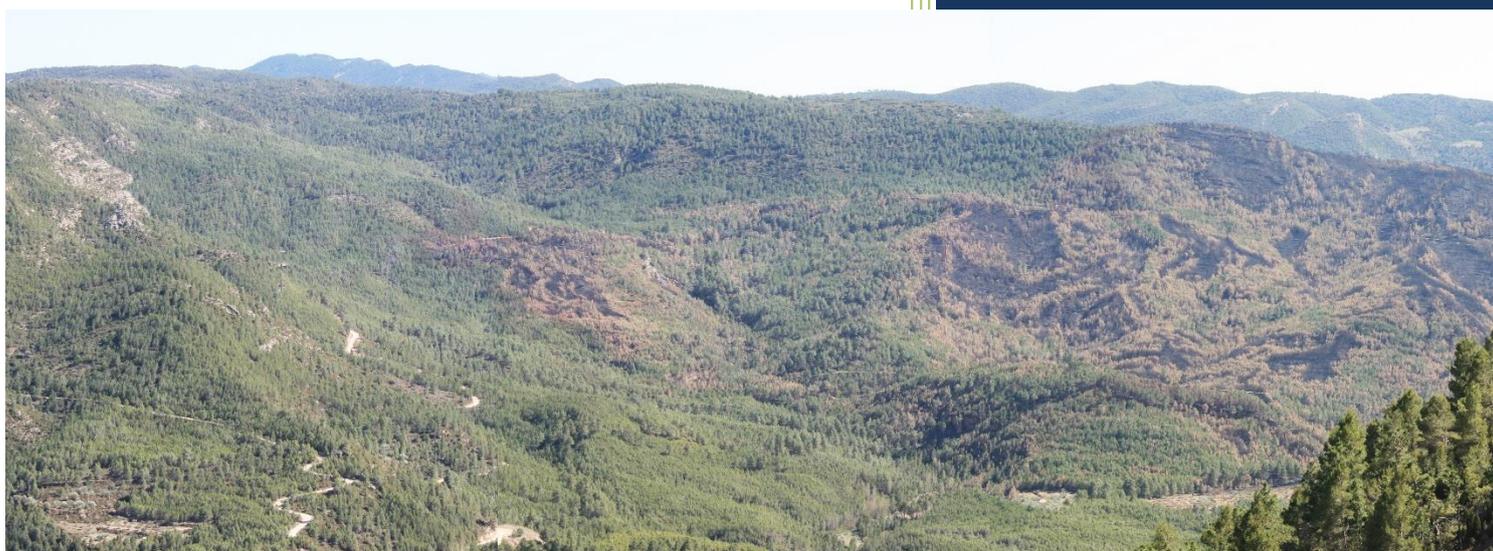


INFORME SOBRE EL IMPACTO DEL INCENDIO FORESTAL DE VILLANUEVA DE VIVER, 2023



Destinatario: *Conselleria d'Agricultura, Desenvolupament Rural, Emergència Climàtica i Transició Ecològica. D.G. Prevenció de incendios*

Redactado por: Alloza J.A., Santana V., Tomás O., Vallejo V.R.

3 de mayo de 2023

INDICE

CONTENIDOS	Página
INTRODUCCIÓN	3
DESCRIPCIÓN DE LA ZONA QUEMADA	4
UNIDADES AMBIENTALES	14
DESCRIPCIÓN VEGETACIÓN	16
SEVERIDAD DEL INCENDIO	19
RIESGO DE EROSIÓN	22
CAPACIDAD DE REGENERACIÓN	24
VULNERABILIDAD ECOLÓGICA	25
RECOMENDACIONES	26
ANEJO 1. LISTADO DE ESPECIES	32

INTRODUCCIÓN

En este informe se describe la evaluación del impacto ecológico del incendio iniciado el 23 de marzo de 2023 que afectó al Alto Mijares, con una superficie quemada de más de 4.500 ha (Tabla 1).

Tabla 1. Distribución de la superficie quemada por municipio (total y % sobre la extensión del término municipal). Datos provisionales, no oficiales.

	Municipio	Superficie quemada (ha) ¹	% Incendio	% Incendio /Total municipio
Aragón	Olba	139	3,1	6,6
	San Agustín	725	16,2	12,8
Comunitat Valenciana	Fuente la Reina	206	4,6	27,5
	Montán	765	17,1	22,4
	Montanejos	947	21,2	25,0
	Puebla de Arenoso	1589	35,6	37,3
	Villanueva de Viver	91	2,0	15,3
	Total	4462		

¹La superficie está referida al perímetro del incendio utilizado en la redacción del informe (Copernicus de 29/03): datos provisionales y no oficiales.

Durante los días 11, 12 y 13 de abril se realizó la prospección de campo aplicando la metodología desarrollada por la Fundación CEAM (Alloza et al., 2014¹). El perímetro provisional del incendio se ha obtenido desde el sistema *Copernicus Emergency Management Service* (Ref.: EMSR656, con fecha 29/03/2023) y se ha incorporado en el sistema informático POSTFIRE². La prospección de campo se ha realizado con el apoyo de la App diseñada por el equipo CEAM para la evaluación del impacto ecológico. En la Figura 1 puede observarse la distribución de los puntos de observación y principales itinerarios realizados en la prospección.

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.

² El sistema POSTFIRE es un proyecto, financiado por la Agencia Valenciana de Innovación, diseñado para facilitar la gestión de la información y toma de datos relacionada con la evaluación del impacto ecológico de los incendios forestales. Actualmente está en la fase final de desarrollo y próximamente se pondrá a disposición del público, en un portal web, los informes y datos de los grandes incendios registrados en la Comunitat Valenciana desde el año 1992.

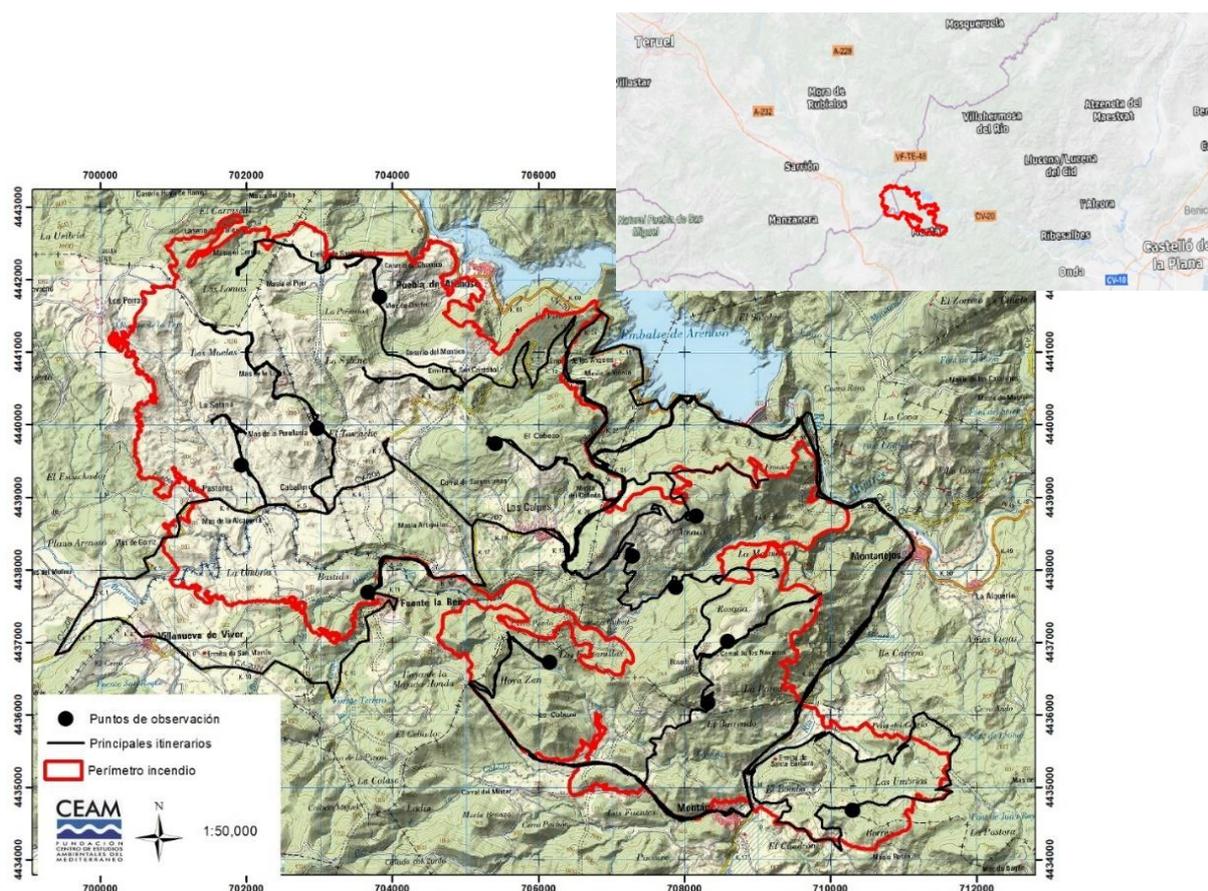


Figura 1. Superior derecha. Localización del perímetro entre Teruel y Castellón. En rojo perímetro provisional tomado de Copernicus Emergency Management Service (29/03/2022); las líneas negras indican los principales itinerarios realizados por la zona quemada; los círculos indican la localización de los puntos de observación.

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA QUEMADA

El área afectada está comprendida mayoritariamente en el dominio climático del quejigo y de los encinares mesomediterráneos (Figura 2). En este tipo de bosques el árbol dominante sería la carrasca (*Quercus ilex ballota*) o, en las zonas más húmedas y frías, el quejigo. Sin embargo, actualmente dentro del perímetro del incendio únicamente se encuentran ejemplares aislados o pequeños bosquetes de estas especies.

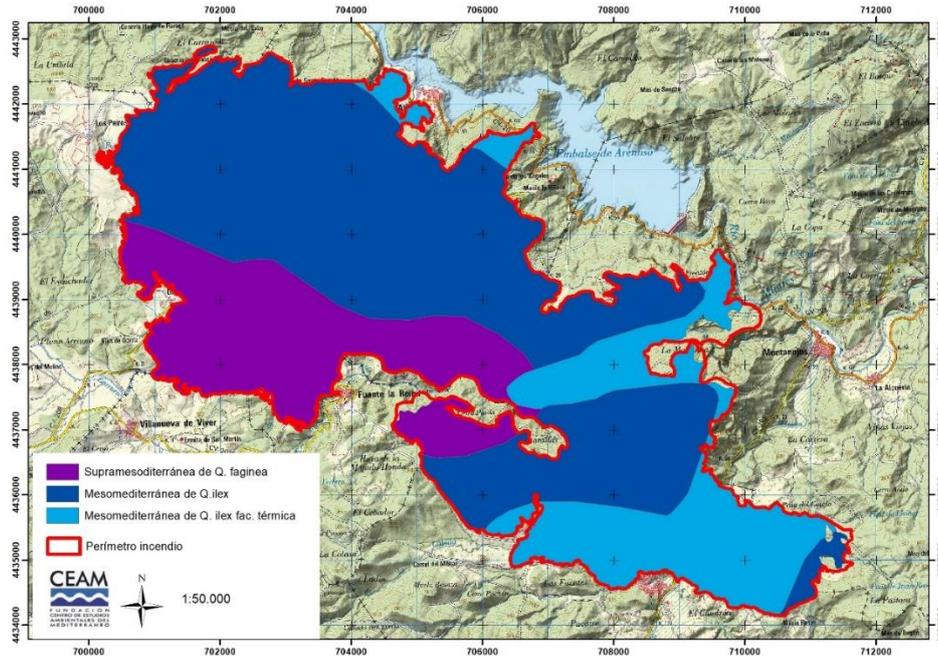


Figura 2. Distribución de las series climáticas (según Rivas Martínez).

Prácticamente toda la superficie afectada por el incendio ha sido cultivada en el pasado (Figura 3), lo que ha conllevado la eliminación de ambas especies en gran parte del territorio.

Actualmente, la superficie quemada estaba cubierta por vegetación forestal, casi exclusivamente pinar adulto de pino carrasco (con algún pie aislado de pino rodeno), que ha ido colonizando los campos que se han ido abandonando progresivamente (Figura 3). Según la cartografía SIOSE-2014 (Figura 4), la superficie forestal ocupa el 96% de la superficie quemada, con un claro predominio de la superficie arbolada (75% del total de la superficie; Tabla 2).

Tabla 2. Distribución de usos del suelo según cartografía SIOSE

Uso del suelo	Superficie (ha)	%
Urbano	10	0,2
Agrícola	182	4,1
Matorral-pastizal	944	21,2
Coníferas	3.126	70,1
Frondosas	197	4,4

Sin embargo, analizando la distribución de la vegetación con cartografía procedente de sensores LIDAR, se comprueba que la presencia de arbolado está prácticamente generalizada por toda la superficie del incendio (Figura 5).

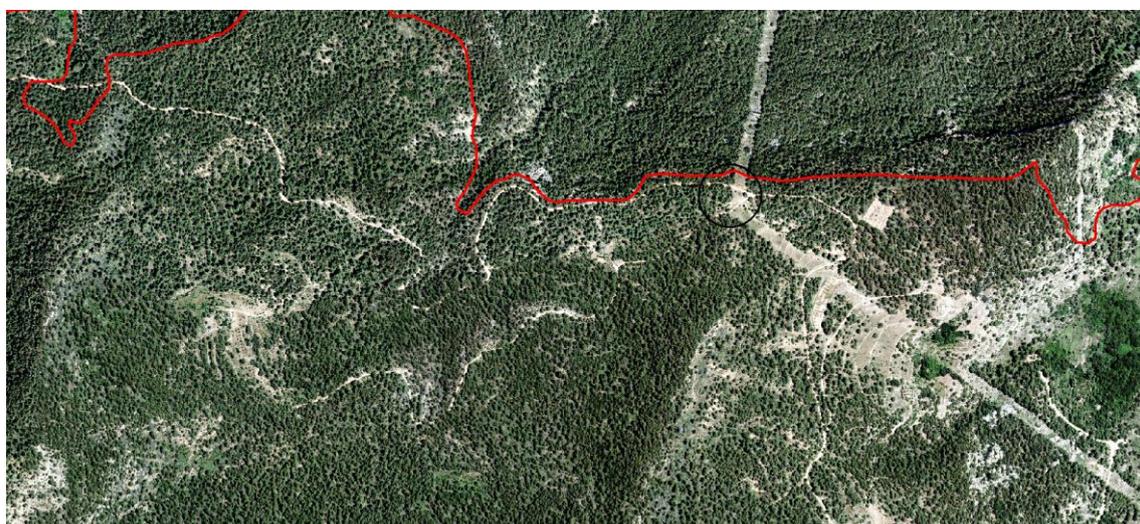


Figura 3. Distribución de los usos del suelo en el entorno de la ermita de Santo Tomás (Puebla de Arenoso). Superior, imagen de 1956; centro: estado previo al incendio (la imagen cubre una superficie de 235 ha); inferior: estado actual de la ermita, parcialmente afectada por el incendio.

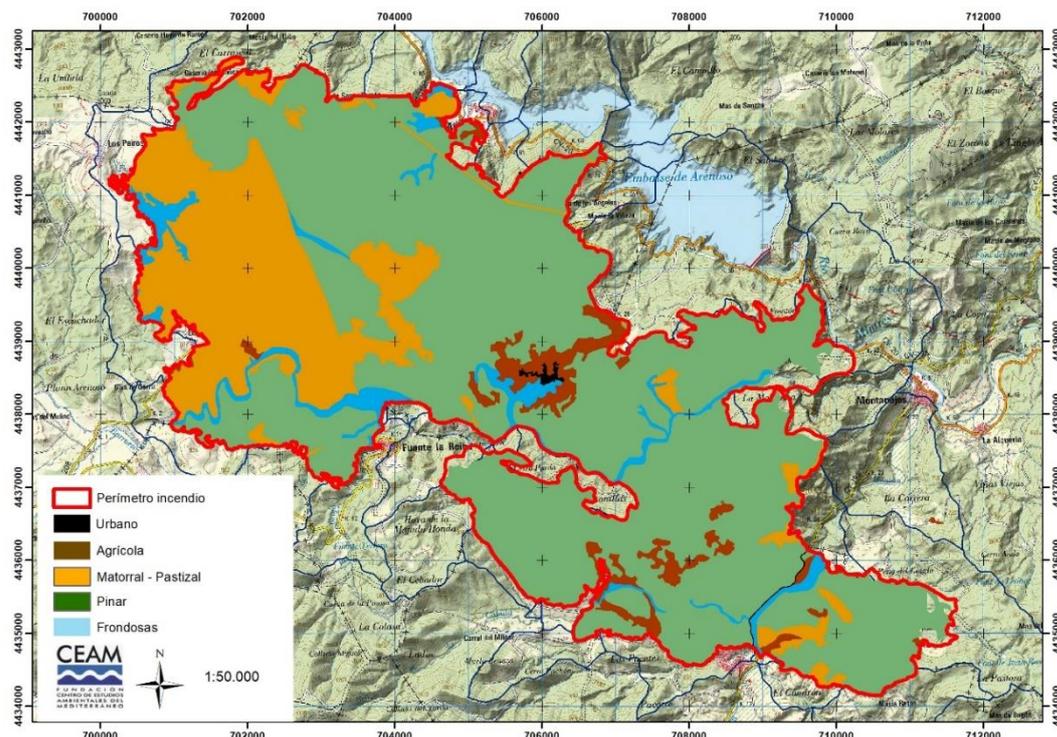


Figura 4. Distribución de usos del suelo según cartografía SIOSE- 2014.

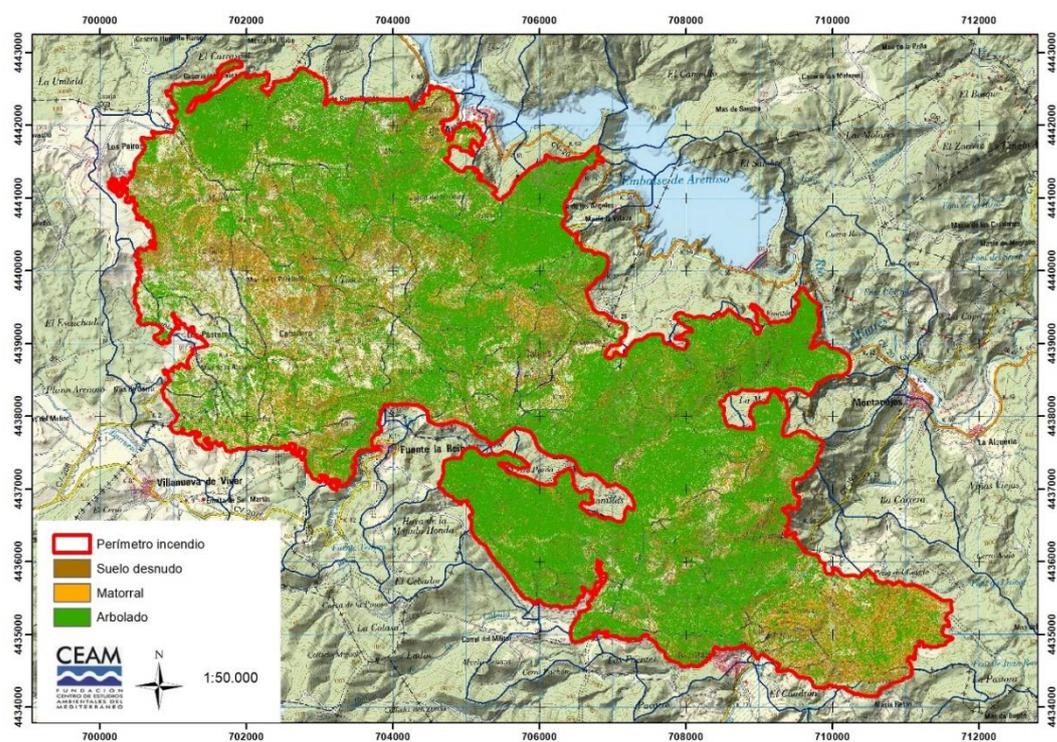


Figura 5. Distribución de usos del suelo (clasificado por la altura de la vegetación) según el Modelo Digital de Superficie obtenido con datos LIDAR. *Elaboración propia con cartografía IGN.*

En la prospección de campo se ha podido constatar que la distribución de arbolado de pino carrasco era bastante generalizada por toda la zona del incendio, colonizando laderas y cultivos abandonados, aunque con diferente fracción de cabida cubierta y densidades.

Toda la superficie quemada perteneciente a la Comunitat Valenciana está dentro de la ZEPA Serra d'Espadà. El incendio también ha quemado 3.263 ha del LIC Curs alt del riu Millars. La zona quemada en la parte de Aragón se encuentra dentro del Ámbito de protección del *Austropotaqmobius pallipes* (cangrejo de río europeo). Próximo al perímetro del incendio, pero sin resultar afectado, se encuentra el paraje municipal "Castillo de Arenós" (Figura 6).

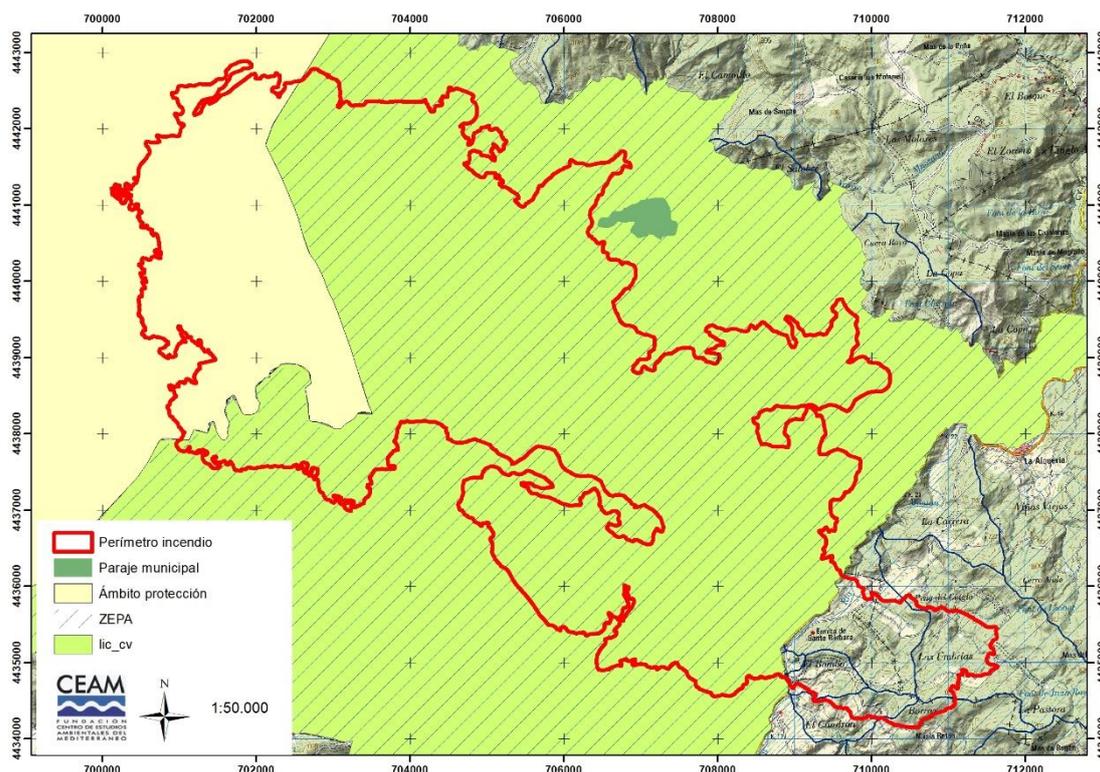


Figura 6. Figuras de protección dentro del área afectada por el incendio. Fuente: Instituto cartográfico Valenciano.

En cuanto a la propiedad del suelo, el incendio se ha propagado mayoritariamente por suelo privado, afectando únicamente a 543 ha de suelo público (176 ha en Aragón y 367 ha gestionadas por la Generalitat; Figura 7). En el monte público de la Comunitat Valenciana se habían realizado repoblaciones forestales en 1980, con pino carrasco (y rodeno como especie secundaria) y, posteriormente, otras de menor extensión bajo cubierta arbórea (en este caso con carrasca como especie principal).

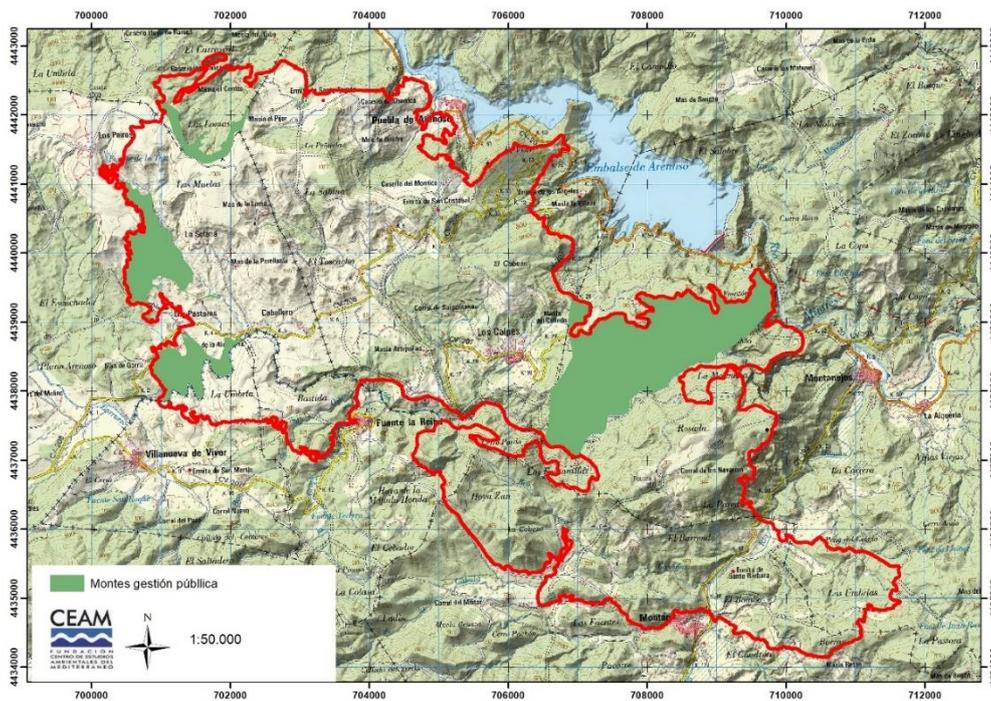


Figura 7. Localización de los montes públicos afectados por el incendio. Fuente: Instituto cartográfico Valenciano.

En los últimos 30 años, dentro del perímetro del actual incendio, se han quemado 353 ha en incendios previos, destacando 322 ha quemadas en el gran incendio de Espadilla de 1994 y otras 31 ha en un incendio de 1993 (Figura 8).

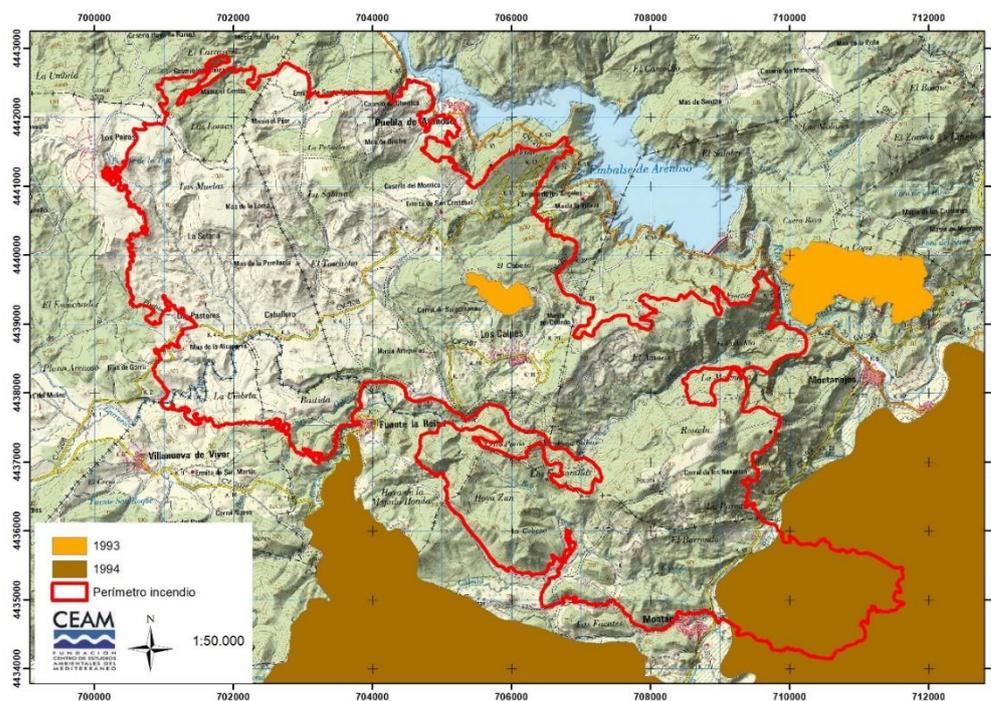


Figura 8. Superficie afectada por incendios previos (durante el periodo 1993-2020). Fuente: cartografía D.G. prevención de incendios

Relieve e hidrología

El relieve presenta un gradiente altitudinal noroeste-sureste con una cota máxima de 1.036 m (en Las Muelas, término municipal de San Agustín), frente a la cota más baja de 487m situada en el río Mijares, próximo a Montanejos (Figura 9).

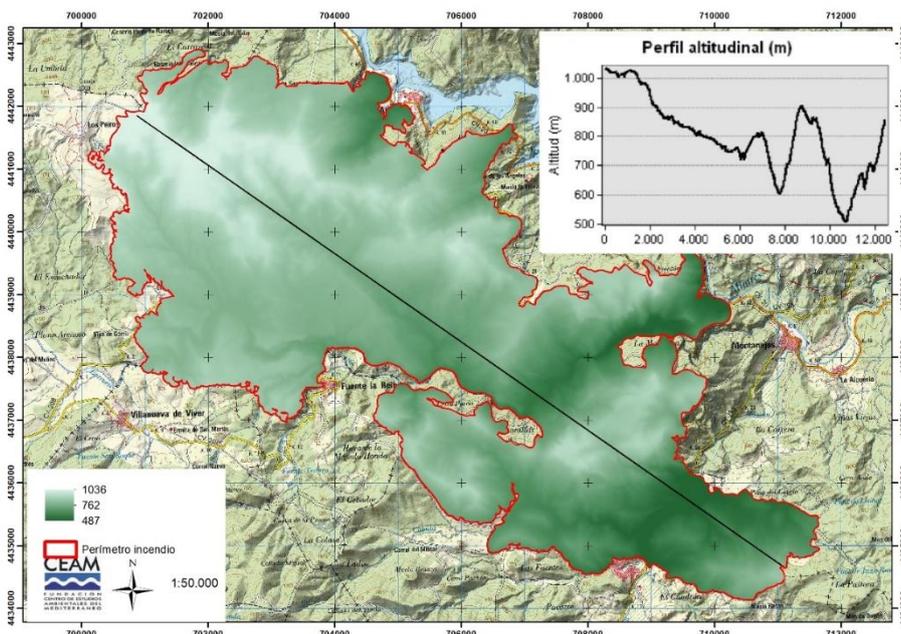


Figura 9. Modelo digital de elevaciones, con perfil altitudinal desde la zona noroeste al sureste del incendio. Fuente: MDT IGN, 2 m de resolución.

Más del 30% de la superficie quemada presenta pendientes superiores al 45%; por el contrario, el 50% de la superficie se sitúa en pendientes inferiores al 30% y un 20% del territorio presenta pendientes entre el 30-45% (Figura 10). Las pendientes más abruptas se sitúan en la parte sur del incendio.

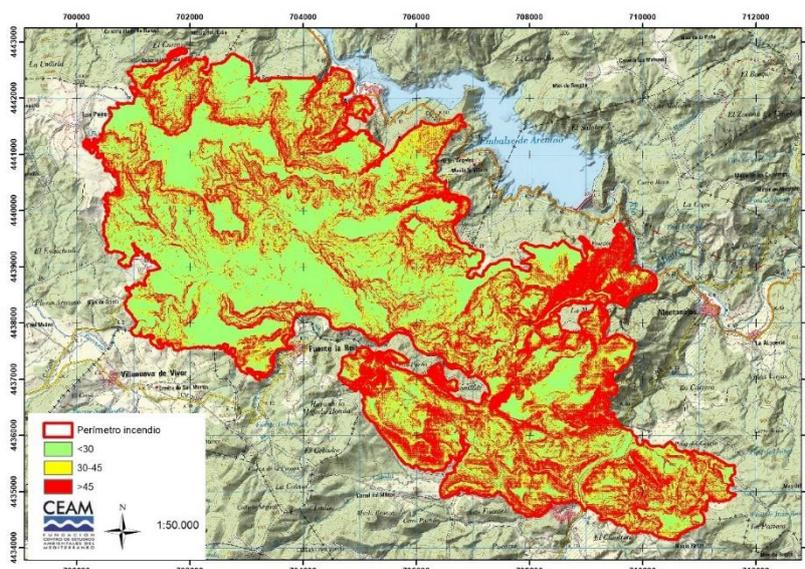


Figura 10. Distribución de pendientes. Elaboración propia con MDT del IGN.

El relieve está configurado en torno a tres cursos fluviales: el río Mijares en el extremo este, el barranco de La Maimona en la parte central y el río Montan en la parte sur (Figura 11). Esta configuración origina que el 38% del territorio tenga una orientación sur (comprendida entre sudeste y sudoeste o entre 112 y 247º; Figura 12).

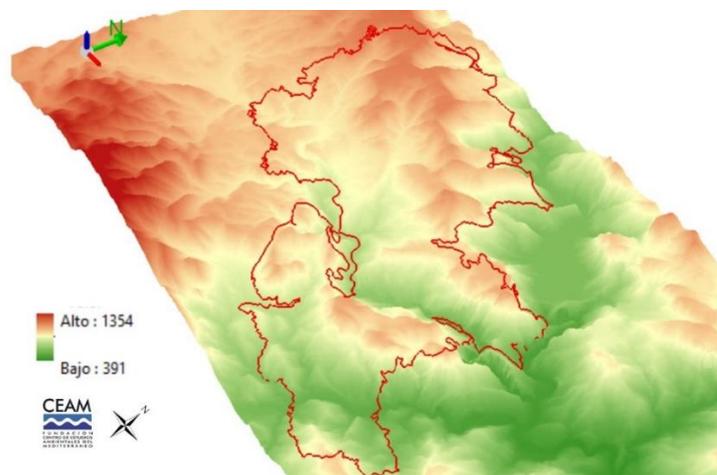


Figura 11. Representación en 3D del relieve de la zona. En rojo el perímetro del incendio. *Elaboración propia en base al MDT.*

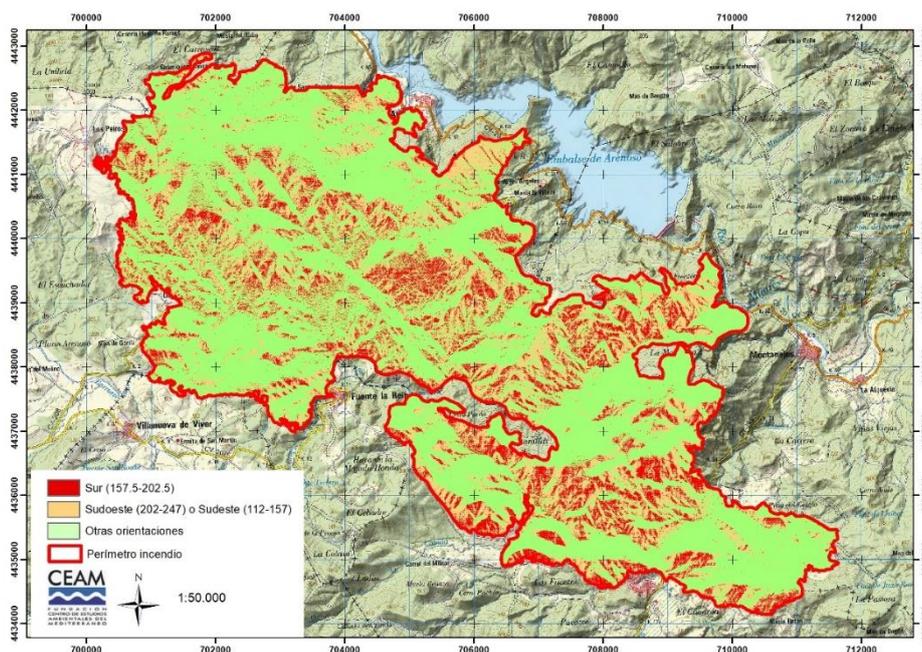


Figura 12. Representación de las pendientes con marcado carácter de solana (sudoeste, sur y sudeste o con orientación comprendida entre 112-202º).

Toda la zona vierte sus aguas directamente en el Río Mijares o a su afluente, el Río Montan. Según la información del PATRICOVA (Plan de Acción Territorial de Riesgo de Inundación) en los alrededores del núcleo urbano de Montanejos hay delimitadas unas zonas con riesgo bajo de inundación (Figura 13), riesgo derivado de la presencia de zonas con peligrosidad geomorfológica y zonas con frecuencia baja de inundaciones (500 años) y calado alto (>0.8 m), es decir, con nivel

de peligrosidad 5. Igualmente, en las proximidades de El Caballero, PATRICOVA registra otra zona con peligrosidad 6 (Figura 13).

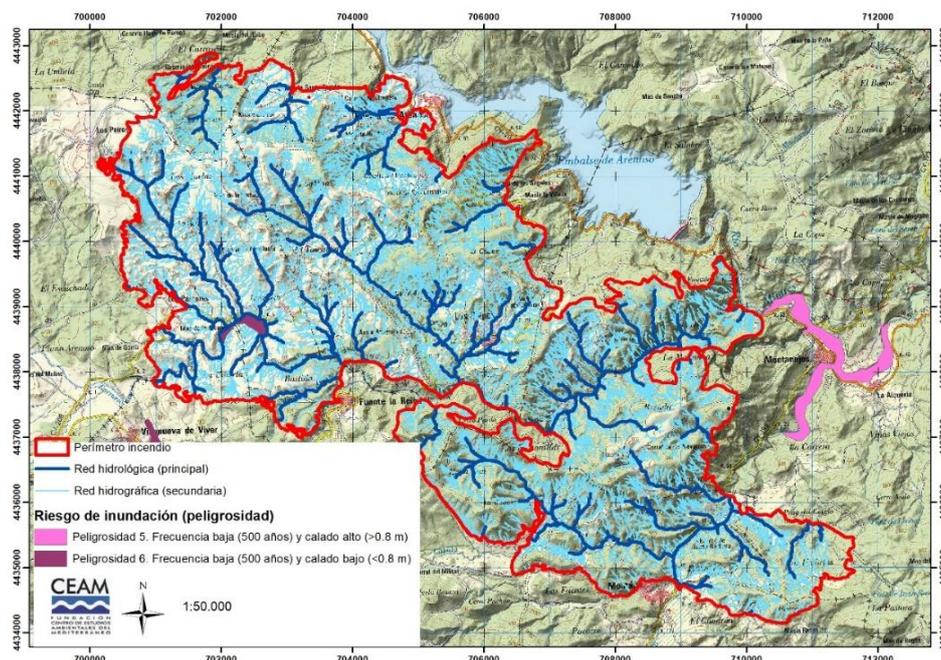


Figura 13. Distribución de la red hidrográfica (de primer nivel y secundaria) con identificación de zonas con peligrosidad por inundación (nivel 5 y 6). Fuente: *Elaboración propia y Cartografía PATRICOVA.*



Figura 14. Izquierda: Río Mijares en el entorno de La Fuente de los Baños de Montanejos (no afectada por el incendio). Derecha: Imagen del Barranco de La Maimona que cruza la zona del incendio de norte a sur.,

Litología y suelos

Según el mapa geológico (Figura 15), las litologías que afloran en la zona del incendio corresponden mayoritariamente a formaciones del Terciario-Cuaternario (zona norte y centro) y Triásico (Sur). Los materiales del Terciario son conglomerados de areniscas y arcillas y margas; los materiales del Triásico son fundamentalmente calizas (Muschelkalk) con margas y arcillas (Keuper); con menor extensión también hay presencia de afloramientos de margas del Cretácico. En general, por toda la zona abundan profundos depósitos sedimentarios de elementos finos, lo

que da lugar a suelos carbonatados, poco pedregosos y muy profundos, lo que ha favorecido su puesta en cultivo.

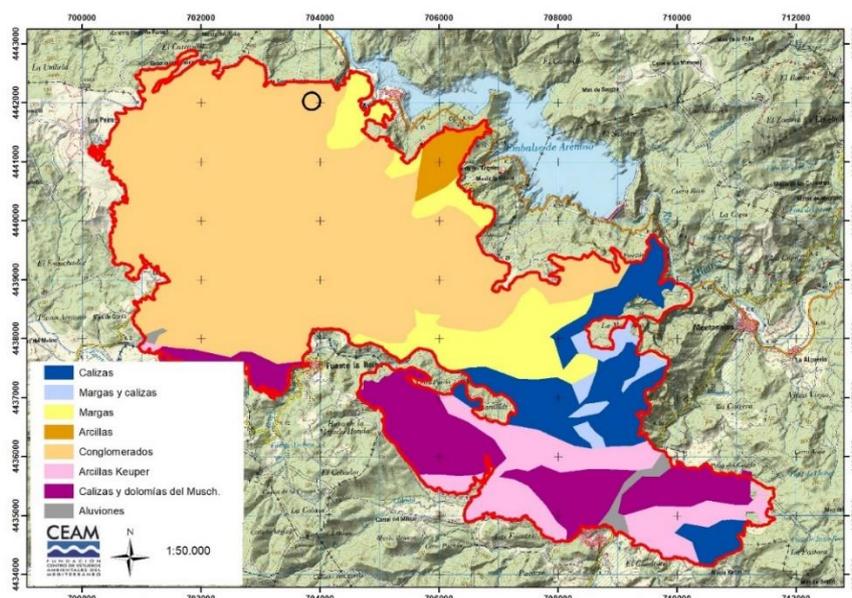


Figura 15. Distribución litologías dominantes (Fuente: Instituto Geológico y Minero, 1:50000).



Figura 16. Sedimentos en laderas. Izq.; coluviones. Derecha: arcillas.

Clima

En la Tabla 3 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. La precipitación anual se sitúa en torno a los 500 mm, aunque el observatorio de Barracas registra precipitaciones inferiores. Las precipitaciones máximas en 24 h se sitúan sobre los 58 mm (para periodo de retorno de 5 años; el máximo en el Comunitat está cifrado en 209,8 mm en Pego). La única estación próxima con temperatura indica un promedio anual próximo a los 15°C (Tabla 3).

Tabla 3. Valores promedio de las estaciones termo-pluviométricas situadas en las proximidades de la zona quemada (Atlas Climático de la Comunidad Valenciana, 1961-1990).

LOCALIDAD	Altitud m	Temper. °C	Precipit mm	Precip. Máxima diaria periodo retorno	
				2 años	5 años
Arañuel	406	14,7	539		
Barracas	981		330	35,5	57,9
Montanejos	460		508		

Según los datos del proyecto SPAIN02³, en la zona se registra una precipitación promedio anual de 549 mm (promedio del periodo 1950-220). Durante este periodo, únicamente en tres años se han registrado precipitaciones superiores a los 100 mm en 24 horas. Estos registros corresponden a los años 1988, 2000 y 2018. La precipitación máxima en 24 horas se sitúa en 142 mm, registrada el año 2000. La temperatura media se cifra en 13,4 °C, aunque con un marcado gradiente oeste (12,44 °C) – este (14,4°C).

Según los datos de las estaciones del S.A.I.H de la Confederación del Júcar, la distribución de precipitaciones en el último año ha sido notablemente inferior al promedio histórico. Así, en el Observatorio de Pina de Montalgrao en el último año únicamente se ha registrado una precipitación total de 160 mm, con un periodo seco (ausencia de precipitaciones superiores a 5 mm) que se prolonga desde el 13/12/2020(Figura 17).

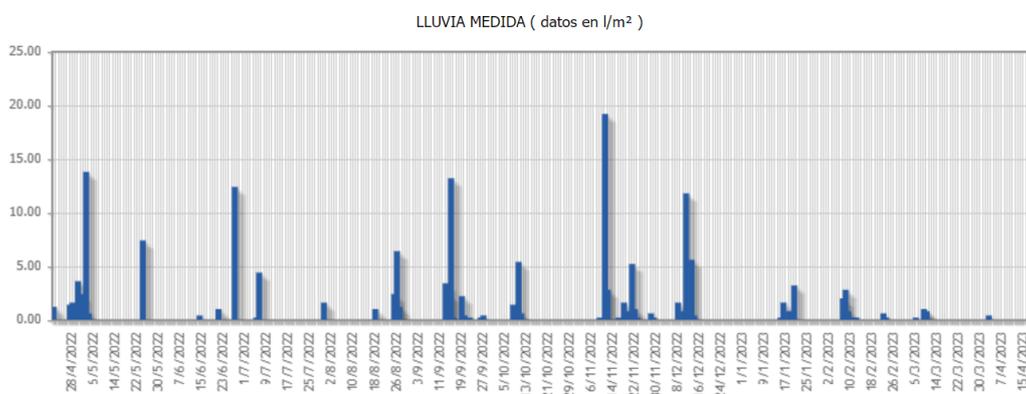


Figura 17. Distribución de la precipitación diaria registrada en el pluviómetro SAIH de la Confederación del Júcar en Pina de Montalgrao (Superior): período comprendido entre 21/04/2022 y 15/04/2023.

Desde el incendio hasta la prospección de campo no se han registrado precipitaciones significativas.

UNIDADES AMBIENTALES

Por las características dominantes de vegetación y litología de la zona quemada, mayoritariamente homogéneas y similares a lo largo del perímetro, solamente se distinguen dos unidades ambientales diferenciadas. La vegetación se compone principalmente de pinar de carrasco (*Pinus halepensis*), colonizando antiguos campos de cultivo abandonados desde mediados del siglo pasado. Las litologías son mayoritariamente blandas y deleznable, motivo por el que han sido cultivadas, y varían principalmente entre margas, arcillas, y coluviones margo-calizos. La principal característica de la zona quemada, y que posteriormente tendrá efecto diferencial en la vulnerabilidad ecológica, es la severidad del incendio. La severidad a lo largo de la zona quemada ha sido muy variable, alternando severidades bajas y medias con severidades altas y muy altas en las copas del pinar (ver apartado de severidad para mayor detalle de la severidad del incendio). Por este motivo se han considerado dos unidades (Figura 18): (i) Severidad en copa alta-muy alta, y (ii) severidad en copa baja-media.

³ Datos procedentes del promedio de 12 cuadrículas de 5*5 km alrededor del perímetro del incendio.

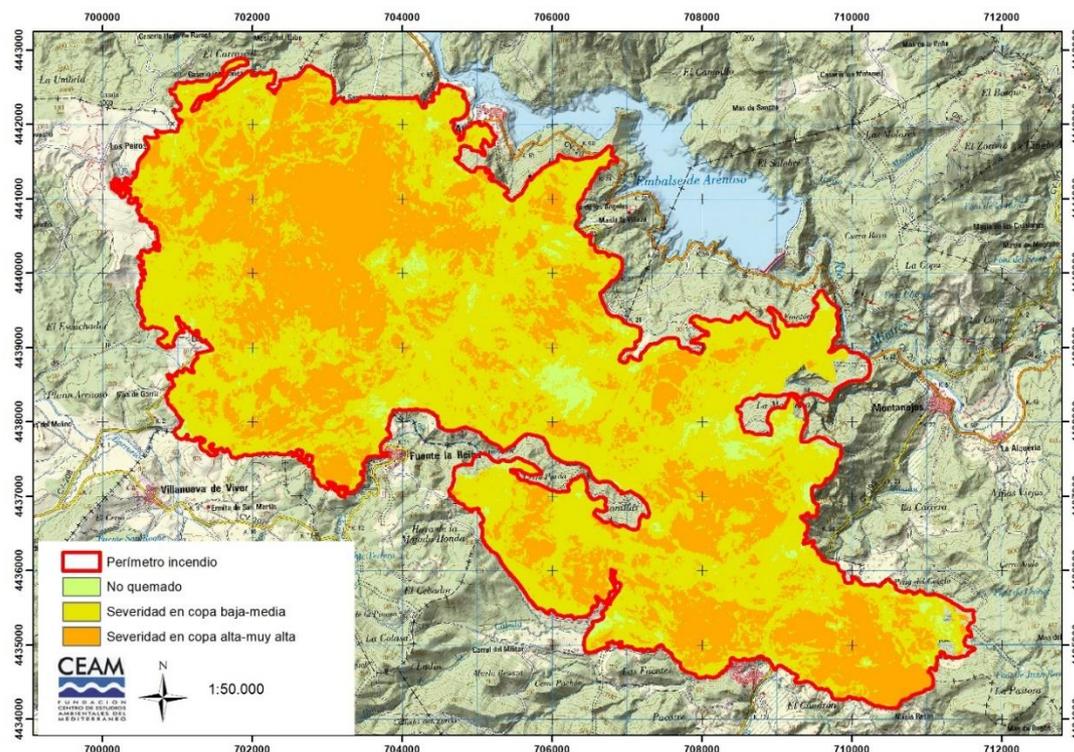


Figura 18. Distribución de las unidades ambientales consideradas en el informe en base a la severidad del incendio estimada por teledetección (ver apartado de Severidad).

La unidad de “severidad en copa de alta-muy alta” ocupa un 39% de la zona quemada, y se localiza principalmente en la zona noroeste de la zona quemada, entre las poblaciones de Fuente de la Reina y la Puebla de Arenoso. También existe parte de esta unidad en la zona más al sur, en los alrededores de Montán. Por otro lado, la unidad de “Severidad en copa baja-media” se encuentra intercalada entre la unidad anterior, y ocupa una superficie de 56% (Figura 19).



Figura 19. Imágenes de las dos unidades definidas en el incendio de Villanueva de Viver de 2023. Izquierda, zona quemada con severidad baja y media en el Barranco de Maimona. Derecha, zona quemada con severidad alta y muy alta en la zona de la Solana.

DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN

La vegetación de las unidades ambientales descritas es la misma, aunque afectada por diferente severidad del incendio. El estrato arbóreo está dominado por un pinar de pino carrasco (*P. halepensis*) originado de forma mayoritaria por regeneración natural (Figura 20). En el momento del incendio, el pinar alcanzaba una cobertura promedio del 58% (Tabla 4), con una densidad media de 659 individuos/ha y una altura media de 13 m. Se trata de un pinar en estado de desarrollo maduro, donde aproximadamente el 47% de los individuos se encuentran en estado de fustal y el 41% en latizal. Solamente el 11% se encontraba en estado de monte bravo. A pesar de ser una masa mayoritariamente homogénea, existen algunas variaciones en su estructura en función del microambiente o la historia de incendios previos. En las zonas de mayor insolación y de orientación sur, el pinar era más disperso y alcanzaba densidades menores (alrededor de 100 individuos/ha) como por ejemplo en la zona de “La Solana” al noroeste de la zona quemada. Por otro lado, las mayores densidades se encontraron en zonas concretas regeneradas a partir de los incendios previos de 1993 y 1994, con densidades que podrían superar los 2800 individuos/ha en los alrededores de Los Calpes y Montán. De forma puntual, se pudo observar presencia de individuos aislados o pequeños rodales de pino rodeno (*Pinus pinaster*) mezclado con el pino carrasco (*P. halepensis*). Es el caso, por ejemplo, de la zona de “Las Muelas” o el final del “Camino de la Loma Rosada”.

Tabla 4. Características estructurales de la masa de pinar de carrasco en la zona afectada por el incendio de Villanueva de Viver de 2023.

	Promedio	Máximo	Mínimo
Cobertura (%)	58	90	5
Densidad (ind/ha)	659	2800	100
Altura (m)	13	18	5
Estado de desarrollo (%)			
Monte bravo	11	50	0
Latizal	41	66	0
Fustal	47	100	0



Figura 20. Pinar afectado de forma heterogénea por el Incendio de Villanueva de Viver de 2023. Zona de las Lomas.

A nivel arbóreo se encontraba, de forma puntual, la carrasca (*Quercus ilex*), con coberturas que en algún caso podían llegar al 25% (Tabla 5). Otras especies arbóreas detectadas fueron el roble valenciano (*Quercus faginea*) y el olivo (*Olea europaea*), este último remanente de la época de cultivo. En estos últimos casos no superaban el 5% de cobertura.

Tabla 5. Rango de cobertura máximo y mínimo por especies dominantes y por estratos en la vegetación afectada por el incendio de Villanueva de Viver de 2023.

Estrato	Nombre científico ⁴	Nombre común	Regeneración	Cobertura (%)
Arbóreo	<i>Pinus halepensis</i>	Pino carrasco	Germinadora	5-90
	<i>Quercus ilex</i>	Carrasca	Rebrotadora	0-25
Matorral	<i>Ulex parviflorus</i>	Aliaga	Germinadora	0-35
	<i>Salvia rosmarinus</i>	Romero	Germinadora	0-30
	<i>Juniperus phoenicea</i>	Sabina	No regenera	0-25
	<i>Juniperus oxycedrus</i>	Cade	Rebrotadora	0-20
	<i>Rubus</i> sp.	Zarza	Rebrotadora	0-15
	<i>Erica multiflora</i>	Brezo	Rebrotadora	0-15
	<i>Quercus coccifera</i>	Coscoja	Rebrotadora	0-7
Herbáceo	<i>Brachypodium retusum</i>	Lastón	Rebrotadora	5-85
	<i>Brachypodium phoenicoides</i>	Botea	Rebrotadora	0-25

Respecto al matorral, se estimó una cobertura total promedio de 33%, aunque fue altamente variable entre un mínimo de 6% y un máximo del 62% (Tabla 6). Las especies de matorral germinador eran dominantes, con coberturas que podían llegar al 30%. En este caso las principales especies fueron la aliaga (*Ulex parviflorus*) y el romero (*Salvia rosmarinus*). De la cobertura total de matorral, sólo un 13% de cobertura promedio pertenecía a especies de matorral rebrotadoras. Estas especies rebrotadoras fueron principalmente el cade (*Juniperus oxycedrus*), el brezo (*Erica multiflora*), la zarza (*Rubus* sp.) y la coscoja (*Quercus coccifera*) (Figura 21).

Tabla 6. Coberturas totales y por estratos de la vegetación afectada por el incendio de Villanueva de Viver de 2023. Se distingue entre la vegetación sólo con capacidad de rebrote y la vegetación total. La vegetación total incluye las especies con capacidad de rebrote junto las especies con regeneración por germinación.

Estrato	Cobertura (%)		
	Promedio	Mínimo	Máximo
Vegetación total	83	70	95
Vegetación rebrotadora	56	31	90
Arbóreo total	63	35	90
Arbóreo rebrotador	5	0	25
Matorral total	33	6	62
Matorral rebrotador	12	0	22
Herbáceo total	40	6	85
Herbáceo rebrotador	40	6	85

⁴ En el Anejo 1 se detalla el nombre científico, en valenciano y castellano, así como la estrategia de regeneración postincendio de las especies relacionadas en el informe.

El estrato herbáceo fue dominado por el lastón (*Brachypodium retusum*) con coberturas que podían llegar a alcanzar el 85% (Tabla 5). De forma puntual, se encontraron especies herbáceas acompañantes como la botea (*Brachypodium phoenicoides*) y el junquillo azul (*Aphyllantes monspeliensis*). De forma general, el promedio de herbáceas rebrotadoras estuvo alrededor del 40% (Tabla 6). De forma general, y teniendo en cuenta todos los estratos de la vegetación, la cobertura total de la vegetación fue alta, con máximos del 95% y un promedio del 83%. De esta cobertura total, el 56% correspondía a especies con capacidad de rebrote.



Figura 21. Arriba izquierda, pinar disperso de baja densidad en la zona de la Solana. Arriba derecha, Carrasca afectada por el incendio. Abajo izquierda, detalle de vegetación herbácea (lastón) afectada por el incendio. Abajo derecha, sotobosque afectado por el incendio en laderas cercanas a “La Cabeza”.

A pesar de que el pinar maduro de carrasco fue la vegetación dominante en la zona incendiada, también se pueden encontrar de forma puntual otro tipo de formaciones vegetales, aunque su superficie respecto al total no es significativa. En zonas de barranco con cursos de agua permanente se encuentra vegetación típica de ribera como chopos, sauces y arces. Este tipo de vegetación se puede observar en el fondo del barranco de la Maimona o barrancos cercanos a Fuente de la Reina (Figura 22). En zonas de umbrías o fondos de barranco también se puede observar pequeños bosquetes de roble valenciano como en la zona de “La Umbria”, al noroeste de la zona quemada.



Figura 22. Izquierda, zona de umbría con presencia de rodales de *Quercus faginea* en los alrededores de Fuente de la Reina. Derecha, vegetación típica de ribera afectada por el fuego en los alrededores de Montán.

SEVERIDAD DEL INCENDIO

De forma general, la severidad del incendio ha sido valorada en base al índice dNBR, calculado a partir de imágenes espectrales de SENTINEL-2. La severidad del incendio se entiende como la pérdida de biomasa de la vegetación y de necromasa del suelo como consecuencia del paso fuego. Simplificando, el índice dNBR nos sirve como indicador de la proporción de materia orgánica consumida por el fuego respecto a la inicial. Mediante este índice se observa que la severidad del incendio fue variable dentro de la zona quemada (Figura 23).

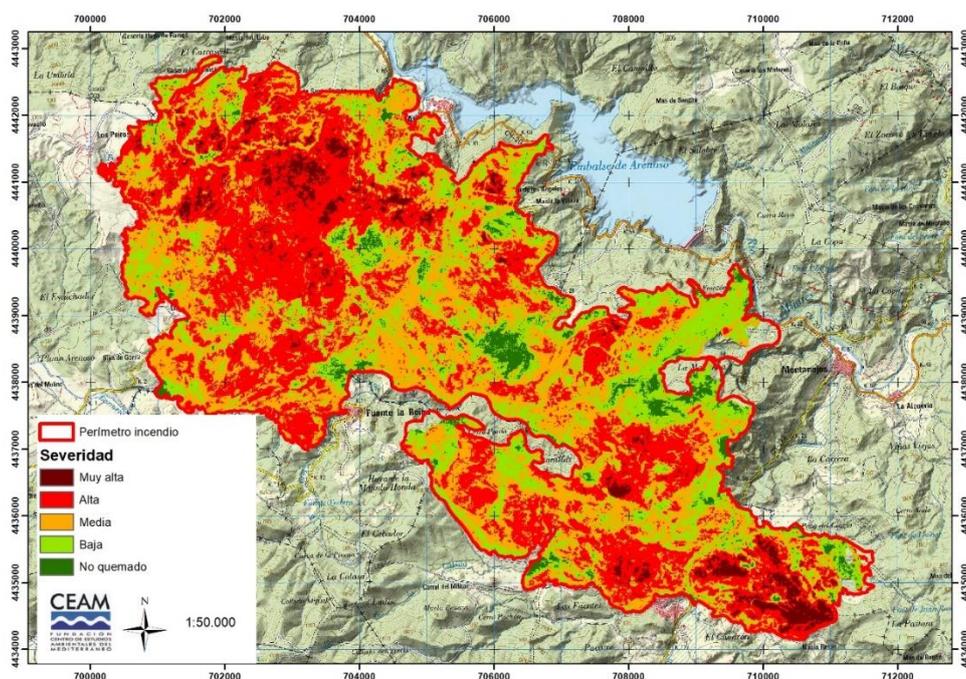


Figura 23. Mapa de severidad del índice dNBR obtenido mediante teledetección. Para su obtención, se ha calculado la diferencia proporcional en las bandas NIR y SWIR obtenidas con el satélite SENTINEL-2. Esta diferencia se ha calculado entre los días disponibles previos más cercanos a la fecha del incendio (21 de marzo) y los días posteriores más cercanos a la extinción del incendio (31 de marzo).

La categoría que mayor proporción ocupa en la zona quemada es la severidad media, con el 35% de la superficie quemada, que junto la severidad baja (21%) suman un 56% de la superficie con afección del fuego moderada (Tabla 7). Estas dos categorías conforman la unidad ambiental de “Severidad en copa baja-media”. Dentro del perímetro, se detectó un 5% de la superficie que no había sido quemada. Con mayor afección, encontramos un 34% de la superficie afectada con severidad alta y solamente 5% con severidad muy alta. Estas dos categorías conforman la unidad ambiental de “Severidad en copa alta-muy alta”. Las zonas con mayor afección de severidad la podemos encontrar en la parte noroeste de la zona quemada, comprendida al suroeste de la Puebla de Arenoso y el noroeste de Fuente de la Reina (Figura 23). En los alrededores de Montán también se encuentra una superficie importante afectada por severidad alta. En el resto de la zona quemada se alterna un mosaico de severidades de diferentes intensidades, en la que predomina la severidad media (Figura 23).

Tabla 7. Ocupación de las diferentes categorías de severidad definidas mediante el índice de severidad dNBR en la zona quemada. Se describe la correspondencia de las diferentes categorías con la incidencia de la severidad en el arbolado.

Categoría severidad	Superficie (Ha)	Proporción (%)	Descripción
Muy alta	196	5	Las hojas de la copa se han consumido completamente.
Alta	1523	34	La copa se ha visto afectada por la llama, pero contiene más del 50% de las hojas secas.
Media	1595	35	El tronco se ha visto parcialmente quemado, pero más del 50% de la copa se mantiene verde.
Baja	979	21	La copa se mantiene verde, pero se ha quemado el sotobosque y la base del tronco.
No quemada	227	5	No afectada.

La aproximación a través de teledetección mediante el índice dNBR sirve para dar una valoración a nivel global del incendio. No obstante, no permite diferenciar la afección en la hojarasca del suelo y el sotobosque. La afección a diferentes niveles puede variar y, valorarla a nivel de detalle es fundamental para determinar los posibles efectos en la capacidad de regeneración y el riesgo de erosión del ecosistema. Por lo tanto, durante la prospección de campo también se realizó una estima *in situ* en los puntos de muestreo de la severidad del incendio. De esta manera, podemos estimar la severidad en diferentes estratos del ecosistema, como el sotobosque y la hojarasca del suelo para las diferentes unidades ambientales (Tabla 8).

Tabla 8. Valoración de la severidad mediante observaciones de campo para los estratos de sotobosque y hojarasca del suelo. Se indica el porcentaje de puntos de muestreo donde se observó cada una de las categorías utilizadas.

Categoría severidad	Estrato	Indicador	Severidad (% afección)				Severidad global
			Baja	Media	Alta	Muy alta	
Severidad en copa alta-muy alta	Sotobosque	Matorral	0	0	17	83	Muy alta
		Herbáceo	0	17	83	-	
	Suelo	Consumo hojarasca	0	17	83	-	Alta
		Cenizas blancas	0	66	34	0	
Severidad en copa baja-media	Sotobosque	Matorral	0	0	100	-	Alta
		Herbáceo	0	0	100	-	
	Suelo	Consumo hojarasca	0	60	40	-	Media/Alta
		Cenizas blancas	0	40	40	20	

En base a las observaciones de la prospección de campo, se constató que en la unidad de “severidad en copa alta-muy alta” el matorral se encontró mayoritariamente consumido con severidad muy alta, de la misma manera que las especies herbáceas también se vieron totalmente consumidas (83% de los puntos). La severidad en el suelo también siguió el mismo patrón que el sotobosque, y el consumo de la hojarasca fue total en el 83% de los puntos (Figura 24, Tabla 8). No obstante, la presencia de cenizas blancas en el suelo, indicando un alto consumo de materia orgánica y muy alta severidad, fue baja. Sólo se encontró de forma puntual, y bajo acúmulo de combustible en el 35% de los puntos.



Figura 24. Imágenes de vegetación afectada con severidad muy alta (izquierda), en la zona de El Toscacho. Paisaje afectado con severidad en copa alta-muy alta en los alrededores de Montán.

Respecto a la unidad de “severidad en copa baja-media”, la severidad en el matorral fue algo menor. En este caso la severidad fue alta en todos los puntos muestreados (100% de los puntos), quedando algunas hojas y ramillas finas por consumir. La vegetación herbácea fue totalmente consumida en todos los casos. El consumo de la hojarasca fue también menor, quedando parcialmente consumida en el 60% de los puntos observados (severidad media) (Tabla 8). Es interesante destacar que la presencia de cenizas blancas, indicadoras de muy alta severidad y consumo de materia orgánica, fue muy variable. En algún caso (20% de los puntos), se observó una presencia muy alta (generalizada). Se trata de zonas con presencia de troncos y madera muerta caída por temporales previos o la simple madurez de la masa forestal. El consumo de esta madera muerta creó una severidad muy alta en el suelo, pero no llegó a afectar a la copa (Figura 25).



Figura 25. Izquierda, zona con presencia de cenizas blancas por consumo de madera muerta en la zona del Barranco de Maimona. Centro, pinar afectado con severidad baja. Derecha, mosaico de severidades a nivel de paisaje, con severidad alta en primer plano y severidad media y baja al fondo.

RIESGO DE EROSIÓN DEL SUELO

Atendiendo a los factores considerados para estimar el riesgo de erosión (Tabla 9), se han diferenciado varios grados para las unidades ambientales. Las dos unidades presentan características similares que condicionan el riesgo de erosión, excepto las que vienen determinadas por el grado de severidad del incendio. En general, el tipo de litologías de la zona quemada son blandas y deleznable, propensas a la erosión (Tabla 9). Se trata de una litología que varía principalmente entre arcillas, conglomerados, margas y coluviones margo-calizos. Las características intrínsecas de este tipo de litologías, blandas y con suelo profundo (>30cm), conllevan que en el pasado fueran aptas para su puesta en cultivo y el abancalamiento fuera generalizado. En la actualidad, tras el abandono de los cultivos, el estado de conservación de los bancales es malo y presenta desmoronamientos generalizados de los muros de piedra en gran parte de la zona quemada. La alta cobertura vegetal y de hojarasca de la zona quemada propiciaba que no se apreciaran signos de erosión significativos previos al incendio.

Tabla 9. Riesgo a la erosión de las unidades ambientales. Los indicadores mostrados fueron valorados durante la prospección de campo en los diferentes puntos de muestreo.

Indicadores	UNIDADES AMBIENTALES	
	Severidad en copa alta-muy alta	Severidad en copa baja-media
Tipo de litología	Arcillas, margas y coluviones margo-calizos	Arcillas, margas y coluviones margo-calizos
Profundidad del suelo (cm)	>30	>30
Suelo desnudo (%)	>60%	31-60%
Hojarasca a corto plazo por caída de pinocha (%)	Variable	31-60%
Signos de erosión previa	No	No
Encostramiento del suelo	Ninguno/moderado	Ninguno/leve
Presencia de bancales	Abundantes	Abundantes
Estado de los bancales	Desmoronamientos generalizados	Desmoronamientos generalizados
Riesgo de erosión	Alto/Muy Alto	Bajo/Medio

No obstante, en la zona quemada se pueden distinguir diferentes grados de riesgo de erosión según la severidad del incendio. La unidad ambiental con mayor riesgo de erosión es la “Severidad en copa alta-muy alta”. Esta presenta un riesgo significativo debido a la gran cantidad de suelo desnudo presente por consumo de la hojarasca (>60%) (Tabla 9). A este aspecto se debe añadir la ausencia de hojarasca que cubra y proteja el suelo en el corto y medio-plazo (Figura 26). El mayor consumo de las acículas de pino por el fuego evita que esta pinocha pueda caer en las próximas semanas y proteja el suelo frente a la erosión en futuras lluvias intensas. No obstante, la caída de pinocha puede ser variable, cubriendo entre 30-60% del suelo en algunas zonas de severidad alta, pero siendo muy baja (<30%) en zonas de severidad muy alta. Por lo tanto, en esta unidad el riesgo de erosión se considera entre alto y muy alto, siendo mayor en las zonas de alta pendiente (>45%) que puedan potenciar los procesos de arrastre de sedimentos.



Figura 26. Imágenes de detalle del riesgo de erosión. Izquierda, zona con suelo desnudo debido a la alta severidad del incendio, Hoya Zan. El desmoronamiento generalizado de los muros de los bancales y la alta pendiente incrementan el riesgo de erosión. Derecha, caída de la pinocha en zonas quemadas con severidad media que mitigarán la erosión, Barranco de Maimona.

Por el contrario, en la unidad de “Severidad en copa media-baja” el riesgo de erosión se verá mitigado por la menor severidad. Existe una menor cantidad de suelo desnudo por consumo de hojarasca (31-60%), al mismo tiempo que el porcentaje de suelo cubierto por caída de pinocha a corto plazo también será alto (31-60%) (Tabla 9, Figura 26). Por estos motivos se considera un riesgo de erosión entre bajo y medio en esta unidad.

CAPACIDAD DE REGENERACIÓN

En general, se espera una buena capacidad de regeneración de la vegetación afectada por el incendio en las dos unidades ambientales (Tabla 10).

Respecto a la regeneración del estrato arbóreo, dominado por el pino carrasco, se espera una buena respuesta. Se trataba de un pinar maduro con abundantes piñas en su copa. Tras el incendio las piñas se han abierto y actualmente ya se encuentra una densidad de piñones en el suelo suficiente para conseguir una regeneración del pinar con la densidad previa al fuego (9-10 piñones·m⁻²), o incluso se podría dar regeneraciones de alta densidad en algunas zonas (Figura 27). De hecho, existen dentro de la zona quemada pequeños rodales afectados por incendios ocurridos durante la década de los 90, cuya regeneración es un indicador de lo que puede también ocurrir en la zona quemada en los próximos años. Se observó que, en estas zonas quemadas a principios de los años 90, la densidad de regeneración era alta y oscilaba aproximadamente entre 2000 y 10000 individuos por hectárea (Figura 27). Esta regeneración de alta densidad se espera principalmente en zonas de bajas pendientes, que son más proclives a la aparición de estas formaciones. También en zonas de severidad alta, ya que el contacto de la semilla con suelo desnudo favorece la germinación y el establecimiento de plántulas. En zonas de severidad media-baja, la caída de pinocha de los árboles afectados, así como la supervivencia de algunos árboles adultos, puede limitar la aparición de pinares de alta densidad.

Tabla 10. Indicadores de la capacidad de regeneración de las diferentes unidades ambientales.

Indicadores	Severidad en copa alta-muy alta	Severidad en copa baja-media
Especies serótinas	Si	Si
Presencia de piñas	Abundantes	Abundantes
Densidad piñones (piñones·m ⁻²)	9	10
Recubrimiento rebrotadoras (%)	30-60	35-95
Capacidad de regeneración	Muy alta	Muy Alta

Respecto a la regeneración del sotobosque, también se espera una buena capacidad de regeneración. La alta presencia de especies rebrotadoras favorecerá una rápida recuperación de la cobertura vegetal. En este caso, se observaron valores promedios previos de coberturas de rebrotadoras superiores al 30% en todos los casos, pero que en algunos casos puntuales llegó a alcanzar más del 95% (Tabla 10). No obstante, cabe destacar que sobre todo la cobertura de rebrotadoras se debe a especies herbáceas. La presencia y diversidad de especies rebrotadoras de matorral fue en general baja, no superando el 20% de cobertura en ningún caso.



Figura 27. Indicios de la capacidad de regeneración. Izquierda, dispersión de semillas de pino tras la apertura de piñas serótinas a consecuencia del incendio. Centro, pinar regenerado con alta densidad después de un incendio en 1994 en los alrededores de Montán. Derecha, rebrote de *Aphyllantes monspeliensis* a los pocos días del incendio en el paraje de la Solana.

La capacidad de regeneración de la vegetación se debe entender dentro del contexto e incertidumbre de sequía severa en el que nos encontramos. La regeneración de especies germinadoras no se espera de forma significativa hasta el próximo otoño, ya que se necesita un cierto grado de humedad continua del suelo que no se dará hasta esa estación por la presencia de lluvias y días menos largos y calurosos. Respecto a las especies con regeneración por rebrote se espera buena respuesta, aunque el vigor del rebrote se puede ver mermado por la sequía actual. Si la sequía severa actual persistiera durante las próximas estaciones este rebrote podría verse afectado.

VULNERABILIDAD ECOLÓGICA

La integración de la valoración de los apartados anteriores muestra que las dos unidades ambientales consideradas manifiestan una diferente vulnerabilidad frente al incendio (Tabla 11).

Tabla 11. Indicadores de la vulnerabilidad ecológica para las diferentes unidades ambientales.

Indicadores	Severidad en copa alta-muy alta	Severidad en copa baja-media
Capacidad de regeneración	Muy alta	Muy Alta
Severidad en el sotobosque	Muy Alta	Alta
Severidad en el suelo	Alta	Media/Alta
Riesgo a la erosión	Alto/Muy alto	Bajo Medio
Vulnerabilidad ecológica	Alta/Muy Alta	Baja/Media

La unidad de “Severidad en copa alta-muy alta” es la que presenta una mayor vulnerabilidad, debido a su alto riesgo de erosión. Aunque se espera una buena capacidad de regeneración, la alta severidad experimentada podría propiciar erosión significativa en los próximos años (Tabla 11). El suelo descubierto por el consumo de la vegetación, junto a que son consideradas litologías altamente deleznable, conlleva un mayor riesgo de erosión. Esta vulnerabilidad a la erosión será muy alta en pendientes de más del 30% (Figura 32).

En la unidad de “Severidad en copa media-baja” se espera una vulnerabilidad ecológica baja. La menor severidad y la pinocha caída del pinar reducirá el riesgo de erosión (Tabla 11). Tal vez se puedan dar procesos puntuales de erosión en zonas de muy alta pendiente (vulnerabilidad media, pendiente >45%). Además, se espera una buena capacidad de regeneración del pinar y del sotobosque.

RECOMENDACIONES

El incendio supone una perturbación sobre ecosistemas que en ocasiones ya presentaban una degradación previa, como se manifiesta por la presencia de regueros, cárcavas y muros de bancales desmoronados (Figura 28). La prospección de campo ha permitido identificar las zonas más degradadas para, en función de los procesos de degradación previos al incendio y aquellos que pueden verse activados por el fuego, establecer unas recomendaciones para realizar actuaciones urgentes de mitigación y restauración.



Figura 28. Sup Izq.: la presencia de restos de madera procedente de los efectos de temporales, con el descalzado de troncos, es habitual por toda la zona quemada. Derch: muros de bancales desmoronados junto con troncos descalzados. Inf.: cárcavas desarrolladas en los márgenes de zonas abancaladas

En la fase inmediatamente después del incendio, las recomendaciones deben estar orientadas hacia la prevención de daños directos en personas e infraestructuras, la estabilización del suelo y la mitigación de los daños aguas abajo. Después del incendio, el suelo, desprotegido de la cubierta vegetal y hojarasca, presenta un riesgo de erosión y escorrentía muy alto, riesgo que requiere de acciones de mitigación y de restauración específicas. Sin embargo, la

implementación de las acciones de protección del suelo requiere un tiempo para movilizar los recursos técnicos y económicos necesarios. Por lo tanto, durante las primeras semanas después del fuego, el suelo permanece desprotegido y expuesto a los agentes erosivos, generándose una “ventana” de alto riesgo de erosión, muy dependiente de la ocurrencia de lluvias de alta intensidad. Sin embargo, en este incendio hay dos factores que relativizan este riesgo:

- La caída al suelo de la abundante presencia de acículas sin consumir de las copas de los pinos favorecerá un acolchado del suelo que lo protegerá frente al riesgo de erosión por escorrentía.
- Al haberse producido en primavera, es de esperar un régimen de precipitaciones menos torrencial que en otoño y las especies rebrotadoras podrán alcanzar cierto grado de cobertura del suelo antes de las precipitaciones otoñales.

Atendiendo a la identificación de riesgos y zonas vulnerables, se proponen los siguientes criterios de priorización y selección de actuaciones:

Máxima prioridad:

Prevención daños por caídas de troncos sobre vías de comunicación.

Las actuaciones más urgentes están relacionadas con la prevención de daños por caídas de troncos sobre vías de comunicación. La identificación de estas zonas se ha realizado seleccionando la superficie arbolada presente a una distancia de 10 m del eje de las vías de comunicación (Figura 29). Sin embargo, esta distancia podría ampliarse en función del grosor y altura de los árboles afectados.

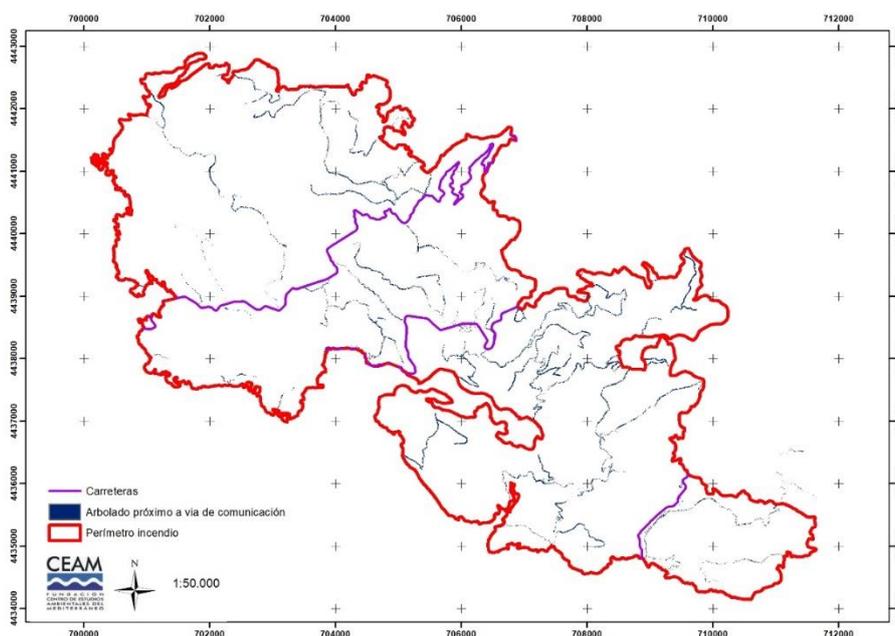


Figura 29. Distribución de arbolado a una distancia máxima de 10 m del eje de las vías de comunicación que atraviesan el perímetro del incendio.

Laminación de posibles avenidas y retención de arrastres

La cuenca afectada por el incendio vierte directamente al río Mijares o a sus afluentes (Río Montán). Una parte importante de la red vierte directamente al embalse de Arenoso y cruza las carreteras CV-195, CV-107 y CV-20. Aunque gran parte de las vertientes al embalse ya presentan estructuras de defensas frente a posibles avenidas, sería recomendable realizar estudios hidrogeológicos para analizar la conveniencia de construir diques de protección y su localización más adecuada. Alguna de las zonas con mayor riesgo podría ser (Figura 31):

- La intersección de la carretera CV-195 con el barranco de La Boscaja y/o aguas debajo, para proteger a la población de Montanejos.
- Barranco próximo a la ermita de Los Ángeles, ya que interseca con dos de carreteras locales.

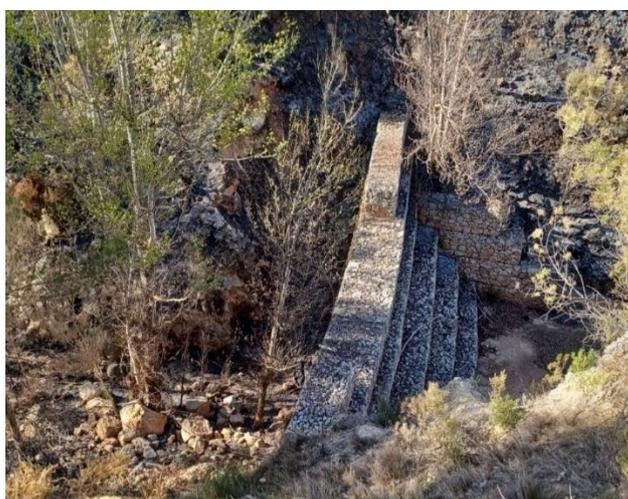


Figura 30. Dique para la laminación de avenidas y retención de arrastres en el barranco del Tamborero

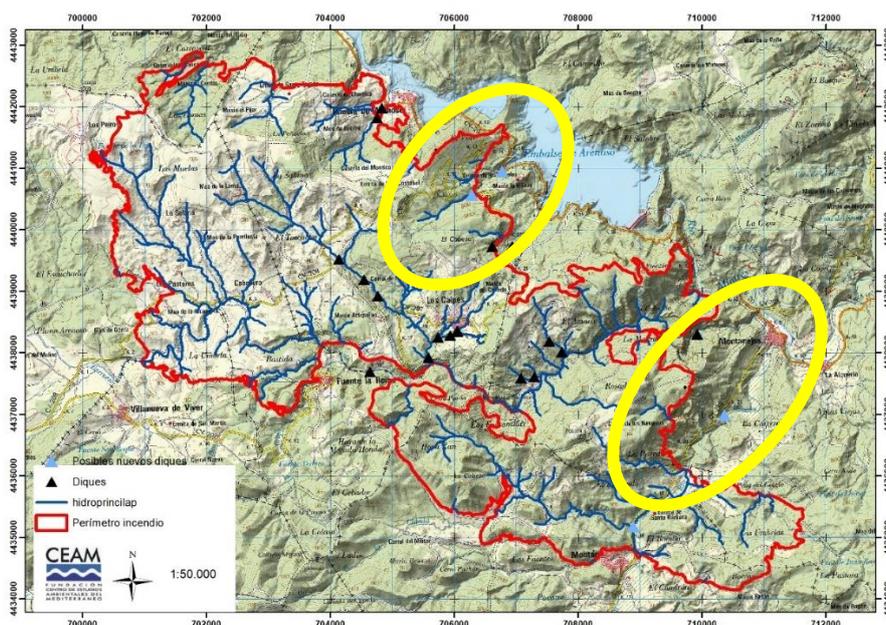


Figura 31. Localización de posibles zonas para que un estudio hidrológico evalúe la necesidad (y localización) de diques de protección.

Control de la erosión

La zona quemada presenta zonas dispersas, pero localizadas, con un elevado riesgo de erosión. La mayor parte de la zona quemada está abancalada (el 90% de nuestros puntos de observación están situados en bancales). Actualmente el 63% de los bancales presentaba desmoronamientos generalizados, pero sin evidencias de procesos erosivos (en el 83% de los puntos de observación no se aprecian síntomas previos de erosión).

La selección de zonas vulnerables se ha realizado atendiendo a las zonas en pendiente (superior al 30%). Para priorizar las actuaciones en las partes bajas de las laderas y evitar las cumbres más inaccesibles, se ha establecido una zona buffer de 20 m a ambos lados de la red hidrográfica, lo que supone una superficie equivalente al 16,5% del quemado. A su vez, dentro de esta superficie se prioriza la superficie arbolada con severidad alta o muy alta. La superficie arbolada con severidad media o baja mantiene la pinocha y su caída cubrirá el suelo, ejerciendo un efecto protector frente a la erosión. En la Figura 32 se localizan las zonas con mayor vulnerabilidad y, por tanto, con mayor prioridad para realizar actuaciones.

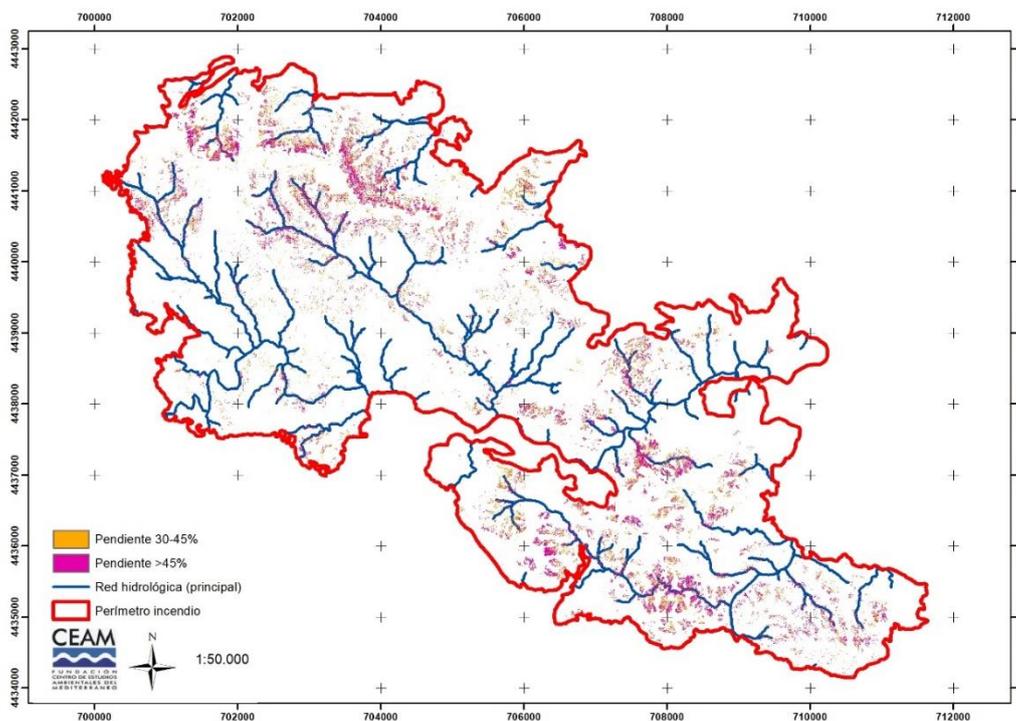


Figura 32. Localización zonas prioritarias para actuaciones con madera quemada: zonas arboladas quemadas con severidad muy alta o alta, situadas en laderas a menos de 20m de distancia de un barranco o cauce y con pendientes superiores al 30%.

En estas zonas se recomienda limitar los daños por caída incontrolada de troncos con apeo; construcción de fajinas o, en los árboles de mayor diámetro, fijación de troncos en sentido perpendicular de la ladera; trituración de restos de madera quemada para su posterior distribución cubriendo el suelo en las zonas accesibles.

Actuaciones con prioridad media

Incremento de la biodiversidad

- Incremento de biodiversidad e incremento de la cobertura de especies rebrotadoras, especialmente arbóreas y de matorral. Actuación que se podría localizar en las laderas abancaladas, con mayor profundidad de suelo y orientación norte.
- Actuaciones para la mejora de la biodiversidad, especialmente en fondos de barrancos, actualmente con una vegetación totalmente alterada y pobre en diversidad de especies de ribera.



Figura 33. Los fondos de barrancos presentan una vegetación empobrecida en especies autóctonas de ribera.

Seguimiento y control de plagas

La abundante presencia de pinos parcialmente quemados puede constituir un importante foco de escolítidos, por lo que se recomienda un seguimiento y evaluación de las poblaciones en la zona y sus alrededores.

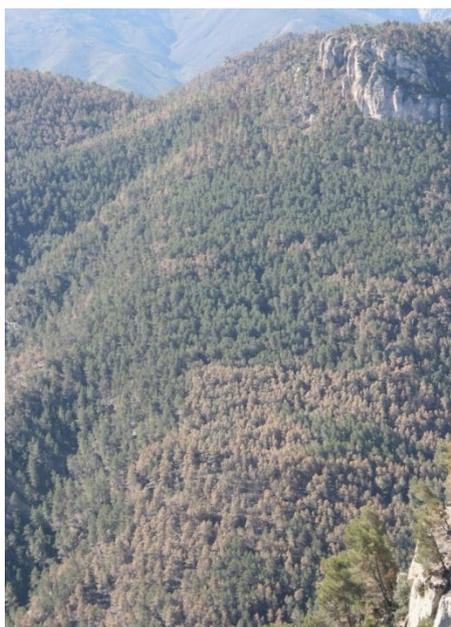


Figura 34. Ladera parcialmente afectada por el incendio, con presencia de pinos que pueden ser un foco de escolítidos.

Otras actuaciones

- Seguimiento de la fauna, especialmente aves. Dentro del perímetro del incendio hay zonas no quemadas o quemadas con poca severidad, no obstante, la elevada superficie del incendio y la presencia de especies singulares, aconseja un seguimiento de posibles afecciones.



Figura 35. Buitre leonado sobrevolando la zona del incendio, a la altura del embalse de Arenoso.

- La zona quemada se encuentra dentro de una extensa y continua masa forestal arbolada, con alto riesgo de propagación de incendios. Sería recomendable la apertura de discontinuidades mediante la puesta en cultivo de zonas estratégicamente seleccionadas.

ANEJO 1:

ANEJO 1. LISTADO DE ESPECIES

Listado de especies dominantes encontradas en la zona quemada.

Nombre común castellano	Nom comú valencià	Nombre científico	Estrato	Regeneración postincendio
Pino carrasco	Pi blanc	<i>Pinus halepensis</i>	Arbóreo	Germinadora
Carrasca, Encina	Carrasca, Alzina	<i>Quercus ilex</i>	Arbóreo	Rebrotadora
Quejigo	Roure valencià	<i>Quercus faginea</i>	Arbóreo	Rebrotadora
Acebuché	ullastre	<i>Olea europaea</i>	Arbóreo	Rebrotadora
Romero	Romer, Romaní	<i>Salvia rosmarinus</i>	Matorral	Germinadora
Aliaga, aulaga	Argilaga	<i>Ulex parviflorus</i>	Matorral	Germinadora
Coscoja	Coscoll, Garric	<i>Quercus coccifera</i>	Matorral	Rebrotadora
Cade	Càdec	<i>Juniperus oxycedrus</i>	Matorral	Rebrotadora
Sabina	Savina	<i>Juniperus phoenicea</i>	Matorral	No regenera
Esparraguera	Esparraguera	<i>Asparagus acutifolius</i>	Matorral	Rebrotadora
Lentisco	Llentisclé	<i>Pistacia lentiscus</i>	Matorral	Rebrotadora
Brezo	Cepell, Bruc	<i>Erica multiflora</i>	Matorral	Rebrotadora
Zarza	Esbarzer	<i>Rubus sp.</i>	Matorral	Rebrotadora
Aladierno	Aladern	<i>Rhamnus alaternus</i>	Matorral	Rebrotadora
Espino negro	Arçot	<i>Rhamnus lyciodes</i>	Matorral	Rebrotadora
Zarzaparrilla	Aritjol	<i>Smilax aspera</i>	Liana	Rebrotadora
Lastón	Ilistó	<i>Brachypodium retusum</i>	Herbáceo	Rebrotadora
Botea	Fenàs de marge	<i>Brachypodium phoenicoides</i>	Herbáceo	Rebrotadora
Junquillo azul	Jonça	<i>Aphyllantes monspeliensis</i>	Herbáceo	Rebrotadora