de restos, la presencia de rocas y la experiencia del maquinista.

Tabla 13 Resumen de rendimientos de construcción de líneas en función del método de construcción. Identificación de los principales factores que influyen en la variación del rendimiento. McArthur el all (2003) Prediction of firefighting resources for suppression operations in Victoria Park and Forest.

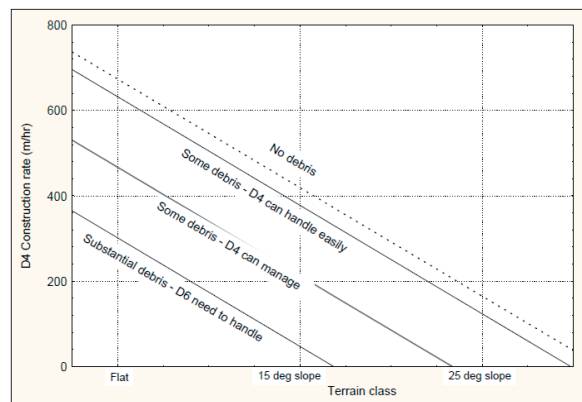
Método de construcción	Rendimiento medio	Rango rendimientos	Principales factores que influyen en la variación del rendimiento
Línea manual	17 m/persona/hr	7,5-44 m/persona/hr	Presencia elevada de combustible Pendiente del terreno Si el trabajo está cerca de las llamas activas Condición física
Bulldozer CAT D4	350 m/hr	200-1200 m/hr	Pendiente del terreno Presencia significativa de restos Experiencia maquinista
Bulldozer CAT D6	800 m/hr	300-1000 m/hr	Presencia de restos Presencia de rocas Experiencia maquinista
Bulldozer CAT D7 (escasos datos disponibles)	725 m/hr	250-1000 m/hr	Presencia de terreno adverso Presencia de restos % pendiente
Bulldozer CAT D9 (escasos datos disponibles)	560 m/hr	250-840 m/hr	Presencia de terreno adverso Presencia de restos Experiencia maquinista
Todos los Bulldozer superiores CAT D6 (D6, D7 y D9)	700 m/hr	250/1000 m/hr	Presencia de restos Presencia de terreno adverso Presencia de rocas Experiencia maquinista

Con el análisis de los datos obtenidos y construyeron modelos basados en regresiones lineales múltiples y en regresiones no lineales.



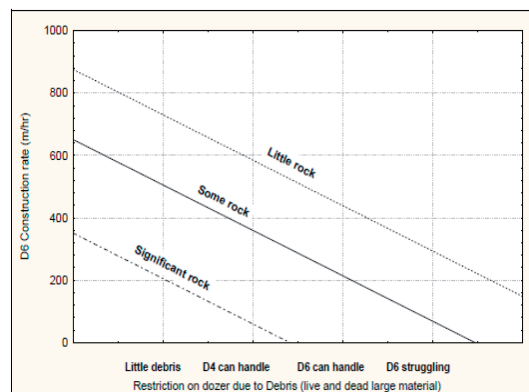
La Tabla 14 muestra el modelo de rendimiento de construcción de líneas con bulldozer D4 como una función del efecto de terreno adverso y de la presencia de restos. Se indica que el efecto de terreno y los restos pueden explicar casi el 50% de la variación en los datos. Este fue el mejor modelo lineal de dos factores para predecir las tasas de construcción línea con un Caterpillar D4.

Tabla 14 Rendimiento de construcción de líneas con CAT D4 en función de la pendiente y de la cantidad de restos. McCarthy et al., 2003 *Prediction of firefighting resources for suppression operations in Victoria Park and Forest.*



La Tabla 15 muestra el modelo de rendimiento de construcción de línea con bulldozer Caterpillar D6 como una función del efecto de la presencia restos y la limitación debido a la presencia de rocas. Esto demuestra que tanto los restos y rocas pueden afectar significativamente los rendimientos de construcción. Este modelo fue capaz de explicar casi el 65% de la variación en los datos.

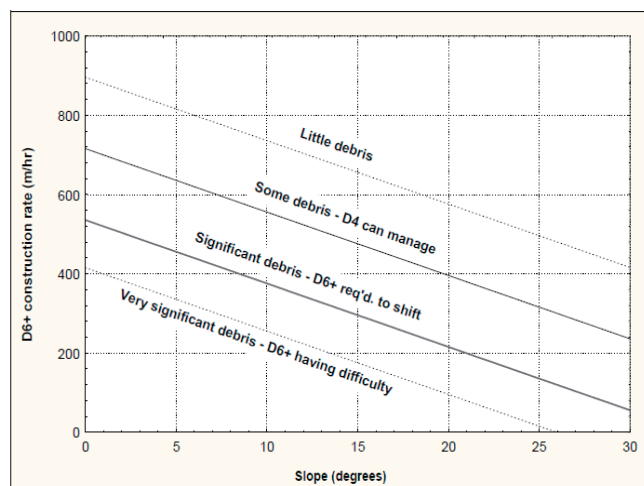
Tabla 15 Rendimiento de construcción de líneas con CAT D6 en función la presencia de restos y de la presencia de rocas. McCarthy et al., 2003 *Prediction of firefighting resources for suppression operations in Victoria Park and Forest.*





La Tabla 16 muestra el modelo de rendimiento para los tractores de cadenas de mayor tonelaje (D6, D7 y D9) como una función del efecto de la presencia de restos y la limitación debido al terreno. Se muestra, en contraste con el modelo para bulldozer D6, que los efectos de los restos y la pendiente era de lo más importante para explicar la variación en los tipos de construcción. Este modelo fue capaz de explicar aproximadamente el 58% de la variación en los datos.

Tabla 16 Rendimiento de construcción de líneas con tractores pesados CAT D6-D7-D9 en función la presencia de restos y de la presencia de rocas. McCarthy et al., 2003 *Prediction of firefighting resources for suppression operations in Victoria Park and Forest.*



Las conclusiones que obtuvieron fueron las siguientes:

- Respecto del tamaño de la máquina, los tractores más grandes son generalmente más rápidos que los más pequeños.
- Sobre el terreno en el que se está construyendo la línea el rendimiento se reduce generalmente en las pendientes más pronunciadas.
- Sobre el tipo de vegetación en el que se está construyendo la línea, el aumento de la combustible vivo y muerto reduce las tasas de construcción.
- Los maquinistas con experiencia, sobre todo en terrenos más difíciles y con vegetación, son sustancialmente más rápidos en la construcción de líneas que los operadores sin experiencia.
- La cantidad de rocas existentes a lo largo de la línea reduce el rendimiento significativamente.



En España se disponen de datos de rendimientos determinados por Ayala y Holguín (2000) en función del modelo de combustible y de si la línea se lleva a cabo en curva de nivel o en línea de máxima pendiente.

Tabla 17 Rendimiento de construcción de líneas con tractores de cadenas según Ayala y Holguín (2000) en La defensa contra incendios forestales. Fundamentos y experiencias.

MODELO DE COMBUSTIBLE	DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN	Rdto. km/hr CURVA DE NIVEL	Rdto. km/hr MÁXIMA PDTE.
4	Matorral > 2 m	0,5-1	1,5
5 y 6	Matorral < 1 m	1,50	2
7	Matorral de 0,5-2 m en coníferas	0,50	1
8 y 9	Bosque de coníferas	0,50	0,7
10	Bosque con restos	0,30	0,5
11	Bosque claro	0,40	0,6
12 y 13	Predomina restos	0,70	0,9

A continuación se describen rendimientos llevados a cabo en 5 incendios en Castilla-La Mancha. El rango de rendimientos oscila entre 500 y 1987 m/hr en distintas pendientes y modelos de combustible.

Tabla 18 Tabla de rendimientos en maniobras llevadas en cabo en las provincias de Ciudad Real y Toledo. Datos: Juan José Fernández/Alicia Ruiz

Fecha	Incendio	Sector	Tipo de ataque	Mod. Comb	Long. tramo (m)	Hora inicio	Hora fin	Pendiente media	Rto. (m/hr)	Observ.
24/07/2012	Piedrabuena (Sierra Picón)	Flanco izquierdo cabeza	Directo	4/6	500	19:35	20:32	20%	500	
22/07/2009	San Lorenzo	Flanco dcho.-cabeza	Paralelo	4/5	265	17:56	18:04	-3,77%	1987	
02/07/2009	Alcoba (Cabañeros)	Flanco izquierdo foco norte	Directo	4/6	425	17:40	18:18	11,76%	671	
19/08/2007	Villanueva de San Carlos	Flanco izqdo.	Directo	4/6	497	18:47	19:25	4%	785	
25/07/2005	Sevilleja de la Jara	Norte	Directo en avance continuo (2 máquinas)	9/7/4	1795	21:14	23:29	17,5%	798	Trabajo con dos tractores en avance continuo



Tabla 19 Tabla de incendios e imágenes de los incendios donde se fueron aplicados los rendimientos en la tabla 13.

Incendio	Foto inicial	Foto final
Piedrabuena (Sierra Picón)		
San Lorenzo de Calatrava		
Alcoba (Cabañeros)		
Villanueva de San Carlos		
Sevilleja de la Jara		



Respecto de los consumos, según se refleja en la Tabla 20, cabe decir que se encuentran entre los 7 l/hora de un CAT D4 (Tractor Tipo 3) hasta los 20 l/hora de un CAT D7 (Tractor Tipo 1). Las capacidades de los depósitos oscilan entre 165 l de un CAT D4 (Tractor Tipo 3) hasta los 481 l de un CAT D7, lo que les confiere una capacidad de servicio continuo sin repostar de entre 20 y 30 horas. La relación peso/potencia (kg/C.V.) de los tractores usados en la extinción de incendios forestales oscila entre los 100-110 kg/C.V., siendo esta la relación óptima para combinar potencia en el tajo con capacidad de transporte rápido y con las menores limitaciones como podrá observarse en el Capítulo 9.2. La presión ejercida sobre el suelo (kg/cm²) está en función del tipo de zapata usado por el tractor, oscilando en los tractores generalmente usados en la extinción de incendios forestales en España, entre 0,35-0,82 kg/cm². Cifras inferiores a las que puede ejercer un tractor de ruedas, que se encuentran entre 1,1-1,4 kg/cm².

Tabla 20 Tabla de características de tractores de cadenas. Manual de rendimiento Caterpillar (2000-2014), Manuales Komatsu , Fiat-Hitachi e Internet.

CARACTERÍSTICAS	MODELOS											
	CAT D4C	CAT D6K	CAT D6N	CAT D6H	NEW HOLLAND D-180	FIAT-HITACHI FD-175	CAT D6R	CAT D6T	KOMATSU D65 EX	CAT D7R	KOMATSU D85 EX	CAT D8
POTENCIA (C.V.)	80	125-130	150	176	197-213	175	175-195	200	219	240	267	303
CILINDRADA (L)	5	6,6	6,6	10,5	6,7	8	8,8	8,8	8,27	9,3	11,04	14,6
PESO (kg)	9.000	13.467	18.096	18.350	22.730	22.330	21.716	22.902	22.890	25.455	28.100	37.920
CAPACIDAD COMBUSTIBLE(L)	165	295	300	383	400	330	425	425	415	481	490	625
CONSUMO DE COMBUSTIBLE (L/hr)	7	14,65	18,3	20,5						20		23
RELACIÓN PESO/POTENCIA (kg/C.V.)	92	106	121	104	106	128	104	103	105	104	106	124
ÁREA DE CONTACTO CON EL SUELO (zapata estándar) (m ²)	1,67	4,00	5,24		3,59		2,92	2,92	3,33	3,24	3,42	3,57
PRESIÓN SOBRE SUELO (kg/cm ²)	0,44	0,34	0,35		0,61		0,66	0,70	0,69	0,77	0,82	1,05



Las fuerzas de empuje desarrolladas por los distintos tractores son determinadas a través de las curvas de tracción o de fuerza de empuje de los distintos catálogos de los fabricantes. En los Tractores Tipo 2 las fuerzas de empuje oscilan entre 275 y 350 kN con marchas cortas y velocidades reducidas de desplazamiento y en los tractores Tipo 1 entre 350 y 500 kN.

Tabla 21 Tabla de Fuerza de empuje de tractores Liebherr PR734/PR744. Fuente: Catálogo Liebherr.

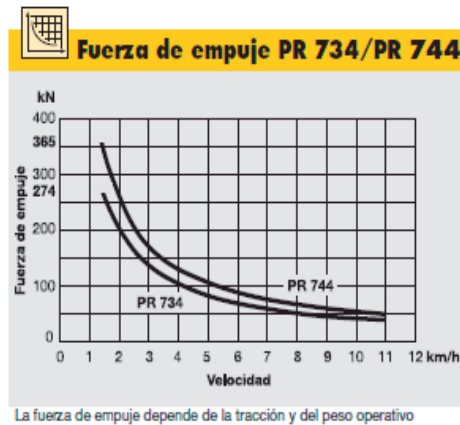


Tabla 22 Tablas de Fuerzas de empuje de tractores Komatsu D65EX/WX/PX-16, D85EX/PX-15. Fuente: Catálogos Komatsu.

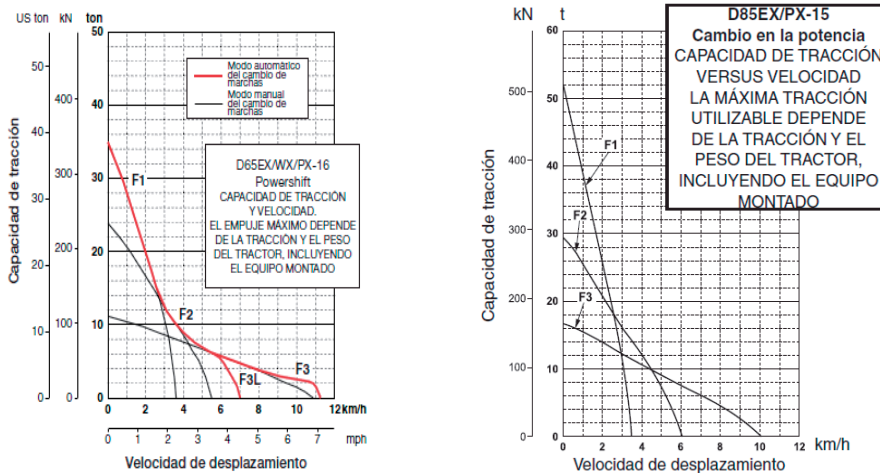
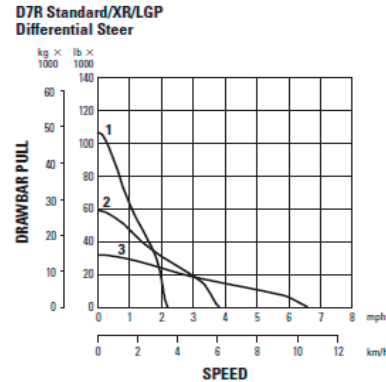
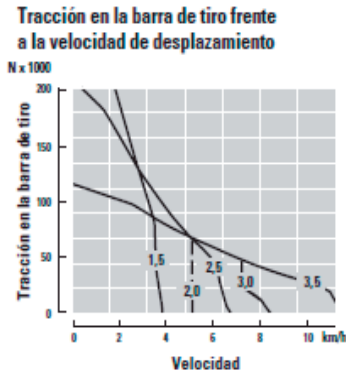




Tabla 23 Tablas de Fuerza de empuje de tractores CAT D6T (Izquierda) CAT D7R (Derecha). Fuente: Catálogos Caterpillar.



8.1 Costes

Los precio servicio de tractor de cadenas y camión góndola, para 10 horas de presencia del equipo humano y 24 horas de disponibilidad con dos turnos completos de maquinista y conductor de góndola oscilan entre (Precios de la Adjudicación del Servicio en Castilla-La Mancha para 2012):

- Tractor de cadenas Tipo 1 >200 CV: 871,9 €/día Equipo IVA Incluido.
- Tractor de cadenas Tipo 2 <200 CV: 720,6 €/día Equipo IVA Incluido.

El precio de la hora de servicio del tractor con camión-góndola se encuentra sobre 87,1 €/hora.

El precio de la hora extra en tareas de extinción para un tractor de cadenas TIPO 1 >200 CV: 75 €/hora + IVA= 90,75 €/hora.

La mayoría de los Pliegos de Condiciones Técnicas de los Servicios de Maquinaria Pesada de las Comunidades Autónomas disponen además de una parte de obra, por horas, hectáreas o metros lineales, para repaso de cortafuegos o mejora de caminos.

Utilizando los rendimientos con tractores de cadenas para España determinados por Ayala y Holguín (2000), se pueden determinar los costes operacionales, aplicando el precio de hora extra de 90,75 € (tractor de cadenas Tipo 1). Por tanto estos costes operacionales tendrían un rango de entre **30 €/km-303 €/km**.

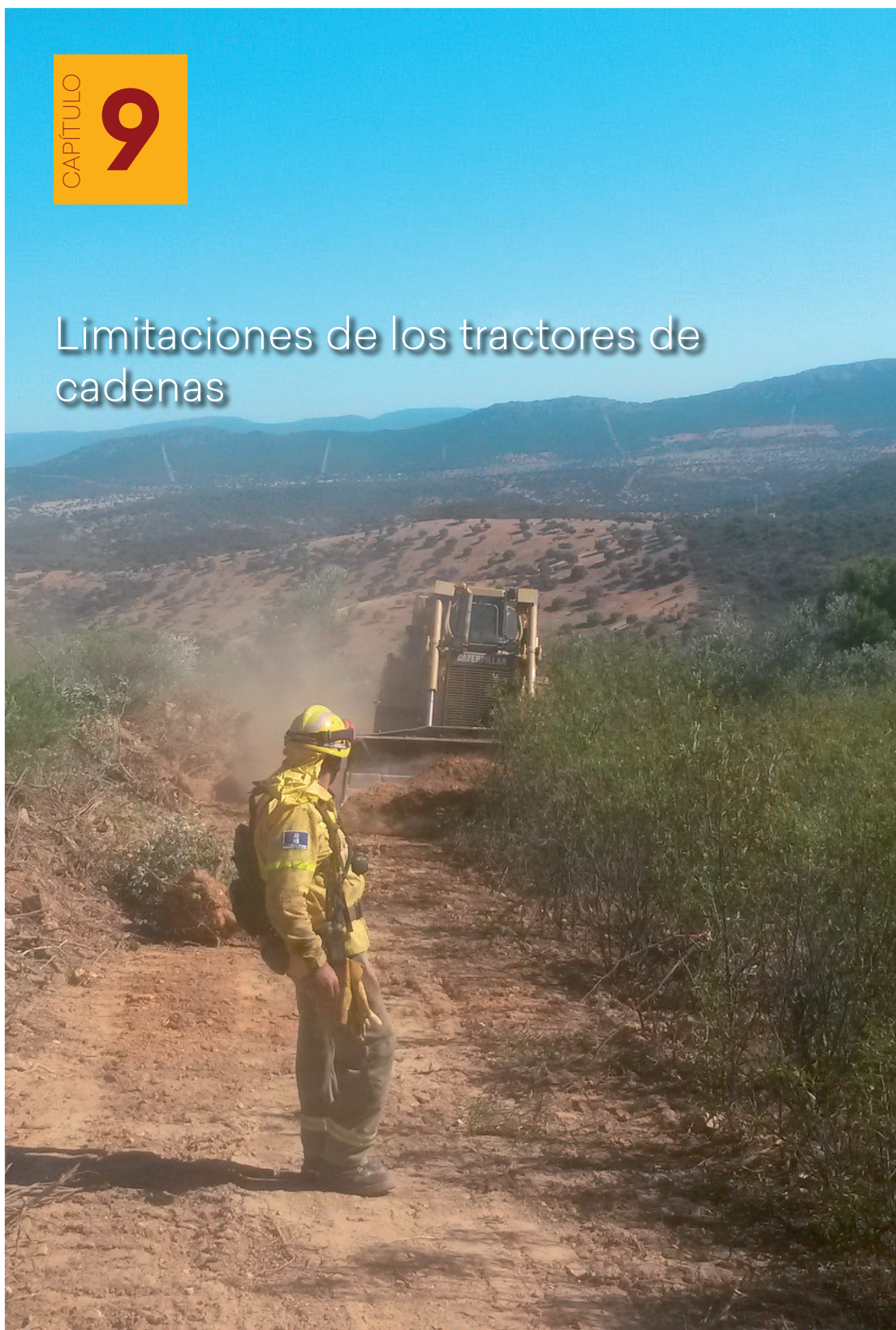


Tabla 24 Costes operacionales a partir de rendimientos establecidos por Ayala y Holguín (2000).

MODELO DE COMBUSTIBLE	DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN	Rdto. km/hr CURVA DE NIVEL	COSTE LÍNEA €/km a 90,75 €/hora	Rdto. km/hr MÁXIMA PDTE.	COSTE LÍNEA €/km a 90,75 €/hora
1, 2 y 3	Pastos	2	45	3	30
4	Matorral > 2 m	0,5-1	182	1,5	61
5 y 6	Matorral < 1 m	1,50	61	2	45
7	Matorral de 0,5-2 m en coníferas	0,50	182	1	91
8 y 9	Bosque de coníferas	0,50	182	0,7	130
10	Bosque con restos	0,30	303	0,5	182
11	Bosque claro	0,40	227	0,6	151
12 y 13	Predomina restos	0,70	130	0,9	101

CAPÍTULO
9

Limitaciones de los tractores de cadenas





9.1. Debidas al terreno

Las limitaciones que presentan los tractores de cadenas debidas al terreno son:

- **La litología:** No se pueden utilizar en zonas con afloramientos rocosos o en zonas húmedas donde exista la posibilidad de quedarse atascada. También pueden tener dificultades a la hora de atravesar ríos o arroyos con cauces de agua estables. Si existen numerosas cercas o muros de piedra también se puede dificultar mucho la labor con estos equipos.
- **La pendiente:** No se debe de utilizar en pendientes $> 45\%$ trabajando en curva de nivel, $> 55\%$ trabajando en línea de máxima pendiente ascendiendo ladera y $> 75\%$ si es descendiendo.
- **El tipo de combustible:** Óptimo en matorral y pasto. En zonas arboladas necesita más de un tractor o apoyo de brigadas de motosierras. Tras los incendios se considera de vital importancia proceder a la restauración de las líneas ejecutadas.



Figura 103 Zonas donde no es posible el trabajo con tractores de cadenas debido a los afloramientos rocosos y a la existencia de numerosos muros de piedra. La Serrada (Ávila) Foto: Domingo Villalba



Figura 104 Dificultad de trabajo con tractores debidas a afloramientos rocosos en tareas de apertura de calles de desem-bosque. Ruidera (Ciudad Real). Foto: Autor.

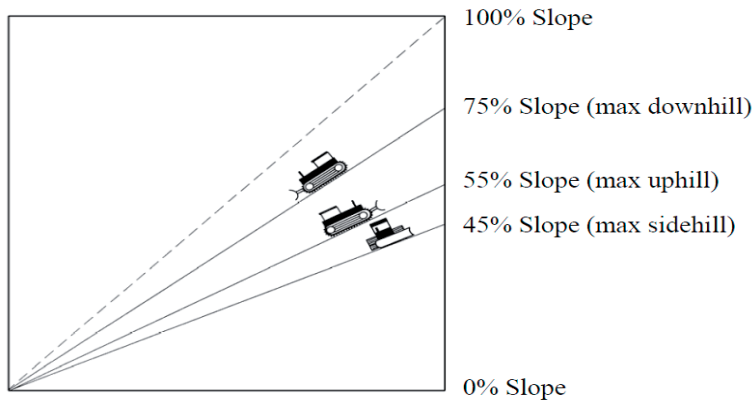


Figura 105 Máximo porcentaje de pendiente en Operaciones con tractores de cadenas en curva de nivel, máxima pendiente ascendiendo y máxima pendiente descendiendo. Imagen: Dozer Boss Student Workbook Appendix D. National Wildfire Coordination Group. USDA Forest Service. 2006.

9.2. Debidas al transporte de los tractores. Desplazamientos con camión-góndola

La normativa de aplicación a los transportes de maquinaria con camiones góndola es la siguiente:

- **Reglamento (CE) nº 561/2006** del Parlamento Europeo y del Consejo de 15 de marzo de 2006 relativo a la armonización de determinadas disposiciones en materia social en el sector de los transportes por carretera y por el que se modifican los Reglamentos (CEE) nº 3821/85 y (CE) nº 2135/98 del Consejo y se deroga el Reglamento (CEE) nº 3820/85 del Consejo.
- **ANEXO IX del Reglamento General de Vehículos.** Masas y Dimensiones.
- **ANEXO III del Reglamento General de Circulación.**
- Normas y condiciones de circulación de **los vehículos especiales y de los vehículos en régimen de transporte especial.**



- **RESOLUCIÓN de 24 de enero de 2014**, de la Dirección General de tráfico, por la que se establecen medidas especiales de regulación del tráfico durante el año 2014 (B.O.E. del 3 de febrero de 2014). Esta resolución se actualiza anualmente por lo que hay que consultar la existente en vigor.

Los camiones-góndola que transportan la maquinaria pesada son vehículos que precisan autorización complementaria de circulación al superar, por razón de la carga indivisible transportada, los valores de las masas o dimensiones máximas permitidas (normalmente por anchura y masa). Son por tanto denominados Vehículos en régimen de transporte especial.



Figura 106 Camión-góndola transportando un tractor de cadenas con pala montada. Cuenca. Foto: José Luis Berlanga.



Figura 107 Góndola de dos ejes para transporte de tractor. Góndola demasiado larga para el transporte en incendios forestales. Porzuna (Ciudad Real). Foto: Autor.



Figura 108 Camión-góndola de la Unidad Militar de Emergencias. Puertollano (Ciudad Real). Foto: Autor.



Figura 109 Camión con plataforma para el transporte de maquinaria de menor tonelaje. Florida (USA). Foto: Juan José Fernández.



Los Vehículos en régimen de transporte especial, al circular por carretera, implican factores de riesgo por un lado para la seguridad vial y la movilidad y por otro de deterioro de la infraestructura viaria. Por consiguiente su circulación debe ser autorizada con una Autorización Complementaria de Circulación.

De acuerdo con el contenido del artículo 14 de Reglamento General de Vehículos (RGV), aprobado por Real Decreto 2822/1998, el órgano competente en materia de tráfico puede conceder autorizaciones especiales y por un número limitado de circulaciones o por un plazo determinado, previo informe vinculante del titular de la vía, para los vehículos que, por sus características técnicas o por la carga indivisible que transportan superen las masas máximas establecidas en las disposiciones que se determinan en el anexo IX y en la reglamentación que se recoge en el anexo I, previa comprobación de que se encuentran amparados por la autorización de transporte legalmente procedente.

La circulación se ajustará a las normas generales del Reglamento General de Circulación que les sean de aplicación y en concreto las descritas en su anexo III. Sobre ellas prevalecerán las condiciones de circulación que se fijen en la autorización complementaria de circulación. Estas condiciones de circulación tendrán en cuenta y establecerán determinadas cláusulas que optimicen la prevención de:

- riesgos inaceptables para la seguridad vial,
- la adecuada estiba de la carga,
- daños a la infraestructura,
- perjuicios inadmisibles para la movilidad de los demás usuarios.

Así pues, a los efectos de una potencial autorización, se tendrán en cuenta las anteriores circunstancias.

Las condiciones de circulación impuestas lo serán sin perjuicio de la obligación que los usuarios de la vía tienen de comportarse de forma que no entorpezcan indebidamente la circulación, ni causen peligro, perjuicios o molestias innecesarias a las personas, o daños a los bienes. En particular se deberá conducir con la diligencia y precaución necesaria para evitar tanto daño, propio o ajeno, cuidando de no poner en peligro, tanto al mismo conductor como a los demás ocupantes del vehículo y al resto de usuarios de la vía.



Con el objeto de que se establezcan condiciones de circulación por parte de la autoridad de tráfico, y sin perjuicio de las restricciones y reservas de paso impuestas en los mismos por los organismos titulares de la vía, se establecen tres categorías de Autorizaciones Complementarias de Circulación para los Vehículos en régimen de transporte especial, en función de sus dimensiones, masa y carga por eje:

- Autorización Genérica.
- Autorización Específica.
- Autorización Excepcional.

La tabla resumen establece las especificaciones de cada autorización:

Tabla 25 Tabla de tipos de Autorizaciones Complementarias de Circulación para los camiones-góndola en función de las masas y/o dimensiones.

		Autorización Genérica	Autorización Específica	Autorización Excepcional
MASAS Y/O DIMENSIONES	Longitud (L)	* $L \leq 20,55 \text{ m}$	<math>20,55 <="" 40,00="" \leq="" \text{="" l="" math><="" m}="" m}<="" td=""> <td><math>40,00 <="" \text{="" l<="" math><="" m}="" td=""> </math>40,00></td></math>20,55>	<math>40,00 <="" \text{="" l<="" math><="" m}="" td=""> </math>40,00>
	Anchura (a)	* $a \leq 3,00 \text{ m}$	<math>3,00 <="" 5,00="" \leq="" \text{="" a="" math><="" m}="" m}<="" td=""> <td><math>5,00 <="" \text{="" a<="" math><="" m}="" td=""> </math>5,00></td></math>3,00>	<math>5,00 <="" \text{="" a<="" math><="" m}="" td=""> </math>5,00>
	Altura (h)	* $h \leq 4,50 \text{ m}$	<math>4,00 <="" 4,50="" \leq="" \text{="" h="" math><="" m}="" m}<="" td=""> <td><math>4,50 <="" \text{="" h<="" math><="" m}="" td=""> </math>4,50></td></math>4,00>	<math>4,50 <="" \text{="" h<="" math><="" m}="" td=""> </math>4,50>
	Masa (M)	* $M \leq 45,00 \text{ t}$	<math>45,00 <="" 110,00="" \leq="" \text{="" m="" math><="" td="" t}="" t}<=""> <td><math>110,00 <="" \text{="" m<="" math><="" td="" t}=""> </math>110,00></td></math>45,00>	<math>110,00 <="" \text{="" m<="" math><="" td="" t}=""> </math>110,00>
	Masa por eje (Meje)	Meje \leq RGV y Meje \leq ITV	RGV < Meje \leq ITV	RGV < Meje \leq ITV

Acompañamiento de vehículo piloto:

Por dimensiones cuando el vehículo en régimen de transporte especial supere los 3m de anchura o su longitud supere los 20, 55m, deberá situarse detrás, a una distancia mínima de 50m, en autopistas y autovías; y delante, en el resto de carreteras. El transporte de los tractores se realiza con la hoja de empuje montada por lo que se superan los tres metros de anchura y los rendimientos son:

- a) Vehículo con **autorización genérica**: la velocidad máxima de circulación permitida será de 70 km/h. Sobre estas limitaciones prevalecerán las más restrictivas que figuren en la tarjeta ITV.
- b) Vehículo con **autorización específica**: la velocidad máxima de circulación permitida será de 60 km/h. Sobre estas limitaciones prevalecerán las más restrictivas que figuren en la tarjeta ITV.
- c) Vehículo con **autorización excepcional**: la velocidad máxima de circulación permitida será la fijada en la autorización, que en ningún caso superará los 60 km/h. Sobre estas limitaciones prevalecerán las más restrictivas que figuren en la tarjeta ITV.



Horario de circulación:

Todo vehículo que circule en régimen de transporte especial con autorización de carácter genérico o específico podrá hacerlo tanto de día como de noche; no obstante, para el de carácter excepcional podrá ser permitida entre la puesta y salida del sol cuando así conste en la autorización que se expida. Si no consta se comunicarán al Organismo Autónomo Jefatura Central de Tráfico o al Centro de Gestión de Tráfico de la zona afectada, los vehículos y características del transporte especial, así como el itinerario que seguirán desde su origen hasta el lugar de destino.

Restricciones a la circulación:

Queda restringida la circulación de vehículos que precisan autorización complementaria de circulación al superar, por sus características técnicas o por razón de la carga indivisible transportada, los valores de las masas o dimensiones máximas permitidas durante los días:

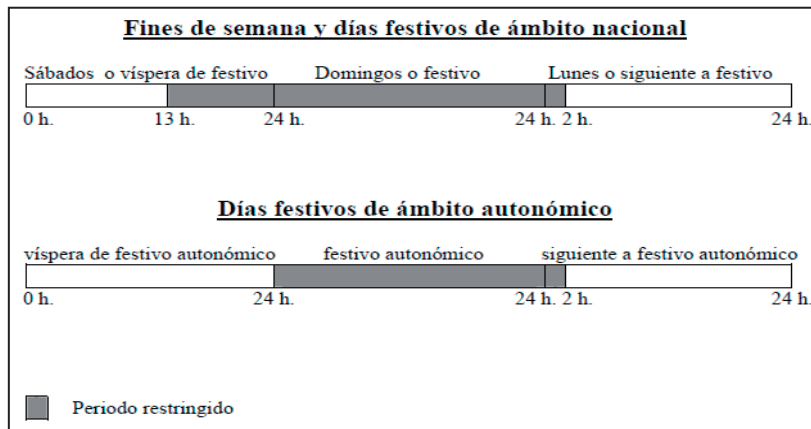


Figura 110 Restricciones a la circulación de vehículos con autorización complementaria de circulación. Resolución de la DGT de 24 de enero de 2014.

Esta restricción **no será de aplicación a vehículos que en función de su urgente utilización en labores de extinción de incendios**, protección del medio ambiente, mantenimiento de las condiciones de vialidad de las carreteras y salvamento de vidas humanas y que precisen hacerlo en régimen de transporte especial, tengan que ineludiblemente circular en el horario restringido citado. Para salvar esta restricción general los Ministerios de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, y de Fomento, y las Consejerías corres-



pondientes de las Comunidades Autónomas comunicarán al Organismo Autónomo Jefatura Central de Tráfico o al Centro de Gestión de Tráfico de la zona afectada, los vehículos y características del transporte especial, así como el itinerario que seguirán desde su origen hasta el lugar de destino.

Tiempo de Conducción del Transporte por carretera:

El Reglamento (CE) nº 561/2006 se aplica al transporte de mercancías por carretera efectuado por vehículos con una masa total de más de 3,5 toneladas y al transporte por carretera de viajeros efectuado por vehículos adaptados para transportar a más de nueve personas. Esta norma es de aplicación a los camiones-góndola para el transporte de maquinaria independientemente de que el transporte se realice para una emergencia.

El tiempo de conducción está sujeto a una serie de normas, a saber:

- El **tiempo diario de conducción se limita a nueve horas**, pudiendo ampliarse a diez horas dos veces por semana;



Figura 111 Tiempo diario de conducción para el transporte de mercancías por carretera.

- el tiempo de conducción semanal se limita a 56 horas;
- el tiempo de conducción total durante dos semanas consecutivas se limita a 90 horas;
- tras un período de conducción **de cuatro horas y media, el conductor debe hacer una pausa ininterrumpida de al menos 45 minutos**, o una pausa de 15 minutos seguida de 30 minutos repartidas durante el mismo período.

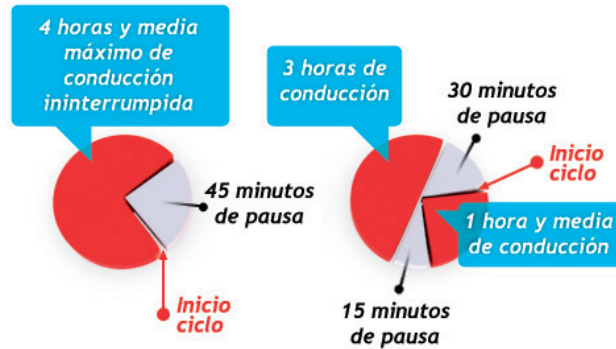


Figura 112 Periodo máximo de conducción y pausa para el transporte de mercancías por carretera.

Las empresas de transporte serán responsables de las infracciones cometidas por los conductores de la empresa, excepto cuando ésta no pueda considerarse razonablemente responsable, por ejemplo, cuando un conductor trabaje para más de una empresa de transporte y no proporcione suficiente información para que puedan ajustarse al presente Reglamento.

De todo lo anterior se establece un resumen que puede servir como Instrucción para los Centros Operativos de movilización de medios:

Tabla 26 Resumen de restricciones en función de las autorizaciones de tráfico para movilización de equipos de maquinaria pesada.

MOVILIZACIÓN	
<i>Movilización maquinaria pesada para emergencias con conjuntos de menos de 3 metros de anchura (con la pala desmontada) y 45 Mg de Masa Máxima Autorizada:</i>	
Autorización de Tráfico es Genérica:	Si fin de semana o festivo según Figura 110: Comunicar Jefatura Tráfico Vehículo, Característica e Itinerario. Si día diario: Circula solo con autorización.
<i>Movilización maquinaria pesada para emergencias con conjuntos de más 3 metros de anchura (con la pala montada), imprescindible vehículo piloto:</i>	
Si Autorización de Tráfico es Específica:	Si fin de semana o festivo según Figura 110: Comunicar Jefatura Tráfico Vehículo, Característica e Itinerario. Si día diario: Circula solo con autorización.
Si Autorización de Tráfico es Excepcional:	Si fin de semana o festivo según Figura 110: Comunicar Jefatura Tráfico Vehículo, Característica e Itinerario. Si día diario de noche entre la puesta y salida de sol: Comunicar Jefatura Tráfico Vehículo, Característica e Itinerario. Si día diario de día: Circula solo con autorización.
<i>Desmovilización o movimientos entre tajos no cubiertos por Autorizaciones Específicas y Excepcionales que solo son para Protección Civil y Emergencias, solo cubierto por la autorización Genérica por lo que se debe de circular con la pala desmontada.</i>	



Tabla 27 Resumen de tiempos de conducción en la movilización de equipos de maquinaria pesada.

TIEMPOS DE CONDUCCIÓN	
Si la ruta es inferior a 4,5 horas (calculando una velocidad de 60 o 70 km/h según tipo de Autorización de Tráfico):	No es necesaria parada.
Si la ruta es superior a 4,5 horas (calculando una velocidad de 60 o 70 km/h según tipo de Autorización de Tráfico) según Figura 112:	Movilizar los dos turnos de camioneros para no parar 45 minutos.
	Es necesario parar 45 minutos.
Si la ruta es superior a 10 horas (calculando una velocidad de 60 o 70 km/h según tipo de Autorización de Tráfico) según Figura 112:	Movilizar otra góndola con menor tiempo de conducción y cambiar la máquina de góndola para desplazarla.

Como recomendación se debe de movilizar siempre la maquinaria más cercana a la emergencia o al punto de espera para consumir el menor tiempo de conducción. Es importante disponer desde los Centros Operativos, previamente a la emergencia las limitaciones de accesos por carretera por pesos y dimensiones, de tal manera se podrán diseñar rutas alternativas en aquellos casos donde los camiones-góndola en el transporte de estos equipos no puedan acceder. Se pone a modo de ejemplo los puntos con dificultades viales en la provincia de Ciudad Real y ejemplo de ruta alternativa.

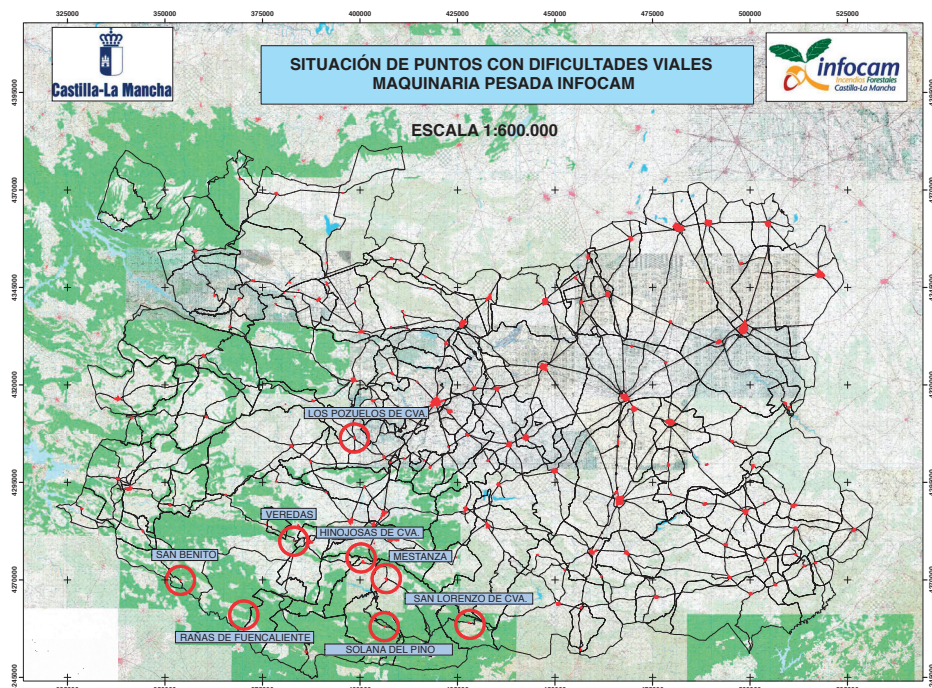


Figura 113 Mapa de puntos con dificultades viales por peso o dimensiones en la provincia de Ciudad Real para el transporte de camiones-góndola. Fuente: Plan Infocam.

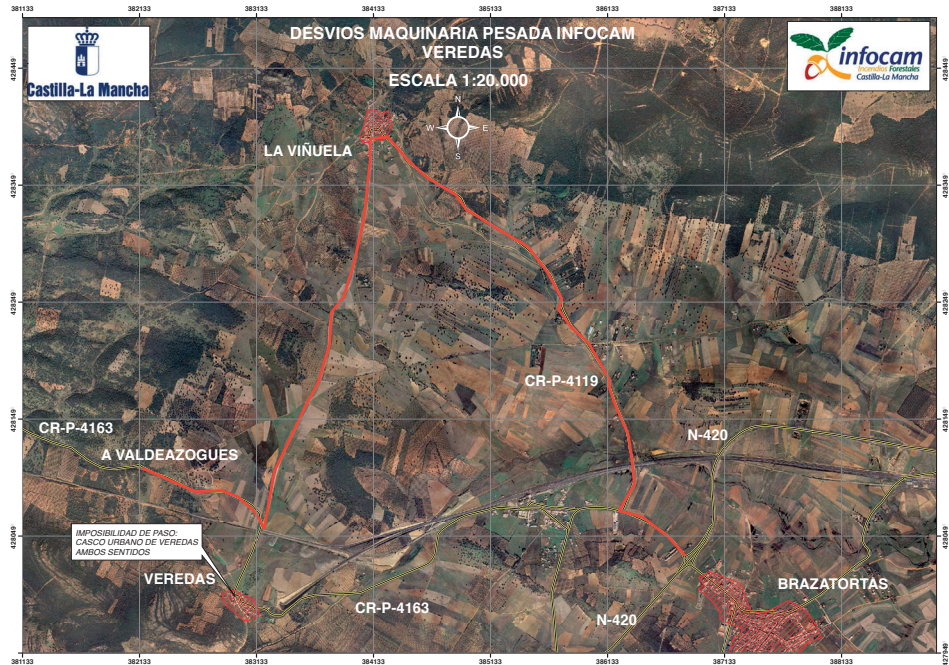


Figura 114 Diseño de ruta alternativa a zonas con limitaciones de acceso por peso o dimensiones.

Otra limitación a tener en cuenta una vez se abandonan las carreteras son la cantidad y estado de las pistas. Para ello se deben de usar pistas acondicionadas para el paso del camión góndola cuyas **limitaciones son pendientes < 15%, radios de giro > 30 m y plataforma del camino de anchura > 6 m.**

CAPÍTULO
10

Planificación y Gestión de Operaciones de extinción con maquinaria pesada





Lo primero que debe de conocer un Director de Extinción, a la hora de solicitar a un Centro de mando uno o varios equipos de maquinaria pesada, es para qué necesita esos equipos en el incendio, cuál será el tipo de tajo y que limitaciones tendrían esos equipos para poder actuar. Las limitaciones más importantes ya han sido relacionadas anteriormente en el apartado 9 y vienen dadas fundamentalmente por los accesos, la litología de la zona de actuación, la pendiente de dicha zona y los modelos de combustibles presentes.

Si lo que se pretende es la construcción de líneas de control, es importante determinar dónde se deposita el material quemado o el material verde. Si la construcción de la línea es en la misma línea de fuego (ataque directo en un frente ascendente o en una zona llana), el material quemado debe quedar en la zona quemada y el verde en lo zona sin quemar. Para ello puede ser necesaria la actuación de una Brigada tras la máquina. En estos casos donde se trabaja fundamentalmente por enterramiento del frente hay que tener especial cuidado en la formación de carboneras que puedan provocar nuevos focos tras el paso del tractor. Si se producen, el mismo tractor puede desenterrar este combustible para poder extraerlo, enfriarlo con agua y volverlo a enterrar o dejarlo al aire en una zona sin combustible alrededor. Si los montones no son muy grandes se puede hacer de forma manual con Brigadas.

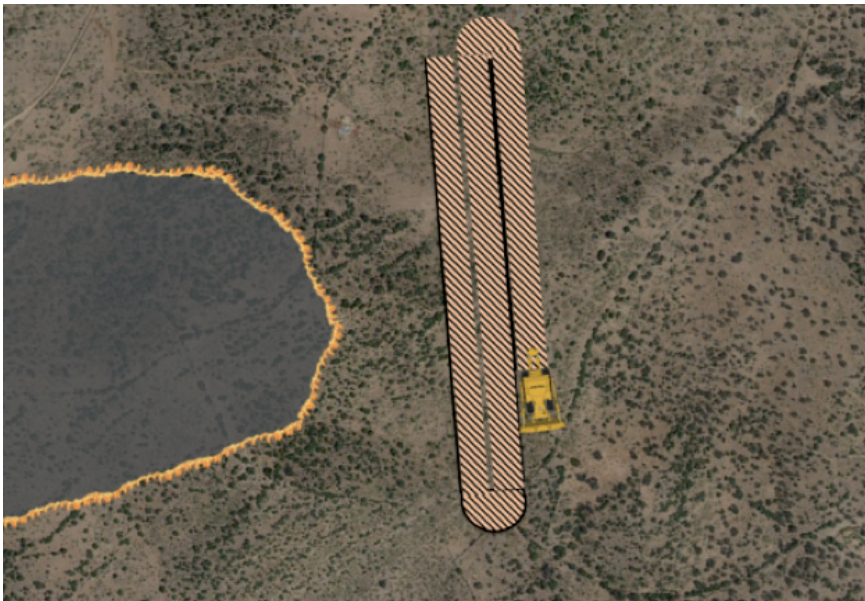


Figura 115 Ampliación de la anchura de la línea de control con un tractor de cadenas.
Imagen: Juan Caamaño.



Si la construcción de líneas de control no es en la misma línea de fuego (ataque directo en frente descendente, ataque en paralelo o indirecto), es importante determinar de dónde viene el fuego para situar el material verde al lado contrario de la línea.

Otra cuestión a determinar es la anchura de la línea de control. En la mayoría de los casos, con la anchura de la hoja de empuje suele ser suficiente (en tractores Tipo 2, entre 2,8 y 4,2 m), aunque sea necesario dar al menos dos pasadas para poder dejarla libre de combustible y poder excavar hasta suelo mineral. En determinadas actuaciones puede ser necesario llevar a cabo líneas con mayor anchura, en zonas con combustibles ligeros o donde se dispone de tiempo o infraestructuras ya existentes, pero que no presentan mantenimiento y por tanto poseen combustible en su interior. Si se dispone de varios tractores se puede avanzar en paralelo, y si solo se dispone de uno habrá que realizar la actuación empezando por la zona donde viene el fuego hasta las zonas más alejadas, llevando a cabo cambios de sentido con el tractor.



Figura 116 Trabajo nocturno con tractor de cadenas. Piedrabuena (Ciudad Real). Foto: Andres Lara.

La operativa de los tractores en función de los modelos de combustible, vendrá determinada por la carga de combustible y su facilidad de arranque, volteo y enterrado. A mayor carga y menor disponibilidad de tierra para voltear más dificultad, por lo que en modelos de combustibles con mucha carga es siempre recomendable usar varios tractores trabajando en avance continuo. En zonas arboladas donde se puedan producir fuegos



Figura 117 Trabajo nocturno con tractor de cadenas. Valverde del Fresno (Cáceres). Foto: Juan Jesús Sancho.



Figura 118 Ejemplo de zona de descarga, repostaje y mantenimiento de equipos de maquinaria pesada. Cogolludo (Guadalajara). Foto: Autor.

de copas con paveseo es importante que estos equipos trabajen también en avance continuo, por ser más efectivo y seguro, disponiendo siempre de observadores y apoyo aéreo.

La planificación de las tareas mecanizadas es una tarea a llevar a cabo por el Director de Extinción, en función del número de tractores disponibles, de los horarios y jornadas de los maquinistas y de progresión y comportamiento del fuego actual y futuro.

Para poder disponer de un esfuerzo constante en el trabajo con los tractores de cadenas la mejor opción es disponer de dos equipos humanos por cada equipo de maquinaria pesada, lo que garantiza el trabajo las 24 horas con turnos de 12 horas de trabajo y 12 horas de descanso, siendo imprescindible disponer de alojamiento para el equipo lo más cercano al incendio, para garantizar las horas de descanso. Si no se dispone de equipos para trabajar las 24 horas, la Dirección de Extinción, en base a la progresión actual y futura del incendio, deberá determinar las horas de entrada y salida de los tractores, para ejecutar las tareas encomendadas en el momento que se determine, siempre respetando 12 horas de trabajo y 12 horas de descanso del equipo humano.

En caso de trabajos nocturnos es muy importante disponer de una buena cartografía del territorio para ponerlo a disposición del maquinista y del capataz del equipo. El capataz debe de disponer de una linterna de alta luminosidad con suficientes baterías, para ser visible en todo momento por el maquinista, siendo especialmente cuidadosos en zonas con rocas sueltas, con posibilidad de simas o huecos en el terreno y de elevada pendiente.

En el caso de grandes incendios donde se utilicen varios equipos de maquinaria pesada, se hace necesario establecer una o varias zonas de descarga, repostaje y mantenimiento, situadas a pie de carretera, en una zona segura, donde puedan situarse los camiones góndola y se puede desplazar una cuba de repostaje o un taller móvil, si fuera necesario.

Restauración de las líneas ejecutadas





La **restauración de las líneas** ejecutadas en el incendio debe de ser una actuación a llevar a cabo desde el mismo momento que se ha terminado la emergencia. Dichas líneas constan de una zona de excavado donde se genera una cuneta y de un caballón lateral donde se acumula la tierra y restos de vegetación eliminados. Dichas líneas transcurren normalmente por zonas de elevada pendiente por lo que se añaden daños de erosión y sedimentación. El primer paso debe de ser la saca de la madera y la eliminación o saca de restos. El segundo debe de ser reducir la pendiente de la zona excavada y reducir el tamaño del caballón lateral intentando nivelar el terreno a las condiciones previas al fuego.

El tercer objetivo de la restauración es evitar la erosión y reconducir el patrón de drenaje previo al fuego tanto como sea posible. Las condiciones y normas locales determinarán las pautas de espaciamiento de caballones desviadores. Dichos trabajos pueden llevarse a cabo el mismo tractor de cadenas o si se necesita mayor perfección en la ejecución se puede usar una retroexcavadora de cadenas.



Figura 119 Ejemplos de líneas ejecutadas con tractor de cadenas. Observar zona de excavación y zona de vertido de tierras y restos. Abenojar y Retuerta del Bullaque (Ciudad Real). Foto: Autor.



Figura 120 Línea ejecutada con tractor de cadenas. Fundamental llevar a cabo la saca de madera y eliminación de restos. Incendio en Piedrabuena (Ciudad Real). Foto: Andrés Lara.



Es necesario asegurarse que los caballones desviadores queden integrados en suelo sólido y no sean construidos con tierra suelta y restos orgánicos. Deben ser lo suficientemente profundos para soportar el paso de vehículos si así se determina, la erosión y sedimentación en el tiempo. Las salidas de los caballones desviadores deben estar abiertas para que funcionen correctamente. Coloque la salida de los caballones donde el suelo esté bien protegido por restos orgánicos o pedregosidad natural para que pueda soportar el escurrimiento del caballón en una pendiente descendente del 30%. No coloque los caballones desviadores donde se quiera desviar un drenaje natural.

El suelo y los restos de combustible que se empujan a un lado durante la construcción la línea de fuego actúan como un pequeño lomo o caballón y pueden incrementar la escorrentía si se tienen largas distancias. Se debe romper dichos lomos con frecuencia entre los caballones desviadores. Siempre que sea posible, se debe empujar el suelo y restos orgánicos desplazados por la construcción de la línea de nuevo hacia la línea. Esto ayudará a restaurar la capa superficial del suelo y la cobertura de este. Esto debe hacerse sólo si no causa excesiva perturbación adicional del suelo.

Los caballones desviadores, o zanjas transversales de drenaje superficial, se dispondrán formando un ángulo de entre 30°-60° a la línea, además se les dotará de una pendiente transversal, como en el caso anterior, de entre 3 y 5%, y una profundidad de 0,3 a 0,6 metros.

La separación entre zanjas transversales se calcula en función de la pendiente longitudinal del camino y el tipo de sustrato.

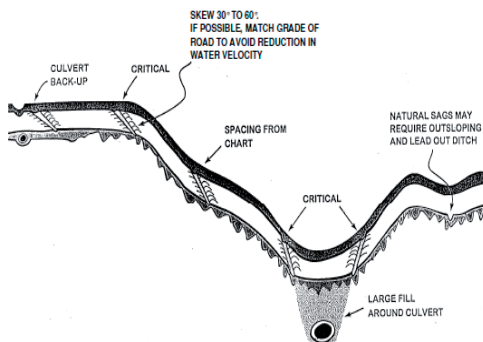


Figura 121 Localización de los caballones desviadores a lo largo de una línea. Fuente: Warren Ch. *Water bar placement and construction guide for Siuslaw Forest roads*.



Figura 122 Reducción del tamaño del caballón lateral nivelando el terreno. Puebla de Don Rodrigo (Ciudad Real). Foto: Calixto Lucio.

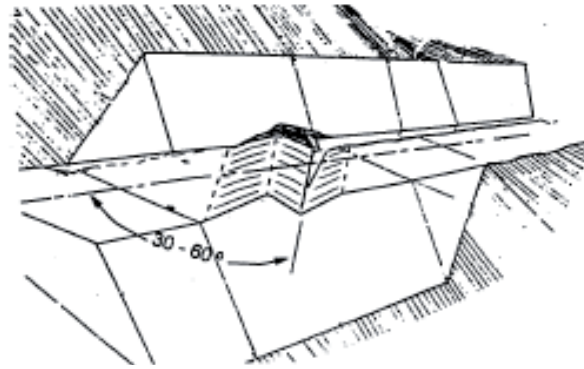


Figura 123 Detalle de un caballón desviador dotándolo de un ángulo respecto del talud de 30-60°. Fuente: Warren Ch. Water bar placement and construction guide for Siuslaw Forest roads.

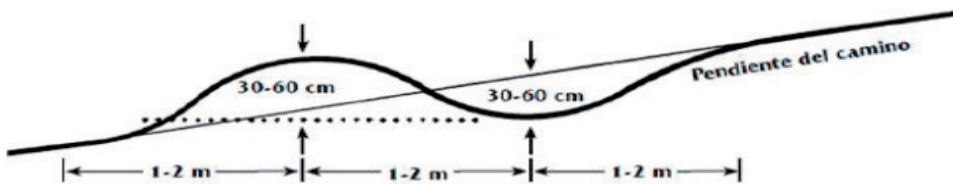


Figura 124 Sección transversal de un caballón desviador. Imagen: USDA, Forest Service.

Tabla 28 Separación en metros entre caballones desviadores en función de la pendiente y del tipo de suelo. Fuente: US Agency for International Development (USAID).

Pendiente del camino (%)	Suelos de baja a nula erosionabilidad (suelos rocosos, grava y ciertas arcillas)	Suelos erosionables (suelos finos desmenuzables, limos, arenas finas)
0-5	75	40
6-10	70	30
11-15	45	20
16-20	35	15



Figura 125 Restauración de líneas tras incendio.
Imagen: Garnet Mirau. Linbir Timber Consulting. 2005.

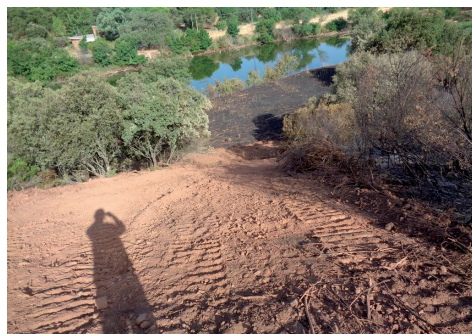


Figura 126 Proceso de reducción del tamaño del caballón lateral. Puebla de Don Rodrigo (Ciudad Real).
Foto: Calixto Lucio.



Figura 127 Proceso de ejecución de un caballón desviador con tractor de cadenas. Puebla de Don Rodrigo (Ciudad Real).
Foto: Calixto Lucio.

CAPÍTULO

12

Prevención de riesgos laborales en trabajos de extinción con maquinaria pesada





12.1. Aplicación de la ley de prevención de riesgos laborales a la extinción de incendios forestales

El empleador tiene contraída con sus trabajadores una deuda de seguridad por el único hecho de que éstos presten servicios bajo su ámbito organizativo, al tener que dispensarles una protección eficaz en la materia, a fin de que hagan efectivo el derecho que, al respecto, les reconoce nuestro ordenamiento jurídico, derivado del que tienen a conservar su integridad física, reconocido en los arts. 4.2.d y 19.1 del Estatuto de los Trabajadores (ET) y art. 14.1 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL). Obligación que le exige, específicamente, cumplir las obligaciones establecidas en la normativa sobre prevención de riesgos laborales (art. 14.3 LPRL) y, con carácter más general, adoptar cuantas medidas sean necesarias para la protección de seguridad y la salud de los trabajadores (art. 14.2 LPRL), previendo a tal fin las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador (art. 15.4 LPRL).

Éstos, por su parte, no están exentos de deberes en esta materia, pues han de observar las medidas legales y reglamentarias de seguridad (art. 19.2 ET). De ahí que también la normativa sobre prevención de riesgos laborales les imponga determinadas obligaciones (art. 29 LPRL). No obstante, su trasgresión no exonera al empresario de cumplir con su deber en esta materia (art. 14.4 LPRL)

Deuda de seguridad a cargo del empleador, del cual no quedan excluidos el personal funcionario o personal contratado por empresas que interviene en los trabajos de prevención y extinción de incendios forestales. Con respecto a ello, con fecha 30 de marzo de 2007 ya se pronunció la Dirección General de Trabajo, con el tenor literal siguiente:

1.- El artículo 3.2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales dispone literalmente que:

“2.- La presente Ley no será de aplicación en aquellas actividades cuya particularidades lo impidan en el ámbito de las funciones públicas de:



Policía, seguridad y resguardo aduanero.

Servicios operativos de protección civil y peritaje forense en los casos de grave riesgo, catástrofe y calamidad pública

Fuerzas Armadas y actividades de militares de la Guardia Civil.

No obstante, esta Ley inspirará la normativa específica que se dicte para regular la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores que presten sus servicios en las indicadas actividades.”

Debe recordarse, igualmente, que esta disposición nacional deriva de la Directiva 89/391/CEE, del Consejo, de 12 de junio de 1989, relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores, cuyo artículo 2.2 dispone:

“La presente Directiva no será de aplicación cuando se oponga a ello de manera concluyente las particularidades inherentes a determinadas actividades específicas de la función pública, por ejemplo, en las fuerzas armadas o la policía, o a determinadas actividades específicas en los servicios de protección civil.

En este caso, será preciso velar para que la seguridad y la salud de los trabajadores queden aseguradas en la medida de lo posible, habida cuenta los objetivos de la presente Directiva”.

2.- El Tribunal de Justicia de las Comunidades Europeas ha establecido una doctrina en torno a las exclusiones de la Directiva marco 89/391/CEE, configurada en sentencias como las de 3 de octubre de 2000 (Asunto SIMAP, C-303/98) y de 5 de octubre de 2004 (Asunto Pfeiffer y otros, C-397/01 a C-403-01) y en el auto de 14 de julio de 2005 (Asunto Personalrat der Feuerwehr Hamburg, C-52/04), en el que se cuestionaba la aplicabilidad de la Directiva 89/391/CEE al personal del Servicio contra incendios de Hamburgo.

De acuerdo con esa doctrina:

- El ámbito de aplicación de la Directiva 89/391 ha de entenderse de manera amplia, considerando que su objeto es promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores en el trabajo y su propia dicción literal.
- En consecuencia, las excepciones a dicho ámbito previstas en el artículo 2.2, párrafo primero, deben interpretarse restrictivamente.



- En relación con la exclusión relativa a la protección civil, no se excluyen los servicios de protección civil en cuanto tales, sino únicamente «determinadas actividades específicas» de dichos servicios cuyas particularidades se pueden oponer de manera concluyente a la aplicación de las normas enunciadas por la citada Directiva. La exclusión únicamente se adoptó a efectos de asegurar el buen funcionamiento de los servicios indispensables para la protección de la seguridad, se la salud y del orden público en circunstancias de excepcional gravedad y magnitud -por ejemplo, una catástrofe- que se caracterizan por el hecho de no prestarse, por naturaleza, a una planificación del tiempo de trabajo de los equipos de intervención y de socorro.

3.- De acuerdo con las consideraciones expuestas, pueden extraerse unas conclusiones claras sobre la aplicabilidad de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y toda la normativa que de dicha Ley deriva al personal destinado a tareas de prevención y extinción de incendios forestales. Tales conclusiones serían:

A) Por una parte, la Ley de Prevención de Riesgos Laborales es de aplicación a las «actividades de los bomberos, aun cuando éstas se ejerzan por las fuerzas de intervención sobre el terreno, y poco importa que tengan por objeto combatir un incendio o prestar socorro de otra forma, dado que se realizan en condiciones habituales, conforme a la misión encomendada al servicio de que se trata [...]» (apartado 52 del Auto)

*B) Este principio general de aplicación de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales sólo cederá ante situaciones de **«grave riesgo colectivo»** (apartado 53 del Auto) como, por ejemplo, «catástrofes naturales o tecnológicas, los atentados, accidentes graves u otros eventos de la misma índole, **cuya gravedad y magnitud requieran la adopción de medidas indispensables para la protección de la vida, de la salud así como de la seguridad colectiva y cuyo correcto cumplimiento se vería comprometido si debieran observarse todas las normas contenidas en las Directivas 89/391 [...]»** (apartado 54). No obstante, en estos casos no debe olvidarse que «la Directiva 89/391 exige a las autoridades competentes que velen para que la seguridad y la salud de los trabajadores queden aseguradas en la medida de lo posible» (apartado 56).*

Con lo expuesto no debería quedar duda de la aplicación de la ley de PRL a las actividades de prevención y extinción de incendios forestales; por ello se ha considerado necesario la introducción del presente epígrafe en la publicación, pretendiendo con ello servir de guía para desarrollar e implantar la gestión de la acción preventiva en los trabajos de extinción de incendios forestales con maquinaria pesada.



12.2. Seguridad intrínseca de la maquinaria pesada utilizada en extinción de incendios forestales

El principio básico de la seguridad en equipos de trabajo (por equipo de trabajo se entiende cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo, conforme a definición dada en art 2 de RD 1215/1997) es la llamada prevención intrínseca. Se trata de que todo equipo de trabajo debe ser seguro en sí mismo, por lo que, ya desde su diseño, debe cumplir con unos requisitos mínimos de seguridad que garanticen la salud de las personas que los utilizan. Al mismo tiempo, también se deben cumplir una serie de condiciones o precauciones en lo que respecta a su instalación, utilización, mantenimiento o reparación.

Estos dos aspectos de la seguridad en equipos de trabajo están regulados, básicamente, por dos tipos de normativa: una, dirigida a fabricantes, que establece las condiciones mínimas de seguridad que tienen que tener los equipos de trabajo para que puedan ser comercializadas (p.ej., R.D. 1644/2008 y R.D. 1435/1992 de máquinas), y otro sobre la utilización de equipos de trabajo (R.D. 1215/1997).

El objetivo principal de las directivas (directiva de máquinas, etc.) de las que emanan las normas dirigidas a fabricantes (real decreto de máquinas, etc.), es eliminar las barreras a la libre circulación (p.ej., de máquinas) en la Unión Europea, mediante la armonización de los requisitos esenciales de seguridad y salud aplicables a su diseño y construcción. En virtud del artículo 95 del Tratado constitutivo de la Comunidad Europea, dichos requisitos garantizan un nivel elevado de seguridad para las personas, los animales domésticos y los bienes y, en particular, para los trabajadores, ante los riesgos derivados de la utilización de máquinas.

Por ello si el equipo de trabajo en cuestión (p.ej., maquinaria pesada utilizada en tareas de extinción de incendios forestales) es conforme a los preceptos de la normativa que le sea de aplicación, se puede decir que se está ante un equipo de trabajo (p.ej., máquina) intrínsecamente seguro en el momento de su primera comercialización y/o puesta en servicio en la Unión Europea. Ello se acreditará con los correspondientes certificados exigidos en la normativa que a cada una de ellas le es de aplicación (p. ej., declaración CE de conformidad y marcado CE en máquinas)



12.2.1. Maquinaria pesada utilizada en extinción de incendios forestales cubierta por la directiva de maquinas

Los tipos de máquinas usados en extinción de incendios forestales han quedado detallados en el Capítulo 2. Salvo los tractores agrícolas y forestales (ver art 1 del RD 1435/1992 y art 1 del RD 1644/2008), todas ellas (bulldozer o tractores de cadenas, procesadoras, retroexcavadoras, etc.) se encuentran incluidas dentro del ámbito de aplicación de las directivas de máquinas y por tanto quedan cubiertas por los reales decretos que las transponen al derecho interno español (RD 1435/1992 y RD 1644/2008) seguidamente comentados.

En el caso de las Directivas de Máquinas y los reales decretos que las transponen al derecho interno (RD 1435/1992 y RD 1644/2008), se aplican a la primera comercialización y/o puesta en servicio en la Unión Europea, es decir, a las máquinas nuevas fabricadas en la Unión Europea y a las nuevas y/o usadas procedentes de terceros países.

El Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre, modificado por Real Decreto 56/1995, dicta las disposiciones de aplicación de la Directiva 89/392/CEE del Consejo, de 14 de junio, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas, modificada por la Directiva 91/368/CEE del Consejo, de 20 de junio, y fija los requisitos esenciales correspondientes de seguridad y salud.

Este Real Decreto afecta a las máquinas incluidas en su ámbito de aplicación (ver su art 1). Dentro de su ámbito de aplicación se encontrarían la maquinaria pesada utilizada en trabajos de extinción de incendios forestales (bulldozer, procesadoras, retroexcavadoras, etc.), salvo los tractores agrícolas y forestales.

Este Real Decreto es de cumplimiento obligatorio para todas las máquinas sujetas a él, cuya primera comercialización y/o puesta en servicio en España esté comprendida entre el 1/1/1995 y el 29/12/2009. En carretillas elevadoras y estructuras ROPS y FOPS se establecen unos plazos de aplicación posteriores al 1/1/1995.

El Real Decreto 56/1995 es de cumplimiento obligatorio para todas las máquinas sujetas al R.D. 1435/1992, cuya primera comercialización y/o puesta en servicio en España esté comprendida entre el 1/1/1997 y el 29/12/2009.



El Real Decreto 56/1995 indica que para poder certificar la conformidad de las máquinas y componentes de seguridad con el R.D. 1435/1992, el fabricante o su representante legalmente establecido en la Comunidad Europea deberá elaborar por cada una de las máquinas o componentes de seguridad fabricados, una declaración CE de conformidad cuyos elementos figuran, según los casos, en los párrafos A o C del anexo II de ese RD 56/1995. Además, y únicamente para las máquinas, el fabricante o su representante establecido en la Comunidad Europea, deberá colocar sobre las máquinas el marcado CE a que se refiere el artículo 10 del RD 56/1995. Conforme a lo establecido en su disposición transitoria primera, es a partir del 1 de enero de 1997 cuando toda máquina puesta en el mercado debe disponer obligatoriamente de los referidos sistemas de marcado (marcado CE y declaración CE de conformidad). Hasta esa fecha se admite la comercialización y la puesta en servicio de máquinas que sean conformes con los sistemas de marcado vigentes antes del 1 de enero de 1995.

Por lo expuesto, todas las máquinas sujetas al RD 1435/1992, modificado por RD 56/1995, cuya primera comercialización y/o puesta en servicio en España esté comprendida entre el 1/1/1997 y el 29/12/2009, obligatoriamente deberán disponer de marcado CE y declaración CE de conformidad, conforme a lo establecido en el RD 56/1995; lo cual permitirá garantizar que nos encontramos ante una máquina intrínsecamente segura.

El Real Decreto 1644/2008 deroga tanto al Real Decreto 1435/1992 como a su posterior modificación (el Real Decreto 56/1995), y, al igual que éstos, establece las exigencias específicas que deben cumplir los fabricantes de máquinas para comercializar o poner en servicio una máquina de nueva fabricación en España a partir de su entrada en vigor el 29/12/2009.

Por tanto a partir del 29/12/2009 todas las máquinas incluidas en el ámbito de aplicación del Real Decreto 1644/2008 (ver su capítulo 1), obligatoriamente deberán disponer de marcado CE y declaración CE de conformidad, conforme a lo allí establecido; lo cual permitirá garantizar que nos encontramos ante una máquina intrínsecamente segura.

Al igual que ocurría con el RD 1435/1992, dentro de su ámbito de aplicación se encontraría la maquinaria pesada utilizada en extinción de incendios forestales (bulldozer, procesadoras, retroexcavadoras, etc.), excepto los tractores agrícolas y forestales (ver su art 1).



Procede indicar que las máquinas afectadas por los Reales Decretos anteriores (RD1435/1992, RD56/1995) no se ven afectadas por este Real Decreto 1644/2008.

Ya sea en aplicación del Real Decreto 1644/2008 o en aplicación del RD 1435/1992, la maquinaria pesada utilizada en extinción de incendios forestales deberá disponer de estructura ROPS (estructura de protección contra el vuelco) y FOPS (estructura de protección contra la caída de objetos), adecuadamente certificada conforme a la norma armonizada que le fuese de aplicación (p.ej., UNE EN ISO 3471-2009; UNE-EN ISO 12117-2 y UNE-EN ISO 3449:2008)

Procede indicar que estas estructuras ROPS y FOPS han de estar específicamente diseñadas, probadas y certificadas para cada máquina en concreto.

12.2.2. Particularidades para los tractores agrícolas y forestales

Los tractores agrícolas y forestales están fuera del ámbito de aplicación del RD 1435/1992 y del RD 1644/2008; debiendo en cambio superar para su comercialización una homologación de tipo CE o nacional. La homologación de tipo CE de los tractores agrícolas y forestales está regulada por la Directiva 2003/37/CE, de 26 de mayo, relativa a la homologación de los tractores agrícolas y forestales, de sus remolques y de su maquinaria intercambiable remolcada, así como de los sistemas, componentes y unidades técnicas de dichos vehículos, por la que se deroga la Directiva 74/150/CEE. Esta directiva ha sido incorporada al ordenamiento jurídico español mediante sucesivas órdenes ministeriales de actualización de los anexos del Real Decreto 2028/1986.

La homologación de tipo nacional estaba regulada en el Real Decreto 2140/1985, el cual ha sido derogado mediante el Real Decreto 750/2010, estableciéndose con ello una nueva regulación armonizada con las previsiones de la Directiva 2003/37/CE.

En cuanto a la caracterización y registro de la maquinaria agrícola, el Real Decreto 1013/2009, de 19 de junio, sobre caracterización y registro de la maquinaria agrícola, deroga la Orden del Ministerio de Agricultura, de 14 de febrero de 1964, por la que se establece el procedimiento de homologación de la potencia de los tractores agrícolas, adoptando los mismos criterios que la normativa comunitaria para fijar de forma inequívoca este importante parámetro, de acuerdo con el Real Decreto 2028/1986.



Además, el tractor es un equipo móvil que, en general, debe circular por vías públicas, por ello también le aplica los requisitos previstos en la legislación sobre seguridad vial.

El **Real Decreto 1013/2009** tiene por objeto el establecimiento de la normativa para caracterizar la maquinaria agrícola, especialmente en cuanto a la acreditación de su potencia y al equipamiento de dispositivos de seguridad, así como para regular las condiciones básicas para la inscripción de esta maquinaria en los Registros Oficiales de Maquinaria Agrícola de las Comunidades Autónomas (en lo sucesivo ROMA). Por ello las condiciones intrínsecas de seguridad de estos equipos de trabajo (tractores agrícolas y forestales) quedarán acreditadas mediante el correspondiente certificado de inscripción en el ROMA, en el que conste su número de inscripción en el registro. Entre las referidas condiciones intrínsecas de seguridad se encuentra la estructura de protección de los trabajadores en caso de vuelco.

Por otro lado, estos tractores están incluidos en el ámbito de aplicación del **RD 1215/1997**; por ello les será de aplicación lo seguidamente expuesto en referencia a este real decreto.

12.2.3. Real Decreto 1215/1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de los equipo de trabajo

El Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, establece las obligaciones específicas de los empresarios usuarios de equipos de trabajo, estén o no incluidos en las directivas de máquinas. Por ello este real decreto sí es de aplicación a toda la maquinaria pesada utilizada en extinción de incendios forestales, incluidos los tractores agrícolas y forestales.

Según este Real Decreto el empresario adoptará las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que ponga a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos.

Esta norma es de aplicación a todos los equipos utilizados en el trabajo, desde las máquinas a las instalaciones, aparatos a presión, depósitos, instrumentos, herramientas...



Según sus indicaciones, el empresario debe garantizar que los equipos de trabajo:

- 1.- Cumplen las condiciones de seguridad exigidas (comprobándose tal cumplimiento, mediante las pruebas adecuadas si es necesario).
- 2.- Se seleccionan, utilizan y mantienen de forma adecuada.

En el primer punto se pide que el equipo sea técnicamente seguro (intrínsecamente seguro), y para ello deberán cumplirse las condiciones que exige el anexo I de este Real Decreto. En cambio, con el segundo punto se pretende que el equipo que es técnicamente seguro no deje de serlo porque se utiliza incorrectamente o se mantiene deficientemente.

Cabe señalar que el Anexo I de dicho Real Decreto 1215/97 trata de condiciones relativas a las características de los equipos, tanto de tipo general (parte 1 del Anexo I), como específicas para las máquinas móviles y de elevación de cargas (parte 2 del Anexo I). Los requisitos fijados en el Anexo I deben ser considerados como mínimos absolutos. Sin embargo, estos requisitos están condicionados a la existencia del riesgo para el que se especifica la medida correspondiente, son de aplicación general (se aplican a cualquier equipo de trabajo sin discriminar en función de sus características específicas) y, además, tienen poca concreción. Por el contrario, las directivas relativas a la comercialización de productos (por ejemplo, directivas de máquinas anteriormente referidas) establecen niveles elevados de seguridad, se aplican a productos (y riesgos) específicos y fijan (directa o indirectamente) requisitos mucho más concretos.

Consecuentemente, en la práctica, el Anexo I es de aplicación subsidiaria respecto a la citada normativa y debe suponerse que los equipos de trabajo sujetos al mercado CE (máquinas, etc.) lo cumplen siempre. La simple aplicación de los requisitos de este Anexo I a equipos con reglamentación específica (en el caso de máquinas, a las posteriores al 1 de enero de 1995) podría suponer una merma en los niveles de seguridad exigibles y puede que no satisfagan lo requerido por el estado de la técnica (véase Art.15 e) de la Ley 31/1995). En cualquier caso deben realizarse las comprobaciones pertinentes conforme al apartado 3.1a).

Dentro del capítulo de las obligaciones del empresario, se señalan, entre otras, las siguientes:



El mantenimiento se realizará según instrucciones del fabricante, garantizando la adecuada conservación del equipo de trabajo

- Esto significa que, además de adquirir equipos intrínsecamente seguros conforme a lo ya expuesto, es necesario prever un mantenimiento que garantice que dicha conformidad perdura durante toda la vida del equipo, es decir, realizar mantenimiento preventivo conforme a las instrucciones aportadas por el fabricante del propio equipo de trabajo.
- Garantizará la formación e información de los trabajadores sobre los riesgos y sobre las medidas de prevención conforme a lo expuesto en el artículo 5 del RD 1215/1997 y en el artículo 41 de la ley 31/1995
- Las referidas obligaciones deberán ser cumplidas por el empresario independientemente de la disposición legal o reglamentaria que le sea de aplicación al equipo (máquina, etc.)

Cabe señalar que el RD1215/1997 no exige la “certificación” de las máquinas, ni la colocación del marcado CE (siempre que no se modifique sustancialmente la máquina). Lo que se exige es que el equipo de trabajo (máquina, etc.), independientemente de cuál sea su fecha de comercialización o puesta en servicio, cumpla con las exigencias del anexo I del Real Decreto. Por ello un Técnico Superior en Prevención de Riesgos Laborales, teniendo en cuenta los criterios contenidos en el Anexo I del Real Decreto 1215/97, deberá evaluar los riesgos del equipo de trabajo (máquina, etc.) y calificará la aptitud de los medios de prevención utilizados en ese equipo de trabajo para controlar esos riesgos. Igualmente en esta evaluación se tienen que contemplar los riesgos derivados de la utilización del equipo de trabajo a fin de verificar el cumplimiento del Anexo II, y ser ajustada a lo establecido al respecto en la Sección 1 del Capítulo II del R.D. 39/1997 modificado por R.D. 298/2009.

12.2.4. Resumen de acciones adoptar para garantizar la seguridad intrínseca de la maquinaria pesada utilizada en extinción de incendios forestales

Acciones de aplicación a toda la maquinaria pesada (bulldozer, etc.) excepto a tractores agrícolas y forestales

Deberá disponer de declaración CE de conformidad y marcado CE. Esta declaración y este marcado serán conformes a RD 1435/1992 modificado por RD 56/1995 si la primera comercialización y/o puesta en servicio en España está comprendida entre el 1/1/1997 y el 29/12/2009. Si la primera comercialización y/o puesta en servicio en España es posterior



al 29/12/2009, la declaración CE de conformidad y el marcado CE serán conformes al RD 1644/1997.

Estas máquinas irán dotadas de estructura tipo ROPS y FOPS adecuadamente certificadas conforme a la norma armonizada que le fuese de aplicación (p.ej., UNE EN ISO 3471-2009; UNE-EN ISO 12117-2 y UNE-EN ISO 3449:2008)

Acciones de aplicación a los tractores agrícolas y forestales

Estos tractores deberán disponer del correspondiente certificado de inscripción en el ROMA, en el que conste su número de inscripción el registro.

Acciones de aplicación a toda la maquinaria pesada utilizada en extinción de incendios forestales

Deberán estar sometidos a programa de mantenimiento preventivo conforme a instrucciones de su fabricante, garantizando que la conformidad inicial perdura durante toda la vida de la máquina.

A los trabajadores expuestos a los riesgos derivados del uso de estas máquinas, se le deberá impartir formación e información sobre los riesgos y sobre las medidas de prevención a adoptar, conforme a lo expuesto en el artículo 5 del RD 1215/1997 y en el artículo 41 de la ley 31/1995. Ellos tendrán la obligación conforme al artículo 29 de la ley 31/1995, de adoptar las medidas preventivas que se le indiquen en la formación e información recibida, entre las cuales se incluye el uso de la máquina conforme a las instrucciones aportadas por el fabricante del mismo.

Un Técnico Superior en Prevención de Riesgos Laborales, teniendo en cuenta los criterios contenidos en el Anexo I del Real Decreto 1215/97, deberá evaluar los riesgos del equipo de trabajo (máquina, etc.) y calificará la aptitud de los medios de prevención utilizados en ese equipo de trabajo para controlar esos riesgos. Igualmente en esta evaluación se tienen que contemplar los riesgos derivados de la utilización del equipo de trabajo a fin de verificar el cumplimiento del Anexo II, y ser ajustada a lo establecido al respecto en la Sección 1 del Capítulo II del R.D. 39/1997 modificado por R.D. 298/2009.



12.3. Recomendación de medidas preventivas a adoptar en prevención de riesgos derivados del uso de los tractores de cadenas en tareas de extinción de incendios forestales

Anteriormente ya quedó de manifiesta la obligación legal de impartir formación e información sobre los riesgos y sobre las medidas de prevención a adoptar, conforme a lo expuesto en el artículo 5 del RD 1215/1997 y en el artículo 41 de la ley 31/1995. Esta formación e información ha de estar basada en las instrucciones de seguridad aportadas por el fabricante de cada máquina.

Como complemento a ello y a la seguridad intrínseca que ha de tener la máquina utilizada en conformidad con los Reales Decretos de maquinas, seguidamente se identifican, junto con los factores de riesgo y riesgos previsibles, una serie de medidas preventivas de aplicación a los bulldozer o tractores de cadenas, y en general a la mayoría de la maquinaria pesada, utilizados en extinción de incendios forestales.

Factor de Riesgo: Transporte del bulldozer

Riesgos Previsibles:

- Atrapamientos por vuelco de máquinas o vehículos (caída del bulldozer durante su transporte.)
- Atropellos, golpes o choques contra o con vehículos (atropellos con el camión durante la marcha).

Medidas Preventivas

- En operaciones de transporte, la longitud, la tara y el sistema de bloqueo y sujeción del tractor a la góndola han de ser los adecuados a la normativa vigente. Dada la importancia de ello se recomienda que los Servicios de Extinción desarrollen un Protocolo de transporte de los equipos donde se refleje la normativa y las medidas a aplicar.
- Las plataformas de los semirremolques góndolas llevarán tabloncillos de madera, en la zona donde apoya el bulldozer durante su transporte en él y las cadenas del bulldozer irán apoyadas sobre neumáticos, con objeto de imposibilitar desplazamientos involuntarios del mismo al apoyar directamente sus cadenas con las partes metálicas del semirremolque.



El bulldozer permanecerá adecuadamente sujeto mediante cadenas tensadas y amarradas al semirremolque.



Figura 128 Proceso de reducción del tamaño del caballón lateral. Puebla de Don Rodrigo (Ciudad Real).
Foto: Calixto Lucio.



Figura 129 Proceso de ejecución de un caballón desviador con tractor de cadenas. Puebla de Don Rodrigo (Ciudad Real).
Foto: Calixto Lucio.



- Los neumáticos del camión y semirremolque góndola se encontrarán en adecuado estado y las tuercas de la llanta firmemente apretadas sin posibilidad de salida durante la marcha.
- Cumplimiento de la Normativa de transporte desarrollada en el Capítulo 9.2.

Factor de Riesgo: Carga y descarga de la máquina en/del semirremolque góndola

Riesgos Previsibles:

- Atrapamientos por vuelco de máquinas o vehículos (vuelco del bulldozer durante la carga o descarga).
- Atropellos, golpes o choques contra o con vehículos (atropellos con el camión o con el bulldozer).

Medidas Preventivas

- Debido al riesgo que supone la carga y descarga de la máquina del semirremolque góndola y al número de accidentes acaecidos, sería recomendable que los Servicios de Extinción desarrollarán un Procedimiento Normalizado de Trabajo (PNT) para llevar a cabo dicha operación con unas medidas como las que se exponen a continuación.
- La carga o descarga del bulldozer se hará en terreno estable (capaz de soportar el peso al que será sometido sin riesgo de hundimiento, desplome, etc.) y sin pendiente (el semirremolque góndola quedará posicionado sin ninguna inclinación y en terreno llano), por lo que previamente a estas operaciones se supervisará la zona tanto por el conductor de la góndola como por el del bulldozer, con objeto de comprobar que las maniobras de acceso del camión y descarga del bulldozer no suponen ningún riesgo de vuelco; eligiendo para ello terrenos llanos y estables.



Figura 130 Vuelco de bulldozer al bajarlo del semirremolque góndola en terreno con ligera pendiente transversal y terreno suelto. Foto: Daniel Melara.



- Cuando el conductor de la góndola no tenga suficiente visibilidad para maniobrar, se dispondrá de un operario que haga las funciones de señalero (realizará estas tareas el conductor del bulldozer), situado a una distancia tal que no se pueda ver expuesto al riesgo de atropello por el camión góndola ni de atrapamientos por este o por el bulldozer portado en caso de vuelco del mismo (al menos se guardará una distancia de seguridad de 15 metros respecto al camión góndola, y siempre se ha de estar en la zona de visión del conductor del camión).
- Una vez que se haya asegurado la zona de descarga, se procederá a colocar adecuadamente los pies de apoyo y plataformas del semirremolque góndola en terreno estable, tal que permita un ascenso y descenso seguro de la máquina, sin que exista riesgo de vuelco.



Figura 131 Izquierda Operación de descarga de tractor. Derecha posicionamiento de los pies de apoyo y bajado de las rampas para descarga del tractor. Almadén (Ciudad Real). Foto: Luis Martín.

- Durante la tarea de carga y descarga del bulldozer, el camión góndola permanecerá parado, con la llave de contacto quitada, con el freno de mano puesto y adecuadamente calzado de tal forma que se imposibiliten desplazamientos involuntarios del mismo.
- Al tomar las rampas de descenso de la góndola, bajar los ripper con objeto de dar mayor estabilidad al bulldozer durante el descenso por las mismas.
- Si el conductor del bulldozer al subirse a la máquina nota el más mínimo riesgo de caída o vuelco del mismo tendrá que comunicarlo al conductor de la góndola y cambiar la zona de descarga, procediendo a verificar la nueva zona como se ha descrito anteriormente.
- Durante la tarea de carga y descarga del bulldozer del semirremolque góndola, actuará de señalero de maniobras el conductor de la góndola; el cual estará situado a una distancia tal que se imposibilite el riesgo de atropello por el bulldozer o de atrapamiento en caso de vuelco del mismo. En todo caso la distancia de seguridad que se ha de guardar, al menos ha de ser de 15 metros, y siempre se ha de estar en la zona de visión del conductor del bulldozer.
- Durante la tarea de carga y descarga del bulldozer, se deberían utilizar neumáticos con el fin de evitar que las cadenas de la máquina entren en contacto con partes metálicas de la góndola y se puedan producir desplazamientos involuntarios del bulldozer con riesgo de vuelco del mismo.



Figura 132 Neumáticos utilizados para carga y descarga de bulldozer en góndola. Foto: Laura Pérez Gómez

Factor de Riesgo: Máquina en movimiento

Riesgos Previsibles:

- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento [Golpes y atrapamientos con objetos rodantes (piedras, ramas, copas de árboles secos u otros materiales) desprendidos por el movimiento de la máquina].
- Atrapamientos por vuelco de máquinas o vehículos (vuelco de la máquina).
- Atropellos, golpes o choques contra o con vehículos (máquina en movimiento).

Medidas de seguridad intrínseca de la máquina:

En especial para evitar o aminorar los riesgos derivados del movimiento de la máquina, procede recordar que esta debe estar dotada de cabina cerrada tipo ROPS y FOPS; cinturón de seguridad y avisadores acústicos de marcha atrás.

Además de ello es conveniente que la máquina lleve incorporado un equipo indicador del riesgo de vuelco, con avisador acústico y visual, que advierta al conductor de la pérdida de estabilidad con riesgo de vuelco de la máquina, con antelación suficiente a que éste se pueda producir, de tal forma que el conductor pueda desistir de la maniobra que se encuentre realizando con riesgo de vuelco. Por el hecho de trabajar en zonas forestales, donde pueden caer ramas, troncos o copas de árboles secos, se cree también conveniente que las máquinas dispongan de unas protecciones especiales para proteger los componentes críticos del tractor, como líneas hidráulicas (cilindros de la hoja de empuje), tubos de escape, parabrisas y ventanillas de la cabina y luces.



Figura 133 Protecciones especiales en Bulldozer CAT D8R de Los Angeles County Fire Department.
Foto: California Dozer Operator's Group.

Medidas Preventivas previas a la puesta en marcha:

- Antes de iniciar los trabajos, comprobar que todos los dispositivos de la máquina responden correctamente y están en perfecto estado: frenos, cadenas, cinturón de seguridad, luces, etc.
- Se debe comprobar que la Estructura de Protección en Caso de Vuelco (ROPS) y la de Protección Frente a Caída de Objetos (FOPS) se encuentra en perfecto estado aparente. No se montarán artículos (extintores de fuego, luces de trabajo, etc.) soldando soportes a la estructura ROPS/FOPS o taladrando agujeros a éstas. Al soldar soportes o taladrar agujeros en la estructura ROPS/FOPS se puede debilitar la estructura.
- Asegurar la máxima visibilidad del puesto de conducción limpiando los retrovisores, parabrisas y espejos.
- Mantener la cabina limpia, sin restos de aceite, grasa o barro, y sin objetos descontrolados en la zona de los mandos.
- Inspeccionar y reparar las cadenas en mal estado o excesivamente desgastadas (las tejas deberían tener un mínimo de 3 cm para considerarse que se encuentran en adecuado estado de uso).



Figura 134 Tejas en correcto estado de uso. Foto: Justino Sánchez-Sierra Paramio.



Figura 135 Tejas excesivamente gastadas con riesgo de deslizamiento de la máquina durante la ejecución de los trabajos. Foto: Justino Sánchez-Sierra Paramio.

- Comprobar que las cadenas mantienen la tensión apropiada.
- Apretar los pernos flojos y sustituir los que falten.
- Antes de arrancar el motor y antes de mover la máquina, asegurarse de que no haya nadie trabajando en la máquina, debajo de la máquina o cerca de la máquina. Antes de mover la máquina, el operador tiene que asegurarse de que no se ponga a nadie en peligro.
- Cuando se active cualquier indicador de alerta (presión de aceite de motor, sistema de carga, temperatura del múltiple de admisión, etc.) se actuará de forma inmediata conforme a lo especificado en el manual aportado por el fabricante de la máquina.



Medidas Preventivas durante la marcha:

- Los riegos que entrañan dichas máquinas en movimiento hacen que se recomiende la elaboración de un Protocolo de Seguridad donde se incluyan las medidas preventivas que se detallan a continuación.
- Sólo debe ir sobre la máquina su conductor.
- La máquina se debe operar desde el asiento y con el cinturón de seguridad abrochado.
- Los parabrisas deberán encontrarse en perfecto estado y se trabajará con ellos y con las puertas cerradas.
- Los objetos transportados en el interior de la cabina deberán ir sujetos adecuadamente de forma tal que se imposibilite su desplazamiento, y en especial en caso de un vuelco de la máquina.
- Mantener contacto visual permanente con los trabajadores y equipos de trabajo próximos que estén en movimiento.
- Evitar desplazamientos en zonas a menos de 2 metros del borde coronación de taludes.
- No avanzar nunca sobre una zona en que la vista del conductor no alcance a distinguir los obstáculos que pudieran presentarse. En tales casos, bajarse de la máquina a inspeccionar el terreno o mandar a un ayudante a que lo haga (capataz de maquinaria, etc.).
- En todo caso en los lugares peligrosos se dispondrá de un operario que se encargue de hacer las señales reglamentarias al maquinista.
- El maquinista usará casco de seguridad, con el barboquejo abrochado.
- No desplazarse por pendientes superiores a las establecidas en el manual de instrucciones del fabricante. De forma general, no se superarán las siguientes pendientes:

En curvas de nivel las pendientes limitantes serán aquellas superiores al 45 %.

En **líneas de máxima pendiente**, usar el ripper puede facilitar dicha operación. En estos casos, las pendientes limitantes son un 55 % ascendiendo y un 75 % descendiendo.

- Nadie se debería encontrar en la en el radio de acción de la máquina. Mientras la máquina está en operación, el Operador y el Capataz de Maquinaria deben vigilar constantemente el área alrededor de la máquina; identificando los peligros potenciales a medida que éstos se hagan visibles alrededor de la máquina; en especial si existe riesgo para terceras personas, caso éste en el que deberá parar la máquina e instar a esas personas a que se retiren de la zona de peligro.
- En especial, se vigilará:



Nadie deberá estar situado justamente delante o detrás de una máquina que esté trabajando. Se debe mantener siempre una distancia mínima de seguridad de al menos 15 metros de la máquina, aumentándose ésta en el cono de deyección de la máquina si existe la posibilidad de caídas de rocas.



Figura 136 Zona de peligro en el radio de acción del tractor. Trabajo de un tractor en línea de máxima pendiente. Retuerta del Bullaque (Ciudad Real). Foto: autor.



Figura 137 Desprendimiento de rocas en un camino. Foto: Enrique Mérida.



Figura 138 Desprendimiento de una roca durante la apertura de calles de desembosque con tractor de cadenas. Foto: Autor.

Hay que tener presente que la vista del conductor del bulldozer es muy limitada tanto hacia delante como hacia atrás.



Figura 139 El conductor del bulldozer vería la cabeza a una persona de aproximadamente 1,70 m. de altura cuando ésta se sitúa a una distancia de aproximadamente 5 metros de la máquina de frente al puesto de conducción Foto: Justino Sánchez-Sierra Paramio.



Para aumentar la visión del conductor en las zonas de peligro de la máquina, se podrían instalar cámaras



Figura 140 Cámara de visión trasera en tractor de cadenas. Foto: Autor.

En terrenos con pendiente, no debería situarse nadie por encima o por debajo de la máquina, para evitar resbalar hacia ella o que si rueden piedras u otros materiales desde la calle que abre la máquina no pongan en peligro al personal que se encuentre a pie.



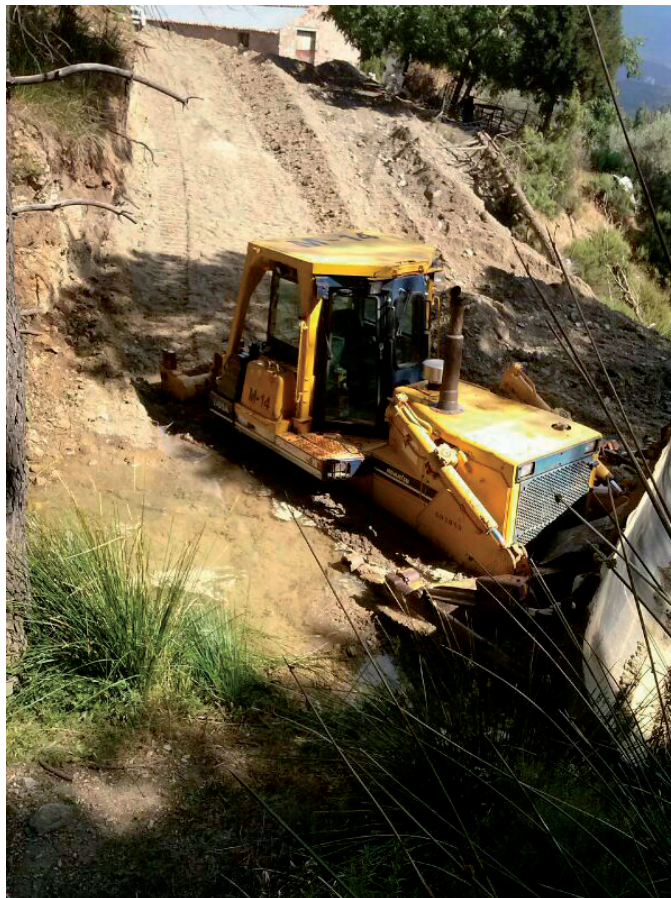
Figura 141 Situación peligrosa de dos trabajadores por debajo del radio de acción del tractor. Retuerta del Bullaque (Ciudad Real). Foto: Urías García.



- No operar la máquina bajo los efectos de alcohol, drogas, medicamentos que produzcan somnolencia, etc.

Medidas preventivas al estacionar el tractor de cadenas:

- Los conductores no abandonaran la máquina en marcha si previamente no han asegurado la imposibilidad de movimiento involuntario de la misma
- Cuando se estacione la máquina en pendiente, utilizar bloques para impedir que ruede sin control.
- La máquina se estacionará en zonas adecuadas, de terreno llano y firme, sin riesgos de desplomes, desprendimientos o inundaciones y como mínimo a 2 metros de los bordes de coronación de taludes.
- Hay que poner el freno de estacionamiento, la palanca de transmisión en punto neutral, el motor parado y el interruptor de la batería en posición de desconexión, y apoyar los implementos de trabajo en el suelo (hoja de empuje, ripper, etc.).



*Figura 142 Estacionamiento de un tractor en una zona de desagüe de un arroyo. Alcaraz (Albacete).
Foto: Ramón Martínez.*



Factor de Riesgo: Extinción de incendio forestal con bulldozer

Riesgos Previsibles:

- Los derivados de la propia tarea de extinción de incendios forestales por personal terrestre (en especial atrapamientos por el frente de llamas)
- Incendios de la propia máquina derivados del calor procedente de la llama del incendio a extinguir
- Explosiones (explosiones de elementos de la máquina, como puede ser la batería o las tuberías de alta presión)

Medidas de seguridad intrínseca de la máquina:

Para trabajos de extinción de incendios forestales, como complementos a las medidas intrínsecas de seguridad con las que la máquina ha de estar dotada en aplicación de los RD 1435/1992 ó RD 1644/2008; es recomendable que esté dotada de:

- Cortinas ignífugas que protejan al conductor en la cabina frente al calor radiante en caso de un atrapamiento por la el frente de llamas.



Figura 143 Cortinas ignífugas instaladas en el interior de la cabina. Foto: Autor.

- La cabina es recomendable equiparla con un EPR (Equipo de protección respiratoria), instalado conforme al apartado 5.1.2.2.3 de la norma EN 1846-2:2009 de camiones autobombas.
- Se instalará EPR adecuado para poder ser utilizado por el maquinista y por el capataz de maquinaria. Irá dotado de manómetro y será de presión positiva; y deberá poder ser utilizado mientras el vehículo está en movimiento



- En ausencia del EPR mencionado; es recomendable portar en la máquina un equipo de respiración portátil para ser utilizado cuando exista riesgo por intoxicación de gases desprendidos de combustible ardiendo.



Figura 144 Botella de aire a presión para ser utilizada en situaciones de emergencia. Foto: Justino Sánchez-Sierra Paramio.

- Equipo de comunicación con auriculares y micrófono incorporado.



Figura 145 Comunicación del maquinista mediante auriculares. Foto: Autor.

Medidas Preventivas frente al riesgo de atrapamiento por el frente de llamas:

Los equipos de maquinaria pesada al igual que el resto de equipos de intervención en la extinción de incendios forestales deben de cumplir el Protocolo OCELA (Observación, Comunicación, Ruta de Escape, Lugar Seguro y Anclaje) como primera norma de



Seguridad y que debe ser establecido y conocido por todos los intervinientes antes de la actuación:

Observación:

- Experiencia/Competencia/Confianza.
- Suficientes observadores y buenos observadores.
- Conocimiento de las ubicaciones del equipo.
- Conocimiento de la ubicación del resto de equipos, en especial si se encuentran por debajo de la máquina.
- Conocimiento de las rutas de escape y zonas seguras.
- Conocimiento de los puntos críticos.
- Observación de las zonas por donde va discurrir la maquinaria y evaluación de la posibilidad de acceso (roquedos, zonas de elevadas pendientes, zonas pantanosas, zonas no quemadas con potencial de retorno).
- Kit Mapa/Información Meteorológica/Reloj.

Comunicación:

- Confirmación de las frecuencias de radio. Disponer de comunicación vía radio con el maquinista, preferiblemente con auriculares.
- Comunicación con el Capataz. Si no la hay por radio al menos mantener una comunicación con señales manuales.
- Establecimiento de tiempos de chequeo y comunicación de posibles cambios que afecten a la seguridad. Mantener contacto permanente Capataz-Maquinista.
- Proporcionar información actualizada sobre cualquier cambio de situación.
- Si se produce una alarma comunicación de forma temprana.

Rutas de Escape:

- Disponer de más de una ruta de escape.
- Evitar las rutas de escape cuesta arriba.
- Exploración de las posibles rutas: Zonas con pérdidas de suelo/Rocas/Vegetación.
- Tiempos de trabajo y de maniobras: Factor fatiga y factor temperatura hacen las operaciones más lentas.
- Evaluar: Tiempo de escape frente a la velocidad de propagación.
- Estacionar los vehículos del equipo (vehículo piloto y camión-góndola) hacia la ruta de escape.

**Lugar seguro:**

- Tener claro como efectuar un lugar seguro con la propia máquina. Posiciones de seguridad en caso de atrapamiento.
- Volver a zona quemada.
- Características de posibles zonas naturales: roquedos/Zonas con Agua/Prados.
- Apoyo en sitios previamente construidos: desmontes/Caminos/Carreteras
- Exploración en función del tamaño y del peligro.

Anclaje:

- Toda operación debe llevar un anclaje seguro.

Otras medidas preventivas son:

- Los parabrisas deberán encontrarse en perfecto estado y se trabajará con ellos y con las puertas cerradas.
- La máquina irá acompañado de una persona (capataz de maquinaria, etc.) que le guíe en las operaciones a realizar; el cual deberá estar permanentemente comunicado con el conductor.
- No es recomendable usar estas máquinas en puntos del frente por donde avanza muy rápidamente el fuego, salvo que el combustible que esté ardiendo origine una longitud de llama que permita el ataque directo con la hoja de empuje.
- En caso de atrapamiento del bulldozer, limpiar un área de combustibles hasta el suelo mineral y ampliarla lo suficiente con una faja cortafuegos alrededor de la misma. Si da tiempo aplicar fuego fuera de dicha faja.

Medidas Preventivas frente al riesgo de incendios y explosión de la máquina:

Medidas Preventivas de carácter general:

- En cada uno de los tractores de cadenas se portará el equipo de lucha contra incendios que indique su fabricante. A falta de indicaciones claras del fabricante del equipo de trabajo, y si tampoco se dispone de estudio específico que determine con exactitud el equipo de lucha contra incendios que se ha de llevar, al menos irá equipado con dos extintores de clase 34 A / 144 B de al menos 6 kg de peso, recomendándose de 9 kg. También es recomendable llevar al menos 4 extintores de mochila de 18 l cada uno, 1 palín y 1 batefuegos.



Figura 146 Izquierda extintor en el interior de la cabina. Derecha extintor en el exterior. Foto: Autor.

- Familiarizarse con la operación del extintor de incendios; inspeccionarlo periódicamente y cuando se use acatar las recomendaciones que aparecen en la placa de instrucciones.
- Diariamente, y en todo caso después de cada actuación inmediatamente la máquina regrese a su base, se realizará una limpieza a fondo del mismo, quitando todos los materiales inflamables como combustible, aceite y basura de la misma, en especial la broza acumulada; no dejando que se acumule material inflamable en la máquina.



Figura 147 Detalle acumulación broza en bulldozer tras actuaciones en extinción de incendios forestales. Foto: Autor. Justino Sánchez-Sierra Paramio.



Figura 148 Incendio de un tractor de cadenas mientras participaba en la extinción de un incendio forestal. Incendio San Lorenzo de Calatrava (Ciudad Real). Foto: Justino Sánchez-Sierra Paramio y Juan José Fernández.

- Las fugas o derrames de combustible o aceite sobre superficies calientes o componentes eléctricos pueden causar un incendio. Limpiar todos los lugares donde se hayan derramados estos fluidos
- Verificar diariamente todos los cables eléctricos. Reparar cualquier cable que esté flojo o deshilachado antes de operar la máquina. Limpiar y apretar todas las conexiones eléctricas.

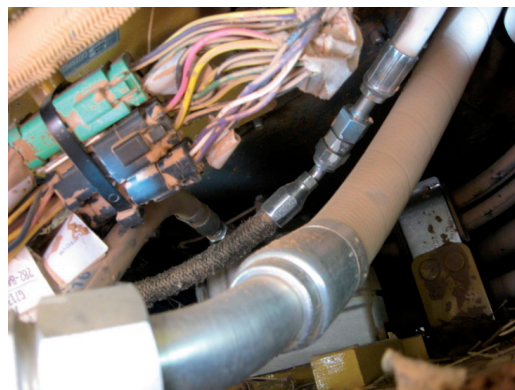


Figura 149 Conductores eléctricos en adecuado estado. Foto: Justino Sánchez-Sierra Paramio.



- Motores y resto de partes de la máquina que puedan alcanzar elevadas temperaturas, irán totalmente protegidas imposibilitando al máximo el contacto directo con la llama o que entre en contacto con ella material incandescente.



Figura 150 Rejilla metálica instalada para disminuir el calado en la rejilla del motor con objeto de limitar el acceso de material incandescente. Foto: Justino Sánchez-Sierra Paramio.

Medidas Preventivas de aplicación a tuberías y mangueras:

- No doblar las tuberías de alta presión.
- No golpear las tuberías de alta presión.
- No instalar ninguna tubería doblada o dañada.
- Inspeccionar diariamente todas las tuberías y mangueras para ver si están desgastados o deterioradas, procediendo a reparar cualquier deterioro en las mismas. Las tuberías y las mangueras deben tener soporte adecuado y abrazaderas seguras. Apretar todas las conexiones deberán estar apretadas al par recomendado. Reemplazar las piezas si se presentan las siguientes condiciones:
 - o Conexiones de extremo dañadas o con fugas
 - o Capas exteriores rozadas o cortadas
 - o Cables expuestos
 - o Capas exteriores hinchadas
 - o Partes flexibles de mangueras enredadas.
 - o Capas exteriores con cables de refuerzo incrustados.
 - o Se han movido las conexiones de extremo.



- Cerciorarse de que todas las abrazaderas, guardas y pantallas térmicas estén correctamente instaladas. Durante la operación de la máquina, esto ayudará a evitar vibraciones, fricción con otras piezas y calor excesivo.



Figura 151 Mangueras del hidráulico del subsolador protegidas con una carcasa metálica.
Foto: Autor.

Medidas Preventivas en la extinción de un incendio en la propia máquina:

- Si la máquina comenzase a arder, caso de ser viable, se cortará el paso de combustible cerrando la válvula sita a la salida del depósito.

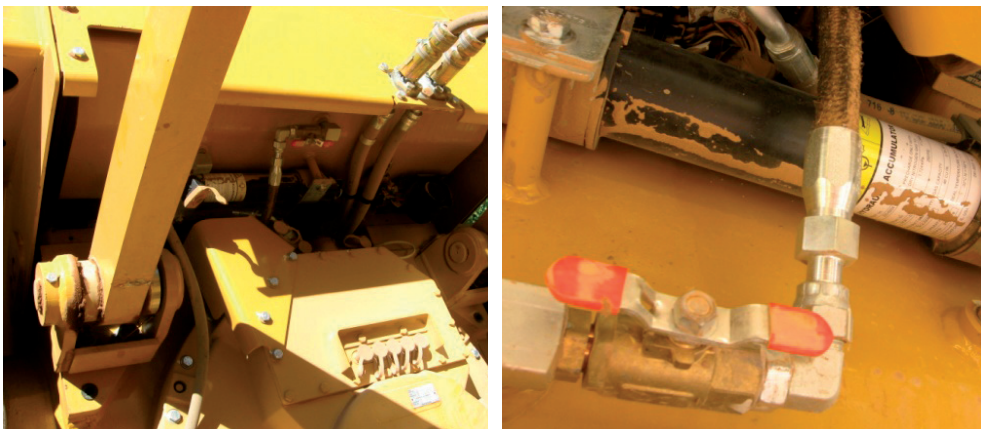


Figura 152 Válvula a la salida del depósito de combustible. Foto: Justino Sánchez-Sierra Paramio.



- Únicamente se intentará apagar el incendio cuando este es incipiente. Si este está desarrollado y ha alcanzado al motor de la máquina, no aproximarse a la máquina por el riesgo de que se puedan producir explosiones, y desistir de su extinción (esto solo podrá ser realizado por personal específicamente formado para ello).

Factor de Riesgo: Apeo de árboles con el bulldozer

Riesgos Previsibles:

- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento (árboles apeados)

Medidas Preventivas:

Además de la estructura FOPS con la que el bulldozer ha de ir equipado como medida intrínseca de seguridad, durante la ejecución de los trabajos es recomendable adoptar las siguientes medidas preventivas:

- Para abatir árboles hay que empujar en la dirección de caída del árbol a una altura de 30 o 40 cm del mismo.
- Si el árbol está seco o puntiseco y su abatimiento puede dañar a la máquina por caída de ramas secas, no realizarlo y proceder a su señalamiento para que no dañe a otro personal que participa en la extinción.
- El personal que se encuentre en las inmediaciones, guardará una distancia de seguridad de al menos 2 ½ la altura de los árboles abatidos

Factor de Riesgo: Líneas Eléctricas de Alta Tensión

Riesgos Previsibles:

- Contactos eléctricos (Generación de arcos eléctricos con posibilidad de descarga de la electricidad sobre la máquina).
- Contactos eléctricos (caídas de conductores eléctricos sobre la máquina).

Medidas Preventivas:

En trabajos de extinción de incendios forestales, se deberían desconectar las líneas de alta tensión en la zona donde se ejecuten los trabajos, siempre que técnicamente ello sea viable

La línea se considerará en tensión hasta recibir la confirmación, por parte de la empresa propietaria, de que el flujo ha sido efectivamente interrumpido y garantizada la imposibilidad de puesta en tensión accidental de la misma.



Para considerar una línea sin tensión, se deberán haber adoptado las medidas de seguridad establecidas en el R.D. 614/2001 y en la guía técnica que lo desarrolla, por lo cual si no existe certeza de ello, la línea, aún desconectada, deberá considerarse en tensión.

Salvo orden expresa del Director de Extinción, todas las líneas eléctricas en la zona de actuación se deberían considerar en tensión; debiéndose adoptar las medidas preventivas seguidamente identificadas (El Director de Extinción, para considerar que una línea eléctrica está sin tensión, previamente se ha tenido que asegurar que se han adoptado las medidas de seguridad establecidas en el R.D. 614/2001 y en la guía técnica que lo desarrolla para considerar esa línea sin tensión).

En todo momento se respetarán las distancias de seguridad respecto a líneas eléctricas, establecidas en el Real Decreto 614/2001

De forma general, en proximidad de líneas eléctricas en tensión sin aislamiento o apantallamiento adecuado, si se desconoce la tensión de la línea y la distancia de seguridad (Dprox-2) conforme al RD 614/2001, salvo instrucciones en contra impartidas por persona técnicamente cualificada, se guardará una distancia de seguridad de al menos 7 metros (La distancia que se debe respetar respecto a la línea eléctrica, es la que exista entre ésta y el punto del bulldozer más cercano a ella).

Cuando exista riesgo de que la llama o la columna de humo contacten con la línea eléctrica o rebasen el límite exterior de la zona de proximidad (Dprox-2) establecido en el RD 614/2001 (de forma general, esta distancia se tomará superior a 7 metros salvo indicación en contra de persona técnicamente cualificada); nadie se debería situar debajo de la línea ni debajo de la columna de humo, guardando una distancia de seguridad de al menos 15 metros respecto a la columna de humo y a la llama, en previsión de que se puedan formar arcos eléctricos, que en el supuesto de alcanzar a una persona le provocarían la muerte inmediata.



Figura 153 Arco eléctrico al contactar la llama con conductores eléctricos de alta tensión.



Si un conductor eléctrico de alta tensión cayese sobre el bulldozer, salvo instrucciones en contra del fabricante de éste, se deberá permanecer dentro de la cabina hasta la llegada de personal especializado. El suceso se comunicará al Director de Extinción, el cual lo debería poner en conocimiento de la compañía eléctrica propietaria de la línea.

En caso extremo, una vez haya terminado la descarga eléctrica (existe riesgo de ser alcanzado por un arco eléctrico si se salta durante la descarga), se debe saltar del bulldozer, pero sin tocar sus partes metálicas; manteniendo los pies juntos y saltando lo más lejos posibles sin tocar simultáneamente el bulldozer y superficies sometidas a un potencial eléctrico diferente (p.ej., suelo), pues si ello sucede se producirá derivación de corriente eléctrica desde el bulldozer a la persona que contacta con él y da salida a la corriente eléctrica hacia la superficie sobre la que se haya apoyado, sometida a un potencial eléctrico diferente al de la máquina.

Las personas que se encuentren fuera de la máquina, se alejarán de ella y bajo ningún concepto contactarán con ella en previsión de la derivación de corriente que se producirá hacia ellas.

Factor de Riesgo: Tormentas con descarga eléctrica

Riesgos Previsibles:

- Contactos eléctricos (Caída de rayo sobre la máquina)

Medidas Preventivas:

En el supuesto de que un rayo caiga sobre la máquina, las medidas preventivas que se han de adoptar son las anteriormente expuestas para cuando un conductor eléctrico de alta tensión cae sobre la máquina; es decir, se deberá permanecer dentro de la cabina de la máquina. En caso extremo, una vez haya terminado la descarga eléctrica (existe riesgo de ser alcanzado por un arco eléctrico si se salta durante la descarga), se debe saltar del bulldozer, pero sin tocar sus partes metálicas; manteniendo los pies juntos y saltando lo más lejos posibles sin tocar simultáneamente el bulldozer y superficies sometidas a un potencial eléctrico diferente (p.ej., suelo), pues si ello sucede se producirá derivación de corriente eléctrica desde el bulldozer a la persona que contacta con él y da salida a la corriente eléctrica hacia la superficie sobre la que se haya apoyado, sometida a un potencial eléctrico diferente al de la máquina.

Igualmente, las personas que se encuentren fuera de la máquina, se alejarán de ella y bajo ningún concepto contactarán con ella en previsión de la derivación de corriente que se producirá hacia ellas.



Factor de Riesgo: Remolcado del bulldozer

Riesgos Previsibles:

- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento (árboles apeados)

Medidas Preventivas:

El remolque de cualquier bulldozer se realizará conforme especifique su fabricante. Las normas de seguridad seguidamente propuestas son para casos de emergencia:

- La máquina remolcadora ha de tener suficiente capacidad de freno, suficiente peso y suficiente potencia. La máquina remolcadora tiene que ser capaz de sostener ambas máquinas durante toda la pendiente y toda la distancia involucrada.
- No utilizar cadenas para tirar de una máquina averiada (se puede romper un eslabón de la cadena). Utilizar un cable de alambre con lazos o anillos en los extremos.
- Colocar un observador en una posición segura para que vigile el procedimiento de remolque (una posición segura sería estar separado de cualquiera de las dos máquinas a una distancia que sea igual a dos veces la longitud del cable del remolque). El observador detendrá el procedimiento cuando lo considere necesario; y en todo caso siempre que el cable comience a romperse o deshilacharse.
- Los cables utilizados para el remolcado deberán protegerse adecuadamente para que en caso de ruptura no puedan golpear a personas que se encuentren en sus inmediaciones (p. ej., cubrirlos con una eslinga o cualquier otro accesorio que permita conseguir el fin descrito).
- Dejar de remolcar cuando la máquina que remolca se mueva sin que se mueva la máquina remolcada.
- Antes de remolcar la máquina, asegurarse de que el cable o la barra de remolque estén en buenas condiciones; así como suficiente resistencia para el procedimiento de remolque que se va a realizar. La resistencia del cable o de la barra de remolque debe ser por lo menos un 150 por ciento del peso bruto de la máquina remolcada.
- Al remolcar, conecte el cable de remolque sólo a los cáncamos de remolque del batidor, si los tiene.
- Mantener el ángulo del cable de remolque a un mínimo. No exceder un ángulo de 30 grados desde la posición completamente recta hacia delante.
- Realizar movimientos estables y graduales de la máquina. El movimiento brusco de la máquina puede sobrecargar el cable o la barra de tiro, lo cual puede hacer que se rompa el cable o la barra de tiro.



Factor de Riesgo: Vibraciones cuerpo entero transmitidas a través del asiento al cuerpo del conductor

Riesgos Previsibles:

- Ergonómicos (Lumbalgias y traumatismos vertebrales).

Medidas Preventivas:

- El asiento del operador estará dotado de suspensión que atenúe las vibraciones y será anatómico y regulable en altura y horizontalmente.
- Bajo prescripción médica, el operador podrá utilizar una faja lumbar.

Factor de Riesgo: Posturas forzadas adoptadas durante la conducción

Riesgos Previsibles:

- Ergonómicos (trastornos musculoesqueléticos derivados de las posturas forzadas adoptadas, tendinitis, etc.).

Medidas Preventivas:

- La espalda debe apoyarse contra el respaldo, quedando en posición recta. Si el respaldo del asiento no tiene forma anatómica se colocará una almohadilla o una toalla enrollada a la altura de los riñones.
- El cuello se mantendrá en posición recta.
- Los mandos de control se accionarán manteniendo los codos ligeramente flexionados, formando el brazo con el cuerpo un ángulo inferior a 45 °, y las muñecas se procurarán mantener en posición neutra (muñeca recta con respecto al antebrazo)



Figura 154 Aspecto de una cabina y posición del maquinista de un CAT D6R.
Foto: Autor.



Figura 155 Aspecto del interior de una cabina, de frente panel de control, mando izquierdo de accionamiento del tractor, mando derecho de accionamiento de la hoja de empuje y mando derecho trasero de accionamiento del subsolador. Foto: Manual CAT D6R.

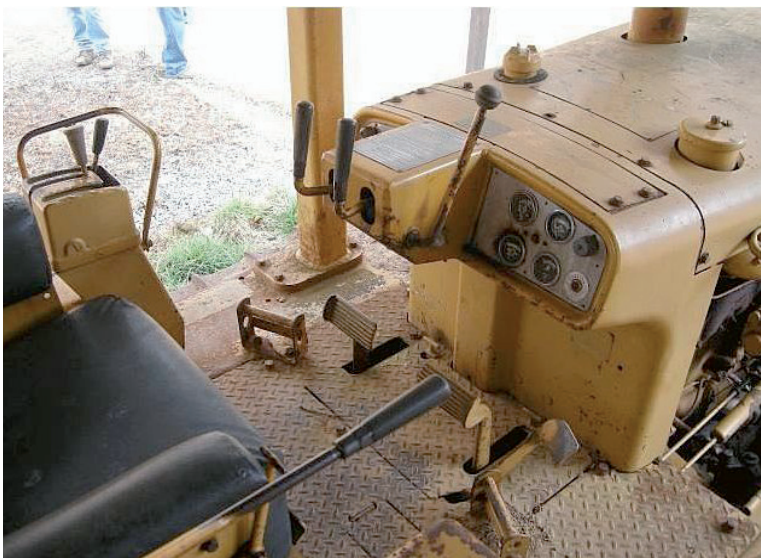


Figura 156 Aspecto de la posición de un CAT D6H sin cabina cerrada. Foto: Autor.



Factor de Riesgo: Órganos móviles de transmisión de energía mecánica del bulldozer

Riesgos Previsibles:

- Golpes o contactos con elementos móviles de la máquina (golpes con los propios órganos móviles de transmisión de energía mecánica).
- Atrapamientos por o entre objetos (atrapamientos con los propios órganos móviles de transmisión de energía mecánica).

Medidas Preventivas:

Conforme a lo establecido en los reales decretos de máquinas (RD 1433/1992 y RD 1644/2008) y en el apartado 8 del anexo I del R.D. 1215/97, todos los elementos móviles de transmisión de energía mecánica del bulldozer que puedan entrañar riesgos de accidente por contacto mecánico, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas o que detengan las maniobras peligrosas antes del acceso a dichas zonas.

Los resguardos y los dispositivos de protección:

- a. Serán de fabricación sólida y resistente.
- b. No ocasionarán riesgos suplementarios.
- c. No deberá ser fácil anularlos o ponerlos fuera de servicio.
- d. Deberán estar situados a suficiente distancia de la zona peligrosa. No deberán limitar más de lo imprescindible o necesario la observación del ciclo de trabajo.
- e. Deberán permitir las intervenciones indispensables para la colocación o la sustitución de las herramientas y para los trabajos de mantenimiento, limitando el acceso únicamente al sector en el que deba realizarse el trabajo sin desmontar, a ser posible, el resguardo o el dispositivo de protección.

Factor de Riesgo: Tareas de mantenimiento mecánico

Riesgos Previsibles:

- Golpes o contactos con elementos móviles de la máquina.
- Atrapamientos por o entre objetos (atrapamientos con útiles de trabajo del tractor y órganos móviles).
- Atropellos, golpes o choques contra o con vehículos (movimiento involuntario del tractor).



- Riesgos específicos derivados de cada una de las tareas de mantenimiento mecánico del tractor.

Medidas Preventivas:

- Toda tarea de mantenimiento se realizará adoptando las medidas preventivas que indique el fabricante de cada tractor.
- En operaciones de mantenimiento, la máquina ha de estar estacionada en terreno llano y firme, sin riesgos de desplomes, desprendimientos o inundaciones y como mínimo a 2 metros de los bordes de coronación de taludes.
- Freno de estacionamiento conectado, la palanca de transmisión en punto neutral, el motor parado y el interruptor de la batería en posición de desconexión.
- Cuando se estacione la máquina en pendiente, utilizar bloques para impedir que pueda rodar sin control.
- Los implementos de trabajo permanecerán apoyados en lugar firme y resistente, capaz de soportar su peso en caso de desplomes de los mismos (preferentemente permanecerán apoyados en el suelo).
- No situarse debajo de implementos sustentados únicamente por el sistema hidráulico, la rotura de una conducción hidráulica puede provocar el desplome del elemento soportado por el citado sistema; si no lleva incorporado dispositivos intrínsecos de seguridad que imposibiliten este desplome.

Medidas Preventivas de aplicación a la manipulación de baterías:

- Los gases de una batería pueden explotar debido al hidrógeno que llevan en suspensión. Por ello se ha de mantener cualquier llama o chispa lejos de la parte superior de una batería.
- No comprobar nunca la carga de la batería colocando un objeto metálico entre los postes de terminal. Use un voltímetro o un hidrómetro.
- Usar gafas de seguridad para protegerse los ojos frente a posibles proyecciones de electrolito; así como guantes y ropa totalmente cerrada.

12.4. Procedimientos de seguridad en el supuesto de atrapamientos por frente de llama en trabajos con tractores de cadenas

En caso de atrapamiento de un tractor de cadenas los últimos estudios del San Dimas Technology&Development Center, California (USDA Forest Service), establecen que la configuración para la máxima protección para los operadores, con base en los resultados de pruebas de ignición de baja a mediana intensidad, parecía estar dentro de una pista, con



el tractor con cabina cerrada equipada con cortinas ignífugas y perfiles tipo cepillo en las ventanas, con el aire acondicionado apagado (o con un filtro de aire resistente al fuego en su lugar), y con la hoja de empuje orientada frente al fuego.



Figura 157 Test de quema de tractores llevados a cabo en California. Foto: San Dimas Technology&Development Center, California (USDA Forest Service).

En cuanto a la probabilidad de ignición continuada durante las pruebas, en todas las igniciones con contacto directo de las llamas en los tractores, no se observó ignición continuada en el exterior de los tractores cuando las llamas se retiraron de este.

Respecto de los filtros de aire de cabina, en el tractor con cabina cerrada y con el aire acondicionado encendido, el filtro de aire sostiene la ignición. Los tractores deben estar en marcha con el aire acondicionado de la cabina apagado para reducir la probabilidad de ignición del filtro de aire. Los filtros de habitáculo de papel deben estar equipados con una pantalla para evitar la entrada de pavesas y posiblemente sustituirlos con filtros de aire de cabina resistentes al fuego.

El motor del tractor de cadenas equipado con un filtro de aire limpiador metálico continuó operando a través de las quemaduras de prueba. Aunque no hubo impacto directo de la llama en la cubierta del motor, no se observó ningún fallo con el motor en marcha o en el filtro de motor. Filtros hechos de metal, ya sea en un diseño de filtro centrífugo o una



simple pantalla, son preferibles a los filtros de plástico, que pueden fundirse y provocar la ignición de éstos.

Los cables o carcasas protectoras de las mangueras hidráulicas y dentro de la cubierta del motor resultaron útiles en la atenuación de gran parte del calor a las mangueras, previniendo la extensión del tiempo hasta que se produjo el fallo. Sin embargo, en exposiciones extremas, finalmente terminaron ardiendo.

No fue del todo claro cuál es la posición relativa sobre el tractor de la zona de despliegue del refugio de protección ignífugo. Sin embargo, la implementación de un refugio en un pase de pala en el lado de sotavento del tractor orientado longitudinalmente al avance del fuego para maximizar el efecto de protección del tractor fue una de las posiciones más ventajosas. En caso de incendios de baja intensidad, tanto en la cabina del tractor con cortinas ignífugas desplegadas y refugios ignífugos situados debajo y en el lado de sotavento de la excavadora proporcionan la protección adecuada.

Por tanto un Procedimiento de emergencia en caso de atrapamiento y que actualmente está en vigor en Castilla-La Mancha sería el siguiente:

- Si es posible, limpiar un área de combustibles ligeros hasta el suelo mineral y ampliarla lo suficiente con una faja cortafuegos alrededor de las máquinas. Las dimensiones del área aumentarán según aumente la intensidad del fuego. Si da tiempo se limpia una zona y se aplica fuego desde el interior.

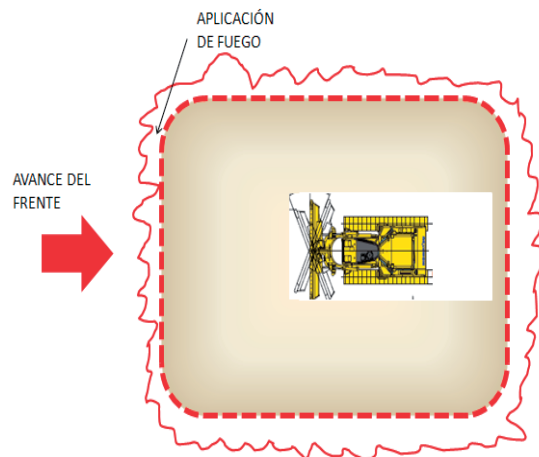


Figura 158 Zona de eliminación de combustibles ligeros y de aplicación de fuego desde el interior. Imagen: Autor.



- Las máquinas pueden construir un hoyo hasta el suelo mineral, arrastrando hacia el exterior todo el material excavado, creando así una barrera contra la radiación.

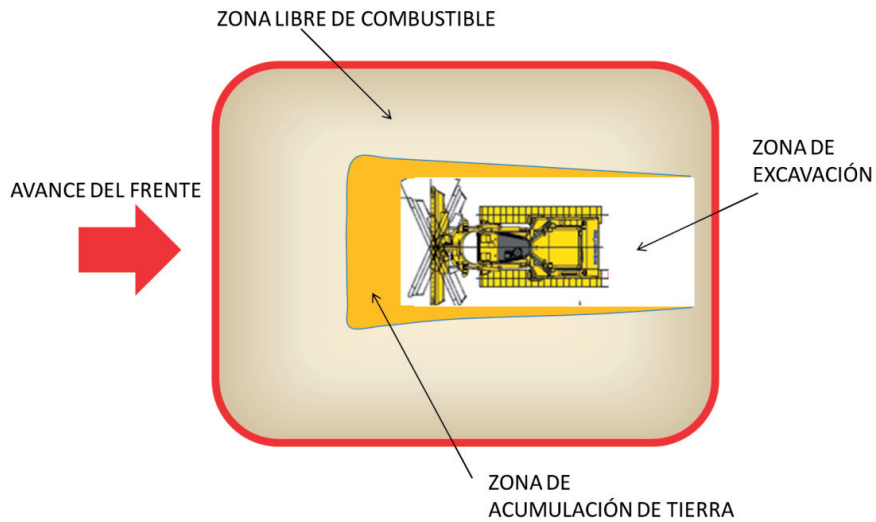


Figura 159 Creación de una zona de excavación en el interior de la zona de eliminación del combustible para dar mayor protección para crear una barrera de tierra. Imagen: Autor.



Figura 160 Barrera de tierra en un simulacro de creación de zona de autoprotección, realizado en curso de formación de personal de INFOCAM. Fotos: Autor.

- Las máquinas se aparcen en el hoyo y los maquinistas bajarían las mantas aislantes cortafuegos, si se dispone de ellas.



Figura 161 Cortinas ignifugas desplegadas. Foto: www.stormkingmtn.com.

- Refugiarse en el quemado también es efectivo (en áreas de combustibles ligeros y quemados completamente, o incluso zonas previamente quemadas), siempre que sea posible acceder a esta zona cruzando el frente, aprovechando alguna zona de menos carga de combustible donde la intensidad sea menor y la máquina pueda atravesar.
- Refugiarse bajo las máquinas puede ser peligroso, sobre todo en terrenos húmedos, en donde puede ceder bajo el peso del bulldozer. Si el terreno es firme la última zona de refugio puede ser bajo la máquina pero nunca debajo de algún elemento de movimiento (tren de cadenas, hoja de empuje y ripper).



Figura 162 Zona de posible refugio bajo el tractor siendo una de las que puede proporcionar una seguridad adecuada según los tests. Foto: Autor.



12.5. Equipos de protección individual a usar por el maquinista

Es objeto del presente epígrafe detallar los EPI's (Equipos de Protección Individual) que debe usar el conductor del bulldozer durante su conducción en tareas de extinción de incendios forestales.

Cuando el conductor abandone la máquina, los EPI's que deberá usar serán los establecidos para la tarea a ejecutar (extinción de incendios forestales por personal terrestre si se encuentra en el incendio, etc.). Igualmente el capataz de maquinaria y el conductor del camión-góndola deberán usar los EPI's establecidos para las tareas a ejecutar.

Casco protector de la cabeza:

Aunque el puesto de conducción debe estar protegido con una cabina cerrada tipo ROPS y FOPS, es indispensable el uso del casco de seguridad durante la conducción del bulldozer, pues en caso de vuelco del mismo protegerá la cabeza del conductor frente a impactos con la estructura metálica de la cabina de la máquina.

El casco utilizado es recomendable que lleve barboquejo o medio auxiliar análogo que imposibilite su caída de la cabeza del trabajador.

Las normas armonizadas con respecto a las cuales han de estar certificados y los niveles de prestación que han de reunir serán los definidos por cada empresa en sus evaluaciones de riesgos para las tareas y actuaciones ejecutadas; siendo recomendable en todo caso cumplir los requisitos mínimos seguidamente detallados.

No existe una norma específica para cascos en la extinción de incendios forestales. Por ello para la extinción de incendios forestales, y por tanto para la conducción del bulldozer durante la ejecución de estas tareas, se puede seleccionar un casco que reúna los siguientes requisitos básicos de la norma UNE-EN 397 (Cascos para la industria); junto con los requisitos opcionales que se consideren oportunos.

Requisitos básicos a destacar según UNE-EN 397:

- Protección frente a impactos (incluye impactos tras acondicionamiento a 50 °C)



- Resistencia a la llama.

Requisitos opcionales a destacar según UNE-EN 397:

- Resistencia a impactos a muy alta temperatura (150 °C).

Hay que tener en cuenta:

- La norma UNE-EN 397 considera el barboquejo un accesorio. No especifica el número de puntos de anclaje.
- El casco puede disponer de orificios de ventilación, si fuese necesario.
- La compatibilidad con otros EPI, como orejeras y/o pantalla faciales.

En caso de que se requieran mayores prestaciones se puede recurrir a los opcionales de la norma:

UNE-EN 443 (Cascos contra el fuego en edificios y otras estructuras)

- Resistencia al calor.
- Protección frente al calor radiante.

UNE-EN 14052 (Cascos altas prestaciones industria).

- Resistencia al calor radiante.

De forma general, para la conducción del bulldozer en tareas de extinción de incendios forestales, y en previsión de que deberá ser usado por el conductor cuando se baje de la máquina, se considera idóneo un casco que reúna los siguientes requisitos:

- Certificado conforme a norma UNE-EN 397.
- Absorción de impactos.
- Resistencia a la perforación.
- Resistencia a la llama.
- Puntos de anclaje del barboquejo.
- Resistencia a impactos a muy alta temperatura (150° C).
- Resistencia a la deformación lateral (LD).
- Resistencia a las salpicaduras de metal fundido (MM).
- Disponer en su parte superior de un sistema de aberturas de ventilación
- Casquete lo más holgado posible, con el objeto de facilitar la ventilación del usuario.



- El contorno inferior externo del casquete, en su parte frontal, se ampliará para formar una visera que imposibilite la caída de líquidos sobre las gafas.
- Arnés formado al menos por una banda de contorno, cofia y barboquejo. Adaptará el casco a la cabeza del usuario, y para ello irá fijado al casquete. El arnés tendrá un sistema de regulación perimetral que una vez colocado en la cabeza de usuario permita su ajuste manual, impidiendo movimientos inadecuados del mismo.
- El arnés contará con una cofia formada por bandas textiles, malla o similar, que estará en contacto con la parte superior del cráneo, de modo que se mantenga un espacio libre entre la superficie interior del casquete y la cabeza cuando el casco está siendo utilizado.
- Barboquejo constituido por una banda regulable de fácil y rápida adaptación. Tendrá un sistema de cierre rápido por debajo de la mandíbula del usuario. Estará fabricado en tejido ignífugo.

Botas de seguridad antideslizante:

Se hacen necesarias debido a que la subida o bajada ha de hacerse sobre la máquina en las condiciones de trabajo (con barro, agua, aceite, grasa, etc.). Son también adecuadas para que no resbalen los pedales de maniobra.

Las normas armonizadas con respecto a las cuales han de estar certificados y los niveles de prestación que han de reunir serán los definidos por cada empresa en sus evaluaciones de riesgos para las tareas y actuaciones ejecutadas; siendo recomendable en todo caso cumplir los requisitos mínimos establecidos en el Catálogo de Equipos de Protección Individual (EPI) Utilizados en la Lucha Contra Incendios Forestales” determinado por la Comisión Técnica de Normalización CLIF – DGCN/CCAA, y sus actualizaciones.

No obstante, como complemento a lo indicado en el referido catálogo, se recomienda:

Bota Modelo I:

La bota está certificada con respecto a la norma UNE-EN 15090:2012 (Calzado para Bomberos).

La clasificación de la bota será:

Clasificación por tipo de calzado (Código/Code):

Code I: Calzado de Piel u otros materiales excepto caucho y polímeros.



Clasificación por Nivel de Protección (Tipo/Type)

- F: Requerimientos mínimos obligatorios de protección y fabricación.
- Type 1: Asistencia y lucha contra incendios a cielo abierto

Clasificación por Resistencia Térmica

- HI3: Suela resistente a una temperatura de 250 °C durante 40 minutos.

Se seleccionará una de las siguientes propiedades eléctricas:

- Calzado aislante
- Antiestático
- Suela con resistencia eléctrica

Requisitos opcionales a considerar:

- Resistencia al impacto o rigidez de la puntera

Puede llevar puntera de seguridad que resista un impacto de 200 J y compresión de 15 kN si se quiere una protección del trabajador frente al riesgo de lesiones en las falanges y metatarsianos del pie; no considerándose éste un requisito indispensable para proteger a los trabajadores de los riesgos a los que se van a ver expuestos durante la conducción del bulldozer, por considerarse mayor la fuente de incomodidad que supone que el riesgo frente al que se quiere proteger; aunque este tipo de bota si sería necesario en caso de realizar tareas de mantenimiento mecánico de la máquina

- Resistencia a la perforación

El diseño de la bota será tipo C (bota de media caña).

Bota Modelo II:

Bota de seguridad adecuada para la extinción de incendios forestales, certificada con respecto a la norma *UNE-EN ISO 20345* (calzado de seguridad).

La clasificación de la bota será:

- SEGÚN DISEÑO: Tipo C (bota de media caña)
- SEGÚN NIVEL DE PROTECCIÓN: Calzado de Seguridad (puntera frente a impactos,



de al menos 200 J y frente a la compresión, al menos, 15 kN) (En este caso procede realizar la misma observación que para la Bota Modelo I).

- SEGÚN MATERIALES: Clase I (Fabricada en cuero y otros materiales excepto caucho o polímeros).

Será de categoría S3 conforme a norma UNE-EN ISO 20345, y reunirá los siguientes requisitos adicionales:

- Resistencia a la absorción y penetración de agua (Símbolo WRU).
- Absorción de energía en el talón (Símbolo E).
- Aislamiento frente al calor radiante (Símbolo HI).
- Suela resistente al calor (Símbolo HRO).
- Resistencia a los hidrocarburos (Símbolo FO).
- Resistencia a la perforación (P).

Ropa de trabajo ignífuga

Durante la conducción del bulldozer en tareas de extinción de incendios forestales se deberá usar la misma ropa de protección que la utilizada en tareas de extinción por personal terrestre; esto es vestuario confeccionado en tejido retardante de la ignición, que proteja cuello, torso, brazos y piernas. Podrá ser de una sola pieza (mono o buzo), o dos piezas (traje compuesto de camisa y pantalón) con una zona de superposición o solape entre ambas.

Las normas armonizadas con respecto a las cuales han de estar certificados y los niveles de prestación que han de reunir serán los definidos por cada empresa en sus evaluaciones de riesgos para las tareas y actuaciones ejecutadas; siendo recomendable en todo caso cumplir los requisitos mínimos establecidos en el Catálogo de Equipos de Protección Individual (EPI) Utilizados en la Lucha Contra Incendios Forestales” determinado por la Comisión Técnica de Normalización CLIF – DGCN/CCAA, y sus actualizaciones.

No obstante, como complemento a lo indicado en el referido catálogo, se recomienda que la ropa de protección sea conforme a la norma UNE-EN-15614 (Ropa de protección para bombero. Métodos de ensayo de laboratorio y requisitos de prestaciones para ropa forestal).



La norma *UNE-EN-15614:2007* no define los requisitos para evaluar la resistencia al calor convectivo ni a la transferencia de calor por llama. Por ello, en lo que respecta al calor convectivo y a la transferencia del calor por llama, la prenda se recomienda que sea conforme a la norma *UNE-EN ISO 11612* (Ropa de protección. Ropa de protección contra el calor y la llama).

Los Niveles de Prestación recomendados son:

- Resistencia a la propagación de la llama:

El método de ensayo será el indicado en la norma *UNE-EN-15614:2007*.

El ensayo de resistencia a la llama se deberá haber realizado mediante la aplicación de llama sobre la superficie del tejido (método A) y en el borde del tejido (método B); habiéndose superado ambos. Por tanto, la prenda deberá estar marcada con los códigos A1 y A2.

- Resistencia al calor:

El requisito de resistencia al calor evalúa el comportamiento de la prenda cuando se somete a un calor intenso. El ensayo deberá haberse realizado conforme a la norma *UNE-EN-15614*; de tal forma que la prenda sometida a 180 °C durante 5 minutos; no debe fundir, gotear, inflamarse o encoger más de un 5 %.

En el caso del hilo utilizado en la confección de la prenda, debe poder soportar temperaturas de 260°C.

Se admitirá que la resistencia al calor, haya sido ensayada conforme a la norma *ISO 15384*, por ser esta última más restrictiva.

- Resistencia al calor radiante:

El método de ensayo realizado se recomienda que sea el indicado en la norma *UNE-EN-15614*, habiéndose obtenido los siguientes niveles de prestación:

$$RHTI24 \geq 11 \text{ s.}$$

$$RHTI24 - RHTI12 \geq 4 \text{ s.}$$

Si el método de ensayo es el indicado en la norma *UNE-EN ISO 11612: Ropa de protección contra el calor y la llama*; se recomienda un nivel de prestación C1.

- Resistencia al calor convectivo:

El ensayo de resistencia frente al calor convectivo se recomienda haberse realizado conforme a norma *UNE-EN ISO 11612*. El nivel de prestación obtenido será el B1.



- Prestaciones mecánicas:

El método de ensayo se recomienda el indicado en la norma *UNE-EN-15614*; obteniéndose una resistencia mínima a la tracción de 450 N; al rasgado, de 20 N, y de la costura principal, de 225 N.

- Propiedades de alta visibilidad:

Las prendas se recomienda que dispongan de elementos fluorescentes y/o retro-reflectantes para aumentar la visibilidad. Estos elementos deben cumplir con lo establecido en la norma *UNE-EN ISO 20471* en lo referente a las propiedades ópticas.

La superficie mínima de material retroreflectante debe ser de 0,13 m² y del fluorescente o combinado, de 0,2 m².

- Requisitos ergonómicos y de confort:

Los requisitos ergonómicos y de confort serán conformes a la norma *UNE-EN 15614*, la cual describe requisitos ergonómicos y de confort entre los que se encuentra la resistencia al vapor de agua.

Las prendas deben estar diseñadas y fabricadas de tal forma que permitan al calor salir y no acumularse en su interior. Para garantizar que se ha tenido en cuenta el riesgo de estrés térmico y minimizarlo, se establece que los materiales usados deben presentar una resistencia térmica no superior a 0,055 m² K/W y una resistencia al vapor de agua inferior a 10 m² K/W.

Además de lo expuesto, las prendas cumplirán con la norma *EN ISO 13688:2013* (Ropa de protección. Requisitos generales).

Protectores auditivos:

Las normas armonizadas con respecto a las cuales han de estar certificados y los requisitos de atenuación serán los definidos por cada empresa en sus evaluaciones de riesgos para las tareas y actuaciones ejecutadas; lo cual ha de permitir dar cumplimiento al Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

12.6. Transporte del combustible para repostaje de la maquinaria pesada

Conforme ya quedó expuesto, el transporte del gasoil para el repostaje de la maquinaria pesada se suele realizar en un depósito de unos 300 litros con equipo de bombeo, filtrado, etc. que se transporta en el vehículo guía.

Estos depósitos deberán estar homologados para el transporte de gasoil y disponer, en vigor, de Acta de Inspección Periódica de un CRG (Gran Recipiente para Graneles) para el transporte de mercancías peligrosas.

CAPÍTULO

13

Lecciones aprendidas en España por el autor





Las lecciones aprendidas del uso de los tractores de cadenas en la extinción de incendios forestales durante casi cuatro décadas en España establecen:

- Son equipos muy adaptados al medio forestal y por tanto a los incendios forestales:
 - o Presentan gran adherencia y estabilidad en terrenos con pendientes, resbaladizos y complicados.
 - o Presentan Mayor capacidad de maniobra que otros medios.
- Pueden llevar ataques directos en frentes de gran intensidad.
- Presentan ahorro de tiempo y trabajo manual en líneas de defensa, descargando trabajo a otros medios u otras unidades del incendio.
- Crean zonas seguras y transitables para otros medios.
- Hacen el trabajo más rápido.
- Hacen el trabajo más barato.
- Eliminan parte del riesgo de seguridad al reducir el número de personas en su zona de trabajo.
- Se hace necesario instaurar un programa de formación para los Maquinistas, los Conductores del camión-góndola y los Capataces de maquinaria encuadrándolos dentro de la escala que establezca el Servicio de Extinción y que fuera homogénea a nivel nacional.
- Para que la implantación de estos equipos sea realmente efectiva se hace necesario también formar a los Mandos Intermedios y Superiores para que conozcan sus características, tipos, utilidades e integración en las operaciones de extinción.
- Pueden ser una herramienta muy útil en la realización de líneas de defensa previas a la ejecución de quemas prescritas.



Figura 163 Imagen de un tractor de cadenas llevando a cabo la liquidación de un perímetro de un incendio ladera abajo en una zona de fuerte pendiente. Retuerta del Bullaque (Ciudad Real). Foto: Autor.



Figura 164 Ataque directo a frente de gran intensidad y longitud de llama en un incendio. Villanueva de San Carlos (Ciudad Real) Foto: Gema Fresneda.



Figura 165 Ataque directo en un incendio en zona arbolada. Fresneda de Altarejos (Cuenca). Foto: José Luis Berlanga.



Figura 166 Ataque directo en un flanco durante la noche. Sevilleja de la Jara (Toledo) Foto: Autor.



Figura 167 Ataque directo con tractor de cadenas en zonas de matorral. Puebla de Don Rodrigo (Ciudad Real). Foto: Juan Francisco Fernández.



Figura 168 Creación de líneas y zonas seguras con accesibilidad para el trabajo de otros equipos en el incendio. Almansa (Albacete) Foto: Autor.



Figura 169: Línea de defensa con tractor de cadenas para delimitación de zona de quemas prescritas.
Fotos: Juan José Fernández.



Figura 170: Ejecución de quema prescrita apoyada en la línea ejecutada por el tractor de cadenas. Foto: Autor.



Figura 171: Resultado de la quema. Foto: Autor.



13.1. Lecciones aprendidas de la revisión de accidentes con maquinaria pesada

A continuación se hace un desglose de accidentes acontecidos con maquinaria pesada en la extinción de incendios forestales, de los cuales se pueden obtener lecciones aprendidas desde el punto de vista de la seguridad.

13.1.1. Vuelco de un bulldozer al ser descargado de la góndola. Tortuero (Guadalajara). Año 2012

Descripción de los hechos:

El vuelco del bulldozer se produce cuando se procedía a su descarga del semirremolque góndola que lo transportaba al incendio, en una zona (olivar) en la que el eje longitudinal del referido semirremolque quedaba ligeramente inclinado hacia la parte izquierda debido a la pendiente transversal existente; con el agravante de que las ruedas de su parte derecha apoyaban en terreno compacto y las de la izquierda (parte situada en zona baja de la pendiente transversal) apoyaban sobre terreno disgregado, lo cual, debido al



Figura 172 Vuelco de un tractor en la descarga de la góndola. Tortuero (Guadalajara). Foto: Daniel Melara.

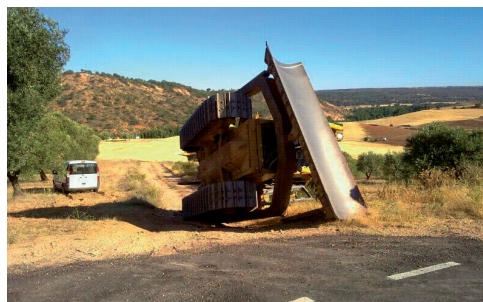


Figura 173 Zona donde se encontraba la cabeza tractora de la góndola. Foto: Daniel Melara.



Figura 174 Zona donde se encontraba la plataforma de la góndola. Foto: Daniel Melara.



esfuerzo realizado por el bulldozer durante su movimiento, hizo que las ruedas se hundiesen ligeramente, inclinándose aún más la góndola hacia ese lado, y seguidamente vino el vuelco del bulldozer.

Tanto el conductor de la góndola como el del bulldozer, eran conocedores del riesgo que corrían al proceder a la descarga en el lugar donde la realizaron. El motivo de la descarga en esta zona fue debido a que no se les permitió realizarla en la carretera tal como era su intención en un principio. Tampoco pudieron hacer la descarga en el camino adyacente al olivar debido a que estaba ocupado por vehículos, tanto de particulares como de personal interviniente en el incendio.

Una vez que tenían colocado el semirremolque góndola en el olivar, lo intentaron sacar de allí para proceder a la descarga del bulldozer en un lugar más seguro, pero debido a que las ruedas delanteras del semirremolque góndola no tenían tracción no lo pudieron hacer.

Causas del siniestro:

Descarga del bulldozer posicionando el camión góndola en terreno con ligera pendiente transversal y terreno no consistente que al ser sometido al esfuerzo del peso de la góndola y el bulldozer en movimiento, provocó un ligero hundimiento de las ruedas de la góndola en él, inclinándose ligeramente éste y seguidamente vino el vuelco del bulldozer.

Conclusiones extraídas del proceso de investigación del siniestro:

1.- La carga y descarga de los bulldozer en las góndolas se debe hacer en terreno estable (capaz de soportar el peso al que será sometido sin riesgo de hundimiento, desplome, etc.) y sin pendiente (el semirremolque góndola quedará posicionado sin ninguna inclinación en terreno llano), por lo que previamente a estas operaciones se supervisará la zona tanto por el conductor de la góndola como por el del bulldozer, con objeto de comprobar que las maniobras de acceso del camión y descarga del bulldozer no suponen ningún riesgo de vuelco; eligiendo para ello terrenos llanos y estables.

2.- No se identificó ninguna condición insegura en los equipos de trabajo utilizados (cabeza tractora, semirremolque góndola y bulldozer), susceptible de haber influido en



el accidente. Concretamente el bulldozer disponía de declaración CE de conformidad, garantizando ello que es una máquina intrínsecamente segura. En cuanto a los medios de protección para evitar daños a los trabajadores transportados en caso de vuelco, disponía de cabina de seguridad tipo ROPS y cinturón de seguridad el cual estaba siendo usado por él conductor en el momento del accidente.

Como medida preventiva adicional, la plataforma disponía de tablones para evitar que al contactar el hierro de las cadenas del bulldozer con el hierro de la plataforma, se puedan producir deslizamientos del bulldozer. Además de ello, con el mismo fin, las cadenas del bulldozer apoyaban sobre unos neumáticos.

3.- La vida del conductor del bulldozer en ningún momento corrió peligro por el hecho de que la máquina volcase; incluso no se llegó a producir daño alguno para su salud, sin ni siquiera llegar a precisar asistencia médica.



13.1.2.- Incendio de un bulldozer cuando ejecutaba tareas de extinción de un incendio forestal. San Lorenzo de Calatrava (Ciudad Real). Año 2009

Descripción de los hechos:

La máquina se encontraba abriendo una calle en sentido descendente por una ladera donde la vegetación predominante era matorral (jara y labiérnago principalmente), a una distancia aproximada de 2 metros del frente de llamas; cuando el maquinista se percató del inicio del fuego en la máquina al ver subir una llama por la parte de fuera de la ventanilla trasera; la cual tenía su origen en el espacio existente debajo de la cabina. El maquinista para la máquina y avisa por la emisora pidiendo ayuda. Seguidamente coge el extintor que llevaba (extintor de 3 kg de polvo químico antibrasa de eficacia 13 A 55 B C), se baja de la máquina, e intenta apagar el fuego dirigiendo el difusor frontalmente a la llama, en lugar de a la base del fuego tal como se indica sobre el propio extintor; no consiguiéndolo extinguir.

Aproximadamente 15 minutos después de que el maquinista avisase por emisora; se presentan en el lugar de los hechos una brigada helitransportada; no pudiendo actuar sobre la máquina debido a que el fuego ya estaba muy desarrollado (se había metido en la cabina de la máquina), existiendo riesgo de explosión.



Figura 175 Detalle de la línea de control abierta por la máquina quemada y ubicación de esta en el momento en que el maquinista se percató del inicio del fuego en ella. Foto: Justino Sánchez-Sierra Paramio



Figura 176 Detalle del inicio del incendio en la máquina y altura a la que llegaba la máquina cuando el conductor se percató de su existencia. Foto: Justino Sánchez-Sierra Paramio

Se realizan dos descargas aéreas de agua con retardante; no cayendo ninguna de las dos sobre la máquina.



Seguidamente llegó al lugar del siniestro un camión autobomba, aplicando sobre la máquina unos 1.500 litros de agua con aditivos espesantes (Casoam), sin conseguir extinguir el fuego.

Finalmente, ante la imposibilidad de extinguir el incendio con las actuaciones realizadas, se deja arder la máquina hasta que el fuego se extingue por si solo durante la noche.

Causas del Siniestro:

Del proceso de investigación se concluyó que la causa más probable del siniestro fue la existencia de broza seca debajo de la cabina de la máquina, procedente de actuaciones anteriores. Ello provocó que el calor radiante y convectivo procedente del incendio forestal que se pretendía extinguir, por si solos, o conjuntamente con proyecciones de partículas en ignición hacia esta zona, originasen el comienzo de la combustión de este combustible (broza seca); propagándose seguidamente el fuego hacia los conductos del gasoil y aceite existentes en esa zona, y seguidamente hacia otras partes de la máquina a las que posteriormente se extendió el fuego; resultando ya técnica inviable su extinción.

Conclusiones extraídas del proceso de investigación del siniestro:

1.- La vida del maquinista en ningún momento corrió peligro por el hecho de que la máquina se quemase; no llegando ni siquiera a precisar asistencia sanitaria.

2.- El suceso se hubiese evitado con un mantenimiento preventivo adecuado de la máquina (limpieza a fondo del bulldozer, al objeto de evitar, entre otros, la acumulación de broza susceptible de arder durante las tareas de extinción) y conforme a lo especificado en el apartado 5 del artículo 3 del Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo; desarrollado por Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los equipos de trabajo.

Como ya quedó expuesto, esta norma legal exige al empresario adoptar las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento preventivo adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en unas condiciones tales que en todo momento se cumplan las disposiciones legales o reglamentarias que le sean de



aplicación, así como las condiciones generales previstas en el anexo I del citado Real Decreto. Dicho mantenimiento se realizará teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante o, en su defecto, las características de estos equipos, sus condiciones de utilización y cualquier otra circunstancia normal o excepcional que pueda influir en su deterioro o desajuste.

Con ello, tal y como especifica la Guía Técnica anteriormente citada, lo que se pretende es que además de disponer de certificado de adecuación a la normativa que le sea de aplicación en materia de seguridad y salud en el trabajo (en el caso del bulldozer Reales Decretos de máquinas), se hace necesario prever un mantenimiento que asegure que dicha conformidad perdura durante toda la vida del equipo.

Esa misma Guía Técnica, textualmente dice: “es importante que los equipos de trabajo sean mantenidos de manera que sus características no se degraden hasta el punto de poner a las personas en situaciones peligrosas”.

3.- Una vez iniciado el incendio en la máquina, la única forma de haberlo podido extinguir es actuando en el inicio del mismo, previamente a que este se extendiese por los diversos componentes combustibles de la máquina (conductos de aceite, gasoil, aparata eléctrica, etc.). Ello se hubiese podido realizar llevando los equipos de extinción adecuados (al menos dos extintores de clase 34 A / 144 B de cómo mínimo 6 kg de peso, recomendándose de 9 kg) en primer lugar, y en segundo lugar utilizándolos adecuadamente; pues como quedó de manifiesto ni se llevaban los equipos adecuados ni los que se llevaban se utilizaron adecuadamente (el conductor intentó apagar el fuego dirigiendo el difusor del extintor frontalmente a la llama, en lugar de a la base del fuego tal como se indica sobre el propio extintor; no consiguiéndolo extinguir).

13.1.3.- Vuelco de un tractor de su góndola en la curva de un camino. Guadalajara

Descripción de los hechos:

Vuelco de un tractor de su góndola en la curva de un camino.

**Causas del siniestro:**

Se desconoce el motivo.

Conclusiones extraídas del siniestro:

Necesidad de supervisión de los accesos por parte del Capataz o Conductor del camión-góndola.



Figura 177 Vuelco de tractor de su góndola durante el transporte. Guadalajara. Foto: Twitter.

13.1.4.- Vuelcos debidos a elevadas pendientes, roquedos o capacidad de soporte del suelo. Retuerta del Bullaque (Ciudad Real)**Descripción de los hechos:**

Caída de una máquina a una cavidad del suelo. Retuerta del Bullaque (Ciudad Real).

Causas del siniestro:

Existencia de una cavidad en el suelo no visible.



Conclusiones extraídas del siniestro:

No avanzar nunca sobre una zona en que la vista del conductor no alcance a distinguir los obstáculos que pudieran presentarse. En tales casos, bajarse de la máquina a inspeccionar el terreno o mandar a un ayudante a que lo haga (capataz de maquinaria, etc.).



Figura 178 Caída de un tractor a una cavidad del suelo no visible. Retuerta del Bullaque (Ciudad Real). Foto: Victor Arias.

13.1.5.- Pérdida de tracción y cuasi vuelco de tractor al quedar una de las cadenas en un escalón del terreno. Zamora

Descripción de los hechos:

Pérdida de tracción y cuasi vuelco de tractor al quedar una de las cadenas en un escalón del terreno. (Zamora).

Causas del siniestro:

Escalón o terraza no visible por el matorral.

Conclusiones extraídas del siniestro:

Necesaria la presencia de Capataz durante la operación que supervise la zona de tránsito del tractor de cadenas.



Figura 179 Pérdida de tracción de un tractor en un escalón del terreno. (Zamora). Foto: César Ventosa.



Figura 180 Imagen de la cadena que ha quedado en el aire sin tracción. (Zamora). Foto: César Ventosa.



13.1.6.- Vuelco de un tractor de cadenas con fallecimiento del maquinista. Monterey County (California)

Descripción de los hechos:

Vuelco de un tractor de cadenas con fallecimiento del maquinista. Monterey County (California). Fuente: Colorado Incident. California Department of Forestry and Fire Protection.

Causas del siniestro:

El tractor resbaló al intentar construir una plataforma para apoyar a otro tractor que había perdido la tracción. El vuelco se produjo debido a las fuertes pendientes en la zona (entre el 42%-94%) en terreno sobre arenas y arenas arcillosas similar a tierra removida.

Conclusiones extraídas del siniestro:

El maquinista decidió intentar sacar a la primera máquina sin esperar nuevos recursos. El maquinista fallecido nunca había entrenado con ese tipo de tractor. El maquinista no llevaba puesto casco.

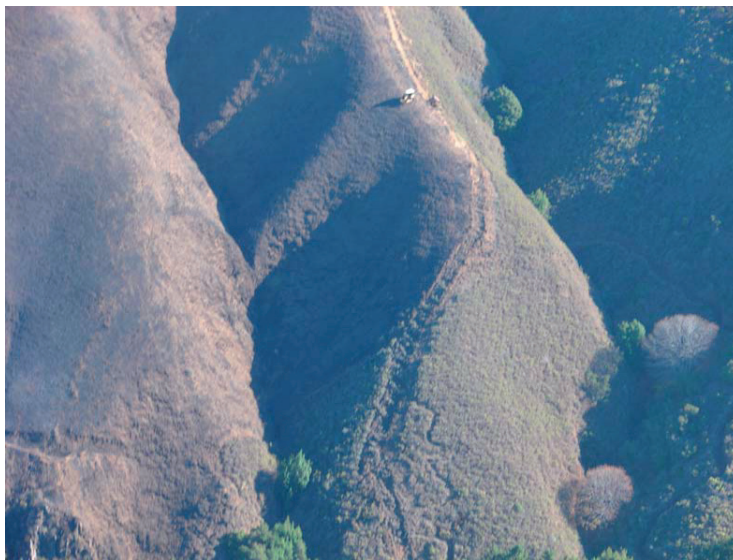


Figura 181 Zona donde se produjo el accidente del tractor. Monterey County (California). Foto: Colorado Incident. California Department of Forestry and Fire Protection.



Figura 182 Zona donde el tractor resbaló y cayó hacia el fondo del barranco. Monterey County (California). Foto: Colorado Incident. California Department of Forestry and Fire Protection.



Figura 183 Aspecto del tractor en el fondo del barranco. Monterey County (California). Foto: Colorado Incident. California Department of Forestry and Fire Protection.



Figura 184 Simulación de la posición del maquinista tras el accidente. Monterey County (California). Foto: Colorado Incident. California Department of Forestry and Fire Protection.



13.1.7.- Vuelco con bulldozer con resultado de accidente mortal para el conductor. Trabazos (Zamora). Año 2002

Descripción de los hechos:

El bulldozer ejecuta trabajos de extinción pendiente hacia abajo en el valle del Río Cuevas. Sin embargo, cuando se encuentran en el último tercio de la ladera detienen el avance porque comprueban que la pendiente se hace más pronunciada. Parece ser que deciden en ese momento salir hacia atrás y buscar un punto que les permita bajar al fondo del valle para continuar el trabajo. Cuando la máquina inicia la marcha atrás pierde agarre y empieza a girar, desplazándose lateralmente hasta quedar paralela a la línea de pendiente. En ese punto el tractor vuelca y cae al fondo del valle dando varias vueltas de campana; el conductor sale despedido de la cabina y es aplastado por la máquina, produciéndole la muerte inmediata. Fuente: Ventosa, C (2013) Informe de accidente con víctimas mortales, Latedo (Zamora), 2002. Adranos. Boletín de Proinfo nº1.

Causas del siniestro:

No se sabe el motivo, si es porque llevaba la puerta abierta o porque intentó saltar del tractor, pero el cuerpo del tractorista sale de la cabina y es aplastado por la máquina en uno de los vuelcos.

Conclusiones extraídas del siniestro:

El bulldozer siniestrado, en aplicación del RD 1435/1992 y RD 1215/1997, como medidas intrínsecas de seguridad debe llevar estructura de protección tipo ROPS y un sistema de retención del trabajador transportado en previsión del riesgo de aplastamiento entre partes del equipo de trabajo y el suelo en caso de vuelco del equipo (ver apartado 2.1.d del anexo I del RD 1215/1997 y apartado 3.2.2 del RD 1215/1997).

En el presente caso, habiendo utilizado el conductor el cinturón de seguridad el resultado mortal del accidente no debería haberse producido, debido a que éste debería haber quedado retenido en el puesto de conducción y la estructura ROPS le hubiese protegido frente a consecuencias mortales.



Figura 185 Zona de vuelco del tractor de cadenas. En la parte superior de la imagen se puede ver la línea que estaba ejecutando el tractor de cadenas. Trabazos (Zamora). Foto: Adranos.Boletín Proinfo.



13.1.8.- Atrapamiento de tractor tras abandono del Maquinista y Jefe de Equipo. Poco Fire (Arizona)

Descripción de los hechos:

Atrapamiento de tractor tras abandono del Maquinista y Jefe de Equipo. Fuente: Poco Fire Incident Analysis report. Northern Arizona Incident Management Team..

Causas del siniestro:

La máquina dejó de trabajar en ataque directo en la línea de fuego para intentar apagar focos secundarios fuera de las líneas de contención. Una rápida escalada en la actividad del fuego hizo el Maquinista y el Jefe de Equipo abandonaran la máquina a pie hasta alcanzar una zona de línea segura. Los operarios no sufrieron ningún daño.

Conclusiones extraídas del siniestro:

Cumplimiento del protocolo OCELA.



Figura 186 Aspecto de la máquina tras el paso del fuego. Puede observarse los pocos daños sufridos. Poco Fire (Arizona). Foto: Poco Fire Incident Analysis Report. Northern Arizona Incident Management Team.



Figura 187 Aspecto de la máquina tras el paso del fuego y del entorno de la zona incendiada. Poco Fire (Arizona). Foto: Poco Fire Incident Analysis Report. Northern Arizona Incident Management Team.

CAPÍTULO

14

Retos de futuro (Innovación y desarrollo)





Los Proyectos de Innovación y Desarrollo pueden hacer que en el futuro se usen estos equipos con mayor rendimiento, eficacia y seguridad por lo que es importante conocer las líneas de trabajo actuales que pueden tener mayor desarrollo en el futuro. A continuación se detallan algunos que ya son realidades o que pueden serlo a corto y medio plazo.

Desarrollo de implementos como depósitos de agua homologados para tractores de cadenas y autocargadores:

Ya se ha visto en apartados anteriores que es común su uso en Estados Unidos y que también lo ha sido en España en algunas provincias, pero los distintos implementos que se han usado en España han carecido de la correspondiente Homologación en materia de Seguridad para los trabajadores. Implementos como Aquadozer, desarrollado por la empresa Ignova, presentan la autorización por parte del fabricante de los tractores y están en desarrollo para conseguir el sello CE que hace que presenten su homologación desde el punto de vista de la seguridad de los trabajadores. Dicho implemento consta de un depósito de 1.500 l de agua con un equipo de bombeo enganchado a la conexión hidráulica y dos puntas de lanza fijas en los laterales de la máquina. Estas lanzas se colocan sobre unos soportes fácilmente manejables y direccionables por el maquinista. La puesta en marcha y la presión de la bomba es accionada por el maquinista desde el interior de la cabina. El hecho de disponer de agua puede incrementar la operatividad del tractor al poder bajar la intensidad de los frentes y flancos en ataque directo y puede incrementar la posibilidad de autoprotección.



Figura 188 Aspecto del depósito del implemento Aquadozer acoplado sobre una modificación del bastidor de los ripper. Foto: Autor.



Figura 189 Aplicación de agua desde la punta de lanza fija lateral. Foto: Autor.

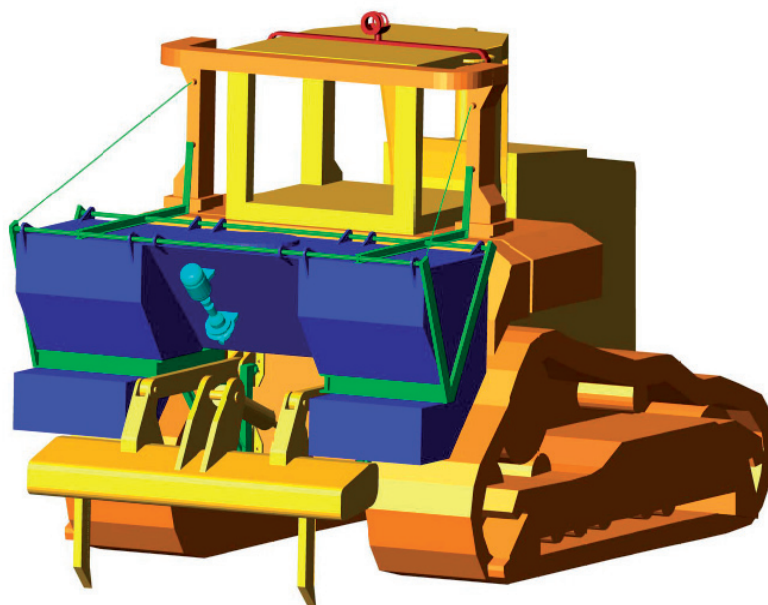


Figura 190 Muestra de uno de los diseños previos del implemento. Imagen: Anselmo Espinosa (Ignova).



En el caso de los autocargadores no se han llevado a cabo diseños en España pero se cree puede ser un implemento a estudiar, ya que existen numerosos autocargadores trabajando en las zonas forestales durante las épocas de mayor riesgo y los costes de fabricación y homologación se creen no sean económicamente muy elevados. Únicamente se conocen estos implementos en Estados Unidos (denominados super-skidgines) pudiendo facilitar las maniobras en combinación con tractores de cadenas acercando líneas de agua en zonas de dificultad de acceso de las autobombas. Además disponen de boca de carga con helicóptero lo que hace aún más eficaz su uso ya que se pueden cargar en cualquier posición evitando numerosos viajes de carga.



Figura 191 Autocargador con depósito, bomba y boca de carga con helicóptero. Foto: "Yellow book" Mechanized Equipment for Fuel and Fire Operations. 2009.

Desarrollo de implementos de excavación, recogida y lanzamiento, con precisión, de tierras:

Se exponen aquí los desarrollos llevados a cabo por Sistemas Exitt, S.L. a través de tres prototipos y tres modelos comerciales de implementos de excavación, recogida y lanzamiento de tierras remolcados o suspendidos. Con ellos que se ha conseguido cavar y lanzar 40, 100 y 300 t/h de tierra, con una velocidad de salida de 115 km/h y pudiendo ser lanzada a distancias de entre 40 y 80 metros. El sistema, dependiendo de los modelos, consta de un equipo sobre ruedas remolcado por un tractor de cadenas o una autobomba con motor autónomo, o montado al enganche tripuntal de un tractor agrícola accionado por su toma de fuerza. Sobre estos equipos se montan unos escarificadores para desme-



nuzado de la tierra, una fresa, un sistema de elevación, una tolva y un tambor lanzador. El manejo del chorro lanzador se realiza por radio control. La profundidad de excavación es de entre 10 y 35 cm, pudiendo llegar a velocidades de extinción de entre 2 a 5 km/h. Estos equipos presentan la ventaja de usar un recurso inagotable allí donde se pueda acceder con ellos, la facilidad de transporte sobre distintos tipos de tractores, máquinas y autobombas y pueden utilizarse para llenar depósitos de tierra que se pueden transportar por los helicópteros. Para ello es necesario su testado en incendios reales para determinar realmente sus limitaciones, como comprobación de pendientes de trabajo, zonas de litología limitante o con piedras de elevado tamaño, comprobación del desgaste del equipo y mantenimiento.

El Control remoto supone unos de los retos más novedosos en la actualidad para su aplicación a la extinción de de incendios. Actualmente se viene usando en la minería de forma generalizada, fundamental para acopiar pilas de carbón y otros minerales donde se producían numerosos accidentes al quedar huecos no visibles en el interior de ellas al ser materiales sueltos haciendo que los tractores cayeran en ellos. Su primer uso se produjo en Nueva Guinea en 1989 y se comercializan desde 2003 en diversos modelos de Caterpillar y Komatsu. En el caso de los modelos desarrollados para pilas de carbón constan de un mando de control remoto y cámaras de video que proporcionan al operador una visión de 360° desde el tractor. El Operador dispone varias pantallas y de unas gafas con las visión principal sobre el giro y la inclinación de la hoja de empuje.



Figura 192 Cámaras y GPS montados sobre tractor de cadenas para control remoto.
Foto: Remote Control Technologies.



Figura 193 Cámaras digitales sobre la cabina del tractor. Remote vision system for dozer in stockpiles. Foto: William H. Schiffbauer.



Figura 194 Mando del control remoto. Remote vision system for dozer in stockpiles. Foto: William H. Schiffbauer.



El USDA Forest Service ha financiado un Proyecto Piloto sobre control remoto de tractores de cadenas para su aplicación en la extinción de incendios forestales.

Un ejemplo de control remoto sobre una máquina de cadenas de pequeño tamaño es la VF Dronster diseñada por Vallfirest. Dicha máquina montada sobre unas orugas de goma con tracción hidráulica, con control de velocidad proporcional desde mando a distancia con alcance de 25 m, ha sido diseñada junto con su herramienta principal, una des-



Figura 195 Gafas y auriculares para el operador. Remote vision system for dozer in stockpiles. Foto: William H. Schiffbauer.



Figura 196 Caterpillar's Integrated Remote Control™ para tractor de cadenas es un sistema de línea de visión directa utilizando comunicación inalámbrica. Foto: Remote Control Technologies.



brozadora de cuchillas para crear líneas de defensa en terreno forestal, pudiendo trabajar sobre combustibles 3, 4, 5, 6 y 7. La desbrozadora permite atacar combustibles de hasta 8 cm de diámetro.

Dispone también de pala de empuje para combustibles gruesos adaptada en el acople posterior y que es útil para apartar y arrastrar los restos de combustible dejando limpia la línea de defensa creada.



Figura 197 Remote control dozer. Foto: USDA Forest Service.



Figura 198 VF Dronster. Foto: Vallfirest.



Por último la posibilidad de llevar a cabo formación de los maquinistas en **entornos virtuales simulados**, puede facilitar la experiencia y el entrenamiento necesario en la extinción de incendios forestales, hecho difícil de llevar a cabo en entornos reales y que hace difícil la formación de nuevas generaciones de maquinistas especializados en incendios forestales. Estos solventarían las dudas de muchos Servicios de Incendios Forestales sobre la contratación de dichos equipos con personal cualificado y experimentado. Los simuladores de bulldozer están muy evolucionados en minería, como los desarrollados por Caterpillar Simulation, Throughtec Simulation y en España por la Fundación Santa Bárbara. Uno de los resultados obtenidos en los simuladores en minería ha sido la disminución del consumo de combustible en un 30% debido al entrenamiento de los maquinistas en una conducción más eficiente. En el caso de los simuladores que integran también la simulación de incendios forestales cabe destacar SEILAF como un entorno de entrenamiento virtual que integra también a otras unidades participantes en la extinción de incendios forestales, escenario que reproduce lo que realmente acontece en los incendios forestales.



Figura 199 Simulador de un tractor de cadenas. Foto: Remote Control Technology.



Figura 200 Simulador de bulldozer Cybermine. Foto: www.thoughtec.com.



Figura 201 Simulador de bulldozer CAT Simulator. Foto: www.catsimulator.com.



Figura 202 Imagen de un tractor de cadenas en ataque directo en simulador SEILAF. Foto: SEILAF.

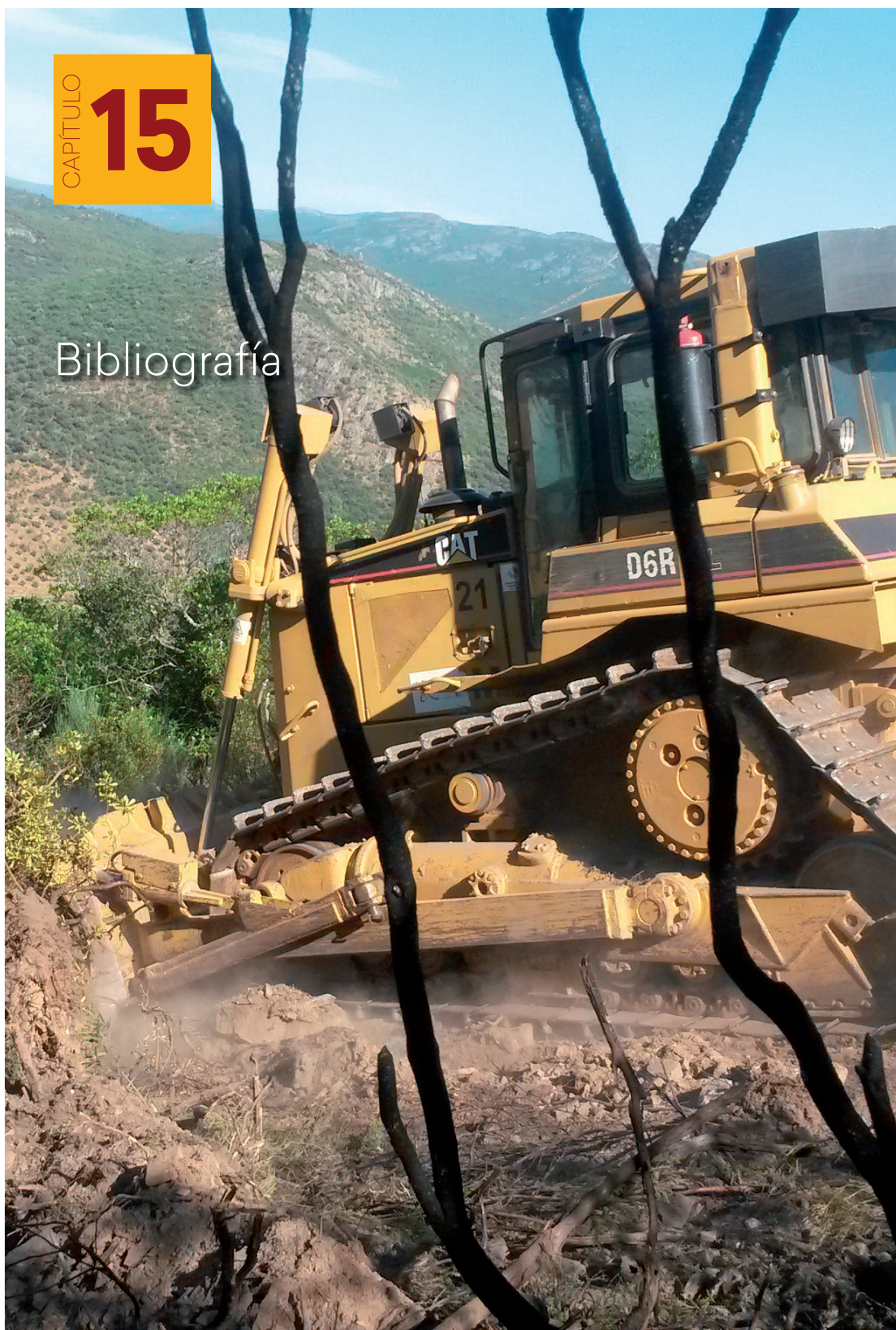


Figura 203 Imagen de un tractor de cadenas en la extinción de un incendio en simulador SEILAF. Foto: SEILAF.

CAPÍTULO

15

Bibliografía





Abascal J (2012) Nuevo sistema complementario de lucha contra fuegos forestales y agrícolas, utilizando la tierra como elemento extintor. Colegios y Asociaciones de Ingenieros de Montes e Ingenieros Técnicos Forestales. Revista Montes nº 109. Madrid

Arnal P, Laguna A (2000) Tractores y motores agrícolas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación-Mundi Prensa. Madrid

Bombers de Catalunya (2010) Maquinària pesada. Guía operativa 2.04. Barcelona

Caterpillar. Manual de rendimiento Caterpillar Edición 31. Caterpillar Inc. Illinois, EE.UU

Caterpillar. Caterpillar Performance Handbook. Edition 44. Caterpillar Inc. Illinois, EE.UU

Caterpillar. Catálogos CAT D5K2, D6K, D6K2, D6N, D6N2, D6R, D6T, D7R. Caterpillar Inc. Illinois, EE.UU

Elorrieta J (1995) Vías de saca. Construcción de caminos forestales. Fundación Conde del Valle de Salazar, Madrid

Fiat-Hitachi. Catálogo D180. Fiat-Hitachi Excavators S.p.A. Torino, Italia

Jaffe V, O'Brien S (2009) Mechanized equipment for fire and fuels operations. Montana Logging Association et al, Montana

Komatsu. Catálogos D65, D85. Komatsu Europe International NV. Villvorde, Bélgica

Liebherr. Catálogos PR724, PR734, PR744. Liebherr International AG. Bulle, Suiza

Molina D et al (2009) Incendios Forestales: Fundamentos, Lecciones Aprendidas y Retos de Futuro. AIFEMA, El Chaparral (Granada)

McCarthy G, Tolhurst K, Wouters M (2003) Prediction of firefighting resources for suppression operations in Victoria's parks and forests. Fire Management Department of Sustainability and Environment. Victoria



McDonald, A (1999) Harvesting system and equipment in British Columbia. B.C. Ministry of Forestry. Victoria, BC

National Incident Management System (2014) Wildland fire qualification system guide. National Wildfire Coordination Group. Boise, Idaho

National Wildfire Coordination Group (2006) Dozer boss student workbook Appendix D. NWCG, Distance Learning Unit. National Interagency Fire Center. Boise, Idaho

Navarro R, Pemán J (1998) Repoblaciones forestales. Universitat de Lleida. Lleida

New Holland. Catálogo D180. New Holland Kobelco Construction Machinery S.p.A. Firenze, Italia

Nieto R (2001) Manual de mecanización forestal. Rufino Nieto Ojeda, Cazorla (Jaen)

Scrachtline lusse 13 (2005) Dozer and tractor plow lessons learned. Wildland fire Lessons Learned Center. www.wildfirelessons.net

Toupin R, Barger M (2005) Field Guide for Danger Tree Identification and Response. USDA Forest Service. Pacific Northwest Region. Forest Health Protection. Washington D.C.

Velez R et al (2000) La defensa contra incendios forestales. Fundamentos y experiencias. McGraw-Hill. Madrid

Warren Ch (1998) Water bar placement and construction guide for Siuslaw Forest roads. Siuslaw National Forest, Oregon.

Windell K, Bradshaw S (2000) Understory biomass reduction method and equipment catalog. USDA Forest Service, Missoula Technology and Development Center. Missoula, MT

Abascal J (2012) Nuevo sistema complementario de lucha contra fuegos forestales y agrícolas, utilizando la tierra como elemento extintor. Colegios y Asociaciones de Ingenieros de Montes e Ingenieros Técnicos Forestales. Revista Montes nº 109. Madrid



Ventosa C (2013) Informe de accidente con víctimas mortales. Latado (Zamora) 2002. Adranos. Boletín de Proinfo. Número 1 primer semestre de 2013.

Vignote S, Martos J, González M (1993) Los tractores en la explotación forestal. Mundi Prensa-Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid

Vignote S, Tolosana E, González V (2004) El aprovechamiento maderero. Mundi Prensa Libros S.A., Madrid.



Figura 204 Grupo de tractores de cadenas tras la extinción y control del incendio de Cogolludo (Guadalajara) en 2014.
Foto: Autor.







Este manual pretende describir las operaciones de extinción de incendios forestales con maquinaria pesada, describiendo sus características, tipos, utilidades e integración en las operaciones de extinción, para intentar que dichos equipos pasen a ser una parte integrante fundamental de los Servicios de Extinción, proponiendo acciones para mejorar su seguridad, eficacia y eficiencia.

Además trata de ser una herramienta práctica y útil para todos aquellos profesionales que quieran profundizar en el uso y gestión de estos equipos en la extinción de incendios forestales. Se muestran también, las lecciones aprendidas a través de la experiencia del autor (y de la transmitida por otros) en el uso de estos equipos y los retos de futuro.

Patrocina y Colabora



Colabora



MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE



Edita



A I F E M A

