

ANÁLISIS DE LA DISPONIBILIDAD DE COMBUSTIBLE: INDICES METEOROLÓGICOS CRÍTICOS PARA LA OCURRENCIA DE CADA PATRÓN DE GRANDES INCENDIOS FORESTALES

Marc CASTELLNOU RIBAU¹; Marta MIRALLES BOVER¹; Domingo Molina TERRÉN²

1. Grup de Recolzament a les Actuacions Forestals (GRAF). Ctra. de la Universitat Autònoma s/n. 08290-Cerdanyola. utgraf@gencat.net

2. Universidad de Lleida. Departamento de Producción Vegetal y Ciencia Forestal. Av. Rovira Roure 191. 25005 Lleida, dmolina@pvcf.udl.es

Resumen

Hemos estudiado los grandes incendios forestales o GIF (> 100 ha) en el municipio de Tivissa (sur de Tarragona) desde 1965. Responden a tres pautas de propagación y comportamiento del fuego: topográficos, conducidos por el viento en verano y conducidos por el viento en invierno. Se han estudiado varios índices de riesgo meteorológico: Keetch-Byram Drought Index (KBDI), Drought Code (DC), lluvia acumulada en los últimos 15, 30, y 60 días, y la pendiente (derivada) de tanto KBDI como DC desde la última precipitación superior a 10 mm o durante los 5 días últimos. Hemos estudiado la capacidad predictiva del percentil alcanzado (de cada índice) en cada GIF. Los GIF fuera del verano resultaron dirigidos por el viento y ocurrieron en percentiles mayores del 60% de lluvia acumulada en los 30 últimos días, y los GIF de viento fuera de campaña en percentiles de sequía superiores al 50%. Después de 1983, los GIF topográficos han ocurrido con valores más altos de DC que anteriormente.

Palabras clave: grandes incendios, disponibilidad de combustible, índices meteorológicos

1. INTRODUCCIÓN

Los recursos de extinción (bomberos, mandos, cuadrillas que trabajan con herramientas manuales, especialistas en uso del fuego, camiones, aviones, helicópteros,) son limitados, y para hacer un uso eficiente hay que entender en profundidad el problema de los incendios.

Tras el abandono rural y el aumento de la presión de extinción que tuvo lugar durante mediados del pasado siglo, en Cataluña más del 70% de la superficie forestal quemada lo ha hecho en unos pocos incendios que alcanzan gran extensión (>500 ha) debido a altas intensidades, y que pueden ocurrir solo en condiciones meteorológicas concretas. Estos incendios han escapado de la capacidad de control de los medios de extinción por distintas causas a medida que aumentaba la continuidad, la acumulación de biomasa en superficie y finalmente en las copas:

- Disponibilidad de superficie continua con combustible, fruto del abandono de campos de cultivo, que genera incendios con perímetros muy largos (1ª generación de incendios).
- Alta intensidad y velocidad de propagación debido a 10-15 años de acumulación de combustibles tras el abandono de cultivos y de la gestión tradicional de los bosques (2ª generación de incendios)
- Bosques homogéneos con altas densidades y continuidad vertical fruto de 30-50 años de falta de gestión forestal y de la extinción de todos los incendios de baja y media intensidad, que resulta en fuegos de copas inalcanzables para cualquier sistema de extinción, (3ª generación de incendios)

La primera generación de incendios se pudo reducir aumentando la rapidez de llegada y la cantidad de medios de extinción, y con infraestructuras de prevención lineales (VELEZ, 1990). Pero los incendios de tercera generación alcanzan intensidades que están fuera de capacidad de medios de extinción, y se busca la manera de mejorar la eficiencia de los medios ya existentes, compartiendo recursos entre distintas zonas y acumulando los recursos en una zona en el momento en que uno de estos incendios es posible.

Los Grandes Incendios Forestales (GIF) no ocurren en cualquier lugar y momento, sino que son fenómenos pocos usuales y que precisan condiciones socio-ambientales singulares (CASTRO, 2002), que permitan que el fuego recorra largas distancias y genere altas intensidades. Los principales condicionantes que permiten la ocurrencia de GIF son:

- Los **fuertes vientos dominantes**, que aplanan las llamas involucrando mucho combustible simultáneamente y permite movimientos a largas distancias mediante focos secundarios. También precisa combustible disponible.
- **Gran cantidad de combustible disponible**, que permite generar altas intensidades y saltar las discontinuidades existentes en el terreno. Permite de forma puntual la generación de ambiente de fuego, que seca el combustible por delante del fuego, genera sus propios vientos y se mueve a largas distancias mediante focos secundarios. El combustible disponible depende de 3 parámetros:
 - **Sequía**, que influye en el grado de disponibilidad de los combustibles
 - **Fenológicos**, también influye en la disponibilidad de los combustibles.

- **Combustible acumulado y disposición**, continuidad horizontal como vertical.
- Esfuerzos de **extinción**, que impiden que el fuego de baja y media intensidad propague hasta alcanzar grandes extensiones. Estos esfuerzos aumentan con el tiempo.

El **objetivo** de este estudio es predecir las principales condiciones socio-ambientales que permitan la ocurrencia de los Grandes Incendios Forestales en el macizo de Tivissa en Cataluña.

2. MÉTODOS

2.1. Localización

La zona de estudio políticamente (ver figura 1) incluye los municipios de Tivissa y Hospitalet-Vandellòs (comarca Ribera d'Ebre, provincia Tarragona, en Cataluña, España). Físicamente, se sitúa en una región de clima Mediterráneo en la zona europea, y más concretamente en la costa NE de la Península Ibérica, en la encrucijada entre el Sistema Ibérico, la Serralada Pre-Litoral y el valle del Ebro, que desemboca al mar a unos escasos 20 kilómetros. Al ser una zona de confluencia tenemos distintos eventos meteorológico.

- El valle del Ebro es el que conduce los vientos de noroeste con fuerza contra estas sierras. El valle del Ebro es ocasionalmente una de las salidas naturales hacia el oeste de las masas de aire sahariano del interior peninsular.
- Las tormentas secas que afectan al sistema Ibérico llegan hasta aquí y son causa de numerosas igniciones.
- La proximidad con la línea de costa favorece vientos de convección y marinadas

2.2. Incendios ocurridos

Se reconstruyen los incendios ocurridos en Tivissa a partir de la información existente en la base de datos oficial de Medi Ambient, se consulta la hemeroteca del Diario de Tarragona y se recogen los incendios reconstruidos por CASTELLNOU (1997) con datos dendrocronológicos y entrevistas personales.

2.3. Variables estudiadas

Los 5 factores que determinan la probabilidad de GIF, son viento, meteorología y fenología y varían a distintas escalas, y se miden con distinto tipo de indicadores:

- La falta de datos de viento para los últimos 30 años en la zona nos fuerza a cambiar de escala de trabajo. Los vientos sinópticos se caracterizan por velocidades medias superiores a los 40-60 km/h y generan incendios con patrones de propagación diferenciados de los incendios sin vientos generales. Los primeros siguen crestas o se canalizan por estrechos, siguiendo pendientes y valles, mientras que los segundos generan incendios que suben laderas y se mueven por cuencas, y reciben el nombre de fuegos topográficos. Este distinto comportamiento nos hace centrar la atención respecto a la probabilidad de Grandes Incendios Forestales a escala sinóptica de 3 a 6 días, en la que ocurren **episodios de vientos generales** y es un factor cualitativo (episodio de viento / no viento sinóptico). Para cada uno de los incendios se consulta la situación sinóptica para identificar episodios de vientos de norte – noroeste.
- Los fenómenos **fenológicos** ocurren a macroescala y se caracteriza por ser un factor cualitativo. La fenología explica algunas de las variaciones de humedad de los combustibles vivos y de cantidad y disposición de los combustibles finos muertos, y por tanto en el nivel de disponibilidad de los combustibles. Esta clasificación se hace por estaciones, pero no responde a razones astronómicas sino de campañas de incendios. Por tanto lo que se denomina verano empieza el 15 de junio y acaba el 15 de septiembre; otoño 15 de septiembre al 15 de diciembre; invierno del 15 de diciembre al 15 de marzo y primavera)
- El cuerpo de **extinción** organizado se creó en 1981, y fue funcional a partir de 1983, y a pesar de la evolución posterior en cantidad y tipo de recursos utilizados la propia creación es el principal cambio. Ha ocurrido en la macroescala.
- CALVO (2000) explica que el principal cambio en la estructura del paisaje en Tivissa se produce entre 1978 i 1993, en el que los bosques sufren una reducción drástica, reduciéndose a la mitad los pinares densos y al 88% los bosques abiertos. Dado que la mayor parte de la superficie se quemó en incendios entre 1981 y 1983, se considera 1983 como año clave, que marca un antes y un después en la **acumulación y disposición de combustible**.
- La **sequía** ocurre a distintas escalas desde macroescala sinóptica hasta mesoescala, los indicadores son continuos y influyen en el **grado de disponibilidad de los combustibles** existentes. Los datos disponibles para esta zona desde 1965 hasta 1999 son solo lluvia diaria y temperatura máxima en una estación en Tivissa. Los índices calculados son los relacionados con precipitación acumulada, índices de sequía y similares. Los índices utilizados en el artículo son los más significativos entre los valorados por MIRALLES (2002) en esta zona:

- Drought Code (DC): Índice de sequía acumulada que requiere la temperatura a las 12 horas del mediodía, pero se ha calculado con la temperatura máxima
- Keetch – Byram Drought Index (KBDI): otro índice de sequía acumulada
- Precipitación acumulada a largo plazo: 15, 30 y 60 días acumulados (P15, P30 y P60)
- Aumento de DC o KBDI desde la última precipitación significativa mayor de 10 mm (PEN_DC_P10, PEN_KBDI_P10)
- Aumento a corto plazo (5 días) e DC o KBDI (DC-5, KBDI-5)

2.4. Tipificación de variables cualitativas

En condiciones de distinta acumulación de combustible, presión de extinción y presencia de vientos fuertes los Grandes Incendios precisan distinto grado de disponibilidad del combustible existente para mantener comportamientos críticos para la extinción. Se tipifican pues las interacciones entre las variables cualitativas, en que se han clasificado los incendios forestales (episodio de viento, fenología, extinción y acumulación y continuidad de combustible).

2.5. Capacidad predictiva de los índices cuantitativos

El grado de disponibilidad de los combustibles necesario para la influencia de un GIF es distinto para cada uno de los tipos de GIF identificados. La comparación entre la capacidad de distintos índices meteorológicos de predecir un evento se establecido a partir de:

- la capacidad predictiva de cada índice individual: el indicador utilizado es el percentil de ocurrencia de los valores alcanzados en cada GIF (HAYES, 1999; CASTRO, 2002)
- la capacidad predictiva de combinaciones de índices, describiendo patrones de ocurrencia de grandes incendios.

3. RESULTADOS

3.1. Tipificación de Grandes Incendios ocurridos

Los grandes incendios identificados y caracterizados para la zona de estudio figuran en la tabla 1. Después de analizar los datos vemos que se pueden agrupar en función de 6 indicadores cualitativos:

- TOPOGRÁFICOS: Fuegos sin viento en verano, antes y después de 1983.
- VIENTO EN VERANO: Antes y después de 1983.
- VIENTO EN OTOÑO: Antes de 1983.
- VIENTO EN PRIMAVERA: Antes y después de 1983.

3.2. Niveles críticos de disponibilidad de combustible

Los fuegos conducidos por viento fuera de la campaña de verano entre 1960 y 1999 han ocurrido con valores de sequía acumulada mayores de lo normal (DC, KBDI), con precipitación acumulada menor de lo normal para el último mes y un incremento de de la sequía para los últimos 5 días mayor de lo normal (ver tabla1). Estos GIF han precisado valores de lluvia de los últimos 15 días antes del incendio, menores de lo normal (percentil máximo del 30%). Para los fuegos de primavera estas condiciones son aún más extremas, con percentiles del 10% para la lluvia acumulada el mes anterior al incendio.

Los incendios topográficos ocurren en verano y se concentran cuando la velocidad a la que aumenta la sequía es máxima (figura 2), y no han ocurrido en percentiles menores al 40% de DC. Los GIF con percentiles de DC menores al 60% presentan incrementos de DC desde la última precipitación de 10 mm mayores de lo normal, percentiles de KBDI mayores al 50% y percentiles de precipitación para los últimos 2 meses menores al 60% (tabla 2).

Los fuegos de viento de verano ocurren en cualquier valor de DC (ver figura 2) y del resto de indicadores (ver tabla 1).

Respecto a la extinción y a la carga y distribución de combustibles, han quemado 12 incendios topográficos entre 1965 y 1983, y solo 3 entre 1983 y 1999, y estos 3 fuegos han quemado con los valores de DC más altos. Los fuegos de viento en verano con valores más bajos de DC han ocurrido antes de 1983, pero estamos comparando únicamente 6 valores. Comparaciones fuera de campaña de verano son difíciles de hacer, pues la mayor parte de los fuegos antes de 1981 fueron antes del invierno, y los más modernos han sido durante la primavera.

4. DISCUSIÓN

Es muy difícil controlar todos los factores que influyen a pequeña escala en un GIF. Pero los análisis a escalas más grandes han demostrado ser muy útiles para entender los principales procesos que explican el comportamiento de un paisaje (CONARD *et al*, 2001). Los GIF son eventos que ocurren a escala de paisaje. Alcanzan grandes extensiones ya que son capaces de generar altas intensidades y capacidad de moverse a grandes distancias debido a altas velocidades del viento y/o gran cantidad de combustible disponible. En este

estudio, hemos tipificado las condiciones de cantidad de combustible en el paisaje y episodios de viento para estudiar el nivel de disponibilidad de combustible necesario para que ocurra un GIF. La premisa es que el grado de disponibilidad de combustible necesario para que ocurra un gran incendio forestal es distinto para incendios con o sin viento, y para las distintas estaciones del año.

Para estimar el nivel de disponibilidad de combustible, hemos usado principalmente 3 métodos: muestreos de combustible para evaluar la humedad del combustible y la cantidad de combustible muerto, relacionar índices meteorológicos con humedades medidas y relacionar índices meteorológicos con ocurrencia de incendios. Los primeros dos métodos se han usado ampliamente. En Cataluña, el Departamento de Medio Ambiente mide periódicamente las humedades de los combustibles (VIEGAS *et al*, 1998) y se ha estudiado la relación con índices meteorológicos (VIEGAS *et al*, 2001; MIRALLES, 2002). Este trabajo complementa la información existente.

Los índices meteorológicos son solo un pálido reflejo de este mosaico de disponibilidad de combustible (SKINNER *et al*, 1999). Esto explica que no haya un único índice que se pueda usar solo. La humedad de los combustibles finos responde a cambios a corto plazo, los combustibles muertos más gruesos responden a cambios a largo plazo, y los vivos responden a corto o largo plazo, y menor o mayor escala dependiendo de la especie y la fenología y los tres grupos tienen que estar en el lado de poco contenido de humedad para darse un GIF (MOLINA *et al*. 1998). En este estudio los índices meteorológicos estudiados responden solo a sequía acumulada que influye en humedad de combustible vivo y muerto grueso y cantidad de combustible fino muerto, pero no índices de humedad relativa, recuperación nocturna y temperatura de rocío, que reflejan humedades de combustibles finos y medios (CASTRO, 2002; MIRALLES, 2002). En la microescala, la disponibilidad de combustible depende de la cantidad y distribución de cada tipo de combustible y especie, de la orientación, pendiente y sombreado (BLACK & KELLIHER, 1989).

Los grandes incendios topográficos que aquí estudiamos, han ocurrido solo en verano, especialmente entre el 4 de julio y el 23 de agosto. Así que sin la ayuda de fuertes vientos, los fuegos de alta intensidad necesitan una gran cantidad de combustible disponible. Los únicos índices que tienen su máximo en este período son la pendiente de DC y KBDI desde la última precipitación, es decir, los GIF ocurren cuando la sequía aumenta más rápidamente (julio-agosto) y no cuando es máxima (septiembre). Quizá también influido por tener más horas de luz (y por ello calor)

DC y KBDI se crearon para representar sequía acumulada, y ninguno de los dos se creó en o para ecosistemas mediterráneos. DC arrastra la sequía a más largo plazo, a escala de años, mientras que KBDI se ve influido por las condiciones de los últimos meses (MIRALLES, 2002). Los incendios con DC más bajos respecto al normal fueron en 1971 y 1974 (40%) y coinciden con lluvias de los últimos 2 meses menores de lo normal (30%) y rápidos incrementos de sequía (pendiente de DC desde los últimos 10 mm). Los GIF topográficos han ocurrido o con sequías mayores de lo normal y/o con sequías que aumentan más rápidamente de lo normal.

Los incendios con valores de KBDI menores (20% y 30%) se dieron en 1978 y 1979, años con inviernos secos, pero el DC aún arrastraba estos valores (50%, 60%). En la estación de Tivissa DC registra valores de 0 la mitad de los años, mientras que KBDI los registra cada año.

Los incendios conducidos por viento ocurren con cualquier valor del índice. A pesar de la gran variabilidad anual, los combustibles vivos tienen ciclos regulares (VIEGAS *et al*, 2001; MIRALLES, 2002) y los contenidos hídricos de verano son los más bajos para la mayor parte de especies mediterráneas. Con la ayuda de los fuertes vientos, la disponibilidad de combustible es suficientemente alta en verano para desarrollar un gran incendio.

Los GIF de viento fuera de campaña han ocurrido en condiciones de sequía acumulada mayor de lo normal. Así resulta de estudiar tanto DC como KBDI.

Los grandes incendios de verano antes de la extinción enérgica y eficaz y del cambio en la estructura del paisaje ocurrían con niveles de disponibilidad de combustible menores. Cada año usamos más recursos de extinción para apagar un incendio, de forma que para que este alcance gran extensión necesita desarrollar mayor intensidad y mayor capacidad de moverse rápidamente. Al mismo tiempo, a medida que pasaba el tiempo el paisaje ha ido cambiando hacia una mayor continuidad y homogeneidad.

Una premisa de este estudio ha sido considerar que todos los incendios anteriores a 1983 quemaban en un paisaje con distinta disposición y cantidad de combustibles, pero no conocemos las condiciones locales de cada uno de los incendios. No conocemos la disponibilidad crítica para cada tipo de estructura de vegetación sino solo a nivel de paisaje, lo que incorpora ciertos errores. Los siguientes pasos deberían intentar concretar los datos de combustible quemado y tipo de fuego en cada caso.

Para tomar decisiones de gestión de recursos se necesita predecir cuándo y dónde pueden ocurrir los GIFs, y relacionarlo en la medida de lo posible con que tipo de comportamientos pueden presentar estos incendios. Los incendios topográficos y los otros presentan comportamientos distintos (CASTELLNOU, 1997). Este es un trabajo complejo que debe refinarse constantemente. Además, precisa herramientas simples, y que la información sea interpretada a la escala adecuada.

BIBLIOGRAFIA

- BLACK, TA; KELLIHER, FM. 1989. *Processes controlling undertorey evapotranspiration*. In: Forest, weather and climate. Proceedings of a Royal Society discussion meeting. pp 207-231
- CALVO, E. 2000. Análisis de los cambios en la estructura del paisaje de Tivissa (Tarragona): interacción con los incendios. Proyecto Final de Carrera. Universitat Politècnica de Valencia.
- CASTELLNOU, M. 1997. Principis de gestió de Grans Incendis a la zona de Tivissa – Vandellós: Maneig de la succession. Projecte final de carrera. Universitat de Lleida.
- CASTRO, X; TUDELA, A. 2002. Hourly meteorology and large forest fires. In: Forest Fire Research & Wildland fire safety. Viegas (ed). Coimbra.
- CONARD, SG; HARTZELL, T; HILLBRUNER, MW, ZIMMERMAN, GT. 2001 Changing fuel management strategies. The challenge of meetin new information and analysis needs. Int. J.Wildland Fire, 10 pp:267-275
- HAYES, MJ. 1999. Dought Indices. In: National Drough Mitigation Center. <http://enso.unl.edu/ndmc/enigma/indices.htm>
- MIRALLES, M. 2002. Análisis de disponibilitat de combustibles forestalls davant GIF a Tivissa - Vandellós (Ribera d'Ebre). Projecte Final de Carrera. Universitat de Lleida.
- MOLINA, D.M., BARDAJÍ, M., y CASTELLNOU, M., 1998. Probabilidad de Ignición, Grandes Incendios y Dificultad de Extinción. *Ecología* **12**: 333-350, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- SKINNER, WR; STOCKS, BJ; MARTELL, DL; BONSAI, B; SHABBAR, A. 1999. The association between circulations anomalies in the mid-tropospher and area burned by wildland fire in Canada. In: *Theor. Appl. Climatol.* 63:89-105.
- VELEZ, R. 1990. Field research on population attitudes concerning the use of fire in forest areas. In: International Conference on Forest Fire Research. Coimbra
- VIEGAS; DX; PIÑOL, J; VIEGAS, MT; OGAYA, R. 1998. Moisture content of living forest fuels and their relationship with meteorological indices in the Iberian Peninsula. Proc. 14th Conf. On Fire and Forest Meteorology



FIGURAS Y TABLAS

Figura 1. Localització geogràfica i física a l'extrem NE de la península Ibèrica i dins la vall de L'Ebre.

Tabla 1. Grandes incendios (>100 ha) del Macizo de Tivisa desde 1965. Fuentes: Base de datos oficial, Diario de Tarragona i CASTELLNOU (1997).

Fecha	S (ha)	Zona	Anterior 1983 (extincion / paisaje)	Fenologia	Viento sinóptico
21-7-67	12500	Serra de la Creu,	Anterior	Verano	No
1-7-70	200	Racó de la Dovia, Prasdip	Anterior	Verano	Viento
14-8-71	314	Coll de Fatxes	Anterior	Verano	No
27-9-73	485	Dobia	Anterior	Otoño	No
24-7-74	240	Serra de Mar	Anterior	Verano	No
26-7-74	199	Obagues i Jovara	Anterior	Verano	No
8-8-74	650	Vandellós-Fatxes	Anterior	Verano	No
19-10-74	525	Tivissa (Comuns 34)	Anterior	Otoño	Viento
4-5-75	120	Falset Los Sibinos	Anterior	Primavera	Viento
22-7-76	500	Falset Pradell de la Teixeta	Anterior	Verano	No
31-7-76	3663	Serra de Mar i Esteve	Anterior	Verano	No
31-7-76	425	Prasdip i Llaveria	Anterior	Verano	No
10-8-76	125	El Perelló	Anterior	Verano	No
15-7-78	103	Serra de la Creu i Devesa	Anterior	Verano	No
21-7-78	2769	Rasquera i Tivenys	Anterior	Verano	No
28-7-78	125	Coll de Teixeta	Anterior	Verano	No
4-7-79	116	Costa Moro, Mas de Rojals	Anterior	Verano	No
8-7-79	200	Prasdip Crevetes	Anterior	Verano	No
12-10-80	2040	Beo. De Senen	Anterior	Otoño	Viento
18-7-81	801	Rasquera Comuns	Anterior	Verano	No
11-12-81	8524	Serra de Llaveria, Prasdip,	Anterior	Otoño	Viento
11-4-83	8100	Obagues, Jovara,	Anterior	Primavera	Viento
3-5-83	100	Anyeres	Anterior	Primavera	Viento
17-10-83	140	La Cuna	Anterior	Otoño	Viento
23-8-84	2360	Serra de Mar	Posterior	Verano	No
3-8-85	270	Llena, Melica i Fena	Posterior	Verano	Viento
21-7-89	1337	Covetes, Costa Moro,	Posterior	Verano	No
31-7-91	400	Tivissa	Posterior	Verano	No
10-7-93	667	Perelló	Posterior	Verano	No
10-4-94	2380	Llaveria	Posterior	Primavera	Viento
27-8-95	4733	Cardó	Posterior	Verano	Viento
11-6-98	486	Cardó	Posterior	Primavera	Viento

Tabla 2. Rango de percentiles de ocurrencia de los valores en que han ocurrido GIF en Tivissa respecto a todos los valores que ha tomado la estación para el mismo momento del año desde 1960 hasta 1999. Índices comparados: Drought Code (DC), Keetch-Byram Drought Index (KBDI), aumento de DC o KBDI desde las últimos 10 mm de lluvia (PEN_DC_P10, PEN_KBDI_P10), aumento de DC o KBDI para los últimos 5 días (KBDI-5, DC-5), y precipitación acumulada los últimos 15, 30 y 60 días antes del incendio. Datos para distintos tipos de incendio: topográficos (sin episodio de viento, verano), viento en verano, en otoño y en primavera.

PERCENTIL (%)	DC	KBDI	PEND_DC_P10	PEND_KBDI_P10	DC - 5	KBDI - 5	P15	P30	P60
Topográficos	>40	>20	>10	>20	>10	>10	<90	<90	<60
Viento en verano	>0	>0	>30	>20	>10	>20	<90	<90	<100
Viento en otoño	>50	>50	>30	>60	>50	>30	<30	<10	<60
Viento primavera	>60	>60	>10	>10	>50	>50	<60	<40	<70

Tabla 3. Percentiles de ocurrencia de los valores en que han ocurrido los GIF topográficos (sin vientos dominantes, en verano) en Tivissa respecto a todos los valores que ha tomado la estación para el mismo momento del año desde 1960 hasta 1999. Índices comparados: Drought Code (DC), Keetch-Byram Drought Index (KBDI), aumento de DC o KBDI desde las últimas 10 mm de lluvia (PEN_DC_P10, PEN_KBDI_P10), aumento de DC o KBDI para los últimos 5 días (KBDI-5, DC-5), y precipitación acumulada los últimos 15, 30 y 60 días antes del incendio

DATA	DC	KBDI	PEND_DC_P10	PEN_KBDI_P10	DC-5	KBDI-5	P15	P30	P60
14-ago-71	40	70	60	80	90	80	40	40	30
24-jul-74	40	50	80	40	40	60	90	80	30
26-jul-74	40	50	80	40	40	60	90	80	30
08-ago-74	40	60	90	50	70	60	40	80	30
22-jul-76	60	60	90	70	70	30	60	90	40
31-jul-76	70	70	70	70	20	70	60	90	60
10-ago-76	60	70	70	60	20	50	50	40	40
15-jul-78	50	20	30	20	10	60	50	90	30
21-jul-78	50	20	40	30	50	30	60	90	30
28-jul-78	60	20	50	20	10	20	60	80	40
04-jul-79	50	30	30	50	30	10	50	20	60
08-jul-79	60	40	30	50	10	80	50	30	60
23-ago-84	60	80	40	60	60	40	40	30	10
21-jul-89	80	80	90	80	80	80	60	40	30
10-jul-93	80	90	10	20	40	30	60	40	20

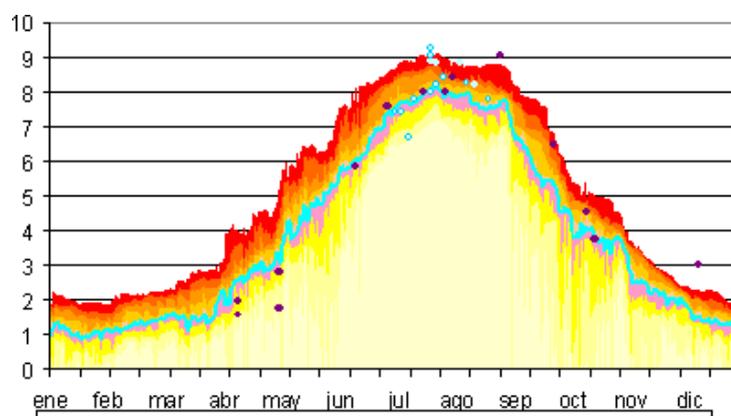


Figura 2. Percentiles de ocurrencia de aumento de Drought Code (DC) desde la última precipitación de más de 10 mm para cada día del año de los últimos 30 años. Así la línea azul representa el valor normal (percentil 50%), la última roja el valor sobre el cual solo se sitúan el 5% de los valores, los más altos de cada día de los últimos 30 años, y la amarilla más clara el 5% de los valores más bajos alcanzados para cada día del año los últimos 30 años. Los puntos oscuros marcan el valor de los índices durante fuegos de viento, y los puntos claros durante fuegos topográficos (sin viento sinóptico).

Figura 3. Drought Code (DC) durante los 4 tipos de GIF antes (azul) y después (rosa) de 1983

