

Unidad 3 – Combustibles

OBJETIVOS:

Al terminar esta unidad, los estudiantes serán capaces de:

1. Identificar y describir las características básicas del combustible de incendios forestales.
2. Identificar y describir las siete características de los combustibles que afectan el comportamiento de los incendios forestales.
3. Identificar y definir, por clase de tamaño, las cuatro categorías de tiempo de retardo de combustibles muertos, utilizadas para clasificar combustibles.
4. Describir cómo la disponibilidad del combustible es esencial para pronosticar el comportamiento de los incendios forestales.
5. Describir el concepto de modelo de combustible y su utilidad para el pronóstico de comportamiento de los incendios forestales.

I. CARACTERÍSTICAS DEL COMBUSTIBLE

A. Estructura de los combustibles

Tres de los siete factores en el ambiente del fuego que el personal en la línea de fuego debe vigilar tienen que ver con los combustibles forestales:

- Características del combustible
 - Humedad del combustible
 - Temperatura del combustible
1. Los combustibles son cualquier material inflamable que:
 - Está vivo o muerto
 - Está en o sobre el suelo
 - Está en el aire
 - Se puede encender y quemarse
 2. Los combustibles se encuentran en combinaciones casi infinitas de:
 - Clase
 - Cantidad
 - Tamaño
 - Forma
 - Posición
 - Arreglo
 3. El combustible en una hectárea determinada puede variar de unos cientos de kilos de pasto disperso a 100 o más toneladas de desechos de bosque.

Puede consistir en:

- Copas de coníferas densas
- Capa profunda de hojarasca y materia orgánica
- Capas de musgo
- Turba subterránea

Puede contener una mezcla de cualquiera de éstos formando un complejo de combustible.

4. El comportamiento potencial del fuego puede ser estimado analizando las propiedades físicas y las características de los combustibles.
5. Los factores topográficos y de tiempo atmosférico también deben ser considerados antes de que la velocidad de propagación y el comportamiento general del fuego puedan ser determinados.

B. Niveles de combustible y componentes

Un enfoque sistemático para observar el complejo de combustible es dividirlo en tres grandes niveles:

- Subterráneo
- Superficial
- Combustibles aéreos

A través de la experiencia en el trabajo, podemos generalizar el comportamiento típico del fuego bajo condiciones normales de una temporada de incendios y evaluar las propiedades de cada nivel de combustible que afectan la ignición y la combustión.

1. Combustibles subterráneos

Todos los materiales inflamables que están bajo la superficie:

- Capa profunda de materia orgánica
- Raíces de árboles
- Troncos enterrados en descomposición
- Otro material orgánico

Los combustibles subterráneos son importantes en relación con la construcción de línea y operaciones de liquidación.

- Debido a su compactación, la propagación del fuego será más lenta – típicamente ardiendo sin llama o avanzando lentamente.
- Es sabido que los combustibles subterráneos mantienen el fuego a través de la nieve en el invierno.

2. Combustibles superficiales

Todos los materiales inflamables que están en o inmediatamente encima del terreno:

- Acículas u hojas
- Materia orgánica
- Pasto
- Madera muerta pequeña
- Troncos
- Tocones
- Ramas grandes
- Matorral de unos dos metros de altura
- Residuos

Los combustibles superficiales son menos compactos que los combustibles subterráneos y tienen otras características más favorables para rápidas velocidades de propagación.

Si no hay combustibles aéreos presentes, los combustibles superficiales tienen un ambiente abierto sujeto a vientos más fuertes y a mayor calentamiento y secado por la radiación solar.

Los incendios a menudo "corren" a través de este nivel de combustible con mayores velocidades de propagación que si los combustibles aéreos estuvieran presentes.

Dado que la mayoría de los incendios forestales encienden y son transportados por los combustibles superficiales, este nivel de combustible recibe el mayor énfasis.

Los combustibles superficiales son importantes en términos de construcción de la línea y liquidación, más importantes respecto a la propagación y comportamiento del fuego.

3. Combustibles aéreos

Todos los materiales verdes y muertos localizados en el dosel superior:

- Ramas de árboles y copas
- Árboles muertos en pie
- Musgo colgante
- Matorral alto

Cuando los combustibles aéreos están presentes, nos preocupamos por lo cerrado de la copa o del dosel.

a. Dosel abierto

Los rodales maderables con doseles abiertos por lo general tienen una más rápida propagación de fuego superficial que aquellos con doseles cerrados.

- Antorchado de árboles individuales con posibles focos secundarios podría ocurrir.
- A menos que vientos muy fuertes estén presentes, el coronamiento es improbable sin un dosel cerrado.

b. Dosel cerrado

Los rodales con doseles cerrado de más de 1.8 metros de altura (ya sean maderables o matorral alto), ofrecen la mejor oportunidad para un fuego de copa activo.

- Pocos fuegos se convierten en fuegos de copa activos; sin embargo, estos incendios son muy importantes debido a una gran cantidad de combustible consumido en periodos de tiempo muy cortos.

- La cobertura de dosel es usualmente expresada en porcentaje. Esto se demuestra mejor observando un bosque desde el aire y viendo que porcentaje del suelo es visible.

Si el 25% del suelo es visible, hay 75% de cobertura de dosel.

Los combustibles aéreos son importantes en términos de propagación y comportamiento del fuego debido al antorchado, coronamiento, y focos secundarios.

II. SIETE CARACTERÍSTICAS DE LOS COMBUSTIBLES QUE AFECTAN EL COMPORTAMIENTO DE LOS INCENDIOS FORESTALES.

Hay siete características principales de los componentes del combustible que dan una indicación del comportamiento potencial del fuego dentro de un complejo de combustibles:

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

Estas siete características se dividen en dos categorías principales:

- Las características físicas y químicas (que permanecen constantes durante una situación de fuego determinada).
- El contenido de humedad (que cambia continuamente).

A. Carga de combustible

1. Definición

La cantidad de combustible presente expresado cuantitativamente en términos de peso por unidad de superficie. Este puede ser combustible disponible (combustible consumible) o combustible total y es usualmente en peso seco.

Medido en toneladas/hectárea o kg/hectárea.

2. La carga de combustible varía enormemente según los grupos de combustible.

Ejemplos de cargas de combustible:

- Pasto - $< 2.5 - 12$ ton/ha
- Matorral – 5 a 200 ton/ha
- Desechos de aprovechamiento – 25 a 500 toneladas/ha
- Desechos de bosque - 10 a 30 ton/ha

Cuando se interpreta y predice el comportamiento del fuego, la carga de combustible superficial es una preocupación; particularmente aquellos combustibles muertos que tienen menos de 7.6 cm de diámetro y combustibles vivos de menos de 6 mm de diámetro.

Gran parte de la vegetación en un sitio puede no estar disponible para transportar el fuego debido a su altura sobre el suelo o a los altos niveles de humedad.

3. Cargas de combustible por clase de tamaño

Las cargas de combustible generalmente están separadas por diferentes tamaños de partículas de combustible vivo y muerto.

Los combustibles muertos son separados en cuatro clases de tamaño, según su diámetro:

- Pasto/Desechos de bosque - 0 a 0.6 cm de diámetro
- Ramitas y pequeños tallos – 0.61 a 2.5 cm de diámetro
- Ramas – 2.5 a 7.6 cm de diámetro
- Troncos grandes, ramas – 7.6 a 20 cm de diámetro

B. Tamaño y forma

1. Relación área superficial – volumen

- Esto es la relación entre el área superficial de un combustible y su volumen, utilizando la misma unidad lineal para medir el volumen; cuanto mayor sea la relación más fina será la partícula.
- Observar la relación área superficial -volumen es un método para caracterizar el tamaño y la forma de los combustibles.
- Combustibles pequeños y planos, como los pastos, tienen una mayor relación área superficial - volumen que los combustibles más grandes, como los troncos.

Cuando se encienden fogatas, estufas de leña o chimeneas, sabemos que los combustibles pequeños encienden y sostienen la combustión más fácilmente que grandes piezas de combustible.

Menos calor es requerido para eliminar la humedad del combustible y elevar una pequeña partícula de combustible a su temperatura de ignición. El uso de clases de tamaño es una forma de categorizar la relación área superficial - volumen de los combustibles.

Recuerde:

- Las relaciones más altas se queman más fácilmente.
- Las relaciones más bajas no se queman fácilmente.

2. Pavesas

El tamaño y forma de las pavesas afectan la cantidad y distancia de los focos secundarios.

Las pavesas pequeñas generalmente producen focos secundarios de corto alcance, ya que no pueden sostener la combustión durante el período de tiempo requerido en el transporte a larga distancia.

Su forma plana y mayor relación área superficial -volumen han aumentan las cualidades aerodinámicas de las partículas haciendo más fácil que las columnas de convección las eleven a mayores alturas.

Ejemplos:

- Hojas de cedro
- Piezas de corteza
- Acículas del pino

Estas pavesas que han sido levantadas en las columnas de convección y luego depositadas a 16 kilómetros o más del lado de sotavento del fuego.

La forma de los combustibles también es importante para focos secundarios pendiente abajo por pavesas rodantes.

Ejemplos:

- Conos de pino
- Troncos redondos
- Plantas redondas de yuca

Estos ejemplos son particularmente problemáticos en sus respectivas áreas.

C. Compactación

1. Definición

La compactación puede ser definida simplemente como el espacio entre partículas de combustible.

La proximidad y la disposición física de las partículas de combustible afectan tanto la ignición como la combustión.

- Los combustibles que están muy compactados:
 - Tienen menos área superficial expuesta.
 - Restringen el oxígeno.
 - Inhiben la transferencia de calor convectiva y radiante.
 - En la mayoría de los casos, se espera una menor velocidad de propagación cuando los combustibles están compactados.
- Los combustibles poco compactados normalmente reaccionan más rápido a los cambios de humedad y tendrán más oxígeno disponible para la combustión.
- Un fuego con una mayor velocidad de propagación puede ser esperado cuando los combustibles están poco compactados.

2. Profundidad y orientación de la cama de combustible

La profundidad de la cama de combustible es la altura promedio del combustible superficial que está contenido en la zona de combustión de un frente de fuego propagándose.

La orientación del combustible se refiere a la orientación horizontal o vertical del conjunto de combustible que transporta el fuego.

La profundidad y la orientación de la cama de combustible son propiedades significativas del combustible para predecir si un fuego se encenderá, su velocidad de propagación y su intensidad.

El pasto y el matorral son grupos de combustible que se orientan verticalmente, que aumentan rápidamente en profundidad con el aumento de la carga de combustible.

Los grupos de desechos de aprovechamiento y desechos de bosque están orientados horizontalmente y aumentan lentamente en profundidad conforme aumenta la carga.

La observación de la ubicación y orientación de los combustibles en el campo ayudan a decidir qué grupos de combustible están representados.

D. Continuidad horizontal

1. Definición

La continuidad horizontal es la distribución horizontal de combustibles a varios niveles o planos.

Estas características influyen en el lugar a donde se propagará el fuego, que tan rápido se propagará, y si el fuego viajara a través combustibles superficiales, aéreos o en ambos.

2. Combustibles continuos vs. parches

Si las áreas abiertas en esta diapositiva son secas y desprovistas de cualquier combustible, será difícil para el fuego viajar de una isla de combustible a otra.

Probablemente requerirá de un viento fuerte con focos secundarios para que el fuego viaje a través de tales combustibles discontinuos o parches de combustibles.

Estas situaciones de fuego ocurren, y lo que podría parecer cortafuegos naturales o barreras podrían no detener la propagación del fuego.

Los combustibles continuos, sin embargo, proveen combustibles disponibles en uno o más niveles dando la oportunidad al fuego de propagarse a grandes distancias.

La continuidad horizontal se aplica a todos los niveles del complejo de combustibles, pero la continuidad de combustibles finos es especialmente importante para la propagación de fuegos superficiales; ya que los incendios forestales arden más a menudo en este nivel de combustible.

3. Continuidad horizontal en los combustibles aéreos y los efectos de dosel cerrado contra un dosel abierto.

El dosel del bosque no sólo da sombra a los combustibles superficiales y prolonga la retención de humedad, sino que también reduce en gran medida las velocidades del viento desde niveles por encima del dosel hasta niveles cerca de la superficie.

Generalmente, cuanto más cerradas sean las copas, mayor será la reducción de la velocidad del viento.

Esto ciertamente tiene un efecto en los fuegos superficiales quemando en estos ambientes cerrados.

Sin embargo, si ocurre el antorchado de árboles individuales, tenemos un ambiente de fuego completamente nuevo del cual preocuparnos.

E. Arreglo vertical

1. Definición

Combustibles sobre la superficie y su continuidad vertical, que influye en que el fuego alcance varios niveles o estratos de vegetación.

2. Combustibles de escalera

Combustibles que proporcionan continuidad vertical entre las capas de combustible permiten que el fuego se transporte desde combustibles superficiales a las copas de árboles o matorral con relativa facilidad. Estos ayudan a iniciar y asegurar la continuación del coronamiento.

Cuando los combustibles son en su mayoría continuos verticalmente, esto es llamado combustibles de escalera o una escalera para transportar fuego al dosel.

¿Por qué debe preocuparse si observa combustibles de escalera en su fuego?

En algunas situaciones de bosques maduros, nos debemos estar preocupados por varios niveles de combustibles que pueden ayudar a transportar el fuego del combustible superficial a las copas.

Un subdosel podría consistir en árboles del sotobosque y la regeneración más grande.

- El dosel está compuesto por copas de árboles maduros quizás más de 30 metros de alto.
- El fuego puede quemar a través de uno o más niveles sin quemar el dosel.

Independientemente de la altura máxima del combustible y el número de niveles de combustible implicados, existe una preocupación con la continuidad vertical.

La intensidad del fuego superficial y el contenido de humedad del combustible vivo suelen determinar si el fuego subirá a través de combustibles de escalera verdes.

3. Requema

Existe una condición peligrosa cuando un fuego sólo ha quemado a través del nivel del combustible superficial, deshidratando los combustibles aéreos.

Un ligero cambio en el ambiente, y el fuego puede causar una requema del dosel— una situación muy peligrosa.

El riesgo durante esta condición no puede estar demasiado enfatizado.

Los combatientes deben considerar el potencial de la requema antes de entrar en un área que sólo se ha consumido parcialmente los combustibles.

F. Contenido de humedad

La cantidad de humedad en el combustible expresado como un porcentaje del peso cuando es secado a completamente a 100° C.

1. Contenido de humedad de combustible

El contenido de humedad del combustible puede variar en diferentes niveles de combustible, y, por lo tanto, influir si estos niveles están involucrados en el fuego.

2. Contenido de humedad del combustible vivo y muerto

Los combustibles vivos son frecuentemente consumidos por el fuego cuando hay suficientes combustibles muertos y secos presentes para sostener el fuego, el cual puede secar y encender los combustibles vivos.

La humedad del combustible, vivo o muerto juega un papel significativo en la determinación de la rapidez con la que el fuego se propagará.

En la naturaleza, la humedad del combustible fino y muerto muy rara vez baja del 3 o el 4 %.

- La humedad del combustible muerto fino fluctúa considerablemente con el tiempo debido a varios factores ambientales.
- La humedad del combustible vivo es mucho más alta, quizás del 300% o más, pero cambia más lento que los combustibles muertos.

3. Combustibles finos muertos

Los combustibles finos son considerados como los principales transportadores del fuego superficial.

Los combustibles finos muertos de menos de 6 mm, tal como los pastos y desechos de bosque de hojas/acículas, son los principales responsables de la propagación del fuego.

4. Relación entre vivo y muerto

La relación entre vivo y muerto se vuelve críticamente importante cuando se evalúa de un combustible para quemarse.

Cuanto mayor sea la cantidad de combustible muerto comparado con el combustible vivo, más inflamable será el combustible.

El incremento de la relación vivo y muerto está asociado con el complejo de combustibles demasiado deshidratado, afectados por:

- Fuego
- Sequía
- Enfermedad
- Insectos
- Viento
- Nieve
- Estrés estacional

El componente muerto del combustible es extremadamente importante ya que es el material muerto el que transporta el fuego y calienta el componente vivo hasta la ignición.

Con insuficientes combustibles muertos presentes, un rodal vivo puede no quemarse incluso bajo buenas condiciones de quema.

Con una gran carga de combustible muerto, un rodal vivo puede quemarse muy bien incluso bajo condiciones moderadas.

G. Contenido químico.

1. Definición

Todos los combustibles, vivos o muertos, contienen fibra que es conocida como celulosa.

2. Los combustibles también contienen químicos y minerales que pueden aumentar o retardar la combustión.

El contenido químico incluye la presencia de sustancias volátiles como:

- Aceites
- Resinas
- Cera
- Brea

3. Hay ciertos combustibles que tienen cantidades bastante altas de estas sustancias volátiles que pueden contribuir a:

- Rápidas velocidades de propagación
- Altas intensidades de fuego
- Tiempo prolongado de consumo

4. Ciertos combustibles pueden tener alto contenido de minerales, lo que puede reducir la propagación e intensidad del fuego.

A un combatiente de incendios forestales le preocupa principalmente las sustancias volátiles que hacen el trabajo más difícil.

Pocos combustibles como materia orgánica y excremento de vaca son excelentes receptores de pavesas que mantienen el fuego principalmente debido a su alto contenido de minerales.

El alto contenido mineral de estos combustibles mejora el arder sin llama a temperaturas de ignición mucho más bajas.

5. Combustibles volátiles

Algunos combustibles bien conocidos en los que las sustancias volátiles que contribuyen en gran medida a la intensidad del fuego y a su propagación son:

- Chaparral en el suroeste
- Palmetto en el sureste
- Matorral con aceite del noroeste del pacífico
- Pastos *Pennisetum* en Hawaii
- Tocones quemados de algunas coníferas
- *Pinus banksiana* en la región de los grandes lagos
- *Pinus rígida* en el noreste.

H. Características de los combustibles en relación con el comportamiento del fuego.

1. Varias características del combustible afectan al comportamiento del fuego:

- Compactación
- Carga
- Continuidad horizontal
- Arreglo vertical
- Contenido químico
- Tamaño y forma
- Contenido de humedad

Cada una de estas siete características contribuyen a uno o varios procesos del comportamiento del fuego.

Una preocupación es si la ignición resultará en un fuego sostenido.

2. Las cinco características del combustible que más afectan la ignición:

- Compactación
- Carga
- Contenido químico
- Tamaño y forma
- Contenido de humedad

3. Hay seis características principales del comportamiento del fuego involucradas con la velocidad de propagación.

- Ignición
- Propagación
- Intensidad
- Focos secundarios
- Antorchado
- Coronamiento



- ¿Qué características consideraría un combatiente de incendios para focos secundarios, antorchado o coronamiento?
- ¿Qué característica del combustible afecta a todas las características del comportamiento del fuego?

III. LAS CUATRO CATEGORÍAS DE TIEMPO DE RETARDO DE LOS COMBUSTIBLES MUERTOS USADAS PARA CLASIFICAR COMBUSTIBLES

A. Tiempo de retardo

Definición: Tiempo necesario bajo condiciones específicas para que una partícula de combustible pierda alrededor del 63 por ciento de la diferencia entre su contenido de humedad inicial y su contenido de humedad de equilibrio.

Si las condiciones permanecen sin cambio, un combustible alcanzará el 95 por ciento de su contenido de humedad en equilibrio después de cuatro períodos de tiempo de retardo.

B. Categorías de tiempo de retardo del combustible muerto.

Los combustibles de varios tamaños se colocan en categorías o clases de tiempo de retardo convenientes.

- 1-hora
- 10-horas
- 100-horas
- 1000-horas

¿Cuál de estos tiempos de retardo de los combustibles pierde su humedad más rápido?

IV. CÓMO LA DISPONIBILIDAD DEL COMBUSTIBLE ES ESENCIAL PARA PREDECIR EL COMPORTAMIENTO DE LOS INCENDIOS FORESTALES

A. Combustibles disponibles

Los combustibles disponibles son aquellos que se encenderán y sostendrán la combustión en el frente de llamas bajo condiciones de quema específicas.

B. Consumo de diversos combustibles por el fuego

- En sitios de pastos deshidratados, cerca del 100 % de los combustibles podrían ser consumidos por el fuego. Éstos tienen un grado muy alto de disponibilidad.
- Un sitio de matorral rara vez se quema completamente, pero tal vez se consuma del 5 al 95 %.
- Los tocones, los troncos y ramas más grandes de desechos de aprovechamiento raramente se queman totalmente; por lo tanto, el consumo en desechos de aprovechamiento podría ser del 10 al 70 %.
- En Desechos de bosque, los árboles en pie sólo se queman parcialmente, y el consumo total por el fuego podría ser del 5 al 25 %.

C. Razones para el consumo

¿Por qué varía la cantidad de consumo en los ejemplos anteriores?

Una suposición podría ser que cuanto más grande sean los combustibles, menos probable es que sean totalmente consumidos por el fuego. Más importante es la suposición de que algunas características específicas de los combustibles los hacen no disponibles para la combustión.

Las siguientes características juegan un papel importante en la disponibilidad de un combustible para quemarse:

- Tamaño
- Arreglo
- Contenido de humedad
- Duración e intensidad del fuego

Los diferentes tipos de combustible tienen variaciones en la humedad del combustible. Además, las plantas del mismo tipo de combustible pueden tener variaciones en la humedad del combustible.

D. Efecto de la humedad del combustible en la disponibilidad

El contenido de humedad tanto de los combustibles vivos como de los muertos es el principal factor que determina la disponibilidad del combustible.

V. EL CONCEPTO DE MODELO DE COMBUSTIBLE Y SU UTILIDAD PARA PREDECIR EL COMPORTAMIENTO DE LOS INCENDIOS FORESTALES.

Los combustibles en el ambiente del fuego pueden variar enormemente en cuanto a:

- Arreglo vertical
- Contenido de humedad
- Contenido químico
- Continuidad horizontal
- Compactación
- Carga
- Tamaño y forma

Un mejor método para describir los combustibles en el ambiente del fuego, que considera las diferentes combinaciones de las características del combustible se ha creado a través del uso de un modelo de combustible.

A. Definición de un modelo de combustible

Un complejo de combustible simulado para el cual se han definido todos los parámetros del combustible requeridos para la solución de un modelo matemático de propagación del fuego.

Los modelos de combustible son simplemente herramientas para ayudar al usuario a estimar de forma realista el comportamiento del fuego.

Algunos componentes que son descritos incluyen las siete características del combustible. Diversas combinaciones de estos componentes conforman los modelos de combustible.

Aunque los modelos de combustible fueron desarrollados como insumos para el modelo de propagación del fuego, proveen a los combatientes de incendios forestales una manera común de descripción de los combustibles.

Los combustibles se clasifican en 13 modelos:

- Pasto (3 modelos de combustible)
- Matorral (4 modelos de combustible)
- Desechos de bosque (3 modelos de combustible)
- Desechos de aprovechamiento (3 modelos de combustible)

Para más información sobre modelos de combustible, refiérase al documento: Guía para la determinación de modelos de combustible para la estimación del comportamiento del fuego localizado en el CD del estudiante.

B. Principales grupos de combustible

Los grupos de combustible son usados para describir los complejos de combustible para hacer predicciones de comportamiento del fuego.

Los combustibles forestales son agrupados en tipos de combustible basados en el combustible principal que transporta al fuego.

Los cuatro principales grupos de modelos de combustible son:

- Pasto
- Matorral
- Desechos del Bosque
- Desechos de Aprovechamiento

Los combustibles varían en tipo de un área del país a otra y dentro de la misma área. Una razón por la que los tipos de combustibles varían y cambian con la altitud son las diferencias en cantidad de agua en el suelo.

Las estimaciones de comportamiento del fuego que se dan a continuación son con 8 % de contenido de humedad del combustible fino muerto, 100% de humedad del combustible vivo cuando está presente, y un viento a media llama de 8 kph.

1. Grupo de pasto

El pasto es el principal transportador del fuego. La profundidad de la cama de combustible puede variar entre 30 y 76 cm.

a. Características del combustible de pasto:

- Combustible con carga de 136 kg/ha a varias ton/ha.
- Tamaño y forma generalmente menos de 6 mm de diámetro.
- Compactado
- El contenido de humedad responde rápidamente a cambios en la humedad relativa.

b. Características del comportamiento del fuego de pasto:

- Consumo rápido
- Baja intensidad
- El viento afecta fuertemente el fuego
- VP de 700 a +2000 m/hr
- Largo de llama (Ll) de 0 a 3.6 metros

2. Grupo de matorral

El matorral es el principal transportador del fuego. La profundidad de la cama de combustible puede variar entre 60 cm a 1.80 metros.

a. Características del combustible de matorral:

- Carga de combustible entre 2.47 a 198 toneladas/ha.
- Tamaño y forma de una mezcla de combustibles muertos y vivos con pequeñas hojas, la mayor parte de los combustibles tienen menos de 2.5 cm de diámetro.
- Compactación ligera en capas a muy fuerte.
- El contenido de humedad del combustible vivo puede estar presente.
- El combustible vivo cambia de acuerdo con la cantidad de precipitación recibida y la época del año.
- El contenido químico en algunos combustibles en este grupo permitirá que se quemen con alta humedad del combustible.

b. Características de comportamiento de matorral:

- Velocidades de propagación muy bajas a extremas son posibles.
- VP 360 metros a 1.5 km/hr.
- LII 1.2 a 5.8 metros.

3. Grupo de desechos de bosque

La hojarasca superficial es el transportador principal. La profundidad de la cama de combustible puede variar entre 6 y 30 cm.

a. Características del combustible de bosque:

- El tamaño y la forma son una mezcla de desechos, hojas y acículas hasta ramas grandes de árboles.
- La compactación varía de ligero a muy compacto.
- La profundidad de la cama de combustible vertical es de menos de 30 cm, comúnmente menos de 7.5 cm.
- La humedad es retenida cuando la hojarasca está compactada.

b. Características de comportamiento del fuego en desechos de bosque:

- Fuegos superficiales con propagación de lenta a rápida
- Transiciones ocasionales de antorchado a fuego de copa activo son posibles.
- VP 40 a 160 metros/hr.
- Lfl de 30 cm a 1.50 metros.

4. Grupo de desechos de aprovechamiento

Los desechos de aprovechamiento son el principal transportador del fuego. La profundidad del combustible puede variar entre 30 y 90 cm.

- a. Características de combustible de desechos de aprovechamiento
 - Todos los tamaños y formas.
 - Cargas de combustible entre 29 y 143 ton/ha
- b. Características de comportamiento del fuego de desechos de aprovechamiento:
 - Propagación de moderada a rápida.
 - Intensidades de moderadas a altas dependiendo del arreglo del combustible.
 - Las pavesas podrían generarse y levantarse por convección.
 - Material rodante frecuentemente enciende el combustible debajo.
 - VP 120 a 280 metros/hr.
 - Lll de 12 cm a 3.3 metros.

C. Grupo Vs. Modelo

1. Grupo de pasto

Modelo de combustible 1	Pasto corto (<30 cm)
2	Desechos (pasto y sotobosque)
3	Pasto alto (60 cm)

2. Grupo de matorral

Modelo de combustible 4	Chaparral (1.80 m)
5	Matorral bajo (0.60 m)
6	Matorral intermedio
7	Vegetación enmarañada del sur*

***el término “Southern rough o Rough” es utilizado por forestales y combatientes de incendios, no es un grupo de vegetación natural, una clasificación de entorno biofísico, un sistema ecológico ni un tipo de vegetación ecológica definida. Rough (Enmarañado) se define como las camas de combustible dominadas por la hierba bajo el pino de hoja larga o la acumulación de sotobosque vivo y combustibles muertos que se acumulan con el tiempo.**

3. Grupo residuos del bosque

Modelo de combustible 8	Desechos de bosque cerrado
9	Desechos de latifoliadas
10	Madera (desechos y sotobosque)

4. Grupo desechos de aprovechamiento

Modelo de combustible 11	Desechos ligeros de aprovechamiento
12	Desechos moderados de aprovechamiento
13	Desechos pesados de aprovechamiento

VI. INTRODUCCIÓN A LOS MODELOS ESTÁNDAR DE COMBUSTIBLE PARA EL COMPORTAMIENTO DEL FUEGO

Los nuevos modelos estándar de combustible para el comportamiento del fuego son algunas veces referidos como “los 40 modelos de combustible.”

A. Parámetros de los modelos

1. Los parámetros de los nuevos modelos de combustible incluyen:

- Carga por clase y componente
- Relación área superficial-volumen (ASV) por clase y componente
- Tipo de modelo de combustible (estático o dinámico)
- Profundidad de cama de combustible
- Contenido de humedad de extinción
- Contenido de calor de la partícula de combustible

Este nuevo conjunto de modelos estándar de combustible para el comportamiento del fuego está diseñado para ser independiente; ninguno de los 13 modelos de combustible para el comportamiento del fuego originales se repite en el nuevo conjunto.

Los 13 modelos de combustible para el comportamiento del fuego originales aun estarán disponibles; todavía son llamados modelos de combustible para el comportamiento del fuego 1-13.

Los documentos y la nomenclatura de los nuevos modelos de combustible se refieren al combustible o a los tipos de combustible, no a la vegetación o a los tipos de vegetación.

Por ejemplo, lo que antes se denominaba modelo de combustible “chaparral” podría ser llamado ahora Modelo “carga pesada, matorral alto”, (porque un modelo de combustible puede aplicarse en muchos tipos de vegetación).

De la misma manera, la guía de selección de modelos de combustible no se refiere a tipos de vegetación específicos excepto si es necesario para ilustrar un ejemplo.

2. Necesidad de nuevos modelos

Los 13 modelos de combustible para el comportamiento originales son para el período severo de la temporada de incendios cuando los incendios forestales plantean grandes problemas de control.

Esos modelos de combustible han dado buenos resultados para el predecir la velocidad de propagación y la intensidad de los fuegos activos en el pico de la temporada de incendios.

Sin embargo, tienen limitaciones para otros propósitos, incluyendo:

- Fuego prescrito.
- Uso de incendios forestales.
- Simular los efectos de los tratamientos de combustible en el comportamiento potencial del fuego.
- Simular la transición a fuego de copa usando modelos de iniciación de fuegos de copa.

3. Los nuevos modelos:

- Mejoran la exactitud de las predicciones de comportamiento del fuego fuera del período severo de la temporada de incendios.
- Aumentan el número de modelos de combustible aplicables en áreas muy húmedas.
- Aumenta el número de modelos de combustible para desechos del bosque y sotobosque de pasto y matorral.
- Incrementan la capacidad de simular los cambios de comportamiento del fuego como resultado del tratamiento de los combustibles, ofreciendo más opciones de modelos de combustible, especialmente para camas de combustible dominadas troncos.

4. Siete principales grupos de combustible para los nuevos modelos:

- Pasto
- Pasto – Matorral
- Matorral
- Sotobosque
- Desechos de bosque
- Desechos de aprovechamiento – Material derribado por el viento
- No inflamable

B. Nuevos modelos estándar de comportamiento del fuego

1. Pasto (GR, por sus siglas en inglés)

El transportador principal del fuego en los modelos de combustible GR es el pasto. El combustible pasto puede variar de pasto cortado muy pastoreado o pasto natural escaso a pasto denso de más de 1.8 m.

- GR1 – Pasto corto y escaso de clima seco.
- GR2 – Pasto de clima seco y carga baja
- GR3 – Pasto de clima húmedo, carga baja y muy grueso
- GR4 – Pasto de clima seco y carga moderada
- GR5 – Pasto de clima húmedo y carga baja
- GR6 – Pasto de clima húmedo y carga moderada
- GR7 – Pasto de clima seco y carga alta
- GR8 – Pasto de clima húmedo, carga alta y muy grueso
- GR9 – Pasto clima húmedo y carga muy alta

2. Pasto-Matorral (GS, por sus siglas en inglés)

El transportador principal del fuego en los modelos de combustible GS es pasto y matorral combinados; ambos componentes son importantes en la determinación del comportamiento del fuego

- GS1 – Pasto-Matorral de clima seco y carga baja
- GS2 – Pasto- Matorral de clima seco y carga moderada
- GS3 - Pasto- Matorral de clima húmedo y carga moderada
- GS4 - Pasto- Matorral de clima húmedo y carga alta

3. Matorral (SH, por sus siglas en inglés)

El transportador principal del fuego en los modelos de combustible SH son ramas vivas y muertas de matorral y follaje en combinación con hojarasca muerta y caída de matorral.

- SH1 – Matorral de clima seco y carga baja
- SH2 – Matorral de clima seco y carga moderada
- SH3 -Matorral de clima húmedo y carga moderada
- SH4 - Matorral-Sotobosque de clima húmedo y carga baja
- SH5 – Matorral de clima seco y carga alta
- SH6 - Matorral de clima húmedo y carga baja.
- SH7 – Matorral de clima seco y carga muy alta
- SH8 - Matorral de clima húmedo y carga alta
- SH9 -Matorral de clima húmedo y carga muy alta

4. Sotobosque (TU, por sus siglas en inglés)

El transportador principal del fuego en los modelos de combustible TU son los desechos de bosque en combinación con combustibles herbáceos o arbustivos.

- TU1 - Sotobosque-Matorral-pasto de clima seco y carga baja
- TU2 -Sotobosque-Matorral de clima húmedo y carga moderada
- TU3 - Sotobosque-Pasto-matorral de clima húmedo y carga moderada
- TU4 - Coníferas arbustivas con musgo
- TU5 -sotobosque -matorral de clima seco y carga muy alta

5. Desechos de bosque (TL, por sus siglas en inglés)

El principal transportador del fuego en el modelo de combustible TL es combustible leñoso muerto y caído. El combustible vivo, si está presente, tiene poco efecto en el comportamiento del fuego.

- TL1 - Hojarasca compacta de coníferas y carga baja
- TL2 - Hojarasca de latifoliadas y carga baja
- TL3 -Hojarasca de coníferas y carga moderada
- TL4 - Pequeños troncos caídos
- TL5 - Hojarasca de coníferas y carga alta
- TL6 - Hojarasca de latifoliadas y carga alta
- TL7 – Troncos grandes caídos
- TL8 – Hojarasca de coníferas de acícula larga
- TL9 -Hojarasca de latifoliadas y carga muy alta

6. Desechos de aprovechamiento – Material derribado por el viento (SB, por sus siglas en inglés)

El transportador principal del fuego en el modelo de combustible SB son desechos de aprovechamiento o derribado por el viento. Las áreas forestales con alta mortalidad pueden ser caracterizadas con modelos de combustible SB

- SB1 – Desechos de aprovechamiento con carga baja.
- SB2 – Desechos de aprovechamiento con carga moderada o derribos por viento de carga baja
- SB3 - Desechos de aprovechamiento con carga alta o derribos por viento con carga moderada
- SB4 – Derribos por viento con carga alta

7. No inflamable (NB, por sus siglas en inglés)

Estos "modelos de combustible" no inflamables están incluidos para proporcionar consistencia en cómo las partes del paisaje no inflamables son mostradas en un mapa de modelos del combustible.

- NB1 – Desarrollo urbano
- NB2 - Hielo/Nieve
- NB3 – Agricultura
- NB8 – Agua
- NB9 – Suelo desnudo