

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR DE GANDIA

Grau en Ciències Ambientals



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA POLITÈCNICA
SUPERIOR DE GANDIA

“Efectes al sòl de l’incendi Forestal de Pego de maig del 2015”

TREBALL FINAL DE GRAU

Autor/a:

Josep Morera Piera

Tutor/s:

Josep Vt Llinares Palacios

GANDIA, 2017

ÍNDIX

1. Introducció	1
1.1.Història figuereta	1
1.2.Usos “La Figuereta”	3
1.3.Medi natural	3
1.3.1. Vegetació	3
1.4.Clima	9
1.5.Geologia	10
1.6.Edafologia	11
1.7.Efectes dels incendis	13
1.7.1. Efectes a les propietats del sòl	13
1.8.Diferències entre els incendis provocats i els naturals	15
1.9.Notícies de l'incendi	16
2. Objectius	20
3. Materials i mètodes	21
3.1.Disseny experimental	21
3.2.Mètodes utilitzats al laboratori	28
3.2.1. Sòl	28
3.2.2. Cendres	30
4. Resultats i discussió	32
4.1.Resultats del sòl	33
4.1.1. Físics	33
4.1.2. Químics	34
4.1.3. Extracte de saturació	36
4.1.4. Capacitat d'intercanvi catiònic i bases de canvi	37
4.2.Resultats de les cendres	38
4.2.1. Cations i anions	39
5. Conclusions	40
6. Bibliografia	41
Llibres i articles	41
Pàgines web	44

ÍNDIX DE FIGURES

Figura 1. Extracte. Mapa Geològic d'Espanya, fulla 822 Benissa.	10
Figura 2. (A) Mapa de distribució Europea dels Calcisòls (cobertura d'un 5% d'Europa). (B) Perfil exemple d'un típic Calcisòl.	11
Figura 3. (A) Mapa de distribució Europea dels Leptosòls (cobertura d'un 9 % d'Europa). (B) Perfil exemple d'un típic Leptosòl.	12
Figura 4. Mapa del perímetre aproximat de l'incendi.	16
Figura 5. Mapa de la zona mostrejada abans de l'incendi	21
Figura 6. Mapa de la zona mostrejada després de l'incendi.	22
Figura 7. Exemple de pàgines de les tables Munsell utilitzades per a determinar el color del sòl i de les cendres.	29

ÍNDIX DE FOTOGRAFIES

Fotografia 1: Refugi “La Figuereta” any 1981.	2
Fotografia 2: Refugi “La Figuereta” any 2017.	2
Fotografia 3: Pi blanc, <i>Pinus haepensis L.</i>	4
Fotografia 4: Camamirla, <i>Santolina chamaecyparissus L.</i>	5
Fotografia 5: Romer, <i>Rosmarinus officinalis L.</i>	5
Fotografia 6: Argelaga, <i>Ulex parviflorus Pourret</i>	6
Fotografia 7: Petorret, <i>Erica multiflora</i>	6
Fotografia 8: Llengua de cérvol, <i>Asplenium scolopendrium</i>	7
Fotografia 9: Llentiscle, <i>Pistacea lentiscus L.</i>	7
Fotografia 10: Margalló, <i>Chamarops humilis L.</i>	8
Fotografia 11: Raïm de pastor, <i>Sedum sediforme (Jacq.) Pau.</i>	8
Fotografia 12: Paisatge típic d'un Leptosòl.	12
Fotografia 13: Imatge aèria de la zona afectada per l'incendi.	17
Fotografia 14: Incendi Pego 14 Maig del 2015 (Calvari).	17
Fotografia 15: Imatge del resultat de l'incendi (Xical).	18
Fotografia 16: Concentració urgent a la plaça de l'ajuntament.	18
Fotografia 17: Mobilització social a la plaça de l'ajuntament de Pego.	19
Fotografia 18: Fotografia zona 1 (Mostra 1 del mostreig 1).	23
Fotografia 19: Fotografia zona 1 (Mostra 1 del mostreig 2).	23
Fotografia 20: Fotografia zona 1 (Mostra 2 del mostreig 1).	24
Fotografia 21: Fotografia zona 1 (Mostra 2 del mostreig 2).	24
Fotografia 22: Fotografia zona 2 (Mostra 3 del mostreig 1).	25
Fotografia 23: Fotografia zona 2 (Mostra 3 del mostreig 2).	26
Fotografia 24: Fotografia zona 2 (Mostra 4 del mostreig 1).	26
Fotografia 25: Fotografia zona 2 (Mostra 4 del mostreig 2).	27
Fotografia 26: Fotografia zona 3 (Mostra 5 del mostreig 1).	27
Fotografia 27: Fotografia zona 3 (Mostra 5 del mostreig 2).	28
Fotografia 28 i 29: Imatges de les cendres abans i després en Mufla.	31
Fotografia 30: Mufla utilitzada en el laboratori per a les mostres de cendres.	31
Fotografia 31: Zona de mostreig, primer període, 15 de juny de 2015.	32
Fotografia 32: Zona de mostreig, segon període, 28 de novembre de 2015.	32

ÍNDIX DE TAULES

Taula 1: Resultats de l'anàlisi físic del sòl.	34
Taula 2: Resultats de l'anàlisi químic del sòl.	35
Taula 3: Resultats de l'extracte de saturació del sòl.	36
Taula 4: Resultats de la capacitat d'intercanvi catiònic i bases de canvi del sòl.	37
Taula 5: Resultats de l'anàlisi de les cendres.	39
Taula 6: Cations i Anions de l'Extracte de Saturació de les cendres.	39

RESUM

Aquest treball consta d'un estudi a curt termini dels efectes de l'incendi forestal ocorregut en maig del 2015 a Pego i Atzúbia, la Vall de Gallinera i la Vall d'Ebo sobre el sòl. Per tal de realitzar-lo, s'han pres mostres de sòl de tres zones diferents, zones on la intensitat ha sigut moderada i l'altra de baixa, i una zona control (sense cremar). A més, també es varen extraure cendres dels llocs on es va cremar. En les mostres extretes, s'han realitzat anàlisis tant físics com químics del sòl i de les cendres, entre ells cal destacar, la granulometria, la textura i densitat aparent, la matèria orgànica, el color, els carbonats, el extracte de saturació, la capacitat d'intercanvi catiònic. En el cas de les cendres, també es va fer un anàlisi sobre la seua hidrofobicitat. Tots aquests anàlisis s'han comparat amb els diferents mostrejors realitzats, tots dos després de l'incendi per a poder veure quin és el resultat de l'estudi. També s'ha realitzat una observació sobre l'evolució de la vegetació de la zona. Els resultats obtinguts dels paràmetres analitzats no presenten uns valors molt elevats per a les àrees que han estat cremades, doncs podem dir, que l'incendi reflexa un impacte poc significatiu. És molt important conèixer els factors edàfics per a poder reconstruir de nou un hàbitat que ha sigut afectat per un incendi forestal.

RESUMEN

Este trabajo consta de un estudio a corto plazo de los efectos del incendio forestal ocurrido en mayo de 2015 en Pego y Atzúbia, la Vall de Gallinera y Vall d'Ebo sobre el suelo. Para realizarlo, se han tomado muestras de suelo de tres zonas diferentes, zonas donde la intensidad ha sido moderada y otra baja, y una zona control (sin quemar). Además, también se extrajeron cenizas de los lugares donde se quemó. De las muestras extraídas, se han realizado análisis tanto físicos como químicos del suelo y las cenizas, entre ellos destacamos, la granulometría, la textura y densidad aparente, la materia orgánica, el color, los carbonatos, el extracto de saturación, la capacidad de intercambio catiónico. En el caso de las cenizas, también se hizo un análisis sobre su hidrofobicidad. Todos estos análisis se han comparado con los diferentes muestreos realizados, ambos después del incendio para poder ver cuál es el resultado del estudio. También se ha realizado una observación sobre la evolución de la vegetación de la zona. Los resultados obtenidos de los parámetros analizados no presentan unos valores muy elevados para las áreas que han sido quemadas, por ello podemos decir, que el incendio refleja un impacto poco significativo. Pero si, un impacto paisajístico y para el ecosistema. Es muy importante conocer los factores edáficos para poder recuperar de nuevo un hábitat que ha sido afectado por un incendio forestal.

SUMMARY

This work consists of a short-term study of the effects of forest fires in May 2015 in Pego and Atzúbia, Vall de Gallinera and Vall d'Ebo on the soil. To do this, soil samples have been taken

from three different zones, areas where the intensity has been moderate and a low, and a control zone (without burning). In addition, ashes were also extracted from the places where it was burned. From the samples extracted, both physical and chemical analyzes of the soil and the ashes have been carried out, among them the granulometry, texture and bulk density, organic matter, color, carbonates, saturation extract, Cation exchange. In the case of the ashes, an analysis was also made of their hydrophobicity. All these analyzes have been compared with the different samples taken, both after the fire to see what the result of the study. An observation has also been made on the evolution of the vegetation of the area. The results obtained from the analyzed parameters do not present very high values for the areas that have been burned, so we can say that the fire reflects an insignificant impact. But if a landscape and ecosystem impact. It is very important to know the edaphic factors to recover again a habitat that has been affected by a forest fire.

1. INTRODUCCIÓ

El 14 de maig de 2015, va nàixer el dia més calorós del que sol ser habitual per a aquestes dates. A mitjan matí, bufava ja un vent de ponent massa càlid i sec. Sembla ser, que un home d'edat avançada cremava rostolls en un bancal del terme de la Vall d'Ebo. Una ràfega de vent va fer que s'iniciara un incendi forestal que va calcinar part dels termes municipals de Pego, la Vall d'Ebo, l'Atzúbia i la Vall de Gallinera.

1.1. HISTÒRIA FIGUERETA :

En l'any 1981 el Centre Excursionista Pego va decidir adquirir uns terrenys amb un corral i una figuera a la Vall d'Ebo, fitant amb el terme de Pego, denominada foia del tio Maties, amb una superfície total de 6 hectàrees, 64 àrees, a 540 metres d'altitud en la partida Alt de Pascual.

Per tal de poder transformar el corral i els voltants en un refugi, es va sol·licitar a la Conselleria de Medi Ambient, mitjançant una petició de l'Ajuntament, l'adequació de la pista forestal.

Una vegada fet el camí començaren les obres de l'adequació del corral com ha refugi. A poc a poc i durant molts anys, ja que mai havien tingut ninguna subvenció oficial per al refugi, per altra banda, l'any 89 i amb una subvenció de la Conselleria varen repoblar tota la zona, amb un total de 3.500 plantes, entre elles pins, carrasques i xiprers. Lamentablement en un incendi l'any 1994 bona part de la repoblació es va cremar.

Després de l'incendi, varen tornar a repoblar la zona, mentre que de forma paral·lela van anar millorant el refugi, on es van instal·lar plaques solars i un aerogenerador per tindre llum amb bateries. Altra tasca que van fer, va ser recuperar totes les sendes de la zona. L'empresa Terra Ferma va redactar un plànol topogràfic amb tots els camins recuperats, gràcies a la col·laboració del Centre Excursionista.

L'any 2015, amb el catastròfic incendi que assolà les muntanyes d'Ebo, Pego, l'Atzúvia i la Vall de Gallinera, la figuereta va patir grans danys; es va cremar tot l'entorn i part del sostre del refugi. Han hagut que reparar tota la teulada del refugi, tallar tots els pins cremats i, aquest any, han tornat a fer el dia de l'arbre i començar a repoblar, de nou, la zona. El problema no es plantar els arbres, sinó regar-los i cuidar-los els primers anys.



Fotografia 1: Refugi “La Figuereta” any 1981.

Font: Ximo Sala



Fotografia 2: Refugi “La Figuereta” any 2017.

Font: Ximo Sala

Per accedir a La Figuereta amb vehicle s'ha d'anar per la carretera que va de Pego a la Vall d'Ebo durant uns 8 km. i quan es comença a baixar cap a Ebo, uns 200 metres més avall a mà dreta trobem el camí d'accés al refugi, perfectament senyalitzat. Després d'uns

2 km. s'arriba al refugi. El refugi La Figuereta està situat sobre un macís calcari a una altura de 540 metres sobre el nivell del mar.

L'ecosistema de la zona es caracteritza per ser típic del bioma mediterrani, amb la fauna i la vegetació típica de bosc baix mediterrani com les argelagues, margallons, pi blanc, etc. i fins i tot la llengua de cérvol, espècie endèmica i protegida, que només podràs observar en un dels tres avencs de la zona. (Font: www.cepego.com)

1.2. USOS “LA FIGUERETA”

La Figuereta és el refugi del Centre Excursionista de Pego, situat a la Vall d'Ebo i habilitat per poder passar uns dies en la natura fent senderisme, escalada, descens de barrancs, espeleologia o turisme rural en les localitats properes: la Vall d'Ebo, la Vall d'Alcalà, la Vall de Laguar, Atzúvia, Pego i la Vall de Gallinera.

El refugi té una capacitat per a 30 persones en dos habitacles comunicats i amb lliteres amb matalàs. També compta amb una llar per fer foc i torrar, una cuina, piques per escurar i dos lavabos. A més, es pot ampliar considerablement la capacitat, ja que rodejant el refugi hi han tres zones per acampar: una junt al mirador (on podreu veure tot el golf de València perfectament, Cullera i més enllà, la marjal de Pego-Oliva i, fins i tot i en dies clars, l'Illa d'Eivissa), l'altra en els bancals als peus del refugi i l'última, enfront del refugi, al peu d'un dels senders que va cap a Ebo, en uns altres bancals. (Font: www.cepego.com)

1.3. MEDI NATURAL

1.3.1. VEGETACIÓ

La vegetació predominant al lloc d'estudi (*Quercus-Lentiscetum*) és una màquia de coscoll (*Quercus coccifera* L.) i margalló (*Chamaerops humilis* L.) amb llentiscle (*Pistacea lentiscus* L.), sovint acompanyades de pi blanc (*Pinus halapensis* L.) més o menys esclarissat, argelaga (*Ulex parviflorus* Pourret.), aladern (*Rhamnus alaternus* L.) i espí negre (*Rhamnus lycioides* L.) entre moltes altres. El bosc potencial que es podria formar si no es degradara a causa dels incendis, sobretot, seria el carrascar amb rogeta (*Rubio-Quercetum rotundifoliae*) on predominaria la carrasca (*Quercus rotundifolia* Lam.) acompanyada de rogeta (*Rubia peregrina* L.), matapoll (*Daphne gnidium* L.), margalló, cornicabra (*Pistacea terebinthus* L.), garguller (*Crataegus monogyna* L.)... La presència d'alguns exemplars de les espècies esmentades fan pensar que aquest bosc potencial creixia en aquests paratges.

En els racons més humits i de sòls més profunds, apareixen també exemplars del que seria un bosc caducifoli mixt amb laurisilva, on la carrasca aniria acompanyada del fleix de flor (*Fraxinus ornus* L.), el marfull (*Viburnum tinus* L.), l'arbocer (*Arbutus unedo* L.), el roure valencià (*Quercus faginea* Lam. subsp. *Faginea*), entre d'altres.

En llocs més secs i pedregosos, amb sòls més esquelètics, trobem el ginebre (*Juniperus oxycedrus* L.), la savina (*Juniperus phoenicea* L.) amb l'espí negre.

Cal destacar la vegetació rupícola de la zona per la seua riquesa en endemismes, la seua fragilitat i el fet que assoleix l'estatus de vegetació potencial als roquissars calcaris verticals i peus de cingle. Destaquen la desferracavalls (*Hippocrepis valentina*), el poliol de roca (*Teucrium buxifolium*), l'escabiosa de roca (*Scabiosa saxatilis*), L'arenària (*Arenaria valentina*), la rogeta de penya (*Saxifraga corsica subsp. Cossoniana*) o la valeriana roja (*Chenrantes ruber*).

A continuació destaquem algunes de les espècies vegetals més representatives (Fuster i Camarena, 2005):

- **Pi blanc, *Pinus halepensis* L.:**

Arbre de distribució mediterrània. És el més abundant a les nostres muntanyes. Es tracta d'un arbre resistent a la sequera i de creixement molt ràpid.

Arbre que arriba als 20 metres d'alçada, amb el tronc generalment recte, de color gris quan el pi és jove, després amb tonalitat rogenca. La forma de la copa és cònica en els exemplars joves, més arrodonida i irregular.

Les fulles són aciculars i de color verd clar. La floració es produeix entre els mesos de març i de maig.

Els pinyons són molt menuts i les pinyes arriben als 12 cm de llargària.

S'ha utilitzat molt per a fer repoblacions. La fusta és de baixa qualitat i s'utilitza per a fer bigues, finestres, etc. També s'utilitza per a fer foc. Les fulles són balsàmiques i desinfectants dels bronquis.



Fotografia 3: Pi blanc, *Pinus halepensis* L.

Font. Elaboració pròpia, 2017.

- **Camamirla, *Santolina chamaecyparissus* L.:**

Arbust molt ramificat, de 0,5 metres d'alçada, perennifòlia.

Les fulles són linears, estretes, el marge presenta lòbuls arrodonits. Flors grogues, els capítols globulars, on només es troben flors tubular, no té lígules. Floració entre els mesos de juny i setembre.

És una planta amb moltes propietats, és antisèptica, antiinflamatòria, emmenagoga, digestiva. Utilitzada per a netejar els ulls, indigestions, trastorns menstruals, anorèxia. També s'utilitza per a tintar els cabells.



Fotografia 4: Camamirla, *Santolina chamaecyparissus* L.

Font: Flora catalana

- **Romer, *Rosmarinus officinalis* L.**

Arbust molt ramificat, perennifoli, que pot arribar als 1,5 metres d'alçada.

Les fulles són de color verd fosc per l'anvers i blanquinoses pel revers degut a la presència d'un toment blanc. Les flors són bilabials, de color blanc o blau clar, sense peduncles i en grups axil·lars. Estan més llargs que la corol·la. Floració tot l'any.

S'utilitza com a antisèptic, analgèsic, utilitzant-se per a curar ferides i calmar dolors articulars. També té propietats diürètiques i mucolítiques.



Fotografia 5: Romer, *Rosmarinus officinalis* L.

Font: InterNatura

- **Argelaga, *Ulex parviflorus* Pourret.**

Arbust de 40 cm a 1,8 m d'alçada, tiges verdes amb espines llargues. Algunes d'elles arriben als 2 cm de llarg, més llargues que les flors.

Les fulles, junt a algunes rames, s'han transformat en espines. Les flors són papilionades, del voltant de 8 mm. Floració entre els mesos de novembre i març.

Degut a la seua combustió fàcil, s'utilitza per a facilitar els focs.



Fotografia 6: Argelaga, *Ulex parviflorus* Pourret

Font: Herbari Vall d'Albaida

- **Petorret, *Erica multiflora* L.:**

Arbust ramificat de 0,5 i 2 metres d'alçada, amb la tija llenyosa, de forma tortuosa. Perennifoli.

Les fulles són molt menudes, de vora 1 cm de llarg molt fines, amb el marge revolut, que es disposen en verticils. Les flors de color blanc o rosat, tenen forma globosa, amb quatre lòbuls, les anteres dels estams són més llargs que la corol·la. Floreix entre els mesos de novembre i gener.

Com a ornamental s'usa per a tractar el reuma. Si tirem al foc la planta seca, escoltarem una xicoteta traca (petorrets).



Fotografia 7: Petorret, *Erica multiflora*

Font: Botanic serrat

- **Llengua de cérvol, *Phyllitis scolopendrum*.**

És una falguera, rara al nostre territori. Una de les característiques és la base cordada amb dues aurícules arrodonides no divaricades i el pecíol més curt que la làmina, la qual és lanceolada en exemplars adults i oblogo-lanceolada en els joves i pot arribar a mesurar fins 60 cm.

Viu a Europa, la regió mediterrània, les Illes Açores i Madeira. Com més al sud més rara es fa la seva presència. El seu hàbitat preferit són els boscos, avencs, coves, barrancs, roquissars i murs ombrívols i frescs amb humitat constant durant tot l'any.



Fotografia 8: Llengua de cérvol, *Asplenium scolopendrium*

Font: Blog Jardí mundani

- **Llentiscler, *Pistacea lentiscus* L.:**

Matorral d'Europa mediterrània, sensible al fred, marca el territori termomediterrani, junt al garrofer i el margalló. Planta dioica. Es tracta d'un arbust resinós de 0,5 a 3 metres, molt ramificat, perennifoli.

Fulles amb pecíol alat i de 3 a 6 parells de folíols el·líptics; de color verd fosc i llustrós. Flors poc vistoses, tenen lloc entre els mesos de març i juny. El fruit és una drupa de color roig.

Les rames joves s'utilitzen com a diürètiques, per a baixar la hipertensió. L'oli essencial s'utilitza com descongestiu prostàtic. L'exsudat resinós s'usa per a fer vernís i també en odontologia.



Fotografia 9: Llentiscler, *Pistacea lentiscus* L.

Font. Elaboració pròpia, 2017.

- **Margalló, *Chamarops humilis* L.:**

És l'única palmera que viu de forma natural a Europa.

El "palmito" pot arribar als dos metres d'alçada.

Les fulles tenen el limbe arrodonit i partit en nombrosos segments rígids i el pecíol amb espines. És una espècie dioica. Les flors són poc vistoses. El fruit és un dàtil, anomenat pa de rabosa.

Els dàtils es poden menjar, però paren un poc aspres i tenen poca polpa. S'han utilitzat contra la diarrea. De dins de les soques es trau el margalló, que també és mengívol. Els margallons són brots a punt d'eixir.



Fotografia 10: Margalló, *Chamarops humilis* L.

Font. Elaboració pròpia, 2017.

- **Raïm de pastor, *Sedum sediforme* (Jacq.) Pau.**

Es troba en terres pedregoses i marges de pedra.

Herba perenne, de 10 a 40 cm d'alçada, de tija recta, un poc llenyosa en la base, i fulles carnosos. Les fulles són oblongues, aplanades per dalt. Les flors són de color groc amb pètals lliures entre ells. La floració entre els mesos de juny i agost.

Les seues fulles i tiges tendres, en salmorra, es mengen com a aperitiu.



Fotografia 11: Raïm de pastor, *Sedum sediforme* (Jacq.) Pau.

Font. Elaboració pròpia, 2017.

1.4. CLIMA

El territori objecte d'estudi es troba situat dins d'un complex geogràfic predominat per muntanyes calcàries pertanyents als contraforts nord-orientals de la serralada Bètica. La orografia tan accidentada i rigorosa, ha condicionat un clima amb grans variacions microclimàtiques, facilitant el manteniment de la humitat per la presència de profunds barrancs i l'orientació nord d'algunes vessants de muntanya. L'orientació sud, en canvi, dificulta el manteniment de la humitat i crea ambients més xerofítics.

Prenent com a referència l'estació de Pego (Pérez Cuevas, 1994), la precipitació mitjana anual és de 816,8 mm, amb una temperatura mitjana anual de 17,4 °C. Les temperatures, mitges de les màximes i de les mínimes, oscil·len entre 21,8 i 12,9 °C respectivament. Per tant, la zona se situa en un termoclima termomediterrani i un ombroclima subhúmit.

A la zona són freqüents les precipitacions torrencials. Segons Pérez-Cuevas (1994), la precipitació màxima esperada en 24 hores és de 129 mm per a un període de retorn de 2 anys i de 210 mm per a un retorn de 5 anys (per a un període de retorn de 100 anys aquesta precipitació màxima esperada és de 430 mm).

Segons els pluviòmetres del Sistema Automàtic d'Informació Hidrològica (SAIH-Xúquer) més propers a la zona cremada (l'Atzúvia i la Vall de Gallinera), des de finals de març no s'havien produït precipitacions. No obstant això, a mitjans de març es va iniciar un episodi de pluges, amb màxims de 101 i 77 mm (registrats el 24 de març a L'Atzúvia i la Vall de Gallinera) respectivament.

Amb posterioritat a l'incendi, la precipitació registrada arriba els 219 mm i 173 mm a L'Atzúvia i Vall de Gallinera, respectivament. Cal destacar que el 60% d'aquesta precipitació s'ha registrat en 7 episodis de pluja registrats durant el mes de setembre, episodis que han acumulat 130 mm a L'Atzúvia i 103 mm a la Vall de Gallinera.

Durant aquests episodis, la precipitació màxima en 24 hores ha estat de 28.8 mm, molt per sota del màxim per a un període de retorn de 2 anys.

1.5. GEOLOGIA

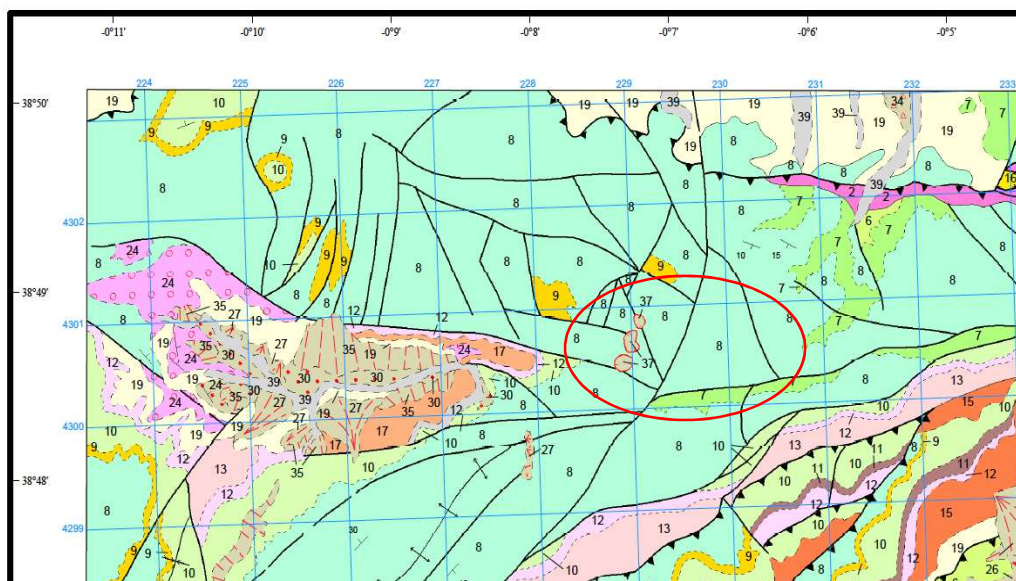


Figura 1: Extracte. Mapa Geològic d'Espanya, fulla 822 Benissa.

Font: Institut Geològic i miner d'Espanya.

Calcàries de “Graderío”. Calcàries micrítiques blanques y taulejades. Calcàries i margues de “Inoceramus” (8) (Extracte del llibret Mapa Geologica de España Fulla 822 Benissa)(Zona d’estudi marcada en un cercle roig)

El Senoniense es troba molt ben representat en el quadrant noroccidental de la Fulla, en els paratges coneguts com la Vall D’Ebo, la Vall de Laguar i Serres de la Carrasca i Migdia, així com aigües avall de l’Embassament d’Isbert. També es reconeixible en els relleus de la Serra de Cocoll, junt a la cabecera del barranc d’Almerich i en el Parc Natural de la Serra del Montgó. En aquest últim punt la potència del Sistema varia entre els 170 a 180 m, mentre que en la zona de la Vall d’Ebo, Carrasca i Migdia, sobrepasa els 350 metres d’espessor.

La sèrie realitzada en la llera del riu Ebo, al peu de la presa d’Isbert, ha posat de manifest diferents trams i formacions, les quals tenen un rang d’unitat cartogràfica. Aquestes han sigut incloses en la cartografia de la Fulla, son les següents:

- Calcàries micrítiques blanques i taulejades. Calcàries de “Graderío”.
- Margues i calcàries amb “Inoceramus”.
- Calcàries micrítiques amb “Inoceramus” en la base i nòduls de sílex.
- Margues i calcàries.

En el perfil realitzat en el lloc conegut com Manzaneda, ubicat dins de la Serra del Migdia, per damunt de les margues i calcàries del Maastrichtiense existeix un gros paquet de margues grises riques en equímids, alveolines i foraminífers, l’edat dels quals és atribuïda al Maastrichtiense superior-Paleocè. Esta formació es considera trànsit entre el Cretàcic y el Terciari.

En altres punts en els que no ha sigut possible individualitzar aquestes formacions, totes elles s’han considerat com una única unitat cartogràfica denominada Senoniense s.l.

a. Calcària de “Graderío”. Calcàries micrítiques blanques i taulejades.

La sèrie realitzada a partir de la presa d'Isbert, comença per 260 m de calcàries argiloses gris- cremes, ben estratificades en capes i bancs homomètrics, que en altres punts de la Fulla donen un aspecte de “Graderío”, i que corresponen a biomicrites un poc recristal·litzades, de textures mudstone a wackestone a vegades packstone. Són molt riques en foraminífers sobre tot en globotruncanes.

1.6. EDAFOLOGIA

Podem destacar, a la zona d'estudi, els següents sòls:

- **Calcisòls:**

Són sòls amb acumulació significativa de calci secundari i carbonats, generalment es desenvolupen en zones seques.

Els calcisòls tenen una substancial acumulació de carbonat calci dins del sòl. La precipitació dels carbonats pot ocórrer com a pseudomicèl·li (canals d'arrels plens de fina calcita), nòduls o ,fins i tot, en capes contínues de calç tova o dura. Els calcisòls són comuns on el material d'origen es calcària en regions amb diferents estacions seques, així com a les zones seques on les aigües subterrànies riques en carbonats afloren a la superfície. (Soil Atlas of Europe, 2005).

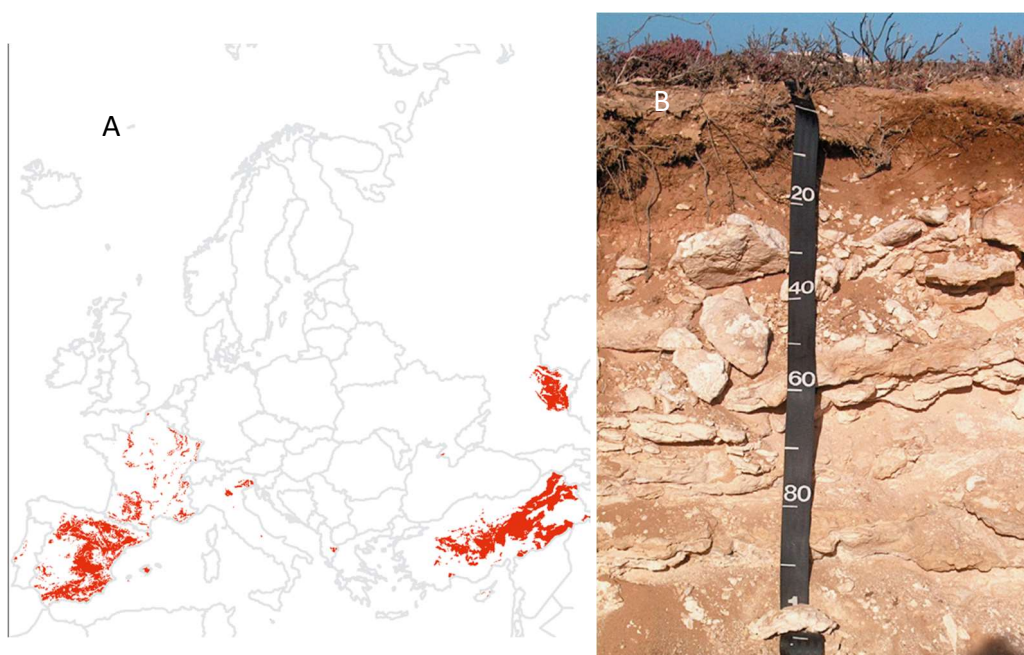


Figura 2 : (A) Mapa de distribució Europea dels Calcisòls (cobertura d'un 5% d'Europa). (B) Perfil exemple d'un típic Calcisòl.

- **Leptosòls:**

Són sòls poc profunds sobre roca dura o material de grava (del grec, leptos, que significa prim).

Els Leptosòls són poc profunds sobre roca dura en general de material calcari. Es troben principalment en les regions muntanyoses i en les zones on el sòl s'ha erosionat a la mesura en què la roca dura s'apropa a la superfície. A causa del desenvolupament pedogènic limitat, no presenten molta estructura. A nivell d'escala mundial, són molt extensos. Els Leptosòls en la calcària s'anomenen Rendzines, mentre que aquells es desenvolupem sobre roques àcides, com és granit, s'anomenen Rankers. (Soil Atlas of Europe, 2005)



Fotografia 12: Paisatge típic d'un Leptosòl.

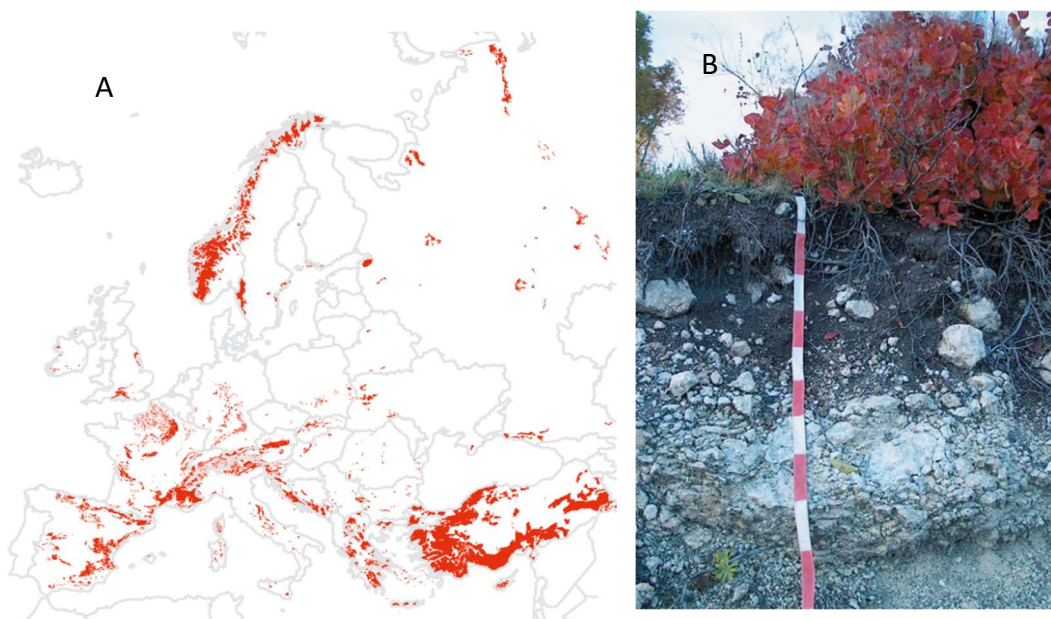


Figura 3: (A) Mapa de distribució Europea dels Leptosòls (cobertura d'un 9 % d'Europa). (B) Perfil exemple d'un típic Leptosòl.

1.7. EFECTES DELS INCENDIS:

El foc produeix canvis en la vegetació, en el sòl, en la fauna, en els processos hidrogeològics i erosius, i geomorfològics, influeix al cicle de l'aigua, generant canvis als ecosistemes, modificant el procés d'infiltració (Cerdà i Robichaud, 2009), alterant la generació d'escorrentia, i transformant el comportament del sòl. Els efectes dels incendis són molt variats, com hem dit, a causa dels múltiples factors dels quals depèn l'incendi: biomassa disponible, intensitat (temperatures assolides i durada), àrea cremada, temps des de l'últim incendi, tipus de sòl, humitat, pendent i vegetació. Així, es conforma en cada ecosistema un règim d'incendis concret. No obstant això, en un mateix ecosistema i fins i tot en un mateix incendi, la severitat, entesa com el grau d'impacte en l'ecosistema, i efectes del foc són diferents i resulten en un mosaic de taques de vegetació i sòl que es recuperarà amb o sense rehabilitació i restauració posterior. En aquesta recuperació, els efectes del foc sobre la vegetació i els sòls són essencials ja que influeixen directament sobre l'evolució de la resta de l'ecosistema. La humanitat es va acostumar al foc, fent ús del mateix com a eina per a aclarir conreus, fer-ne de nous, caçar, per a agilitzar cicles biogeoquímics i fonamentalment per a incrementar la diversitat. Sens dubte, també es coneix la part negativa del foc sense control i els greus problemes que pot aplegar a fer. En aquest últim sentit, la població veu el foc com un factor negatiu a eliminar.

1.7.1. EFECTES A LES PROPIETATS DELS SÒLS:

L'impacte del foc provoca la modificació de les propietats edàfiques, encara que no sempre en la mateixa direcció. És complicat sintetitzar quan hi ha tants factors que influeixen i poden marcar respostes tan diverses. Per exemple, la textura sol enriqueix-se en la fracció arenosa als sòls cremats, però en ocasions es produeix un enriquiment de la fracció llim. El mateix passa amb la estructura del sòl. Alguns autors han trobat augments de l'estabilitat d'agregats o valors més alts en els sòls cremats pel que fa als controls i altres, no obstant això, han trobat un descens. No són resultats contradictoris, tot el contrari, els incendis forestals donen lloc a respostes contrastades depenent de factors propis de l'ecosistema o del foc (Mataix-Solera i Guerrero, 2007)

El sòl pot patir canvis directes produïts per l'escalfament i la combustió, i indirectes com a conseqüència de la situació micro-climàtica després de la pèrdua de la coberta vegetal i recobriment de les cendres. Aquests canvis dependran principalment de la temperatura assolida durant l'incendi. Les variacions en algunes de les propietats físiques i químiques, com el pH i la conductivitat elèctrica normalment augmenten, causa de l'aportació de carbonats, cations bàsics i òxids procedents de les cendres. El temps de recuperació del pH inicial és variat i es considera que és més o menys ràpid segons el temps que les cendres es queden al sòl (Mataix-Solera i Guerrero, 2007). Aquesta aportació de cendres també enriqueix el sòl amb un augment de nutrients (Ca, Mg, K, Na, P) i és considerat el major factor de creixement de la vegetació en els ecosistemes mediterranis (Kutiel i Nave, 1987a). No obstant això, hi ha alguns nutrients que es perden amb el fum del foc, o es

volatilitzen, o hi ha perill que l'acció de la pluja, la erosió o lixiviació renten aquesta injecció de nutrients fonamentals, sobre tot quan no hi ha vegetació, varis investigadors afirmen que la fertilització del sòl pot durar entre 4-5 mesos (Kutiel i Naveh, 1990), fins 14 mesos (Kutiel i Naveh, 1987a) inclòs 7 anys (Úbeda *et al.*, 2005).

Durant la combustió es poden perdre grans quantitats de nitrogen (per ser un element molt volàtil), però afortunadament per als ecosistemes mediterranis i regions semiàrides on és limitat, es sol trobar després de l'incendi més nitrogen disponible al sòl en la forma d'amoní ($\text{NH}_4^+ \text{-N}$) (Giovannini *et al.*, 1990). Així mateix, en els mesos posteriors es produeix un augment del nitrogen (N_2) per microorganismes promoguts pe l'incendi i espècies de lleguminoses fixadores com el *Ulex parviflorus* (Raison *et al.*, 2009).

Pel que fa als canvis en el carboni orgànic del sòl, els resultats són complexos i variats segons la intensitat de l'incendi. En incendis de baixa intensitat pot haver increments de carboni orgànic procedent de la vegetació parcialment cremada, en canvi, a intensitats elevades la quantitat de matèria orgànica de la superfície del sòl pot disminuir (Mataix-Solera *et al.*, 2002).

La textura i estructura, mostren també la complexitat de la resposta dels sòls davant el foc. Aquesta complexitat es deu tant a les característiques del foc, bàsicament intensitat i severitat, com a les propietats del sòl. Així, les argiles poden formar agregats més estables fruit de l'impacte de la calor, o la hidrofobicitat augmentar amb el foc i donar lloc a una major estabilitat dels agregats (MacDonald *et al.*, 2008). Però també, l'estabilitat dels agregats pot canviar després del pas del foc, generalment es detecta una reducció de l'estabilitat dels agregats relacionat amb la pèrdua de matèria orgànica. No obstant això, és possible trobar tendències contràries quan hi ha incendis de baixa intensitat en què augmenta la matèria orgànica, a causa de fusions d'argiles per calcinació que endureixen els agregats o fins i tot a causa la cimentació per les substàncies hidrofòbiques que els fan més resistents.

La porositat i la capacitat de retenció hídrica també es poden veure disminuïdes al canviar l'estructura del sòl i desaparèixer la matèria orgànica si les intensitats són més elevades. Aquests factors, juntament amb la hidrofobicitat, són aspectes fonamentals que determinaran la ventilació i infiltració d'un sòl, sobre tot quan s'elimina la vegetació i fullaraca (DeBano, 1981). Fent que és incremente la escorrentia en una simple turmenta, doncs els processos erosius s'incrementaran també.

Aquests exemples es poden aplicar a altres propietats del sòl, i demostren que les estratègies de rehabilitació i restauració de zones cremades han de realitzar-se després estudis minuciosos per conèixer l'impacte real de cada foc.

1.8. DIFERÈNCIES ENTRE ELS INCENDIS PROVOCATS I ELS NATURALS:

Les causes immediates que donen lloc als incendis forestals poden ser molt variats, en tots ells es donen les mateixes condicions, és a dir, l'existència de grans masses de vegetació en concurrència amb períodes més o menys grans de sequera. El calor solar provoca deshidratació en les plantes, que recuperen l'aigua perduda del substrat. No obstant, quan la humitat del terreny descendeix a un nivell inferior al 30% les plantes són incapaces d'obtenir aigua del sòl, de manera que es van assecant a poc a poc.

Aquest procés provoca l'emissió a l'atmosfera d'etilè, un compost químic present en la vegetació i altament combustible. Té lloc en aquest moment un doble fenomen: tant les plantes com l'aire que les envolta es tornen fàcilment inflamables, amb el que el risc d'incendi es multiplica. I si a aquestes condicions es suma l'existència de períodes d'altres temperatures i vents forts o moderats, la possibilitat que una simple espurna provoqui un incendi es torna significativa.

D'altra banda, al marge que les condicions físiques siguin més o menys favorables per a un incendi, cal destacar que en la gran majoria dels casos no són causes naturals les que provoquen el foc, sinó l'acció humana, ja siga de manera intencionada o no.

Les causes que originen un incendi forestal s'agrupen en tres categories principals:

-Intencionats: representen un 60-70% dels casos. Les motivacions són variades, sent amb diferència les més comunes la crema no autoritzada, il·legal i incontrolada de superfícies agrícoles, ja sigui per a l'eliminació de matolls ("crema agrícola") o per a la regeneració de pastures per al ramat.

-Altres motivacions menys corrents darrere d'un incendi provocat són la piromania, usos cinegètics, vandalisme, venjances personals, especulació urbanística, baixar el preu de la fusta, etc. Cal senyalar que el delictes d'incendi està tipificat en moltes legislacions.

-Negligències i altres causes accidentals: representen un 15% -25% dels casos. En aquest apartat, les cremes agrícoles estan també entre les causes habituals. Altres causes són les burilles i fogueres mal apagades, crema d'escombraries, treballs forestals, etc.

-Naturals: representen menys d'un 5% dels casos. Sempre van darrere de l'acció d'un llamp.

1.9. NOTÍCIES DE L'INCENDI:

Es tracta d'un incendi que va ser iniciat per una crema descontrolada, que va començar a arrasar la zona forestal entre la Vall d'Ebo i la Vall d'Alcalà. El foc es va iniciar sobre les 11 del matí del dia 14 de maig de 2015. El desplegament d'efectius va tardar molt en arribar, no va ser fins l'endemà quan van acudir helicòpters i hidroavions.

Com podem observar en la següent figura, l'àrea estimada de l'incendi és d'uns 17.000.000 metres quadrats aproximadament, on Pego i l'Atzúbia, la Vall de Gallinera, la Vall d'Ebo i la Vall d'Alcalà han sigut les zones afectades, i on podem observar que la nostra zona d'estudi queda completament envoltada per l'incendi.

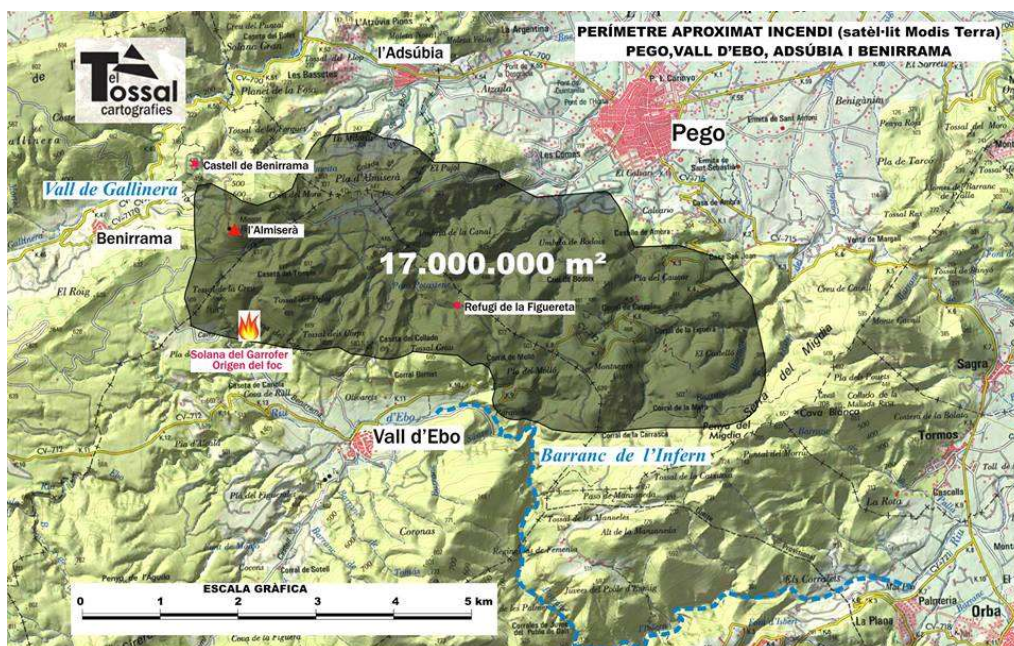


Figura 4: Mapa del perímetre aproximat de l'incendi.

Font: El Tossal.

La Fotografia 13, ens permet veure clarament la zona afectada, on podem observar Pego a la dreta i l'Atzúbia al fons, amb totes les muntanyes desèrtiques i assolades per l'incendi produït dies abans de la foto.



Fotografia 13: Imatge aèria de la zona afectada per l'incendi.

Font: Bombers

En la Fotografia 14, podem veure el terme del Clavari de Pego mentre el foc calcinava tota la vegetació i el que es topava amb ell.



Fotografia 14: Incendi Pego 14 Maig del 2015 (Calvari).

Font: Bombers

Amb la Fotografia 15, podem veure el resultat dies després de l'incendi al terme de Pego, conegut com el Xical.



Fotografia 15: Imatge del resultat de l'incendi (Xical).

Font: Bombers de la Marina.

Aquesta catàstrofe, va provocar que la gent del poble de Pego es mobilitzara per a poder combatir de la millor manera les conseqüències que havia ocasionat aquest incendi i per a junts poder ajudar al poble a preparar-se per a que no es tornara a produir un desastre de la mateixa magnitud, i aprendre així dels errors que s'havien comés aquesta vegada, ja siga per la falta de neteja del nostre terme, com per les tasques d'extinció que van tardar molt en actuar i això va provocar, si cap, una major quantitat d'hectàrees cremades.



Fotografia 16: Concentració urgent a la plaça de l'ajuntament.

Font: Assemblea Oberta Pego.



Fotografia 17: Mobilització social a la plaça de l'ajuntament de Pego.
Font: Assemblea Oberta Pego.

2. OBJECTIUS

L'objectiu principal del present treball es estudiar l'efecte de l'Incendi Forestal de Pego-Ebo-Vall de Gallinera en maig del 2015 sobre les propietats fisicoquímiques del sòl amb dos períodes de temps i comparant-lo amb una zona sense cremar pròxima (control)

3. MATERIALS I MÈTODES

3.1. DISSENY EXPERIMENTAL

Al mapa és presenta el mostreig del sòl que hem dissenyat sobre l'incendi forestal que va ocórrer el 14 de maig de 2015 a Pego, per tal de conèixer els efectes del foc sobre el sòl. Hem triat dos parcel·les cremades i una parcel·la de control, és a dir, que no ha sigut cremada, per a així poder tindre una referència del seu estat original.

En aquesta imatge podem observar la zona mostrejada abans de l'incendi, amb els diferents punts de mostreig que rodegen el refugi La Figuereta.



Figura 5: Mapa de la zona mostrejada abans de l'incendi.

Font: Google Earth Pro, 2017. Elaboració pròpia.

En aquest cas, la figura ens mostra la zona mostrejada després de l'incendi, on podem observar l'efecte post-incendi, que envolta el refugi.

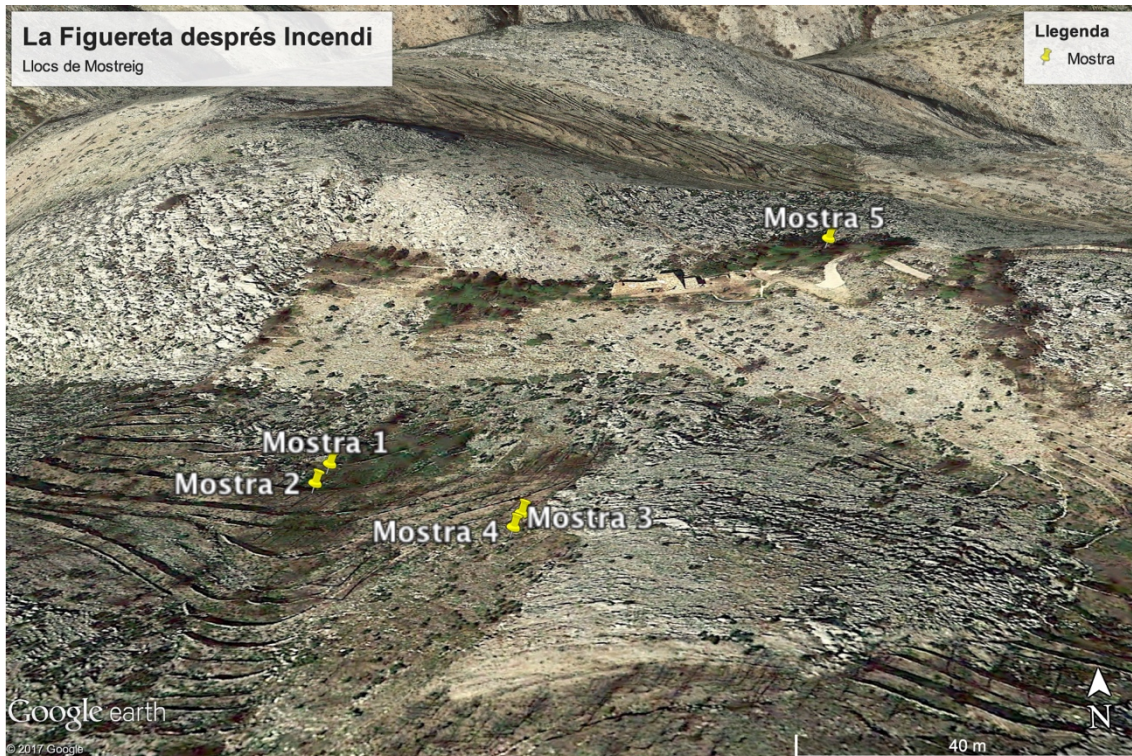


Figura 6: Mapa de la zona mostrejada després de l'incendi.

Font: Google Earth Pro, 2017. Elaboració pròpia.

Mostrejarem en les diferents parcel·les, dos on la intensitat del foc és de baixa a moderada (1 i 2) (aspecte que presentava les cendres de la parcel·la eren de color negre), dos on la intensitat del foc es de moderada a alta (4 i 5) (aspecte que presentava les cendres de la parcel·la eren de negre a blanquinoses) i per últim una mostra en un lloc sense cremar (5). En aquestes parcel·les hem realitzat dos mostrejos, el primer el 25 de juny i el segon 28 de novembre de 2015.

El perímetre de la zona estudiada és d'uns 1000 metres aproximadament i les parcel·les presenten les següents característiques:

- **Zona 1 “Baixa intensitat a moderada”** (dos mostres per a cada mostreig): Abans de l'incendi deuria haver sobretot *Pistacea lentiscus* i *Pinus halepensis*, a més de la gran quantitat de *Chamaerops humilis*, el qual ha sobreviscut a incendis anteriors, degut a la seua gran capacitat de reviure després d'un incendi. Al segon mostreig, podem trobar rebrotadores, germinadores i algun llentiscle (*Pistacea lentiscus*) que comença a formar arbust de nou.



Fotografia 18: Fotografia zona 1 (Mostra 1 del mostreig 1).

Font. Elaboració pròpia, 2015

Coordenades: N 38° 49' 213" O 0° 08' 762". Altura 519 m s. n. m.



Fotografia 19: Fotografia zona 1 (Mostra 1 del mostreig 2).

Font. Elaboració pròpia, 2015

Coordenades: N 38° 49' 213" O 0° 08' 762". Altura 519 m s. n. m.



Fotografia 20: Fotografia zona 1 (Mostra 2 del mostreig 1).

Font. Elaboració pròpia, 2015

Coordenades: N 38° 49' 208" O 0° 08' 763". Altura 513 m s. n. m.



Fotografia 21: Fotografia zona 1 (Mostra 2 del mostreig 2).

Font. Elaboració pròpia, 2015

Coordenades: N 38° 49' 208" O 0° 08' 763". Altura 513 m s. n. m.

- **Zona 2 “Moderada intensitat”** (dos mostres per cada mostreig): En esta parcel·la comencen a haver espècies que no es trobaven en la parcel·la anterior com es la *Olea europea* i el *Pinus halepensis*, a més, del margalló (*Chamaerops humilis*).



Fotografia 22: Fotografia zona 2 (Mostra 3 del mostreig 1).

Font. Elaboració pròpia, 2015

Coordenades: N 38° 49' 196" O 0° 08' 733". Altura 530 m s. n. m.



Fotografia 23: Fotografia zona 2 (Mostra 3 del mostreig 2).

Font. Elaboració pròpia, 2015

Coordenades: N 38° 49' 196" O 0° 08' 733". Altura 530 m s. n. m.



Fotografia 24: Fotografia zona 2 (Mostra 4 del mostreig 1).

Font. Elaboració pròpia, 2015

Coordenades: N 38° 49' 193" O 0° 08' 734". Altura 534 m s. n. m.



Fotografia 25: Fotografia zona 2 (Mostra 4 del mostreig 2).

Font. Elaboració pròpia, 2015

Coordenades: N 38° 49' 193" O 0° 08' 734". Altura 534 m s. n. m.

- **Zona 3 “sense cremar o de control”** (una mostra per cada mostreig): Aquesta zona com no s'ha alterat la vegetació, ja que ha estat afectada per l'incendi, per això s'ha elegit, ja que està prop de les parcel·les afectades. Tenim la vegetació original d'abans de l'incendi. Destaca el *Pinus halepensis* i la *Quercus coccifera*. És la zona més pròxima al refugi “La Figuereta”.



Fotografia 26: Fotografia zona 3 (Mostra 5 del mostreig 1).

Font. Elaboració pròpia, 2015.

Coordenades: N 38° 49' 265" O 0° 08' 671". Altura 537 m s. n. m.



Fotografia 27: Fotografia zona 3 (Mostra 5 del mostreig 2).

Font. Elaboració pròpia, 2015

Coordenades: N 38° 49' 265" O 0° 08' 671". Altura 537 m s. n. m.

3.2. MÈTODES UTILITZATS AL LABORATORI

3.2.1. SÒL

Una vegada recollides les mostres, es procedeix a l'anàlisi dels paràmetres del sòl (Actualización en métodos y técnicas para el estudio de los suelos afectados por incendios forestales, (Cerdà i Jordán, 2010)) que pugen donar informació a l'hora de conèixer l'evolució del sòl. Els mètodes utilitzats per al sòl són els següents:

- **Determinació d'elements grossos i fins.** Es col·loquen les mostres en una safata i es disgreguen amb la mà els trossos de sòl i pedres més grans, després amb l'ajuda d'un rodet s'acaba de disgregar de forma mecànica. Per últim, mitjançant un tamís de 2 mm de llum, es separen els elements grossos dels fins.
- **Humitat.** Es col·loca una mostra representativa del sòl en un recipient adequat prèviament tarat, es pesa i es seca en una estufa a 105°C. Després es gela i es torna a pesar. El contingut en humitat en % es representa així:

$$\text{Humetat}\% = \frac{P - P'}{P} \times 100$$

- **Textura.** Es pesen 40 g de sòl i es col·loca en un got 100 mL de la solució de hexametfosfat sòdic i posteriorment és transfereix a una proveta de 1000 mL i s'addiciona d'aigua destil·lada fins a eixe volum. Després s'usa l'agitador per batre la mostra durant 1 minut. Amb l'ajuda d'un densímetre es mesura la densitat als 30 segons, als 60 i després als 3, 10, 30 i 90 minuts i finalment més de 8 hores. I posteriorment es realitzant el càlculs corresponents i utilitzat el triangle textural que segueix els criteris ISSS (International Society of Soil Science) per conèixer la classe textural del sòl.

- **Color.** Un color queda definit per tres variables: matís, brillantor i saturació. El matís està determinat per la longitud d'ona dominant, la brillantor per la puresa del matís per unitat de superfície i la saturació és la intensitat relativa del color espectral dominant, és a dir de la intensitat del matís. El color s'ha mesurat comparant les mostres amb les taules Munsell. (Figura 7)

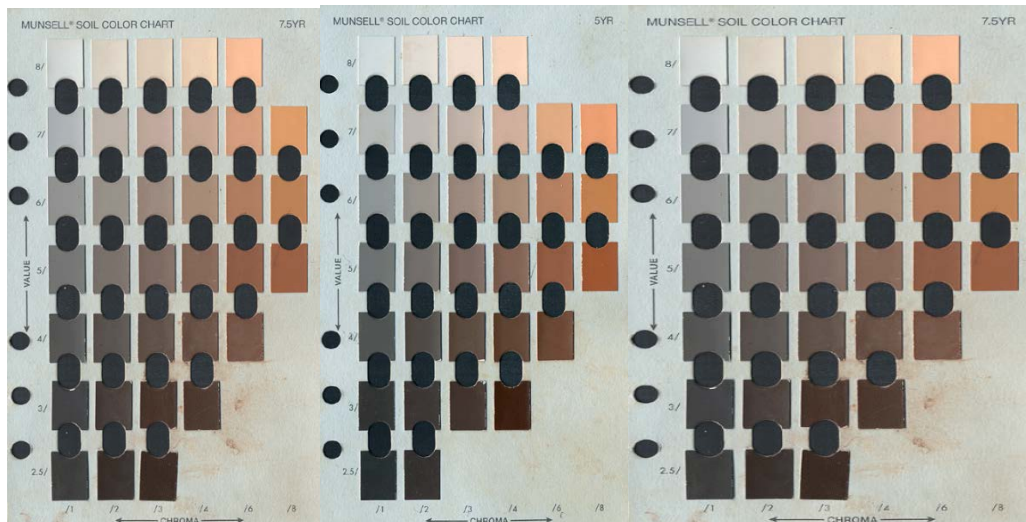


Figura 7: Exemple de pàgines de les taules Munsell utilitzades per a determinar el color del sòl i de les cendres.

- **Carbonats.** S'han pesat de 0,5 a 1 g de terra fina que es posen en el matràs col·lector juntament amb un tubet de vidre amb 5 mL de HCl 1:1. S'inclina el matràs perquè reaccioni amb el sòl i es mesura amb el desnivell de la columna manomètrica del CO₂ després que ens donarà un valor del CaCO₃ al sòl. S'ha utilitzat el calcímetre de Bernard.
- **pH.** Es pesen 10 g de sòl i s'afegeixen 25 mL d'aigua destil·lada, s'agita durant 10 minuts i després es determina amb l'ajuda d'un pH-metre.
- **Conductivitat elèctrica** (prova prèvia). Es pesen 10 g de sòl sec, s'afegeixen 50 ml d'aigua destil·lada i després s'agita durant 30 minuts i es filtra. Posteriorment es determina amb l'ajuda d'un conductímetre.
- **Matèria orgànica.** Realitzada amb el mètode del Walkey i Black, que consisteix en l'oxidació amb dicromat potàssic utilitzant la calor de reacció del àcid sulfúric. Es pesa 1 g de terra fina i es passa a un erlenmeyer de 250 mL, s'afegeixen 10 mL de dicromat potàssic 1N, s'agita i s'afegeixen 20 mL d'àcid sulfúric. Es deixa refredar i s'afegeixen 4 o 5 gotes de l'indicador i es valora amb sulfat ferrós amònic 6 hidratat 0,5 N fins que el color canviï de verd vidre a roig rajola.
- **Extracte de saturació.** Es pesen 250 g de sòl sec a l'aire, afegint a poc a poc aigua destil·lada, barrejant i agitant amb una espàtula fins que s'arribi al punt de saturació. Després es transfereix la pasta a l'embut Buchner fins a aconseguir la solució. Es

mesura la conductivitat i el pH, i els cations (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} i Mg^{2+}) s'han mesurat per Espectrofotometria de Flama i Espectrofotometria d'Absorció Atòmica.

- **Capacitat d'intercanvi catiònic. (CIC)** (Rhoades J.D., 1982) El mètode té com a finalitat la determinació de la quantitat total de cations metàl·lics canviabls que estan adsorbits en les partícules col·loïdals tant orgàniques com inorgàniques del sòl. Es determina la concentració, en meq/L, de Na^+ , a partir de la solució diluïda per al Na^+ , i que la solució sense diluir per al Cl^- . Per a expressar la quantitat de canvi catiònic en cmol(+) adsorbits per kg de sòl sec:

$$\text{C.I.C} = \frac{[\text{Na}(t)] - [\text{Cl}(t)] \cdot \left(\frac{\text{Na}}{\text{Cl}}\right)_{\text{sol}}}{P_{\text{SS}}} \cdot 10$$

- **Bases de canvi.** La determinació de les bases de canvi es realitza de forma similar a la obtenció de la capacitat total de canvi, utilitzant en este cas acetat amònic 1N a pH 7 per al seu desplaçament. El mètode es basa en un desplaçament de les bases de canvi amb una solució de acetat amònic a pH 7, i és quantifica mitjançant la tècnica d'Espectrofotometria d'Absorció Atòmica. Per a realitzar els càlculs, hem de construir la corba patró per a cada catió, relaciona les absorbàncies mesurades amb les concentracions. Les bases de canvi s'expressen en cmol(+)/kg de sòl sec.

$$\text{Cmol (+) / kg} = \frac{p.p.m.dil.lució/10}{P_{eq.grams\ sòl\ sec}} \times 100$$

- **Percentatge de saturació en bases (V).** Ve donat per la següent expressió:

$$V = \frac{\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{Na}^+ + \text{K}^+}{\text{CIC}} 100$$

- **Percentatge de sodi intercanviable (ESP).** Ve donat per la expressió:

$$\text{ESP} = \frac{\text{Na}^+}{\text{CIC}} 100$$

- **Relació d'adsorció de sodi (SAR o RAS).** Ve donat per la següent expressió:

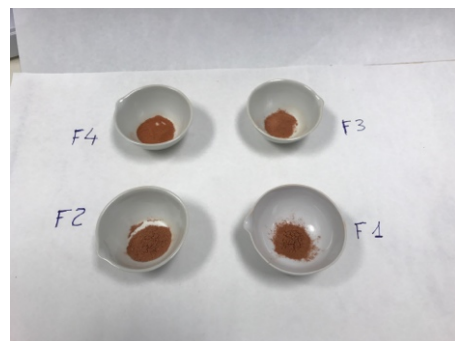
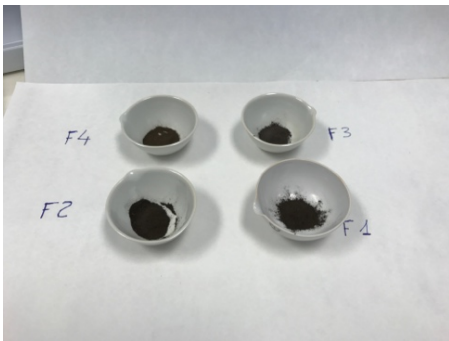
$$\text{RAS} = \frac{\text{Na}^+}{\sqrt{\frac{\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}}{2}}}$$

3.2.2. CENDRES:

Els mètodes d'anàlisi de cendres estan basats en el llibre "Actualización en métodos y técnicas para el estudio de los suelos afectados por incendios forestales", (Cerdà i Jordán, 2010):

- **pH.** S'ha determinat amb l'ajuda d'un pH-metre. S'han de pesar a 6 g de mostra en una balança de precisió. Després s'afegeixen 36 ml d'aigua destil·lada i s'agiten durant dues hores. Finalment, es realitza el mesurament.

- **Conductivitat elèctrica.** S'ha determinat amb l'ajuda d'un conductímetre. El procés utilitzat és el mateix el del pH.
- **Color.** Es polvoritza 1 g de mostra perquè es torni homogènia i després es compara amb les taules Munsell.
- **Matèria orgànica.** S'ha utilitzat el mateix mètode que al sòl.
- **Hidrofobicitat.** Test de temps de penetració de l'aigua (Water Drop Penetration Time (WDPT) (Cerdà i Doerr, 2008). Consisteix a dipositar sobre la superfície del material tres gotes d'aigua destil·lada en cada mostra i anotar el temps que es requereix per a la seva completa absorció.
- **Carbonats.** S'ha utilitzat el mètode del calcímetre de Bernard per a la determinació dels carbonats. Consisteix a prendre 1g de cendres polvoritzades i barrejar-ho amb 0,2 ml de solució hidro-clorhídrica en un erlenmeyer. El volum de CaCO_3 va ser calculat per la diferència entre el volum de CO_2 observat abans i després d'introduir la mostra.
- **Matèria Orgànica Total.** Emprarem el mètode de la combustió total, es a dir, volatilitzar la matèria orgànica que no ha estat cremada per l'incendi, posarem 1 g de cendres polvoritzades a 1050°C en Mufla durant 6 hores en total, eixí eliminarem tota la matèria orgànica que és volatilitza a 450°C i doncs per diferència de pes podem calcular la seua pèrdua.



Fotografia 28 i 29: Imatges de les cendres abans i després en Mufla.

Font: Elaboració pròpia, 2017



Fotografia 30: Mufla utilitzada en el laboratori per a les mostres de cendres.

Font. Elaboració pròpia, 2017

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

En aquest apartat presentarem els resultats obtinguts de les analítiques dels dos períodes mostrejats, el primer el 25 de juny i el segon el 28 de novembre de 2015, tal i com hem comentat en el apartat de materials i mètodes. Com podem observar, la Fotografia 31 mostra una zona molt degradada com a conseqüència del propi incendi, però a la Fotografia 32 (al segon mostreig) ja s'observa una gran millora de la vegetació tant en rebrotadores com en germinadores i herbàcies.



Fotografia 31: Zona de mostreig, primer període, 15 de juny de 2015.

Font. Elaboració pròpia, 2017



Fotografia 32: Zona de mostreig, segon període, 28 de novembre de 2015.

Font. Elaboració pròpia, 2015

També, cal destacar que s'han observat alguns signes d'erosió en determinades zones, a causa de les precipitacions ocorregudes entre el primer i el segon mostreig.

4.1. RESULTATS DEL SÒL

Els incendis produeixen diversos impactes, més o menys severs, depenent de factors com la intensitat de l'incendi, la duració, la quantitat de combustible cremat i l'estat del mateix. Al sòl, les propietats com l'estructura, porositat, capacitat d'infiltració, règim tèrmic i capacitat d'acumulació d'aigua, són factors molt importants en la sostenibilitat dels ecosistemes i poden ser profundament afectats pels incendis forestals (Powers et al., 1990). A més a més, altres propietats són alterades per la incorporació de les cendres al sòl, com la textura, el pH, la conductivitat elèctrica, CIC, etc, totes aquestes alteracions són més o menys intenses segons la severitat del foc, algunes milloren i altres empitjoren. Com observarem a continuació.

4.1.1.FÍSICS

Granulometria

Com podem observar a la Taula 1, la grandària de les fraccions major i menor de 2 mm presenta una lleugera tendència cap a grandàries majors, com podem veure a les mostres F3 i F4 del primer mostreig, la resta de mostres no presenten grans diferències, però sí cap a fraccions majors.

Textura i Densitat Aparent

Amb relació a la textura, podem observar un increment de la grandària arena i parcialment al llim, i un lleu descens de la fracció argila, aquests resultats estan d'acord amb Diaz Fierros et al. 1982 i Ulery i Graham, 1993, on s'han observat que en zones afectades pel foc hi ha un increment de les partícules grosses com són les arenes i una disminució per tant de partícules fines com és l'argila. Aquest efecte, fins i tot pot durar dos anys des de l'incendi i pot ser degut a re-agrupaments de les partícules minerals (Bará i Vega, 1983), com podem observar en la Taula 1 al segon mostreig que encara continua eixa tendència. Això produeix que el valor de la densitat aparent disminueixen degut al fet de ser més lleugers i presentar una major porositat, fent que la capacitat de retenció de l'aigua al sòl siga menor, tot això produït per l'increment de les grandàries i la incorporació de les cendres al sòl.

	% > 2mm	% < 2mm	Densitat aparent g/cm ³	Textura			
				Arena	Llim	Argila	Nom
1° Mostreig							
F1	53,16	46,84	0,99	52,0	24,0	24,0	Franc argilo arenós
F2	58,97	41,03	0,66	30,0	55,0	15,0	Franc llimós
F3	70,52	29,48	0,92	30,0	54,0	16,0	Franc llimós
F4	62,52	37,48	0,97	25,0	65,0	10,0	Franc llimós
F5	60,80	39,20	1,24	17,0	67,0	16,0	Franc llimós
2° Mostreig							
F1	33,86	66,14	1,05	20,0	70,0	10,0	Franc llimós
F2	57,74	42,26	0,71	58,0	34,0	8,0	Franc arenós
F3	60,64	39,36	1,12	50,0	35,0	15,0	Franc
F4	56,06	43,94	0,79	54,0	31,0	15,0	Franc arenós
F5	63,04	36,96	1,06	16,0	68,0	16,0	Franc llimós

Taula 1: Resultats de l'anàlisi físic del sòl.

4.1.2. QUÍMICS

Matèria orgànica

En funció de la intensitat del foc, la matèria orgànica experimenta diferents transformacions qualitatives i quantitatives amb diferents repercussions ecològiques. Doncs la matèria orgànica és un component molt important del sòl, donat que millora de forma significativa les propietats físiques, químiques i biològiques del mateix, i també juga un paper important en la estructura i la estabilitat del sòl.

El contingut de matèria orgànica sol decreïxer després d'un incendi d'alta intensitat si el foc ha afectat directament els horitzons més superficials d'aquest (Giovannini, 1990), però als incendis de baixa intensitat, el contingut de matèria orgànica del sòl pot incrementar-se degut a l'aportament de material vegetal semi-pirolitzat (Guerrero et al. 1997).

Com podem observar a la Taula 2, l'increment del contingut de matèria orgànica ha sigut elevat tant al primer mostreig com en el segon, amb relació al control (mostra F5). Això ens indica com hem comentat anteriorment que el nostre incendi ha estat de baixa a moderada intensitat, però també volem destacar que al segon mostreig el valors de matèria orgànica encara han estat més elevats a les mostres cremades, això es degut a una clara incorporació de les cendres dins del sòl, degut a les precipitacions que s'han produït des del primer al segon mostreig.

Color

El color del sòl és un clar reflex del que li està passant o ha passat al sòl, especialment deguts als continguts en matèria orgànica, i als sòls cremats la incorporació de les cendres al mateix. Com podem observar a la Taula 2, el color és fa obscur, negre o quasi negre a les mostres cremades amb relació a la mostra F5 que no ha estat cremada i especialment

quan les cendres s'han incorporant al sòl com passa al segon mostreig. Com igualment hem comentat abans en la matèria orgànica.

Carbonats

Un sòl és calcari a partir d'un 10 % de contingut en carbonats, existint excés de calcària quan el valor supera el 20%. (Yanez, 1989). Els sòls cremats del primer mostreig (Taula 2) presenten un contingut de carbonats baixos amb relació a la mostra F5 que es normal i sí que presenta un increment de carbonats als sòls cremats del segon mostreig. Això es degut a la incorporació de les cendres al sòl, com podem observar a la Taula 5 on les cendres sí que presenten un contingut una mica més elevat de carbonats.

1º Mostreig	Color				% M.O.	% Carbonats
	Sec	Humit	Sec	Humit		
F1	7,5 YR 3/3	7,5 YR 3/1	Marró obscur	Gris molt obscur	4,21	2,75
F2	7,5 YR 2,5/2	7,5 YR 2,5/1	Marró molt obscur	Negre	6,04	2,93
F3	7,5 YR 4/3	7,5 YR 3/1	Marró	Gris molt obscur	4,17	2,56
F4	10 YR 4/3	10 YR 3/1	Marró	Gris molt obscur	5,10	3,36
F5	10 YR 4/4	10 YR 3/6	Marró groguenc obscur	Marró groguenc obscur	4,20	11,81
2º Mostreig						
F1	7,5 YR 3/1	7,5 YR 2,5/1	Marró obscur	Negre	8,48	7,00
F2	7,5 YR 2,5/2	7,5 YR 2,5/1	Marró molt obscur	Negre	8,48	10,38
F3	7,5 YR 4/2	7,5 YR 2,5/1	Marró	Marró molt obscur	5,47	17,54
F4	710 YR 3/2	10 YR 2/1	Marró grisós molt obscur	Negre	5,28	9,09
F5	10 YR 4/4	10 YR 3/6	Marró groguenc obscur	Marró groguenc obscur	4,27	16,85

Taula 2: Resultats de l'anàlisi químic del sòl.

4.1.3. EXTRACTE DE SATURACIÓ

L'anàlisi d'extracte de saturació, permet conèixer les concentracions dels cations i anions, els valors de pH i conductivitat elèctrica de la solució del sòl. (Taula 3)

pH

En qualsevol incendi, l'acidesa del sòl es veu reduïda per la incorporació de cations fonamentalment Ca, Mg, K, Si i P així com determinats micro-elements (Gonzalez et al., 2009), òxids i carbonats continguts al llit de cendres. Generalment la variació del pH del sòl va relacionada amb la intensitat de l'incendi. En incendis de baixa intensitat, on la combustió de la matèria orgànica és baixa, els canvis de pH són insignificants (Owensby Wyrill, 1973).

Com podem observar a la Taula 3, l'increment dels valors de pH ha sigut lleuger, com ja hem comentat, és un foc de baixa a moderada severitat.

Conductivitat elèctrica (CE) i Cations

La incorporació i l'increment de les cendres minerals al sòl produeix un augment notable de la salinitat del sòl (DeBano et al; 1977), degut a que solubilitza cations i anions que prèviament estaven immobilitzats (Kutiel & Inbar, 1993). Però normalment aquesta salinitat no presenta valors elevats, doncs el que suposa és la millora de la fertilitat al sòl. Com podem observar a la Taula 3, l'increment de la conductivitat elèctrica al sòl ha estat lleu amb relació al control (F5) (tant al primer mostreig com en el segon) i tampoc presenta problemes de salinitat al no superar-se els 2 dS/m.

Les concentracions dels cations solubles a la solució del sòl presenta un lleuger increment a les mostres cremades amb relació al control i així mateix ocorre amb el valors del RAS. Que està relacionat amb el que hem comentat abans.

	pH	CE (dS/m)	K ⁺ (meq/L)	Na ⁺ (meq/L)	Ca ²⁺ (meq/L)	Mg ²⁺ (meq/L)	RAS (meq/L)
1° Mostreig							
F1	8,31	0,627	0,71	0,65	1,57	0,35	0,67
F2	7,83	0,663	0,39	0,68	0,94	0,44	0,81
F3	7,66	0,391	0,17	0,61	0,57	0,57	0,81
F4	7,39	0,518	0,28	0,56	0,91	0,63	0,64
F5	7,66	0,435	0,24	0,92	1,28	0,59	0,96
2° Mostreig							
F1	7,88	0,560	0,46	0,74	1,92	1,75	0,55
F2	7,94	0,570	0,44	0,68	1,84	1,57	0,52
F3	8,15	0,290	0,20	0,61	1,04	0,73	0,65
F4	8,13	0,450	0,34	0,62	1,35	0,82	0,59
F5	8,05	0,445	0,41	0,96	0,91	0,71	1,07

Taula 3: Resultats de l'extracte de saturació del sòl.

4.1.4. CAPACITAT D'INTERCANVI CATIÒNIC I BASES DE CANVI

La capacitat d'intercanvi catiònic, CIC, és un indicador que fa referència a la quantitat de cations que poden ser retinguts per un sòl donat un determinat pH, i que poden ser intercanviats per altres continguts en la solució del sòl. Depèn del tipus d'argiles del complex argila-húmic i de la quantitat de matèria orgànica que té el sòl. El foc actua directament sobre el sòl reduint els percentatges de matèria orgànica del mateix, doncs un descens de la capacitat de canvi aniria relacionat amb aquesta reducció (Mataix, 1994).

La CIC i les bases de canvi (Taula 4) troben al primer mostreig una lleugera disminució dels seus valors com acaben de comentar, però al segon mostreig, aquests valors s'incrementen degut a la incorporació de les cendres dins del sòl i a les precipitacions que s'han produït entre un mostreig i l'altre. Doncs podem dir, que als primers mesos després d'un incendi es millora de forma general la fertilitat al sòl, tant en cations com en llocs de canvi. Aquesta incorporació de cendres fa augmentar el pH com hem vist anteriorment.

	Bases de canvi				% V	ESP	CIC (cmolc/ kg)
	Na ⁺ (cmolc/ kg)	K ⁺ (cmolc/ kg)	Ca ²⁺ (cmolc/ kg)	Mg ²⁺ (cmolc/ kg)			
1° Mostreig							
F1	0,54	0,89	22,79	0,80	66,13	1,42	37,83
F2	0,62	1,11	23,33	0,99	66,37	1,58	39,24
F3	0,64	0,88	16,71	1,83	43,31	1,38	46,30
F4	0,54	0,72	22,43	1,09	54,90	1,19	45,12
F5	1,13	0,97	26,44	1,53	62,87	2,36	47,82
2° Mostreig							
F1	1,28	1,35	20,91	2,58	45,04	2,21	58,00
F2	0,94	1,25	23,51	1,95	44,33	1,51	62,39
F3	0,45	0,52	28,61	1,23	62,86	0,92	49,01
F4	0,66	1,24	21,41	2,04	42,25	1,09	59,99
F5	1,14	1,01	27,50	1,70	62,70	2,28	50,01

Taula 4: Resultats de la capacitat d'intercanvi catiònic i bases de canvi del sòl.

4.2. RESULTATS DE LES CENDRES

D'una forma simple, podem dir que les cendres són el residu produït pel foc després de la combustió de la matèria vegetal (Dermeyer et al., 2001). Doncs les cendres cobreixen el sòl i adquireixen gran importància en el control dels processos edàfics, segons el temps i la forma en què s'incorporen al sòl, serà l'evolució de la zona afectada, és a dir, la evolució de l'ecosistema sòl (Pereira et al., 2010).

La recuperació dels ecosistemes està lligada a la quantitat de nutrients disponibles a les cendres, a més, compleixen el paper de encoixinat, sense la presència d'aquestes en la superfície cremada serien font de vessaments abundants i sediments.

pH i Conductivitat elèctrica (CE)

Com es lògic, l'estudi de les propietats físico-químiques de les cendres sobreix els valors elevats del pH i CE, degut a l'increment dels continguts de sals que aporta la mineralització ràpida del material vegetal i de l'humus (Dahl et al., 2008).

Com podem observar a la Taula 5, els valors del pH presenten una tendència lleugerament bàsica i un valors de CE lleugerament elevats, això es degut a la combustió parcial de les cendres que presentaven un color obscur.

Carbonats i Color

Per tal d'avaluar la severitat d'un incendi forestal, hi ha dos factors importants ; tenir en compte; són el color i el contingut de carbonats de les cendres (Ulery et al., 1995). El color de les cendres, com podem observar a la Taula 5, presenta un color obscur, doncs indica una severitat de baixa a moderada, també ho confirma el continguts de carbonats que no són molt elevats.

Matèria orgànica oxidable i total

Com ja hem comentat als paràgrafs anteriors d'aquests apartat, la calcinació de les cendres ha estat molt elevada degut a que les temperatures de l'incendi no han estat molt elevades. Ho podem comprovar amb el fet que el contingut de matèria orgànica oxidable és baix i també el total (calcinació de les cendres a 1050°C durant 8 hores) que és el percentatge de material vegetal semi-cremat que no ha presentat una combustió completa, presenta valors elevats indicant que quedava bastant material vegetal per cremar.

Hidrofòbia

Com el nom que indica la hidrofòbia és la repelència a l'aigua, doncs vindrà donat per una sèrie de compostos orgànics provinents de la combustió de restes de vegetació i fullaraca que es troben a la superfície del sòl (DeBano, 1981). Així, aquesta hidrofòbia produirà una disminució de la capacitat d'infiltració de l'aigua i amb les primeres pluges augmentarà l'escorrentia, produint un increment de l'erosió.

A la Taula 5, podem observar que les quatre mostres de cendres presenten una lleugera hidrofòbia, això ens diu que la severitat del foc ha estat poc elevada. Encara que els valors són poc elevats, en les zones amb major pendent pot produir un increment de l'escorrentia i donar problemes d'erosió, uns dels efectes post-incendi més greus que es pot produir en aquestes zones.

	pH	CE (dS/m)	% CaCO ₃	% MO	% MOT	Color		Hidrofòbia
F1	7,83	0,733	6,40	6,24	55,15	7,5 YR 2,5/1	Negre	Lleugera
F2	7,67	0,652	6,13	5,26	52,40	7,5 YR 2,5/1	Negre	Lleugera
F3	7,71	0,622	8,80	5,80	75,99	7,5 YR 3/1	Marró obscur	Lleugera
F4	7,68	0,581	9,60	4,03	74,00	7,5 YR 3/2	Marró obscur	Lleugera

Taula 5: Resultats de l'anàlisi de les cendres.

Cations i Anions de l'Extracte de Saturació

Els cations i anions de l'extracte de saturació, presenten valors elevats amb relació als valors normals que podem trobar a la solució del sòl. Això està d'acord amb el que hem comentat anteriorment en aquest apartat amb uns valors alts de conductivitat elèctrica i un pH lleugerament bàsic. Com aquests elements són els solubles presents a les cendres, quan es donen precipitacions aquests s'incorporaran al sòl, incrementant la fertilitat del mateix.

	Na ⁺ (mg/L)	K ⁺ (mg/L)	Ca ²⁺ (mg/L)	Mg ²⁺ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)
F1	4,53	7,09	20,68	3,10	13
F2	4,43	9,26	21,66	2,74	8
F3	4,12	15,40	19,69	3,56	15
F4	3,21	11,53	17,05	1,91	7

Taula 6: Cations i Anions de l'Extracte de Saturació de les cendres.

5. CONCLUSIONS.

Com hem comentat en el present treball, l'incendi de Pego i Atzúbia-Vall d'Ebo-Vall de Gallinera del 14 de maig del 2015, sí que ha tingut efectes catastròfics no sols per al sòl i la vegetació, sinó també per a la fauna, i també els efectes visuals per als seus habitants, és a dir, al paisatge en general i a l'ecosistema en particular.

Però centrant-nos més en el nostre camp que és el sòl podem concloure que:

- ✓ La textura del sòl s'ha incrementat en les fraccions més grans, com és la fracció arena, això ha fet disminuir la densitat aparent del sòl, fent uns sòls més solts i doncs més erosionables.
- ✓ El contingut de matèria orgànica i els carbonats no han estat molt elevats degut ha que la severitat del foc és de baixa a moderada intensitat, com podem observar amb el color de les cendres són pràcticament negres.
- ✓ El pH, la conductivitat elèctrica i els cations de l'extracte de saturació han estat poc alterats, és a dir, no s'han incrementat tant els seus valors com si fora d'alta intensitat de foc.
- ✓ La CIC i els cations de canvi presenten una lleugera disminució reafirmant més si cap, que l'incendi es poc sever.

També, està dins del nostre camp, l'estudi de la cendres generades a l'incendi i la seua relació directa amb el sòl, per això les hem estudiat, podem dir que:

- ✓ El color negre o obscur, en general, de les cendres indica una severitat del foc entre baixa a moderada, que està amb consonància en els valors obtinguts en el pH, conductivitat elèctrica i matèria orgànica de tendència no molt elevada.
- ✓ Els valors d'Hidrofòbia obtinguts produiran un increment de la escorrentia superficial junt a la disminució de la capacitat d'infiltració, doncs l'erosionabilitat del sòls s'incrementarà.
- ✓ Els nutrients presents a les cendres són relativament elevats amb relació als valors normals, que quan s'incorporen al sòl s'incrementarà la seua fertilitat.

Per a finalitzar, podem dir que, aquests estudis són importants i necessaris, però caldria fer-los amb major profunditat (més mostres, més mostres), els resultats seran més ajustats a la realitat i podem prendre mesures més adequades per a la recuperació de la zona afectada.

6. BIBLIOGRAFIA

- **Llibres i articles**

Bará, S. i Vega, J.A. (1983). Efectos de los incendios forestales en los suelos del N.O. de España. Publicación del Departamento Forestal de las Zonas Húmedas. Lourizán, Pontevedra, CRIDA - INIA.

Cerdà, A., Jordán, A. (2010). Actualización en métodos y técnicas para el estudio de los suelos afectados por incendios forestales. Valencia: Cátedra de Divulgació de la Ciència. Universitat de València. Fuegored.

Cerdà, A., Robichaud, P. (2009). Efectos del fuego en la infiltración del suelo. Efectos del fuego en los suelos y las estrategias de restauración. Science Publishers, New Hampshire , 81-103.

Dahl, O., Pöykiö, R., Nurmesniemi, H. (2008). Concentrations of heavy metals in fly ash from a coal-fired power plant with respect to the new Finnish limit values. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 10(1), 87-92.

DeBano, L. F. (1981). Water repellent soils: a state-of-the-art. USDA Forest Service General Technical Report PS W-46. Calif, Berkeley. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. 21 p.

DeBano, l. f.; dunn, p. h. & conrad, C. E. (1977). Fire's effect on physical and chemical properties of chaparral soils. I. Soil nitrogen. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 43: 504-509.

Demeyer, A., Nkana, J. V., Verloo, M. G. (2001). Characteristics of wood ash and influence on soil properties and nutrient uptake: an overview. *Bioresource technology*, 77(3), 287-295.

Díaz-Fierros, F., Gil-Sotres, F., Cabaneiro, A., Carballas, T., Leirós, M.C. y Villar, M.C. (1982). Efectos erosivos de los incendios forestales en suelos de Galicia. *Anales de Edafología y Agrobiología*, 41, 627-639.

Folch, R. (1983). La vegetació dels països catalans. Ketres editora.

Folch, R. (1986). Història natural dels països catalans. Enciclopèdia catalana.

Forteza, J., Rubio., J.L, Gimeno, E. (1995). Catálogo De Suelos de la Comunidad Valenciana. València: Generalitat Valenciana.

Fuster, S; Camarena, V. (2005) Plantes silvestres del nostre entorn (100 fitxes de plantes de la Safor i voltants). Centre excursionista Castell del Rebollet, 230 p.

Gonzalez, J.; Cala, V. & Iglesias, T. (1996). Forms of Mn in soils affected by a forest fire. *Sci. Total Environ.*, 181: 231-236.

Giovannini, G., Lucchesi, L., & Giachetti, M. (1990). Beneficial and detrimental effects of heating on soil quality. In 'Fire in Ecosystem Dynamics: Mediterranean and Northern Perspectives'. (Eds JG Goldammer, MJ Jenkins) pp. 95–102.

González-Vila, F. J., Almendros, G., González-Pérez, A., Knicker, H., González-Vázquez, R., Hernández, Z., Piedra-Buena, A., de la Rosa, J. M. (2009): «Transformacions de la matèria orgànica del sòl por incendis naturals i calentaments controlats en condicions de laboratori». En *Efectos de los incendios forestales sobre los suelos en España. El estado de la cuestión visto por los científicos españoles* (Cerdà, A. y Mataix-Solera, J. coord.). València, Càtedra de divulgació de la ciència, Universitat de València, 219-267.

Guerrero, C., Gómez, I., Mataix, J., Díaz-Crespo, C., & Moral, R. (1997). Aplicació d'un compost de residus sòlids urbans a un sòl forestal cremat: Evolució de la conductivitat elèctrica, sulfats i clorurs. *Edafología*, (3-1), 109-115.

Kutiel, P. i Inbar, M. (1993). Fire impacts on soil nutrients and soil erosion in a mediterranean pine forest plantation. *Catena* 20: 129-139.

Kutiel, P., Naveh, Z. (1987). The effect of fire on nutrients in a pine forest soil. *Plant and Soil*, 104(2), 269-274.

Kutiel, P. Naveh, Z. (1990): «The effect of wildfire on soil nutrients and vegetation in an Aleppo pine forest on Mount Carmel, Israel», en *Fire in ecosystem dynamics: Mediterranean and northern perspectives* (Goldammer, J. G. y Jenkins, M. J. coord.). The Hague, Edit. SPB Academic Publishing, 85-94.

Macdonald, L. H., Larsen, I. J., Brown, E., Rough, D., Welsh, M. J., Pietraszek, J. H., Schaffrath, K. (2008). What causes runoff and sediment yields to increase after Wildfires?. In *Final Cost 634 International Conference «On-and Off-site Impacts of Runoff and Erosion» Aveiro (Portugal), 30th June-4th July*.

Mapa geològic d'Espanya, Fulla 822. (Benissa). (2008). Instituto Geologico y Minero de España.

Mataix-Solera, J., Guerrero, C. (2007). Efectos de los incendios forestales en las propiedades edáficas. En: Mataix-Solera, J. (ed.), Incendios Forestales, Suelos y Erosión Hídrica. Caja Mediterráneo Cemacam Font Roja-Alcoi, Alicante, pp, 5-40.

Mataix-Solera, J., Gómez, I, Navarro-Pedreño, J., Guerrero, C., Moral, R. (2002). Soil organic matter and aggregates affected by wildfire in a *Pinus halepensis* forest in Mediterranean environment. *International Journal of Wildland Fire*, 11, 107-114.

Owensby, C. E. i Wyrill, J. B. (1973). Effect of range burning on Kansas Flint Hill soils. *J. Range. Manage.* 26: 185-188

Pereira, P., Bodí, M.B., Úbeda, X., Cerdà, A., Mataix-Solera, J., Balfour, V. y Woods, S. (2010). Las cenizas en el ecosistema suelo. En: A. Cerdà y A. Jordán (Eds.), Actualización en métodos y técnicas para el estudio de los suelos afectados por incendios forestales. Càtedra Divulgació de la Ciència - FUEGORED. Universitat de València. Valencia. Pp.: 349-401.

Powers, R.F. Alban, D.H., Miller, R.E., Tiarks, A.E., Wells, C.G., Avers, P.E., Cline, R.G., Fitzgerald R.O. y Loftus, N.S. (1990). Sustaining site productivity in North American forests: problems and prospects. En: Gessel, S.A., Lacate, D.S., Weetman, G.F., Powers, R.F. (Eds.), Sustained Productivity of Forest Soils, Proceedings of the 7th North Am. For. Soils Conf., Vancouver, B.C., July 1988, Univ. of British Columbia, Vancouver. 49-79.

Programa Google Earth Pro (2017) versió 7.1.4.

Raison, R. J., Khanna, P. K., Jacobsen, K. L., Romanya, J., & Serrasolses, I. (2009). Effect of fire on forest nutrient cycles. *Fire effects on soils and restoration strategies*. Science Publishers, Enfield, New Hampshire, 225-256.

Rhoades, J. D. (1982). Cation exchange capacity. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties, (methodsofsoilan2), 149-157.

Soil Atlas of Europe (2005). European Soil Bureau Network European Commission, 128 pp.

Jiménez, J. Y. (1989). Anàlisis de sòls i la seua interpretació. *Horticultura: Revista de industria, distribución y socioeconomía hortícola: frutas, hortalizas, flores, plantas, árboles ornamentales y viveros*, (49), 75-89.

Úbeda, X., Lorca, M., Outeiro, L. R., Bernia, S., & Castellnou, M. (2005). Effects of prescribed fire on soil quality in Mediterranean grassland (Prades Mountains, north-east Spain). *International Journal of Wildland Fire*, 14(4), 379-384.

Ulery, L., i Graham, R.C. (1993). Forest fire effects on soil color and texture. *Soil Science Society of America Journal*, 57,135-140.

Ulery, A. L., Graham, R. C., Chadwick, O. A., & Wood, H. B. (1995). Decade-scale changes of soil carbon, nitrogen and exchangeable cations under chaparral and pine. *Geoderma*, 65(1-2), 121-134.

Yanez, J. (1989). Análisis de suelos y su interpretación. *Horticultura*, 49, 75-89

- **Pàgines web:**

Centre Excursionista de Pego obtingut de: <http://www.cepego.com/entorn>