# INFORME SOBRE EL IMPACTO DEL INCENDIO FORESTAL DE LLUTXENT, 2018

**Destinatario:** *Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural. D.G. Prevención de Incendios*

**Elaborado por:** Alloza J.A., Santana V.M, Valdecantos A. y Vallejo V.R.

**24, agosto de 2018**

CEAM
FUNDACIÓN CENTRO DE ESTUDIOS AMBIENTALES DEL MEDITERRÁNEO

# INDICE

**INTRODUCCIÓN** ..... 2

**DESCRIPCIÓN ZONA QUEMADA** ..... 3

**Relieve** ..... 8

**Hidrología** ..... 10

**Litología** ..... 12

**Suelos** ..... 13

**Clima** ..... 15

**Vegetación afectada** ..... 16

**DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES AMBIENTALES** ..... 19

**EFECTOS DEL INCENDIO** ..... 27

**Severidad del fuego al nivel del suelo** ..... 27

**Riesgo erosivo** ..... 28

**Características del incendio y regeneración esperable** ..... 32

**AGRADECIMIENTOS** ..... 41

**RECOMENDACIONES** ..... 42

**ANEJO HIDROLÓGICO** ..... 47

## INTRODUCCIÓN

En este informe se describe la evaluación del impacto ecológico del incendio que afectó a los términos municipales de Ador, Barx, Gandia, Llutxent, Pinet, Quatretonda y Rótova, con una superficie total de 3.270 ha (3.146 ha en terreno forestal; Tabla 1). El incendio se inició el 6 de agosto y fue extinguido el día 12. La prospección de campo se ha realizado durante los días 14,16 y 17 de agosto.

**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.

| Término municipal | Superficie forestal quemada (ha) | % total |
|---|---|---|
| Ador | 179,27 | 5,70 |
| Barx | 71,90 | 2,29 |
| Gandia | 901,88 | 28,66 |
| Llutxent | 1.175,42 | 37,36 |
| Pinet | 801,86 | 25,48 |
| Quatretonda | 14,40 | 0,46 |
| Rótova | 1,60 | 0,05 |
| Total forestal | 3.146,50 | 99,94 |

Los perímetros de los incendios y la superficie afectada están referidos al perímetro provisional del 9 de agosto y 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[1]. 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 observación por la zona afectada y se localizaron los puntos de muestreo (Fig. 2).

[1] Alloza, J. A., García, S., Gimeno, T., Baeza, M. J., and Vallejo, V. R., 2014. Guía técnica para la gestión de montes quemados. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 188 pp.

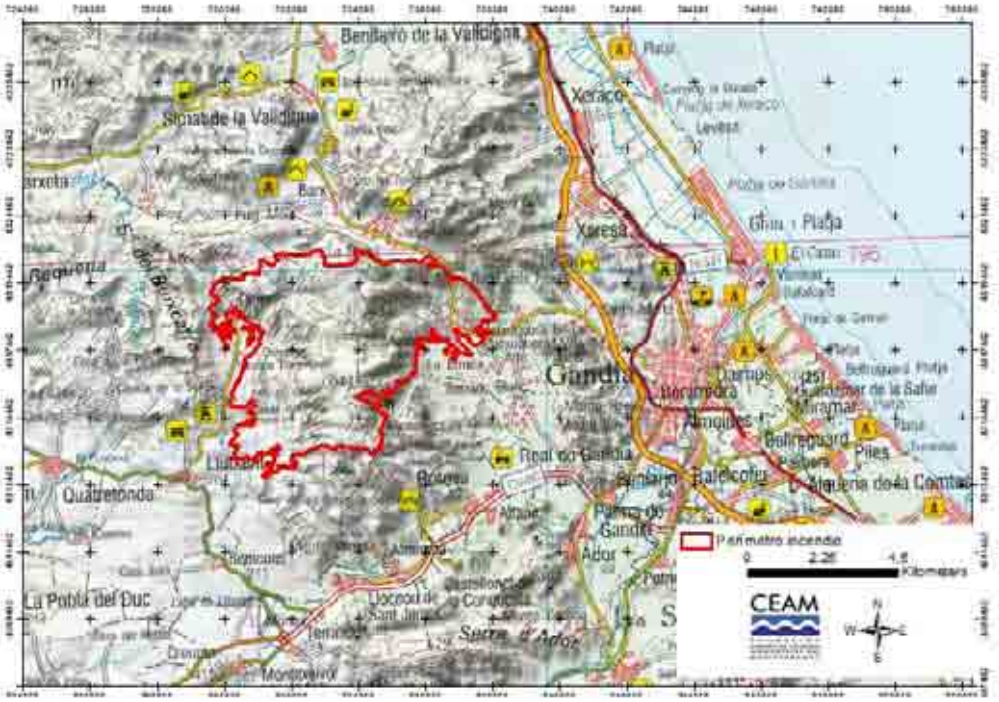


Figura 1. Localización de la zona quemada (perímetro en rojo). Perímetros provisionales, facilitados por la Dirección General de Prevención de Incendios Forestales de la Conselleria d'Agricultura, Medi Ambient, Canvi Climàtic i Desenvolupament Rural.

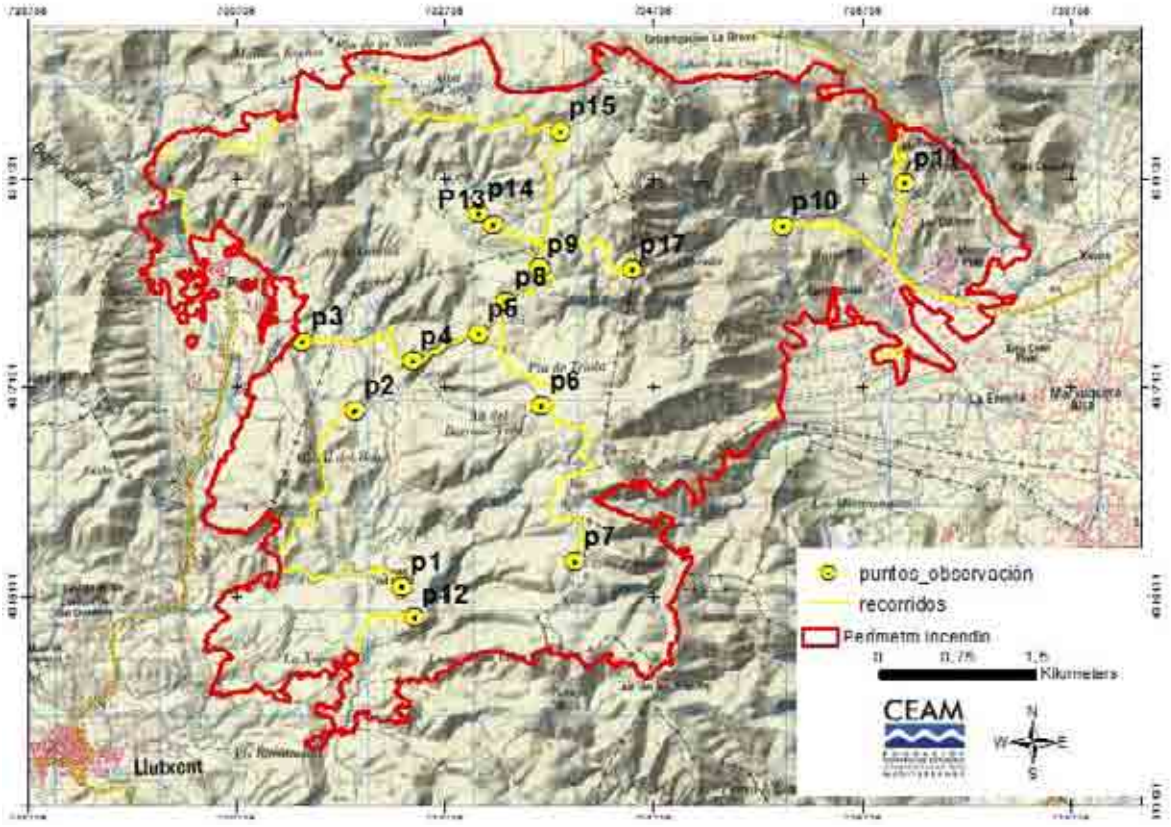


Figura 2. Malla con la distribución de los puntos de observación y recorridos

## DESCRIPCIÓN DE LA ZONA QUEMADA

La superficie quemada es mayoritariamente forestal (96%) con afecciones a la interfaz agrícola-forestal, básicamente olivos (Fig. 3) y algún almendro y cítricos en la parte Nororiental. Las afecciones en la superficie urbano-forestal se localizan en la parte Nororiental, básicamente en las urbanizaciones *Las Cumbres, Monte Sol* y *Monte Pino* (Fig. 4). En total el incendio ha quemado 124 ha no forestales.

Figura 3. Afección del incendio sobre zona de cultivo, en las proximidades de la Loma de La Cova

.

Figura 4. El incendio afectó a varias viviendas en las urbanizaciones de la parte nororiental

El 64% de la superficie total afectada por el incendio está incluida en alguna figura de protección (LIC, Paraje Municipal Protegido o Microrreserva) (Fig. 5 y Tabla 2). Destacan, por la superficie afectada, el LIC Serres del Montdúver y los parajes naturales de El Surar y Parpalló-Borrell (Tabla 2)

Tabla 2. Distribución de la superficie quemada en función del grado de protección. Datos provisionales facilitados por la Conselleria d'Agricultura, Medi Ambient, Canvi Climàtic i Desenvolupament Rural

| FIGURA DE PROTECCIÓN | Superficie quemada (ha) |
|---|---|
| Paraje Natural Municipal (PNM) El Surar | 811,46 |
| PNM Parpalló-Borrell | 372,05 |
| PNM Serra Quatretonda | 3,18 |
| LIC Serres del Montdúver i la Marxuquera | 2.165,67 |
| Microrreserva Els miradors (Llutxent) | 9,00 |
| Microrreserva Pla de Junquera (Pinet) | 19,18 |
| Microrreserva Pla dels Tramussos (Gandia) | 9,06 |

*Algunas de las zonas quemadas están incluidas en más de una figura de protección (Fig. 3)*

En cuanto a la propiedad del suelo, el incendio se ha propagado mayoritariamente por suelo público (Fig. 6), afectando a cuatro montes de utilidad pública (Tabla 3).

Tabla 3. Distribución de la superficie quemada en Montes de Utilidad Pública (MUP). Datos provisionales facilitados por la la Conselleria d'Agricultura, Medi Ambient, Canvi Climàtic i Desenvolupament Rural.

| Monte Utilidad Pública | Superficie (ha) |
|---|---|
| V016 | 9,7 |
| V017 | 1.207,7 |
| V020 | 783,9 |
| V164 | 70,7 |
| Total MUP | 2.072,0 |

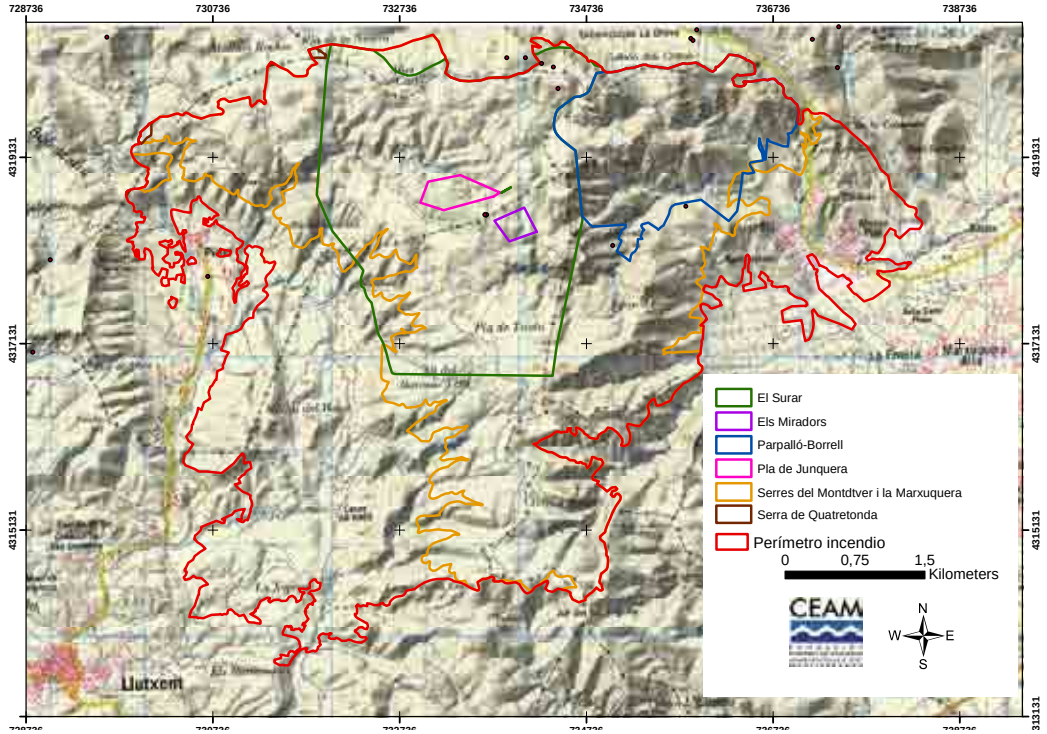


Figura 5. Delimitación de los espacios protegidos afectados por el incendio. Fuente: cartografía de la Conselleria d'Agricultura, Medi Ambient, Canvi Climàtic i Desenvolupament Rural

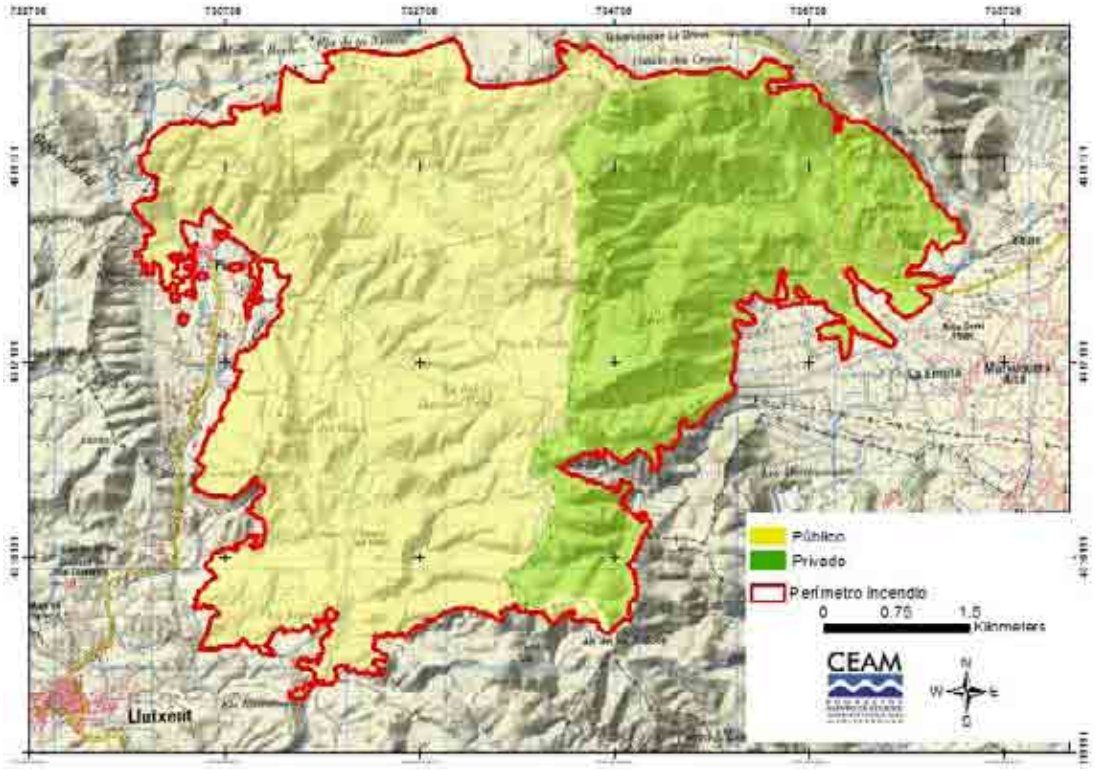


Figura 6. Distribución de la propiedad del suelo (Fuente: Inventario Forestal)

La mayor parte de la zona quemada ya se ha quemado con anterioridad (Fig. 7). En el perímetro del incendio, desde 1978 (primer año del que se dispone de cartografía de incendios[2]) el fuego ha recorrido 3.120 ha. Esta superficie se corresponde principalmente con la superficie quemada en el incendio de 1991[3] (2.106 ha dentro del actual perímetro) y, en menor medida, a otros 6 incendios. Globalmente, casi el 75% de la superficie afectada por el incendio ya se ha visto quemada previamente desde 1978 y un 20% se ha visto afectada por 2 o más incendios (además del incendio de 2018; Fig. 8). El amplio período transcurrido entre incendios y la gran resiliencia de las formaciones vegetales de la zona, han favorecido la recuperación de la vegetación afectada en el incendio de 2018.

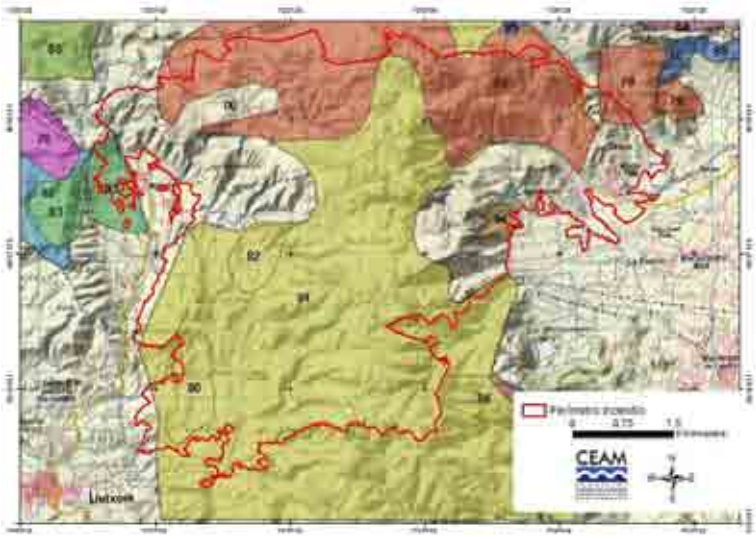


Figura 7. Distribución de incendios desde 1978 con indicación del año en que se produjo. Fuente: elaboración propia.

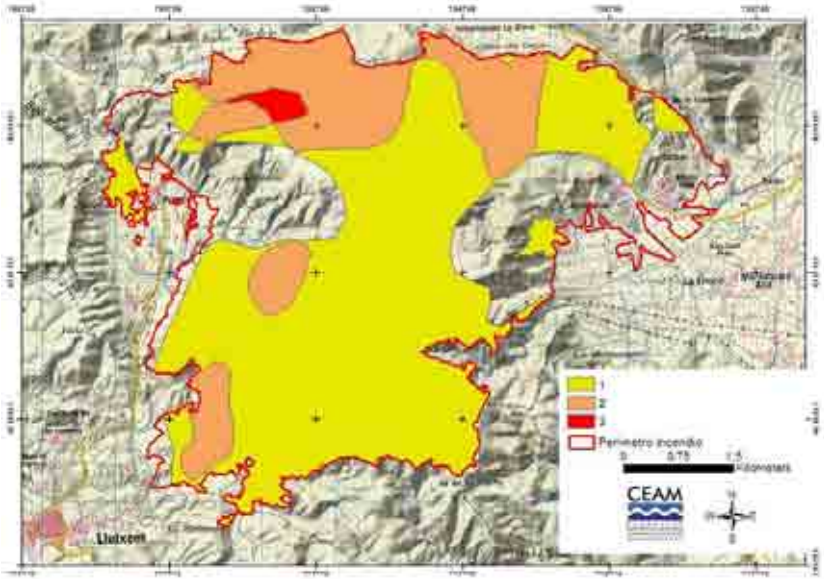


Figura 8. Recurrencia de incendios en el periodo 1978-2017. Fuente: elaboración propia

[2] En 1964 tuvo lugar un incendio de más de 4000 ha del que no se dispone de cartografía, pero afectó a los términos municipales de Quatretonda, Pinet, Barx, Barxeta y Ròtova.
[3] Incendio de Llutxent del 13/07/1991 originado por un rayo y afectó a 3070 ha, 855 ha de arbolado

**Relieve**

El relieve de la zona es heterogéneo, con una zona claramente montañosa en la parte central (cotas máximas de 750 m) y zonas mucho más llanas en los márgenes laterales (cotas de apenas 200 m). Las mayores altitudes se sitúan en la parte norte, con cotas por encima de los 700 (*Alt del Moret* 705 m, *Altet de Carpí* 706 m, *Alt de la Lletrera* 721 m). Las zonas más bajas se sitúan en el entorno de Pinet y de las urbanizaciones de la zona oriental, con cotas de 200-300 m. El 8% de la superficie quemada presenta una altitud comprendida entre 300-600 m, un 13% de la superficie presenta cotas inferiores a 300 m y más del 18% se sitúan en cotas superiores a 600 (Fig. 9 y 10).

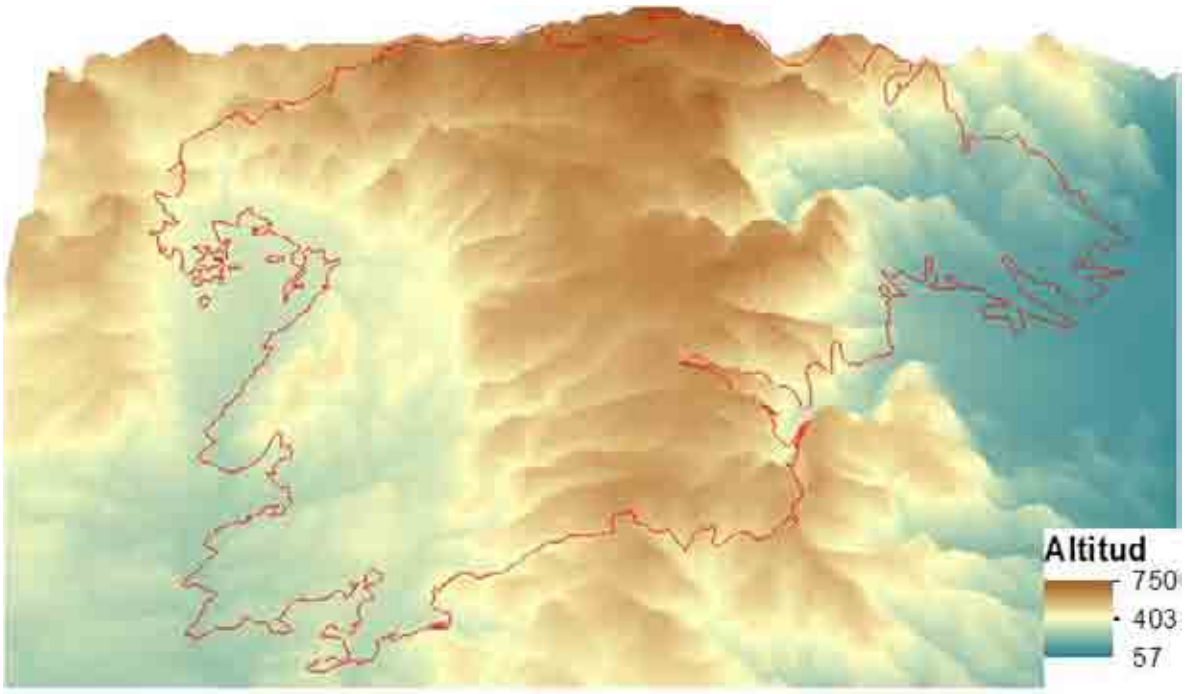


Figura 9. Representación 3D del relieve de la zona quemada

La variación de cotas (640 m) origina un relieve con pendientes bastante abruptas (Fig. 11), situadas mayoritariamente en el sector nororiental. En este sentido, destacan las laderas que vierten al barranco *El Borrell* y *Barranc Verde*. En la parte Noroeste también son importantes las pendientes que vierten al *Barranc Vinyavella y del Castellet.*

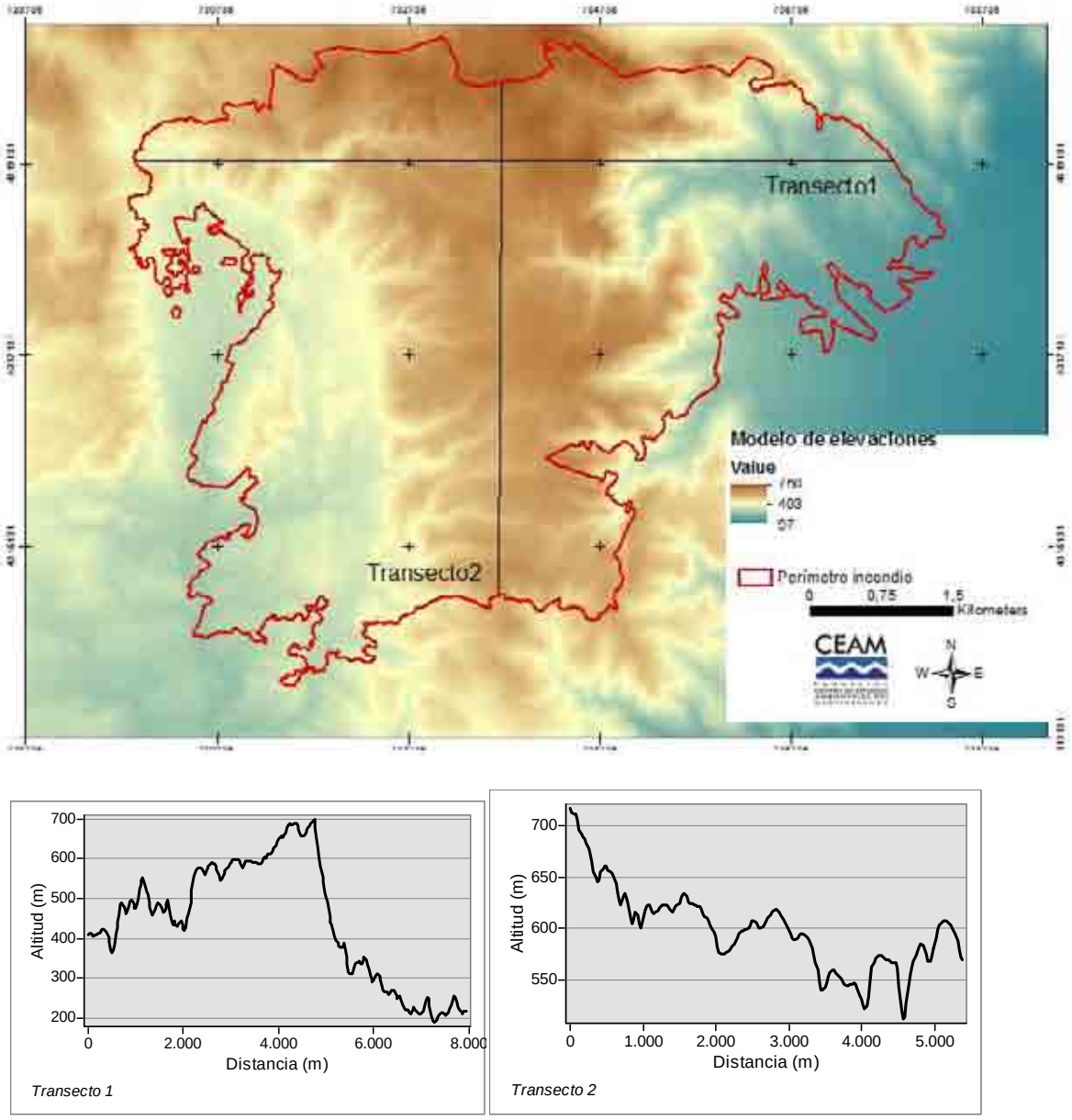


Figura 10. Altitudes y transectos altitudinales dentro del perímetro del incendio. El transecto 1 representa la variación altitudinal entre la zona este y oeste; el transecto 2 representa la variación altitudinal entre norte y sur.

Las zonas con pendiente abrupta (superior al 45%) representan más del 29% de la zona quemada. Por el contrario, las pendientes medias o suaves (inferior al 15%) están presentes en el 23% del área afectada (Fig. 11).

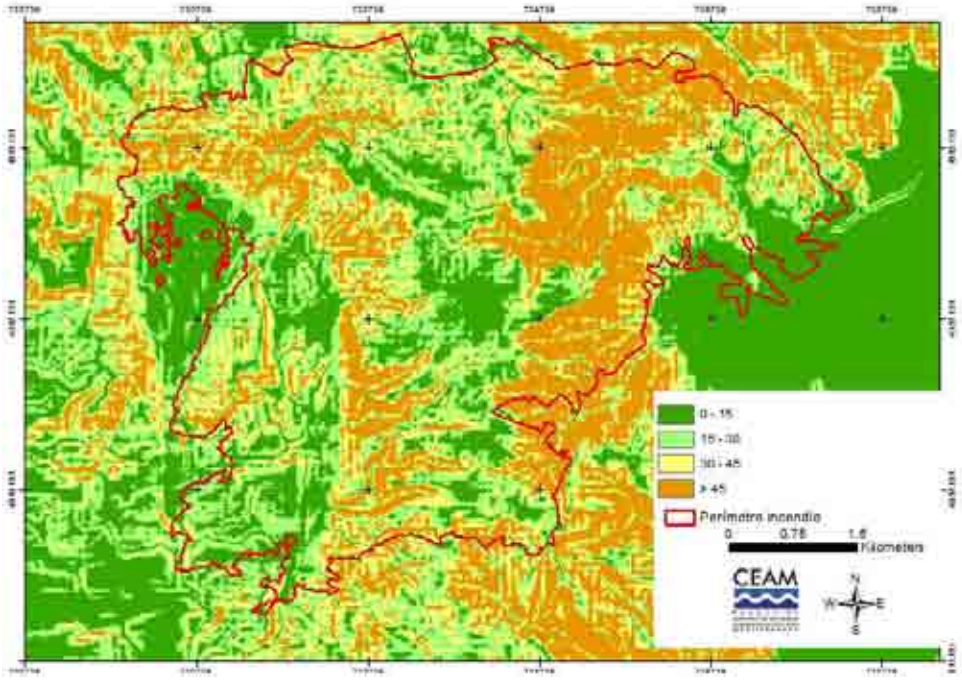


Figura 11. Distribución de pendientes (%). Las máximas pendientes (>45%) se sitúan a ambos márgenes del macizo central, especialmente en la parte oriental.

**Hidrología**

La zona afectada vierte sus aguas mayoritariamente a la cuenca del Serpis (el 68% de la superficie total; Fig. 12), aunque las subcuencas afectadas por el incendio vierten en el río Vernissa, afluente del Serpis (Fig. 13). En la parte norte, una parte de la superficie afectada vierte al río Beniopa.

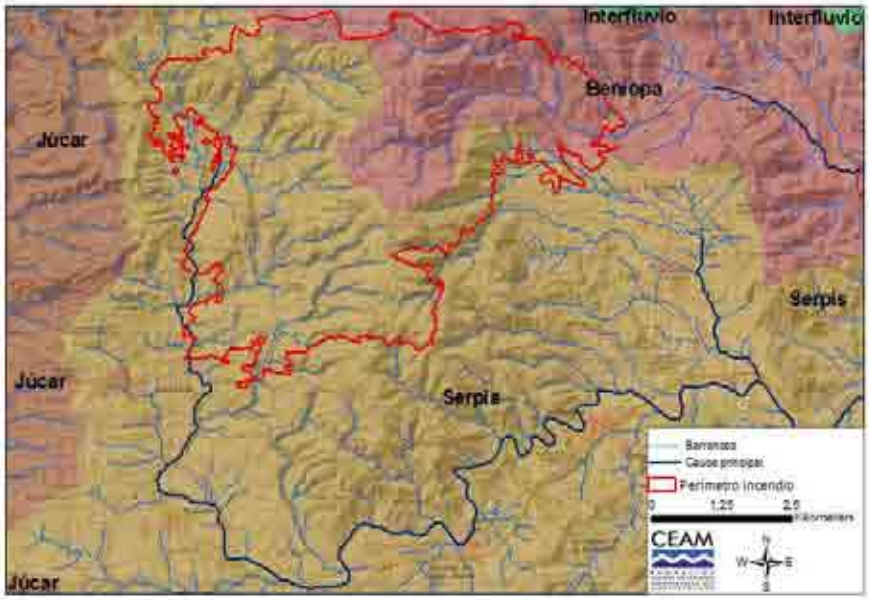


Figura 12. Distribución de cuencas hidrográficas y red de drenaje.

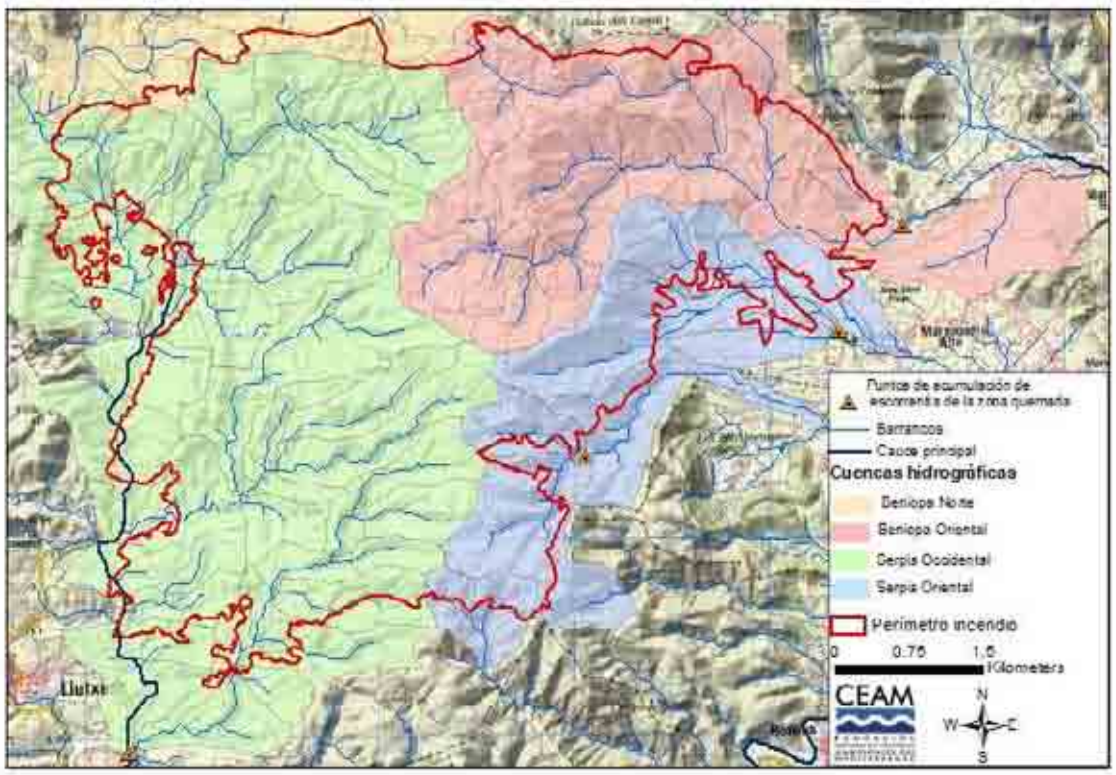


Figura 13. Distribución de subcuencas.

Por la zona se distribuye una densa red de drenaje, constituida por estrechos y profundos barrancos, excavados sobre fuertes pendientes (Fig. 14). En este sentido destacan *El Barranc Verd, Llidoners, Borrell* y *Selleta*, ya que vierten sobre zonas urbanas. En la parte oriental, los barrancos de *Vinyavella y Castellet* transcurren por el núcleo urbano de Pinet.

Figura 14. Izq.: vista del Barrac del Castellet. Al fondo está situado el núcleo urbano de Pinet. Derecha: detalle del Barranc Borrell, al fondo viviendas parcialmente quemadas.

Dentro del perímetro del incendio, el PATRICOVA no identifica ninguna zona de riesgo de inundación. En cuanto a "Peligrosidad" básicamente las zonas identificadas se corresponden con peligrosidad geomorfológica asociada a "Abanicos torrenciales" (Fig. 15).

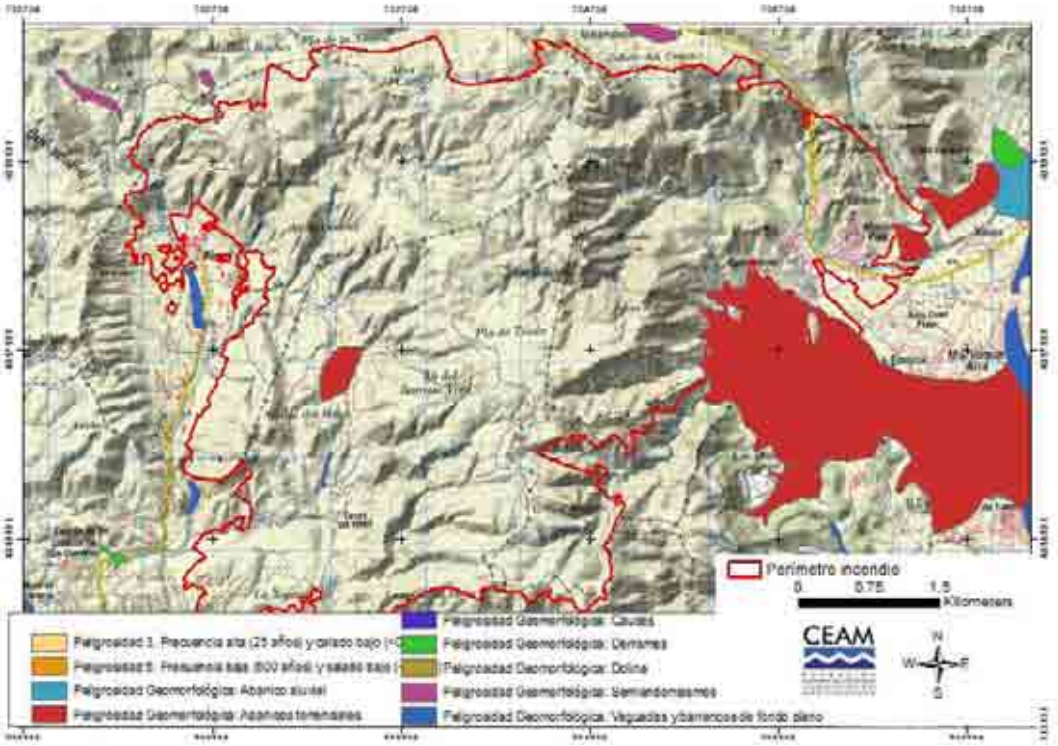


Figura 15. Distribución de la peligrosidad por inundaciones, según queda reflejado en la cartografía del PATRICOVA.

**Litología**

Mayoritariamente, los suelos se desarrollan sobre calizas y dolomías. Según la cartografía de litologías, casi el 67 % de la superficie quemada está sobre calizas y dolomías y otro 21% sobre calizas (Fig. 16; Tabla 4). En la prospección de campo se ha podido contrastar que la mayoría de los afloramientos son calizos, con presencia bastante puntual de dolomías.

Tabla 4. Distribución de litologías dominantes en el perímetro del incendio según cartografía

| LITOLOGIA | ha | % |
|---|---|---|
| Arenas, gravas y cantos | 3 | 0,1 |
| Calizas | 689,3 | 21,1 |
| Calizas y dolomías | 2.181,0 | 66,8 |
| Calizas y margas | 133,6 | 4,1 |
| Calcarenitas | 153,6 | 4,7 |
| Conglomerados, areniscas y arcilla | 97,2 | 3,0 |
| Dolomías | 7,5 | 0,2 |
| Total general | 3.265,2 | 100,0 |

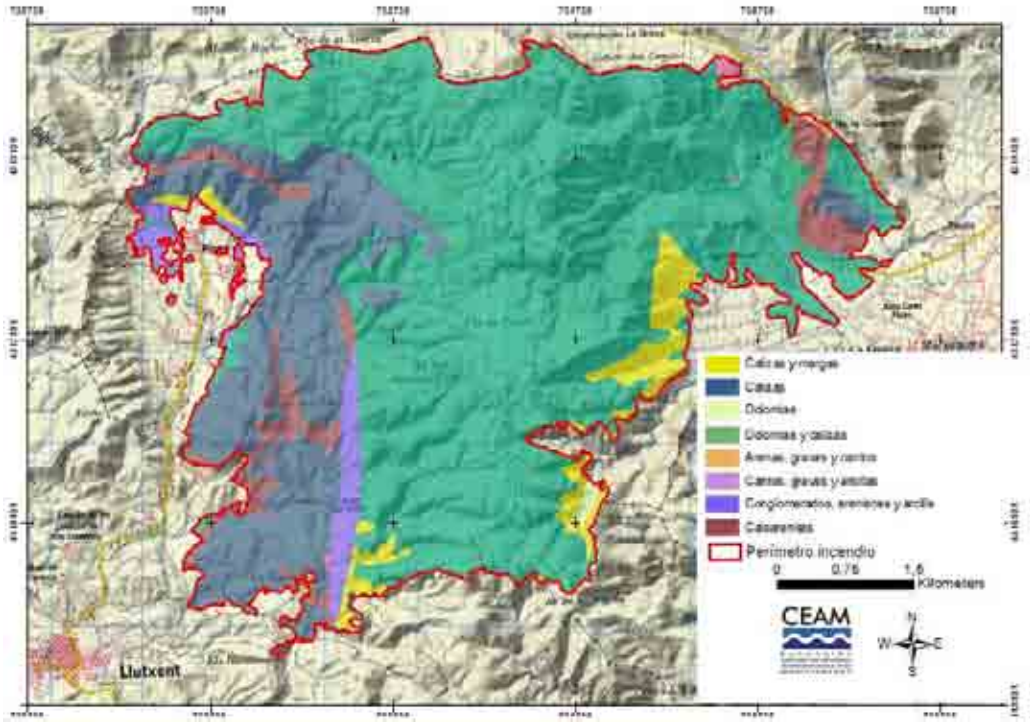


Figura 16. Distribución de litologías dominantes en el perímetro del incendio. Fuente IGME.

**Suelos**

De manera general, en las laderas de calizas y dolomías los suelos son poco profundos, fisurales y muy pedregosos (Fig. 17). Alternan suelos esqueléticos, muy superficiales (*Entisol* según la Soil Taxonomy, *Leptosol* según el sistema FAO) con suelos más profundos en las fisuras (*Alfisol* según la Soil Taxonomy, *Luvisol chromic y eutric* según la FAO). Son suelos de textura fina, color pardo-rojizo y descarbonatados.

Figura 17. Suelo fisural sobre calizas.

En áreas de pie de monte (por ejemplo *La Marxuquera*) o altiplanos donde se han conservado suelos antiguos, hay suelos bien desarrollados, con frecuencia con un horizonte E eluvial y el B iluvial pardo-rojizo en puntos poco alterados (Fig. 18). Obviamente, las labores del suelo produce la mezcla de ambos horizontes.

Figura 18. Suelo bien desarrollado A1-E-Bt (Alfisol), El Surar.

Los suelos de El Surar merecen especial atención. Este pequeño alcornocal es muy singular por el tipo de suelos en el que se desarrolla. Se encuentra sobre calizas y dolomías en suelos bastante descarbonatados. Esta es una situación poco frecuente dentro de la distribución natural de los alcornoques que generalmente crecen en suelos ácidos sobre substrato silícico (como es el caso de los alcornocales de Espadà y Calderona). Debido al interés de estos rodales de alcornoques, el CEAM realizó en el marco del proyecto europeo CREOAK[4] un estudio del potencial edáfico del alcornoque en la zona en la perspectiva de una eventual expansión, natural o artificial, de la especie. La Fig. 19 muestra el área potencial de distribución del alcornoque dentro del perímetro del incendio. Los rodales de alcornoque actuales se desarrollan en suelos entre ligeramente ácidos y ligeramente básicos (pH 5,7-7,8 en el horizonte superficial, 0-10 cm), predominando los suelos neutros con una saturación de bases del 90%, aunque los árboles mejor desarrollados se encuentran con pH ácidos y fuertemente descarbonatados.

[4] Serrasolses, I., Pérez-Devesa, M., Vilagrosa, A., Pausas, J. G., Sauras, T., Cortina, J., and Vallejo, V. R. 2009. Soil properties constraining cork oak distribution. In: Cork Oak Woodlands on the Edge. Ecology, Adaptive Management, and Restoration. (Aronson, J., Pereira, J. S., and Pausas, J. G., eds.): 89-101. Washington, DC. USA: Island Press.
El proyecto CREOAK (*Conservation and restoration of European cork oak woodlands*, 2002-2006) estudió los alcornocales de la Comunidad Valenciana (Espadà, Calderona y Pinet), de Portugal, Sureste de Francia, Cerdeña y Marruecos.

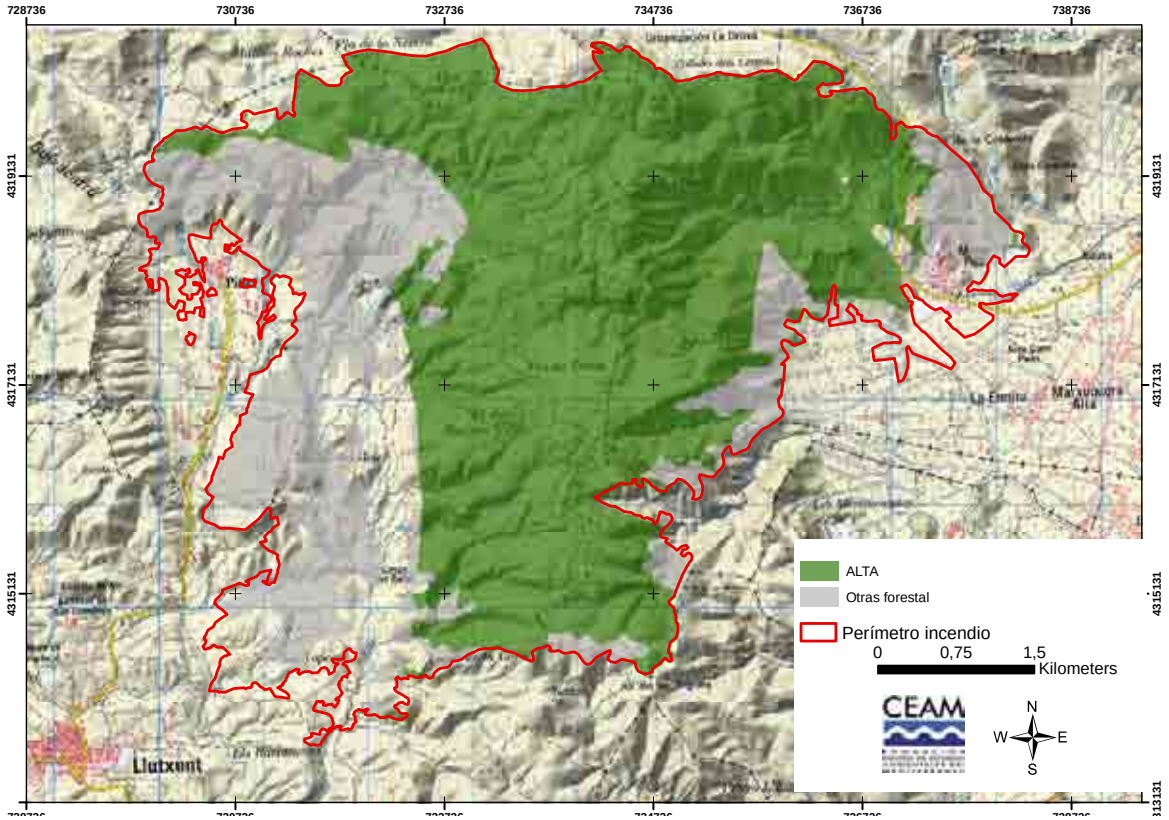


Figura 19. Áreas que presentan un hábitat potencialmente favorable al alcornoque en la zona del incendio, de acuerdo con el clima, topografía y tipo de roca (Tomado de Serrasolses & Alloza, 2006[5]).

**Clima**

En la Tabla 5 se indican los valores promedio de temperatura y precipitación de las estaciones del Atlas Climático de la Comunitat Valenciana (Pérez Cuevas, 1994) próximas a la zona quemada. El promedio anual registrado en estas estaciones indica una temperatura media anual entre 16 y 18˚ C, con una precipitación media anual por encima de los 650 mm (Tabla 5).

Durante el último año, periodo comprendido entre 11 de agosto del 2017 y el 18 de agosto de 2018, los registros de las estaciones SAI-Júcar en las proximidades del incendio indican una precipitación total entorno a los 350 mm (prácticamente un 50% del promedio histórico). Sin embargo, desde el incendio hasta el 18/08 se habían registrado 79,6 mm en Rótova, frente a 28 mm en Simat y 16 mm en Pinet (Fig. 20).

Los datos de las estaciones de la AVAMET próximas indican importantes precipitaciones después del incendio. Así entre el 10 y 11 de agosto se registraron 113 mm en la estación de La Drova y 100

[5] Serrasolses, I. and Alloza, J.A., 2006. Map of Cork oak habitat suitability in the Valencia Region. Deliverable number 20, CREOAK, European Commission.

en la Marxuquera. En la estación de Drova el promedio de precipitaciones de este año ha sido de 488, frente a unos promedios de 858 mm.

**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).

| | | | | Precipitación máxima en 24 horas | |
|---|---|---|---|---|---|
| LOCALIDAD | ALT | PREMED | TEMP | R. retorno 2 años | P. retorno 5 años |
| BENIFAIRÓ | | 708 | 16.5 | 102 | 155 |
| GANDIA, HE | 22 | 693 | | | |
| GANDIA, VITAL | 22 | 659 | 18,0 | | |
| LA POBLA DEL | 220 | 601 | 17,0 | | |
| RAFELCOFER | 20 | 774 | 16,2 | | |
| RAFELGUARAF | 42 | 684 | 17,2 | | |
| SIMAT | | 748 | | 105 | 148 |

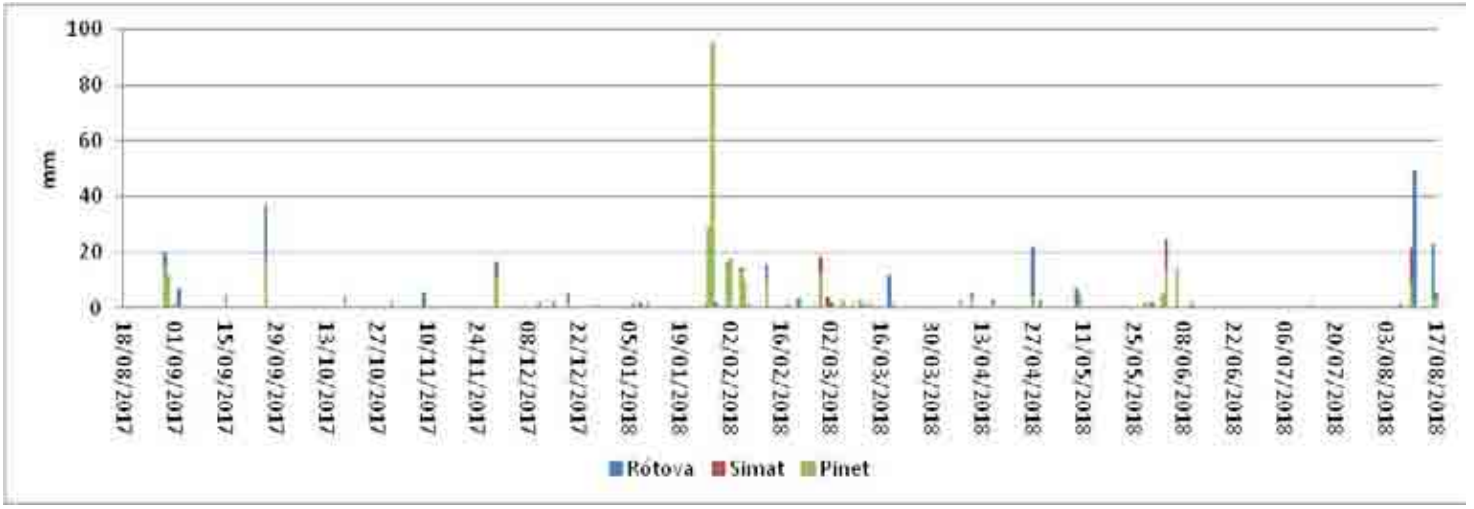


Figura 20. Distribución de la precipitación en el periodo comprendido desde el 12/08/2017 hasta 17/08/2018 en los pluviómetros del SAIH-Júcar de Pinet, Rótova y Simat. Para el periodo considerado, el total anual es de 371 mm en Pinet, 364 mm en Rótova y 286 en Simat.

**Vegetación afectada**

En términos de vegetación potencial, la zona afectada correspondea al dominio de los encinares mediterráneos, con una faciación térmica. Sin embargo, la cubierta vegetal previa al incendio estaba constituida fundamentalmente por matorral (90% superficie quemada), ocupando el arbolado únicamente 230 ha (Fig. 21). Según la cartografía (Tabla 6, Fig. 22), la escasa cubierta de arbolado estaría constituida mayoritariamente por pino carrasco (*Pinus halepensis*) y pequeños rodales de pino rodeno (*P. pinaster*), carrasca (*Quercus ilex*) y alcornoque (*Q. suber*).

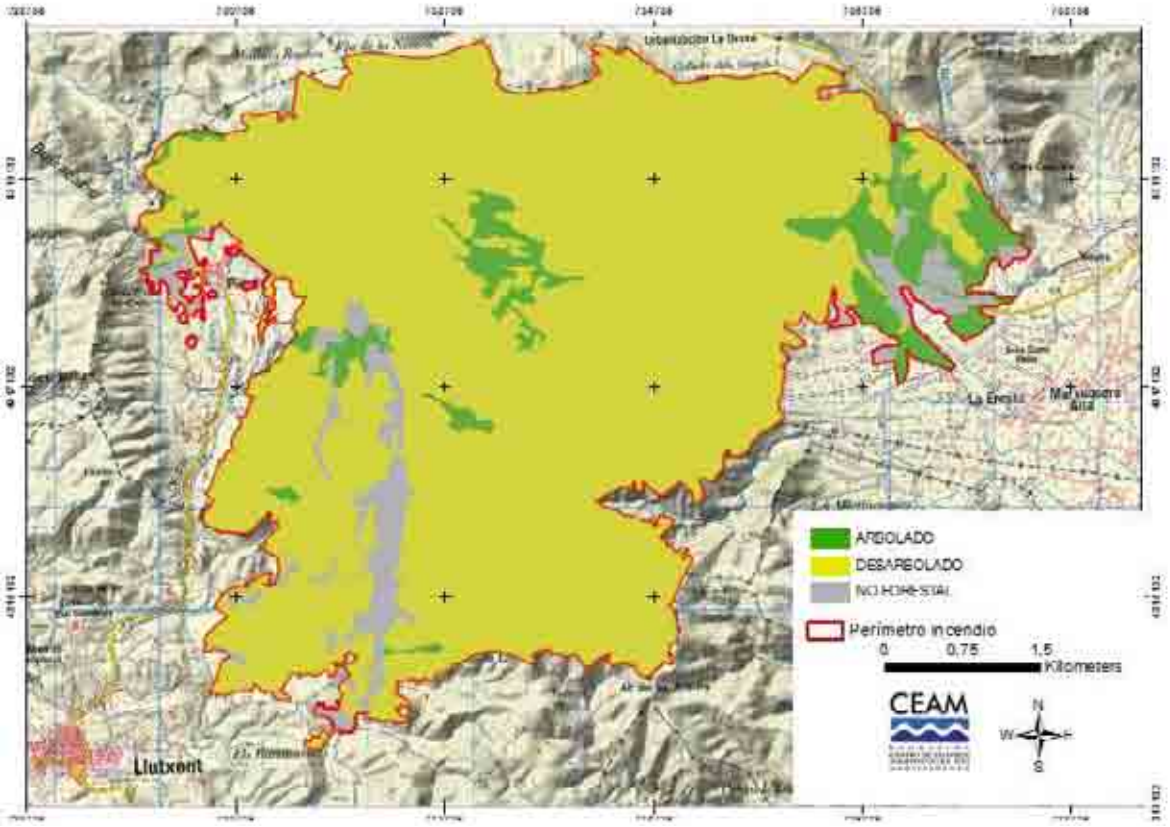


Figura 21. Distribución de la estructura de la vegetación forestal, según la cartografía PATFOR.

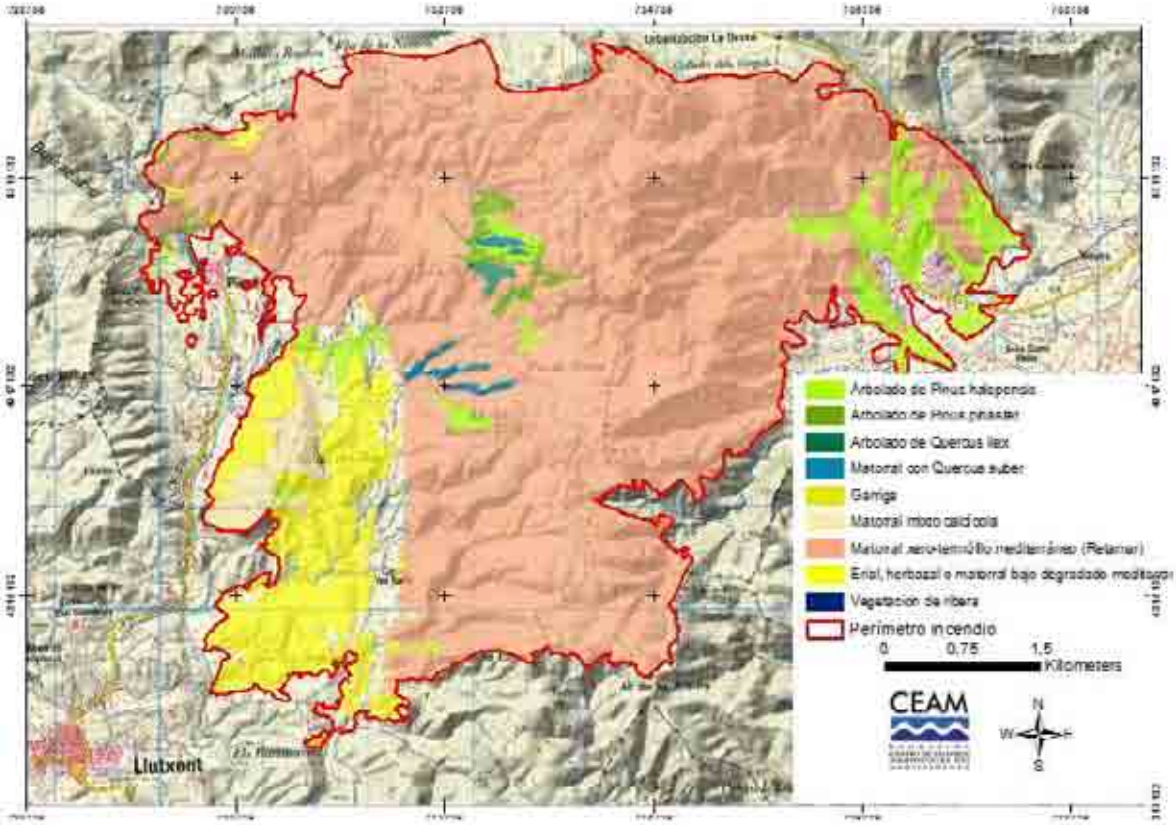


Figura 22. Distribución de los tipos de cubierta vegetal según la cartografía PATFOR

**Tabla 6.** Superficie ocupada por la vegetación previa al incendio (según cartografía PATFOR).

| ECOSISTEMA | ha | % |
|---|---|---|
| Arbolado de *Pinus halepensis* | 192 | 5,5 |
| Arbolado de *Pinus pinaster* | 38 | 1,1 |
| Arbolado de *Quercus ilex* | 8 | 0,2 |
| Matorral con *Quercus suber* | 18 | 0,5 |
| Vegetación de ribera | 3 | 0,1 |
| Matorral | 3.150 | 90,1 |
| No forestal | 88 | 2,5 |
| Total | 3.497 | 100,0 |

La mayor parte de la superficie forestal afectada por el incendio pertenece al LIC Serres de Mondúver i Marxuquera (69% de la superficie quemada). En este espacio se encuentran, en general, muy bien representados los matorrales y pastizales, en especial los hábitats con formaciones de gramíneas y otras anuales (6220), los matorrales termomediterráneos (5330) y los prados calcáreos cársticos (6110), así como otros hábitats de relevancia como los carrascales (9340), alcornocales (9330) y los matorrales arborescentes de *Laurus nobilis* (5230). Las superficies totales ocupadas por cada hábitat dentro del LIC se indican en la Tabla 7.

Tabla 7. Superficies totales ocupadas por los hábitats de interés comunitario listados en el anexo I de la Directiva 92/43/CEE (Directiva Hábitat) dentro del LIC ES5233015, Serres del Mondúver I Marxuquera #

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 5230 * | Matorrales arborescentes con *Laurus nobilis.* | 0,004 | <1% | |
| 5330 | Matorrales termomediterráneos y pre-estépicos | 3.325,7 | 42 | # |
| 6110* | Prados calcáreos kársticos o basófilos del *Alysso-Sedion albi* | 662,4 | 8,4 | |
| 6220 * | Zonas subestépicas de gramíneas y anuales del *Thero-Brachypodietea* | 2.368,2 | 30 | # |
| 8210 | Pendientes rocosas calcícolas con vegetación casmofítica | 1.470,2 | 18,6 | # |
| 8310 | Cuevas no explotadas por el turismo | - | <1% | |
| 9330 | Alcornocales de *Quercus suber* | 0,04 | <1% | # |
| 9340 | Encinares de *Quercus ilex* y *Quercus rotundifolia* | 885,8 | 11,2 | |

*Tomado de la Memoria técnica de la Norma de Gestión "Corbera, Mondúver i Marjal i Dunes de la Safor"* #

El estado de conservación (previo al incendio) era considerado favorable para todos los hábitats, salvo para los Matorrales arborescentes con *Laurus nobilis,* cuya valoración es *desfavorable-inadecuado.*

# DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES AMBIENTALES CONSIDERADAS

**UNIDADES AMBIENTALES**

A la hora de determinar las unidades ambientales se tuvo en cuenta inicialmente la cartografía de litología, cubierta vegetal e historia de incendios. Sin embargo, durante la prospección de campo realizada entre los días 14 y 17 de Agosto de 2018, las unidades ambientales que se identificaron se basaron principalmente en la cubierta vegetal en función de la composición de especies y su dominancia. No se apreció un efecto significativo de la litología debido a que esta era poco cambiante y principalmente caliza (Fig. 16). Tampoco se apreció un efecto claro de la recurrencia de incendios dado que el intervalo entre incendios es relativamente largo (por ejemplo, el último incendio que afectó a gran parte de la zona fue en 1991, hace 27 años) (Figs. 7 y 8). Por lo tanto, finalmente se definieron 3 unidades ambientales para la zona dependiendo de su composición de especies: Matorrales, Pinares, y Formaciones de frondosas.

**1. <u>Matorrales</u>**

Es la unidad que ocupa más superficie dentro del perímetro del actual incendio, encontrándose a lo largo de toda la zona quemada. Esta unidad vendría representada principalmente como desarbolada en la cartografía previa (Fig. 21), dominada por Matorral xero-termófilo o Matorral bajo degradado mediterráneo (Fig. 22). Suelen estar ubicados en terrenos calizos muy pedregosos con afloramientos rocosos generalizados y suelos poco profundos (<30 cm). Este tipo de formación suele dominar en las laderas escarpadas de los barrancos. Gran parte de esta unidad estuvo afectada por el incendio de 1991. Además, existen zonas que se habían quemado recurrentemente con dos incendios (1979-1982 y 1991), e incluso una pequeña zona con tres incendios (1979, 1991 y 2000) (Figs. 7 y 8). Sin embargo, una vez visitadas en el campo no se observó un efecto significativo de la recurrencia de incendios en la composición y estructura del matorral. Finalmente, en función del uso del suelo encontramos dos tipos de subunidades de matorral, que se encuentran entremezclados entre si y que son descritas a continuación: Matorral de coscoja (*Quercus coccifera*) con carrasca (*Quercus ilex*), y Matorrales con pino (*Pinus pinaster* y *P. halepensis)*.

*1.a Matorral de coscoja (*Q. coccifera*) con carrasca (*Q. ilex*)*. Se localiza sobre litologías de calizas y dolomías y suelos descarbonatados en áreas que mayoritariamente no han sido trabajadas y abancaladas en el pasado. Esta subunidad se ha observado en la parte oriental y norte del incendio, si bien es representativa de zonas más amplias que cumplen estas condiciones de historia de uso. Antes del incendio presentaban un recubrimiento del estrato arbustivo generalizado, superior al 60%, en el que domina *Q. coccifera*, con presencia variable de romero (*Rosmarinus officinalis*), palmito (*Chamaerops humilis*), lentisco (*Pistacia lentiscus*) y brezo (*Erica multiflora* mayoritariamente, pero también se pueden encontrar rodales e individuos aislados de *Erica scoparia* típica de suelos descarbonatados) (Fig. 23). Esta subunidad se caracteriza por la presencia de rodales de *Q. ilex*, que no supera el 25% de Fracción de Cabida Cubierta (FCC ), y de porte inferior a los 2 m de altura, aunque puntualmente pueden alcanzar los 4 m como en las proximidades del *Racó del Cacauer*. También se ha observado esta subunidad de manera excepcional en zonas con pocos bancales, con FCC inferiores al 10% (como en el *Barranc dels*

*Castellets*, en el término de Llutxent). Aunque difícil de reconocer después de un incendio, en el estrato herbáceo podemos inferir la presencia de especies de gramíneas rebrotadoras como *Brachypodium retusum*, *Stipa offneri* o *Helictotrichon filifolium* con coberturas alrededor del 30% (Fig. 24).

Figura 23. Estado del matorral mixto previo al incendio. Entre otras, puede observase la presencia de coscoja, carrasca y romero. Imagen tomada de matorral no quemado en las zonas aledañas al incendio, *Lloma dels Alls* (Llutxent).

Figura 24. Imágenes con los restos carbonizados del matorral de coscoja con carrasca. Puede apreciarse la gran pedregosidad del terreno y la abundancia de afloramientos. Imagen superior: proximidades del Corral del Tío Carlos. Imagen inferior: *Costera del Surar*

Dentro de esta subunidad es donde se encuentra ubicada la microrreserva de flora del *Pla de Tramussos* en las inmediaciones del *Barranc de Borrell* (Gandía). En esta microrreserva existen especies prioritarias de especial interés como los caméfitos *Erucastrum virgatum* subsp. *brachycarpum, Teucrium ronnigeri, Biscutella stenophylla* subsp. *stenophylla, Phlomis crinita, Satureja obovata* subsp. *valentina* y *Thymus vulgaris* subsp. *aestivus,* el terófito *Lupinus mariae-*

*josephae,* el nanofanerófito *Phlomis purpurea* y el hemicriptófito *Centaurea spachii* (ORDEN 2/2011, de 24 de enero, de la Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda).

*1.b Matorral con pino*. Se encuentra sobre los mismos substratos que el anterior, si bien estas formaciones presentan ejemplares de pino rodeno (*P. pinaster*) o de pino carrasco (*P. halepensis*) de forma dispersa que no superan el 20% de FCC (Fig. 25). El pino rodeno suele aparecer en las partes altas y planas del macizo afectado por el incendio. Estos pinos colonizan terrenos cultivados dispersos y abandonados hace décadas. También es frecuente su presencia en terrenos subsolados o preparados para repoblaciones que se llevaron a cabo en las décadas de los 60 y 70 con esta especie. Los pinos, en general, se encuentran en estado de latizal y monte bravo en una proporción 3:1, aproximadamente, aunque pueden encontrarse algunos individuos puntuales de fustal. Esta formación de matorral con pino rodeno disperso proviene probablemente de la regeneración del incendio ocurrido del 91 que quemó gran parte del área afectada (monte bravo y latizal), mientras que los individuos fustales probablemente sobrevivieran al incendio. Tras el incendio de 1991 también se realizaron repoblaciones de pinar en algunas zonas puntuales en 1995. Es de destacar la presencia de algunos individuos de pino piñonero (*Pinus pinea*) con origen en las repoblaciones de los años 60.

Figura 25. Matorral con ejemplares de pino carrasco dispersos sobre bancales abandonados. La regeneración de los pinos, así como la mayor presencia de especies germinadoras (aliaga y romero) a medio plazo pueden originar un incremento del combustible frente a posibles nuevos incendios. Imagen superior zona abancalada en *Les Lloses*; Imagen inferior: bancales en el *Forn dels Moros*.

Por otro lado, las formaciones de matorral con pino carrasco (*P. halepensis*) disperso suelen aparecer en bancales abandonados ubicados en las laderas más bajas de los barrancos del *Rafal* y de *l'Amargo* (parte Suroeste del incendio). Suelen tener muretes de piedra seca y se encuentran en la interfaz entre los cultivos en activo y el matorral. En este caso los pinos se encuentran en estado de latizal y monte bravo (proporción 3:1).

La comunidad arbustiva de esta subunidad es más heterogénea que en la subunidad anterior, pero también adquiere una FCC mayor del 60%. Existe mayor presencia de especies germinadoras, con una co-dominancia entre coscoja y romero. Además de las especies mencionadas anteriormente como el palmito, lentisco y brezo, también aparece la aliaga (*Ulex parviflorus*) y el enebro

(*Juniperus oxycedrus*). El estrato herbáceo fue similar a la subunidad anterior con coberturas alrededor del 30% de *B. retusum*, *S. offneri* y *H. filifolium*.

**2. Pinares**

La presencia de pinares como formación dominante no alcanza grandes extensiones dentro del perímetro del incendio. No obstante, están bien localizados y figuran en la cartografía previa al incendio (Figs. 21 y 22). Estos pinares tienen una FCC entre el 30 y el 90%, y en función de la especie de pino presente podemos distinguir entre pinar de rodeno (*P. pinaster*) y pinar de carrasco (*P. halepensis*). También se ha observado alguna zona en la que ambas especies estaban presentes de manera equilibrada (por ejemplo, en Gandía, al Este del *Barranc de les Revoltes* y la CV-675). Sin embargo, cabe destacar que la presencia de pino en la zona incendiada fue mayor de la esperada en base a la cartografía disponible. Esto es debido a la existencia del matorral con pino disperso descrito en la unidad anterior y que ocupa una extensión significativa dentro del perímetro del incendio. Esta formación de pinar presenta un valor añadido para las poblaciones aledañas debido a que conforma el hábitat de diferentes setas que se recolectan en otoño, principalmente *Lactarius deliciosus* (esclatasangs o rovelló).

*2.a Pinar de rodeno*. Se encuentran principalmente en la zona central del incendio, en rodales de distinto tamaño dentro de la matriz del matorral (entorno de *El Surar*), aunque también aparece en las laderas al sur del *Barranc de Borrell* (Gandía). Probablemente es la formación, junto con los alcornocales, que se desarrolla en terrenos con menor pedregosidad superficial, suelos más profundos y con menor presencia de afloramientos rocosos. La FCC de estos pinares es bastante variable, con un mínimo del 30% (como en el mencionado *Barranc Borrell* y en la *Lloma del Flare*, en Llutxent, prácticamente todos en estadío latizal) y máximos próximos al 90% (en *El Surar*, en Llutxent, o en el *Pla de Junquera*, en término de Pinet), donde son más abundantes individuos con porte de fustal (25-50% de la población) (Fig. 26). El origen de estos pinares es principalmente de repoblaciones llevadas a cabo en los años 60-70 del siglo pasado realizadas con subsolado o terrazas forestales. Destacar que en el entorno de *El Surar* también se han realizado trabajos de disminución de la densidad del pinar en torno a 1990, así como repoblaciones en 1995. En la *Lloma del Flare* se encuentra también un pequeño rodal de pino piñonero (*P. pinea*) de origen en las repoblaciones de los años 60. La zona de pinar en el entorno de *El Surar* está incluida dentro del perímetro del incendio de 1991, pero es probable que los individuos de porte fustal no se vieran afectados por el fuego. Estos árboles presentaban piñas en las copas aunque no eran demasiado abundantes. El estrato arbustivo ocupaba entre un 30-50%, aumentando este porcentaje en los pinares más jóvenes (latizales). Las especies más comunes y dominantes en este estrato son la coscoja y el romero. En algún caso cerca de *El Surar* el bruc (*E. scoparia*) se convertía en la dominante. Otras especies que aparecen en el sotobosque son el palmito, el enebro y la aulaga. Respecto al estrato herbáceo fue difícil determinar con exactitud su composición, pero se pudo inferir la presencia de especies como *B. retusum* y *H. filifolium* en abundancias no mucho mayores del 30% de FCC.

Figura 26. Pinar de rodeno en estado de fustal (*Pla de Junquera*).

*2.b Pinar de carrasco*. Estas formaciones se localizaban en el extremo occidental de la superficie quemada, en el entorno de *la Font del Castellet* (Llutxent) (Fig. 27), en terrenos muy pedregosos con frecuentes afloramientos rocosos. Se trata de pinares fruto de trabajos de repoblación en los años 60 mediante preparación del terreno con subsolado. Este pinar no fue afectado prácticamente en el incendio de 1991 y marca la línea donde se contuvo el incendio en esta zona. Este pinar presentaba una FCC en torno al 70%, con presencia mayoritaria de individuos en estadío latizal. Destacar que son masas con abundantes piñas en sus copas, un aspecto relevante para su regeneración. El estrato arbustivo es ligeramente superior al 30%, con presencia mayoritaria de romero y, en menor medida, de especies rebrotadoras como el enebro y el lentisco. También se puede encontrar de forma más puntual el olivo (*Olea europea*) y la aulaga. El recubrimiento herbáceo ocupaba entre el 30-60% de FCC y estaba compuesto principalmente por la gramínea rebrotadora *S. offneri*.

Figura 27. Pinares de pino carrasco afectados con distinta severidad. Imagen superior: *La Lloma*. Imagen inferior: *Les Lloses.*

### 3. Formaciones de frondosas

Esta unidad representa un área relativamente pequeña respecto al área quemada en todo el incendio. Sin embargo, tiene un importante valor ecológico debido a las especies que contienen en ellas. Por ejemplo, estas formaciones contiene un punto emblemático y apreciado por los vecinos de las zonas afectadas: *El Surar*. Hemos distinguido dos tipos de comunidades: las dominadas por el alcornoque (*Quercus suber*) y la carrasca (*Q. ilex*).

*3.a Alcornocal (*Q. suber*).* Se trata de pequeñas extensiones ubicadas en el Paraje Natural Municipal de *El Surar*. Se desarrollan sobre suelos profundos y descarbonatados, con pedregosidad baja o no excesiva pero con abundante presencia de afloramientos rocosos. El estrato arbóreo presenta una FCC del 60% aproximadamente, con la mayoría de individuos en estadío latizal y, en menor medida, fustales (proporción 4:1) (Fig. 28). El pino rodeno forma parte de esta unidad pero con una ocupación inferior al 10%. Otras frondosas presentes en el estrato arbóreo de forma puntual son la carrasca (*Q. ilex*), el quejigo (*Quercus faginea*) o el fresno (*Fraxinus ornus*), estos últimos en las partes más protegidas y próximas a vaguadas. El estrato arbustivo está muy desarrollado en esta

formación, cubriendo más del 60% del suelo, dominado por especies de estrategia rebrotadora como el bruc (*E. scoparia*), lentisco, madroño (*Arbutus unedo*) o coscoja. El estrato herbáceo está dominado por *Brachypodium phoenicoides*, *B. retusum* o *H. filifolium* con una cobertura alrededor del 30%. En el paraje de *El Surar* se realizó una plantación de *Q. suber* en el año 2000, donde también fueron introducidas especies como *Q. faginea*, *A. unedo* o *F. ornus*. Posteriormente, se realizaron reposiciones de marras hasta 2010. Destacar que a pesar de estar dentro del perímetro del incendio de 1991, *El Surar* no se vio prácticamente afectado en aquel incendio (según apreciación de los guardas forestales de la época). Algo similar pasó en el incendio de 1979, que quemó la zona con muy poca intensidad y afectando solamente el estrato arbustivo.

Dentro de esta subunidad se encuentran las microrreservas de flora de "Els Miradors" (Llutxent) y "Pla de Junquera" (Pinet), que además de *Q. suber* presentan como especies prioritarias de especial interés los geófitos *Cephalantera damasonium*, *Cephalanthera longifolia*, los nanofanerófitos *Cistus crispus* y *Lavandula stoechas*, los caméfitos *Dianthus hispanicus* subsp. *Contestanus* y *Tuberaria lignosa*, y los hemicriptófitos *Dictamnus hispanicus* y *Leucanthemum gracilicaule* (ORDEN de 22 de octubre de 2002, de la Conselleria de Medio Ambiente).

Figura 28. Arriba, Imagen de la microrreserva del *Pla de Junquera*, con alcornoques quemados con diferente severidad. Abajo, ejemplares de alcornoque en *Els Miradors* afectados por el fuego.

*3.b Carrascal (*Quercus ilex*)*. Es una comunidad similar fisiográficamente al matorral de coscoja con carrasca, pero en el que es esta última especie la domina a pesar de no alcanzar porte arbóreo. Se localiza desde la *Bassa del Surar* a *la Penya del Mirador* y el *Alt de la Lletrera*. Es una zona elevada, muy pedregosa y con frecuentes afloramientos rocosos. El estrato de arbolado está únicamente ocupado por *Q. ilex* que llega a alcanzar hasta un 90% de FCC (Fig. 29). Las especies de matorral representan menos del 30% de cobertura debido a esa abundancia de carrasca de escaso porte. En este estrato se encuentran otras especies también rebrotadoras como el palmito y la coscoja, aunque también aparecen germinadoras como el romero. El estrato herbáceo no se apreció muy bien tras el fuego, pero se detectó la presencia de *B. retusum.*

Figura 29. Arriba, formación de carrascal no quemado en las inmediaciones del incendio. En este caso había sido tratado mediante resalveo. Inmediaciones del *Pla de la Nevera* y el *Barranc de Manesa* (Barx). Abajo, carrascal afectado con distinto grado de severidad, *Penya del Mirador*.

## EFECTOS DEL INCENDIO

***La severidad del fuego al nivel del suelo***

El fuego se propagó en general en superficie, a través del matorral, con afectación heterogénea a las copas de los árboles. El suelo ha quedado cubierto de una capa muy homogénea de cenizas negras (Fig. 30 y 31), con escasas manchas de cenizas blancas. Ocasionalmente (punto de observación en el *Forn del Moros*), sobre cultivos abandonados, se ha observado una alta severidad bajo troncos en vías de descomposición que ha producido un intenso calentamiento y rubefacción de los agregados producidos por lombrices de tierra en la superficie del suelo, mezclados con cenizas blancas (Fig. 32).

Figura 30. Superficie del suelo cubierta de forma homogénea por cenizas negras. Encinar próximo al *Surar*, subiendo a la *Penya El Mirador*.

Figura 31. Capa homogénea de cenizas negras. Cultivos abandonados en laderas abancaladas con terrazas aguantadas por muretes de piedra seca (Cerca de *Casas de Rafal*).

Figura 32. Puntos donde se produjo una alta severidad del fuego en la superficie del suelo, bajo troncos en descomposición (arriba). En la fotografía de abajo se muestra un detalle de la rubefacción (enrojecimiento) de los agregados de suelo y de cenizas blancas, indicadores ambos de alta severidad. Cultivos abandonados en laderas abancaladas en el *Forn dels Moros*.

**Riesgo erosivo**

Para la cobertura vegetal previa al incendio, la aplicación de la USLE indica un riesgo erosivo "Muy alto" en el 33% de la superficie (Fig. 33). Una vez desaparecida la cubierta vegetal por efecto del incendio, la estimación del riesgo de erosión (estimado en este caso por la erosión potencial) pasa a ser muy alto en el 88% de la superficie (Fig. 34).

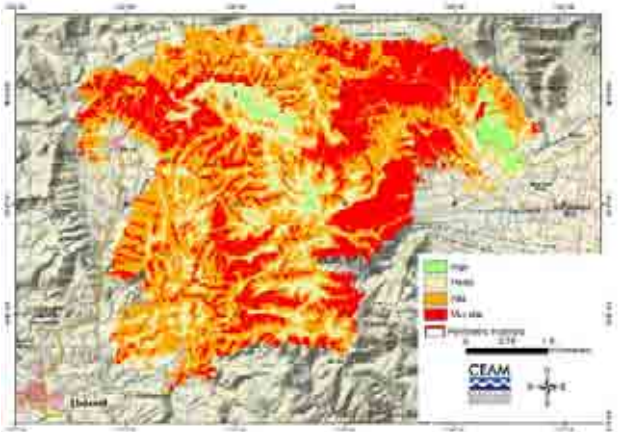

Figura 33. Riesgo de erosión actual (previa al incendio). Cartografía PATFOR.

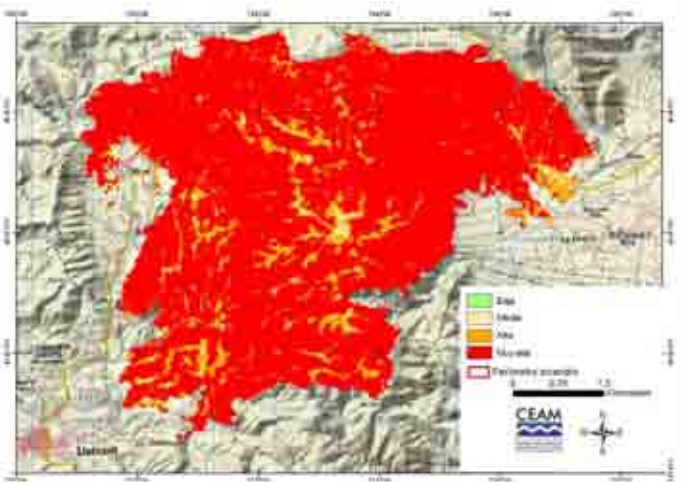

Figura 34. Riesgo de erosión potencial. Cartografía PATFOR.

En la zona, debido a la elevada intensidad de las precipitaciones (por ejemplo 720 l/m$^2$ en 24 horas el 3 de noviembre de 1987 en Gandía) el riesgo erosivo está condicionado a que se produzcan intensas precipitaciones pocas semanas después de un incendio, cuando el suelo se encuentra desprovisto de la cubierta protectora de la vegetación. En la aplicación de la USLE para esta zona, el factor más crítico es el factor climático, con valores máximos dentro del entorno regional (Fig. 35).

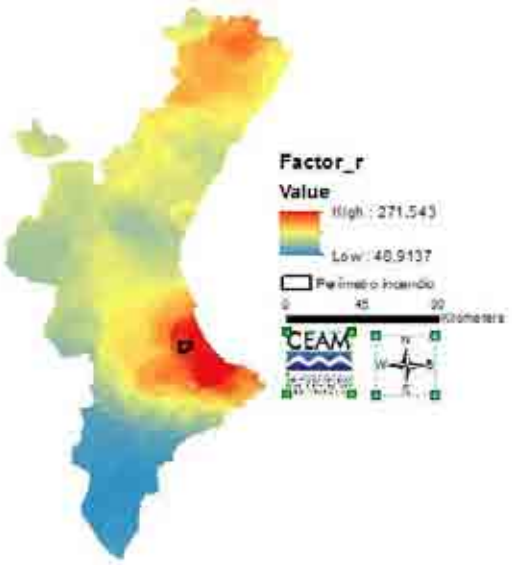


Figura 35. Distribución regional de los intervalos del Factor R (erosividad de la lluvia) en la ecuación USLE.

La litología dominante es muy permeable, formando parte de un sistema kárstico activo en el cual las subsidencias son muy frecuentes. Igualmente son abundantes la pedregosidad y presencia de afloramientos, factores ambos que limitan la movilización del suelo.

Así, en el rango de precipitaciones habituales, estos suelos rápidamente infiltran la escorrentía, por lo que apenas se aprecian procesos erosivos generalizados. En la prospección de campo únicamente se ha identificado una zona especialmente degradada por procesos de erosión. Esta zona, situada en el piedemonte de la *Penya el Frontó* y *La Pedrera*, sobre el *Barranco Borrell*, está gravemente afectada por procesos de desmoronamiento y acarcavamiento (Fig. 36). Esta zona, donde hay una plantación forestal, muestra evidencias de construcción de terrazas sin murete de piedra, pistas y, en general, alteraciones del suelo y del microrrelieve. La zona también fue objeto de interés urbanístico décadas atrás, y es probable que la preparación del terreno para la urbanización posterior también afectara a la estabilidad del suelo (finalmente la urbanización no se llevo a cabo). Esta zona, por el importante volumen de sedimentos que puede arrojar al cauce próximo a las urbanizaciones de la zona Nororiental, requerirá una especial actuación de prevención.

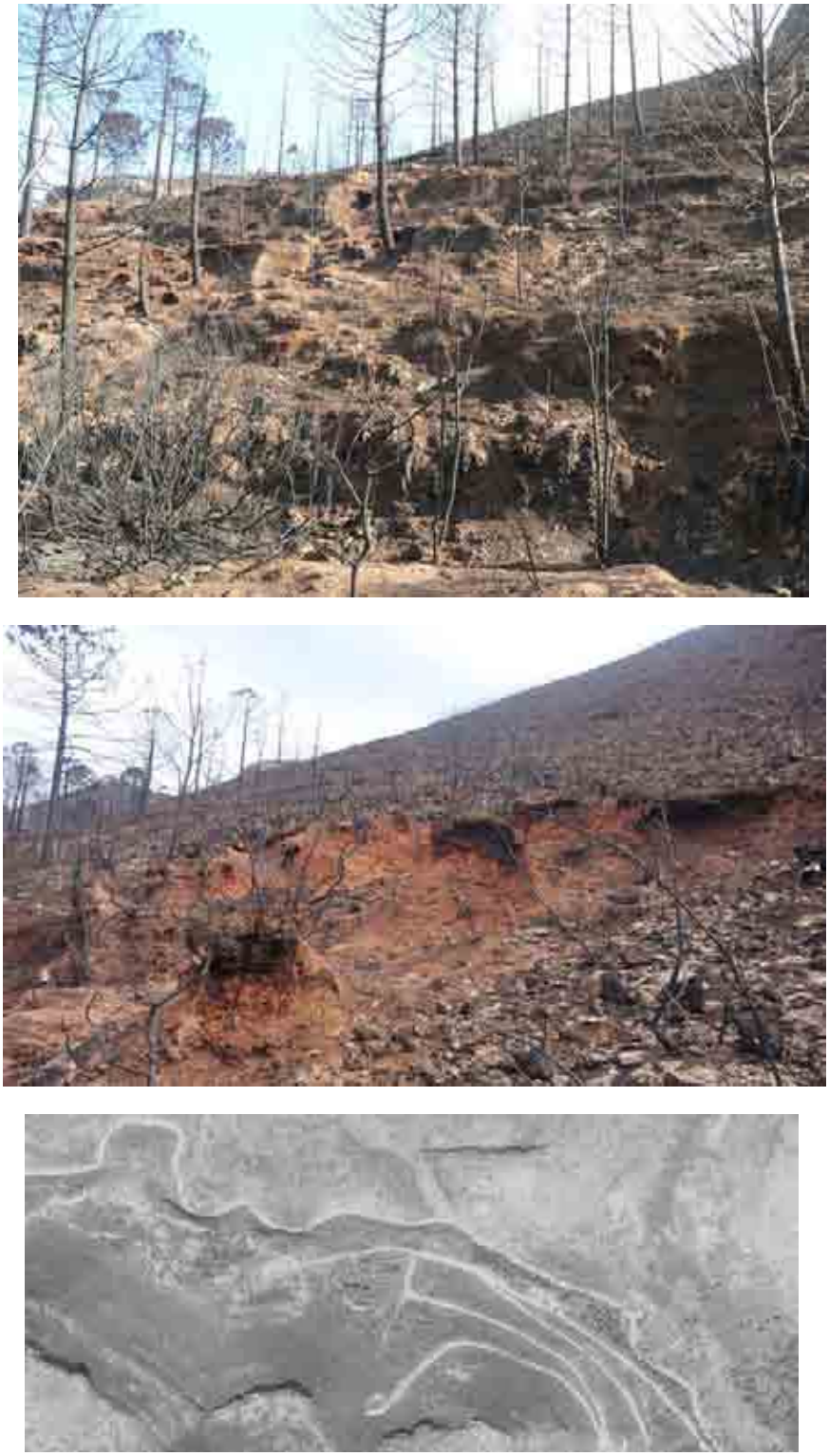

Figura 36. Superior: Detalle del intenso grado de degradación, previa al incendio, del piedemonte de *La Pedrera*, en su caída al *Barranco Borrell*. La intensidad de la movilización de sedimentos puede observarse en la imagen central. En la imagen inferior (vuelo de los años 80's) puede apreciarse el intenso trazado de pistas y alteración de la zona. Su actual avanzado estado de degradación requiere de actuaciones urgentes.

Sin embargo, como se ha indicado previamente y de forma más general en toda la zona del incendio, no se han detectado flujos importantes de sedimentos. Desde la extinción del incendio se ha registrado precipitaciones máximas en 24 horas de más de 100 mm. Estas precipitaciones han originado solamente movimientos puntuales de cenizas y sedimentos, pero incluso en las zonas donde la precipitación ha sido más intensa (más de 100 mm) no se han detectado procesos importantes de acumulación de sedimentos (Figs. 37 y 38).

Figura 37. Izquierda: *Barranc del Castellet* a su paso por Pinet. En el fondo del barranco la movilización de cenizas y sedimentos ha sido relativamente escasa. Derecha: fondo de barranco en *Les Revoltes* sin apenas movilización de sedimentos. En las proximidades de Pinet las precipitaciones desde la extinción del incendio han sido de 16 mm y en la Drova se han registrado más de 100 mm.

Figura 38. Acumulación de sedimentos y cenizas en el puente de la carretera CV-675, a su paso por el Barranc Borrell. Pese a la magnitud de las precipitaciones registradas en la zona de Barx, por el momento, la acumulación de restos y sedimentos aguas abajo no ha sido especialmente intensa.

En el Anejo hidrológico, se ha realizado una primera aproximación a los efectos hidrológicos del incendio. En el supuesto de producirse una precipitación generalizada de 150 mm en 24 horas, precipitación estimada para un periodo de retorno de 5 años, el caudal de avenida que se generaría a causa del incendio (por la pérdida temporal de la cubierta vegetal) podría ser superior al previsto para una precipitación con un periodo de retorno de 25 años (en las condiciones previas al incendio). Dadas las condiciones hidrológicas de la zona, estas estimaciones son manifiestamente al alza (en parte por el alto valor asignado al Número de Curva postincendio). Así, con posterioridad al incendio se han registrado precipitaciones próximas a las previstas para periodos de retorno de 5

años sin que se hayan producido avenidas. No obstante, la presencia de barrancos con fuertes pendientes y drenaje hacia zonas urbanas justificaría un análisis específico más detallado para evaluar la necesidad de realizar hidrotécnias.

**CARACTERÍSTICAS DEL INCENDIO Y REGENERACIÓN ESPERABLE**

***La severidad del fuego en la vegetación***

En general, la severidad del incendio ha sido muy alta, especialmente en los estratos arbustivo y herbáceo. Este grado de severidad se corresponde con individuos completamente quemados en los que sólo permanecen en pie las ramas más gruesas, y un estrato herbáceo en el que no se reconocen apenas restos. Por su parte, la mayor parte del estrato arbóreo también ha sufrido una severidad muy alta si bien hay rodales donde la severidad no ha sido tan alta, manteniendo los árboles más del 50% de hojas secas en las copas. A continuación pasamos a definir con más detalle estos efectos para cada unidad ambiental.

1. Matorrales.

*1.a Matorral de coscoja (*Q. coccifera*) con carrasca (*Q. ilex*).* El estrato arbóreo de esta subunidad compuesta por individuos aislados o pequeños rodales de carrasca ha sido afectado con una severidad muy alta. Esta especie arbórea se encontraba matorralizada por lo que no presentaba discontinuidad vertical de copas, siendo completamente afectada por el incendio. El 100% del estrato arbustivo ha sido afectado por una severidad muy alta, sin que permanezcan hojas en los individuos e incluso siendo consumidas las ramas hasta un calibre de más de 1 cm (Fig. 39). Únicamente de manera puntual, el suelo presenta fenómenos físicos de encostramiento de la superficie que podrían generar problemas de infiltración. La presencia de cenizas blancas, signos de una elevada intensidad y permanencia del incendio, es bastante heterogénea y escasa. Esta se encuentra puntualmente bajo acúmulos de combustible y existen zonas donde ésta no se llega a apreciar a pesar de estar completamente consumido el estrato herbáceo y buena parte del arbustivo.

Figura 39. Detalle de zona de coscojar completamente consumida por el fuego. Nótese el calibre de los tallos que permanecen en pie.

A pesar de la alta severidad, se espera que tanto el estrato arbustivo como el arbóreo de carrasca regeneren de una manera más o menos rápida debido al carácter rebrotador de las especies dominantes. Destacar que en conjunto el matorral y el arbolado presentaban un buen nivel de cobertura previo al incendio, alrededor del 60% de FCC. Además, se intuye la presencia de herbáceas rebrotadoras en torno al 30%. Por lo tanto se espera un nivel de respuesta rápido de regeneración de la vegetación, así como su papel en la protección del suelo. De hecho, en el momento de la prospección de campo para este informe, solo una semana después del incendio, ya se observaba algún rebrote de graminoides (Fig. 40) y de palmito (Fig. 41).

Figura 40. Primeras germinaciones a los pocos días del incendio (Imágenes tomadas el 18/08/2018)

Figura 41. Palmitos rebrotando. Fotografía tomada el día 17 de agosto de 2018, en las proximidades del cruce de pistas en el *Raco del Caconer*.

*1.b Matorral con pino.* La afectación del matorral ha sido muy similar a la descrita en la subunidad anterior, con severidad muy alta generalizada (Fig. 42). Los pinos presentes en esta unidad también han sufrido generalmente una severidad muy alta, sobre todo los de estadío latizal.

Únicamente los pocos fustales de pino rodeno presentes mantienen la mitad de las hojas secas en la copa, susceptibles de caer en las próximas fechas y cubrir una pequeña parte de la superficie del suelo a modo de protección (inferior al 30% de la superficie).

La presencia matorral rebrotador es ligeramente menor respecto a la subunidad anterior, pero sigue manteniendo buenos niveles respecto a la capacidad de protección del suelo a corto-medio plazo (30-50% de FCC). Por otro lado, en los próximos años se puede producir un aumento de la proporción de especies germinadoras propiciado por el fuego en los antiguos bancales o zonas preparadas para repoblación. Este tipo de especies suelen presentar un banco de semillas en el suelo de zonas cultivadas o trabajadas, que ve estimulada su germinación por el efecto del fuego o la simple apertura de espacios al eliminar la vegetación. Por lo tanto, a medio-largo plazo la presencia de estas especies podría suponer un problema respecto al riesgo de incendios, ya que acumulan gran cantidad de combustible fino y muerto (altamente inflamable). Este es el caso de la aliaga y, en menor medida, el romero, cuya presencia se ha observado en la zona. Respecto a la regeneración del pino, en esta subunidad se ha observado dispersión de piñones si bien éstos no son demasiado abundantes (aproximadamente 1 piñón/$m^2$).

Figura 42. Cabecera de barranco en la Costera de El Surar.

No se espera un efecto de la recurrencia de incendios en este tipo de vegetación de matorral, tanto en esta subunidad como en la anterior. Como se ha comentado previamente, no se apreció diferencias entre las zonas que se habían quemado una, dos y tres veces en las últimas décadas. Esto es debido a que el intervalo de tiempo entre incendios es lo suficientemente amplio para que las especies rebrotadoras repongan sus reservas o que las germinadoras repongan el banco de semillas. En este caso, el último incendio que afectó mayoritariamente la zona quemada en este incendio fue en 1991 (27 años de intervalo), transcurriendo tiempo suficiente para obtener regeneración. También pone de manifiesto el carácter altamente resiliente a las perturbaciones de este tipo de formaciones.

2. Pinares

En general, el estrato arbóreo de los pinares se ha visto afectado con una severidad muy alta (hojas consumidas completamente), si bien existen algunos rodales que mantienen una cantidad de hojas secas en copa indicadora de una severidad menor. En todos los casos se ha observado que permanecen hojas en copas en mayor o menor medida (Fig. 43), que probablemente protegerán más del 30% de la superficie del suelo cuando caigan. Tanto el matorral de sotobosque como el estrato herbáceo de esta unidad han sufrido también una severidad muy alta, con altos grados de biomasa consumida. La hojarasca del suelo también se ha visto consumida, quedando generalmente restos de profundidad inferior a 1 cm.
De forma general, no se apreciaron síntomas de erosión en la situación previa al fuego (excepto en el *Barranc Borrell*, ver descripción más abajo). Sin embargo, y a diferencia de los puntos de observación de matorral de la unidad anterior, sí se ha apreciado movimientos de cenizas después de las lluvias ocurridas tras el fuego (Fig. 44).

Figura 43. Campo de almendros no afectado por el fuego y pinar al fondo con distinto grado de afectación, desde consumo completo de las copas hasta mantener un porcentaje de hojas verde en copa (límite del incendio, Font del Castellet).

Figura 44. Acumulación de cenizas en sendero próximo a pinar quemado tapadas por sedimentos arrastrados con posterioridad (*Lloma del Frare*).

*2.a Pinar de rodeno*. En todos los pinares de rodeno se ha observado dispersión de piñones. La tasa de dispersión de los mismos (mediante conteo de alas) oscila entre 1.5 y 6.0 piñones/$m^2$, lo cual garantizaría la regeneración natural del pinar. En el caso del matorral de sotobosque, la presencia de especies rebrotadoras fue baja, y normalmente no superaban el 30% de FCC (Fig. 45). Este hecho limitaría su papel protector a corto-medio plazo sobre el suelo. Se ha observado también movimiento de cenizas que se han acumulado en senderos. De especial relevancia son los movimientos ocurridos en la zona del *Barranc Borrell*, donde el problema principal no sería la regeneración futura del pinar sino los procesos de degradación física y pérdida de suelo que ya eran evidentes antes del fuego. En esta zona se aprecian cárcavas y desmoronamientos de los abancalamientos donde se encontraba el pinar (sin muretes de piedra), arrastrando gran cantidad de sedimentos al barranco próximo.

Figura 45. Vista general de pinar de rodeno afectado por el fuego (izquierda) y detalle de las cenizas sobre la superficie del suelo (paraje El Surar).

*2.b Pinar de carrasco*. La dispersión de piñones en estas masas es muy alta, habiendo medido un promedio de 60 piñones/$m^2$ (Fig. 46). Estos números generarían valores de densidad altísimos con escasa probabilidad de desarrollo adecuado de la masa de pinar en el futuro. La presencia de romero y aliaga hace prever el desarrollo de una comunidad densa y continua con elevada carga de combustible y alto riesgo de incendio futuro, a medio plazo. Como en la subunidad anterior, la presencia de especies rebrotadoras en el matorral de sotobosque fue baja y no superaba el 30% de FCC.

En el caso de los pinares mixtos de carrasco y rodeno, como el presente en el *Barranc de les Revoltes* de Gandía, las tasas de dispersión de piñones (sin diferenciar entre especies) son más parecidas a las observadas en el pinar de rodeno (<3 piñones/$m^2$). El estrato de sotobosque arbustivo fue aproximadamente del 30% y compuesto prácticamente por enebro. Esta especie es rebrotadora y se espera que regenere satisfactoriamente.

Figura 46. Dispersión de piñones (alas visibles) de *Pinus halepensis* tras el fuego (*Lloma del Frare*).

3. Formaciones de frondosas: Alcornocal y Carrascal

*3.a Alcornocal.* La severidad con la que se ha visto afectada esta formación ha sido variable (Fig. 47). En el alcornocal ubicado en la microrreserva de *Els Miradors* la severidad ha sido en general muy alta, tanto para el estrato arbóreo como para el sotobosque de matorral y el estrato herbáceo. La capa de hojarasca del suelo ha sido también consumida, quedando restos con una profundidad inferior a 1 cm. Además, se espera que la cobertura de suelo por efecto de caída de las hojas remanentes en el estrato arbóreo no supere el 30%. En algún caso puntual también se observó movimiento de cenizas tras las lluvias. No obstante, se ha observado baja presencia de cenizas blancas, sólo localizada bajo puntos de acumulación de combustible. En los abancalamientos más bajos de este punto, se observan cárcavas donde podrían ocurrir episodios de erosión. Estas cárcavas probablemente ya existían previamente al fuego, pero podrían verse potenciadas tras el fuego (Fig. 48).

Figura 47. Afectación de alcornocal con distinto grado de severidad.

Figura 48. Cárcavas de erosión detectadas en la microrreserva de *Els Miradors*.

En contraposición, en el alcornocal situado en la microrreserva del *Pla de Junquera* permanecen manchas de vegetación con niveles de severidad media e incluso baja (Fig. 49). Es decir, existen numerosos individuos de las especies arbóreas que mantienen hojas en la copa, estando éstas verdes en algunos alcornoques y pinos rodenos. En este punto, el matorral ha sufrido mayor severidad pero siendo todavía inferior a la observada en el estrato arbustivo de otras formaciones (por ejemplo el Matorral o Pinar). La hojarasca se ha visto consumida permaneciendo una capa de restos no superiores a 1 cm de grosor. Sin embargo no se aprecia ceniza blanca indicadora de alta severidad en el suelo, y se espera que el efecto de la caída de las hojas remanentes en el estrato arbóreo proteja el 30-60% del suelo a corto plazo. Destacar incluso, que existe un rodal de matorral de *E. scoparia* que no se ha visto afectada por el incendio.

En general, se espera que haya una buena regeneración del alcornocal, incluso para la zona quemada con mayor severidad de *Els Miradors.* El alcornoque (*Q. suber*) se caracteriza por su capacidad de rebrote, incluso desde las ramas de copa. Esta propiedad proviene de la protección proporcionada por la corteza de corcho que se acumula en el exterior del tronco y ramas. En el estrato arbóreo también acompañaban otras especie como *Q. faginea* o *F. ornus* que también tienen la capacidad de rebrote tras el fuego, aunque en este caso desde la cepa y no de copa. En el sotobosque también encontramos con coberturas cercanas al 60% especies de matorral rebrotador (*E. scoparia*, *A. unedo*, *P. lentiscus*, *Q. coccifera*), con una buena capacidad de protección del suelo a corto-medio plazo.

Figura 49. Vista del alcornocal de *Pla de Junquera*.

3.b *Carrascal*. De forma general esta formación se ha visto afectada con una severidad muy alta para todos sus estratos: arbóreo, sotobosque de matorral y herbáceo (Fig. 50). Todas las hojas se vieron consumidas y en las especies de matorral y sólo quedaron ramas de diámetro superior a 6 mm, si bien muy puntualmente se observaba alguna mancha o rodal de pequeñas dimensiones donde todavía quedaba alguna hoja en la copa de la carrasca. La hojarasca se vio prácticamente consumida, dejando restos superficiales con profundidades inferiores a 1 cm. No obstante, no se ha observado la presencia de cenizas blancas en el suelo ni movimientos de cenizas tras las lluvias.

Figura 50. Carrascal afectado por alta severidad en la *Penya del Mirador.*

En esta formación también se espera una buena regeneración. La vegetación está prácticamente dominada por la carrasca con un 90% de FCC, acompañada por otras especies de matorral

rebrotador como la coscoja y el palmito. Por lo tanto, es una formación con una baja vulnerabilidad al efecto del fuego.

4. Otras formaciones: cultivos y zonas ajardinadas.

Los cultivos que se vieron afectados fueron principalmente de olivo y almendro en la parte Oeste del incendio, perteneciente a Llutxent y Pinet. Estos se encuentran principalmente en el perímetro del incendio, aunque también se pueden encontrar en el interior de la zona quemada (Fig. 51). En la parte Este del incendio, correspondiente al término de Gandía, la afección fue principalmente a cultivos de naranjo. En las zonas de cultivo, la propagación del fuego se ve dificultada por la ausencia de vegetación en el suelo a consecuencia del arado. También es difícil la propagación a nivel de copa debido a la separación entre árboles y su mayor grado de humedad en las hojas. Por lo tanto, la afección se debió principalmente al efecto del calor transmitido desde la vegetación forestal quemada en zonas contiguas. Este calor puede llegar a ser letal para los cultivos, incluso en el caso que no se llegue a la combustión. En este caso es típico observar árboles con hojas muertas que permanecen todavía en las ramas.

En las zonas ajardinadas de las viviendas afectadas en la zona de la *Marxuquera* (Gandía) se observó también una afección por el incendio. Esta afectó, entre otras, a especies plantadas de pino, ciprés o palmera que se encontraban en el interior de las urbanizaciones. En este caso el fuego afectó a la vegetación por medio del calor transmitido desde la vegetación forestal quemada en zonas contiguas. Sin embargo, también llegó a propagarse entre la vegetación de las urbanizaciones (principalmente entre las copas de los pinos presentes en el interior de la zona urbanizada) debido al fuerte viento ocurrido durante el incendio.

Figura 51. Izquierda, campos de cultivo de almendros y olivo afectados en la zona Llutxent

**AGRADECIMIENTOS**

Para la realización de este informe de urgencia, se ha contado con la colaboración de Salvador Fayos y del resto de agentes medioambientales de la zona afectada por el incendio de la Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural.

## RECOMENDACIONES

Considerando las características de cada unidad ambiental así como los efectos del fuego, se pueden establecer con carácter general las siguientes recomendaciones (Fig. 52):

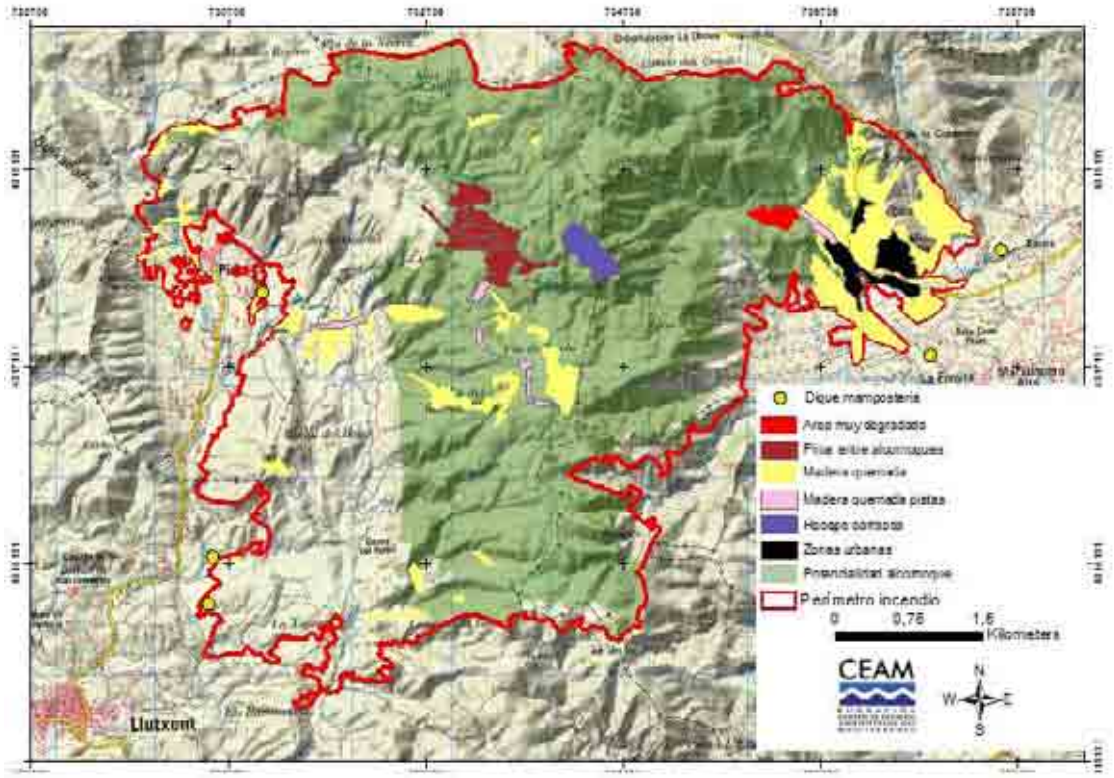


Figura 52. Localización espacial de algunas de las actuaciones recomendadas.

- Con carácter urgente, se recomienda la eliminación del arbolado que pueda constituir un riesgo para las personas, tanto en las zonas urbanizadas afectadas por el incendio, como en los márgenes de pistas y sendas (Fig. 53 y 54).

Figura 53. Izquierda: la extracción de madera quemada en los entornos urbanos constituye una actuación prioritaria para evitar riesgos a la población. Derecha: alineación de cipreses quemados en un entorno urbano.

Figura 54. Madera quemada en las proximidades de la pista de acceso a *El Surar.*

- Sería prioritario extraer la madera quemada en el tramo final del cauce del *Barranc Verd* ya que su caída podría originar arrastres hacia las zonas urbanizadas aguas abajo (*La Marxuquera*). Situación similar se produce en el tramo más bajo del *Barranco Rafal* (Fig 55).

Fig 55. Tramo del *Barranco Rafal* con riesgo por la caída de los troncos en los márgenes.

- Las intensas precipitaciones que se registran con frecuencia en la zona incendiada conlleva que el principal riesgo derivado del incendio sea hidrológico. Como se ha indicado, la litología y suelos dominantes de la zona quemada facilitan la rápida infiltración del agua de lluvia siendo limitado el riesgo de procesos erosivos generalizados. Sin embargo, como se ha demostrado en el anejo hidrológico, dado que la red de drenaje de la zona quemada converge en zonas urbanas, sería recomendable analizar con mayor detalle la necesidad de realización de diques de mampostería para controlar posibles avenidas en los puntos de mayor concentración de escorrentías. Ver Fig. 52 para localizaciones a considerar.

- En la zona del *Barranco Borrell*, dado el riesgo extremo de erosión, se recomienda un apeo y troceado de los troncos, para disponerlos longitudinalmente como freno a la escorrentía procedente de los puntos más altos de la ladera. Esta actuación debería realizarse con la máxima urgencia posible.
- En las zonas de pinar llanas y con accesos se puede realizar una extracción de la madera atendiendo a las recomendaciones generales para evitar efectos indirectos, manteniendo en pie un porcentaje en torno al 10-15% para facilitar funciones ecológicas en la dispersión de frutos y semillas realizada por aves frugívoras que utilizan estos pies como percha (pinares del entorno de *El Surar* y *Font del Castellet*).
- En áreas de fuertes pendientes con presencia de fustales o latizales sería recomendable el apeo de estos pinos para evitar la caída de los árboles con los consiguientes problemas de descalzamiento del suelo. Los pies apeados se pueden depositar en la base de los muretes (si los hubiese) y perpendicularmente a la máxima pendiente en las laderas más inclinadas. En los casos en los que técnicamente sea posible, se recomienda realizar fajinas para controlar los flujos sobre la ladera.
- Los pinos apeados de las zonas con acceso de la zona alta y plana del macizo podrían ser utilizados para realizar fajinas de contención en las cabeceras de los barrancos que surgen en las proximidades (p.e. *Barrancos del Rafal, l'Amargo*, *Covarxons* y *Llidoners*). Estos trabajos se realizarían en función de la disponibilidad de madera en las proximidades y siempre que los inicios de las cabeceras sean transitables para los operarios sin grandes pendientes.
- En las zonas con alcornoque se recomienda un apeo y extracción cuidadosa de la madera de pino para no alterar estos ecosistemas tan emblemáticos. En el rodal de *Els Miradors* con la madera quemada de pino se podrían construir albarradas con el objetivo de limitar los flujos erosivos en la cárcava que rodea a este paraje (Fig. 56).

Figura 56. Por el alcornocal de *Els Miradors* transcurre una cárcava sobre la que se podrían realizar albarradas con los troncos quemados de los pinos para frenar la escorrentía.

- En algunos puntos de las pistas se produce acumulación de escorrentías que se vierten directamente a las laderas favoreciendo la concentración de flujos. En los puntos especialmente sensibles (p.e. en el alcornocal *Els Miradors*; Fig. 57), se recomienda una evacuación controlada de este drenaje.

Figura 57. Punto de evacuación de la escorrentía que circula por la pista a su paso por el alcornocal de *Els Miradors*. Constituye un punto de concentración de flujos que puede desencadenar procesos erosivos.

- De forma general se recomienda no actuar sobre el matorral ya que se espera una buena regeneración de las formaciones de matorral debido a la alta presencia de especies rebrotadoras. Pese a la recurrencia de incendios registrada en la zona, los matorrales no presentan diferencias notables en función de la historia de incendios reciente, hecho que demuestra la gran resiliencia de estas formaciones al fuego.
- Igualmente, es de esperar una buena regeneración del alcornocal. A corto plazo no se recomienda ninguna actuación sobre esta especie. A medio y largo plazo se recomienda un seguimiento de su regeneración tras fuego para confirmar su capacidad de resiliencia. También se podrían establecer a medio y largo plazo planes de plantación de esta especie en los suelos con mayor capacidad para potenciar su población (Fig. 19).
- Sería recomendable el control y seguimiento de la regeneración de los hábitats Natura 2000, así como de las especies de interés prioritario incluidas en las tres microrreservas de flora afectadas. También es recomendable hacer control y seguimiento de las posibles afecciones a la fauna protegida.
- En la prospección se ha observado la diseminación de piñones, mucho más abundantes en las masas de carrasco que en las de rodeno. En las masas de pino carrasco, sería recomendable efectuar seguimientos de la regeneración, especialmente en las zonas de mayor densidad para evaluar la conveniencia de tratamientos de clareo (a medio plazo) si fuese preciso. En cuanto al pino rodeno (y rodales de piñonero) sería recomendable efectuar seguimientos para evaluar si su capacidad de regeneración es suficiente.
- En el área quemada los pinares de carrasco parcialmente afectados (mayoritariamente por el perímetro del incendio) deberían tener un seguimiento detallado de las poblaciones de escolítidos para evitar posibles focos de plagas (detectadas ya con anterioridad al incendio).
- Para favorecer el desarrollo arbóreo de los rebrotes de carrasca se recomienda realizar a medio plazo recepes (resalveos) sobre el regenerado en las zonas con mayor densidad, especialmente en la zona de la *Penya el Mirador.*
- En la zona del incendio los bancales están muy localizados en las zonas bajas de las laderas. Sólo puntualmente se observan zonas abancaladas cuyos muros presentan zonas con cierto grado de degradación (Fig. 58). Se recomienda hacer un seguimiento a medio plazo de regeneración de la vegetación, ya que tras el fuego estos bancales suelen albergar matorrales altamente inflamables dominados por aulaga (*U. parviflorus*).

Figura 58. Zona con bancales abandonados. Los muros de piedra, en general, todavía mantienen un buen estado de conservación.

- Por su singularidad ecológica y paisajística la zona afectada era muy frecuentada por la ciudadanía interesada en la observación de la naturaleza o en la práctica de deportes al aire libre. Por toda la zona existían múltiples paneles interpretativos, áreas recreativas y señalizaciones que han quedado completamente quemados en el incendio (Fig. 59) . En este sentido, sería recomendable reponer estos carteles, e incorporar aspectos relacionados con la interpretación del efecto de los incendios en estas comunidades singulares y la concienciación ciudadana sobre el riesgo de incendios.

Figura 59. Prácticamente toda la amplia infraestructura informativa y de interpretación ha quedado destruida por el incendio.

# Anejo. ANÁLISIS DE RIESGOS HIDROLÓGICOS Y EROSIVOS

Como se ha indicado en el informe, en la zona quemada la aplicación de la metodología USLE muestra unos valores de erosión potencial muy elevados. En principio, esta situación no se corresponde con las características litológicas y edáficas, ya que la zona afectada por el incendio forma parte de un sistema kárstico con una alta permeabilidad. Además, la pedregosidad y la presencia de afloramientos actúan protegiendo el suelo. Pero, por otro lado, en la zona son frecuentes las precipitaciones muy intensas, con récords en cuanto a precipitación máxima en 24 horas. Así para un periodo de retorno de 5 años, se estima una precipitación máxima en 24 horas es de 150 mm (después del incendio en Barx ya se han registrado precipitaciones de 100 mm). Este factor, junto con la pérdida temporal de la cubierta vegetal, puede originar un incremento en la producción de escorrentías superficiales.

En este anejo se realiza una primera aproximación a la evaluación del comportamiento hidrológico de la zona afectada. Para ello se comparan los cambios en el Número de Curva, a partir de los cambios inducidos por el incendio en la cubierta vegetal (pérdida temporal), y los caudales de avenida con el supuesto de la precipitación máxima en 24 horas para un periodo de retorno de 24 horas (150 mm).

Para una rápida aproximación a los caudales de avenida se han identificado las subcuencas hidrológicas dentro del perímetro del incendio y la red de drenaje (Fig 1). La superficie quemada básicamente drena a las cuencas del Serpis (en este caso con dos subunidades claramente definidas) y del Beniopa. En los cálculos no se ha considerado la subcuenca del Beniopa norte ya que la superficie afectada es mínima.

También se ha realizado una adaptación cartográfica de los tipos de cubierta vegetal (Fig. 2). En base a fotointerpretación (muy preliminar) se han identificado zonas con dominancia de afloramientos y roquedos, a las que se les ha asignado de forma genérica una baja cubierta vegetal (<30%).

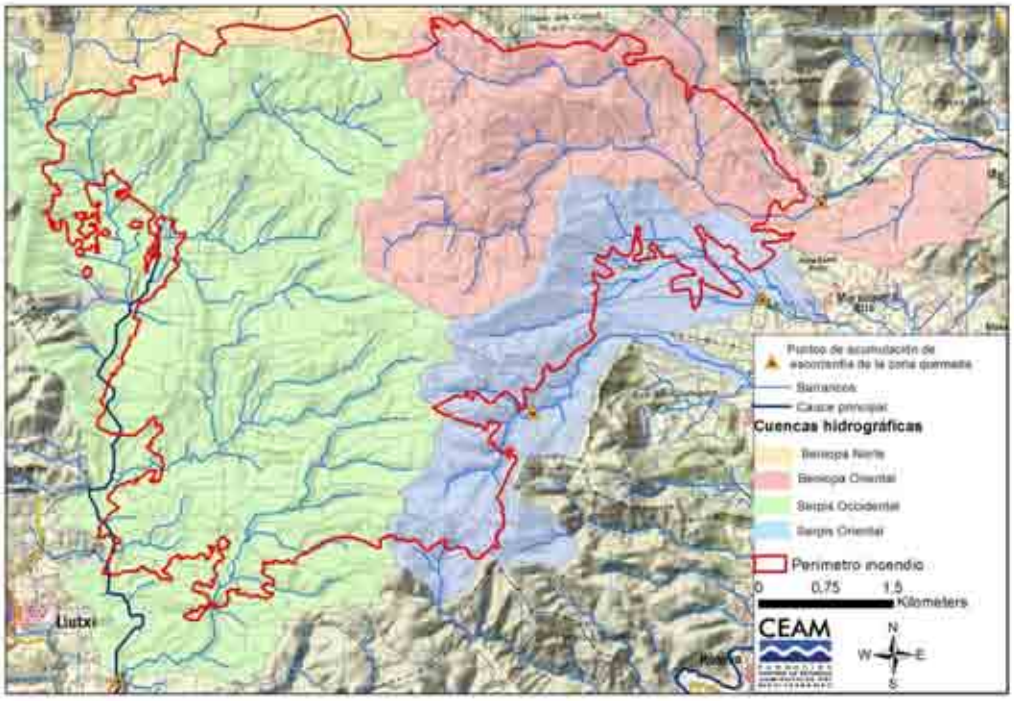


Figura 1. Distribución de las subcuencas y red de drenaje dentro del perímetro del incendio, con indicación de los puntos de concentración de los flujos hídricos procedentes de la zona quemada.

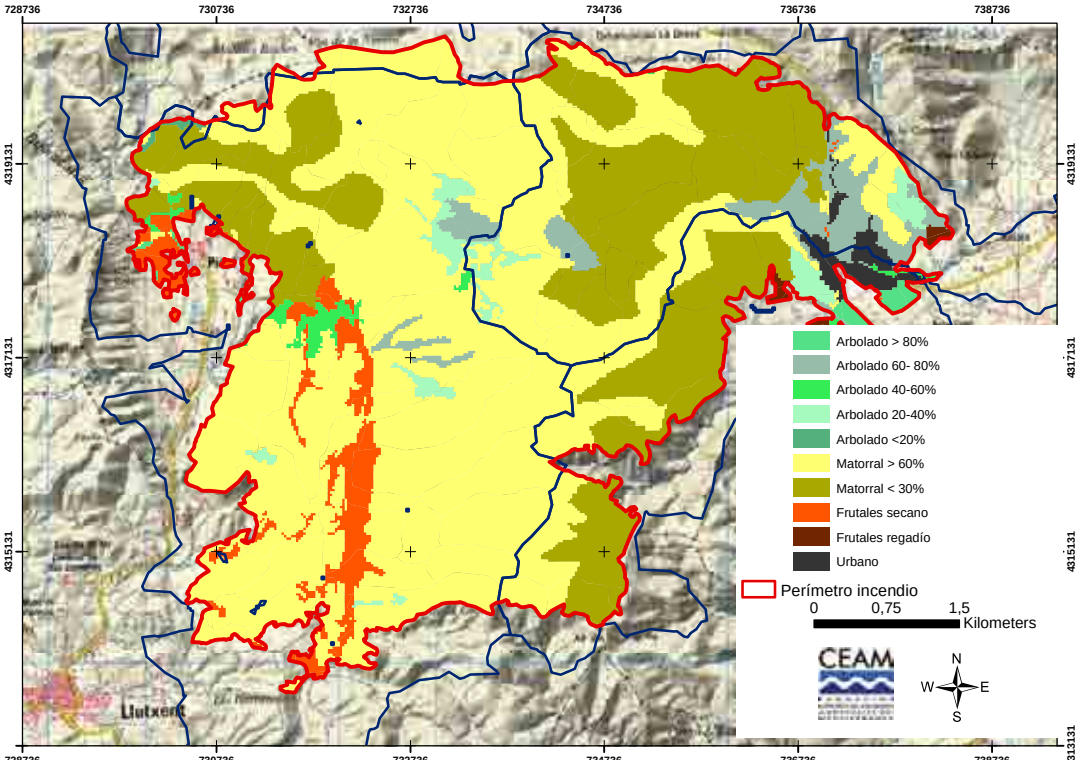


Figura 2. Distribución de la cubierta vegetal previa al incendio. La cartografía es una aproximación realizada en base a la cartografía del PATFOR modificada por fotointerpretación. Las líneas azules representan los límites de las subcuencas.

En la estimación del caudal de avenida se ha aplicado el Método racional. La metodología parte de una sencilla aproximación para evaluar el caudal que producirá una determinada precipitación:

$Q = (C * I * A) / 3,6$

Donde:

Q = caudal ($m^3$/seg)

C = Coeficiente de escorrentía en base a la precipitación diaria y el umbral de escorrentía

I = Intensidad de precipitación para el tiempo de concentración de la cuenca (mm/hora). Debe ser constante en el tiempo y homogénea en toda la superficie, por este motivo se aplica en cuencas pequeñas.

A = superficie de la cuenca ($Km^2$)

El método del Numero de Curva del "Soil Conservation Service, United States Department of Agriculture" (NRCS, 1986)1, establece una estimación directa de la escorrentía superficial de un evento de precipitación a partir de las características del suelo, uso del mismo y de su cubierta vegetal. En las condiciones de aplicación a la zona del incendio, los cálculos se han realizado con la cubierta vegetal previa y posterior al incendio.

La metodología define los correspondientes Números de Curva en dos fases:

1.- Clasifica los suelos en cuatro categorías atendiendo a las características de transmisividad hidráulica, conductividad hidráulica en saturación y profundidad de la capa impermeable. Dependiendo de estas características se determina el grupo hidrológico del suelo, que según NRCS (2009) pueden ser:

- Grupo A.- Suelos con bajo potencial de escurrimiento por su gran permeabilidad y con elevada capacidad de infiltración, aún cuando estén húmedos.
- Grupo B.- Suelos con moderada capacidad de infiltración cuando están saturados.
- Grupo C.- Suelos con escasa capacidad de infiltración una vez saturados. También se incluyen aquí suelos que presentan horizontes someros bastante impermeables.
- Grupo D.- Suelos muy arcillosos con elevado potencial de escurrimiento y, por lo tanto, con muy baja capacidad de infiltración cuando están saturados.

Como se ha indicado en el informe, los suelos de la cuenca son superficiales (*Entiso*l según la Soil Taxonomy*, Leptosol* según el sistema FAO) con suelos más profundos en las fisuras (*Alfisol* según la Soil Taxonomy, *Luvisol chromic y eutric* según la FAO), suelos que por su buena permeabilidad se les ha asignado un grupo hidrológico A.

[1] Uno de los principales inconvenientes de este método radica en la asignación de valores que se corresponden con vegetación y usos del suelo de Estados Unidos. En esta aproximación se han utilizado los valores aplicados en adaptaciones o estudios más próximos: Martínez de Azagra 1996, Delgado et al 2005, Mongil 2010 y Ferrer (1995, 2006).

2.- En función del tipo de cubierta y del grupo hidrológico del suelo se asignan los Números de Curva o Números hidrológicos. Los tipos de cubierta forestal se han agrupado en función de la fracción de cabida cubierta y, según el tipo de suelo sobre el que se desarrollan, se le asigna un número de curva (Tabla 1). Para evaluar el efecto del incendio, a la superficie forestal quemada también se le asigna otro número de curva. En este caso el valor asignado es de 92[2] y será el Número de Curva representativo de la zona quemada. Este valor se ha aplicado, en promedio, a las formaciones quemadas en el incendio de Guadalajara de 2005 (Delgado et al, 2005).

Los Números de curva utilizados corresponden a la condición de humedad precedente del suelo II (intermedia entre seca y húmeda). Representa la situación más desfavorable de las que habitualmente se producen en la zona, teniendo en cuenta la distribución habitual de las precipitaciones en los meses más tormentosos, que permite estimar el valor medio de la precipitación caída en 5 días consecutivos, a partir del cual se calcula la condición de humedad. Como la evaluación se realiza para la situación inmediatamente después del fuego, cuando la cobertura vegetal ha desaparecido, no se considera un posible cambio en las condiciones de permeabilidad de los suelos quemados, por lo cual, tampoco se modifica el tipo hidrológico asignado.

Para el cálculo del caudal de avenida aplicando el método racional, se han utilizado las siguientes ecuaciones:

- *Umbral de escorrentía y capacidad de retención*

*Po.* Umbral de escorrentía previa al encharcamiento o cantidad de agua necesaria para que se inicie la escorrentía superficial (mm).

$$P_0 = 0{,}2 \cdot \frac{25.400 - 254 \cdot N}{N}$$

Dónde N es el número de curva.

Tiempo de concentración mediante la fórmula:

$$t_c = 0{,}3 \left( \frac{L}{J^{1/4}} \right)^{0{,}76}$$

*tc* = Tiempo de concentración (horas) . L = longitud del cauce (km). *J* = Pendiente media (m/m)

A partir de la precipitación máxima diaria se puede estimar la Intensidad máxima diaria (para el periodo de retorno considerado):

Intensidad máxima diaria ($I_d$) = Pmáx día / 24

a intensidad para un intervalo de tiempo igual al tiempo de concentración se puede estimar en base a la relación:

[2] Por las características de la zona quemada este valor puede resultar excesivo y, para una evaluación precisa de los caudales se requeriría una estimación más precisa.

$$I_t = I_d \left( \frac{I_1}{I_d} \right)^{\frac{28^{0,1} - t^{0,1}}{28^{0,1} - 1}}$$

El cociente I1/Id (Intensidad en una hora / Intensidad en un día) está tabulado. Para la zona de estudio alcanza un valor de 11 (MOPU, 1990).

El coeficiente de escorrentía define la proporción de la componente superficial de la precipitación y depende de la razón entre la precipitación diaria correspondiente al período de retorno y el umbral de escorrentía. Puede estimarse en base a la expresión:

$$C = \frac{(P_d - P_0)(P_d + 23 \cdot P_0)}{(P_d + 11 \cdot P_0)^2}$$

Con estos coeficientes y la intensidad de precipitación estimada, en la superficie de la cuenca el caudal se puede estimar con la siguiente expresión: $Q^3 = C * I * A / 3.6$

Las principales características sobre el tipo de cubierta vegetal, la topografía y las características hidrológicas de las cuencas, en la situación previa y posterior al incendio, se indican en las Tablas 1-3.

Tabla 1. Superficie ocupada (ha) por cada tipo de cubierta vegetal en las principales subcuencas de la zona quemada y numero de curva asignado.

| | SUBCUENCA | | | Número de curva | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Beniopa Este | Serpis Occidental | Serpis Oriental | Previo incendio | Post-incendio |
| Arbolado <20% | | 4 | | 56 | 92 |
| Arbolado > 80% | | 3 | 15 | 15 | 92 |
| Arbolado 20-40% | 28 | 37 | 14 | 46 | 92 |
| Arbolado 40-60% | 1 | 28 | 5 | 36 | 92 |
| Arbolado 60- 80% | 98 | 28 | 8 | 26 | 92 |
| Cultivos | 2 | 150 | 3 | 43 | 43 |
| Cultivos regadío | 4 | | 7 | 32 | 32 |
| Matorral < 30% | 408 | 214 | 259 | 48 | 92 |
| Matorral > 60% | 315 | 1.368 | 158 | 39 | 92 |
| Urbano | 14 | | 26 | 98 | 98 |
| Total Superficie | 873 | 1.840 | 500 | | |

[3]Los cálculos se han realizado bajo un supuesto de condición II y no se han aplicado los factores correctores indicados en la metodología del MOPU (1990)

Tabla 2. Parámetros topográficos y Número de curva promedio

| | Beniopa Este | Serpis Occidental | Serpis Oriental |
|---|---|---|---|
| Longitud cauce (m) | 6.555 | 7.996 | 3.500 |
| Cota max (m) | 592 | 639 | 480 |
| Cota min (m) | 106 | 248 | 121 |
| Desnivel (m) | 486 | 391 | 359 |
| Pendiente media | 0,074 | 0,049 | 0,103 |
| **Numero curva promedio subcuenca:** | | | |
| **Previo incendio** | **42,93** | **40,27** | **45,98** |
| **Posterior** | **91,71** | **87,98** | **91,24** |

Tabla 3. Parámetros hidrológicos

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Umbral de escorrentía (mm) | Previo incendio | 68 | 75 | 60 |
| | Posterior | 5 | 7 | 5 |
| Coeficiente de escorrentía | Previo | 0,17623 | 0,14667 | 0,21141 |
| | Posterior | 0,92440 | 0,86466 | 0,91738 |
| Tiempo concentración | (horas) | 2,053 | 2,584 | 1,198 |
| Intensidad | (mm/hora) | 43,7 | 37,6 | 61,6 |
| Caudal ($m^3/s$) | Previo incendio | 67 | 101 | 65 |
| | Posterior | 353 | 598 | 282 |

Con la aproximación realizada, después del incendio son muy notables los incrementos en los caudales de avenida (unas 5 veces). Dadas las condiciones hidrológicas de la zona, estas estimaciones son manifiestamente al alza (en parte por el alto valor asignado al Número de Curva postincendio). Con posterioridad al incendio se han registrado precipitaciones próximas a las previstas para periodos de retorno de 5 años sin que se hayan producido avenidas. No obstante, la presencia de barrancos con fuertes pendientes y drenaje hacia zonas urbanas justifica un análisis específico más detallado para evaluar la necesidad de realizar hidrotécnias.

Para la situación actual, la aplicación CMAX[4] obtiene unos caudales similares (Fig 3 y 4) de 56 y 77 m3/s en las cuencas del Beniopa y Serpis. Sin embargo, los caudales estimados para la situación postincendio son superiores a los previstos con precipitaciones para periodos de retorno de 25 años. Por tanto, en el supuesto de producirse una precipitación máxima con periodo de retorno de 5 años, por la pérdida de la cubierta vegetal debida al incendio se podría producir una avenida superior a la esperada para una precipitación con periodo de retorno de 25 años.

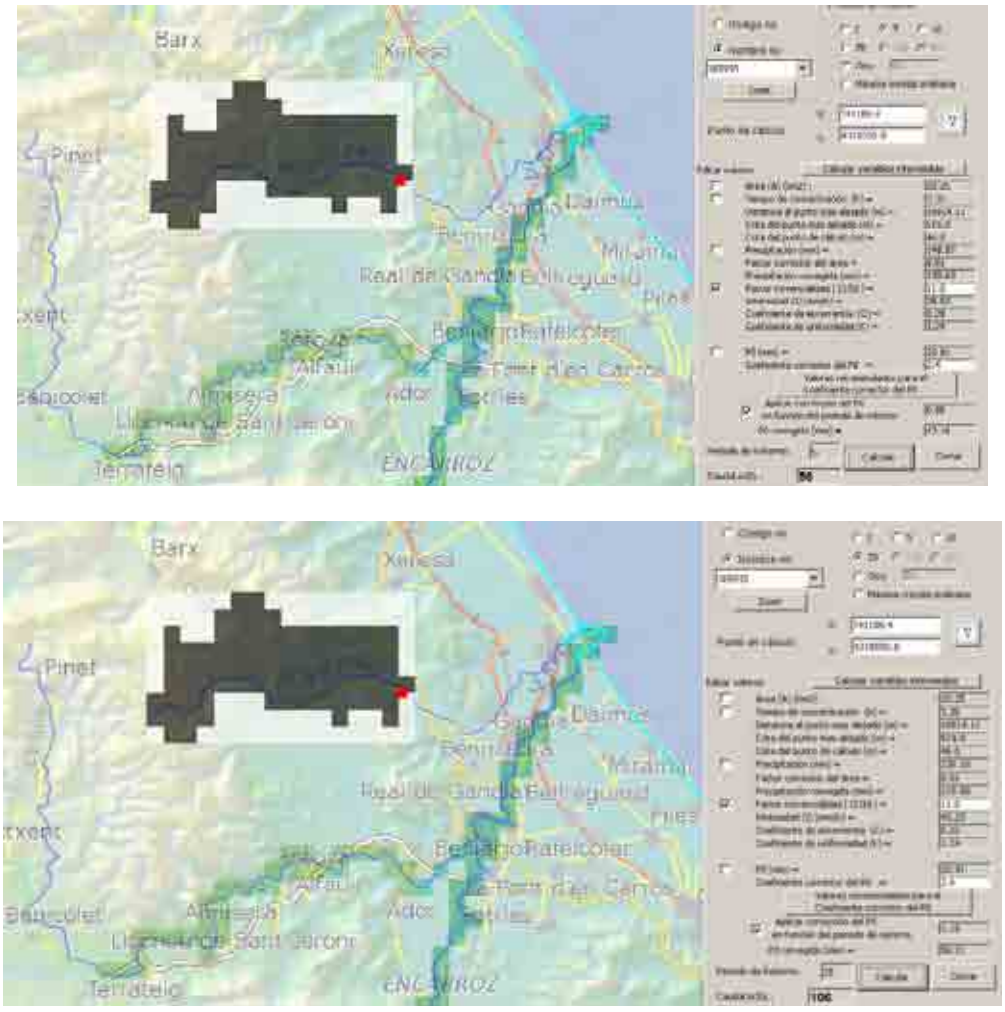


*Figura 3.* Caudal estimado por la aplicación CMAX en la cuenca del Beniopa, para un periodo de retorno de 5 años (superior) y 25 años (inferior).

[4] Aplicación informática desarrollada por el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas): http://www.cedex.es/

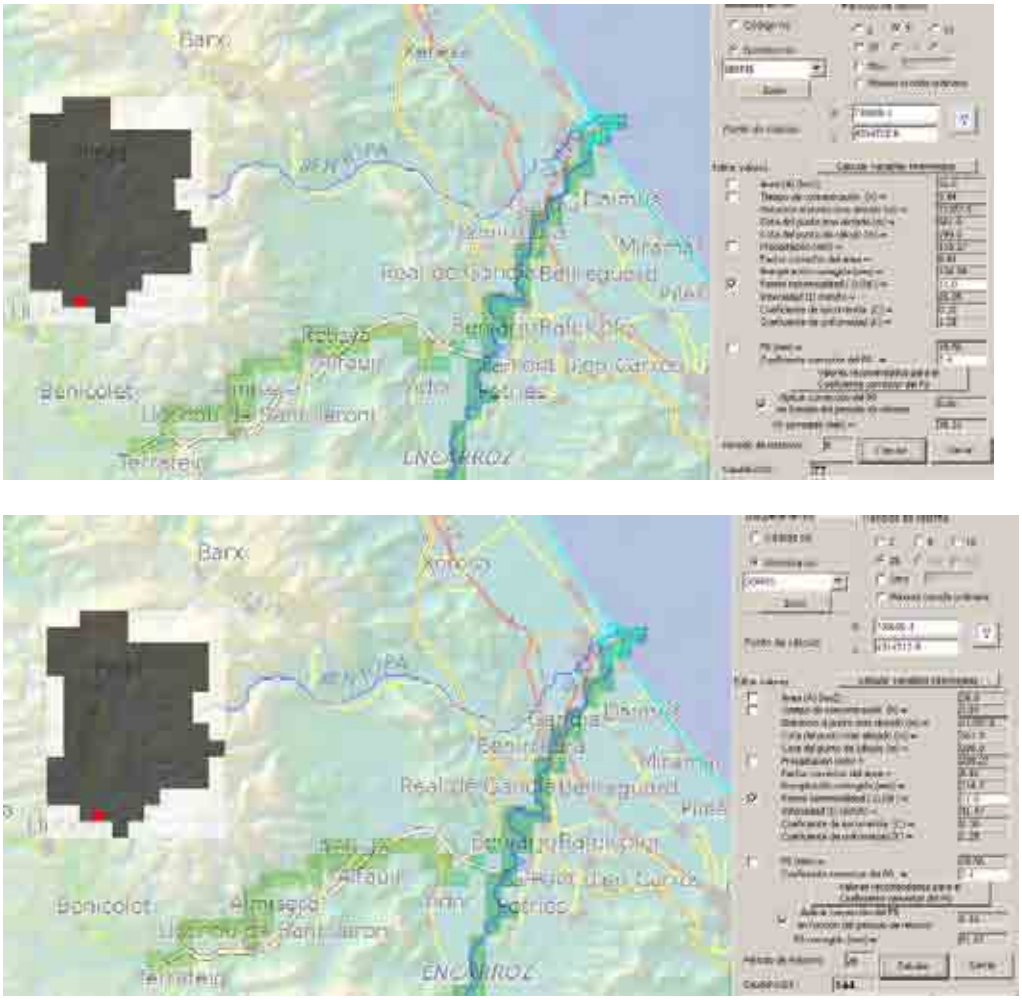


Figura 4. Caudal estimado por la aplicación CMAX en la cuenca del Serpis, para un periodo de retorno de 5 años (superior) y 25 años (inferior).

**REFERENCIAS:**

CEMEX 2011. MAPA DE CAUDALES MÁXIMOS. http://www.magrama.es/eu/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/snzi/Mapa-de-caudales-maximos/default.aspx

Delgado Sánchez J.C., García Teruel A., Nicolás Rodríguez J. 2005. Plan de actuaciones urgentes en la zona afectada por el incendio forestal de Riba de Saelices de los días 16 al 22 de julio de 2005, provincia de Guadalajara. Estudio y análisis de riesgos hidrológicos y erosivos.– La Mancha 2005. TRAGSATEC- Junta Castilla

Elias F. & Ruíz L. 1979. Precipitaciones máximas en España. Estimaciones basada en métodos estadísticos. MAPA.

Ferrer Julia M., Blanco J., Ramírez J. 2006. Propuesta metodológica para la adaptación del parámetro del número de curva a las nuevas fuentes de datos. Actas del III congreso de ingeniería civil. Zaragoza. Colegio de ingenieros de caminos, canales y puertos asociación de ingenieros de caminos, canales y puertos.

Ferrer M., Rodríguez J. y Estrela T. 1995. GENERACIÓN AUTOMÁTICA DEL NÚMERO DE CURVA CON SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA. Ingeniería del Agua. Vol. 2 Num. 4

ICONA 1988. Manual de estados erosivos del Júcar.

Martínez de Azagra A., Mongil J. & del Río J. (2003). Pequeña guía de uso del modelo. MODIPÉ. http://www.oasification.com/archivos/Peque%C3%B1a%20gu%C3%ADa%20de%20uso%20del%20modelo%20MODIP%C3%89.pdf

Mongil Manso, J., 2010. Adaptación de las tablas del Número de Curva para las formaciones vegetales del Parque Nacional de la Caldera de Taburiente (isla de La Palma, España). Boletín Geológico y Minero, 121 (2): 179-188.

MOPU 1990. Instrucción de carreteras 5.2-IC "Drenaje superficial". Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. BOE 123. 23-5-1990.

NRCS, 1986. Urban Hydrology for Small Watersheds, TR-55. United States.

NRCS, 2009. Part 630 HydrologyNational Engineering Handbook. Chapter 7 Hydrologic Soil Groups. ftp://ftp.wcc.nrcs.usda.gov/wntsc/H&H/NEHhydrology/ch7.pdf