



LIBRETA DE TERRENO PARA EL ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL FUEGO

SECCIÓN DE ANÁLISIS Y PREDICCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES

DEPARTAMENTO DE CONTROL DE OPERACIONES TERRESTRES Y AÉREAS

CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL



LIBRETA DE TERRENO PARA EL ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL FUEGO

EDITORES:

Departamento de Control de Operaciones Terrestres y Aéreas

Fernando Parada

Sección de Análisis y Predicción de Incendios Forestales

Jordi Brull

Jorge Faúndez

Verónica Medina

Juan Cortés

Marcela Vega

ILUSTRACIÓN PORTADA:

Carlos Urzúa.

Documento realizado bajo el Compromiso de Eficiencia Institucional 2020, tarea 17.3.2 "Libreta de terreno diseñado sobre el análisis del comportamiento del fuego".



ÍNDICE

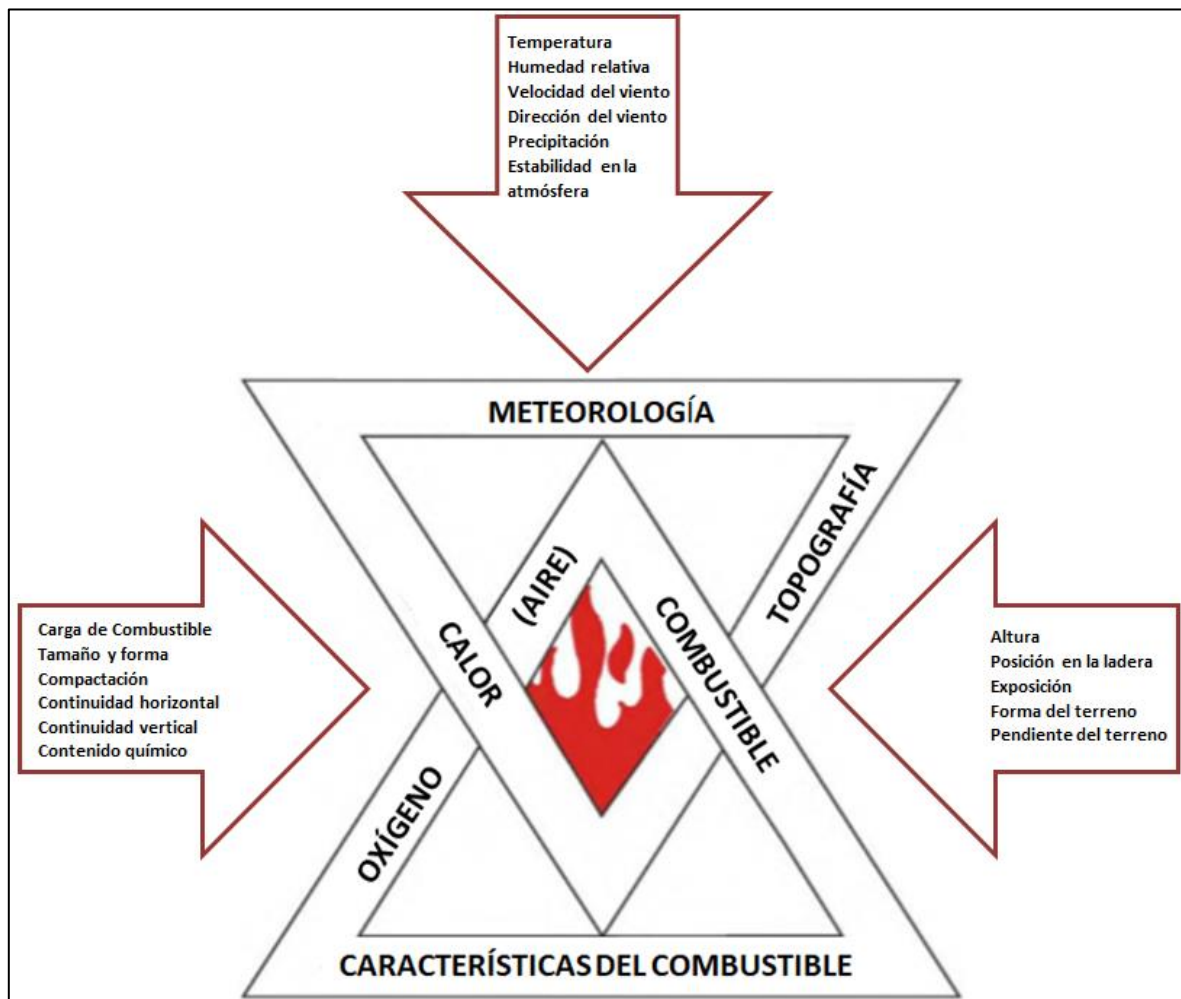
1.	INTRODUCCIÓN.....	5
2.	COMBUSTIBLES	8
2.1	CLASIFICACIÓN ESPACIAL DE LOS COMBUSTIBLES.....	9
2.2	DISPONIBILIDAD DEL COMBUSTIBLE.....	11
2.3	MODELOS DE COMBUSTIBLES DESCRITOS PARA CHILE	12
2.4	VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN LINEAL DE LOS MODELOS DE COMBUSTIBLES DESCRITOS PARA CHILE.....	14
2.5	INFLAMABILIDAD DEL COMBUSTIBLE POR HORA Y EXPOSICIÓN	15
2.6	MÁXIMA INTENSIDAD DEL FUEGO EN FUNCIÓN DE LA HUMEDAD RELATIVA Y TEMPERATURA.....	15
2.7	TABLA DE HUMEDAD DE LOS COMBUSTIBLES VIVOS DE ACUERDO A SU ESTADÍO DE DESARROLLO.	16
2.8	TIEMPO DE RETARDO DE LA HUMEDAD DE COMBUSTIBLE MUERTO Y SU RELACIÓN CON EL TAMAÑO DE LA VEGETACIÓN.....	17
2.9	TABLA DE VALORACIÓN DE LA HUMEDAD RELATIVA Y SU RELACIÓN CON EL COMPORTAMIENTO DE LOS INCENDIOS FORESTALES.	18
2.10	CONDICIONES DE SEVERIDAD ASOCIADAS A LA HUMEDAD RELATIVA Y HUMEDAD DEL COMBUSTIBLE FINO Y MUERTO (HCFM):.....	19
3.	TOPOGRAFÍA	20
3.1	UNIDADES FÍSICAS.....	21
3.2	EXPOSICIÓN DE UNA LADERA	22
3.3	TABLA DE PENDIENTES.....	23
3.4	CONVERSIÓN DE PENDIENTE DE GRADOS A PORCENTAJE	23
4.	METEOROLOGÍA.....	24
4.1	LAS NUBES COMO INDICADORES DEL EFECTO DE LA METEOROLOGÍA EN EL COMPORTAMIENTO DEL FUEGO.....	25
4.2	DIAGRAMA PARA DESCRIPCIÓN DE EXTENSIÓN DE CIELO CUBIERTO (OCTAS).....	34
4.3	TIPOS DE VIENTO.....	35
4.4	ROSA DE LOS VIENTOS	38
4.5	ESCALA PARA ESTIMAR VELOCIDAD DEL VIENTO (ADAPTACIÓN DE ESCALA TIPO BEAUFORT).....	39

5.	COMPORTAMIENTO DE INCENDIOS FORESTALES.....	40
5.1	PATRONES DE PROPAGACIÓN.....	41
5.2	SISTEMA DE PREDICCIÓN DE CAMPBELL.....	47
5.3	DESCRIPCIÓN VISUAL DEL COMPORTAMIENTO DE UN INCENDIO FORESTAL.....	51
5.4	OBSERVACIÓN DE LA LONGITUD DE LA LLAMA FRENTE A LA ALTURA DE LA LLAMA.....	53
5.5	VARIABLES DEL COMPORTAMIENTO	54
5.6	PROCESO PARA LA EVALUACIÓN DE INCENDIOS	55
6.	SEGURIDAD Y COMUNICACIONES.....	57
6.1	PROTOCOLO OCELA.....	58
6.2	CÓDIGO R DE RADIOCOMUNICACIONES.....	60
6.3	ALFABETO FONETICO:	62
6.4	SECTORES DENTRO DE UN INCENDIO FORESTAL.....	63
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	64

1. INTRODUCCIÓN

Los incendios forestales son un fenómeno donde una importante cantidad de variables ambientales contribuyen con su desarrollo. Estas variables además de intervenir son capaces de interactuar entre sí provocando diferentes tipos de incendio. El resultado de esta interacción entre distintos componentes se traduce en lo que conocemos como el comportamiento del fuego. Dentro de los principales factores que afectan al comportamiento de un incendio forestal se encuentran el tipo de combustible y sus características (vigor, humedad, continuidad), la topografía y la meteorología (viento, humedad, temperatura) (Figura 1).

Figura 1. Principales factores que influyen en el comportamiento de los incendios forestales.



Fuente: Adaptación de NWCG, 2017.

La interacción entre estos factores se traduce en las distintas cualidades del comportamiento como son: la velocidad de propagación, la dirección del fuego, la intensidad del incendio, la organización del frente de avance, entre otras. La buena interpretación y descripción en terreno de estos elementos permite conocer, analizar y predecir el patrón de comportamiento futuro de un incendio forestal, lo cual es clave para determinar acciones para el combate, decisiones para

la seguridad del personal, definir elementos de riesgo (viviendas, infraestructuras de interés, etc), entre otras.

De lo mencionado anteriormente nace la necesidad de crear una herramienta para utilizar en terreno que facilite la descripción de las diferentes variables dentro de un incendio forestal y así poder interpretar de mejor forma el comportamiento del fuego. Para ello se ha elaborado la presente libreta de terreno, la cual tiene como principal objetivo entregar una mayor capacidad en el análisis del comportamiento del fuego al personal de la Corporación Nacional Forestal que trabaja en la prevención y extinción de incendios forestales.

La libreta de terreno para el análisis del comportamiento del fuego se divide en cinco ejes principales:

- Variables del combustible
- Variables topográficas
- Variables meteorológicas
- Comportamiento de incendios forestales
- Seguridad y comunicaciones

2. COMBUSTIBLES



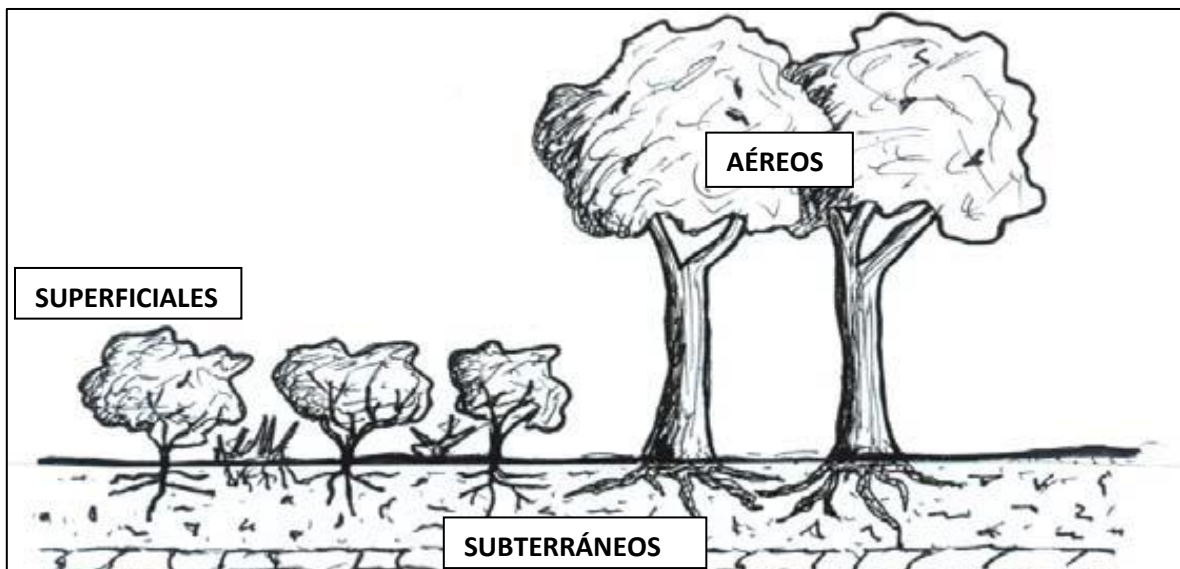
2.1 CLASIFICACIÓN ESPACIAL DE LOS COMBUSTIBLES

Por su ubicación:

Subterráneos: Raíces y otros materiales que se encuentran en el suelo mineral.

Superficiales: Compuestos por hojas, acículas, ramas, ramillas, arbustos o árboles jóvenes, troncos, etc. Todos aquellos combustibles que se encuentran por debajo de 1,5 m de altura sobre el suelo.

Aéreos: Ramas, follaje, musgo, etc., que se encuentra por encima de 1,5 m de altura sobre el suelo.

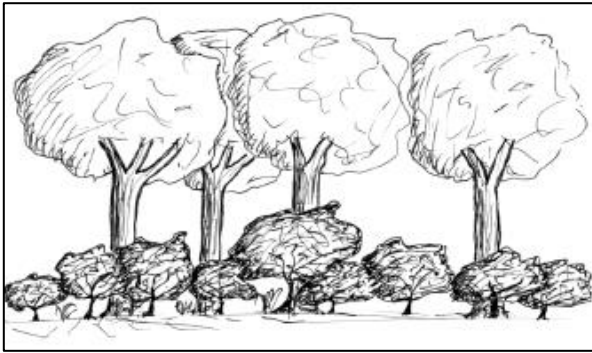


Fuente: PROMIF, 2015.

Por su continuidad:

Continuidad horizontal: Es la distribución de los combustibles en el plano horizontal, factor principal en la propagación de un incendio, que va a definir hacia donde se propagarán las llamas e influirá en la velocidad que alcance éste.

- Uniforme: No hay interrupción en el combustible. Las llamas se propagarán sin barreras.



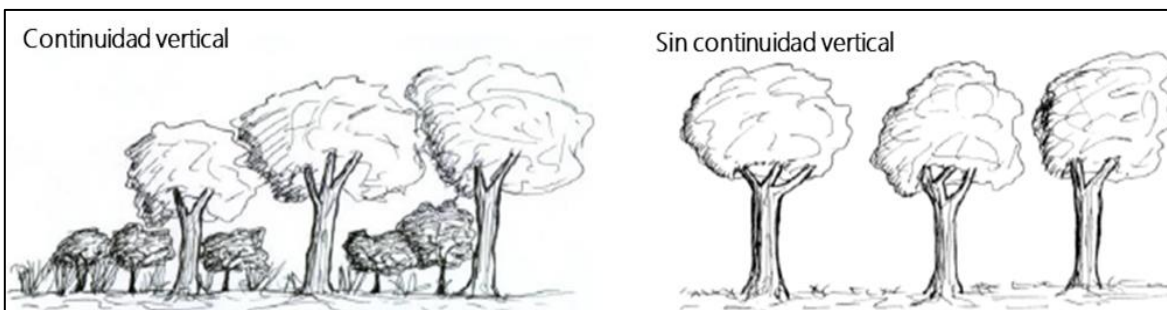
Fuente: PROMIF, 2015.

- o No uniforme: El combustible se encuentra de forma dispersa. Está rodeado de un área despejada o con vegetación no inflamable.



Fuente: PROMIF, 2015.

Continuidad vertical: Es la distribución de los combustibles en el plano vertical. Influye en la probabilidad de que el fuego se transforme en un incendio de copas. Si los combustibles se encuentran en forma escalonada, hay gran continuidad vertical. Por el contrario si el combustible está bien podado y además se limpia el monte de desechos, no hay continuidad vertical.



Fuente: PROMIF, 2015.

2.2 DISPONIBILIDAD DEL COMBUSTIBLE

Cuando sucede el incendio forestal no todo el material vegetal que existe arde y se consume, rara vez los combustibles más gruesos se encuentran totalmente carbonizados, en la mayoría de las ocasiones simplemente están alterados superficialmente. Esto indica que no todo el combustible que había en el incendio se encuentra en condiciones de arder, a esto se le llama disponibilidad del combustible (Aguirre, 2001). Por ello distinguimos entre:

Combustible total: Toda aquella materia vegetal que se encuentra en lugar del incendio. Puede ser vivo o muerto.

Combustible disponible: Combustible que está en condiciones de arder y de consumirse en el incendio.

Combustible restante: Aquella fracción del combustible que no está disponible para quemarse, y queda después del incendio. Normalmente el combustible no se quema debido a uno o varios de estos motivos: Alta humedad del combustible por estar vivo o mojado / Tamaño del combustible troncos, tocones, etc. / Estar fuera del alcance de las llamas.

El combustible más importante es el disponible, ya que es el que se quema y contribuye a aumentar la intensidad calorífica, a mayor cantidad de combustible disponible la combustión será de mayor duración y por tanto aumentará la intensidad lineal del fuego.

Tener presente que la disponibilidad del combustible cambia según:

La hora - La época del año - El Estrato - El tiempo atmosférico - La vegetación – La ubicación - La intensidad del propio fuego.

2.3 MODELOS DE COMBUSTIBLES DESCRITOS PARA CHILE

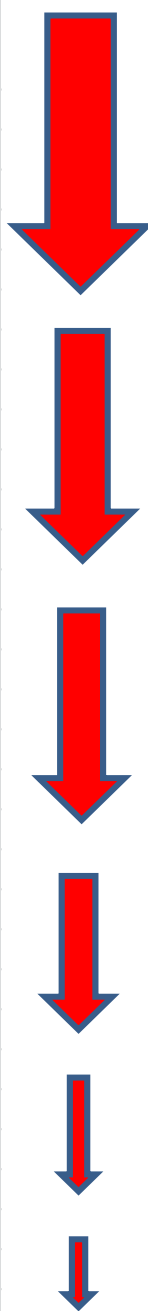
Formación o Uso	Tipo de combustible	Descripción
Pastizales	Pastizales Mesomórficos Densos	Pastizales, Praderas, Cereales y Estrato Herbáceos Higromórficos Densos
	Pastizales Mesomórficos Ralos	Pastizales, Praderas, Cereales y Estratos Herbáceos Higromórficos Ralos.
	Pastizales Higromórficos Densos	Pastizales, Praderas, Cereales y Estratos Herbáceo Mesomórficos Densos.
	Pastizales Higromórficos Ralos	Pastizales, Praderas, Cereales y Estratos Herbáceos Mesomórficos Ralos.
Chacarería, Viñedos y Frutales	Chacarería, Viñedos y Frutales	Chacarería y similares, Viñedos y Frutales.
Matorrales	Matorrales y Arbustos Mesomórficos Densos	Litre, Boldo, Quillay, Maqui, Arrayán, Espino, Peumo, Colliguay, Avellano, Baccharis spp, Mosqueta.
	Matorrales y Arbustos Mesomórficos Medios y Ralos	Litre, Boldo, Quillay, Peumo, Maqui, Arrayán, Espino, Colliguay, Avellano, Baccharis spp, Mosqueta y Aromo.
	Matorrales y Arbustos Higromórficos Densos	Radal, Avellano, Pichi, Retamo, Ñirre, Maqui, Quila, Colihue, Ulex, Canelo, Roble, Coihue, Tineo, Lingue, Taihuén, Zarzamora y Chaura.
	Matorrales y Arbustos Higromórficos Medios y Ralos	Formaciones compuestas principalmente por Ñirre y Lenga
Formaciones con predominancia de Chusquea spp	Formaciones con predominancia de Chusquea spp	Presencia predominante de Quila y Colihue (Chusquea sp.)
Formaciones con predominancia de Ulex spp	Formaciones con predominancia de Ulex spp	Formaciones con presencia predominante de Ulex, Aliaga Marina o Espino (Ulex spp.)
Bosque nativo	Renovales Nativos diferentes al Tipo Siempreverde	Renovales Nativos diferentes al Tipo Forestal Siempreverde
	Renovales Nativos del Tipo Siempreverde	Renovales Nativos del Tipo Forestal Siempreverde.
	Formaciones con predominancia de Alerzales	Formaciones con predominancia de la especie Alerce (<i>Fitzroya cupressoides</i>).
	Formaciones con predominancia de Araucaria	Formaciones con predominancia de la especie Araucaria (<i>Araucaria araucana</i>).
	Arbolado Nativo Denso	Formaciones tales como: Roble-Raulí-Coihue, Siempreverde, Roble Hualo, Lenga, Coihue-Lenga, Coihue- Raulí-Tepa y Alerce- Coihue-Tineo.

Formación o Uso	Tipo de combustible	Descripción
	Arbolado Nativo de Densidad Media	Formaciones tales como Roble-Raulí-Coihue, Coihue- Raulí-Tepa, Siempreverde, Lenga y Coihue-Lenga.
	Arbolado Nativo de Densidad Baja	Formaciones tales como Lenga, Coihue-Raulí-Tepa, Siempreverde y Alerce-Canelo-Coihue.
Plantaciones	Plantaciones Coníferas Nuevas (0-3) sin Manejo	Plantaciones Nuevas de Coníferas (0 a 3 años), sin manejo.
	Plantaciones Coníferas Jóvenes (4-11) sin Manejo	Plantaciones Jóvenes de Coníferas (4 a 11 años), sin manejo.
	Plantaciones Coníferas Adultas (12-17) sin Manejo	Plantaciones Adultas de Coníferas (12 a 17 años), sin manejo.
	Plantaciones Coníferas Mayores (>17) sin Manejo	Plantaciones Mayores de Coníferas (sobre 17 años), sin manejo.
	Plantaciones Coníferas Jóvenes (4-11) con Manejo	Plantaciones Jóvenes de Coníferas (4 a 11 años), con manejo.
	Plantaciones Coníferas Adultas (12-17) con Manejo	Plantaciones Adultas de Coníferas (12 a 17 años), con manejo.
	Plantaciones Coníferas Mayores (>17) con Manejo	Plantaciones Mayores de Coníferas (sobre 17 años), con manejo.
	Plantaciones Eucaliptos Nuevas (0-3)	Plantaciones Nuevas de Eucaliptus spp (0 a 3 años).
	Plantaciones Eucaliptos Jóvenes (4-10)	Plantaciones Jóvenes de Eucaliptus spp (4 a 10 años).
	Plantaciones Eucalipto Adultas (>10)	Plantaciones Adultas de Eucaliptus spp. (sobre 10 años).
	Plantaciones Latifoliadas y Mixtas	Incluye deformaciones de Populus spp. - Latifoliadas Nativas y Latifoliadas - Coníferas.
Desechos	Desechos Explotación a Tala Rasa de Plantaciones	Desechos de Explotaciones a tala rasa de plantaciones (pinos y eucaliptos).
	Desechos Explotación a Tala Rasa de Bosque Nativo	Desechos de Explotaciones a tala rasa (roces) de arbolados y matorrales de bosque nativo.
No combustible	No combustible	Cuerpos de agua, Cascos urbanos, Suelos desnudos

Fuente: Julio, 1990.

2.4 VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN LINEAL DE LOS MODELOS DE COMBUSTIBLES DESCRITOS PARA CHILE.

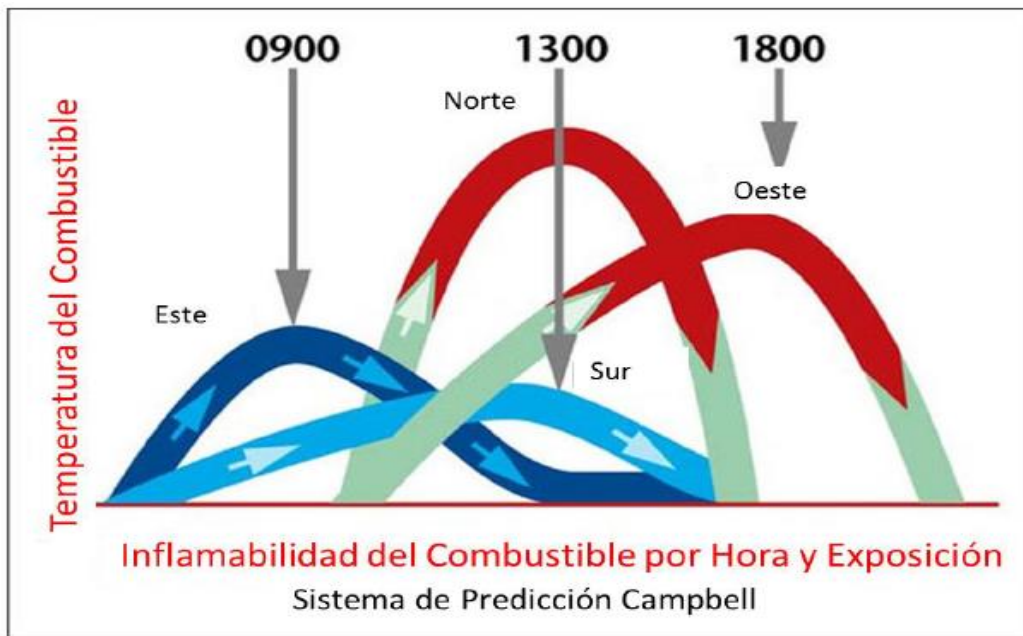
Valores de velocidad de propagación en condiciones ambientales normalizadas dadas por un Contenido de Humedad de la Vegetación Fina y Muy Fina de 15%, Pendiente 0% y ausencia de viento:



Modelo de combustible	Vel. Prop. lineal (m/seg)	Vel. Prop. lineal (km/hr)
Pastizales, praderas, cereales Mesomórficos Densos	0,018880	0,067968
Pastizales, praderas, cereales Mesomórficos Ralos	0,016027	0,057697
Plantaciones Coníferas Nuevas (0-3) sin Manejo	0,013174	0,047426
Formaciones con predominancia de Chuesquea spp	0,010321	0,037156
Pastizales, praderas, cereales Higromórficos Densos	0,010235	0,036846
Plantaciones Eucaliptos Nuevas (0-3)	0,009777	0,035197
Formaciones con predominancia de Ulex spp	0,009234	0,033242
Pastizales, praderas, cereales Higromórficos Ralos	0,008690	0,031284
Matorrales y Arbustos Mesomórficos Medios y Ralos	0,008147	0,029329
Matorrales y Arbustos Mesomórficos Densos	0,007603	0,027371
Plantaciones Coníferas Jóvenes (4-11) con Manejo	0,006516	0,023458
Plantaciones Coníferas Jóvenes (4-11) sin Manejo	0,005973	0,021503
Plantaciones Eucaliptos Jóvenes (4-10)	0,005429	0,019544
Matorrales y Arbustos Higromórficos Medios y Ralos	0,004886	0,017590
Renovales Nativos del Tipo Siempreverde	0,004342	0,015631
Plantaciones Eucalipto Adultas (>10)	0,003799	0,013676
Plantaciones Coníferas Adultas (12-17) con Manejo	0,003255	0,011718
Plantaciones Coníferas Mayores (>17) sin Manejo	0,002712	0,009763
Plantaciones Coníferas Mayores (>17) con Manejo	0,002596	0,009346
Plantaciones Coníferas Adultas (12-17) sin Manejo	0,002481	0,008932
Arbolado Nativo de Densidad Baja (Ralo)	0,002365	0,008514
Formaciones con predominancia de Alerzales	0,002249	0,008096
Desechos Explotación a Tala Rasa de Plantaciones	0,002134	0,007682
Desechos Explotación a Tala Rasa de Bosque Nativo	0,001903	0,006851
Renovales Nativos diferentes al Tipo Siempreverde	0,001787	0,006433
Matorrales y Arbustos Higromórficos Densos	0,001672	0,006019
Arbolado Nativo de Densidad Media	0,001556	0,005602
Formaciones con predominancia de Araucaria	0,001441	0,005188
Plantaciones Latifoliadas y Mixtas	0,001325	0,004770
Chacarería, Viñedos y Frutales	0,001009	0,003632
Arbolado Nativo Denso	0,000979	0,003524

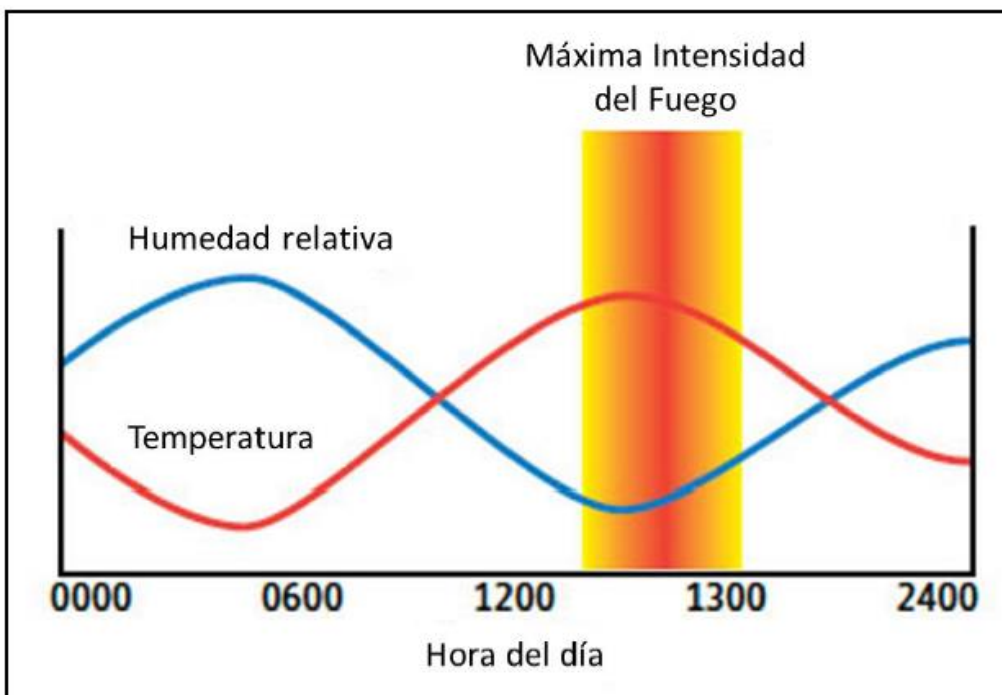
Fuente: Elaboración propia a partir de Julio, 1990.

2.5 INFLAMABILIDAD DEL COMBUSTIBLE POR HORA Y EXPOSICIÓN



Fuente: Brull J, 2014.

2.6 MÁXIMA INTENSIDAD DEL FUEGO EN FUNCIÓN DE LA HUMEDAD RELATIVA Y TEMPERATURA



Fuente: The Scottish Government, 2013.

2.7 TABLA DE HUMEDAD DE LOS COMBUSTIBLES VIVOS DE ACUERDO A SU ESTADÍO DE DESARROLLO.

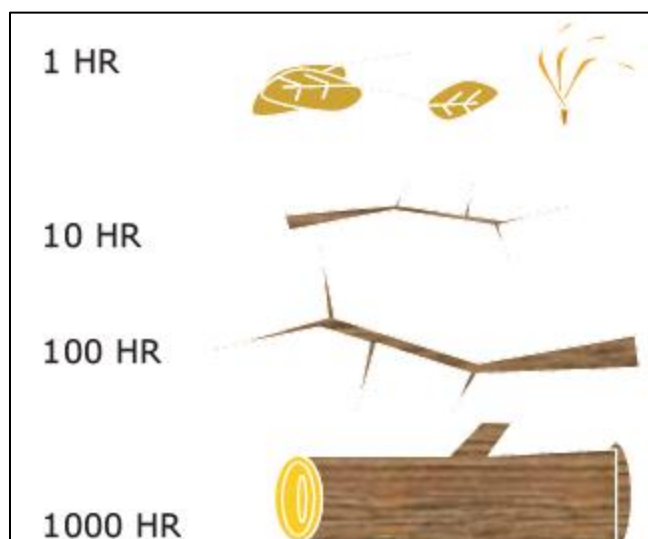
Contenido de humedad de los combustibles vivos	
Estadios de Desarrollo de la Vegetación	% Humedad del Combustible
Hojas jóvenes. Herbáceas anuales en crecimiento. Primeros estadios de desarrollo del crecimiento. Color muy verde.	300
Hojas maduras, pero todavía en desarrollo. Las células están saturadas de agua.	200
Hojas maduras en donde ha finalizado el crecimiento. Hojas perennes viejas. El color es verde muy oscuro.	100
Vegetación que está iniciando el parón vegetativo. El color comienza a cambiar. Algunas hojas se han caído de los tallos.	50
Hojas completamente maduras. Se decoloran totalmente, tornándose marones o pardos.	Menos del 30. Se tratan como si fuesen combustibles muertos.

Fuente: Rothermel, 1983.

2.8 TIEMPO DE RETARDO DE LA HUMEDAD DE COMBUSTIBLE MUERTO Y SU RELACIÓN CON EL TAMAÑO DE LA VEGETACIÓN

Tiempo de retardo	Diámetro del combustible	Materia orgánica en el suelo
1 hora	Menos de 0,5 cm.	Hojarasca y otros combustibles finos sobre la superficie, profundidad <2 cm.
10 horas	0,5 cm -2,5 cm.	
100 horas	2,5 cm- 7,5 cm.	Suelta, poco compacta y profundidad moderada (~10 cm).
1000 horas	7,5 cm -20,5 cm.	Compactada y a mayor profundidad (>10 cm).

Fuente: Rothermel, 1983.



Fuente: Costa et al, 2011.

2.9 TABLA DE VALORACIÓN DE LA HUMEDAD RELATIVA Y SU RELACIÓN CON EL COMPORTAMIENTO DE LOS INCENDIOS FORESTALES.

Humedad Relativa (HR)	Valoración	Observaciones
>60%	HR alta a muy alta	Los combustibles muertos están muy hidratados y si se alcanza este valor a las 4:00 de la madrugada, los combustibles muertos de 10h recuperan su contenido óptimo de humedad. Disponibilidad baja de combustible.
40-60%	HR media alta	De manera general, estos valores son deseables a la hora de realizar quemas prescritas y marcan incendios de baja intensidad. Disponibilidad media.
30-40%	HR media baja	Valores habituales de los incendios de baja y media intensidad. Incendios fuera de la capacidad de extinción con ventanas de mucho viento. Incluido los incendios de invierno. Disponibilidad de combustible media.
20-30%	HR baja	Valores habituales de los incendios que en función de las condiciones meteorológicas y topográficas marcan los límites entre dentro y fuera de capacidad de extinción. Disponibilidad de combustible alta.
10-20%	HR muy baja	Valores habituales de los grandes incendios en los momentos de máxima propagación. La mayoría de los atrapamientos con gran número de personas involucradas se encuentra a partir de estos valores. Gran cantidad de focos secundarios, deflagraciones. Disponibilidad de combustible muy alta.
<10%	HR Extremadamente baja	Todo lo comentado anteriormente se agrava, incendios con velocidad de propagación deflagrante en la mayoría de las ventanas meteorológicas.

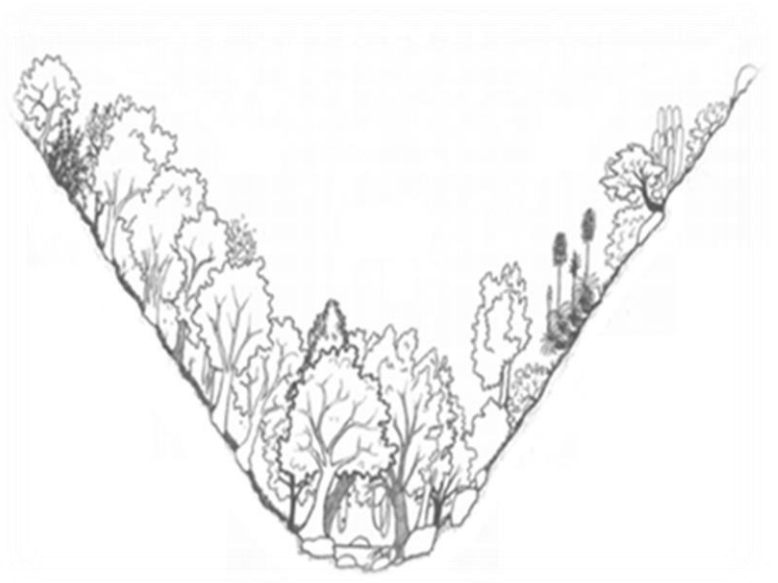
Fuente: Quílez, 2015.

2.10 CONDICIONES DE SEVERIDAD ASOCIADAS A LA HUMEDAD RELATIVA Y HUMEDAD DEL COMBUSTIBLE FINO Y MUERTO (HCFM):

HR (%)	Hum. Comb. (1h) (%)	Hum. Comb. (10h) (%)	Condición de severidad
>60	>20	>15	<ul style="list-style-type: none"> - Ignición muy lenta - Algunas pavesas con vientos mayores a 14 km/h
45 - 60	15 - 19	12 - 15	<ul style="list-style-type: none"> - Bajo riesgo de ignición - Fogatas de picnic pueden ser peligrosas - Posible ignición por pavesas cuando HR<50
30 - 45	15 - 19	10 - 12	<ul style="list-style-type: none"> - Ignición media - Fósforos pueden ser peligrosos - Condición de quema adecuada
26 - 40	8 - 10	8 - 9	<ul style="list-style-type: none"> - Alto riesgo de ignición - Fósforos son peligrosos - Coronamiento ocasional - Pavesas - Condición moderada de quema.
15 - 30	6 - 8	6 - 8	<ul style="list-style-type: none"> - Rápida ignición - Rápido crecimiento - Coronamiento extensivo - Las pavesas aumentan directamente con el aumento del viento - Fuego sube por la corteza, encendiendo los combustibles aéreos - Pavesas enviadas muy lejos en las plantaciones de pino - Condición de quema peligrosa
<15	<6	<6	<ul style="list-style-type: none"> - Toda fuente de ignición es de alto riesgo - Condición de propagación agresiva - Pavesas crecen rápidamente - Probabilidad de comportamiento extremo del fuego - Condición de quema crítica

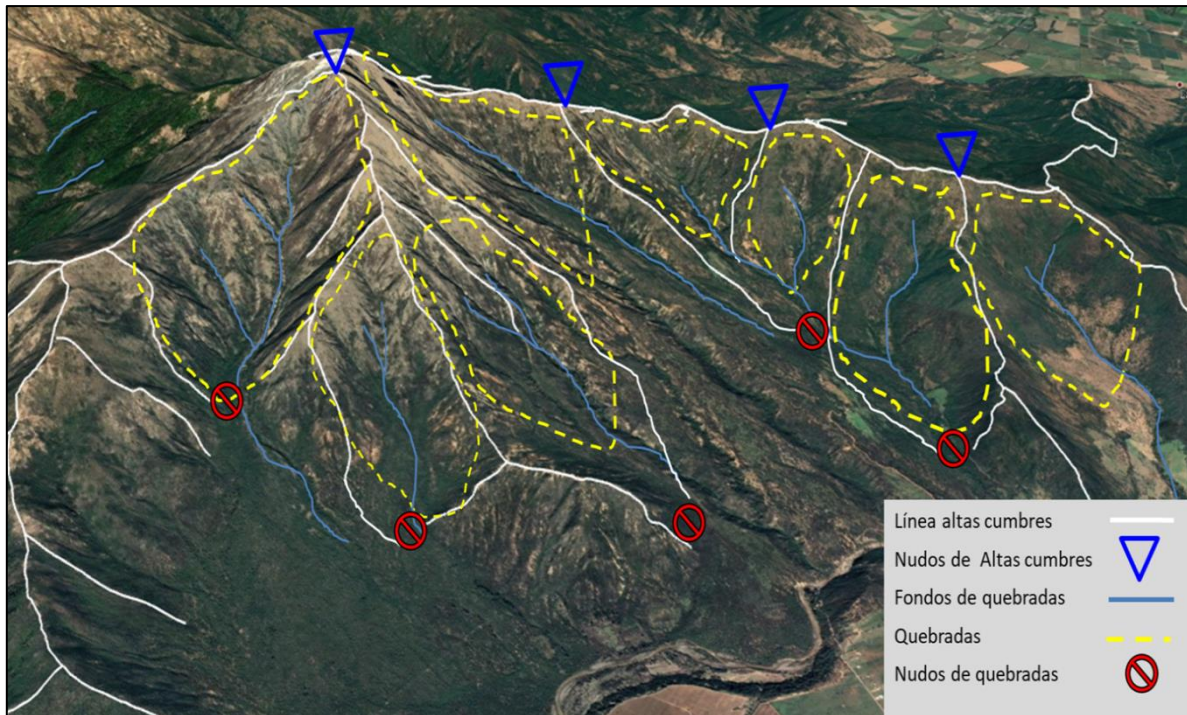
Fuente: Conaf a partir de Julio 2012.

3. TOPOGRAFÍA



3.1 UNIDADES FÍSICAS

La topografía de un área está configurada por diferentes elementos como son la altura, la exposición, la forma del terreno, la pendiente del terreno y la posición en la ladera. Este último elemento contribuye a orientarse y describir de mejor forma la ubicación del incendio, el potencial de avance y comportamiento del fuego. La figura muestra las distintas posiciones y sectores a lo largo de una cadena montañosa.



Fuente: Elaboración propia.

3.2 EXPOSICIÓN DE UNA LADERA

Exposición Este:

La ladera mira hacia el Este.

Exposición Oeste:

La ladera mira hacia el Oeste.

Exposición Norte:

La ladera mira hacia el Norte (asociada a solana).

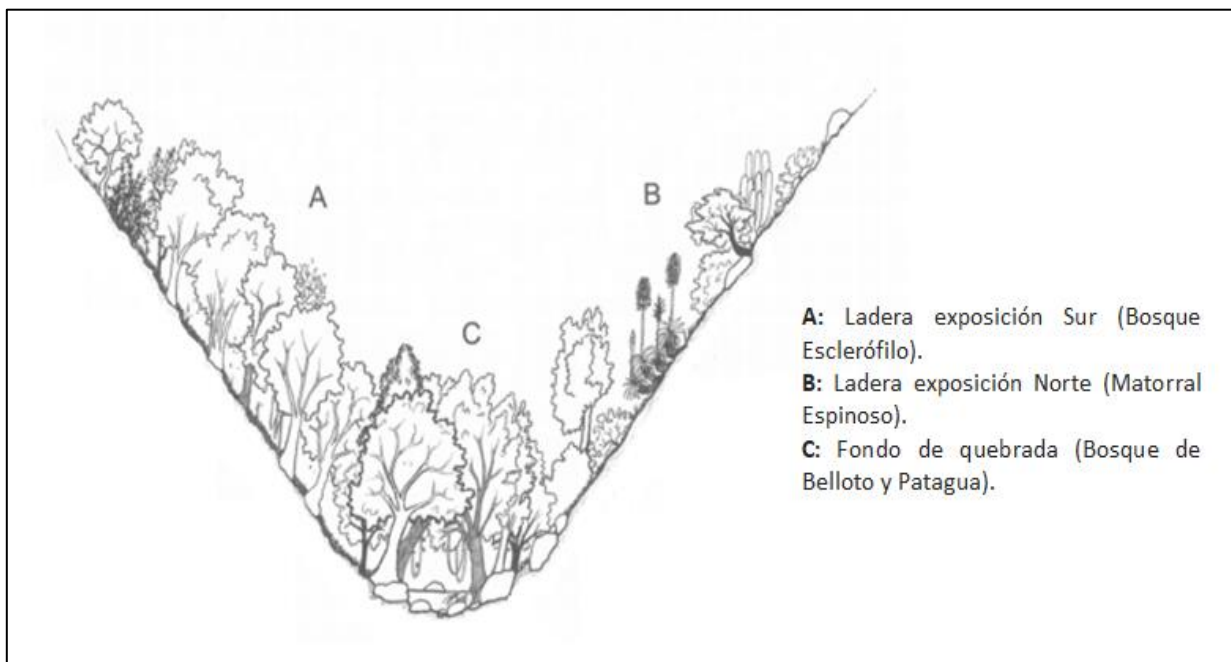
Exposición Sur:

La ladera mira hacia el Sur (asociada a Umbría).



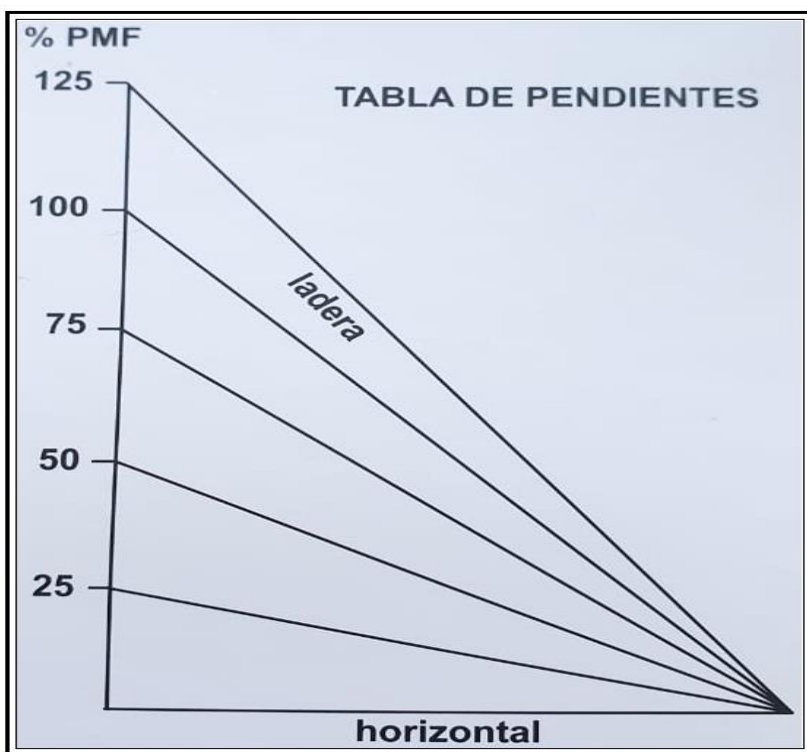
Fuente: Elaboración propia.

Ejemplo: Referencia tipo vegetación según exposición. Bosque esclerófilo mediterráneo zona central de Chile.



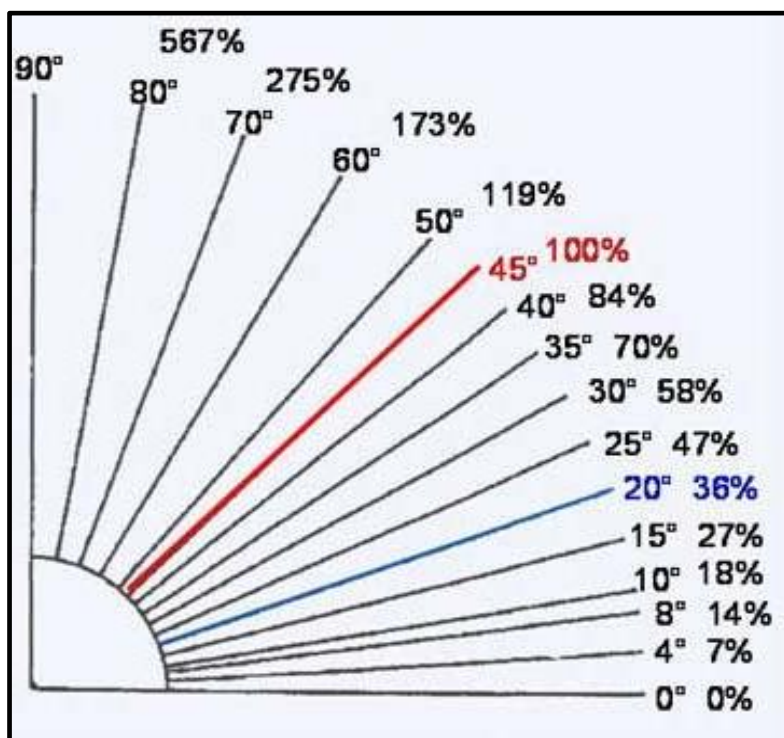
Fuente: Luebert & Pliscoff, 2006.

3.3 TABLA DE PENDIENTES



Fuente: Libreta de terreno R-111.

3.4 CONVERSIÓN DE PENDIENTE DE GRADOS A PORCENTAJE



4. METEOROLOGÍA







4.1 LAS NUBES COMO INDICADORES DEL EFECTO DE LA METEOROLOGÍA EN EL COMPORTAMIENTO DEL FUEGO.

Nombre	Descripción general	Efectos en el comportamiento del fuego	Figura ejemplo
H1: Cirros en Bandas	Bandas simples o numerosas cruzando el cielo, indican que el Jet Stream (corriente en chorro de aire de la parte alta de la atmósfera) más visibles en el combustible superficial.	Pueden generar inestabilidad, y vientos en superficie que incrementen la actividad del fuego.	
H2: Cirros	Densos, bien formados o en haces, no creciendo	No implican un incremento de la actividad del fuego.	
H3: Cirros	En forma de yunque, como restos de un cumulonimbo	Esperar vientos racheados procedentes de la desintegración de un cumulonimbo cercano.	

Nombre	Descripción general	Efectos en el comportamiento del fuego	Figura ejemplo
H4: Cirros	Cirros En ganchos o filamentos, creciendo y llegando a ser densos	A menudo indican aire frío en altura. Espera una posible inestabilidad que incremente la actividad del incendio.	
H5: Cirroestratos	Bandas de cirros, relativamente cerca del horizonte.	Indican la llegada de frentes en 2 ó 3 días.	
H6: Cirroestratos	Bandas de cirros cubriendo una importante porción del cielo, con la mayor parte del sol tapado	Normalmente indican que la llegada del frente será en menos de un día.	
H7: Cirroestratos	Traslucidos, cubriendo completamente el sol.	Las condiciones atmosféricas no implican cambios significativos en el comportamiento del fuego mostrado.	

Nombre	Descripción general	Efectos en el comportamiento del fuego	Figura ejemplo
H8: Cirroestratos	Sin crecimiento, y sin cubrir todo el cielo.	Las condiciones atmosféricas no implican cambios significativos en el comportamiento del fuego mostrado.	
H9: Cirrocumulos	Solitarios o agrupados en algunos cirros o cirroestratos.	Indican una elevada inestabilidad, pero con poco impacto en las condiciones atmosféricas en superficie.	
M1: Altoestratos	Semitransparentes, el sol o la luna se ven débilmente.	Las condiciones meteorológicas no tiene un impacto negativo en el incendio, y puede esperarse una reducción de la actividad del fuego por efecto del sombreado.	
M2: Altoestratos o nimboestratos	Suficientemente densos para tapar el sol o la luna	A menudo provocan lluvias, y actividad mínima del fuego.	


Nombre	Descripción general	Efectos en el comportamiento del fuego	Figura ejemplo
M3: Alto cumululos	Semitransparentes, un nivel.	Indican una débil inestabilidad en niveles medios, e incremento de la humedad, posibilidad de tormentas con fuertes lluvias en 24 horas.	
M4: Alto cumululos	Forma de lenteja o en constante cambio de forma y tamaño.	Resultado de potentes vientos a niveles medios, que pueden afectar a nivel de superficie, propagando los incendios con velocidad.	
M5: Alto cumululos	Una o más bandas o capas	Indican presencia de inestabilidad, observar el desarrollo posterior.	
M6: Alto cumululos	Proceden de la evolución de cúmulos o Cumulonimbos.	Pueden indicar presencia o proximidad de tormentas, precaución con los vientos erráticos procedentes de la dirección de las nubes.	

Nombre	Descripción general	Efectos en el comportamiento del fuego	Figura ejemplo
M7: Alto cumululos	Generalmente capas opacas, posiblemente contengan lluvia.	Conlle van inestabilidad, y pueden producir vientos erráticos, la densidad de las nubes podría inhibir la convección.	
M8: Alto cumululos Castellanus/ Alto cumululos Floccus	Alto cumululos Floccus con cúmulos como almenas	Cuando se observan por la mañana, a menudo son precursoras de tormentas por la tarde.	
M9: Alto cumululos	Cielo caótico, con nubes a diferentes alturas	La base de las nubes más bajas puede bloquear la visión de las tormentas por encima de ellas. Ocultan potencial de rayos y vientos erráticos.	
L1: Cúmulos con tiempo limpio	Apariencia aplanada	Conlle van presencia de inestabilidad, pero raras veces provocan un violento desarrollo, el incremento de la actividad del incendio es posible, especialmente en condiciones de baja humedad relativa.	

Nombre	Descripción general	Efectos en el comportamiento del fuego	Figura ejemplo
L2: Cúmulos	De moderado a potente desarrollo vertical de cúmulos verticales	La atmósfera es inestable, hay que prestar atención al posible desarrollo rápido de tormentas e incremento en la intensidad del incendio.	
L3: Cumulonimbos	La parte superior no es fibrosa, sin definir bien su parte exterior y sin formar yunque.	Significativo movimiento vertical de vientos, pudiendo producir vientos descendentes erráticos, se pueden formar tormentas y el comportamiento del incendio se hace imprevisible.	
L4: Estratocúmulos	Inestabilidad Moderada.	Lluvia y corrientes descendentes de viento, posibilidad de formación de tormentas, comportamiento del fuego variable.	
L5: Estratocúmulos	Apariencia plana, usualmente asociada con tiempo frío y húmedo.	Es posible que se de lluvias débiles, inactividad del incendio.	



Nombre	Descripción general	Efectos en el comportamiento del fuego	Figura ejemplo
L6: Estratos	Apariencia suave, capas continuas bajas.	A menudo impiden la actividad de las aeronaves, actividad mínima del incendio.	
L7: Estratos Fractus/ Cúmulos Fractus	Se dan con lluvia o nieve.	Usualmente asociados con frentes fríos, el viento puede empujar el incendio.	
L8: Cúmulos & Estratocúmulos	Asociados a la influencia fría de la costa.	La intensidad del incendio se puede incrementar por la tarde con el calentamiento de la tierra y la inestabilidad.	
L9: Tormentas Maduras	Potentes corrientes descendentes de aire, rayos, intensa lluvia y granizo.	El terreno escarpado canaliza los vientos y los rayos a distancia.	

Nombre	Descripción general	Efectos en el comportamiento del fuego	Figura ejemplo
Pirocúmulos	Condiciones inestables donde el humo y la humedad se condensa formando cúmulos.	Potentes vientos descendentes, lluvia y rayos, son posibles bajo Condiciones extremas.	
Tornado	Columna rápida rotando bajo un cumulonimbo que toca la tierra.		
Nube Muro	Parte baja de la capa de lluvia de una tormenta.	A menudo preceden la formación de tornados.	
Nubes en balda	Representan el borde de la cabeza de vientos potentes procedentes de una tormenta.		

Nombre	Descripción general	Efectos en el comportamiento del fuego	Figura ejemplo
Nubes Ola	Se forman por la circulación de potentes vientos sobre terreno irregular.	Estos potentes vientos pueden afectar a la superficie, incrementando la velocidad de propagación del incendio.	

Fuente: NOAA, National Weather Service. Traducción: Raúl Quílez

4.2 DIAGRAMA PARA DESCRIPCIÓN DE EXTENSIÓN DE CIELO CUBIERTO (OCTAS)

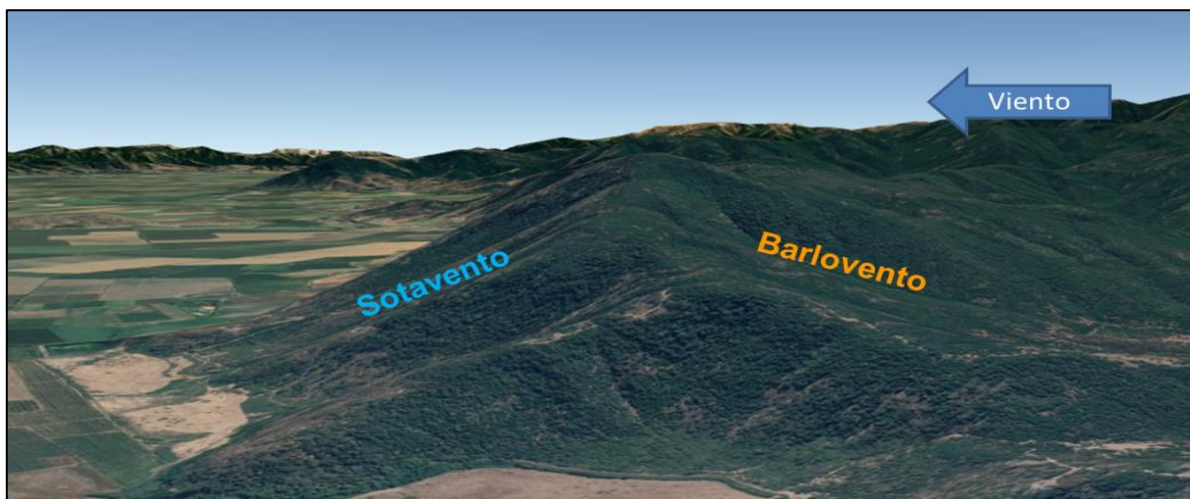
Símbolo	Extensión cielo cubierto	
	0/8	Despejado
	1/8	Poco nuboso
	2/8	Poco nuboso
	3/8	Poco nuboso
	4/8	Nuboso
	5/8	Nuboso
	6/8	Muy nuboso
	7/8	Muy nuboso
	8/8	Cubierto

4.3 TIPOS DE VIENTO

- **BARLOVENTO Y SOTAVENTO**

Viento **Barlovento** corresponde a la parte de donde viene el viento, respecto a un punto o lugar determinado. Lado de un obstáculo, orientado en la dirección de donde viene el viento.

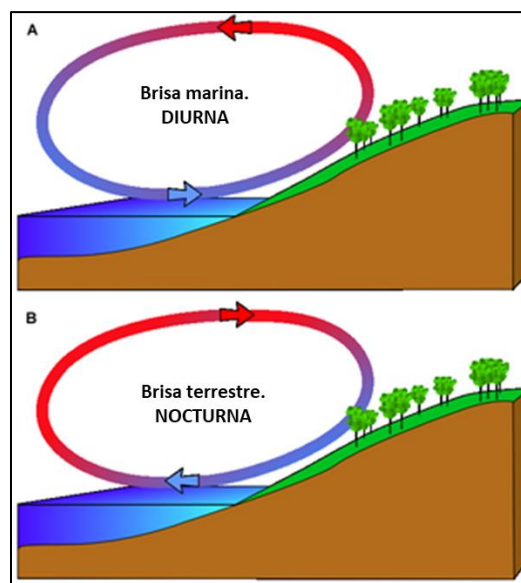
Viento **Sotavento** corresponde a la parte hacia donde se dirige el viento. Ladera de un relieve o región, al resguardo del lugar de procedencia del viento.



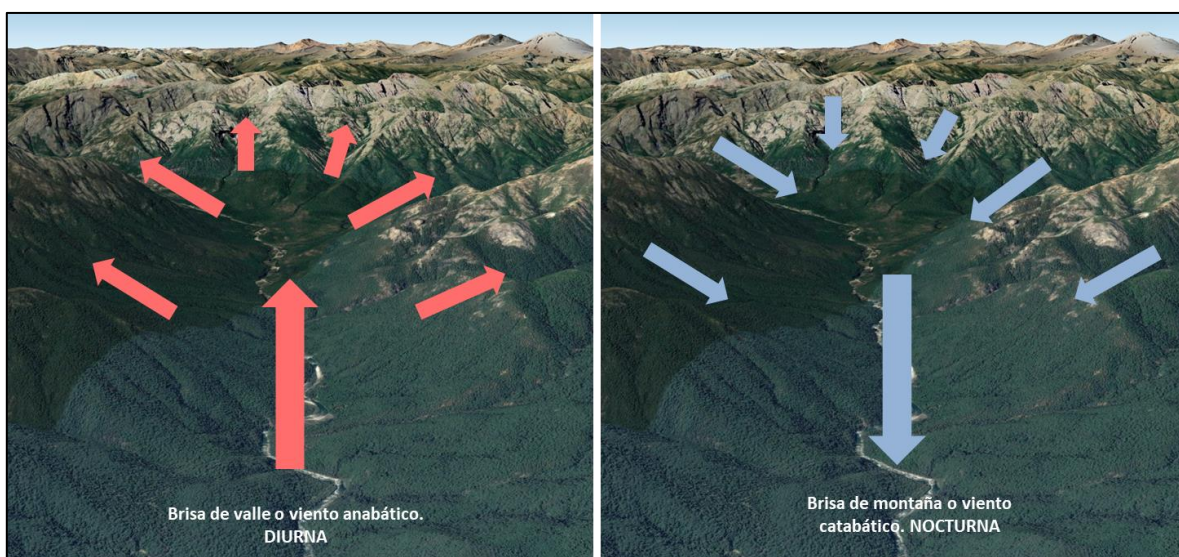
Fuente: Elaboración propia.

- **BRISAS**

Brisas Marinas: Se localizan en las costas y se producen por el efecto de las diferencias de calentamiento y enfriamiento que experimenta la Tierra y las masas de agua. Durante el día la mayor temperatura de la tierra da lugar a ascensiones del aire calentado que son rápidamente compensadas por la llegada de aire frío procedente del mar o grandes lagos. Al anochecer hay un periodo de calma cuando las temperaturas se igualan. Durante la noche el mecanismo se invierte al estar el agua más caliente aunque la velocidad del viento suele ser menor debido a que las diferencias no son tan acusadas.



Brisas de valle y de montaña: Similares a las anteriores se producen por la diferencia de insolación y las diferencias de calentamiento del aire en las zonas de cumbres, cabeceras de los valles y fondos de los mismos. Esto da lugar a que durante el día se produzca una fuerte ascendencia sobre las laderas expuestas al sol, así como subsidencias en la parte central del valle. A última hora del día ocurre lo contrario, es decir, desde las laderas, que ya no son calentadas por el sol, el aire desciende por enfriamiento hacia el fondo del valle levantando el aire aún cálido que se mantiene en estos.



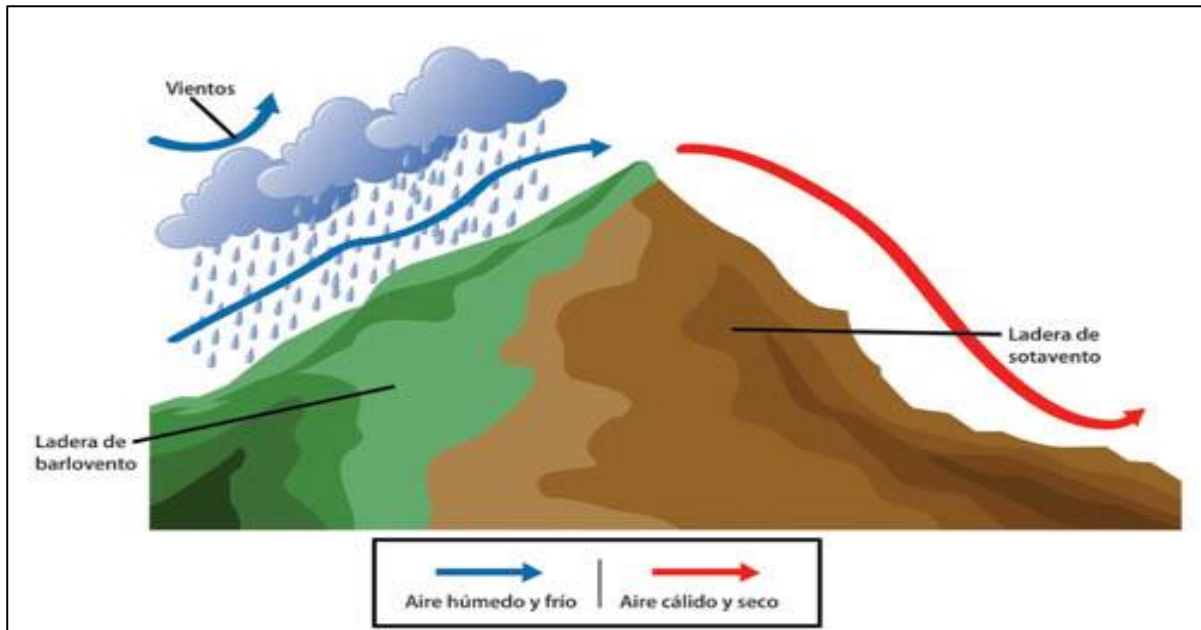
Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Incendio el Calvario 2, 22-03-2019. Autor Jordi Brull.

- **VIENTOS FOEHN**

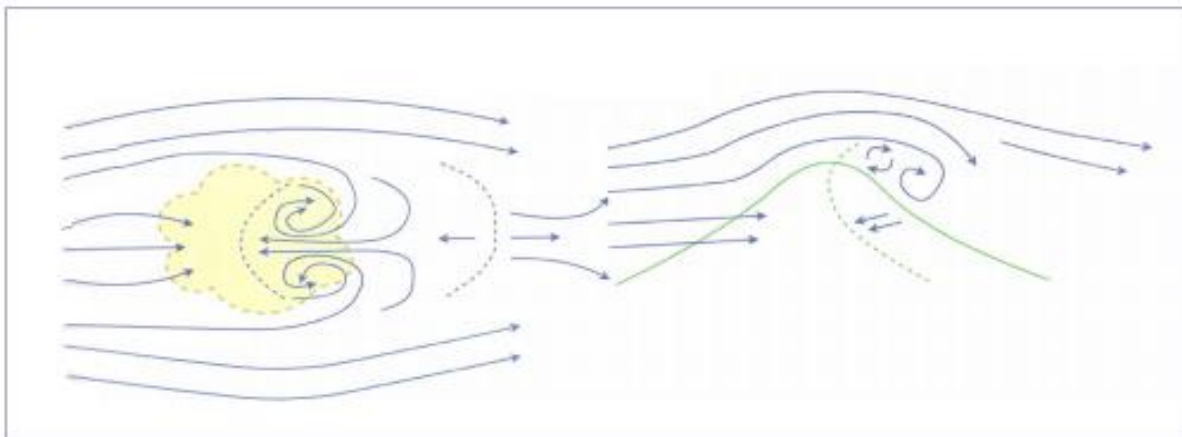
Efecto que se produce cuando los vientos de superficie ascienden por las laderas de barlovento, haciendo que el aire tenga que descargar la humedad al ascender en altitud provocando que el viento que desciende en la ladera a sotavento sea más cálido y seco.



Fuente: AEMET, 2020.

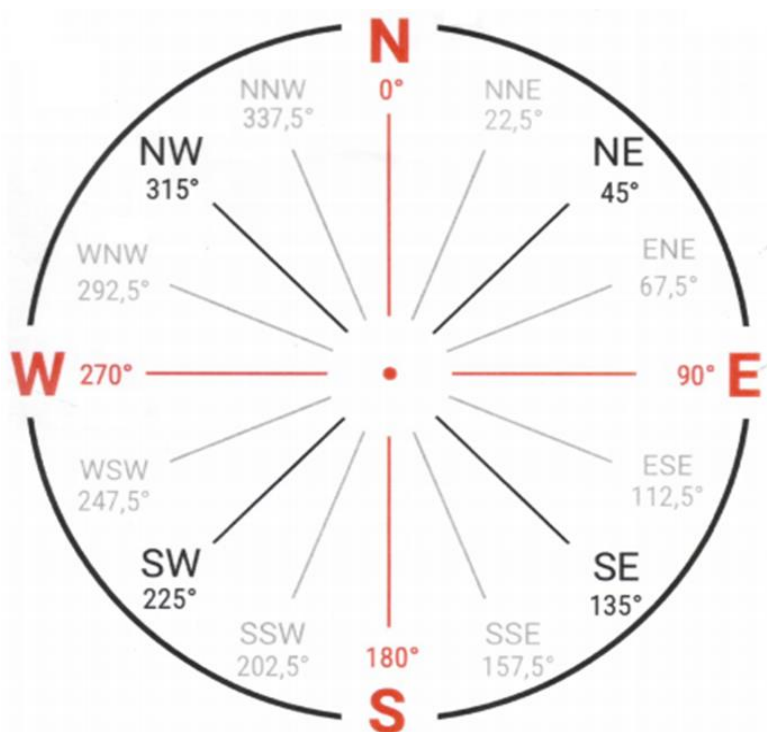
- **CONTRAVIENTOS O ROTORES**

Cuando un viento de cierta intensidad sobrepasa una cadena montañosa, puede generar vórtices en la parte de sotavento a modo de remolinos que empujan el viento en dirección contraria a la dirección del viento general. Cuando el incendio pasa a evolucionar por la parte contraria de la zona donde recibe el viento dominante, debido al empuje que estos vórtices ejercen sobre el incendio (Quílez, 2020).



Fuente: Quílez, 2020.

4.4 ROSA DE LOS VIENTOS



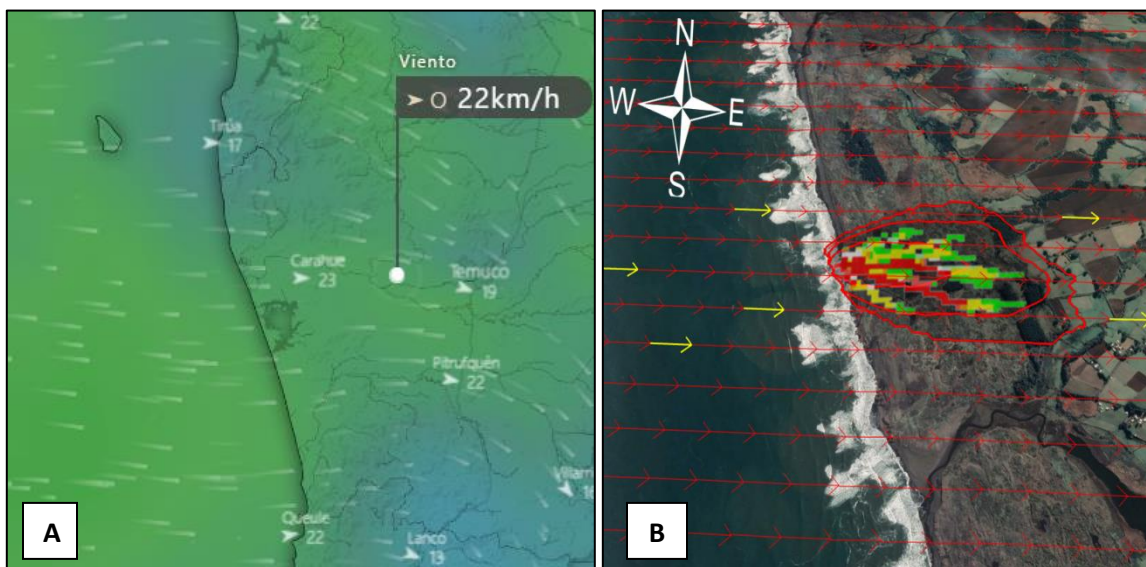
Viento de componente norte (entre 315 ° y 45 °)

Viento de componente este (entre 45 ° y 135 °)

Viento de componente sur (entre 135 ° y 225 °)

Viento de componente oeste (entre 225 ° y 315 °)

Ejemplo: Viento componente OESTE (el viento proviene desde el OESTE).



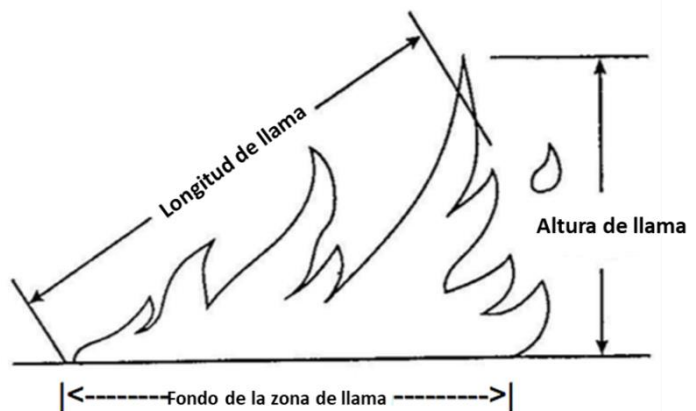
Fuente: (A) Windy.com (B) Elaboración propia con Wildfire Analyst.

4.5 ESCALA PARA ESTIMAR VELOCIDAD DEL VIENTO (ADAPTACIÓN DE ESCALA TIPO BEAUFORT).

Velocidad del Viento	Acción del Viento
0-6 Km/h 3 nudos	Brisa suave. Columna de humo asciende verticalmente. Hierbas y pastos se mueven suavemente.
7-13 Km/h 5 nudos	Brisa fuerte. Arbusto y copas de árboles se mecen suavemente. El viento se siente en la cara.
14-22 Km/h 10 nudos	Viento moderado. Árboles delgados se mecen notablemente .Las banderas ondulan.
22-33 Km/h 15 nudos	Viento fuerte. Árboles delgados se mecen violentamente. El viento levanta polvo.
34-45 Km/h 21 nudos	Viento severo. Las hojas se caen de los árboles. Es molesto andar contra el viento. Se escucha silbido fuerte.
46-57 km/h 30 nudos	Ventarrón moderado. Caen ramas secas de árboles, algunas ramas verdes se dañan. Es molesto caminar.
58-70 Km/h 35 nudos	Ventarrón fuerte. Se desganchan algunas ramas de árboles. El viento acuesta hierbas y pastos. Es difícil caminar.
71-85 Km/h 47 nudos	Ventarrón severo. Se quiebran o caen algunos árboles. El viento acuesta hierbas y pastos. Es muy difícil caminar.

Fuente: Libreta terreno R-111. CONAF.

5. COMPORTAMIENTO DE INCENDIOS FORESTALES

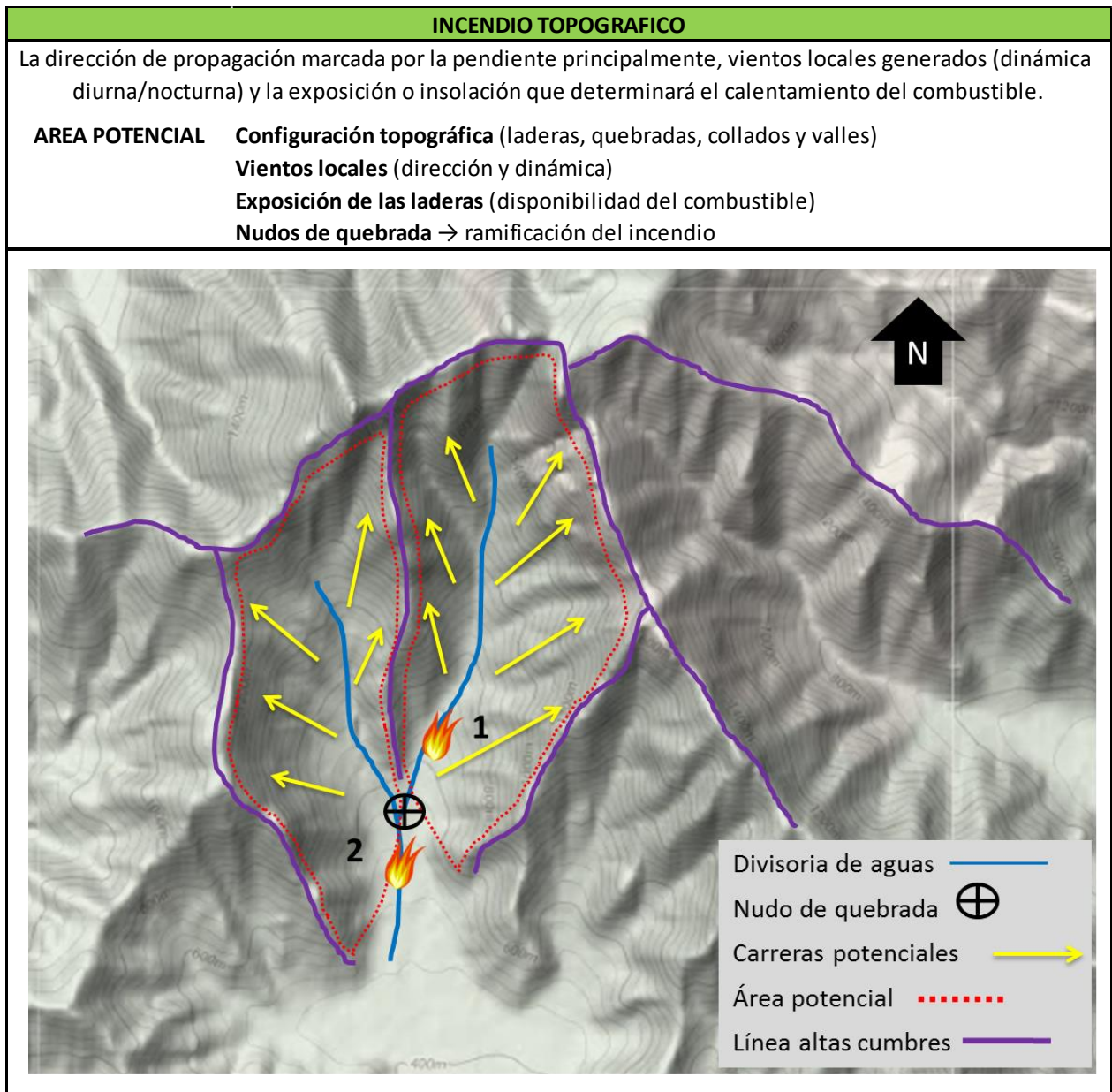


5.1 PATRONES DE PROPAGACIÓN

Factores dominantes en la propagación de los incendios o motor del incendio, factor de mayor influencia en la propagación del incendio.

Existen tres factores de propagación

- Topografía
- Viento
- Combustible



SITUACIONES PARTICULARES

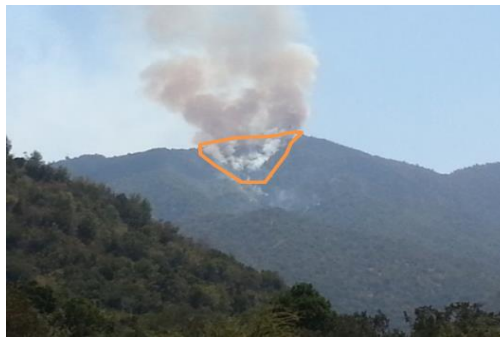
Quebradas, cañones

Especial atención por el comportamiento extremo → Seguridad

Pueden quemar enteras de forma simultánea o sólo en alguna ladera (las expuestas al sol → disponibilidad del combustible)

Generación de vientos

Incendios que descienden → posibles carreras que puedan generarse al llegar este al fondo de la quebrada.



Collados (puertos)

Suaves depresiones entre cerros (pasos de un lado a otro de una sierra).

Zonas ventosas y en sus proximidades se produce:

Aceleración

Efectos succión hacia el collado (entrada viento) / Efectos expansión en la salida del collado (salida viento)



Succión valles principales

En grandes valles y quebradas

Canalizan el viento hacia ellos produciendo el efecto de succión.

A mayor velocidad del viento la succión producida por el valle se incrementa.



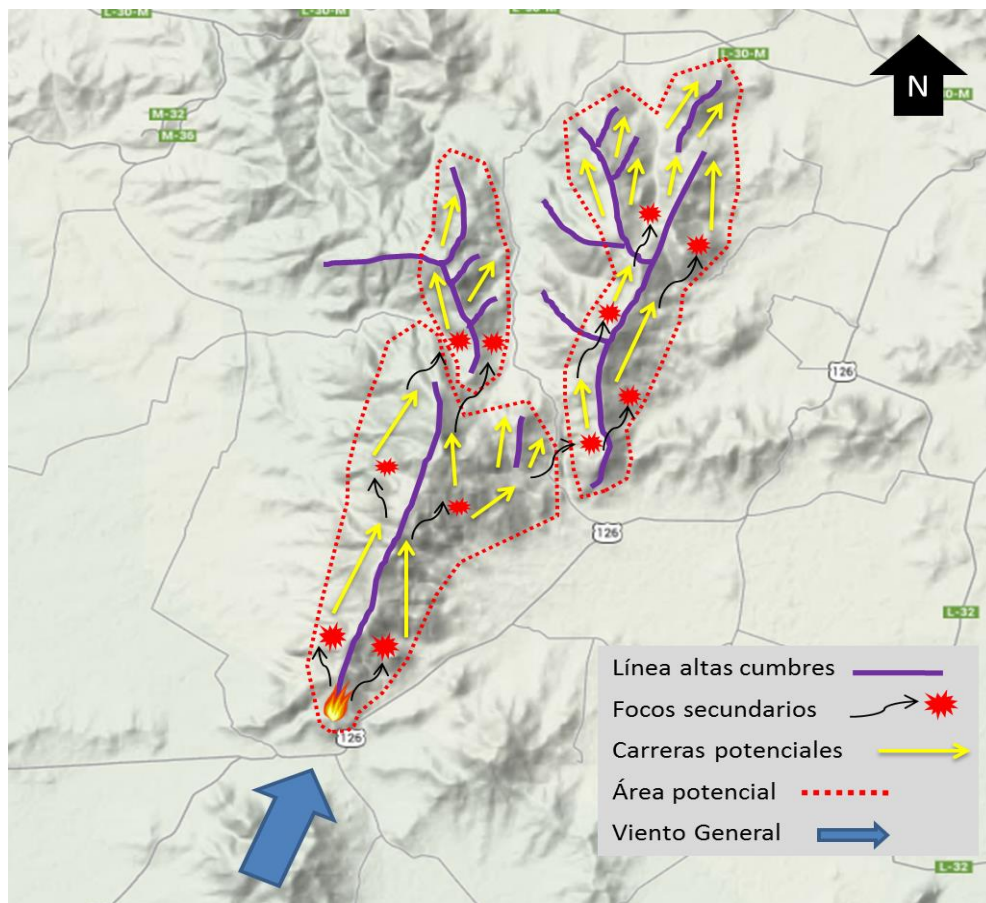
INCENDIO DE VIENTO

Dirección de propagación = dirección del viento dominante, (no constante, fluctúa varios grados). Según la intensidad del viento y lo abrupto de la topografía del terreno se pueden generar contravientos.

AREA POTENCIAL **Dirección del viento**

Topografía

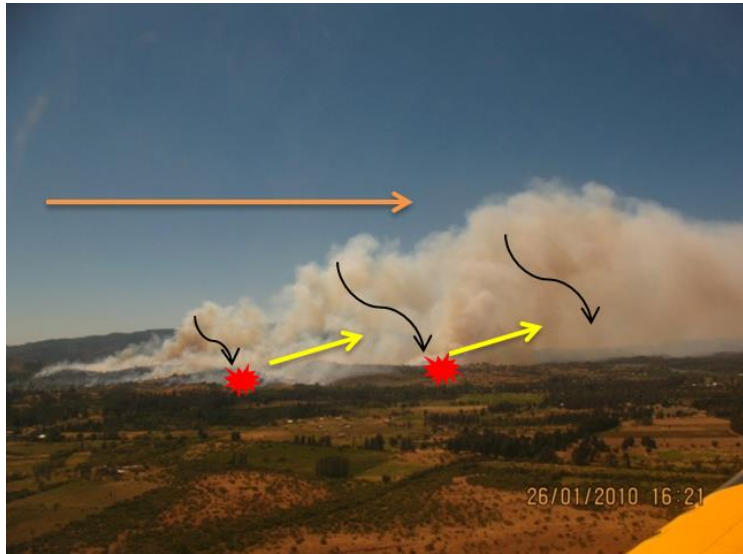
Línea de altas cumbres que estén **alineadas** en la **dirección del viento** son las de **mayor potencial**



SITUACIONES PARTICULARES

Focos secundarios

Especial atención emisión de focos secundarios frecuente y en la dirección del viento → Elevada velocidad



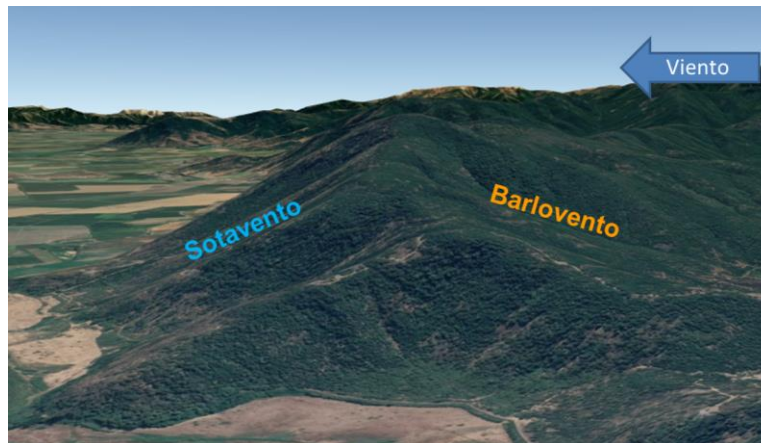
Barlovento / Sotavento

Barlovento: Ladera expuesta al viento. Dirección de propagación=Direc.viento

Carreras ascendentes con elevada velocidad de propagación.

Sotavento: Con contraviento comportamientos similares a barlovento (elevada velocidad)

Sin contraviento menores velocidades de propagación al no tener el viento a favor



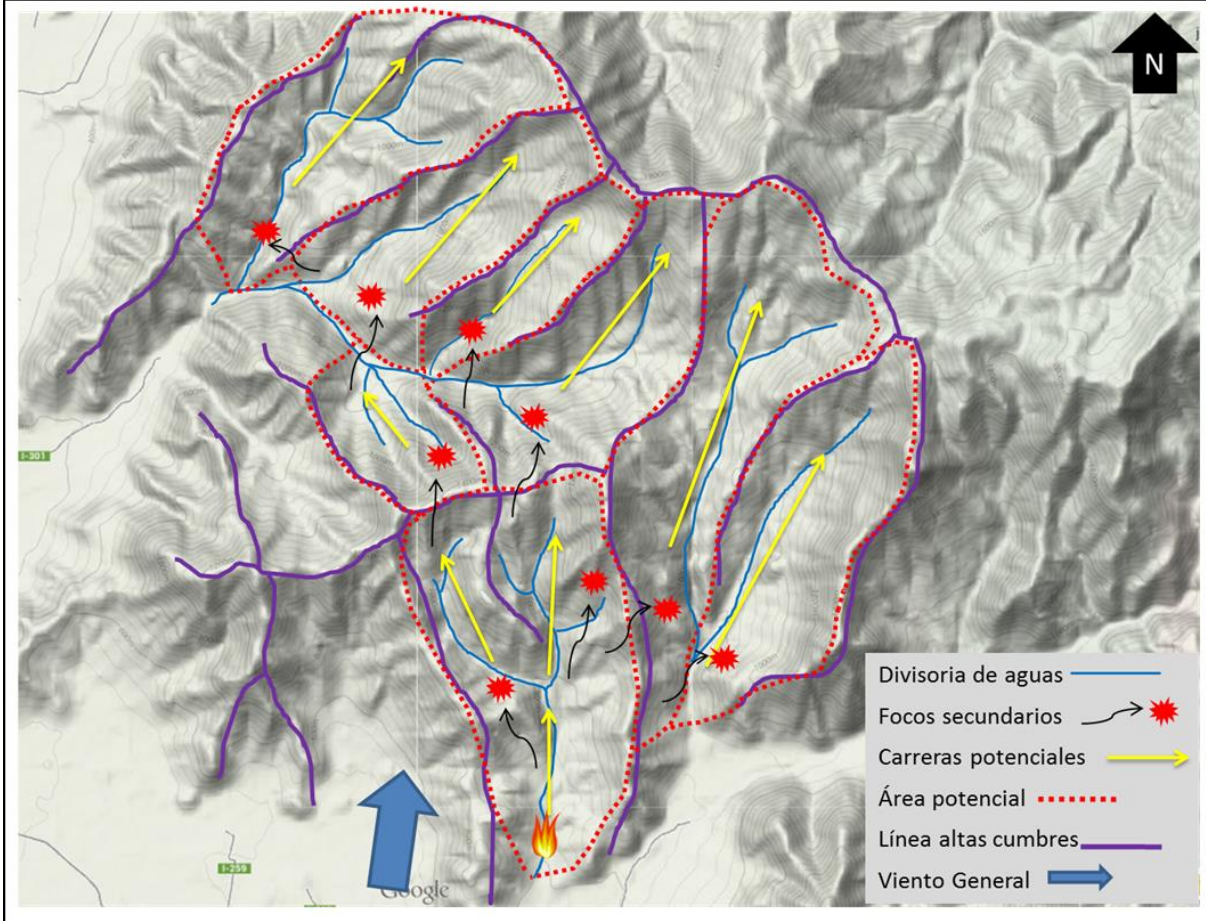
INCENDIO CONVECTIVOS

Mayor dificultad en la predicción de la dirección de propagación: Distribución de los combustibles y

AREA POTENCIAL Grandes cuencas hidrográficas (Quebradas)

La dirección del viento marca la caída de focos secundarios y por tanto la dirección de avance del incendio.

Las cuencas hidrográficas alineadas en la dirección del viento son las más potenciales.



SITUACIONES PARTICULARES

Ambiente de fuego

El incendio genera su propio ambiente de fuego (condiciones meteorológicas críticas) que provoca un aumento disponibilidad del combustible del entorno inmediato por donde irá avanzando el incendio.



Focos secundarios

Propagación por focos secundarios → succionadas por el frente aumentando su intensidad y avance a través del relieve



Pirocumulo

Formación de Pirocumulo que puede colapsar y generar vientos erráticos



5.2 SISTEMA DE PREDICCIÓN DE CAMPBELL


Método que permite predecir el comportamiento futuro del fuego de una forma simple y sencilla, en base al comportamiento observado.

Fuerzas locales del incendio: cada una de las tres características identificadas por el sistema de predicción de Campbell como las principales en el comportamiento del fuego en un lugar dado del incendio. Son: VIENTO, PENDIENTE y TEMPERATURA DEL COMBUSTIBLE (o EXPOSICIÓN).

Alineaciones según Campbell:

Alineación	Fuerzas			Valor	Código	Fuerzas alineadas
	Viento	Pendiente	Tª Combustible			
Plena alineación	SI	SI	SI	3/3	A3	Todos
Media alineación	SI	SI	NO	2/3	A2	+Viento +Pendiente
	SI	NO	SI	2/3	A2	+Viento +Exposición
	NO	SI	SI	2/3	A2	+Pendiente +Exposición
Baja alineación	SI	NO	NO	1/3	A1	+Viento
	NO	SI	NO	1/3	A1	+Pendiente
	NO	NO	SI	1/3	A1	+Exposición
Nula alineación	NO	NO	NO	0/3	A0	Ninguna



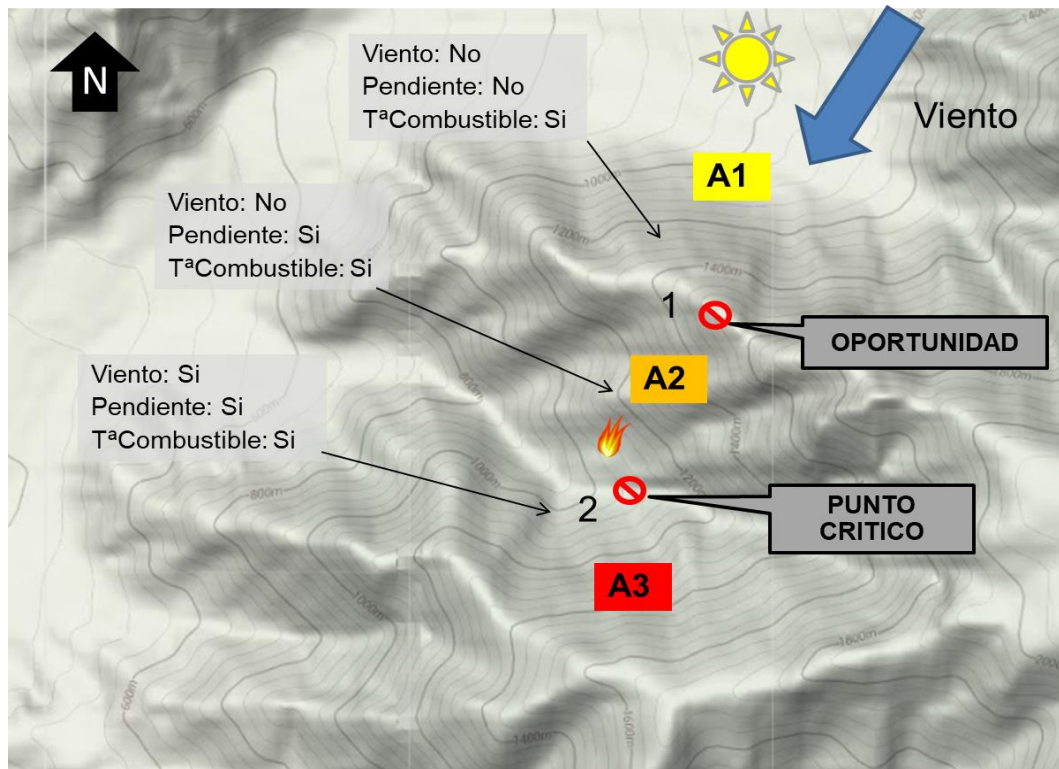
Proceso de análisis	Ejemplo	
Aislar sector del incendio	Sector 6	
Analizar fuerzas (a favor / en contra) y calcular alineación (suma fuerzas a favor)	Plena Alineación (3/3)	
Identificar parámetro comportamiento fuego (Longitud llama / Velocidad propagación / Intensidad) y anotar valor observado	Longitud llama = 5 metros	
Determinar la capacidad de control (dentro / Fuera) según el valor parámetro comportamiento	Fuera capacidad de control con Ataque directo	

Puntos de Inflexión: Puntos Críticos y Oportunidades

Lugar en el terreno donde se produce un cambio en la alineación de las fuerzas, a mejor (oportunidades) o a peor (punto crítico), según el sistema de predicción de Campbell

Punto crítico: Lugar donde se suman o alinean más fuerzas a la o las actuales. En este punto el incendio irá a peor, el comportamiento será más severo y, por lo general, fuera de la capacidad de control.

Oportunidad: Lugar donde la o las fuerzas alineadas perderán alineación, brindando así una posible ocasión de controlar al incendio.



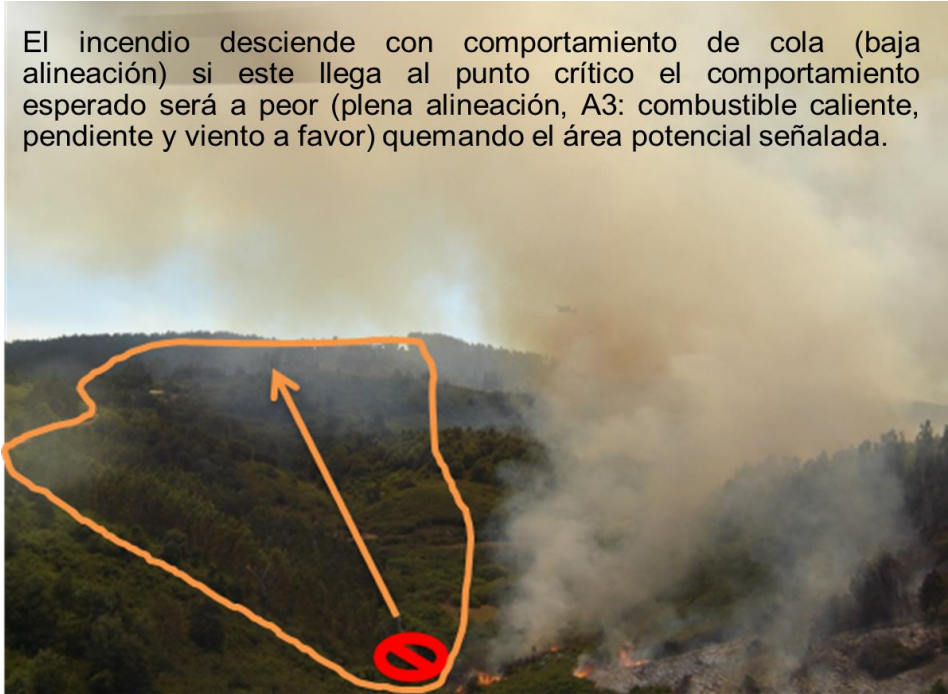
Carrera potencial: superficie y distancia que se prevé recorra el fuego bajo una misma alineación de fuerzas según el análisis Campbell. el paso de una menor a una mayor alineación de las fuerzas se considera como carrera potencial.

Ejemplo:

El incendio llega a un punto crítico ganando alineación

En una misma zona o lugar el incendio gana alineación (cambio de viento, combustible caliente, fuego superficial descendiendo pasa a fuego de copas ascendente)

El incendio desciende con comportamiento de cola (baja alineación) si este llega al punto crítico el comportamiento esperado será a peor (plena alineación, A3: combustible caliente, pendiente y viento a favor) quemando el área potencial señalada.



Ventana de actuación: Posibilidad de hacerlo y tiempo que se dispone para implementar una maniobra de control para evitar que el fuego llegue a un punto crítico o para aprovechar la oportunidad en un punto de inflexión a mejor.

¿Mis unidades serán capaces de controlar el incendio antes de que este llegue a ese punto?

Si = Dentro de ventana de actuación

No = Fuera de ventana de actuación (buscar otra ubicación con el fin de asegurar la integridad de mis unidades).

Lenguaje de comunicación: Comunicar la información obtenida del análisis del comportamiento de una forma homogeneizada, estructurada y entendible al resto del operativo de extinción.

Protocolo de lenguaje propuesto.

1- Identificación del tipo de incendio

2- Identificar la fuerza dominante del frente + Alineación por sectores

3- Umbral de control para cada sector (según valor de comportamiento observado)




4- Identificar Puntos de inflexión

5- Predicción: Carreras potenciales y Ventana de actuación



5.3 DESCRIPCIÓN VISUAL DEL COMPORTAMIENTO DE UN INCENDIO FORESTAL.

Nombre	Descripción	Figura ejemplo
Fuego lento	<ul style="list-style-type: none"> - Sin llamas visibles en el combustible superficial. - Humo de color blanco. - Fuego de avance lento en superficie. 	
Progresivo	<ul style="list-style-type: none"> - Llama visible, de 0.3 a 1.2 metros sobre los combustibles en superficie. - Solo fuego en superficie. - Frente de avance no organizado. - Poca o nula propagación 	
En carrera	<ul style="list-style-type: none"> - Frente de avance organizado, llamas de 1.2 a 2.4 metros sobre los combustibles en superficie. - Tasa de propagación moderada en superficie. - Fuego vigoroso en superficie. - Se puede ver coronamiento del fuego en algunos árboles a lo largo o al interior del perímetro. 	

Nombre	Descripción	Figura ejemplo
Antorcheo / Focos secundarios	<ul style="list-style-type: none"> - Frente de avance organizado, llamas de 2.4 a 3.6 metros sobre los combustibles en superficie. - Tasa de propagación moderada a rápida en superficie. - Humo de color gris a negro. -Antorcheo / pavesas de poco alcance de distancia. - Afectación desorganizada sobre el dosel arbóreo. 	
Fuego de copas	<ul style="list-style-type: none"> - El fuego de copas con un frente de avance organizado. - Rango de alcance de pavesas de moderada a larga distancia. - Focos secundarios creciendo de forma independiente. - Humo de color negro a cobrizo. - Llamas de 3.6 a 5.5 metros sobre el combustible. 	
Errático y extremo	<ul style="list-style-type: none"> - El fuego de copas con un frente de avance organizado. - Rango de alcance de pavesas de moderada a larga distancia. - Focos secundarios creciendo de forma independiente. - Presencia de "remolinos de fuego" - Comportamiento violento del incendio. 	

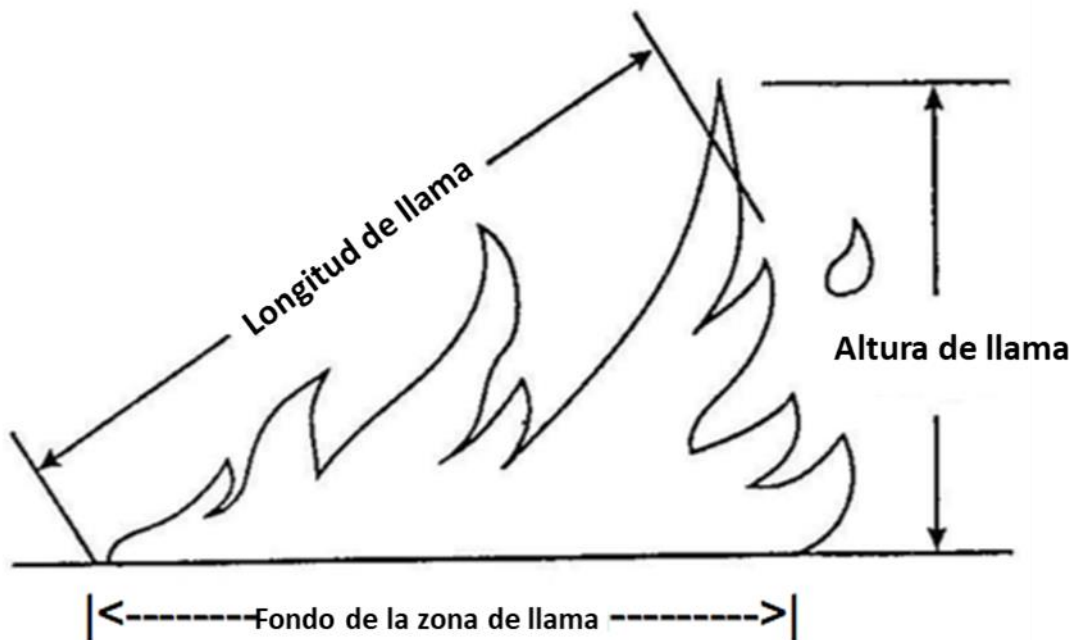
Fuente: Adaptación de NWCG, 2017.

5.4 OBSERVACIÓN DE LA LONGITUD DE LA LLAMA FRENTE A LA ALTURA DE LA LLAMA

La observación de las llamas, como representación de la intensidad de la línea de fuego e indicador de limitaciones tácticas, requiere una observación cuidadosa de la longitud de la llama frente a la altura de la llama. También es importante identificar si la observación es de cabeza, flanco o parte trasera del fuego.

Longitud de la llama: la distancia medida desde la punta de la llama promedio hasta el centro de la zona de llamas activa en la base del fuego. Se mide de forma inclinada cuando las llamas se inclinan debido a los efectos del viento y la pendiente.

Altura de la llama: la altura media de las llamas medida verticalmente, hacia arriba y hacia abajo. Se estima comparando la llama con un objeto cercano de altura conocida. Se necesita la altura de la llama para estimar la distancia del punto desde una pila en llamas.



Fuente: NWCG, 2017.

5.5 VARIABLES DEL COMPORTAMIENTO

Intensidad del Frente	Kw/m/s
BAJA	Menor a 346
MEDIA	De 346 a 1.730
ALTA	De 1.730 a 3.460
EXTREMA	Mayor a 3.460

Velocidad de Propagación	m/min	Km/h
Velocidad LENTA	< 2,0	< 0,1
Velocidad MEDIA	2,0 - 10,0	0,1 - 0,6
Velocidad MEDIA-ALTA	10,0 - 34,0	0,6 - 2,0
Velocidad ALTA	34,0 - 83,0	2,0 - 5,0
Velocidad EXTREMA	> 83,0	> 5,0

Longitud de Llama	m	Opción de ataque recomendada
BAJA	Menor a 1,5	ATAQUE DIRECTO (Herramienta manual, tendido de mangueras)
MEDIA	De 1,5 a 2,5	ATAQUE DIRECTO (Herramienta manual, Maquinaria pesada, tendido de mangueras)
ALTA	De 2,5 a 3,5	ATAQUE INDIRECTO PARALELO (*Posible uso de quema de ensanche)
EXTREMA	Mayor a 3,5	ATAQUE INDIRECTO PARALELO (*Posible uso de quema del contrafuego)

Comportamiento esperado bajo condiciones EXTREMAS:

- Fuego de copas (sostenido e independiente)
- Emisión de pavesas a gran distancia
- Generación de focos secundarios
- Capacidad de saltar infraestructuras lineales
- Succión de focos secundarios por frente principal
- Deflagración o Blow-up
- Desarrollo de columna de convección
- Desplome columna convección y vientos erráticos

5.6 PROCESO PARA LA EVALUACIÓN DE INCENDIOS

- **Antes de salir al incendio forestal**

Evaluar pronósticos y perspectivas meteorológicas

Considere la meteorología local y los patrones de incendios.

Revise antecedentes del área y la gravedad de la temporada actual y últimos años.

Revise la actividad del fuego de ayer y el comportamiento del fuego.

- **Una vez asignado al incendio y en ruta**

Obtenga informes meteorológicos del día de ayer y durante la noche (p.ej: hubo recuperación de humedades (por encima del 50%)) y de las condiciones actuales y futuras.

Evaluar mapas y fotos del área del incendio con perímetros actuales y actividad reciente.

Interprete las condiciones del cielo y de la columna de humo para determinar la estabilidad, la velocidad y dirección del viento y la intensidad del incendio.

- **Evaluación de incendios en terreno**

Realiza la observación meteorológica actual y valide el pronóstico. ¿Está su línea de fuego expuesta o protegida de los vientos esperados?

Obtenga una imagen de la actividad actual del incendio.

Anticípese a los próximos grandes cambios de hoy. ¿Anticipa cambios? ¿Cuándo?

Caracterice los combustibles (tipos de combustible, cargas, humedades) adyacentes/cercanas a su fuego, especialmente donde la gente está trabajando y donde el fuego podría moverse.

Analice las características importantes del terreno antes del incendio. ¿Se quemará cuesta arriba o abajo?

Continúe monitoreando el cielo en busca de indicadores de nubes, humo y cambios de viento. Recuerde de tomar un R34 cada hora

Estime el comportamiento del fuego que anticipa en vista de la situación actual y los cambios esperados. ¿Qué tipos de diferencias prevé? ¿Qué longitudes de llama? ¿Anticipa el coronamiento del fuego / fuego de copas?

- **Determine los umbrales de decisión para garantizar OCELA (Protocolo OCELA en página 58)**

Determine los plazos para escapar a las rutas de escape y seguridad. ¿Qué velocidades del viento o cambios en el comportamiento del fuego harán que esos plazos sean insuficientes?

Identifique las mejores ubicaciones y métodos para que el vigilante controle y valide su evaluación.

Asegúrese de que las observaciones meteorológicas y del comportamiento del fuego se comuniquen a todo su equipo.

¿Los factores de fatiga y logística afectarán estas decisiones?

- **Documente su evaluación**

Registre sus observaciones y suposiciones.

Utilice hojas de trabajo e incluya notas para cada evaluación.

Incluya evaluaciones y decisiones en registros personales.

Fuente: Adaptado de NWGC, 2019.

6. SEGURIDAD Y COMUNICACIONES



6.1 PROTOCOLO OCELA

Lar 5 normas básicas de seguridad en incendios forestales: **O**bservadores, **C**omunicaciones, **R**utas de **E**scape, **L**ugar seguro y **A**nclaje (NWCG, 2018).

Observadores:

- Experimentado, competente, confiable.
- Suficientes observadores en buenos miradores.
- Conocimiento de la ubicación de la tripulación.
- Conocimiento de lugares de escape y seguridad.
- Conocimiento de los puntos críticos.
- Mapa, kit meteorológico, reloj.

Comunicaciones:

- Frecuencias de radio confirmadas.
- Procedimientos de respaldo y tiempos de check-in establecidos.
- Proporcionar actualizaciones sobre cualquier cambio de situación.
- Suena la alarma temprano, no tarde.

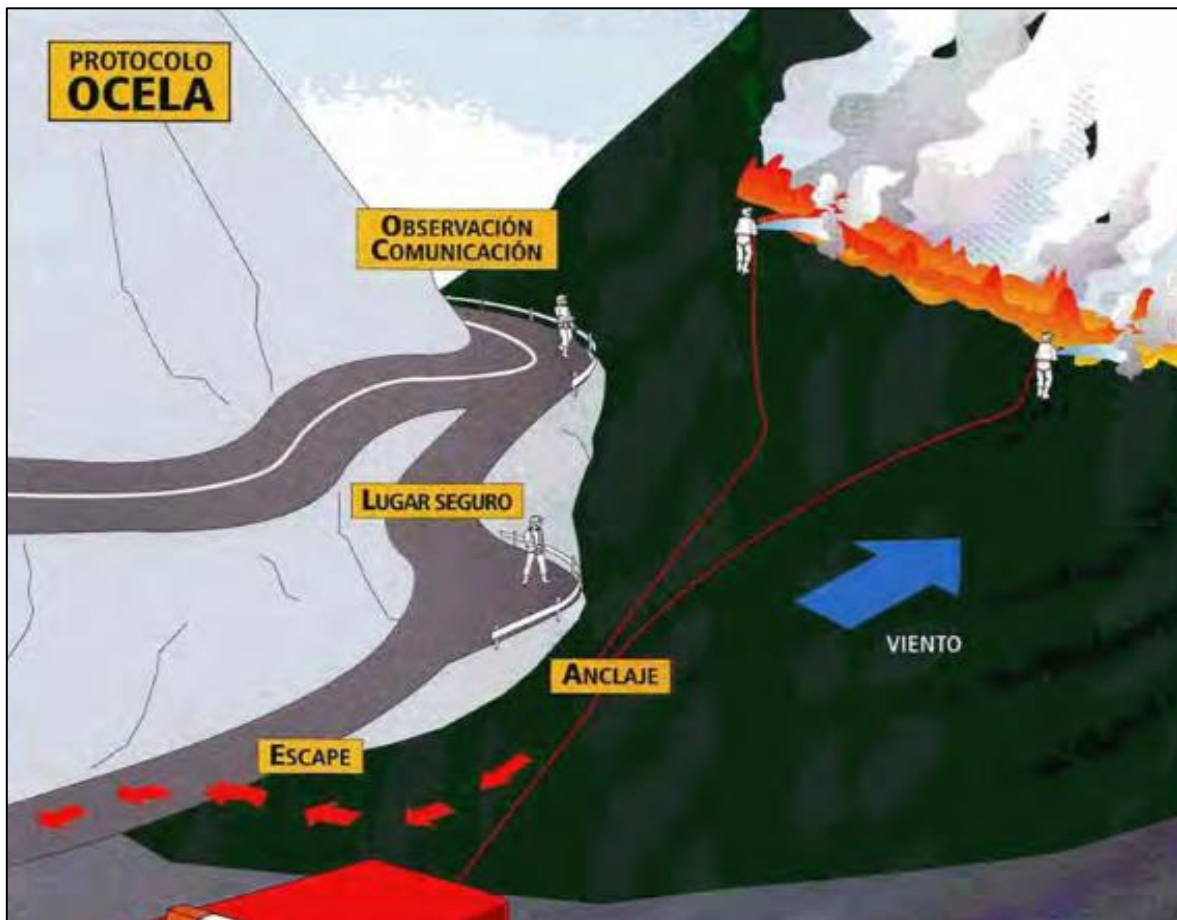
Ruta de **E**scape:

- Más de una ruta de escape.
- Evite las rutas de escape empinadas cuesta arriba.
- Explorado en busca de suelos sueltos, rocas, vegetación.
- Al programar considerar a la persona más lenta, la fatiga y los factores de temperatura.
- Marcado para día o noche.
- Evaluar el tiempo de escape frente a la tasa de propagación.
- Vehículos estacionados para escapar.

Lugar seguro:

- Se puede sobrevivir sin un refugio contra incendios.
- Volver a zonas quemadas (por completo).
- Elementos naturales (zonas rocosas, agua, prados).
- Sitios construidos (claros, carreteras, helipuertos).
- Búsqueda por tamaño y peligros.
- ¿Pendiente ascendente? ¿A favor del viento? ¿Combustibles pesados? Cada uno significa más impacto de calor, lo que significa una zona de seguridad más grande.

El tiempo disponible para usar las rutas de escape disminuirá y el tamaño de la zona de seguridad aumentará (posiblemente en más del doble) cuando el viento exceda las 10 mph y / o la pendiente exceda el 20%.



Fuente: ArkauteAckademia, 2011.

6.2 CÓDIGO R DE RADIOCOMUNICACIONES

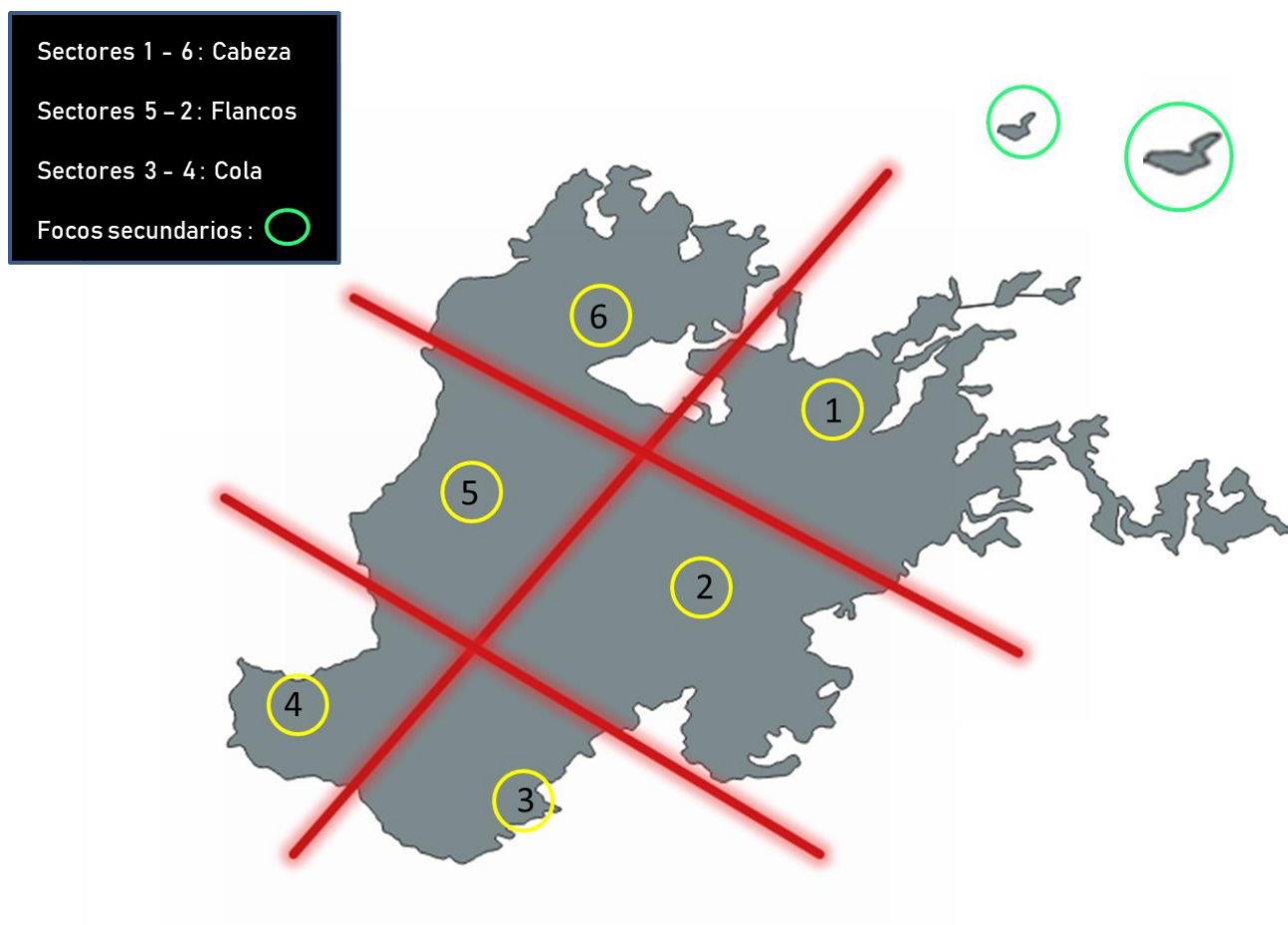
CODIGO	INTERPRETACION
A.- DE LAS EMERGENCIAS	
R-1	RECEPCIÓN DEFICIENTE
R-2	BUENA RECEPCION
R-3	DETENGA LAS TRASMISIONES, ESPERE FRECUENCIA LIBRE PARA REANUDARLA
R-4	COMPRENDIDO
R-5	REPITA
R-2-5	NO SE ENTIENDE SU MENSAJE, EXPLIQUE
R-6	ESPERE PARA RESPUESTA O COMETIDO COMPRENDIDO
R-7	TERMINO DE TRASMISIONES DEL DÍA
R-8	INICIO DE TRASMISIONES DE RADIOCOMUNICACIONES
R-9	COMO RECIBE ESTE EQUIPO DE RADIO
R-10	NOMBRE DE LA PERSONA QUE TRASMITTE
R-11	DISPONIBLE PARA HABLAR POR RADIO
R-12	CONTACTO RADIAL
R-13	HÁGAME PUENTE CON (INDIQUE CLAVE)
R-14	MENSAJE OFICIAL
R-15	ENTREGAR MENSAJE DE INMEDIATO O PENDIENTE
R-16	LLAMADA GENERAL, CUALQUIER EQUIPO EN ESCUCHA FAVOR RESPONDER
R-17	ATENTO CADENA RADIAL (MENSAJE OFICIAL.
R-18	SIRVASE IDENTIFICARSE QUIEN LLAMA
R-19	SIN NOVEDAD
B.- DE LAS OPERACIONES	
R-20	INCENDIO FORESTAL
R-21	NOVEDAD DE INCENDIO FORESTAL U OTRA NOVEDAD
R-22	INFORME DEL O LOS INCENDIOS FORESTALES
R-23	PERSONAL DEL PREDIO EN COMBATE
R-24	EN COMBATE, BAJO OBSERVACIÓN SIN COMBATE.
R-25	INCENDIO CONTROLADO
R-26	INCENDIO TEPAL DE LIQUIDACION
R-27	INCENDIO EXTINGUIDO
R-28	REGRESO BASE
R-29	DESPLAZAMIENTO AL LUGAR DEL INCENDIO OTRO LUGAR
R-30	INCENDIO SE ACTIVO (POR CONFIRMAR CAUSA)
R-31	JEFE DE INCENDIO
R-32	JEFE DE SECTOR DEL INCENDIO
R-33	INDICAR QUE HORA TIENE UD.
R-34	INFORME METEOROLÓGICO DEL DÍA Y PRONOSTICO PARA LAS SIGUIENTES HORAS.
R-35	INFORME DEL TIEMPO VISUAL DEL LUGAR
R-36	CONDICIONES METEOROLOGICAS PARA OPERACIONES AEREAS.
R-37	HORA DE DESPEGUE DE LA AERONAVE
R-38	HORA DE ATERRIZAJE DE LA AERONAVE
R-39	HORA DE ARRIBO Y LUGAR DE UBICACION
R-40	HORA DE ARRIBO A BASE U OTRO QUE SE DIRIJA
R-41	CANCELAR LA MISIÓN TERRESTRE AEREA OTRA ACTIVIDAD
R-42	CHARLA INDUCCIÓN

C.- INTERPRETACION	
R-50	DISPONIBLE PARA SER LLAMADO POR TELEFONO
R-51	DISPONIBLE POR RADIO
R-52	SE SOLICITA PRESENCIA DE
R-53	DOMICILIO PARTICULAR
R-54	CÓNYUGE DE...
R-55	PADRES DE...
R-56	TOME NOTA. LLAME POR TELEFONO Y PASE EL SIGUIENTE MENSAJE
R-57	REALICE PREPARATIVOS PARA..
R-58	SE SOLICITA AUTORIZACIÓN PARA..
R-59	AUTORIZADA O NEGATIVO LE SOLICITUD
R-60	ES UN ORDEN CUMPLALA
R-61	SE CONSULTA POR EL ESTADO DE SALUD
D.- DE LAS EMERGENCIAS	
R-70	SE DECLARA EMERGENCIA POR...
R-71	INFORMO QUE LA UNIDAD O PERSONA SUFRIO UN ACCIDENTE: CLAVE 1 LEVE, CLAVE 2 MEDIANA GRAVEDA, CLAVE 3 GRAVE
R-72	ACCIDENTE CON RESULTADOS FATALES
R-73	LAS COMUNICACIONES QUEDAN RESTRINGIDAS POR EMERGENCIA SOLO TRAFICO DE EMERGENCIA. (INCENDIO, ACCIDENTES.
R-74	DESDE ESTE MOMENTO, HASTA NUEVO AVISO SE SUSPENDE TODO TRAFICO RADIAL (SILENCIO TOTAL).
R-75	PUEDEN REASUMIR TRAFICO NORMAL, COMUNICANDO NOVEDADES SI HAY.
R-76	PONGA CUIDADO EN LO QUE DIGA, OTRAS PERSONAS PUEDEN ESCUCHAR SU TRASMISSION.
R-77	MOVIL O AERONAVE CON PROBLEMAS MECANICOS.
R-78	SE NECESITA PERSONAL
R-79	SE NECESITA EQUIPOS (ESPECIFICAR.
R-80	SE NECESITA ALIMENTACIÓN INDICAR PARA QUE UNIDAD OTROS Y CANTIDADES
R-81	SE NECESITA PERSONAL POLICIAL INDICAR COMETIDO.
R-82	SE NECESITA PERSONAL POLICIAL, POSIBLE CAUSANTE O SOSPECHOSO POR INCENDIO FORESTAL.
R-88	SOLICITO PRIORIDAD DE FRECUENCIA PARA UN MENSAJE DE URGENCIA INMEDIATA.
E.- DE LAS ESTADISTICAS	
R-90	ENVIAR SISTEMA ESTADÍSTICO EN FORMA INTERNA Y EXTERNA
R-91	SOLICITO TOTAL HORAS VOLADAS Y ACUMULADAS Y SALDO DE SU REGION A LA FECHA
R-92	HORAS VOLADAS EN SU REGION POR OTRAS AERONAVES YA SEA EN COMBATE COMO EN OTRAS MISIONES.
R-93	SOLICITO TOTAL DE HORAS VOLADAS EN DETECCIÓN AEREA DESGLOSADA SOLO POR GRUPOS MAS LA INFORMACIÓN DESGLOSADA POR CLUBES.
R-95	QUEMA AUTORIZADA
R-101	VISITA PERSONAL DE LA EMPRESA
R-102	VISITA PERSONAL AJENO A LA EMPRESA
R-103	RECONOCIMIENTO DE TERRENO
R-104	HABILITACION DE POZOS, CORTAFUEGOS, FAJAS, ETC.
R-105	PREPARACIÓN DEL PERSONAL Y EQUIPOS PARA INICIO DE QUEMAS
R-106	PERSONAL LISTO A LA ESPERA DE CONDICIONES PARA INICIO DE QUEMA
R-107	ENCENDIDO INICIADO A LASHRS.
R-108	ENCENDIDO TERMINADO A LASHRS.
R-109	RE-ENCENDIDO DE QUEMA (CONTINUACIÓN DE LA QUEMA)
R-110	QUEMA SUSPENDIDA POR CONDICIONES ADVERSAS (INDICAR CAUSAS)

6.3 ALFABETO FONÉTICO:

E.- ALFABETO FONETICO	
A	ALFA
B	BRAVO
C	CHARLIE
D	DELTA
E	ECO
F	FOX-TROT
G	GOLF
H	HOTEL
I	INDIAN
J	JULIETE
K	KILO
L	LIMA
M	MIKE
N	NOVEMBER
O	OSCAR
P	PAPA
Q	QUEBEC
R	ROMEO
S	SIERRA
T	TANGO
U	UNIFORM
V	VICTOR
W	WHISKY
X	X-RAY
Y	YANQUI
Z	ZULU

6.4 SECTORES DENTRO DE UN INCENDIO FORESTAL



7. BIBLIOGRAFÍA

AGUIRRE, F. 2001. Manual de formación de incendios forestales para cuadrillas. Gobierno de Aragón. Segunda edición.

BRULL, J. 2014. Material de referencia Curso C-212 Análisis del comportamiento del fuego (Nivel Básico). Documento de Trabajo N°578. Gerencia de Protección Contra Incendios Forestales. Departamento Desarrollo e Investigación. Sección de Capacitación. Corporación Nacional Forestal (CONAF).

COSTA, P., CASTELLNOU, M., LARRAÑAGA, A., MIRALLES, M., KRAUS, D. 2011. La prevención de los grandes incendios forestales adaptada al incendio tipo. E. FireParadox, Bombers, EFL..

FIRE AND RESCUE SERVICE: WILDFIRE OPERATIONAL GUIDANCE. 2013. The Scottish Government.

GRUPO NACIONAL DE COORDINACIÓN CONTRA INCENDIOS FORESTALES. 2014. Guía de Bolsillo de respuesta de incidentes. PMS 461.

JULIO, G. 1990. Diseño de Índices de Riesgo de Incendios Forestales para Chile. Bosque 11(2):59-72, U.Austral. Valdivia.

JULIO, G. (2012). Fundamentos del fuego. Departamento de Recursos Forestales. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. 394 p.

QUÍLEZ, R. 2015. Manual de seguridad en operaciones de extinción de incendios forestales. Foundation Pau Costa. Tarragona. España.

QUÍLEZ, R. 2020. Incendios Forestales, Análisis y Operaciones para su combate. Foundation Pau Costa. Barcelona. España.

NOAA- National Oceanic and Atmospheric Administration U.S. Departament of Commerce.

NWCG "FIRELINE HANDBOOK". 2004. National Wildfire Coordinating Group. National Interagency Fire Center.

NWCG "INCIDENT RESPONSE POCKET GUIDE". 2004. Wildwood Consulting,LLC.

NWCG "INCIDENT RESPONSE POCKET GUIDE". 2018. Wildwood Consulting,LLC.

LUEBERT, F & PLISCOFF, P. 2006. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile.

PROMIF. 2015. Metodología de investigación de causas que provocan los incendios forestales. Curso de Investigación de Causas de Incendios Forestales.