

LOS FENÓMENOS SORPRESIVOS EN EL COMPORTAMIENTO DEL FUEGO. ANALISIS DEL INCENDIO FORESTAL DE ALAJAR OCURRIDO EL DÍA 30 DE JUNIO DE 1999 EN LA PROVINCIA DE HUELVA. DESCRIPCIÓN DEL FENÓMENO EXPLOSIVO QUE OCASIONA LA MUERTE DE CUATRO COMBATIENTES.

FCO. RODRÍGUEZ Y SILVA

Universidad de Córdoba. E.T.S. Ingenieros Agrónomos y de Montes

Departamento de Ingeniería Forestal.

Unidad Docente de Defensa contra Incendios Forestales

A/ Menéndez Pidal s/n. 14080 Córdoba.

Imágenes cedidas por el autor.

1.- Introducción.

La defensa contra los incendios forestales, constituye en el apartado de la extinción, una de las actividades de mayor riesgo en lo que se refiere a la accidentalidad laboral. En algunos países, como es el caso de los Estados Unidos, el control y extinción de incendios forestales se encuentra clasificado en las tablas comparadas de riesgo de accidente, por delante de las actividades mineras, tal criterio obedece a la experiencia acumulada por los hechos acaecidos a lo largo de la historia datada de los incendios forestales. En dicho país se han registrado entre 1910 y 1996, un total de 699 fallecidos en actividades vinculadas con el control y extinción de incendios forestales. De éstos, 407 lo fueron por envoltentes de frentes de fuego. Tales eventos han posibilitado a través de profundos estudios analíticos de investigación de los hechos acaecidos, disponer en la actualidad de normas y recomendaciones acerca de las pautas y comportamientos a seguir con criterios de seguridad, cuando se desarrollan trabajos para controlar y extinguir el fuego en los incendios forestales.

Si bien el mayor conocimiento acerca del comportamiento del fuego ha permitido pronosticar situaciones identificadas de "peligro", la conflagración de fenómenos independientes y el comportamiento errático del fuego asociado a ellos sigue sorprendiendo a combatientes, científicos e investigadores. A veces, el desconocimiento de las normas de seguridad o la inobservancia de las mismas por fallo humano, posibilita la ocurrencia de accidentes que ocasionan la pérdida de vidas humanas. Entre otras se pueden citar las causas siguientes como aquellas que propician el desenlace fatal,

- La inexistencia de vigías y observadores en posiciones estratégicas.
- El desconocimiento acerca del pronóstico meteorológico y su influencia en el comportamiento del fuego
- La ausencia de rutas de escape y elección de zonas de seguridad inadecuadas para las condiciones de comportamiento del fuego.
- La falta de equipos de protección individual.
- El desconocimiento en el uso de los materiales
- El aislamiento y la segregación de componentes en las unidades de combate
- Las aceleraciones de la propagación por efectos orográficos
- Los efectos derivados de la rutina en la extinción de siniestros tipo conato, que favorecen la pérdida de atención y precaución
- El trabajo de extinción desarrollado por sucesivas improvisaciones (carencia de planes de ataque programados en el espacio y en el tiempo)
- La falta de información y comunicación fluida que permita el conocimiento generalizado de las actuaciones previstas y las modificaciones que fueran necesarias realizar

La descripción de las múltiples situaciones en las que se pueden encontrar los combatientes, permiten detectar aquellas circunstancias en las que de no extremar las pautas de seguridad, pueden sobrevenir situaciones de alto peligro, que lleguen a producir fatales accidentes.

A veces la atención permanente a todas las variables que inciden en el comportamiento del fuego, resulta difícil y complicado, sobre todo cuando la modificación de dichas variables no se materializan de forma que puedan ser captadas por la sensibilidad humana, o bien se carece de información cualificada sobre los pronósticos de cambios en el lugar de los acontecimientos. En este sentido el "efecto sorpresivo del comportamiento del fuego", puede llegar a ser responsable de conflagraciones que alteran drásticamente y en un tiempo muy corto el desarrollo de la propagación, imposibilitando una rápida reacción humana que permita alcanzar posiciones de aislamiento seguro frente al desarrollo agresivo del fuego.

Lo que se presenta en este artículo responde precisamente a la descripción del fenómeno sorpresivo responsable de la explosión dinámica y altamente energética que atrapó a cuatro combatientes adscritos al Plan de Lucha contra los Incendios Forestales de Andalucía (Plan Infoca), pereciendo todos ellos por efecto de la envoltente de fuego ocasionada.

2.-Análisis del comportamiento dinámico y energético del fuego.

Para abordar el estudio del fenómeno explosivo que motivó el comportamiento sorpresivo del incendio acaecido en el término municipal de Alájar el día 30 de junio de 1999, es necesario revisar el estado de cada uno de los factores que gobiernan el proceso físico y químico de la combustión asociada a la propagación del fuego. Esta revisión obedece al requerimiento derivado de la participación en el fenómeno de la combustión de los agentes responsables de la propagación, es decir, el estado meteorológico, la mayor o menor combustibilidad de las asociaciones vegetales existentes y la influencia directa e indirecta de la conformación topográfica de la zona. Dicho de otra forma, todo comportamiento, tanto esperado como inesperado, es consecuencia de la aportación individualizada de los tres agentes anteriormente indicados tanto a la propagación dinámica como energética. En tal sentido, el contenido del presente análisis ha sido estructurado de acuerdo al siguiente índice:

2.1.- Definición del estado meteorológico

2.2.- Caracterización de los combustibles forestales presentes

2.3.- Aspecto topográfico

2.4.- Descripción del comportamiento del fuego



2.1.- Definición del estado meteorológico

La influencia de la meteorología es decisiva no sólo por el efecto directo que ejerce en la propagación y evolución del fuego en los incendios forestales, sino también por las condiciones que derivadas de ésta, pueden favorecer la ignición, así como también los desarrollos y caracterizaciones explosivas. Dado que la influencia de la meteorología a nivel local no sólo es consecuencia de las interacciones de tipo convectivo, derivadas de los calentamientos diferenciales, sino también de las condiciones sinópticas, es necesario conocer en los perfiles verticales de la atmósfera el comportamiento de los diferentes parámetros, a saber, temperatura, humedad relativa, velocidad y dirección del viento. En relación con la situación de la atmósfera los días previos, así como durante el mismo día, se puede indicar acerca del estado de la misma lo siguiente:

- Acudiendo a los mapas de superficie aportados por el centro zonal del Instituto Nacional de Meteorología (Centro de Andalucía Occidental), se puede observar la formación de senos de micro-inestabilidad, en los que aún estando, tanto durante los días previos como durante el día de inicio del incendio bajo estabilidad atmosférica y por consiguiente con la influencia de altas presiones, éstos senos se constituyen como centros de bajas presiones que a nivel superficial son responsables de corrientes ascendentes de las masas de aires. En concreto para el día 30 de junio, el seno de 1016 mb., más bien profundo que abierto cubre de forma diagonal la zona suroeste de la Región, quedando bajo la influencia de éste, el área del incendio. Además de ser responsable a nivel local de las corrientes verticales ascensionales, se identifica con la permanencia de una gran masa de aire caliente en su perfil vertical. Fig. 1

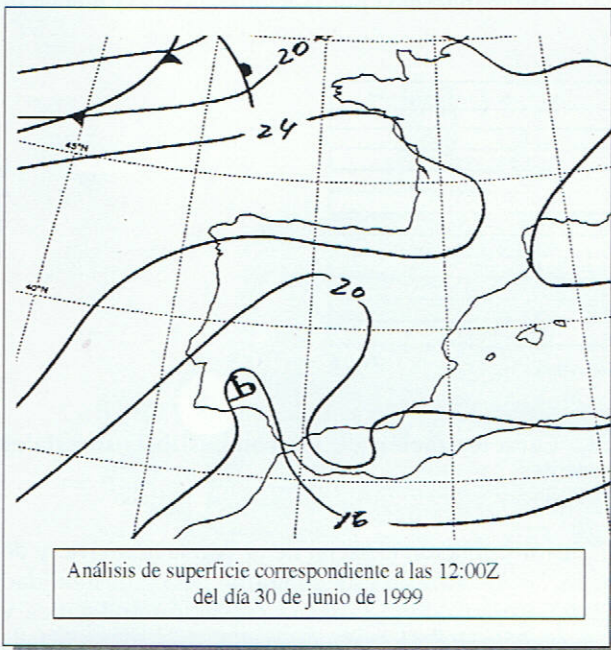


Fig. 1

- Acompañando a la estabilidad atmosférica se presenta a lo largo del perfil térmico, un estado de inversión generalizado desde el nivel superficial hasta por encima de los tres mil metros de altura, tal situación se mantiene en los sondeos realizados desde Gibraltar a las 00Z y a las 06Z. Dicha información es válida desde los mil metros hacia arriba en la zona donde ocurrió el incendio, el efecto de la inestabilidad a nivel superficial, es responsable de las alteraciones en la distribución térmica inversa en los niveles inferiores a los mil metros. Esto viene a significar que las inversiones térmicas derivadas de las influencias orográficas asociadas a valles envolventes, no llegan a consolidarse completamente, y por consiguiente el cinturón térmico al no quedar suficientemente anclado en las laderas, permite por la agitación de los vectores convectivos, cierto intercambio con los niveles térmicos superiores al cinturón. Esta circunstancia implica mayor fragilidad en la permanencia de la inversión. Tal circunstancia tuvo lugar el día del origen del incendio. Fig. 2 y 3

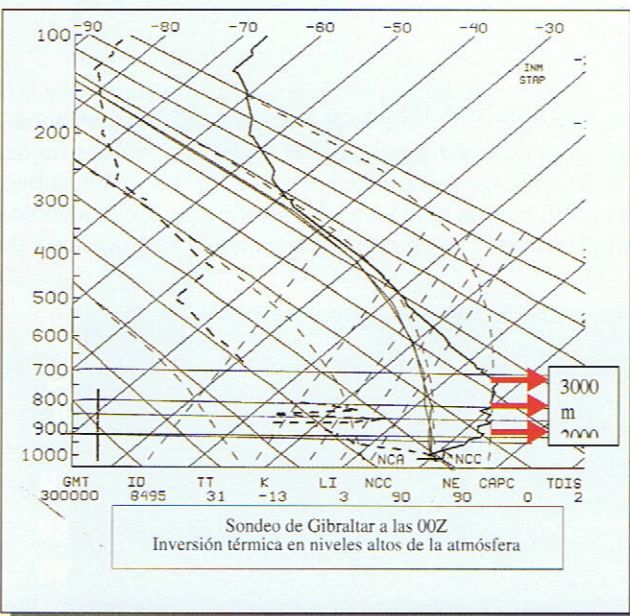


Fig. 2

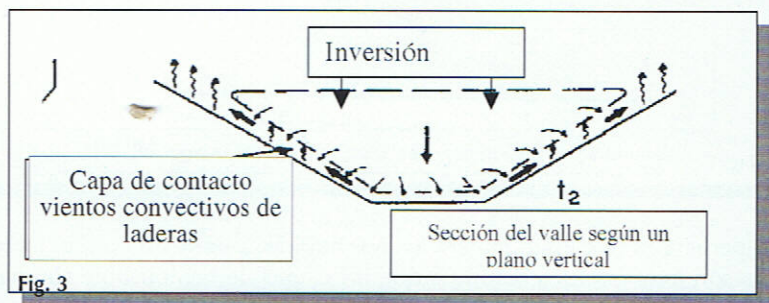


Fig. 3

- En relación a las condiciones locales directamente identificadas con la zona de Alájar, se puede observar en los gráficos adjuntos que el comportamiento de los parámetros meteorológicos, temperatura y humedad relativa, se muestran con valores extremos, superando en el intervalo horario de las primeras horas del incendio valores por encima de los 31°C, de igual forma la humedad relativa toma valores muy bajos, inferiores al 30%. Desde el punto de vista del origen y propagación de los incendios forestales cuando las condiciones son del "nivel 30", es de esperar comportamientos complicados asociados con elevadas dificultades para la extinción, dada las repercusiones en el estado de desecación de los combustibles finos muertos, que tal circunstancia genera. Fig. 4 y 5



Fig. 4

HORA (solar)	TEMP.	HR %
10:30	32	28
11:00	33.5	26
11:30	34	26
12:00	33.8	26

Datos de temperatura y humedad relativa. Estación de Alájar 30/6/99

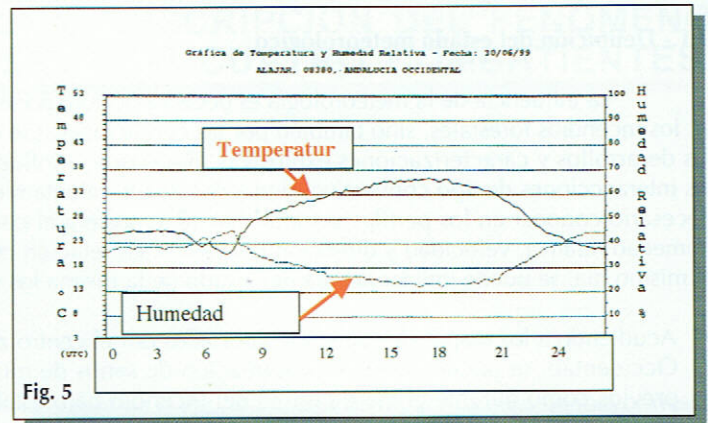


Fig. 5

El comportamiento del viento en intensidad y dirección, se manifiesta con valores bajos a muy bajos y con permanencia direccional de procedencia. Tal circunstancia minorra en cierto nivel la agresividad manifestada por la temperatura y la humedad relativa. Fig. 6 Y 7

HORA (solar)	DIRECC. VIENTO (grados)	VELOCIDAD (KM/H.)
11:00	126	1.8
11:05	118	2.88
11:10	109	3.96
11:15	104	5.04
11:20	145	4.68
11:25	165	4.24
11:30	180	3.6
11:35	155	4.68
11:40	148	5.4
11:50	138	2.7
12:00	135	3.96

Datos de intensidad y dirección del viento. Estación de Alájar 30/6/99

Fig. 6

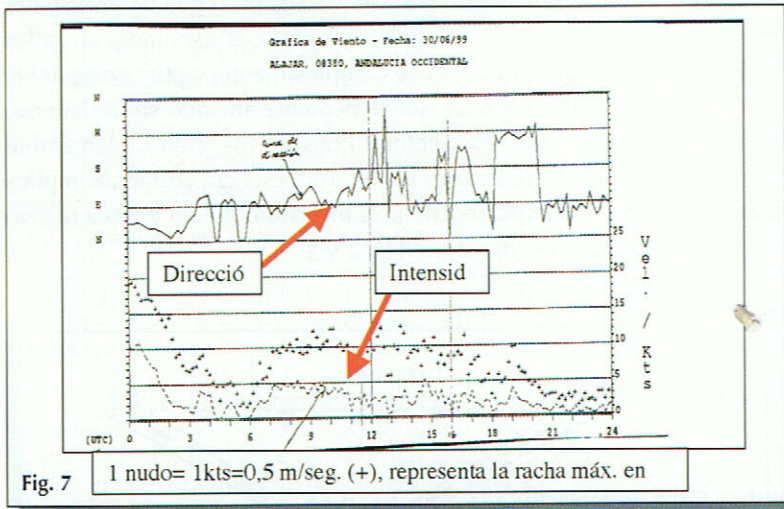


Fig. 7

2.2.- Caracterización de los combustibles forestales presentes

La distribución espacial de la vegetación viva y de los restos muertos de ésta conforma la combustibilidad desde el punto de vista de la evolución energética y propagación del fuego a través de ella. En la zona afectada se han encontrado de acuerdo a la clasificación de modelos empleada en la defensa contra los incendios forestales los siguientes tipos:

Modelo 5.-

Matorral denso pero bajo, altura no superior a 0,6 metros. Con cargas ligeras de hojarasca del mismo matorral, que contribuyen a propagar el fuego con vientos flojos. El incendio generalmente se mueve por los combustibles

superficiales que están integrados por hojarasca esparcida por el matorral, pasto y otras herbáceas del sotobosque. Los incendios no son muy intensos debido a que las cargas de combustible son ligeras, el matorral joven con poco material volátil. Carga de combustible estimada, 6 a 9 Tm/ha. Fotos 1 y 2



Aspecto del nivel de afectación del mod. 5, por el escaso nivel energético de la propagación

Fotos 1 y 2

Modelo 4.-

Matorral o arbolado joven muy denso de unos dos metros de altura. Continuidad horizontal y vertical del combustible. Abundancia de combustible leñoso muerto (ramas) sobre las plantas vivas. El fuego se propaga rápidamente sobre las copas del matorral con gran intensidad y llamas grandes. La humedad del combustible vivo tiene gran influencia en el comportamiento del fuego. La altura del matorral depende de las condiciones locales. Carga estimada de combustible, 24 a 36 Tm/ha.

Modelo 7.-

Matorral inflamable de 0,6 a 2 metros de altura, que propaga el fuego bajo el arbolado. El incendio se desarrolla con contenidos más altos de humedad del combustible muerto que en los modelos anteriores dada la mayor inflamabilidad de los combustibles vivos. Carga estimada de combustible, 8 a 15 Tm/ha.

Modelo Mr.-

Dada la distribución espacial mezclada de los modelos 4 y 7 anteriormente definidos, ha sido necesario conformar un modelo resultante, siendo éste nuevo, el responsable del comportamiento del fuego. La asignación de pesos asignada ha sido de un 85% para el modelo 4 y de un 15% para el modelo 7. Carga estimada de combustibles 20 a 28 Tm/ha Fig. 8



2.3.- Aspecto topográfico

El escenario de los acontecimientos, se describe desde el punto de vista orográfico, como un valle envuelto por un conjunto de cerros que coronan cada una de las sierras que confluyen en él. Tomando como centro del valle la cota de 510 metros sobre el nivel del mar, localizada ésta al sur de la carretera comarcal que une Alájar con Santa Ana la Real, la distribución de las sierras es la siguiente: en la zona noroeste se encuentra Sierra Los Cuchareros, al norte la Umbría en cuyas laderas de exposición sur se produjo el desarrollo espacial del incendio en su etapa inicial, al este del centro del valle se encuentra la Sierra Camposanto, al sureste la Sierra Giralda y al suroeste la Sierra de las Cumbres.

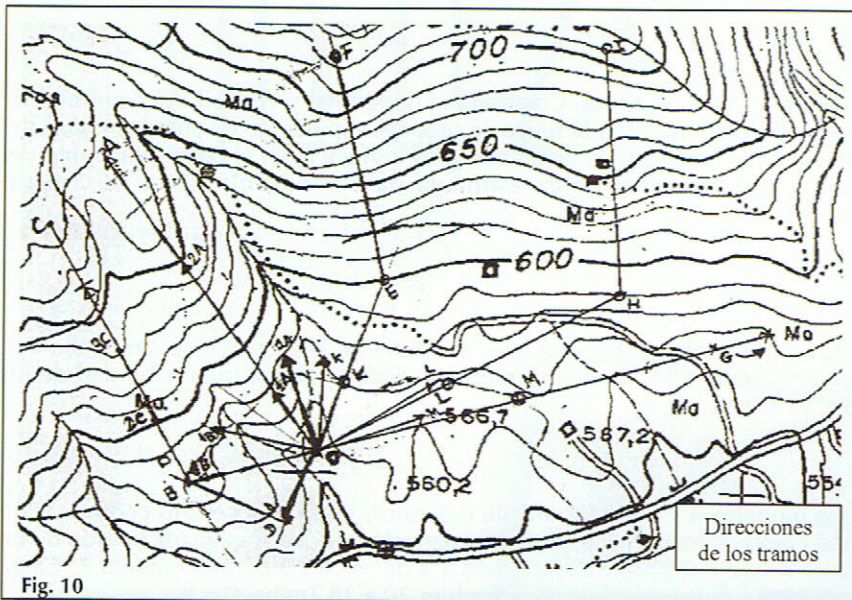
Esta conformación facilita en situaciones de estabilidad atmosférica, el estancamiento de las capas de aire que por fenómenos convectivos asociados a los calentamientos diferenciales de ladera, determina con el inicio del ocaso, la formación estratificada de las masas de aire que encerradas entre las laderas del valle, presentan según la vertical diferencias térmicas, quedando una capa de aire de mayor temperatura entre dos capas de menor temperatura, la inferior en contacto con el fondo del valle y la superior en contacto libre con los estratos superiores de la atmósfera. Tal situación define la existencia de una inversión térmica, ubicándose ésta aproximadamente a una altitud de 650 metros.

La presencia sobre la zona y a nivel superficial de un centro local de bajas presiones, originó una situación de inestabilidad, ello determinó que las corrientes ascensionales del aire propiciada por éste, dificultasen una firme estratificación de las capas térmicas de la inversión, presentando ésta una situación de fragilidad, y por consiguiente de fácil ruptura por efectos de calentamientos energéticos.

La caracterización y fisonomía de la ladera por donde se desarrolló el incendio en la etapa circunscrita al accidente, se describe por la composición de dos subladeras, la primera con exposición este y con una cañada o pequeño barranco de reunión de aguas que no llega a coronar la divisoria, la segunda subladera con marcada exposición sur llega a unirse con la primera por medio de un barranco de mayor profundidad y que en diferencia con el anteriormente indicado, si alcanza la divisoria del complejo denominado La Umbría. Desde el fondo del valle (510 m) hasta la parte superior de la ladera afectada existe una diferencia de altitud de 210 metros. La distribución de pendientes se incluye en la tabla siguiente de acuerdo a las direcciones predominantes de la propagación del incendio y desde el punto de origen ubicado a una altitud de 556 metros. Fig. 9 y 10

TRAMOS (m.)	PENDIENTE (%)	TRAMOS (m.)	PENDIENTE(%)	TRAMOS (m.)	PENDIENTE (%)
(0 - 1 A) (87.5)	26.6	(B - 2) C (75)	21.33	(0 - K) (85)	16.47
(0 - 1 B) (145)	20	(2 C - 3 C)(87.5)	45	(0 - L) (170)	7.05
(0 - D) (137.5)	10.28	(3 C - C) (176.5)	19.83	(0 - M) (225)	4.44
(0 - E) (210)	20.9	(2 A - A) (150)	12	(K - E) (130)	23.76
(0 - H) (370)	9.18	(E - F) (265)	46.03	(L - H) (215)	12.09
(0 - G) (505)	2.7	(H - I) (280)	42.85	(M - G) (280)	2.14
(1 A - 2 A) (175)	45.7				

Fig. 9



2.4.- Descripción del comportamiento del fuego

Como ya se indicó al inicio del presente análisis, el comportamiento del fuego es el resultado de los efectos reunidos de los llamados factores ambientales que inciden en las condiciones de evolución espacial de la combustión. Para describir el comportamiento dinámico y energético del incendio, es necesario tener en consideración las referencias contempladas en los apartados anteriores. Para ello y en lo referente a los efectos meteorológicos, la influencia de éstos en la propagación del fuego hay que entenderla de acuerdo al siguiente reparto de responsabilidades.

En primer lugar las condiciones de la temperatura y de la humedad relativa, la primera superando los 30°C y la segunda con valores inferiores al 30%, ejercen una influencia drástica en el estado de calentamiento y desecación de los

combustibles tanto vivos como muertos. Esta circunstancia hace más efectiva la admisión de la energía que por radiación y convección reciben los combustibles que se encuentran próximos al frente de llamas, facilitando las condiciones de ignición, alcanzándose ésta en menor tiempo. De acuerdo a esta situación, el estado de humedad de los combustibles finos y muertos, responsables de la ignición y propagación mayoritaria a partir del origen del incendio y existentes en el área de ocupación del modelo de combustible número 5, alcanza los valores indicados en el cuadro siguiente. La estimación del contenido de humedad de los combustibles vivos se ha fijado en un 185%. Fig. 11

HORA	T (°C)	HR (%)	Hcfm %(1h.) <5mm	10 h.% 5-25mm	100 h.% 25-75mm
13:00	33.5	26	3.5	5.5	7.5
13:30	34	26	3.5	5.5	7.5
13:40	34	25	2	4	6
14:00	34	25	2	4	6

Fig. 11

Humedad de combustibles muertos para el modelo 5.

En segundo lugar el viento ejerce de propulsor dinámico cambiando las condiciones de propagación según sea su intensidad, la estabilidad direccional consolida la propagación en sentidos preferentes de avances. Fuertes intensidades del viento se manifiestan con propagaciones altamente aceleradas y cambios frecuentes en la dirección del viento ocasionan comportamientos erráticos en los frentes de avances. Durante el período de tiempo comprendido entre las 13:00 y 14:00 horas la velocidad promedio es de 4 km/h, con pocas oscilaciones entorno a este valor. La dirección se mantiene con procedencia de sureste, tomando los valores promedios siguientes, para el período comprendido entre las 13:00 y las 13:35, 137,5° y para el período comprendido entre las 13:35 y las 14:00, 140,3°.

Con las condiciones indicadas, el desarrollo del comportamiento del incendio durante la primera hora y desde su inicio se puede considerar desglosados en las siguientes fases:

Fase I. Periodo de tiempo: 13:00 a 13:35 h.:

El fuego se inicia en el modelo de combustible tipo 5 y de acuerdo a su descripción, éste se presenta con escasa cantidad de combustibles propagadores, con golpes dispersos y heterogéneos de pies de matorrales en todo caso de talla inferior a los 60 cm. y con discontinuidades horizontales. Estas condiciones más la moderada pendiente del terreno y la escasa intensidad de la velocidad del viento, hacen que la propagación sea muy lenta durante los 35 minutos del período.

La propagación por la cola del incendio es prácticamente nula y muy débil en los flancos, manifestándose con mayor actividad tan sólo en la cabeza y zonas de los flancos contiguas a la cabeza. Se destaca que las máximas condiciones dinámicas y energéticas alcanzadas en el período de tiempo son las siguientes: velocidad de propagación: 2 m/min, intensidad lineal del frente de avance: 83 kw/m y longitud de llama: 0,6m. Con el fin de conocer las características de propagación en todo el perímetro se incluyen éstos en la tabla siguiente. Fig. 12



Grados	Velocidad Efectiva Viento (Km/h)	V. Prop. (m/min)	I (Kw/m)	Long. llama (m.)	Calor por unidad de área (Kj/m ²)
0	6	2	83	0.6	3223
30	2.9	1	33	0.4	3223
60	1.4	0.8	16	0.3	3223
90	0.8	0.5	10	0.2	3223
120	0.4	0.3	8	0.2	3223
150	0.3	0.25	7	0.2	3223
180	0.3	0.2	7	0.2	3223
210	0.3	0.25	7	0.2	3223
240	0.4	0.3	8	0.2	3223
270	0.8	0.5	10	0.2	3223
300	1.4	0.8	16	0.3	3223
330	2.9	1	33	0.4	3223

Fig. 12

Nota: los 0°, coinciden con la propagación de la cabeza del incendio

Desde las 13:00 a 13:35 horas, la dirección de propagación de la cabeza se encuentra en el intervalo 280° - 320°. Presenta escaso crecimiento por la cola (0,2 m/min) y libera una reducida energía por metro (7 kw/m); fuera de dicho intervalo es prácticamente nulo el desarrollo. De acuerdo con estas condiciones los desarrollos espaciales alcanzados son los siguientes.

Fig. 13

Dirección (grados)	longitud (m.)
0 (Máxima pendiente)	70
30	35
60	28
90	17.5
120	10.5
150	8.75
180	7
210	8.75
240	10.5
270	17.5
300	28
330	35

Fig. 13

Con estas condiciones se concluye la primera fase, quedando la cabeza del incendio en la zona de transición entre las áreas de ocupación de los modelos 5 y Mr(modelo resultante de la conjunción de los modelos tipo 4 y 7). Fig. 14

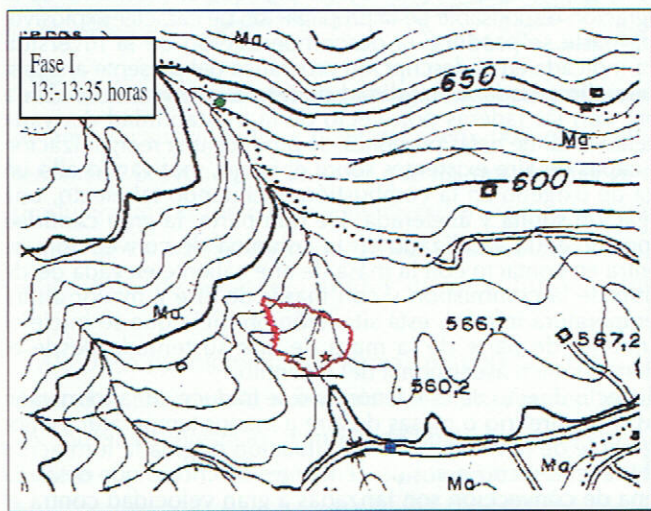


Fig. 14

Fase II. Periodo de tiempo: 13:35 a 13:47 h.:

A partir de las 13:35 horas se produce la penetración de la cabeza del incendio en el modelo Mr, para esta situación la velocidad del viento sigue siendo de 4 km/h, La situación de la humedad de los combustibles finos muertos ha cambiado en relación a la considerada para los existentes en el modelo tipo 5. El cambio indicado viene motivado por el estado de precalentamiento de los combustibles al recibir la energía liberada desde el frente de avance. El efecto considerado es el de reducción del contenido de humedad en un punto para cada una de los tipos de tamaños. Para la humedad de los combustibles vivos se ha estimado un 165%. Con estas condiciones más un cambio considerable de pendiente en la nueva línea de propagación (45,7%) y la complejidad del modelo Mr, con elevada carga de combustibles (2,4 kg/m²), continuidad tanto horizontal como vertical de los combustibles y presencia de arbolado mezclado con los matorrales, se inicia la propagación. Las características dinámicas y energéticas obtenidas presentan una gran diferencia con las que caracterizaron la primera fase. En efecto la velocidad



máxima de propagación de la cabeza o frente principal del avance alcanzada es de 13,8 m/min., la intensidad lineal de 7.577 kw/m y la longitud de llama de 5 metros. Con el fin de conocer las características de propagación en todo el perímetro se incluyen éstos en la tabla siguiente Fig. 15

Grados	Longitud de llama (m.)			Intensidad lineal del frente de avance (Kw/m)			Velocidad de Propagación (m/min)		
	M7	M4	MR	M7	M4	MR	M7	M4	MR
0	7	15	13.8	743	8783	7577	1.6	5	4.49
30	4	8	7.4	406	4749	4097.55	1.2	3.9	3.495
60	2	4	3.7	181	2106	1817.25	0.8	2.6	2.33
90	2	2	2	103	1196	1032.05	0.7	2	1.805
120	1	1	1	64	835	719.35	0.5	1.7	1.52
150	0.7	1	0.955	53	684	589.35	0.5	1.6	1.435
180	0.5	1	0.925	50	642	553.2	0.5	1.5	1.35
210	0.7	1	0.955	53	684	589.35	0.5	1.6	1.435
240	1	1	1	64	835	719.35	0.5	1.7	1.52
270	2	2	2	103	1196	1032.05	0.7	2	1.805
300	2	4	3.7	181	2106	1817.25	0.8	2.6	2.33
330	4	8	7.4	406	4749	4097.55	1.2	3.9	3.495

Condiciones de propagación según grados en relación con la línea de máxima pendiente. Fig. 15

El desarrollo energético alcanzado crea las condiciones de partida para que se produzca la transición a las copas de los árboles, con lo que la combustión evoluciona en dos niveles, un primer nivel en superficie y un segundo nivel a través del dosel arbóreo, ambas combustiones se encuentran entrelazadas y directamente dependientes.

Para determinar tal evolución ha sido necesario evaluar la intensidad crítica para la formación de incendios de copa, ésta depende de la altura promedio existente entre el suelo y el primer grupo de ramas de la copa del árbol (primeros verticilos), y del contenido de humedad de las hojas localizadas en dichas ramas. El valor obtenido para la intensidad crítica es de 363.84 kw/m. Siempre que la intensidad crítica se mantenga por debajo de la intensidad lineal del frente de avance, se dan las condiciones para la transición y propagación simultánea por copas y superficie.

Esta circunstancia se mantiene a lo largo de la propagación por el modelo Mr. Consecuencia de ello es la elevada consumición en las copas de los árboles. La gran cantidad de agua evaporada procedente de la vegetación, así como los restantes componentes volátiles liberados por efecto de la combustión se incorporan a la columna de convección que por efecto de la cantidad de energía térmica ascensional producida, se eleva en la vertical del incendio manifestando un gran dominio de la potencia del fuego. De otra parte la inestabilidad atmosférica localizada a nivel de superficie, facilita la elevación del penacho de la columna. Con estas condiciones se cierra la fase II, que tras doce minutos de propagación presenta la superficie de propagación desde el origen del incendio que se indica a continuación. Fig. 16

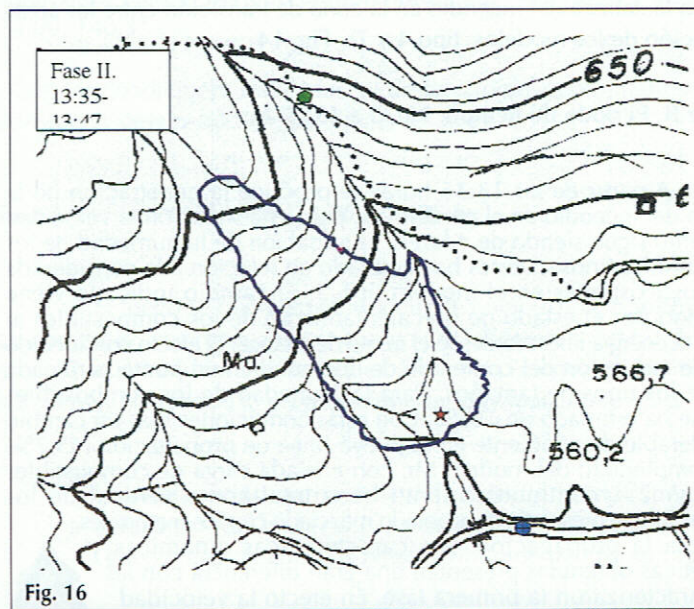


Fig. 16

Fase III. Periodo de tiempo: 13:47 a 13:57 h.:

En la etapa inicial de esta fase se produce el detonante de la conflagración responsable de la propagación de carácter explosivo. De una parte se produce la descompensación de la inversión térmica indicada en la descripción orográfica del presente análisis, a raíz de ello y dada la fragilidad de ésta al no tener una sólida ligazón con las laderas por efecto de la inestabilidad derivada del núcleo local de bajas presiones, se produce una reorganización de las capas de aire existentes sobre el fuego, motivando ello un recarga de oxígeno en la combustión, facilitando tal efecto, una propagación súbita y acelerada. De otra parte, la gran cantidad de vapor de agua localizado en la columna de convección, se encuentra en contacto con la masa de aire caliente elevada desde el centro de la combustión y con masas de aire a mayor altura con temperatura inferior, esta situación propicia que se inicie el enfriamiento de parte de la masa de aire sustentada desde el fenómeno térmico ascensional del incendio.

El efecto directo de este fenómeno se traduce en la formación de masas de aire frío o masas de aire a menor temperatura y por consiguiente de mayor peso, esta situación origina la formación de turbulencias y corrientes descendentes en chorro que desde la columna de convección son lanzadas a gran velocidad contra el

suelo, de tal forma que al llegar a él, se producen las corrientes de divergencia que impulsan dinámicamente las frentes activos a nivel superficial con propagaciones altamente explosivas, enormemente dinámicas y con gran capacidad de consumición en la evolución espacial de la combustión.

El resultado conjunto de los dos fenómenos propició el desarrollo del incendio con una gran expansión en su área de influencia, lanzando los frentes de llamas a gran distancia. De acuerdo con esto, la propagación resultante se manifestó con carácter sorpresivo e impredecible, así se produjo un crecimiento intenso del incendio en dirección este, noreste y norte con carácter fundamental, Con posterioridad las direcciones oeste y suroeste también experimentaron un desarrollo acelerado. La dirección norte y noreste se vieron influenciadas por el efecto de succión que ejerció el barranco (fenómeno de tiro o chimenea). Las propagaciones se encontraron impulsadas por corrientes de aire que de acuerdo a las direcciones empleadas para establecer el análisis de pendientes, tuvieron los siguientes valores:

- Dirección E-F: 29 Km/h
- Dirección H-I: 24 Km/h
- Dirección O-H: 38 Km/h
- Dirección K-E: 32 Km/h.

Otro elemento ajeno al fenómeno descrito y que también tuvo influencia en la aceleración del fuego hasta la base de la ladera con exposición de solana no afectada por la fase II, fue el encajonamiento de una lengua de fuego entre dos muros de piedra que a modo de senda acotada lateralmente, ejerció de entubamiento. La presente fase se concluye con la coronación en forma envolvente de toda esta ladera, llegando el frente hasta la curva de nivel de 700 metros.

Por el fenómeno de entubamiento indicado anteriormente, se produce una diferencia de tiempos en acceder el frente de llamas hasta la base de la ladera donde además de producirse el cambio entre los modelos 5 y Mr, tiene lugar la transferencia de una pendiente moderada a una pendiente fuerte. Tal circunstancia motivó un desarrollo espacial por esa ladera alcanzando la línea de nivel de 700 metros antes el frente más oriental, antes que el que ascendió entre el barranco y el anteriormente indicado. La propagación se esquematiza en la siguiente ilustración.

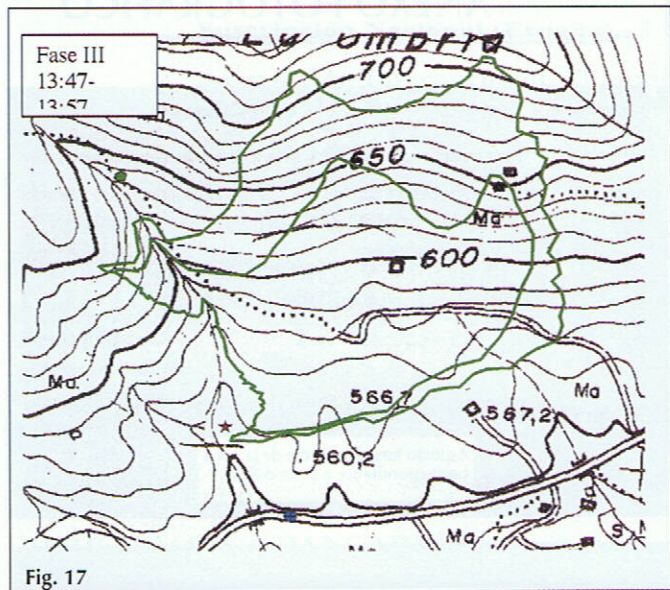


Fig. 17

Fase IV. Período 13:57- 14:00

Esta fase se corresponde con la última propagación, llegándose a unir la superficie afectada entre las dos subladeras, constituyéndose un solo perímetro. Desde la subladera al oeste del barranco y próximo a él, se encontró un frente que avanzó ayudado por el efecto acelerado de la propagación manifestado en la fase III más la succión que ejerció el barranco sobre las masa de aire en sus proximidades. En la subladera al este del barranco, el frente que había conseguido alcanzar la coronación de la ladera, inicia la progresión contra pendiente en sentido este-oeste.

En sí mismos, cada uno de los frentes anteriormente indicados se constituyen como núcleos de bajas presiones, en los que las corrientes de aire son succionadas a nivel del suelo, convergen en el centro de la combustión y se elevan en la vertical del incendio. Este fenómeno provocó que una vez que los dos frentes se encontraron próximos, por atracción mutua derivada de la succión, se produjera una fusión rápida y altamente energética entre ambos. Este desarrollo fue tan intenso que se produjo la orientación de las ramas de los árboles de menor grosor y las hojas no consumidas en ellas situadas, desde las posiciones normales de inserción hacia el sentido de avance, dicho de otra forma, quedaron según un plano paralelo a la propagación del frente.

Al objeto de interpretar de forma conjunta las cuatro fases se incluyen a continuación lo gráficos de propagación y superficies afectadas, así como la referencia de la propagación teniendo en consideración la distribución espacial de los modelos de combustibles forestales. A modo de finalización de éste análisis se presenta sobre una visión aérea, la distribución de las tendencias prioritarias en las propagaciones de los frentes de llamas de acuerdo a las fases descritas.

Figs. 18 y 19, Foto 3



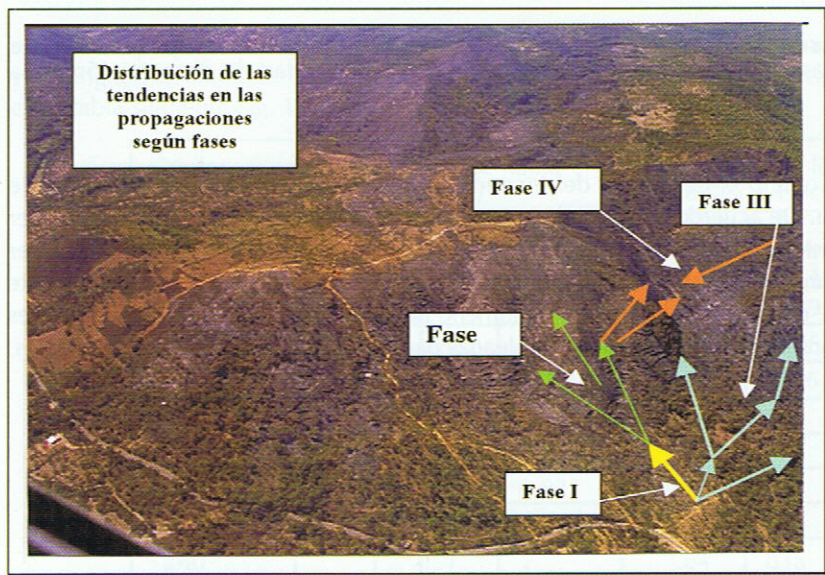


Foto 3

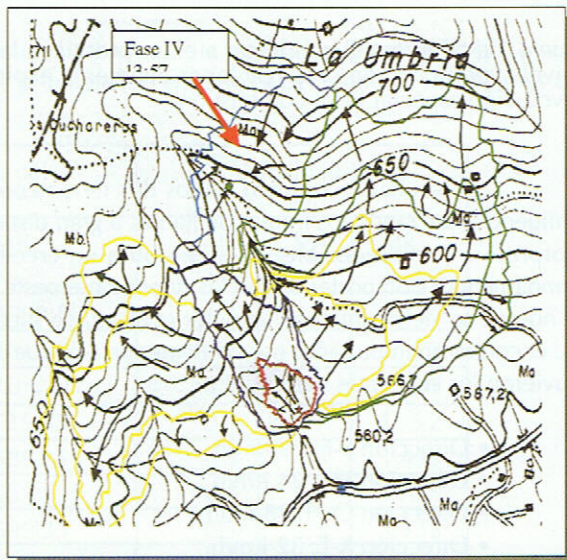


Fig. 18

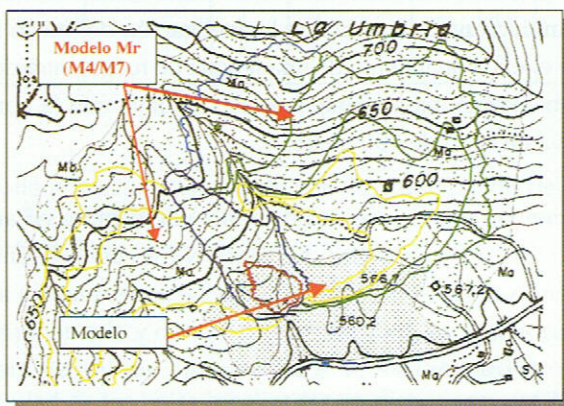
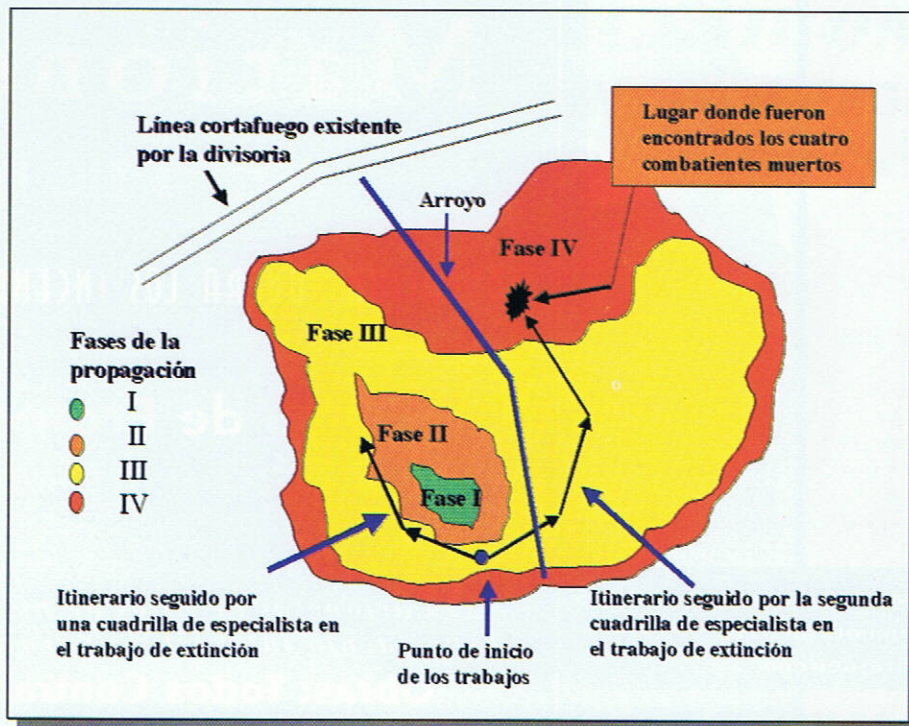


Fig. 19

ANEXO FOTOGRÁFICO





Julio de 1999
 Dr. Fco. Rodríguez y Silva