

INFORME SOBRE EL IMPACTO DEL INCENDIO FORESTAL DE BENITATXELL, 2016



Jaime Baeza, Joan Llovet, Enrique Mantilla, José Antonio Alloza, V. Ramón Vallejo

Octubre de 2016

Fundación CEAM-Programa Forestal



INTRODUCCIÓN

Fecha de inicio del incendio: 04/09/2016

Fecha de prospección: 4-5/10/2016

En este informe se describe la evaluación del impacto ecológico del incendio que afectó a los términos municipales de El Poble Nou de Benitatxell y Xàbia (Marina Alta, Alacant), con una superficie total estimada en 812 ha (689 ha en suelo forestal; Tabla 1).

Tabla 1. Superficie forestal del incendio desglosada por término municipal. Datos provisionales facilitados por la Dirección General de Prevención de Incendios Forestales de la Conselleria d'Agricultura, Medi Ambient, Canvi Climàtic i Desenvolupament Rural.

	ha	%
El Poble Nou de Benitatxell	14,8	2,15
Xàbia	674,5	97,85
TOTAL	689,3	100

Los perímetros de los incendios y la superficie afectada han sido facilitados por la Dirección General de Prevención de Incendios Forestales de la Conselleria d'Agricultura, Medi Ambient, Canvi Climàtic i Desenvolupament Rural (Fig. 1). La prospección de campo se ha efectuado en base a la metodología desarrollada por la Fundación CEAM (Alloza et al., 2014). Con la información cartográfica disponible y la información facilitada por los técnicos y agentes medioambientales de la Conselleria d'Agricultura, Medi Ambient, Canvi Climàtic i Desenvolupament Rural, se diseñaron trayectos de observaciones por la zona afectada y se localizaron puntos de muestreo (Fig. 2).

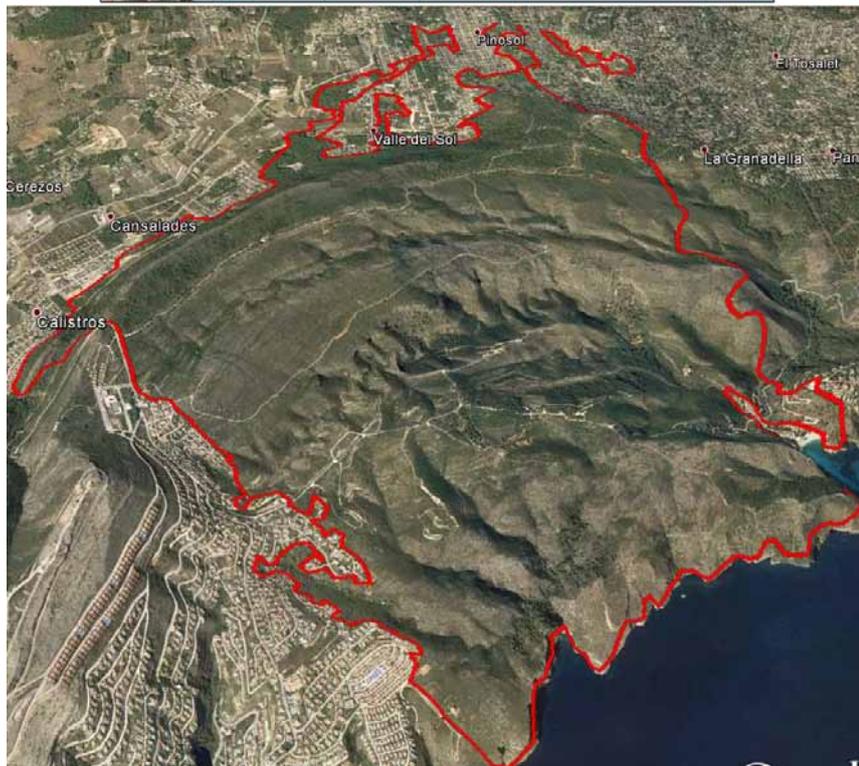


Figura 1. Localización de la zona quemada (perímetro en rojo) y visión en 3D de la zona. Perímetros provisionales, facilitados por la Dirección General de Prevención de Incendios Forestales de la Conselleria d'Agricultura, Medi Ambient, Canvi Climàtic i Desenvolupament Rural.

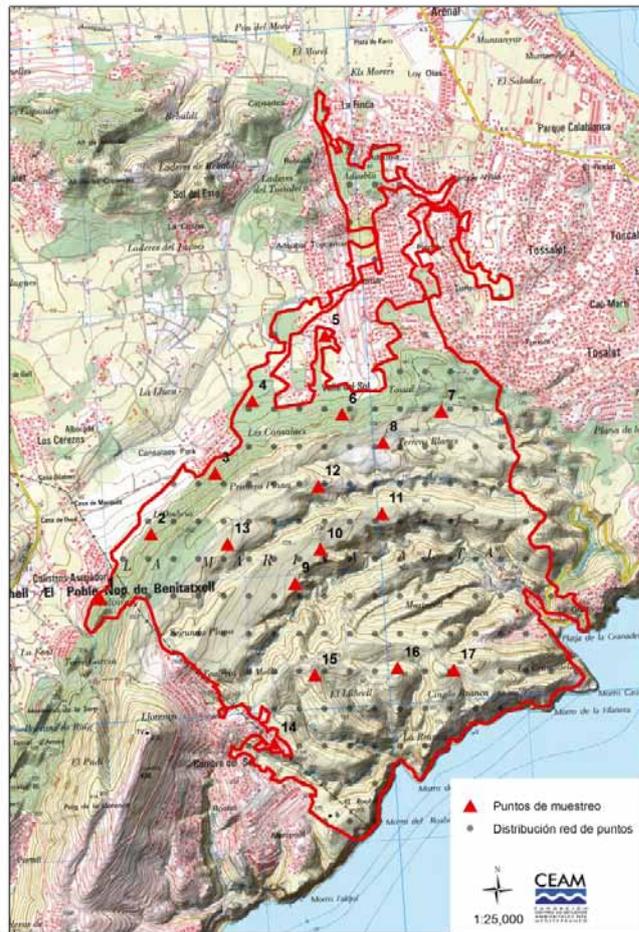


Figura 2. Malla con la distribución de puntos de muestreo.

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA QUEMADA

La superficie quemada es mayoritariamente forestal con una importante afección a la interfaz urbano-forestal. El incendio transcurrió en su parte norte y sureste entre zonas densamente urbanizadas como Villas del Vent, Canzalaes Park, Pinosol, Valle del Sol, Pino Mar y Cumbres del Sol (Fig. 3). Además de las zonas urbanizadas al norte, el incendio quemó la Primera y Segunda Plana, El Llibrel, la zona de la cala de la Granadella, el barranco de Martorell y el de la Granadella, el Morro del Castell y la Morra de la Branca.



Figura 3. Superior: detalle del perímetro del incendio en la zona norte, donde se vieron afectadas varias urbanizaciones. Inferior: : Imagen tomada desde el Pico La Llorença, al Sureste del incendio, donde se muestra los límites entre la zona afectada salpicada de urbanizaciones en el término municipal de El Poble Nou de Benitatxell.

En cuanto a la propiedad del suelo, el incendio se ha propagado mayoritariamente por suelo público. El incendio quemó 588 ha del monte de utilidad pública AL089 "La Granadella", lo que supone el 85,3% de la superficie forestal del incendio y un 72% respecto a la superficie total quemada (Fig. 4).

Gran parte de la superficie quemada (80%) pertenece al LIC *Penyasegats de la Marina* (ES5213018). El incendio igualmente afectó a la microrreserva *La Granadella* (Fig. 5) con un gran número de orquídeas (p.e., *Anacampits pyramidalis*, *Ophrys incubace*) que en el momento del incendio habían finalizado la actividad biológica.

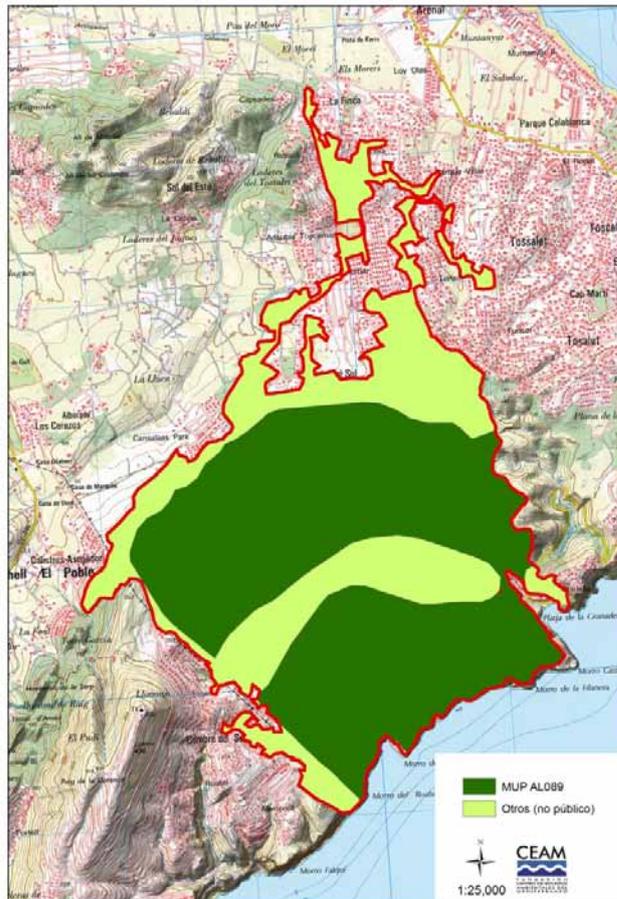


Figura 4. Detalle de la propiedad del suelo afectado por el incendio (Tomado del Inventario Forestal).

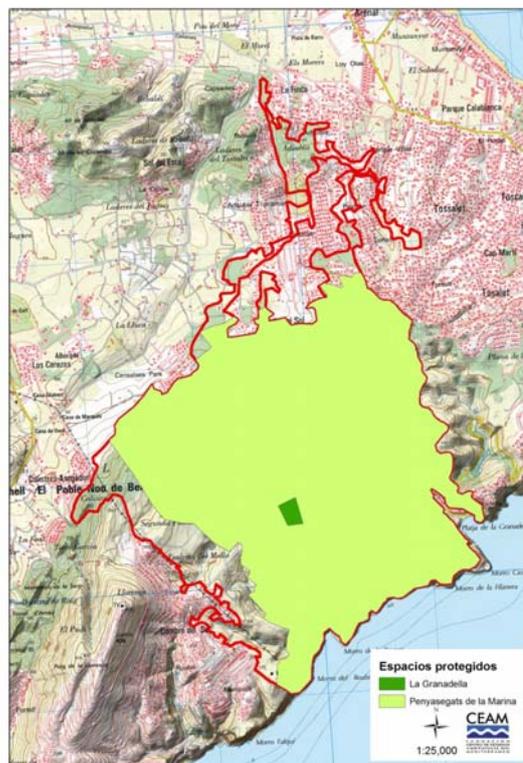


Figura 5. Espacios protegidos afectados por el incendio: Lic Penyasegats de la Marina y Microrreserva de la GRANADELLA, caracterizada por la riqueza de orquídeas

El 67% de la superficie forestal quemada en el incendio de 2016 ya se había quemado previamente en un incendio de 429 ha del año 2000 (Fig. 6). Dentro del perímetro también se han producido otros incendios pero de mucha menor extensión (menos de media hectárea en 1999 y 2 ha en 2003).

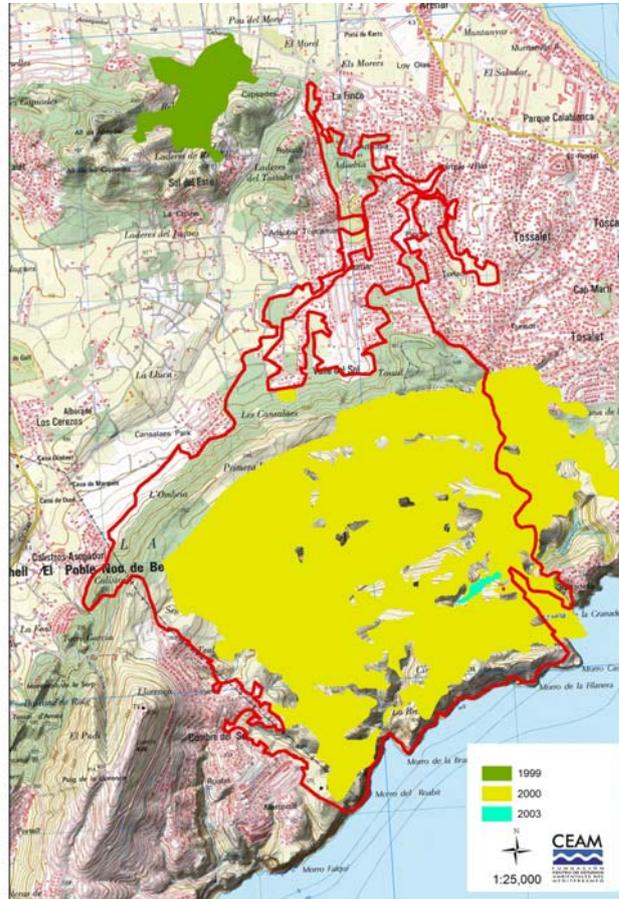
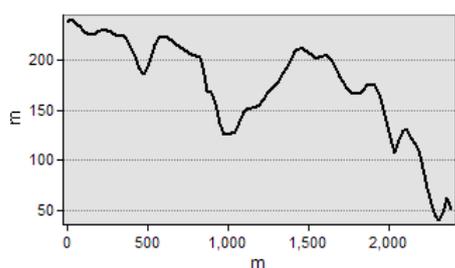
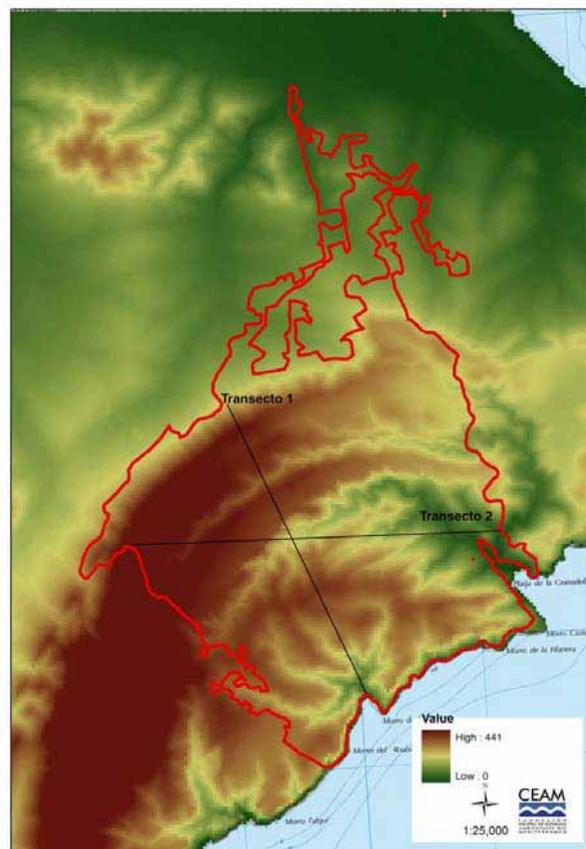


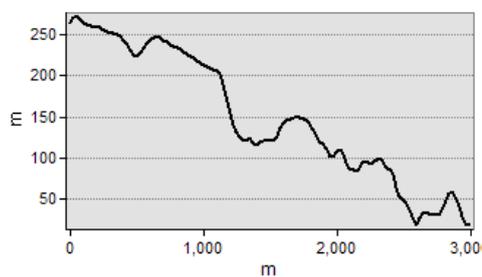
Figura 6. Perímetro de los incendios previos al incendio de 2016. Salvo en la parte norte, el incendio del año 2000 tiene una propagación muy similar al actual. En 1999 hubo un pequeño incendio dentro del perímetro (< 0,5 ha) aunque ese mismo año hubo otro gran incendio en la parte norte (pero fuera del actual perímetro).

Relieve

El relieve de la zona es netamente montañoso, con una cota mínima a nivel del mar y una máxima de 273 m (Fig. 7). Las cotas más elevadas se localizan en la zona occidental y en la franja central del perímetro (Primera y Segunda Plana, con cotas por encima de 200 m). En la zona sur se registran altitudes por encima de los 200 m (La Granadella, El Librell, Cingla Branca) que descienden a nivel del mar en abruptos acantilados.



Transecto 1



Transecto 2

Figura 7. Modelo digital de elevaciones de la zona afectada por el incendio y transectos altitudinales: 1) de norte a sur; 2) de oeste a este.

Dentro del perímetro quemado las zonas con pendiente moderada son escasas, por el contrario, las pendientes abruptas representan más del 20% de la superficie y están localizadas no sólo en las zonas de acantilados, también por la zona central del incendio (Tabla 2; Fig. 8).

Tabla 2. Distribución de pendientes (%) dentro del perímetro del incendio.

% Pendiente	% Superficie
<5	4,7
5-15	27,6
15-45	46,1
>45	21,6

En cuanto a orientaciones, las umbrías predominan ligeramente frente a las solanas (representadas en un 45 y 38% respectivamente; Fig. 8).

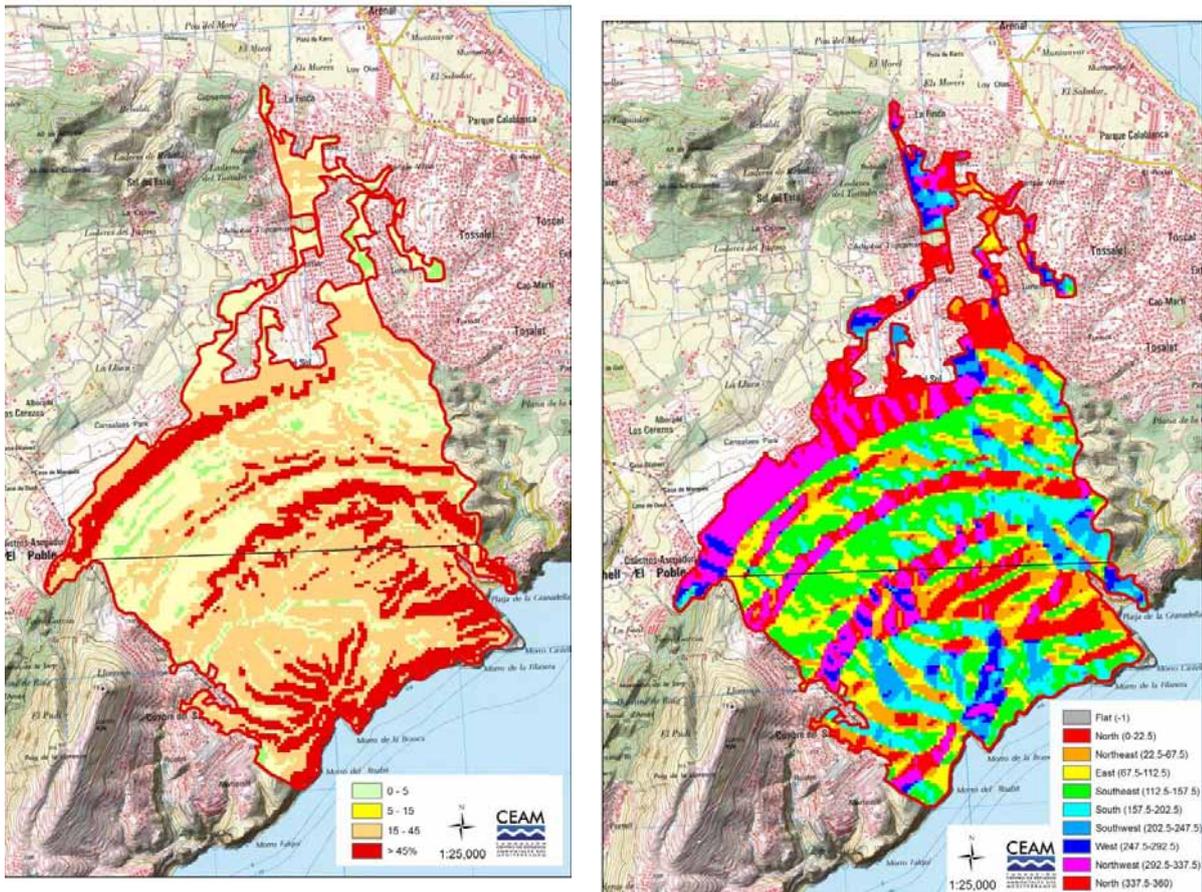


Figura 8. Distribución de pendientes (%) y orientaciones.

Dentro del perímetro del incendio discurren los barrancos de Martorell y de Horxelles. Ambos tienen más de 3 km, con un recorrido oeste-este, por la zona quemada y vierten al mar en la playa de la Granadella. Según la cartografía PATRICOVA dentro del perímetro del incendio no hay zonas con riesgo de inundaciones, únicamente hay presencia de una zona con peligrosidad geomorfológica (Fig. 9 y 10). Sin embargo, la concentración de caudales de escorrentía en la confluencia de barrancos próximos a la playa de la Granadella puede incrementar el riesgo sobre las construcciones en la zona.

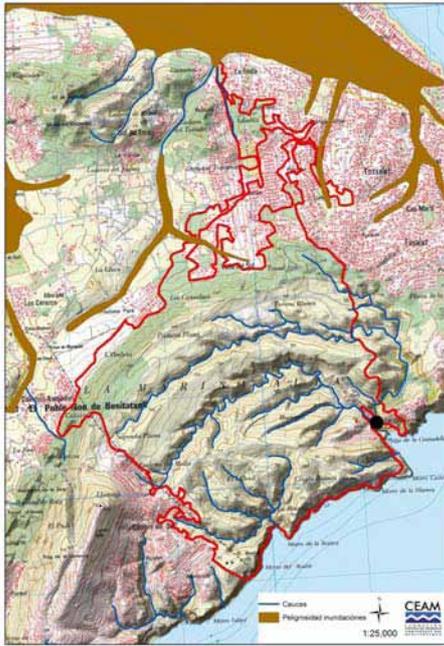


Figura 9. Izquierda: Red hidrológica (en azul) y zonas con peligrosidad geomorfológica según el PATRICOVA. Punto negro: concentración de barrancos en la playa de la Granadella. Derecha: Detalle en 3D de los barrancos que vierten en la playa de la Granadella.



Figura 10. Barranco de Horxelles entre la Primera y Segunda Plana a la izquierda de la imagen y el Barranco de Martorell muy encajado entre el segundo y tercer camino del monte "La Granadella". Imagen tomada desde el Pico La Llorença.

Geología y litología

Las litologías dominantes son calizas y calizas margosas del Cretácico (presentes en un 80% del incendio). En un 9% de la superficie (en la parte norte) afloran litologías margosas del terciario (Tabla 3 Fig. 11).

Tabla 3. Porcentaje ocupado en el perímetro del incendio por las litologías dominantes.

Litología	% Superficie
Calizas	55,3
Calizas margosas y margas	33,4
Calizas y margas	30,0
Conglomerados, cantos, gravas y otros	2,5
Margas y areniscas	9,0

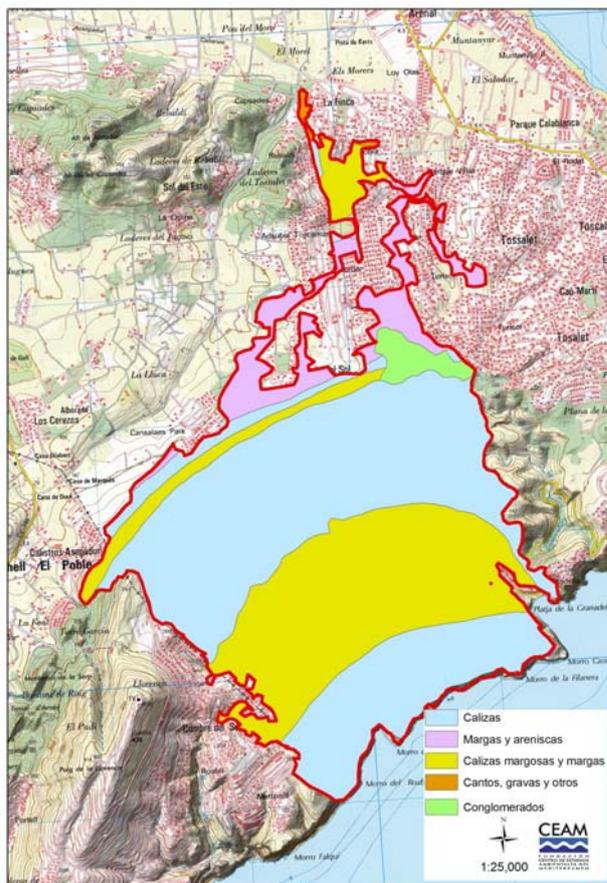


Figura 11. Distribución de las litologías dominantes en la zona del incendio.

Suelos

En las cumbre, con litología predominantemente caliza, dominan los suelos rojos fisurales. Estas zonas presentan muchos afloramientos de roca dura y el suelo es discontinuo, ocupando las grietas. Son suelos descarbonatados, con texturas algo arcillosas, bien estructurados y agregados muy estables. Tanto las características de estos suelos, como la abundancia de especies rebrotadoras, indican un bajo riesgo erosivo. Los podemos encontrar en la Primera y Segunda Plana, así como en las vertientes que vierten al mar de la franja más costera.

En las laderas, piedemontes, barrancos y cercanías de las zonas urbanizadas aparecen suelos formados a partir de margas y coluvios margo-calizos. Tienden a ser más profundos, y son carbonatados, con escasos afloramientos aunque ricos en pedregosidad, presentando texturas más limosas y menor estabilidad estructural. En muchos casos tuvieron un uso agrícola, siendo abundante la presencia de terrazas abandonadas. El riesgo de degradación es superior que en el caso de los suelos rojos

fisurales descritos anteriormente, debido tanto a su textura y estructura, como a la geomorfología y posición geográfica donde se desarrollan (mayores pendientes y posibilidades de escorrentía concentrada).

Clima

Las estaciones de referencia del Atlas Climático de la Comunitat Valenciana (Pérez Cuevas, 1994) están al norte y al oeste (interior) de la zona quemada. El promedio anual registrado en estas estaciones indica una temperatura media anual entre 16 y 18 °C, con una precipitación anual entre 600-750 mm (Tabla 4).

Tabla 4. Valores promedio de las estaciones termo-pluviométricas situadas en las proximidades de la zona quemada (Atlas Climático de la Comunidad Valenciana, 1961-1990).

	Altitud (m)	Tm (°C)	P mm	Máximo de precipitación en 24 h. según periodo de recurrencia	
				2 años	5 años
				Benissa	254
Cap de Sant Antoni	163	18,2	504		
Denia	15	17,3	674		
Gata de Gorgos	50		724		
Pedreguer	80	16,8	759		

Las precipitaciones registradas durante este último año han sido notablemente inferiores. Así el pluviómetro de ALTEA del SAIH-Júcar ha registrado desde el 11/10/2015 una precipitación total de 222 mm (el 34% en un sólo evento de precipitación, 76.6 mm el 04/11/2015). Desde el incendio, este pluviómetro ha registrado 5 eventos de precipitación con un máximo de 10.6 mm (Fig. 12). Por su parte, el pluviómetro SAIH-Júcar de Murla ha registrado una precipitación anual de 355mm (el 30.5% en un solo evento de 108.6 mm el 02/11/2015). En ese pluviómetro durante septiembre se han registrado 3 eventos de precipitación con un máximo de 5.2 mm.

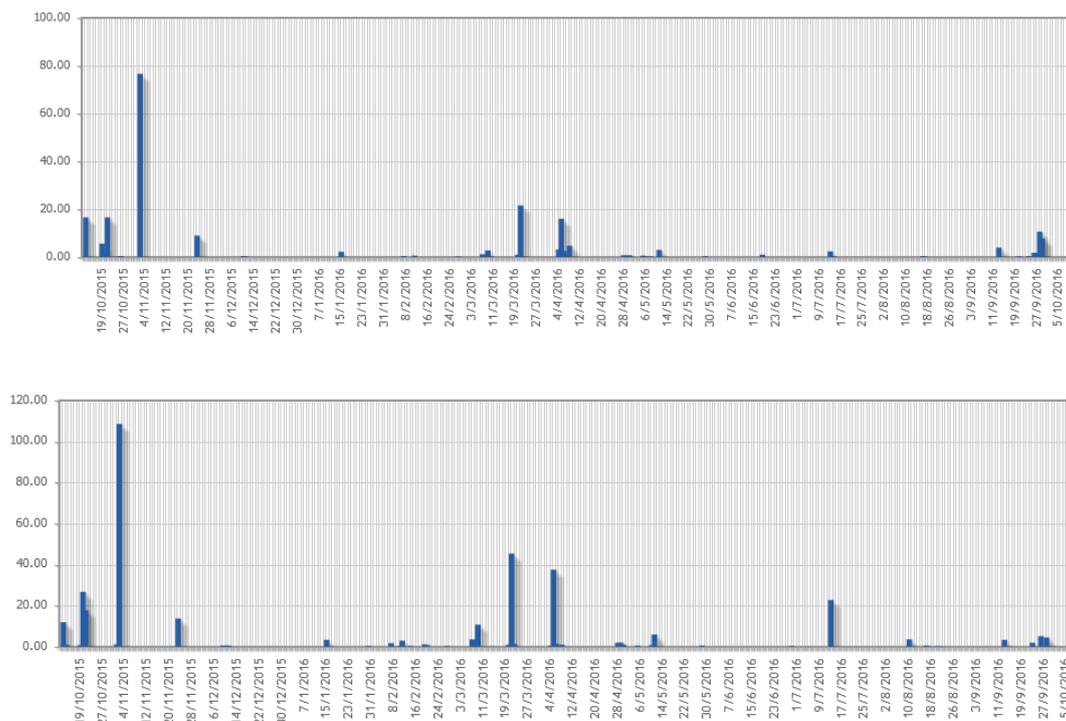


Figura 12. Distribución de la precipitación en el periodo comprendido desde el 19/10/2015 hasta 10/10/2016 en los pluviómetros del SAIH-Júcar de Altea (superior) y Murla (inferior).

Durante el incendio, las condiciones meteorológicas fueron las características de una situación de estabilidad atmosférica, típicamente equinoccial en la que un sistema de altas presiones se sitúa anómalamente en latitudes muy septentrionales y bloquea la circulación general, favoreciendo la penetración de aire cálido subtropical, lo que determina la ocurrencia de temperaturas elevadas. Ello conduce a situaciones de estabilidad atmosférica, que potencian de nuevo ciclos de brisa locales (no tan desarrollados como en plena época estival) y procesos de acumulación local (debido a una menor ventilación atmosférica a gran escala).

En el anejo a este documento se detallan las condiciones meteorológicas durante el periodo del 4-7 de septiembre.

Descripción de la zona afectada

El área afectada está comprendida mayoritariamente en el dominio climático de los encinares termomediterráneos iberolevantineos (*Rubio-Quercetum rotundifoliae*). En este tipo de bosques el árbol dominante potencial sería la carrasca (*Quercus ilex ballota*), sin embargo en la zona del incendio únicamente se observan algunas carrascas aisladas y en forma arbustiva.

Atendiendo a la cartografía PATFOR, la mayor parte de la superficie forestal estaba cubierta por pino carrasco (54,6%; Fig. 13), aunque con diferente fracción de cabida cubierta (Fig. 14). La superficie desarbolada supone el 45% del área afectada (Tabla 5). No obstante, durante la prospección del incendio se ha detectado que buena parte de la zona quemada corresponde a pinares maduros no quemados y a regenerados jóvenes del incendio del año 2000. La superficie desarbolada está relegada a la vertiente sur, con profundos barrancos (Barranco de Martorell y Horxelles), abruptos desniveles y con afloramientos calcáreos puntuales en la Segunda Plana, donde el pinar no se regeneró, así como en el área de acantilados que vierten al mar.

Tabla 5. Distribución tipos de cubierta vegetal en el perímetro del incendio (según cartografía PATFOR).

Tipos cubierta	% superficie
Pinar carrasco	54,6
Garriga	2,0
Matorral calcícola mediterráneo	43,4
	100,0

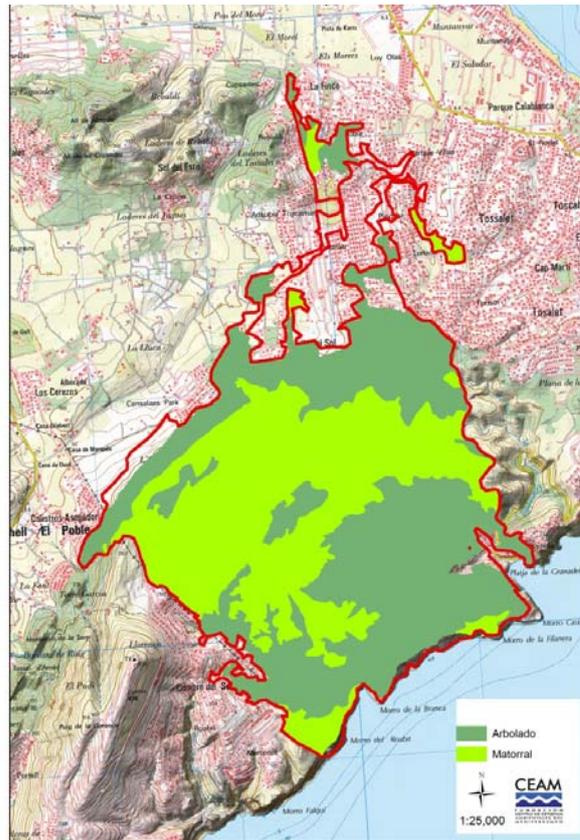


Figura 13. Distribución de los tipos de cubierta forestal en el perímetro del incendio (tomado de la cartografía PATFOR).

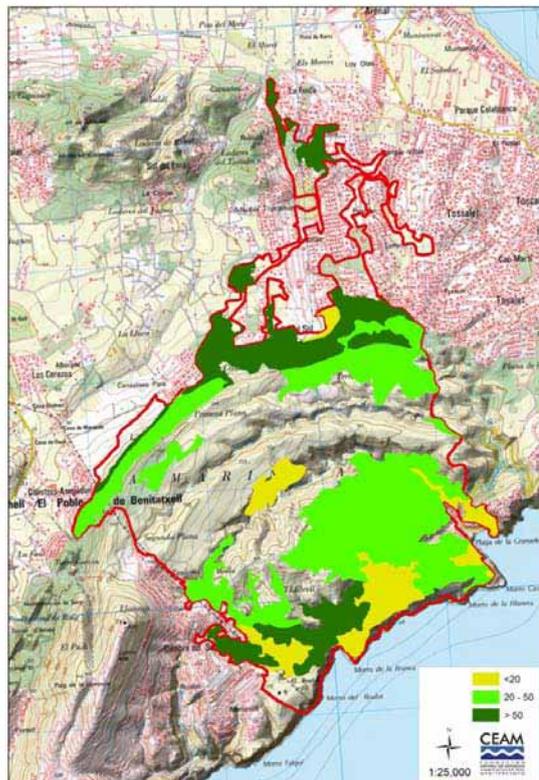


Figura 14. Distribución de la fracción de cabida cubierta (en porcentaje) de las masas de pinar (tomado de la cartografía PATFOR).

Con una distribución mucho más restringida destacan las especies que componen la microrreserva de la Granadella. En ella se incluyen como especies prioritarias: *Anacamptis pyramidalis*, *Ophrys incubacea*, *Spiranthes spiralis*, *Schoenus nigricans*. Como unidades de vegetación prioritarias: Zonas subestépicas de gramíneas y anuales del *Thero-Brachypodietea*, *Teucro-Brachypodietum retusi* (Código Natura 2000: 6220*).

En cuanto a la distribución de hábitats presentes en el LIC¹, en la zona afectada por el incendio se encuentran descritos los hábitats prioritarios (Fig. 15): Pinares mediterráneos de pinos mesogeanos endémicos (9540), pendientes rocosas calcícolas con vegetación casmofítica (8210), matorrales termo-mediterráneos y preestépicos (5330), zonas sub-estépicas de gramíneas y anuales de *Thero-Brachypodietea* (6220), prados húmedos mediterráneos de hierbas altas del *Molinion-Holoschoenion* (6420) y acantilados con vegetación de las costas mediterráneas con *Limonium spp.* endémico (1240).

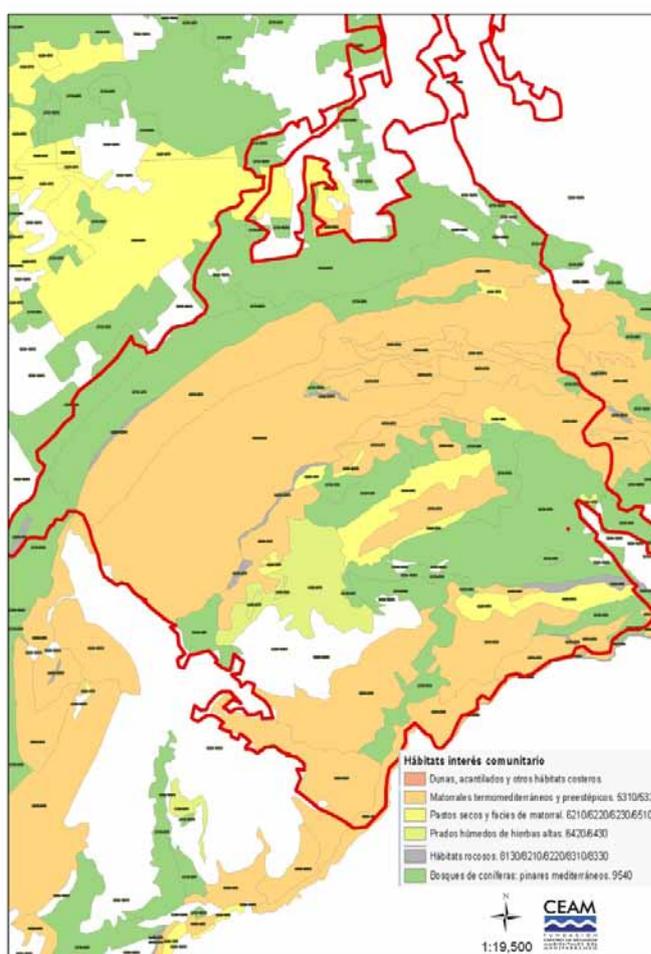


Figura 15. Distribución de los hábitats de la Red natura 2000 con presencia en la zona del incendio. Tomado del Banco de Datos de Biodiversidad (Conselleria d'Agricultura, Medi Ambient, Canvi Climàtic i Desenvolupament Rural)

¹ El área litoral alberga más del 2 % de los hábitats relacionados con acantilados costeros y cuevas marinas, ambos en excelente estado de conservación. Se localiza la única población peninsular de *Diplotaxis ibicensis*, y una de las mejores de *Silene hifacensis*, así como diversas cuevas de interés para murciélagos. El área marina alberga además, ecosistemas de excepcional valor y en un excelente estado de conservación, como las formaciones de *Posidonia* y *Cymodocea*.

DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES AMBIENTALES

La unidad ambiental dominante se corresponde con pinares de pino carrasco, con distinto estado de madurez dependiendo de si se habían quemado o no en el incendio del año 2000. Atendiendo a la recurrencia de incendios se diferencian 2 unidades ambientales:

1) *Pinares maduros.*

A excepción de las plantaciones realizadas en la Primera y Segunda Plana sobre roturados, las masas de pinar maduro quemadas corresponden a pinares de regeneración natural sobre bancales abandonados localizados principalmente al norte de la zona incendiada (Fig. 16).



Figura 16. Pinares maduros de repoblación sobre roturados en la Primera Plana (arriba) y sobre bancales abandonados intercalados entre áreas urbanizadas (bajo).

Las masas de pinar sobre los roturados de la Primera Plana tenían en torno a los 30-40 años con un 60-70% de FCC y una densidad sobre los 3000-4000 pies/ha. Esta masa de pinar no se quemó en el incendio del año 2000, ya que este incendio se detuvo en el primer camino del Monte La Granadella. Las masas maduras de colonización de antiguos bancales, presentaban una FCC del 100%, con muy alta densidad de pies y el 50% entre latizal y fustal en estas masas.

En ambos casos el matorral estaba muy desarrollado (Fig. 16), formado por especies rebrotadoras como coscoja (*Quercus coccifera*), el lentisco (*Pistacia lentiscus*), el palmito (*Chamaerops humilis*), el brezo (*Erica multiflora*), el aladierno (*Rhamnus alaternus*) y el espino negro (*Rhamnus lycioides*) y especies germinadoras como la

jara (*Cistus albidus* y *Cistus clusii*), el romero (*Rosmarinus officinalis*) y la aulaga (*Ulex parviflorus*).

En la Primera Plana (sobre sustratos calcáreos duros) el matorral era algo más discontinuo, tanto vertical como horizontalmente, y había menor densidad de especies germinadoras. En los bancales colonizados, la continuidad del matorral era muy alta. Esto pudo contribuir a que los pinares se quemaran con diferente severidad, mayor en las áreas de bancales abandonados con rodales de pinar entorchados con acículas totalmente consumidas. En la Primera Plana el pinar se quemó con severidad media-alta, manteniendo la mayoría de pinos las acículas (Fig. 17).



Figura 17. Pinares maduros quemados con diferente severidad. Severidad media en pinares localizados en la Primera Plana (arriba) y severidad medio-alta en pinares sobre cultivos abandonados (bajo). Se observa la diferente densidad entre pinares plantados sobre roturados y de colonización sobre cultivos abandonados.

En algunas zonas donde el matorral estaba dominado fuertemente por especies rebrotadoras como lentisco, coscoja, madroño y especies de los antiguos cultivos

como algarrobo y olivo con estructura arbustiva, el fuego avanzó con dificultad y estas áreas se quemaron con muy baja severidad, manteniendo los pinos más del 50% de las acículas verdes y con un matorral consumido en el estrato inferior pero manteniendo las ramillas superiores sin consumir (Fig. 18).



Figura 18. Pinares quemados con severidad muy baja, con un matorral dominado por especies rebrotadoras relativamente poco inflamables.

La dispersión de piñón no ha sido muy abundante hasta la fecha. En rodales donde se produjo el entorchado de los pinos se ha observado una media de 10 piñones/m², en los pinares de restauración sobre subsolados en sustratos calcáreos la media era de 15 piñones/m². En aquellos pinares que se quemaron con baja severidad no se consumieron las piñas, sin embargo se detecta muy baja densidad de piñón, entre 2-8 piñones/m² probablemente porque las temperaturas alcanzadas en las copas de los árboles no fueron demasiado altas y buena parte de las piñas no han dispersado todavía la semilla.

2) Pinares jóvenes de regeneración.

Gran parte de la zona afectada por el incendio del año 2000 estaba ocupada por un estrato arbustivo, en ocasiones denso, y un pinar poco desarrollado, regenerado del incendio ocurrido 16 años antes. Solamente en algunos rodales puntuales o vertientes de orientación sur de los barrancos de Horxelles y Martorell, debido a la falta de suelo o sequía extrema el pinar, no se regeneró. En el caso del estrato arbustivo dominaban especies con alta capacidad de rebrote tras el fuego, como es el caso de la coscoja (*Quercus coccifera*), el lentisco (*Pistacia lentiscus*), el palmito

(*Chamaerops humilis*), el brezo (*Erica multiflora*), el aladierno (*Rhamnus alaternus*) y el espino negro (*Rhamnus lycioides*), típicos de las maquias litorales junto con otras especies con capacidad de germinar tras el fuego, como es el caso del romero (*Rosmarinus officinalis*) y la aulaga (*Ulex parviflorus*). En general, en esta unidad el fuego se propagó con severidad de alta a muy alta, consumiendo todas las ramillas de las partes más altas. En el estrato herbáceo la elevada severidad del incendio no ha permitido distinguir especies, pero es de esperar una presencia notable de especies rebrotadoras, como es el caso del lastón (*Brachypodium retusum*). El estrato arbóreo está dominado exclusivamente por pino carrasco (*Pinus halepensis*). Las densidades de pino eran heterogéneas e irregulares, desde relativamente bajas y distribuidas en manchas en las altiplanicies con abundancia de afloramientos (Fig. 19) (como es el caso de la Primera Plana), a pinares de alta regeneración especialmente en los bancales abandonados que abundan en los barrancos de Horxelles y el Barranco de Martorell (Fig. 19) en las laderas que vierten a la Cala Granadella.



Figura 19. Pinares jóvenes de alta regeneración sobre cultivos abandonados en la Umbría del Barranco de Martorell (bajo) y más o menos dispersos sobre afloramientos calcáreos en la Segunda Plana (arriba).

Independientemente de la densidad del estrato arbóreo, una característica común en todos los pinares jóvenes es la baja producción y desarrollo de piñas, fenómeno que se manifiesta en bajas densidades de piñón en el suelo, prácticamente nulas en este incendio (Fig. 20). Los pinos tenían una edad aproximada de 16 años, en el límite para llegar a la madurez sexual. No obstante, en algún caso debido a

limitaciones de suelo disponible o a la competencia en otros casos y la sequía de los últimos años, la nula producción de semillas indica que no se regenerarán las masas de estos pinares.



Figura 20. Detalle de los árboles jóvenes con baja o nula producción de piñas y, en cualquier caso, piñas inmaduras sin semilla viable.

Respecto a los arbustos rebrotadores, eran numerosos en las altiplanicies con abundancia de afloramientos rocosos, cubriendo la mayor parte del suelo disponible, lo que hace prever una recuperación adecuada de este estrato. Por el contrario, su presencia no es tan abundante en las laderas y proximidades de los barrancos, con frecuencia ocupados por antiguas terrazas abandonadas, algo que puede demorar una rápida cubierta vegetal en los primeros meses tras el fuego.

EFFECTOS DEL INCENDIO

Riesgo erosivo

Según la cartografía del PATFOR, el riesgo de erosión previo al incendio es considerado alto o muy alto en el 48% de la superficie incendiada (Fig. 21A). Una vez desaparecida la cubierta vegetal por efecto del incendio, la estimación del riesgo de erosión (estimado por la erosión potencial) pasa a ser muy alto en el 97% del territorio (Fig. 21B), valores que no se corresponden con las observaciones de campo.

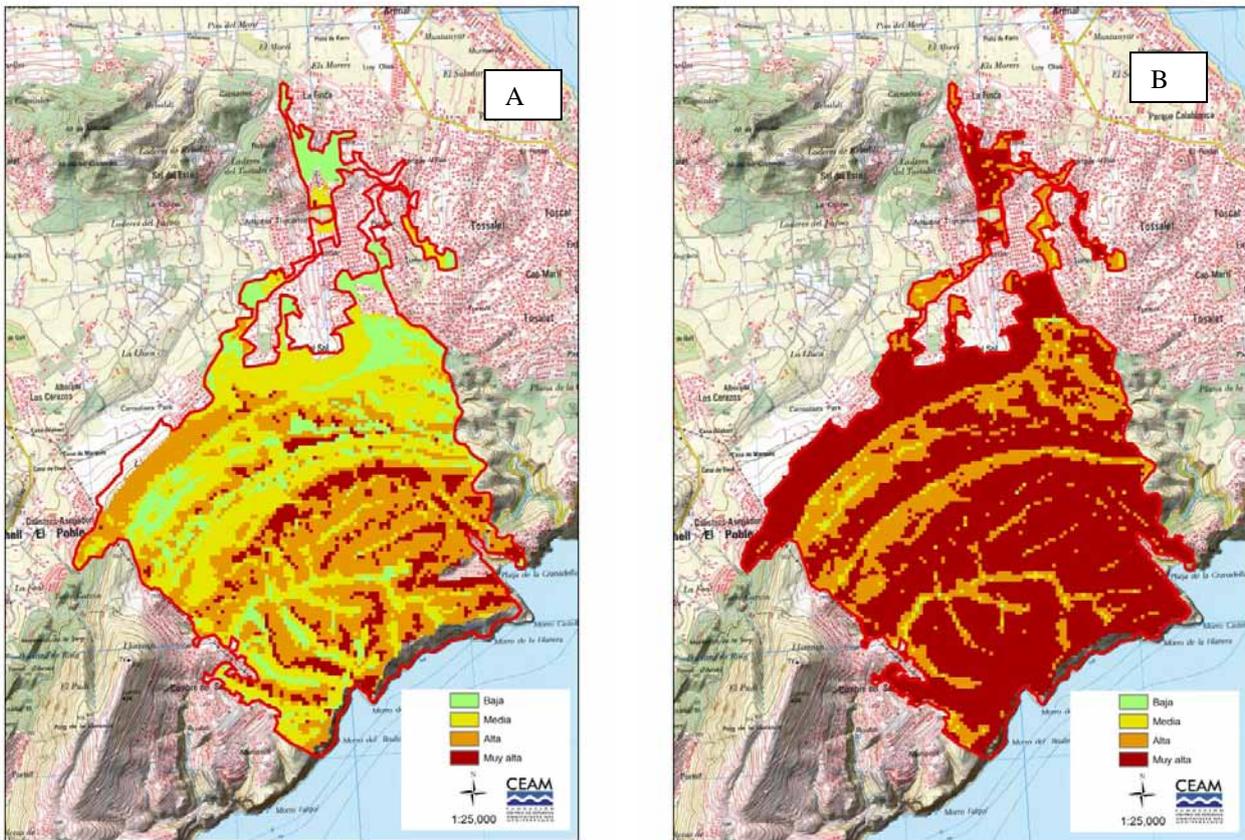


Figura 21. Niveles erosivos considerados en la cartografía PATFOR. A) Erosión actual (situación previa al incendio). B) Erosión potencial (inmediatamente después del incendio). La aplicación del modelo RUSLE3D (Cartografía del PATFOR) muestra una sobrevaloración de las pérdidas de erosión, actuales y potenciales.

Las prospecciones de campo indican que, a pesar de la abundancia de pendientes abruptas, gran parte de la superficie afectada está ocupada por suelos pedregosos y/o con abundancia de afloramientos rocosos, lo que disminuye drásticamente el riesgo erosivo. Ejemplos de esta situación son la Primera y Segunda Plana, dominadas por suelos rojos fisurales, con elevada estabilidad estructural, y gran abundancia de especies rebrotadoras, plantas que cabe esperar ofrecerán una protección adecuada del suelo en un plazo de tiempo corto.

Por otra parte, gran parte de los pinares adultos afectados por el incendio no sufrieron el chamuscado de las copas por lo que mantienen, aunque secas, las acículas, que caerán y ofrecerán una capa protectora de la superficie del suelo. A pesar de que, con frecuencia, estos pinares están sobre coluvios margo-calizos, lo que da lugar a suelos con una menor estabilidad estructural y mayor susceptibilidad a la erosión, no cabe esperar eventos erosivos graves excepto en el caso de precipitaciones extremas.

Un caso algo más problemático son los barrancos que cruzan la zona afectada, como es el caso de los barrancos de Horxelles y Martorell. Discurren por zonas con sustratos litológicos blandos y pueden encauzar procesos de erosión concentrada. En sus laderas abundan antiguas terrazas de cultivos abandonados, cuya degradación puede verse acelerada tras repetidos incendios. De todos modos, se

observa que estos barrancos son poco activos, con circulación de agua ocasional e intermitente debido a su gran capacidad de infiltración.

Las zonas urbanizadas, tanto las propias edificaciones como las vías de acceso, producen un sellado del suelo que pueden concentrar escorrentías, incrementando la capacidad de arrastre del agua.

Regeneración de la vegetación

La regeneración del pinar está muy comprometida en aquellas áreas que previamente se quemaron en el incendio del año 2000 y es previsible una pérdida del pinar. Sin embargo, en las masas de pinar maduro la densidad de piñón detectada, aunque todavía baja, hace prever una adecuada regeneración del pinar.

Respecto a la regeneración del matorral, la presencia de abundantes especies rebrotadoras, tanto en los afloramientos calcáreos de las Planas Primera y Segunda como bajo los pinares maduros, indican que en pocos años se alcanzarán estados de desarrollo del matorral similar a la estructura previa al fuego. En los barrancos de Horxelles y de Martorell, con abundante bancales en sus laderas sobre sustratos margosos, la regeneración estará compuesta principalmente por especies germinadoras y, por tanto, con una regeneración de la cubierta vegetal más lenta. Estas especies de manera general tienden a acumular combustible muerto, lo que influirá en que estas áreas mantengan valores elevados de inflamabilidad durante algunas fases de la regeneración tras el incendio.

En la microrreserva de flora de la Red Natura 2000 “*La Granadella*”, con presencia de orquídeas como *Anacamptis pyramidalis* u *Ophrys incubase*, se estima que el efecto del fuego sobre sus poblaciones será escaso. En el momento del incendio estas especies ya habían finalizado su periodo de actividad biológica y al ser especies bulbosas tenían los bulbos enterrados y las temperaturas del incendio no habrán afectado su capacidad de rebrote. Solo en el caso de aquellas especies germinadoras, como *Diplotaxis ibicensis* y *Silene hifacensis*, el efecto del fuego ha podido afectar las semillas enterradas en el suelo, por lo que sería recomendable el seguimiento de las poblaciones de estas especies.

Tratamiento de la madera quemada

Sería recomendable la extracción de la madera quemada a corto plazo en las vías de acceso, así como en las zonas colindantes con las urbanizaciones para evitar accidentes. En algunas zonas de suelo urbano esta actuación ya se está realizando (Fig. 22).



Figura 22. Corta de árboles en parcelas quemadas en suelo urbano por parte de particulares, en la urbanización Valle del Sol.

Las principales masas de pinar quemado se localizan sobre antiguos cultivos abandonados, intercalados con zonas urbanizadas. Estas zonas son de fácil acceso, por lo que sería recomendable la extracción de los árboles de mayor tamaño para evitar que la caída de árboles genere problemas de descalzamiento y erosión del suelo. Esto es especialmente relevante en estas zonas con sustratos blandos a base de margas y margo-calizas en las inmediaciones de las urbanizaciones Villas del Vent, Canzalaes Park, Pinosol, Valle del Sol y Pino Mar en el término municipal de Xàbia.

En las laderas de umbría del Monte Granadella al norte de la zona incendiada, limitando con la zona urbana, las pendientes son muy inclinadas por lo que sería recomendable la extracción de los fustales evitando arrastres que generen procesos erosivos (Fig. 23).

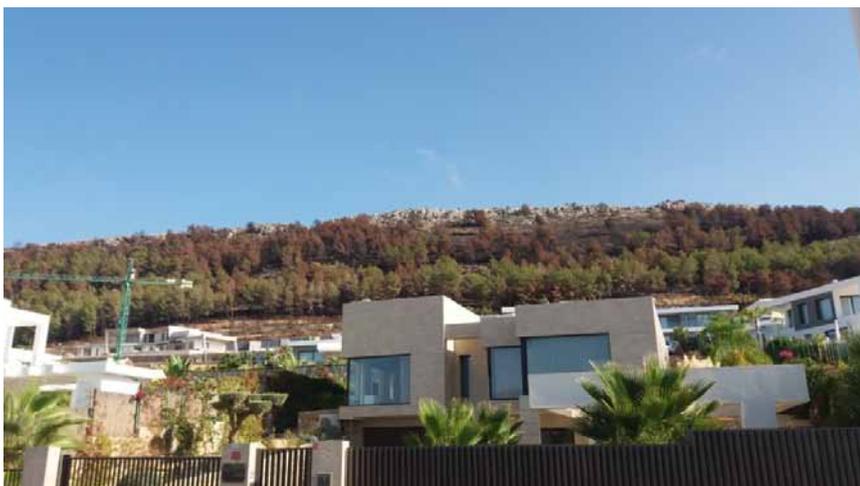


Figura 23. En primer término áreas urbanizadas limitando con suelo forestal con fuertes pendientes donde el incendio se propagó ladera abajo con severidad de media a baja en el pinar de la umbría del Monte Granadella

En las inmediaciones de la Primera Plana donde las pendientes son más suaves y los sustratos son a base de afloramientos calcáreos muy pedregosos la extracción de los fustales no implicaría procesos erosivos graves.

Interfaz urbano forestal

En el incendio de Benitatxell hubo graves problemas durante la extinción a consecuencia de la gran superficie de contacto en la interfaz urbano-forestal, principalmente en el término municipal de Xàbia (Fig. 24).



Figura 24. Imagen que ilustra el estado de la interfaz urbano-forestal en un área no quemada, colindante a la zona afectada por el fuego de Benitatxell.

Esta situación se da en todo el perímetro del incendio (Fig. 25). El Monte de la Granadella se encuentra fuertemente limitado por áreas urbanizadas que no disponen de las medidas preventivas contempladas en la normativa (Fig. 26).



Figura 25. Urbanizaciones limítrofes con el Monte Granadella.

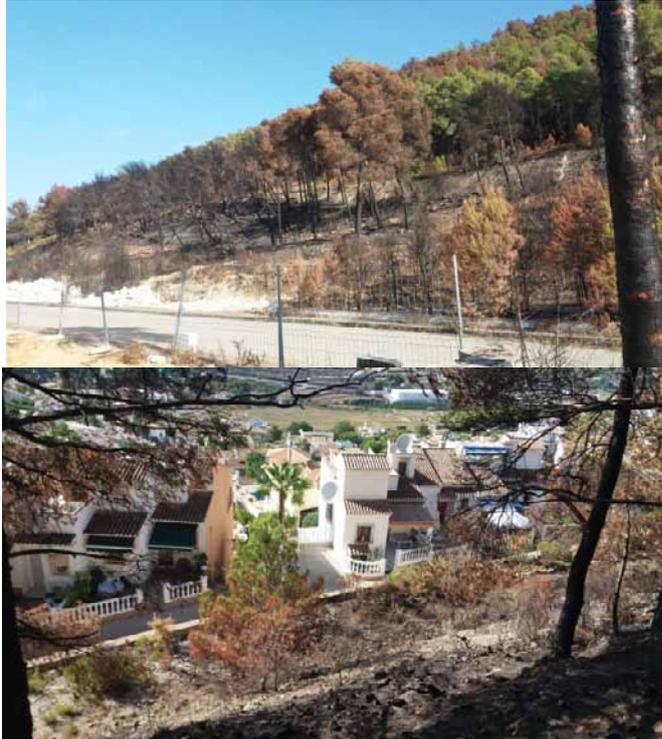


Figura 26. Inexistencia de zona de amortiguamiento entre el suelo urbano y forestal en las inmediaciones del Monte La Granadella con una fuerte presión urbanística.

Esto contribuyó a que el fuego se adentrara en suelo urbano más de 2.3 km propagándose entre parcelas de pinar maduro no urbanizadas y zonas ajardinadas del interior de los chalets, quemando parcialmente alguno de ellos (Fig. 27).



Figura 27. Estado en que quedó una vivienda quemada lindando con un pinar maduro sobre bancales abandonados.

Recomendaciones

En base a la información de la prospección de campo, se pueden realizar las siguientes consideraciones:

- Dada la fuerte presión urbanística de la zona se recomienda el acondicionamiento y aplicación de la normativa en la interfaz urbano-forestal para evitar situaciones similares. Se recomienda la extracción de los pinos quemados en las zonas de interfaz así como la adecuación, y posterior mantenimiento, de las distancias establecidas en los perímetros de las urbanizaciones limítrofes con el suelo forestal. De manera general, y en el contexto del impacto ocasionado por el incendio en la población local, se puede considerar que una de las primeras prioridades en la gestión de la zona sería el tratamiento de los combustibles en los perímetros de las urbanizaciones no afectadas directamente por el fuego, así como la articulación de una política de prevención a largo plazo en la zona, como modelo para otras situaciones similares de alto riesgo de la Comunidad Valenciana.
- En los pinares maduros quemados (Primera Plana y umbrías del Monte La Granadella), los árboles parcialmente afectados por el fuego (con acículas verdes en más del 50% de la copa) deben tener un seguimiento detallado de las poblaciones de escolítidos para evitar focos de infección.
- En zonas con fuertes pendientes y sustratos deleznable, inmediaciones de los Barrancos de Martorell y Horxelles, se podrían realizar albarradas con los troncos y ramas para frenar la escorrentía. Estas actuaciones deberían realizarse con mucha precaución para que no supongan una mayor degradación.
- En los bordes de las pistas, de la Primera Plana las ramas de los árboles quemados pueden ser astilladas y distribuidas en la superficie del suelo a modo de *mulch*, para disminuir la germinación de especies colonizadoras inflamables y proteger el suelo.
- En bancales abandonados, con suelo profundos y preferentemente en zonas de umbría, se podrían realizar plantaciones puntuales con especies rebrotadoras para incrementar la resiliencia y biodiversidad del área. En las áreas con afloramientos calcáreos o con escasa disponibilidad de suelo no serían recomendables actuaciones de plantación.
- Seguimiento de la evolución de las poblaciones de orquídeas en la microrreserva.

En la Figura 28 se muestra la localización de las zonas preferentes para cada uno de las actuaciones consideradas.

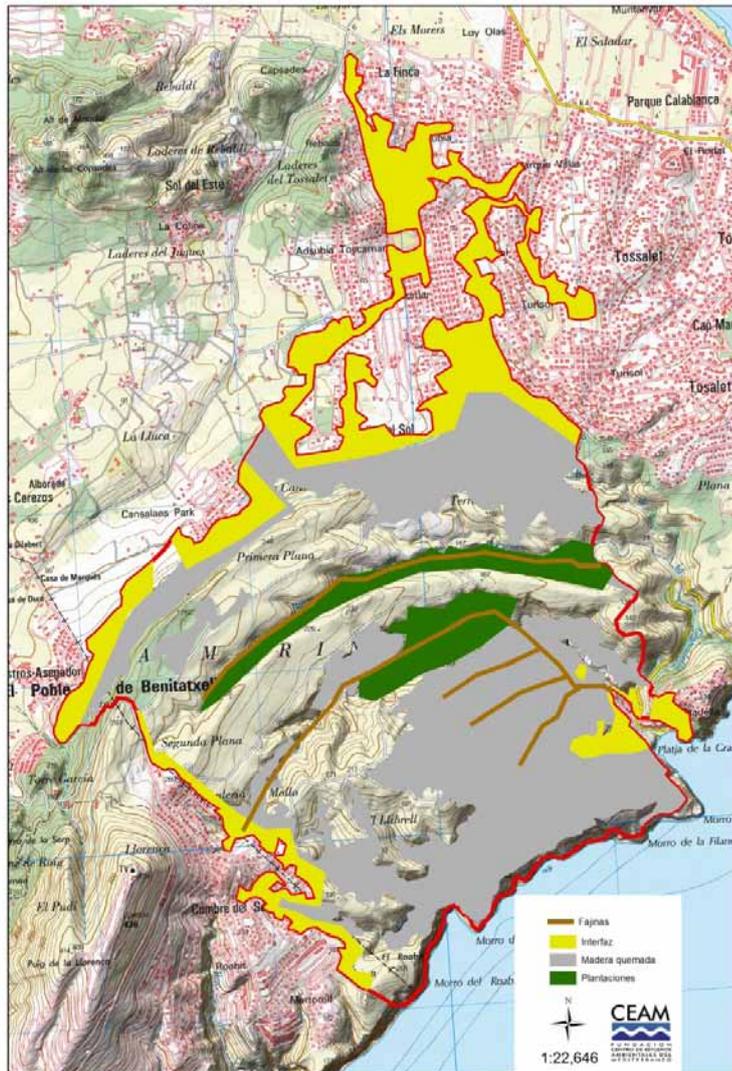


Figura 28. Localización aproximada de las actuaciones recomendadas

Agradecimientos: A Ferrán Miralles por facilitar información en la prospección del incendio.

**ANEJO: ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES
METEOROLÓGICAS DURANTE LOS
INCENDIOS DE BOLULLA Y BENITATXELL.**

El análisis de las condiciones atmosféricas entre los días 4 a 7 de septiembre de 2016, entre los que se desarrollan los incendios de Bolulla y Benitatxell, muestra que persisten condiciones de estabilidad atmosférica, tal como se ilustra en los mapas meteorológicos de las figuras 1 a 4. El inicio, a lo largo de la jornada del 4, se produce bajo la presencia de un sistema de altas presiones sobre el territorio Peninsular en niveles superficiales, sobre una masa de aire cálida norteafricana, cuyo reflejo se muestra como una clara lengua de temperaturas elevadas en el mapa de 850 mb (inferior izquierda de la figura 1), con una circulación zonal en niveles altos al norte de la vertiente cantábrica, por donde transitan también las perturbaciones polares. El reflejo en el mapa de humedades muestra también valores muy bajos en todo el ámbito peninsular, salvo la franja más septentrional y zonas marítimas del golfo de León y Menorca, residuos de la circulación del norte. Con gradientes generales débiles en superficie, cabe esperar el desarrollo de flujos locales en superficie, con un cierto forzamiento de componente sur en la vertiente mediterránea.

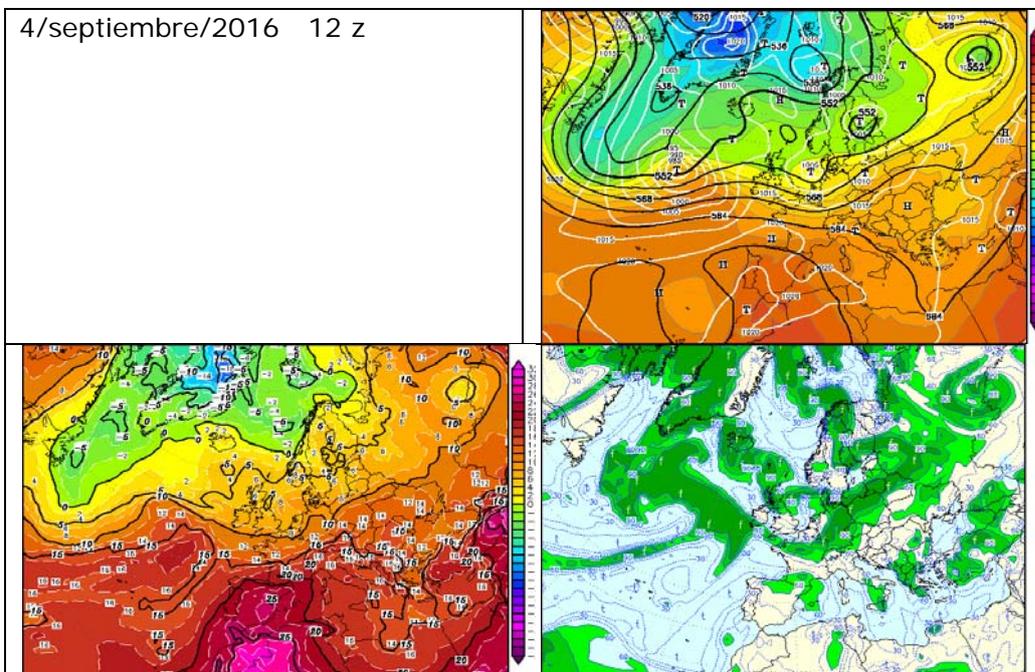


Figura 1: mapas meteorológicos (análisis del modelo GFS, fuente <http://www2.wetter3.de/>) para el día 4/septiembre/2016 a las 00 UTC. Se muestra:

- mapa superior derecho: valores de presión en superficie (línea blanca, en mb), geopotencial de 500 mb (línea negra, en mgp) y espesor de 500/1000 mb (escala de color, en mgp);
- mapa inferior derecho: valores de humedad a 700 mb (en %);
- mapa inferior izquierdo: valores de temperatura a 850 mb (en °C).

Durante la jornada del día 5 (figura 2) las condiciones se hacen más estables, extendiéndose las altas presiones hacia la zona centroeuropea, a la vez que se refuerza la lengua cálida sobre todo la extensión Ibérica. Amaina y se retira hacia el norte la circulación de altura, por lo que se debilita el movimiento a gran escala, en favor de los ciclos de brisa.

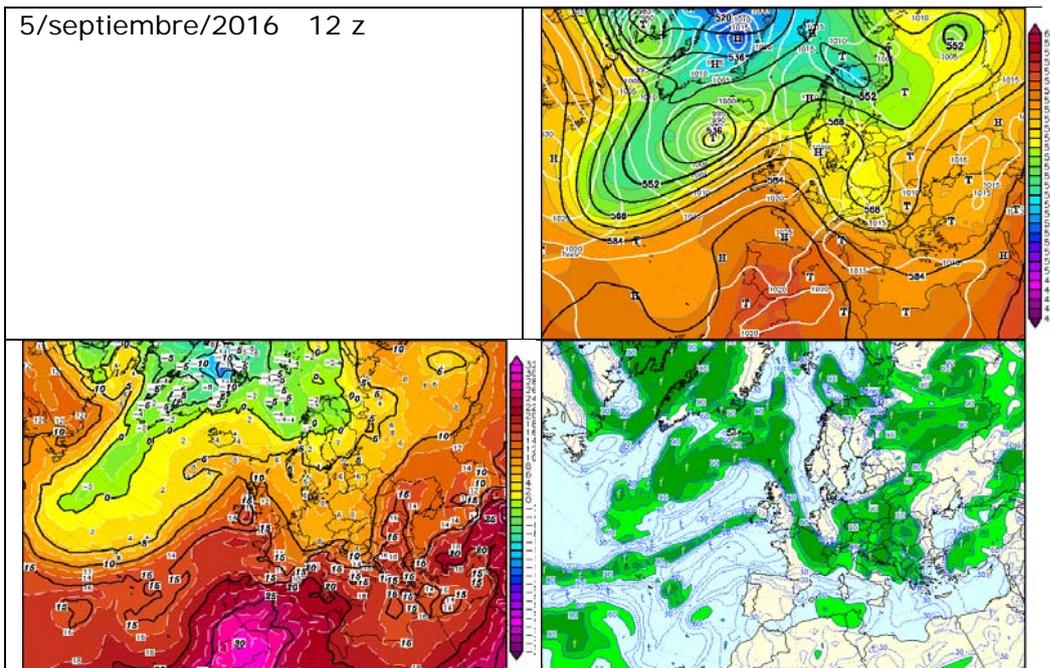


Figura 2: similar a la figura 1 para el día 5/septiembre/2016 a las 12 UTC.

La evolución para el día 6 muestra el asentamiento de una poderosa dorsal sobre la Península en niveles altos, con una penetración de aire cálido norteafricano, asociado a un reforzado núcleo de altas presiones centroeuropeo, situado en una posición de bloqueo a elevadas latitudes, que mantiene los grandes centros ciclónicos alejados del ámbito Peninsular. La lengua de aire cálido se aprecia claramente en el mapa de 800 mb, lo que determina correspondientemente una fuerte sequedad general (mapa de humedades en la parte inferior derecha). En superficie no se manifiestan gradientes significativos, lo que favorecerá el predominio de los ciclos de brisa locales.

Durante el día 7, tal y como muestra la figura 4, se refuerzan los rasgos descritos para la jornada anterior, bajo una característica situación de bloqueo en la que la Península se sitúa en el eje de la zona estable, con las perturbaciones distribuidas en la parte atlántica y en la cuenca central mediterránea. Nuevamente condiciones de poca circulación general, propicias a las circulaciones locales en superficie, aunque en general se inicia una retirada de la masa cálida, con el consiguiente descenso térmico.

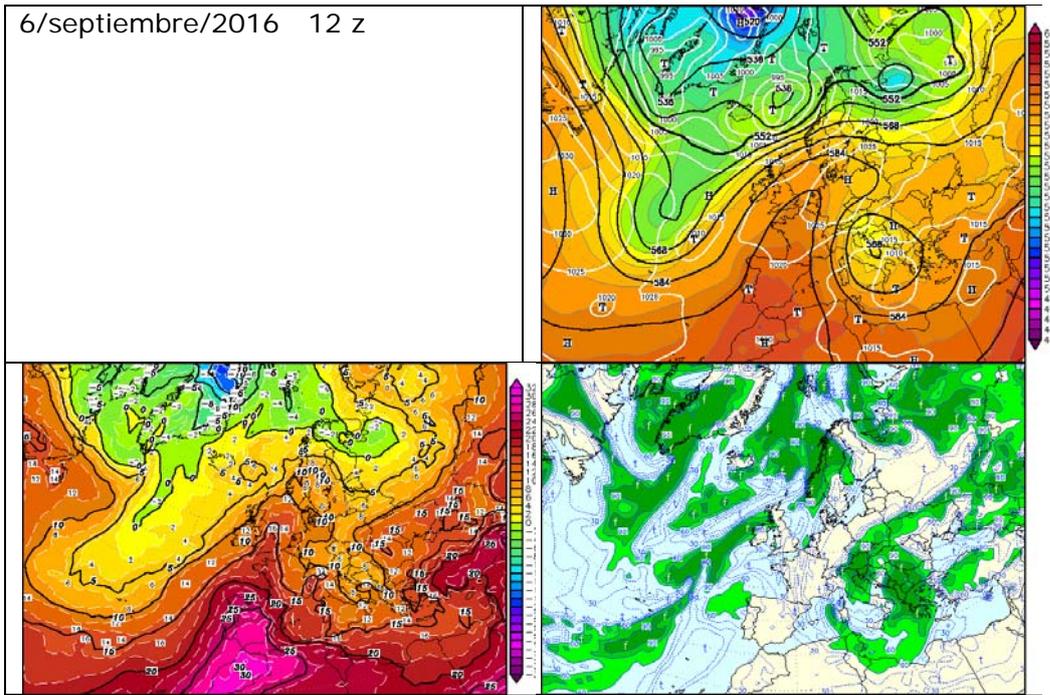


Figura 3: similar a la figura 1 para el día 6/septiembre/2016 a las 12 UTC.

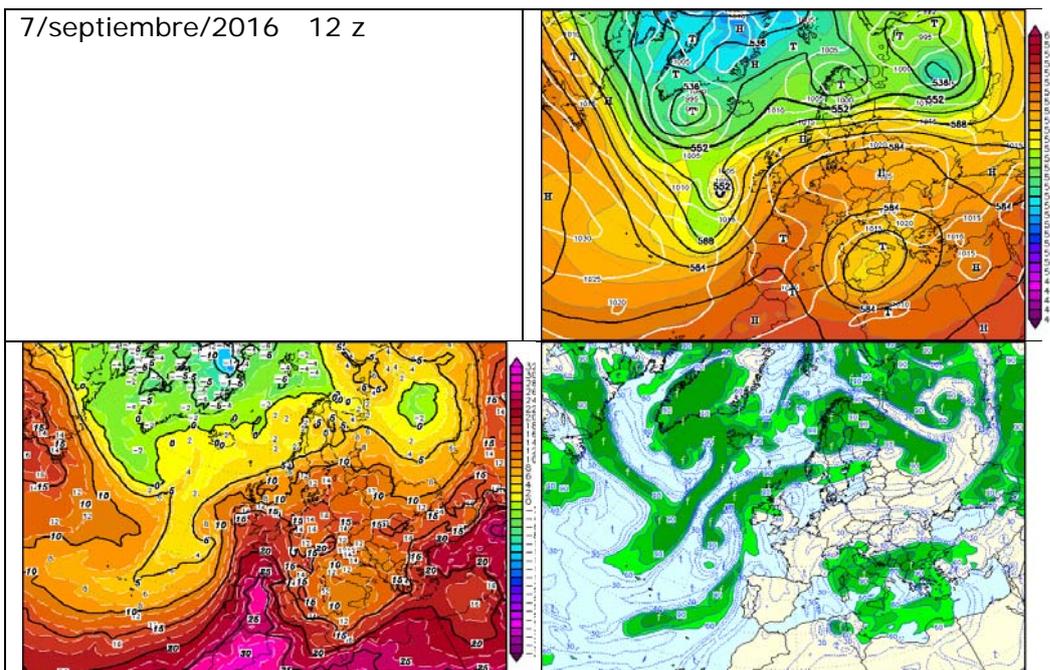


Figura 4: similar a la figura 1 para el día 7/septiembre/2016 a las 12 UTC.

Reflejo en las redes locales de vigilancia.

En la figura 5 se muestra la disponibilidad de fuentes de información atmosférica en el entorno de las dos zonas de los incendios, que corresponde a dos procedencias (no se dispone de medidas de vientos de la red automática de AEMET en la ventana considerada):

- la red valenciana de vigilancia y control de la contaminación atmosférica, *RVVCCA*, (símbolos verdes), que incluyen diferentes parámetros de concentración de contaminantes, complementados en algunos de los emplazamientos con medidas meteorológicas;
- la red de torres meteorológicas de superficie del CEAM (símbolos rojos);

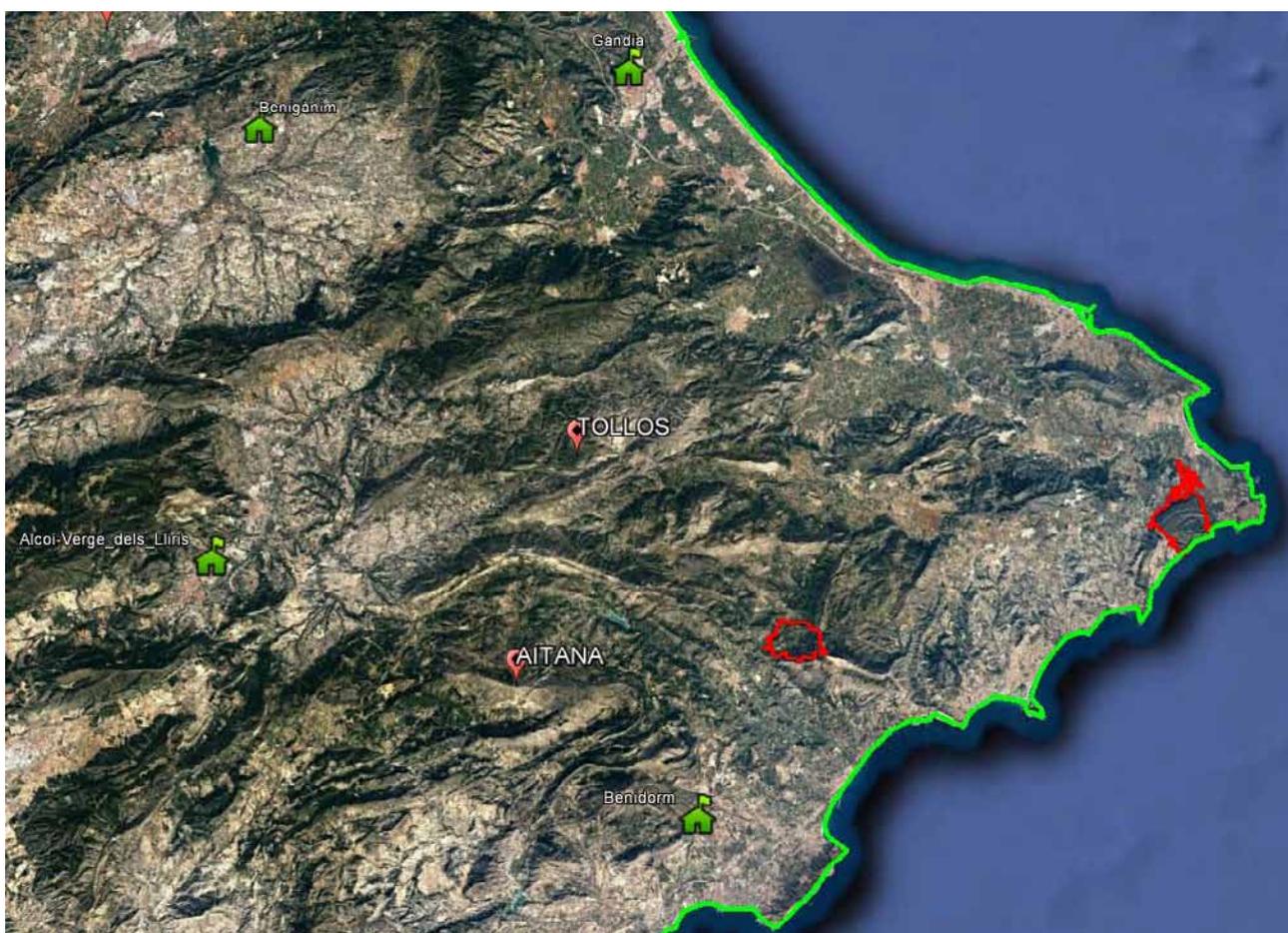


Figura 5. Disponibilidad de puntos de información ambiental atmosférica en el entorno de los incendios.

Meteorológicas.

Se analizan las medidas de viento en la figura 6 para las dos estaciones más próximas a los incendios, correspondientes a la cabina de Benidorm, situada unos pocos km hacia el interior, en la amplia cuenca expuesta a la circulación costera, antes de las primeras barreras montañosas, siendo el segundo de los emplazamientos el de la torre meteorológica instalada en la zona culminar de la sierra de Aitana, a más de mil quinientos m de

altura sobre el nivel del mar. Situadas ambas dentro de regímenes aerológicos claramente diferenciados, donde las intensidades de viento resultan claramente mayores en altura. Tal y como reflejaba en el análisis sinóptico, el primero de los días (4/9/16) se inicia con un cierto forzamiento de componente sur, que se trasluce en una escasa variación y acoplamiento de las direcciones, con intensidades de viento algo más altas, para amainar durante las restantes jornadas, en las que los movimientos locales acaban dominando las circulaciones más superficiales.

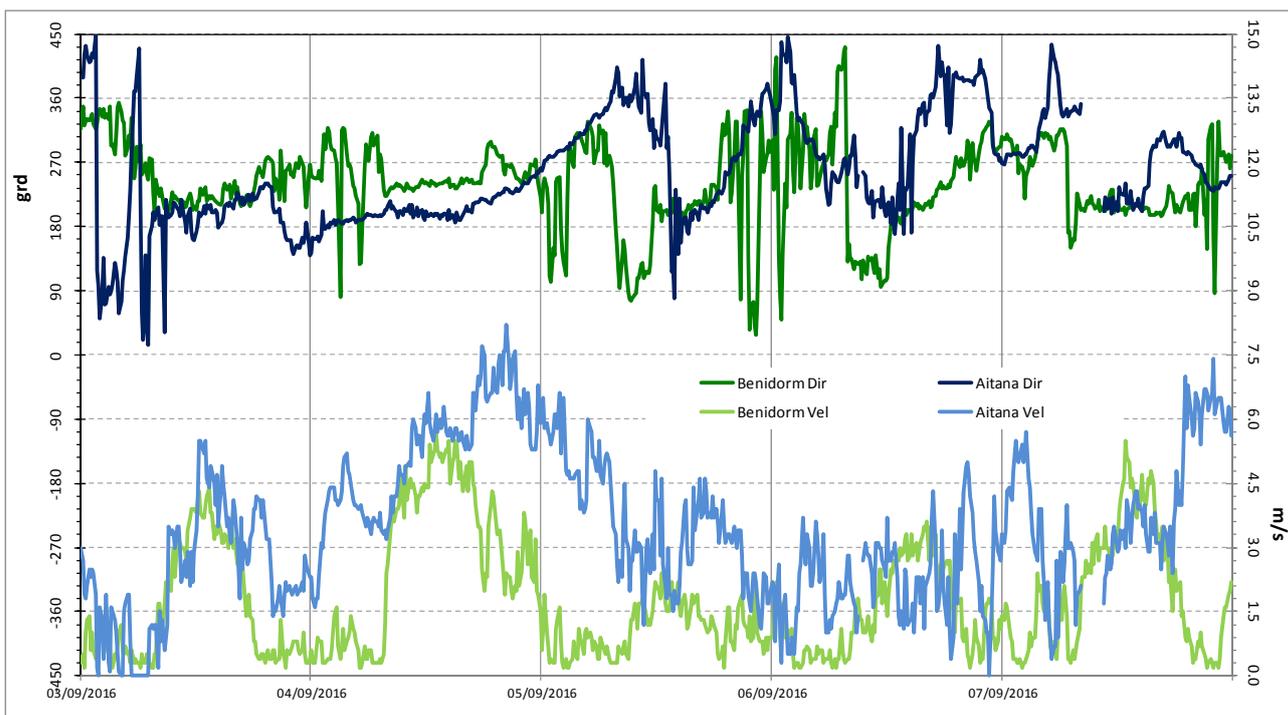


Figura 6: series diezminutales de dirección y velocidad del viento registradas en tres emplazamientos de la RVVCCA (la dirección se consigna en el rango de [0-450] grados, donde el intervalo [360-450] equivale al [0-90], y donde el valor indica la dirección de procedencia del viento).

En la gráfica adjunta sobre intensidades de viento (figura 7) en la que se muestran las cuatro estaciones de la zona se refuerza también el registro de las circulaciones locales, de corto rango, con intensidades de viento muy moderadas. Se puede apreciar claramente el contraste entre una estación muy canalizada, Beniganim, con una onda diurna muy destacada, que se acelera fuertemente en las horas de calentamiento solar, frente a un emplazamiento en altura como Aitana, con velocidades más elevadas y sostenidas a lo largo del día, y con una onda rota o inexistente (en la figura 6 puede verse que en las jornadas sin gradiente general –días 5, 6 y 7-) se registran cambios en la dirección de altura que indicarían que en determinados momentos se acoplarían los flujos con los de superficie).

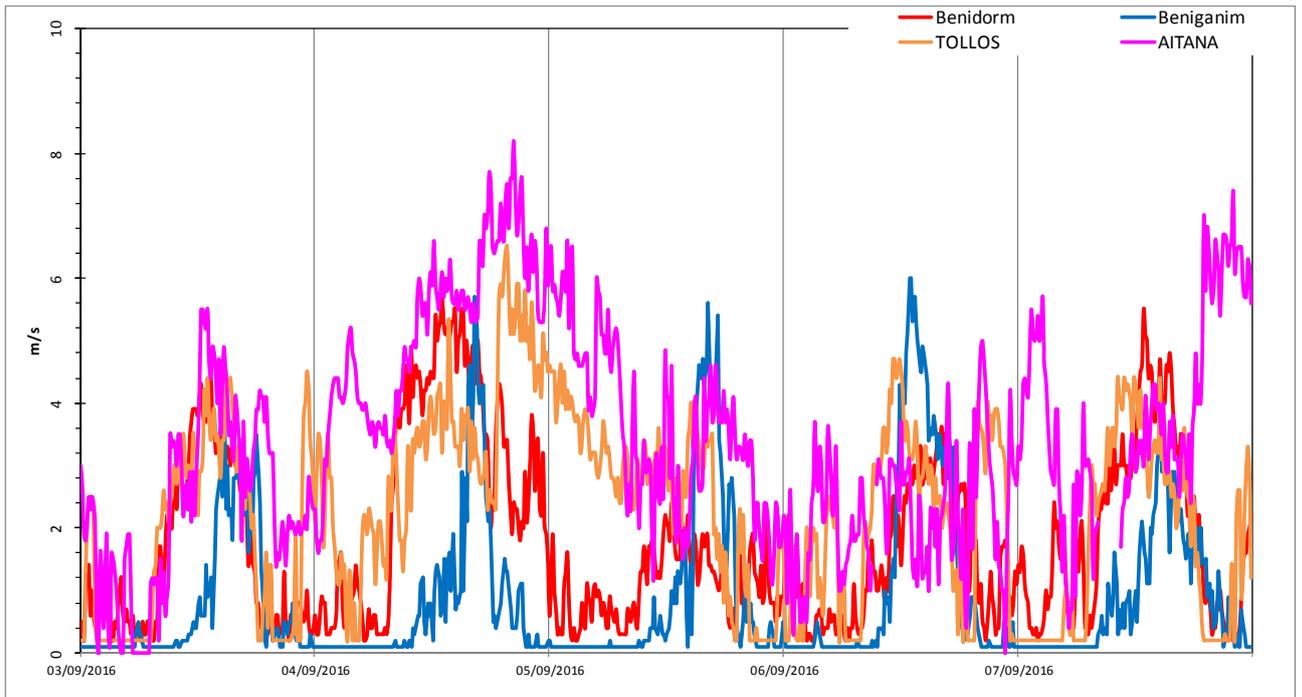


Figura 7: series temporales de viento en estaciones de superficie en el entorno de los incendios.

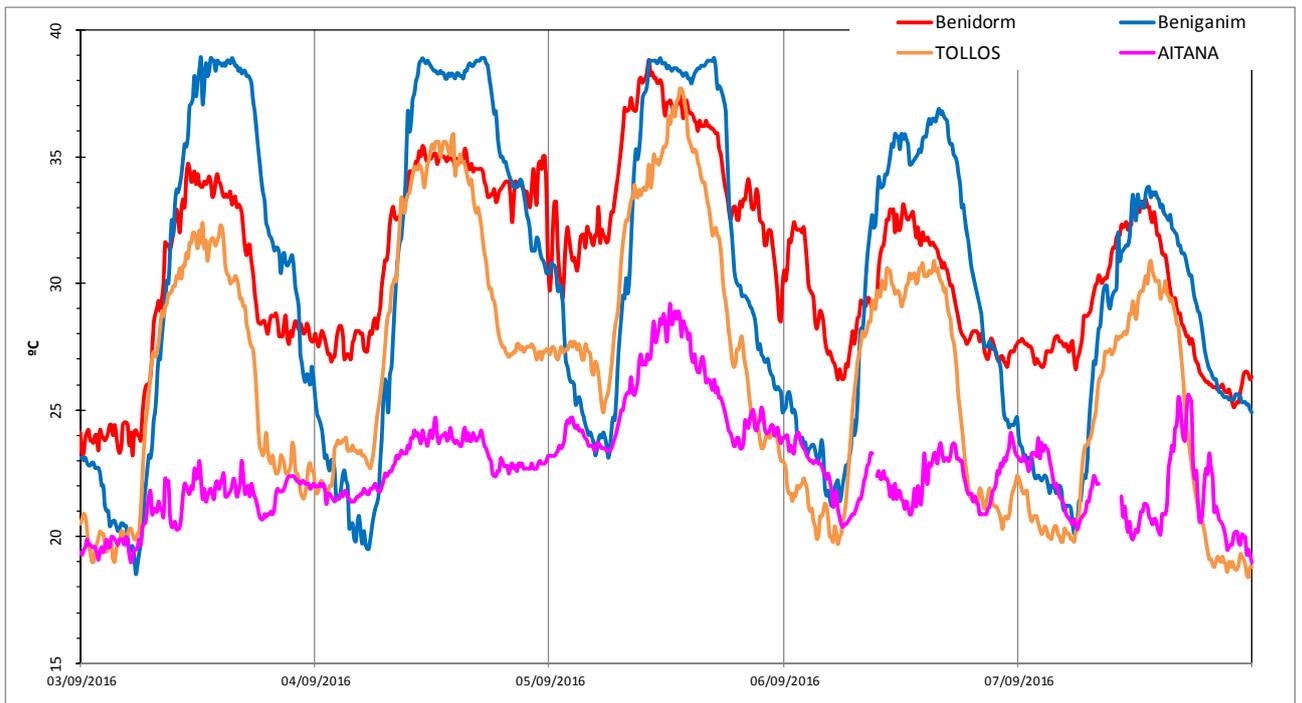


Figura 8: series temporales de temperatura en las estaciones de superficie en el entorno de los incendios.

En los registros de temperatura de la figura 8 se aprecia la intensidad térmica de estos días, que alcanzan temperaturas próximas a los 38°C durante el día 5. Se aprecia una onda diurna bien marcada en todas las estaciones, salvo la de altura de Aitana, con una oscilación térmica también más importante cuanto mayor es la altitud y se reduce la influencia del suelo. La presencia de una masa cálida sahariana explica la

escasa diferencia día/noche en algunas estaciones que, como en el caso de la más costera, Benidorm, apenas si desciende en la transición del día 4 al 5. Este día, en el que se alcanzan las temperaturas máximas correspondería al mayor desarrollo de las circulaciones locales de brisa, con un claro reflejo en el acoplamiento térmico, pero también dinámico, de las cuatro estaciones analizadas.

Calidad del aire.

En las figuras 9 a 12 se revisa el posible reflejo del incendio en los registros de calidad del aire en las estaciones señaladas de la red de vigilancia y control de la Comunidad (Benidorm, Gandía, Alcoi y Beniganim, con una cobertura de especies químicas no uniforme en todas ellas).

Las potenciales emisiones primarias de NO₂ debido al incendio (figura 9) resultan difíciles de separar de la presencia evidente de las de tráfico, en las que tanto Benidorm como Gandía (más esta última) exhiben su influencia antropogénica. No obstante el pico registrado durante la mañana del día 4 en Gandía, con casi 100 µg/m³ (promedio diezminutal) podría responder a una contribución del incendio forestal, en gran medida por la coincidencia con otro trazador como es el CO, con un pico simultáneo durante el mismo periodo (ver figura 10), y el escenario de ligero forzamiento meteorológico de componente sur ya mencionado. En todo caso el potencial impacto registrado en la red de vigilancia, desde el punto de vista de la normativa de calidad del aire, resulta irrelevante.

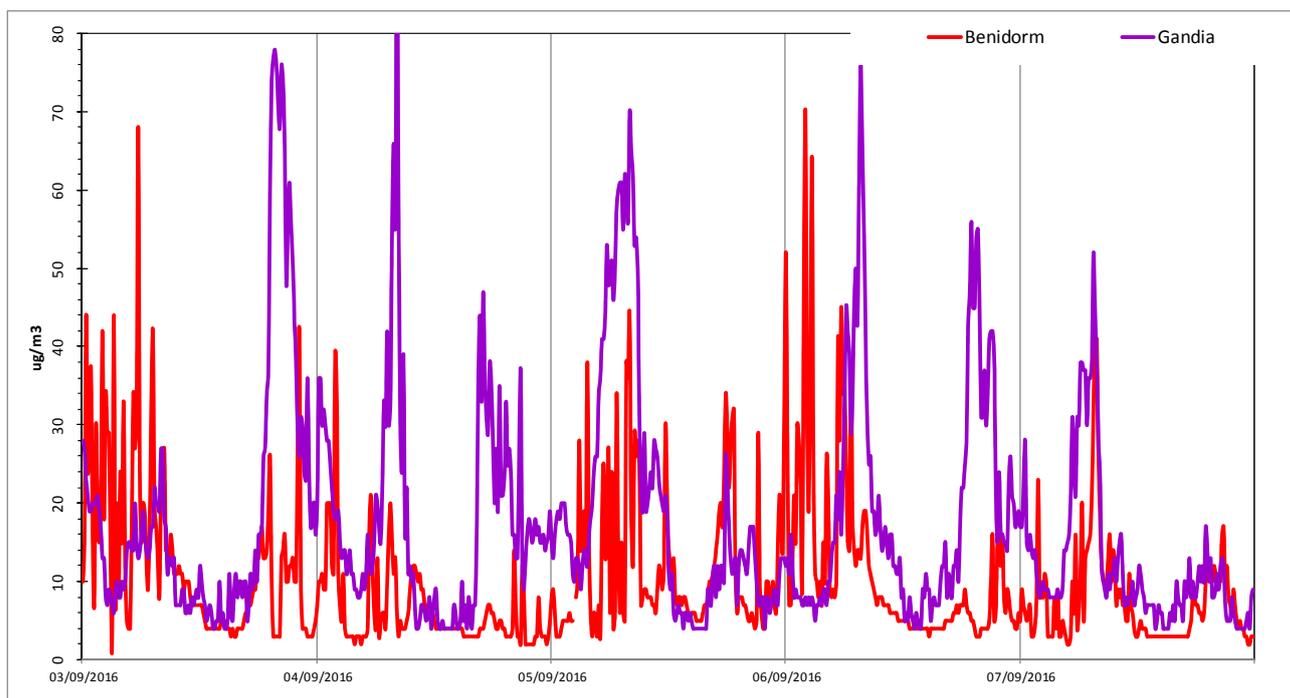


Figura 9: series temporales de concentración de dióxido de nitrógeno en varios emplazamientos de la RVVCCA.

No se dispone de parámetros de partículas más que en la cabina de Beniganim (PM10 y PM 2.5, figura 11), fuera de la posible área de influencia de las emisiones de la quema durante la jornada del 4. No obstante, sí que podría parecer que algunos impactos puntuales al final de la jornada del día 5 y del 6 y 7, en las que los niveles de PM2.5 se disparan, podrían atribuirse a tal origen. Estos días las circulaciones de

brisa locales parecen estar mejor definidas y los impactos aludidos del material particulado en la estación de medida parece coincidir con el periodo de máximo desarrollo de la brisa, tal y como muestran los registros de viento. De nuevo la intensidad aguda de la posible influencia resulta de corta duración, por lo que no supone una contribución sustancial a los niveles normales respecto a la referencia normativa.

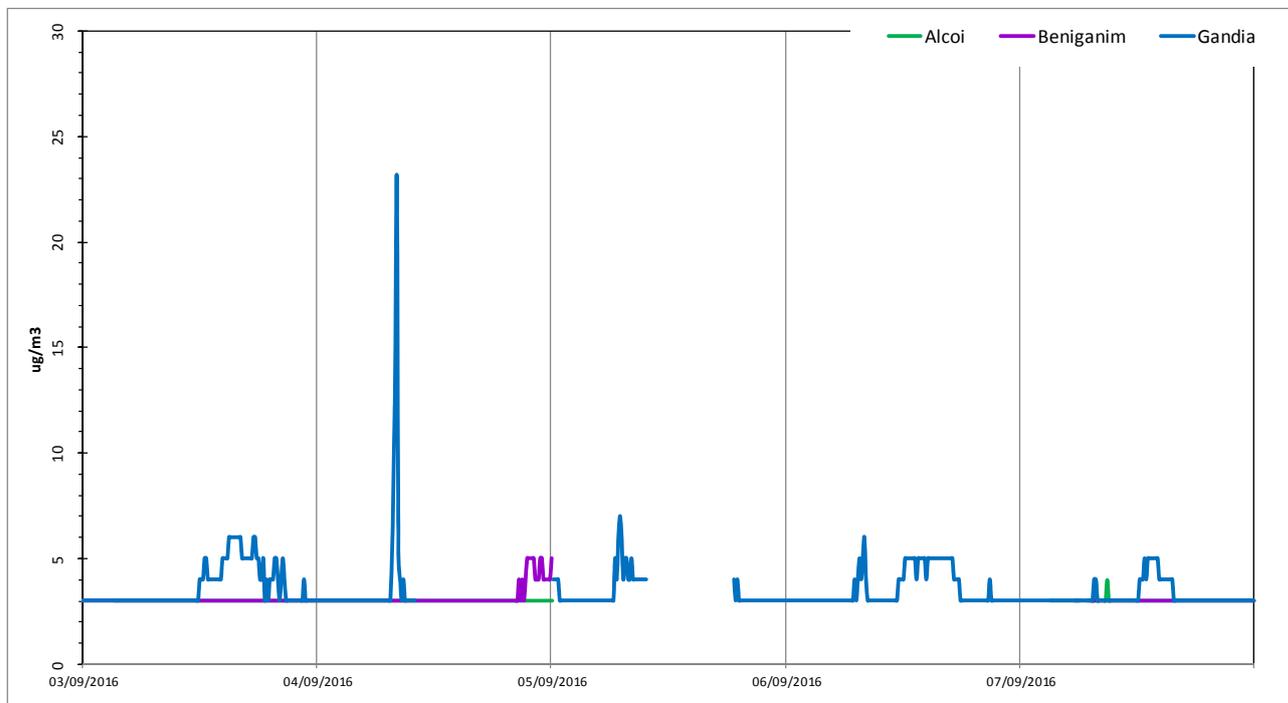


Figura 10: series temporales de concentración de dióxido de azufre en varios emplazamientos de la RVVCCA.

En lo que se refiere al ozono, tal y como se muestra en los registros de dichos días de la figura 12, resalta la presencia de diferentes dinámicas en las distintas estaciones, con una onda marcada (al menos a partir que se reduce la circulación general y se intensifican los ciclos de brisa) en las estaciones más bajas, frente a un comportamiento diferenciado en el emplazamiento de altura (Aitana). También se muestra claramente la tendencia creciente de los niveles (proceso de acumulación regional) de ozono en todas las estaciones a partir de la jornada del día 5, asociado al potenciamiento de las brisas, que decrece la jornada final a medida que comienza a cambiar la configuración atmosférica a gran escala. No resulta fácil asignar una posible influencia de las emisiones de los incendios sobre los niveles de ozono, más allá que resaltar la simultaneidad de ciertos picos tardíos en Gandía y Beniganim a partir del día 5, coincidentes con los resaltados en el caso de las partículas. De nuevo, de existir realmente un impacto debido a los incendios, cuantitativamente en este caso no resulta muy relevante (desde una perspectiva legal).

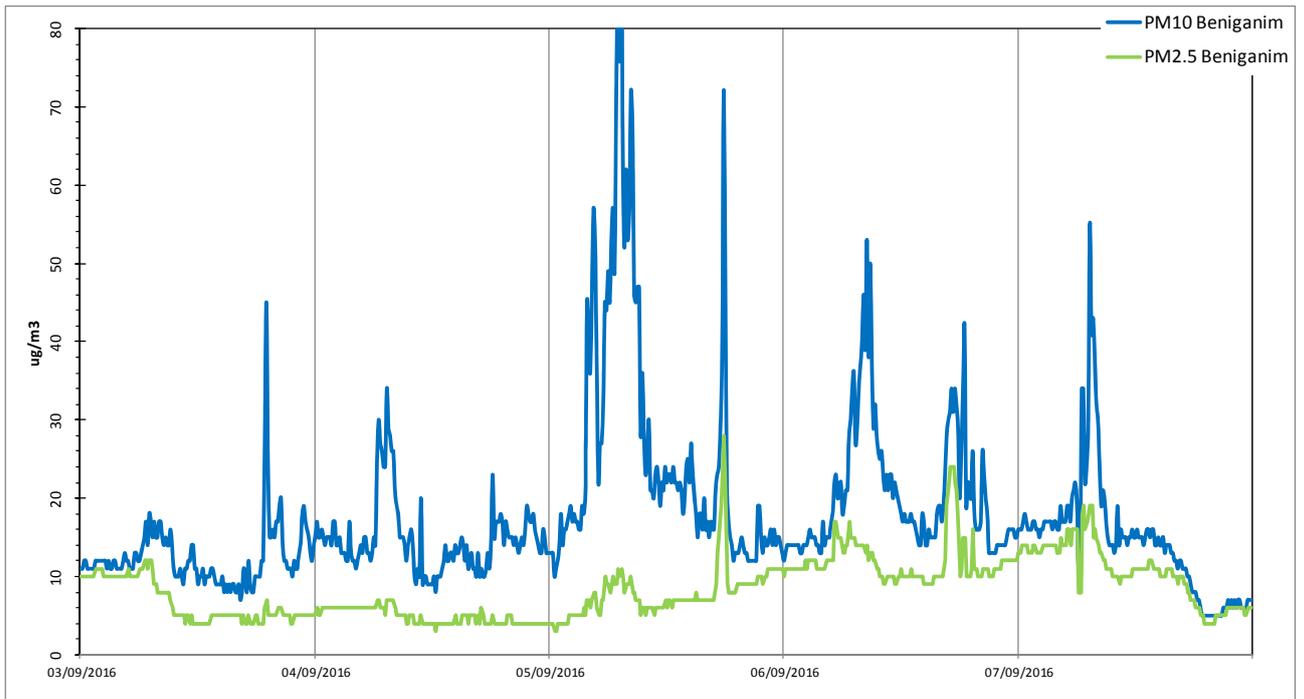


Figura 11: series temporales de concentración de PM1 en varios emplazamientos de la RVVCCA.

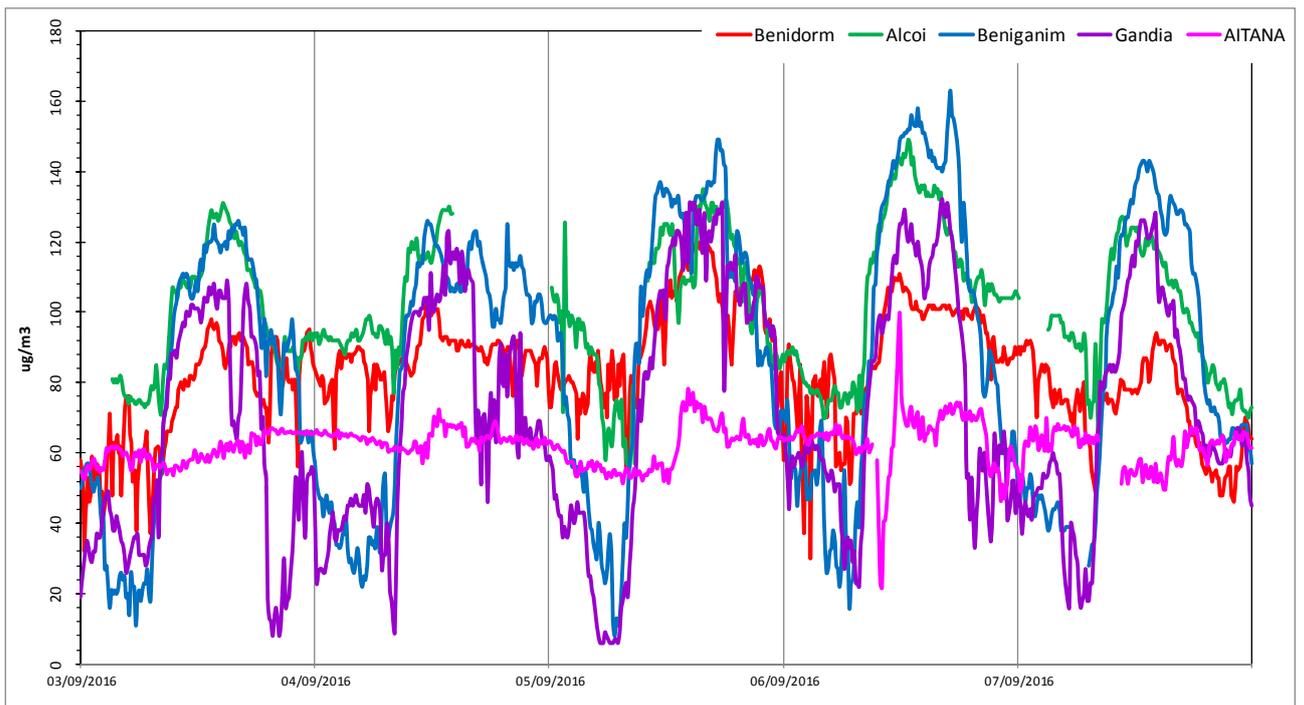


Figura 12: series temporales (diezminutales) de concentración de ozono en varios emplazamientos de la RVVCCA.

Recapitulación.

El periodo analizado 4 a 7 de septiembre de 2016, durante el que se producen los incendios de Bolulla y Benitatxell, corresponde meteorológicamente a una situación de estabilidad atmosférica, típicamente equinoccial en la que un sistema de altas presiones se sitúa anómalamente en latitudes muy septentrionales y bloquea la circulación

general, favoreciendo la penetración de aire cálido subtropical, lo que determina la ocurrencia de temperaturas elevadas. Ello conduce a situaciones de estabilidad atmosférica, que potencian de nuevo ciclos de brisa locales (no tan desarrollados como en plena época estival) y procesos de acumulación local (debido a una menor ventilación atmosférica a gran escala).

El registro del posible impacto sobre los niveles de calidad del aire en la red de vigilancia no parece resultar definitivo, y las posibles evidencias del mismo siempre resultan puntuales y cuantitativamente poco relevantes, fuertemente condicionadas por la eventualidad del transporte desde los focos hasta los puntos de medida.