

# **INCENDIS HISTÒRICS A L'ALTA MUNTANYA PIRINENCA**

## **ANÀLISI DELS CARBONS SEDIMENTARIS A LA TORBERA DE MONTARENYO (LLADORRE, PALLARS SOBIRÀ)**

**M<sup>a</sup>Alba Bonet Marmí**

**Juny 2011**





*"El hombre que mueve montañas empieza apartando piedrecitas."*

Confucio



**Nota:** aquest treball ha estat imprès en paper reciclat. Al final del document s'adjunta un CD que conté una versió digital del projecte. Igualment, també s'adjunta un resum en format article.



## AGRAÏMENTS

Primer de tot vull donar les gràcies als meus tutors de projecte, Dra. Raquel Cunill i Dr. Joan Manuel Soriano, del Grup de Recerca en Àrees de Muntanya i Paisatge, del departament de Geografia de la Universitat Autònoma de Barcelona, per donar-me la oportunitat de realitzar aquest projecte, per confiar en mi i per ajudar-me sempre que ho he necessitat. A la Raquel, són molts anys que ens coneixem. Moltes gràcies per portar el meu projecte, malgrat que estigui un xic lluny d'aquí. Perquè la seva paciència no té preu. També m'agradaria agrair el fet que m'hagi facilitat les dades de l'anàlisi del pol·len, així com diversos documents que m'han servit de gran ajuda. Al Joan Manuel, que m'ha tractat de la millor manera possible i perquè no ha perdut mai la paciència en la "ebullició" de les mostres.

També vull agrair a Albert Pèlach que hagi perdut una part del seu temps per mirar-se aquest projecte, i donar-me consells per millorar-lo.

També vull fer una petita menció als companys de laboratori, ja que amb la seva simpatia han fet un xic més divertida l'estona que passava amb ells.

Finalment m'agradaria agrair a totes aquelles persones, familiars, companys de classe i amics que indirectament m'han estat ajudant i donant ànims, fins a l'últim moment. Perquè sense ells segurament aquest projecte no seria el que és.





# ÍNDEX

Resum	14
Resumen	15
Abstract	16
1. Introducció	20
1.1. Context	24
1.2. Presentació de la recerca i objectius	25
1.2.1. Testimonis sedimentaris: l'estudi dels carbons i del pol·len	25
1.2.2. Les torberes com a font d'estudi	27
1.2.3. Objectius	28
1.2.4. Estructura del projecte	28
2. Àrea d'estudi	32
2.1. Introducció	36
2.2. Geologia i geomorfologia	37
2.3. Clima	38
2.4. Vegetació	39
2.5. Geohistòria ambiental	40
2.5.1. Mesolític (8000 aC – 5000 aC)	41
2.5.2. Neolític (5000 aC – 2700 aC)	41
2.5.3. Edat del bronze (2700 aC – 750 aC)	42
2.5.4. Edat del ferro (750 – 72 aC)	42
2.5.5. Antiguitat i romanització (72 aC – 418 dC)	42
2.5.6. Edat mitjana (418 dC – 1488 dC)	43
2.5.7. Edat moderna (1488 dC – 1789 dC)	42
2.5.8. Edat Contemporània (1789 dC – actualitat)	44
3. Metodologia	50
3.1. Descripció, sondeig i mostreig del testimoni sedimentari	54

3.2. Model cronològic	55
3.3. Descripció metodològica	55
3.3.1. Tractament químic	55
3.3.2. Quantificació de la biomassa cremada	56
4. Resultats	62
4.1. Model cronològic	66
4.2. Carbons sedimentaris	66
5. Discussió	72
5.1. Comparativa amb anàlisi palinològica	76
6. Conclusions	86
6.1. El foc com a recurs	90
6.2. Conclusió metodològica	92
7. Programació	96
8. Pressupost	104
9. Bibliografia	112
Annex	122

## ÍNDIX DE FIGURES

Figura 1. Localització de l'àrea d'estudi	36
Figura 2. Mapa topogràfic de l'àrea d'estudi	36
Figura 3. Mapa geomorfològic de la zona d'estudi	37
Figura 4. Situació de l'estació meteorològica	38
Figura 5. Diagrama ombrotèrmic de l'estany de Certascan	38
Figura 6. Imatge en 3D dels hàbitats de l'àrea d'estudi	39
Figura 7. Evolució de la població de Lladorre	45
Figura 8. Fotografia de la superfície d'aplanament de Plaus de Boldís – Montarenyo des del Monteixo (vessant sudest)	54
Figura 9. Flascons utilitzats	55
Figura 10. Repetició del tractament químic en mostres més profundes	55
Figura 11. Categories de classificació dels carbons (superfície quadrat base = 0,0625 mm <sup>2</sup> )	57
Figura 12. Criteri de classificació dels carbons	57
Figura 13. Quadre resum utilitzat en el recull de recompte de carbons	58
Figura 14. Imatge d'un fragment de carbó a 100x	58
Figura 15. Datacions radiocarbòniques de la torbera ombrotròfica de Montarenyo	66
Figura 16. Resultats obtinguts en l'anàlisi de carbons sedimentaris de la torbera de Montarenyo	67
Figura 17. Resultats obtinguts en l'anàlisi de carbons sedimentaris i en l'anàlisi del pol·len de la torbera de Montarenyo	77
Figura 18. Imatge de la dinàmica de successió secundària del bosc	91
Figura 19: Imatge de la lupa binocular utilitzada per el recompte de carbons	126
Figura 20: Imatge de les bosses on es guarda el cm <sup>3</sup> de mostra	126
Figura 21: Imatge de la plantilla amb ratlles paral·leles per facilitar el recompte	126
Figura 22: Imatge del micròmetre ocular i d'un fragment de carbó	126







## RESUM

Les zones europees d'alta muntanya, concretament les mediterrànies, han estat utilitzades des de temps remots per l'ésser humà, a través de l'aprofitament de boscos i prats mitjançant activitats com l'agricultura, la ramaderia, la silvicultura i la metal·lúrgia. Però, des de fa temps, amb l'abandonament de les àrees rurals, estem davant d'una falta de gestió dels boscos, degut a la pèrdua de les activitats tradicionals. L'objectiu d'aquest treball és el de determinar l'impacte provocat per les societats antigues sobre els boscos, amb la utilització del foc com a eina de gestió, així com l'anàlisi dels processos d'antropització de les zones de muntanya que utilitzaven aquest recurs.

En aquest treball l'anàlisi de l'evolució del paisatge es fa mitjançant l'estudi de les comunitats vegetals històriques i la dinàmica d'incendis, a través de dues metodologies basades en testimonis sedimentaris: l'anàlisi de carbons i l'anàlisi del pol·len. El testimoni sedimentari ha estat extret de la torbera ombrotrofica de Montarenyo, situada a la vessant sud dels Pirineus, a la Vall de Cardós, al Pallars Sobirà. Aquestes dues disciplines han permès indagar en la geohistòria ambiental, per tal d'establir les relacions entre l'ambient i la societat.

Els resultats mostren que el foc ha estat utilitzat per nombroses activitats, creant unes dinàmiques forestals característiques. El paisatge actual és conseqüència de les pressions que va haver de patir el bosc durant anys, unes pressions que, amb major o menor mesura han gestionat les masses forestals. Cal doncs conèixer quina ha estat la gestió històrica del bosc per entendre'n el seu estat actual i poder escollir la gestió més adequada per conservar-lo.

## RESUMEN

Las zonas europeas de alta montaña, concretamente las mediterráneas, han sido utilizadas desde tiempos remotos por el ser humano, a partir del aprovechamiento de bosques y prados mediante actividades como la agricultura, la ganadería, la silvicultura y la metalurgia. Pero, desde hace tiempo, con el abandono de las áreas rurales, estamos ante una falta de gestión de los bosques, debido a la pérdida de las actividades tradicionales. El objetivo de este trabajo es determinar el impacto provocado por las sociedades antiguas sobre los bosques, con la utilización del fuego como herramienta de gestión, así como el análisis de los procesos de antropización de las zonas de montaña que utilizaban este recurso.

En este trabajo el análisis de la evolución del paisaje se realiza mediante el estudio de las comunidades vegetales históricas y la dinámica de incendios, a partir de dos metodologías basadas en testigos sedimentarios: el análisis de carbones y el análisis del polen. El testigo sedimentario ha sido extraído de la turbera ombrotrofica de Montarenyo, situada en la vertiente sur de los Pirineos, en la Vall de Cardós, en el Pallars Sobirà. Estas dos disciplinas han permitido indagar en la geohistoria ambiental, para así establecer las relaciones entre el ambiente y la sociedad.

Los resultados muestran que el fuego ha sido utilizado por numerosas actividades, creando unas dinámicas forestales características. El paisaje actual es consecuencia de las presiones que sufrieron los bosques durante años, unas presiones que, en mayor o menor medida han gestionado las masas forestales. Hace falta, entonces, conocer cuál ha sido la gestión histórica del bosque para entender su estado actual y así poder escoger la gestión más adecuada para conservarlo.



## ABSTRACT

European high mountain areas, particularly Mediterranean areas, have been used since ancient times by human beings, since the use of forest and grasslands by activities such as agriculture, livestock, forestry and metallurgy. But, since time ago, with the abandonment of rural areas, we are faced with a lack of forest management, due to the loss of traditional activities. The aim of this project is to determinate the impact caused by ancient societies on forests, with the use of fire as a management tool, and analyze the processes of human impacts on mountain areas that used this resource.

In this project the analysis of landscape evolution is carried out through the study of historical plant communities and fire dynamics. Two methodologies based on sedimentary cores have been used: charcoal analysis and pollen analysis. The cores have been taken from the ombrotrophic peat bog of Montarenyo, located on the southern slope of the Pyrenees, on the Valley of Cardós, Pallars Sobirà. These two disciplines have allowed us to investigate environmental geo-history in order to establish the relationships between the environment and society.

The results show that fire has been used for numerous activities, creating characteristic forest dynamics. The current landscape is the result of the pressures that have suffered for years. These pressures, to greater or lesser extent, have managed the forest. Therefore, we need to know what the history of forest management has been, in order to understand its current state and choose the most appropriate management to preserve it.







# **1. INTRODUCCIÓ**









## 1.1 Context

Generalment quan es parla d'un paisatge poc transformat, d'un espai completament natural, ens imaginem una zona d'alta muntanya, amb boscos i prats gens antropitzats, on la dinàmica natural ha anat avançant mica en mica fins assolir els paisatges actuals. Però això no és cert. Les zones europees d'alta muntanya, concretament les mediterrànies, han estat utilitzades des de temps remots per l'ésser humà, a través de l'aprofitament de boscos i prats. L'agricultura, la ramaderia, la silvicultura i la metal·lúrgia són alguns dels exemples més clars d'aquest aprofitament dels recursos que proporcionen els espais muntanyencs.

Darrerament s'està parlant molt de l'actual canvi climàtic, un canvi que s'ha vist accelerat per l'acció antròpica (IPCC, 2007). No obstant, parlant a nivell local, a aquest canvi climàtic se li ha de sumar el canvi econòmic i social que està patint la societat, sobretot les societats rurals. Aquest canvi, basat en l'abandonament del medi rural, porta com a resultat la pèrdua d'activitats tradicionals de muntanya, com són l'agricultura i la ramaderia. Les conseqüències d'aquest canvi són clares. Estem davant d'una falta de gestió dels boscos, uns boscos que sense cap mena d'impediment segueixen la seva dinàmica natural, fins a convertir-se en masses denses de vegetació.

Però per avaluar l'actual paisatge cal retrocedir en el temps, buscar indicis d'aquest aprofitament per part de les societats rurals, per tal de donar una pinzellada a la dinàmica del paisatge dels últims anys i intentar explicar perquè avui en dia els boscos d'alta muntanya són com són.

Conceptes com la paleoecologia, la paleobotànica o la geohistòria ambiental posen de manifest l'interès per estudiar les dinàmiques ambientals i ecològiques des d'un punt de vista històric, per tal de donar una visió més aproximada de l'origen dels paisatges actuals, sense oblidar-se de l'acció antròpica.

El Grup de Recerca en Àrees de Muntanya i Paisatge (GRAMP) forma part del departament de Geografia de la Universitat Autònoma de Barcelona. Aquest grup pretén entendre el funcionament actual dels paisatges de muntanya i interpretar la relació que s'hi dona entre el medi físic i la societat. Però, com ja s'ha comentat, això només es possible si es té en compte la història que precedeix aquestes àrees de muntanya.

## 1.2 Presentació de la recerca i objectius

Aquest estudi té una doble finalitat. Primerament l'interès rau a avaluar el paper que ha jugat el foc en la configuració del paisatge pirinenc. La segona finalitat és la de veure processos d'antropització de l'alta muntanya mitjançant el foc.

Aquestes cremes podien tenir diversos orígens. D'una banda les societats rurals topaven amb la importància de satisfer les seves necessitats bàsiques, bé fos amb el cultiu de vegetals, bé fos amb la cria d'animals. A més, amb la introducció del comerç aquesta necessitat es va veure augmentada, ja que els mercats els proporcionaven uns guanys extres, gens menyspreables. Calia, doncs, disposar d'espai suficient per a portar a terme aquestes activitats. Això s'aconseguia mitjançant cremes de boscos, ja fos per obtenir nous espais oberts o bé per al seu manteniment. D'altra banda tampoc cal oblidar-se de l'obtenció de carbó per al funcionament de les llars, i posteriorment per alimentar les fargues, que s'obtenia a partir de cremes de la vegetació. És interessant comentar que un tercer origen és aquell degut a causes naturals, com poden ser llamps, que tot i no ser massa importants, cal tenir-los en compte. Per tant, com a hipòtesi cal apuntar que hi ha la possibilitat que alguns incendis tinguin un origen natural

En aquest treball l'anàlisi de l'evolució del paisatge es fa mitjançant l'estudi de les comunitats vegetals històriques i la dinàmica d'incendis, a través de dues metodologies basades en testimonis sedimentaris: la primera correspon a l'anàlisi de carbons; la segona fa referència a l'anàlisi del pol·len (Nadal *et al*, 2009). Aquestes proporcionen una informació retrospectiva de l'evolució del paisatge. A més, el fet d'extreure aquests sediments d'una torbera fa que encara tinguin més valor a l'hora d'obtenir els resultats.

A continuació s'explica la importància de l'estudi dels testimonis sedimentaris, així com l'interès que proporciona el fet que els sediments provinguin d'una torbera.

### 1.2.1 Testimonis sedimentaris: l'estudi dels carbons i del pol·len

L'interès en l'estudi dels dipòsits sedimentaris rau en la capacitat d'aquests de proporcionar una informació temporal molt detallada si es troben en un bon estat de conservació. És en aquests dipòsits on s'acumulen enmig dels sediments, o més ben dit, formant part d'ells, altres elements, com carbons i grans de pol·len. Les vies d'entrada d'aquests elements poden ser diverses. D'una banda trobem elements que circulen juntament amb l'aigua superficial o a través de l'aire. Per altra banda pot ser que aquests elements s'hagin format en el mateix sediment. L'important és que s'acumulen en les diferents capes del sediment, de manera que ens proporcionen una

informació ambiental, degut a la gran capacitat de conservació que tenen els medis anòxics.

El carbó vegetal és un compost de carboni inorgànic produït per la combustió incompleta del material orgànic a temperatures que van des de 280°C a 500°C (Patterson et al, 1987). Si l'oxigen és abundant i la combustió no es veu interrompuda, la cendra és el producte resultant. Però si l'oxigen està restringit o la combustió és incompleta llavors es dona la carbonització, que produeix carbó vegetal. Aquest carbó és resistent a l'activitat microbiana i a l'oxidació, per això és possible la seva anàlisi al llarg de temps geològics.

L'anàlisi de carbons en testimonis sedimentaris ens permet obtenir dades directes de la història del foc a partir de les partícules carbonitzades de biomassa dipositada en un medi sedimentari. A més, la deposició estratificada ens ofereix un registre cronològic d'incendis de gran precisió i continuïtat temporal, així com una aproximació a la intensitat dels diferents incendis.

Originàriament, a la segona meitat del segle XX, el carbó es quantificava en les mateixes làmines preparades per estudiar el pol·len (Rhodes, 1998). L'anàlisi d'ambdós elements es feia simultàniament, per tal d'estalviar temps. Això era perillós per les mostres de carbó, ja que els grans de pol·len són més resistents i la preparació de les mostres podia degradar o fragmentar les mostres de carbó. A més, aquesta tècnica també provocava que la matèria orgànica s'enfosqués, de manera que encara fos més complicada la correcta identificació dels carbons (Clark, 1988).

Després de veure les limitacions d'aquest procediment es van portar a terme diversos mètodes alternatius.

El primer va ser un mètode que consistia a realitzar un tractament químic en els sediments, per tal de quantificar el contingut de carbons sense necessitat de realitzar el recompte a través del microscopi. Aquest mètode, però, tenia moltes limitacions, ja que els sediments torbosos no es digereixen adequadament mitjançant procediments químics estàndards. A més és impossible la distinció entre el carbó produït per la combustió de biomassa i el carbó d'origen industrial provinent de combustibles fòssils.

Simmons i Innes, al 1981, van introduir el "*petri dish method*", que es basava en barrejar les mostres procedents de les torberes amb aigua i col·locar-les en plaques de petri quadrículades. Llavors es tractava d'estimar el percentatge d'espai recobert per carbons en cada quadrícula, amb l'ajuda d'un microscopi binocular a 60 augments. Es tracta d'un mètode ràpid. No obstant la precisió d'aquest resulta discutible.

Finalment la metodologia emprada en aquest treball és la utilitzada per Carcaillet. Aquests distingeix dues tipologies de carbons, macrocarbons i microcarbons, depenent de si la seva mida és superior o inferior a 100 µm (Carcaillet et al. 2007, Carcaillet et al.

2001a), tot i que aquest llinzar varia segons l'autor (de 100 µm a 200 µm). Segons Carcaillet (Carcaillet et al. 2001b) els macrocarbons ens ofereixen una informació local lligada a l'àrea d'influència del dipòsit sedimentari. En canvi, els microcarbons ens ofereixen una informació de caire regional ja que en ser de dimensió més reduïda són més fàcils de transportar. Aquesta tècnica està explicada molt més detalladament en l'apartat de metodologia.

L'anàlisi pol·línica és la segona tècnica utilitzada en el present treball. El pol·len sedimentari aporta una informació contínua de les dinàmiques del paisatge vegetal, ja que ens dóna una idea de quines eren les espècies vegetals presents en cada època. Tot i que en aquest projecte no es realitza l'anàlisi del pol·len, ja que ha estat realitzat en la tesi doctoral de Raquel Cunill (2010), s'utilitzen els valors per donar suport als resultats obtinguts en l'estudi dels carbons sedimentaris.

### **1.2.2 Les torberes com a font d'estudi**

El Conveni de Ramsar de 1971 anomena com a aiguamoll les extensions de maresmes, pantans i torberes, donant-los una especial importància i protecció pel seu alt valor ecològic.

Una torbera és un tipus d'aiguamoll àcid, una conca lacustre que a muntanya pot ser d'origen glacial, en el qual s'ha acumulat matèria orgànica d'origen vegetal, més o menys descompost, en forma de torba. Les condicions per a la formació de la torba són trobar-se en un medi anaeròbic i saturat d'aigua. L'acumulació de torba depèn de la producció, l'acidesa, les espècies que hi habiten i el decaïment aeròbic o anaeròbic.

Es formen a partir de l'excés de material orgànic dipositat en una llacuna o pantà, que s'acaba omplint d'aquest material. Això fa que algunes parts de la llacuna o pantà perdin el contacte amb les aigües de les vessants i l'aigua subterrània, pel que passa a proveir-se principalment d'aigua de la pluja, el que equival a un règim ombrotòfic per l'ecosistema. Aquest fet condiciona que tant el pol·len com els carbons sedimentaris només poden arribar-hi a través del transport eòlic.

Les torberes disposen d'una flora específica i restringida, fortament dependent de les condicions climàtiques de l'entorn i del seu substrat litològic. L'espècie de molsa més característiques d'aquests tipus d'ecosistemes és el gènere *Sphagnum*, que sobreviu en aigües amb pocs nutrients.

La particularitat d'aquests tipus d'aiguamolls és que són espais on majoritàriament es donen unes condicions completament anòxiques, perfectes per a la conservació de materials, com els carbons o el pol·len, ja que no pateixen reaccions oxidants que les puguin malmetre. A més aquests registres es troben estratificats seguint unes pautes

temporals. Per això les torberes estan considerades uns dipòsits perfectes per a registres cronològics.

Algunes de les funcions ambientals més importants que cal destacar de les torberes són la regulació del cicle del carboni, ja que actuen com a dipòsits d'aquest element. També intervenen en la regulació hidrològica. Quan hi ha excés de precipitació acumulen aigua en el seu interior, mentre que quan hi ha dèficit hídric tenen la capacitat d'aportar aigua en els sistemes hidrològics. Així mateix, també poden retenir tòxics, millorant la qualitat de l'aigua. La coberta vegetal que presenten és resistent als processos erosius, reduint així els sediments en suspensió en cursos fluvials. Finalment, les torberes són un excel·lent hàbitat ecològic per determinades espècies vegetals que només es desenvolupen en aquests tipus d'espais, així com per aus en època de reproducció.

### **1.2.3 Objectius**

L'objectiu general d'aquest estudi és el d'oferir una anàlisi dels resultats obtinguts en l'estudi dels macrocarbons obtinguts en la torbera pirinenca situada a Montarenyo, per tal de relacionar la dinàmica d'incendis d'aquests dipòsits amb l'acció humana desenvolupada en el seu entorn els darrers 500 anys.

Els objectius específics que es pretenen assolir són els següents:

- Analitzar els processos d'antropització de les zones d'alta muntanya per mitjà del foc.
- Determinar l'efecte que ha tingut el foc en la configuració passada i actual del paisatge pirinenc.
- Avaluar les regeneracions vegetals després d'una pertorbació com és un incendi forestal.
- Intentar donar una visió de futur d'aquests paisatges forestals de muntanya si se segueix amb la tendència actual.

### **1.2.4 Estructura del projecte**

Aquest treball s'estructura en cinc grans parts. La primera és l'explicació de l'àrea d'estudi i consta d'una breu introducció, la geologia i geomorfologia de la zona, el clima, la vegetació que hi habita i una de les parts de treball de recerca més importants del projecte: la geohistòria ambiental. A continuació, la segona part engloba la metodologia emprada, on s'explica com s'han obtingut les mostres. Els resultats formen el tercer bloc. En aquest apartat s'indiquen únicament els valors numèrics

obtinguts en l'anàlisi dels carbons. És a la quarta part on es fa la interpretació i la discussió dels resultats, tenint en compte la recerca bibliogràfica realitzada en l'apartat de geohistòria ambiental dins l'àmbit d'estudi i els resultats analítics obtinguts. Per acabar, l'última part inclou les conclusions, on es fa la reflexió final de l'estudi. En les últimes pàgines es detalla la programació i el pressupost del projecte, així com les referències bibliogràfiques utilitzades.







## **2. ÀREA D'ESTUDI**







## 2.1 Introducció

L'àmbit d'estudi se localitza en ple Parc Natural de l'Alt Pirineu, en el municipi de Lladorre, a la comarca del Pallars Sobirà (figura 1).

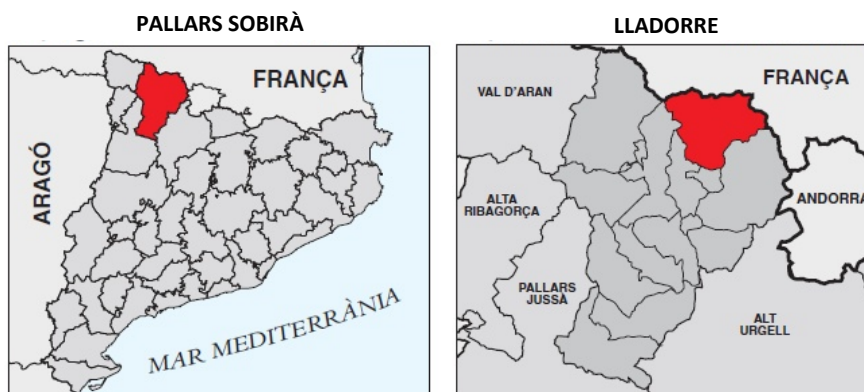


Figura 1. Localització de l'àrea d'estudi. Font: Nomenclàtor oficial de toponímia major de Catalunya - Lladorre.

Concretament es localitza a la vessant sud dels Pirineus, a la capçalera de la Vall de Cardós. L'àrea s'anomena Plaus de Boldís-Montarenyo, i correspon a un extens altiplà per sobre dels 2.450 metres d'altitud, coronat pel cim de Montarenyo. És en aquesta zona on es localitza l'estany de Montarenyo i la torbera ombrotòfica de Montarenyo, d'on s'han extret els testimonis per fer els anàlisis del carbó sedimentari. Aquest espai queda delimitat al sud per la vall de Sant Miquel, amb els municipis de Boldís Jussà i Boldís Sobirà, a l'oest pel riu Lladorre, al nord per la ribera de Boldís i a l'est per la vall d'Àreu.

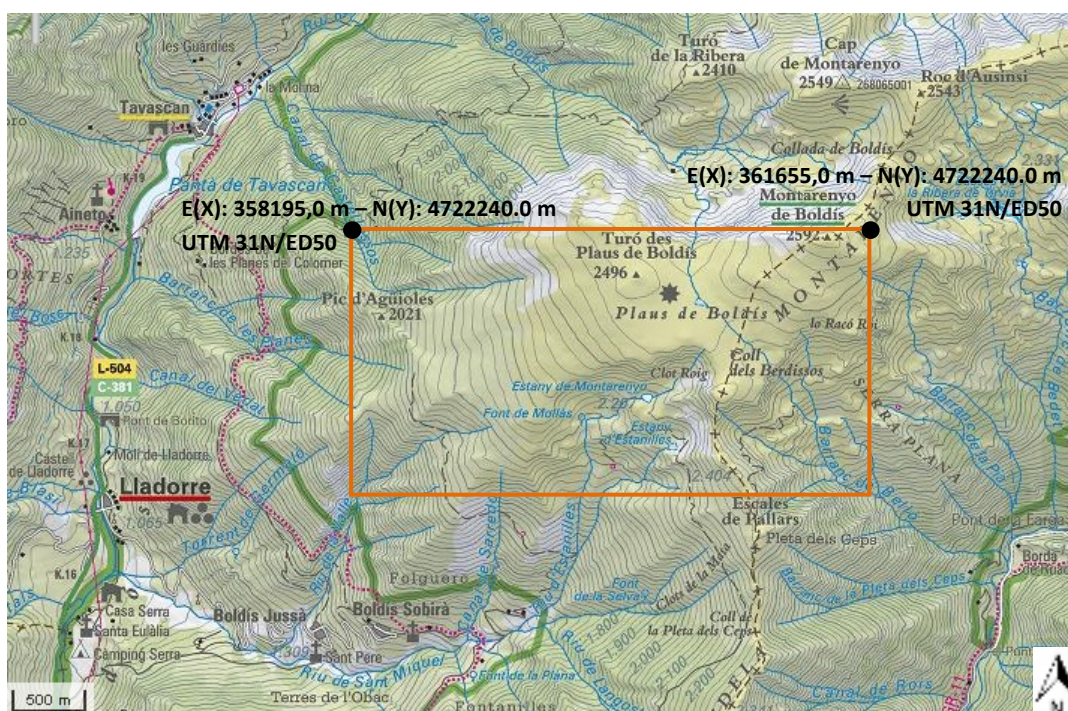


Figura 2. Mapa topogràfic de l'àrea d'estudi. Font: Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC).

## 2.2 Geologia i geomorfologia

La Vall de Cardós és de tipus glacial, concretament la seva forma és deguda als gels quaternaris. Dues conques confluents a l'altura de Tavascan van donar lloc a la glacera de la vall que va arribar fins a Tírvia (Verdaguer, 1986).

La morfologia principal dels vessants ha estat configurada per l'acció de les successives glaciacions, mentre que a les àrees més altes trobem zones que han estat preservades de l'erosió glacial. Aquest és el cas de molts altiplans com el de Plaús de Boldís-Montarenyo, un relleu preexistent a l'últim episodi glacial, i amb una extensió de 3,2 quilòmetres quadrats. Els únics indicis de l'acció del gel es poden veure en les seves parets, on aquest ha format vessants esquerps i esglaonats amb circs i llacs.

Aquest relleu d'altiplà d'altitud permet l'existència d'una gran zona apta per les pastures d'estiu.

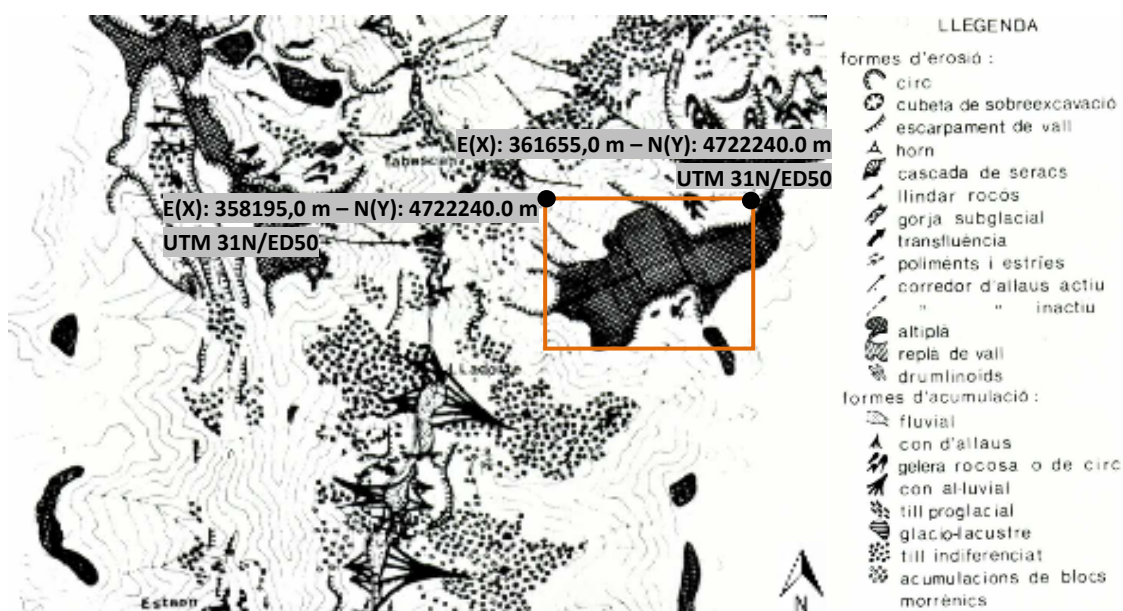


Figura 3. Mapa geomorfològic de la zona d'estudi. Font: Butlletí de l'Institut Català d'Història Natural, núm. 53.

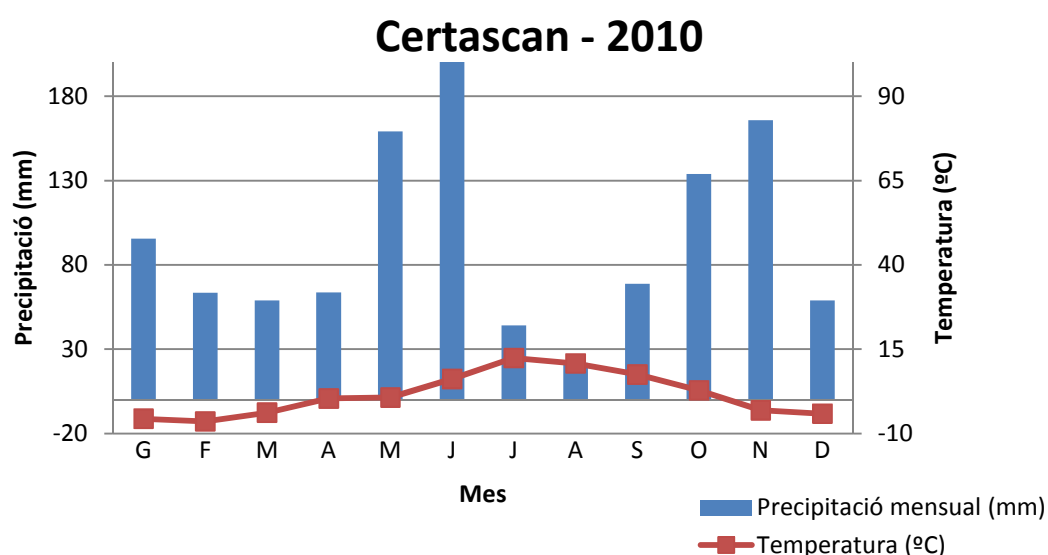
La litologia d'aquesta zona és d'origen cambro-ordovicià. El substrat està format per esquistos quarsítics i fil·lites, afectades per el plegament hercinià i per un metamorfisme de molt baix grau (Druguet i Carreras, 2010). L'àrea d'estudi de situa sobre l'anomenat Dom de la Pallaresa, una gran estructura antiformal que afecta als materials cambro-ordovicians, limitada al sud pel sinclinal de Llavorsí i al nord pel plutó granític de Bassiés i el sinclinal de Salau (Druguet i Carreras, 2010).

## 2.3 Clima

És difícil determinar el clima en zones de muntanya, ja que per les característiques orogràfiques, per la diferent insolació entre solanes i obagues i els fenòmens com la inversió tèrmica, fan que hi hagi unes variacions importants en les dades pluviomètriques i tèrmiques. Per tal de caracteritzar el clima de la zona de l'estany de Montarenyo hem utilitzat les dades de l'estació meteorològica automàtica més propera a la zona d'estudi. Es tracta de l'estació situada a l'estany de Certascan, a una altitud de 2.400 metres. Les condicions meteorològiques no seran exactes en el cas de l'àrea d'estudi i de l'estació meteorològica, però en tot cas és una bona aproximació de les condicions dels medis supraforestals.



Figura 4. Situació de l'estació meteorològica. Font: ICC.



<b>Certascan (2.400 m)</b>	G	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Precipitació mensual (mm)	95,5	63,4	59	63,6	159,2	200,3	44,1	21,9	68,8	133,8	165,7	59
Temperatura mitjana (°C)	-5,6	-6,4	-3,8	0,4	0,7	6,2	12,4	10,8	7,5	2,8	-3,1	-4,1

Temperatura anual mitjana: 1,5 °C. Precipitació anual total: 1134,3 mm

Figura 5. Diagrama ombrotèrmic de l'estany de Certascan. Font: Xarxa d'Estacions Meteorològiques Automàtiques (XEMA), Servei Meteorològic de Catalunya.

Les pluges són abundants durant tot l'any, però els màxims es donen a l'hivern i a finals de primavera i principis d'estiu. Cal recordar que possiblement les precipitacions d'hivern són en forma de neu, fet que proporciona un mantell nival a les zones altes de



la vall que cobreix la zona durant mesos i que té uns efectes determinats pels ecosistemes d'aquestes zones.

Pel que fa a la temperatura els mínims se situen entre gener i febrer, mentre que els màxims es donen durant els mesos de juliol i agost. La resta de l'any les temperatures oscil·len entre els -4 i els 7°C. Aquestes baixes temperatures expliquen el curt període vegetatiu de les plantes d'aquestes zones.

Podem constatar que la zona d'estudi es troba en una zona de clima atlàntic, fins i tot subalpí-alpí en les zones més altes, amb una elevada i regular pluviometria i unes temperatures força baixes.

## 2.4 Vegetació

La vegetació ve determinada per les característiques geomorfològiques, litològiques i climàtiques, però també per l'acció antròpica. La durada de la neu és un dels fenòmens que més afecta al tipus de vegetació que es podrà establir a la zona. A les zones més altes ens trobarem amb comunitats acidòfiles pròpies de terrenys silícics.

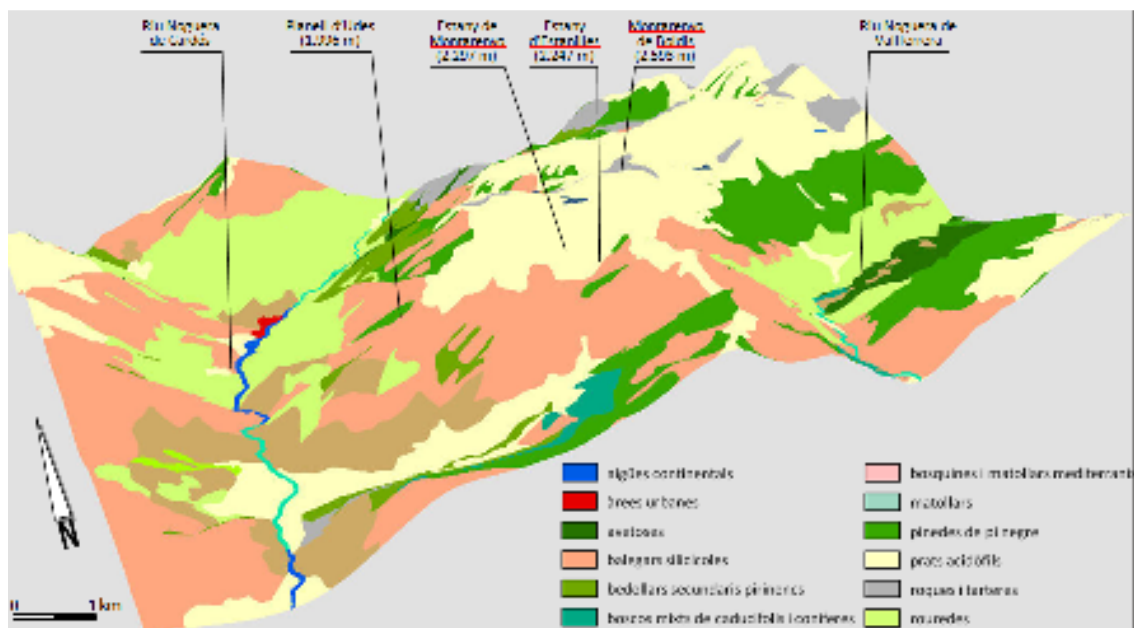


Figura 6. Imatge en 3D dels hàbitats de l'àrea d'estudi. Font: Cunill (2010).

Trobem tres tipus d'estatges, els límits dels quals no segueixen una altitud fixa, sinó que dibuixen en el paisatge una línia ondulada que puja i baixa segons les característiques del terreny (orientació, pendent, relleu...).

Entre els 1.200 i els 1.850 metres hi ha un paisatge montà, caracteritzat per les rouredes de roure de fulla gran (*Quercus petraea*), amb algun bedoll (*Betula pendula*)



barrejat. Aquest tipus de vegetació es troba al fons de la vall principal, en les vessants oest dels Plaus de Boldís. A la zona ripària s'hi troben sargars (*Saponario-Salicetum purpurae*) barrejats amb joncs i herbassars. L'estatge subalpí es fa present a partir dels 1.600 metres i fins als 2.450 metres. Les espècies principals que s'hi poden trobar són el pi negre (*Pinus uncinata*), el neret (*Rhododendron ferrugineum*) i el nabiu (*Vaccinium myrtillus*). Als 2.000 metres trobem una franja de 150 metres de balegar (*Genista balansae*). A continuació trobem prats de *Festuca eskia* seguida de *Festuca airoides* fins arribar al cim. Aquests prats ja formen l'estatge alpí, a partir dels 2.300 metres d'altitud. (Cunill, 2010)

A la vall secundària dels Boldissos, la vessants sud no té importants masses arbòries. Al fons de vall s'hi troben prats de dall amb fromental (*Arrhenatherum* sp.) i per damunt prats silicícules i xeròfils. L'estatge muntà i subalpí comprèn un gran matollar de balegar que s'alterna amb pastures mesòfiles montanes i subalpinas. En les àrees més altes d'aquest estatge trobem masses arbòries aïllades de *Pinus uncinata* acompanyades de ginebró (*Juniperus communis* ssp. *nana*). En l'estatge alpí, la zona de Montarenyo i Plaus de Boldís ofereixen extenses pastures de festuca amb una zona de mollera al centre de la seva extensió (Cunill, 2010)

## 2.5 Geohistòria ambiental

En aquest apartat es vol donar una visió molt simplificada de la geohistòria ambiental durant el període holocènic en la zona del Pirineu central meridional i, quan la informació ens ho permeti, s'explicarà, amb més detall, a nivell de comarca o municipi.

La geohistòria ambiental pretén explicar les condicions històriques en què es trobava la zona en les diferents èpoques. Les condicions climatològiques, el paisatge, la vegetació, la cultura, la societat i l'economia basada en les diverses activitats antròpiques són els punts més importants que s'expliquen en aquest apartat.

Abans del període holocènic, des de fa 100.000 anys fins ara fa uns 12.000, ens trobem amb la darrera època de glaciacions quaternàries, en un període anomenat würmia. Aquest es caracteritza per donar lloc a unes fluctuacions climàtiques, on els períodes freds han esdevingut climes glacials. Estudis recents situen l'últim màxim glacial als Pirineus fa uns 20.000 – 30.000 anys (Pallàs *et al.* 2006). Les conseqüències d'aquestes glaciacions es poden veure en el relleu de les valls dels Pirineus, però també va afectar a la vegetació, que va haver d'adaptar-se o desaparèixer en un medi tant gèlid com era aleshores. La presència humana, si va existir es va haver d'adaptar a unes dures condicions climàtiques.

Fa 15.000 anys, amb la millora de les condicions climàtiques, comença el desgel, i amb aquest la recuperació de la coberta vegetal, tot i que les condicions segueixen sent molt fluctuants. Serà 5.000 anys després (fa 10.000 anys) quan s'entra en un clima més estable (Marugan i Rapalino, 2005). Aquí comença el període holocè o postglacial, on encara ens trobem actualment. En aquesta època també hi ha fluctuacions del clima, algunes d'elles molt importants (Jalut *et al*, 2009; Pérez-Obiol *et al*, 2011).

A continuació s'explica la geohistòria ambiental del període holocè dividit en els diversos períodes culturals. Des dels inicis de l'holocè fins a mitjans del segle XV s'explica molt simplificadament, ja que aquesta època no és especialment rellevant per al present estudi. És a partir de l'edat moderna i fins a l'actualitat que s'explica d'una manera molt més detallada. Tots els aspectes que es comenten en aquest apartat estan enfocats a la zona del Pallars.

### **2.5.1 Mesolític (8000 aC – 5000 aC)**

Ens trobem amb una clima preboreal – boreal. Comença la transició cap a unes condicions climàtiques amb una millora tèrmica i un augment de les precipitacions, que afavoreix l'aparició d'espècies caducifòlies. El paisatge estèpic es converteix en un paisatge forestal. Les bones condicions climàtiques i el paisatge vegetal propicien l'aprofitament dels recursos per part de la societat, que està formada bàsicament per petits caçadors recol·lectors nòmades (Marugan i Rapalino, 2005). Es va produint la neolització de la societat, l'home actua sobre el medi, el modifica.

### **2.5.2 Neolític (5000 aC – 2700 aC)**

Durant aquest període el paleoclima que trobem és majoritàriament l'atlàntic. Es caracteritza per una major estabilitat, i és en el neolític on ens trobem de ple amb l'Òptim climàtic, un període que aporta humitat degut a les precipitacions abundants i les temperatures suaus, que propicien l'aparició de l'abet. Apareix l'agricultura i la ramaderia com a conseqüència del cultiu de plantes autòctones i la domesticació d'animals. Sembla que es practicava un sistema econòmic mixt, és a dir, agropecuari, rotatiu i seminòmada, per al qual s'obrien clarianes en el bosc mitjançant l'ús del foc (Marugan i Rapalino, 2005; Pérez-Obiol *et al*, 2012).

### **2.5.3 Edat del bronze (2700 aC – 750 aC)**

El clima subboreal és el dominant en aquest període, que es caracteritza per la inestabilitat climàtica en una primera fase, i una estabilització en temperatures més fredes i major humitat en una segona fase (Cunill, 2010). El faig apareix en aquesta època en zones properes a l'àrea d'estudi (Pèlachs, 2004). L'aparició de la manufactura de coure, i més tard d'estany, és el fet representatiu d'aquesta etapa, que suposa una primera aproximació al comerç. La ramaderia segueix sent l'activitat més important de producció (Marugan i Rapalino, 2010). A mitjans i finals d'aquest període (del 1700 al 750 aC) l'activitat metal·lúrgica continua augmentant i donant peu a un comerç molt més important. La pastura crea una forta pressió en les zones de pastures d'alta muntanya provocades per la generació de pastures mitjançant la crema (Pèlachs, 2001). És a partir de finals d'aquest període que sembla poder-se parlar d'una veritable transhumància (Esteban *et al*, 2003). A finals d'aquest període hi ha una transició del clima de subboreal a subatlàntic, que suposa un augment de les temperatures i una major aridesa climàtica. Això suposa una causa per la utilització de les pastures de muntanya, en busca d'herba fresca (Cunill 2010).

### **2.5.4 Edat del ferro (750 aC – 72 aC)**

És en aquest període quan ens trobem de ple amb un clima subatlàntic, que ens acompanyarà fins al dia d'avui. L'edat del ferro a la zona dels Pirineus és una continuació de l'edat del bronze (Marugan i Rapalino, 2005). El pastoralisme i la intervenció en les zones altes de muntanya segueix sent molt important (Cunill, 2010). El ferro va entrant de forma lenta, i no s'integra fins a èpoques tardanes (Euba, 2008 i 2009). No obstant, a partir de l'any 400 aC la pressió antròpica sobre l'espai sembla que disminueix. És important destacar que durant aquesta època hi comença a haver una apropiació diferenciada de l'espai en les valls pirinenques (Esteban *et al*, 2003).

### **2.5.5 Antiguitat i romanització (72 aC – 418 dC)**

D'aquesta època se'n té molt poca informació. A més es creu que la romanització a les valls pallareses va ser poc important i va arribar més tard que a altres regions. A les comunitats de muntanya de l'Alt Pallars sembla que es van mantenir formes col·lectives d'aprofitament del territori i dels recursos, així com certa autonomia de les valls altes per tal de controlar les poblacions de muntanya (Marugan i Rapalino, 2005). Les activitats de la terra en època romana no es coneixen massa bé. A la zona de la coma de Burg s'ha trobat una baixada de la pressió antròpica tant per pastures com per agricultura (Pèlachs, 2004). Això se sap gràcies a anàlisis paleobotàniques, que

mostren una recuperació inicial de la massa arbòria. A la Muntanya d'Enveig passa el mateix. No obstant, al Madriu es troba un augment de l'activitat pastoral (Ejarque, 2009). Hi ha introducció de nous conreus com la noguera i el castanyer. La silvicultura és important en aquesta època, ja que la fusta s'utilitza com a element de construcció i com a combustible. Cap a finals del període es produeixen obertures forestals degudes a la metal·lúrgica, com és el cas de Burg (Pèlach et al, 2009) o a l'estany Redon (Camarero *et al.* 1998).

### **2.5.6 Edat mitjana (418 dC – 1488 dC)**

Pel que fa a les dinàmiques del paisatge en les zones pirinenques l'edat mitjana és un punt d'inflexió. L'agricultura, la ramaderia i la minerometal·lúrgia continuen caracteritzant l'explotació de les terres de muntanya, però la feudalització canviarà les dinàmiques de la societat. Aquests canvis, per exemple, impliquen una producció basada en l'autoconsum, però també amb la necessitat de crear excedents adaptats a les rendes feudals. Això, sumat a la gran demografia, genera una enorme pressió antròpica sobre els recursos del territori. Al Pallars no és fins al segle X que s'imposa el poder feudal. Hi ha una expansió de les terres agrícoles així com la diversificació del conreu, amb l'aparició d'espècies cerealícoles o llenyoses com l'olivera o la vinya (Pèlach, 2004). Pel que fa a ramaderia es continua realitzant transhumància vertical, aspecte clau per a les terres de muntanya. Apareix la transhumància horitzontal, entre terres baixes i litorals i les pastures pirinenques i prepirinenques. Sembla que la metal·lúrgia entra en decadència al Pallars Sobirà. És en el segle XIV i XV que es dona la crisi baixmedieval, causada teòricament per la sobreexplotació dels recursos, la pesta negra, les guerres i els corrents migratoris (Cunill, 2010).

### **2.5.7 Edat moderna (1488 dC – 1789 dC)**

Malgrat la crisi baixmedieval, al segle XVIII hi ha una recuperació demogràfica, que manté les activitats de muntanya. Ens trobem amb una època on el poder comunal agafa força, a diferència de la resta de Catalunya.

L'agricultura té un pes important, ja que es tracta d'una economia de subsistència. Els cereals són els més importants en les zones de muntanya mentre que la vinya es retira a zones més baixes. No obstant, la ramaderia i la metal·lúrgia són els dos sectors més importants en les àrees de muntanya en aquesta època.

El segle XV dona les primeres notícies de grans quantitats de caps de bestiar traginant d'un lloc a un altre. A la mateixa època i principis del segle XVI hi ha els primers conflictes pels dominis de les herbes de muntanyes. Segons Josep Maria Bringué (a

Marugan i Rapalino, 2005), malgrat que l'organització comunal possibilita que qualsevol casa reconeguda com a veïna pugui tenir bestiar, la importància de la ramaderia es dona per les cases fortes<sup>1</sup> i els grans ramats transhumants, del duc de Cardona i marquès de Pallars, amb l'ús de pastures comunals d'alta muntanya. Això queda plasmat en els registres paleoambientals, on s'observa una obertura de les zones d'alta muntanya (Ejarque *et al.* 2010). La transhumància era una alternativa a les condicions adverses de l'hivern. Era molt costosa, per això la ramaderia es reservava per a cases fortes i mitjanes, i per a potents ramaders. Al segle XVIII la transhumància perd importància davant l'increment de la cria de bestiar.

Pel que fa a la indústria metal·lúrgica durant aquesta època experimenta el seu màxim esplendor, amb les construccions de fargues en les valls altes del Pallars. És a l'any 1603 que es troben les primeres referències, molt imprecises, sobre fargues al Pallars. Aquesta activitat passa de ser una activitat local a una activitat comercial. Això provoca un impacte paisatgístic, que té com a causa la necessitat d'obtenir carbó com a combustible per alimentar les fargues, mitjançant el carboneig, que provoca la tala dels boscos propers fins arribar a la desforestació. Aquest fet serà causa de conflicte entre les comunitats i els productors. Segons càlculs fet per Josep Maria Bringué (a Marugan i Rapalino, 2005), una farga desforestava aproximadament quatre hectàrees i mitja anuals de superfície.

### **2.5.8 Edat contemporània (1789 dC - actualitat)**

Fins a mitjans del segle XIX continua dominant la societat i l'economia tradicional. La ramaderia segueix sent l'activitat més important i la farga es manté durant el segle XVIII. Però a finals del segle XIX comença la crisi de l'economia de subsistència. Les causes d'aquesta crisi són dues. Primerament hi ha unes causes vinculades a la crisi agrària de finals del segle XIX a Europa i Espanya, i és deguda a la incapacitat de l'agricultura de subsistència per abastir la creixent població. A més, la desamortització civil posa en venda gran part dels bens comunals, amenaçant les poblacions de muntanya (Marugan i Rapalino, 2005). A part d'aquests dos factors cal sumar-hi que els alts forns provoquen la desaparició en pocs anys de la farga. Les condicions climàtiques tampoc afavoreixen la situació, ja que provoquen una davallada important de la producció agrícola. Com a conseqüència es produeix un empobriment dels sectors més febles de la població i les zones més aïllades, La resposta de la població va ser l'emigració cap a les ciutats. La població del Pallars Sobirà passa de 20,348 habitants el 1860 a 12.475 al 1910. Aquesta crisi donarà lloc a un trencament de la societat tradicional.

---

<sup>1</sup> En aquesta època es parla d'una diferenciació social entre cases fortes, cases mitjanes i cases pobres.

Durant el segle XX s'apliquen mesures de modernització a les àrees pirinenques, per tal de superar la crisi del sistema tradicional. La indústria hidroelèctrica s'instal·la a la Vall de Cardós a finals de la dècada dels cinquanta i inicis dels seixanta. És gestionada per empreses foranes. Se la considera la primera introducció cap a una societat més moderna. Aquest fet suposa la pèrdua de control per part de la comarca d'un dels seus recursos més importants. Però també implica uns beneficis, com la millora dels accessos a la zona, la frenada parcial de les emigracions, la recuperació econòmica de la comarca i la creació de llocs de treball. En un primer moment hi ha un augment de la població en els municipis de fons de vall, com Lladorre i Tavascan. Però aquesta indústria no va ser cap motor de desenvolupament, ja que l'acabament de les obres va intensificar el procés d'emigració.

Les estructures agrícoles i ramaderes també es modernitzen, de manera que deixen enrere l'autoconsum i apropa els muntanyencs a l'economia de mercat. Aquesta activitat agroramadera s'estabilitza després de la guerra civil, amb la cria d'animals de peu rodó, majoritàriament bestiar de tir utilitzat pel treball de camp. Però amb l'arribada del tractor a la dècada dels seixanta aquest negoci s'estanca. La solució del sector primari passa per una conversió a la producció de llet. Això permet que durant uns anys l'activitat ramadera es mantingui. També suposa un important canvi de paisatge, passant de camps de cereals a prats de dall, que s'utilitza com a aliment per al bestiar establut.

No obstant, el sistema agroramader pirinenc queda al marge de la capitalització i industrialització del sector primari que es produeix en altres zones de Catalunya. La població respon accelerant el procés migratori a partir dels anys 60 cap a zones industrials - urbanes. Això es pot observar a la figura 7, on es veu clarament la disminució en els anys 60 i 70 de la població de Lladorre, el nucli més proper a la zona d'estudi.

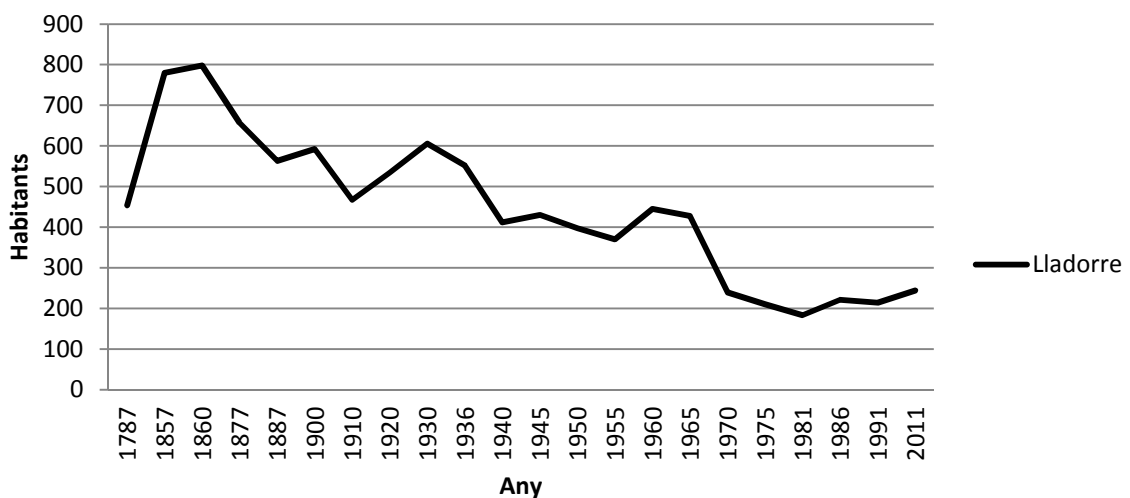


Figura 7. Evolució de la població de Lladorre. Font: Institut d'Estadística de Catalunya (IDESCAT).

Avui en dia el sector terciari és l'alternativa per al desenvolupament econòmic d'aquesta àrea. Concretament es parla del sector turístic. Com a exemple, a Tavascan es troba una estació d'esquí nòrdic i alpí de poca extensió, així com tres hotels. També s'hi practica l'excursionisme i el turisme de natura. Sortosament aquest desenvolupament no ha anat associat a una urbanització incontrolada, com ha passat en altres valls pirinenques, i ha permès la conservació momentània d'un paisatge tradicional. Actualment s'està donant una recuperació dels boscos, alterats antigament per les feixes i els prats que fa que es perdi aquest paisatge agroramader de la zona (Cunill, 2010).









### **3. METODOLOGIA**







### 3.1 Descripció, sondeig i mostreig del testimoni sedimentari

L'estany de Montarenyo es troba situat a 2.292 metres d'altitud, en una cubeta de 3.690 m<sup>2</sup>. Aquesta àrea és coneguda com a Clot Roi. L'estany és poc profund però permanentment cobert d'aigua.



Figura 8. Fotografia de la superfície d'aplanament de Plaus de Boldís – Montarenyo des del Monteixo (vessant sudest). Font: Cunill, 2010.

Les coordenades de localització de l'estany són E 360084,87, N 472112,34 (ED50 UTM 31N); Longitud: 01° 17' 33,2'' Latitud: 42° 37' 40,9'' (ETRS89 Geodèsiques). Les mostres d'esfagne es van extreure de la mollera ombrotròfica formada en la zona d'evacuació de l'estany, clarament en un nivell diferent al de l'aigua.

El sondeig es va realitzar el dia 3 d'agost de 2009, i es van extreure 9 registres mitjançant l'enfonsament manual de tubs de PVC de 5 cm de diàmetre i 50 cm de longitud. Per tal de poder fer-ne diferents anàlisis va sorgir la necessitat de comptar amb una diàmetre superior, i el dia 10 d'octubre de 2009 es van extreure dos registres més, aquests cop amb un diàmetre de 10 cm, dels quals se'n va analitzar un amb el codi MONT-B de 48,5 cm de longitud.

El testimoni va ser transportat al laboratori de Geografia Física del Departament de Geografia de la Universitat Autònoma de Barcelona on es va conservar refrigerat. El mostreig es va realitzar el dia 18 de març de 2010 amb la col·laboració del Dr. Ramon Julià de l'Institut Jaume Almera de Barcelona (CSIC). Es va fer la descripció de la columna i el mostreig de cada 1 cm mitjançant un aparell d'extrusió de mostra al laboratori de Geografia Física anomenat "Grampeat". El resultat va ser la generació de 45 mostres destinades a l'anàlisi pol·línica i l'anàlisi de carbons, reservant una part de cada mostra per a les possibles datacions, així com per a una futura anàlisi de metalls i una posterior datació de tot el registre mitjançant <sup>210</sup>Pb.

## 3.2 Model cronològic

Per tal de complir els objectius del projecte és necessari la cronologia de les mostres en base a la seva profunditat. Es van realitzar un total de 2 datacions radiocarbòniques obtingudes a partir de material torbós o macrorestes vegetals. Aquestes van ser datades a partir de  $^{14}\text{C}$  mitjançant AMS (Accelerator Mass Spectrometry) en els laboratoris de *Beta Analytic (Miami, USA)*. Les dates han estat calibrades amb el programa Calib (Stuiver and Reimer, 1993) versió 6.0.1 basat en la base de dades Intcal09.14c (Reimer et al. 2009) i una desviació estàndard del  $2\sigma$  (95% de probabilitat).

Els models cronològics a partir de les datacions van ser generats mitjançant la interpolació lineal de les datacions.

## 3.3 Descripció metodològica

### 3.3.1 Tractament químic



Figura 9. Flascons utilitzats  
Font: elaboració pròpia.

El treball de laboratori s'inicia amb l'obtenció de  $1\text{cm}^3$  de cada mostra. A continuació, cada una d'aquestes mostres es dissol en un flascó (figura 9) que conté 20 mil·lilitres de solució d'hipoclorit de sodi ( $\text{NaOCl}$ ) al 15% i una lletia d'hidròxid de potassi ( $\text{KOH}$ ). Aquests flascons es posen en una placa calefactors a  $70^\circ\text{C}$  durant 90 minuts. Mitjançant la solució d'hipoclorit de sodi s'aconsegueix blanquejar les restes de matèria orgànica, per tal de poder distingir amb major claredat els fragments de carbó (Carcaillet *et al.*, 2007). És recomanable treballar amb compostos químics diluïts per disminuir la

possibilitat de que les partícules de carbó es fragmentin (Rhodes, 1998). Passat el temps fixat es recupera el líquid resultant. Tots aquests processos s'han de portar a terme dins d'una campana extractora perquè les mostres quedin protegides de qualsevol tipus de contaminació.

En algunes de les mostres és necessari repetir aquest procés, ja que en un primer moment, la mostra està molt compactada, i la gran majoria de la matèria orgànica no

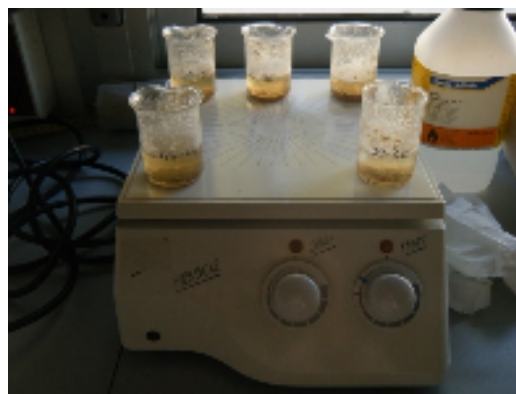


Figura 10. Repetició del tractament químic en mostres més profundes. Font: elaboració pròpia.

es pot blanquejar, fent molt difícil la



posterior identificació dels carbons. Aquestes mostres corresponen majoritàriament a les de més profunditat, ja que al tractar-se d'una torbera el gruix i compactació de sediments i de matèria orgànica augmenta amb la profunditat. Aquest segon tractament es fa en un vas de precipitats més gran que el flascó inicial, tal com mostra la figura 10, ja que les mostres, en contenir tanta matèria orgànica, "bullen" més del normal i s'escapa part del material, essent impossible recuperar-lo.

A continuació es filtra el contingut del flascó o vas de precipitats a través d'una malla de 150 µm, amb l'ajuda d'aigua destil·lada, tant per facilitar el filtrat de sorres i altres elements que no ens interessin menors de 150 µm, com per fer la neteja del flascó en cas que quedin restes de la mostra enganxades al vas de precipitats. Un cop filtrat, el que ens queda és el que Carcaillet anomena macrocarbons. Els macrocarbons, en tenir una mida relativament gran, tenen una probabilitat d'haver estat transportats per l'aire menor, i per tant ens donaran informació respecte l'història d'incendis a nivell local.

### **3.3.2. Quantificació de la biomassa cremada**

#### *Instruments i protocol*

Per al recompte de carbons en el laboratori s'ha disposat d'un equip format per una lupa binocular ZEISS Discovery V12 SteREO, un micròmetre i una càmera fotogràfica digital (veure annex). L'estudi s'ha portat a terme amb 20 i 40 augments. El micròmetre incorporat a l'ocular disposa d'una reixeta de 10x10 quadrícules, cadascuna amb una àrea de 0,0625 mm<sup>2</sup>.

Per cada una de les mostres el procés de recompte de carbons s'ha desenvolupat en base al següent protocol.

Abans d'obrir i filtrar la mostra continguda en el flascó, ajustem la malla a un cilindre metàl·lic, de 8 centímetres de diàmetre en el nostre cas, amb una goma perquè quedi ben estable i s'eviti el posterior moviment dels carbons. A sota col·locarem una plantilla amb ratlles paral·leles horitzontals perquè ens guïi en el recompte i impedeixi possibles repeticions. Aquest cilindre l'anirem desplaçant a mà, seguint les ratlles de la plantilla, buscant les partícules de carbó. Aquest repàs es realitzarà a 20 augments, que es consideren els adequats per reconèixer les partícules de carbó d'una manera inequívoca i per realitzar la quantificació general més ràpidament (Rhodes, 1998).

Quan identifiquem un fragment de carbó (segons els criteris que s'expliquen més endavant), es passa a treballar amb 40 augments, per realitzar la classificació mitjançant el micròmetre ocular. Per classificar-lo ens basarem en el número de quadrícules de la reixeta de l'ocular cobertes per el fragment, segons la següent figura:

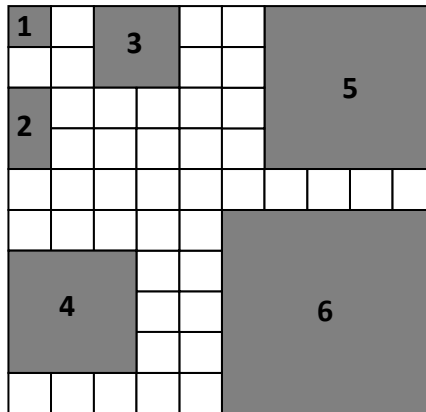


Figura 11. Categories de classificació dels carbons (superfície quadrat base = 0,0625 mm<sup>2</sup>). Font: elaboració pròpia

A partir d'aquet número els fragments es classifiquen en 8 classes, segons la seva mida, que s'assimila a l'àrea de la superfície projectada. En les classes les mides de referència augmenten de manera aproximadament exponencial (Carcaillet, 2007), segons la figura 12:

Classe	1	2	3	4	5	6	7	8
N <sup>o</sup> quadrícules	1	2	4	9	16	25	50	100

Figura 12. Criteri de classificació dels carbons. Font: elaboració pròpia

Finalment els resultats de les mostres es van recollint en quadres resum, com el mostrat a la figura 13, des d'on es traslladen com a dades en un full electrònic de recompte tipus Excel. El resultat final és expressat en concentració de carbó (mm<sup>2</sup>/cm<sup>3</sup>).

Siglo – profundidad (cm): \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Lugar: \_\_\_\_\_

Analizado por: \_\_\_\_\_

Volumen tratado: \_\_\_\_\_

Diámetro de las mallas del tamiz: 150 µm

	Unidades carbón	Total U <sup>2</sup>
Clase 1 1 cuadrado		
Clase 2 2 cuadrados		
Clase 3 4 cuadrado		
Clase 4 9 cuadrados		
Clase 5 16 cuadrado		
Clase 6 25 cuadrados		
Clase 7 50 cuadrado		
Clase 8 100 cuadrados		
Total		

TOTAL: \_\_\_\_\_ U<sup>2</sup>

CONCENTRACION (TOTAL X 0,0625)/Volumen tratado = \_\_\_\_\_ mm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>

Figura 13. Quadre resum utilitzat en el recull de recompte de carbons. Font: elaboració pròpia

### Criteris de reconeixement visual

Pel que fa als criteris de reconeixement (previs a la quantificació) dels carbons hi ha diverses característiques que ens ajudaran a distingir-los d'altres cossos, com restes de matèria orgànica, fragments de roca o minerals. El color del carbó acostuma a ser un negre intens, generalment brillant, diferent del color grisenc dels fragments de roca o el color marró de les restes orgàniques. Es recomana humitejar lleugerament la mostra amb aigua destil·lada ja que això ajuda a la identificació, perquè augmenta la brillantor de les partícules de carbó i facilita la seva identificació entre el material orgànic.

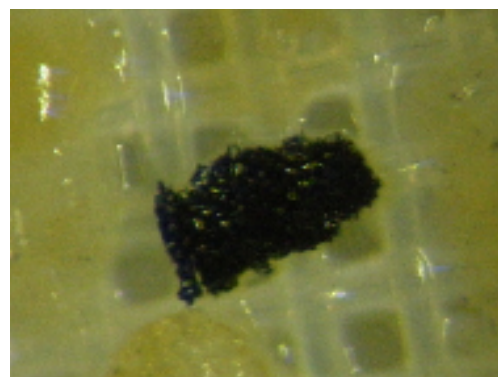


Figura 14. Imatge d'un fragment de carbó a 100x. Font: elaboració pròpia.

Quan a la forma, solen ser irregulars i moltes vegades ens recorden, amb la seva estructura, a algunes formes típicament vegetals. Són molt fràgils i poden trencar-se amb facilitat, a diferència dels fragments de roca. A més, quan son pressionats amb un objecte punxant, les partícules de carbó tendeixen a fracturar-se tangencialment, distingint-se així de la pirita i altres minerals negres.





## **4. RESULTATS**









## 4.1 Model cronològic

Es van realitzar dues datacions en el si de la columna sedimentaria, una a la profunditat de 43 cm i l'altra a la profunditat de 24 cm, tal com es pot veure a la figura 15. A més, tenint en compte que la part superior del fragment extret correspon al moment de l'extracció, podem considerar 3 referències cronològiques.

Codi laboratori	Profunditat de la mostra (cm)	Material datat	Edat <sup>14</sup> C	Edat calibrada Calib 6.0.1 (2σ) (Intcal09.14c) P: probabilitat	Probabilitat mitjana Calib 6.0.1	Edat calibrada CalPal2007 (Hulu)	<sup>13</sup> C/ <sup>12</sup> C (‰)
Beta - 278170	24	torba	100.9±0.5 pMC	99 – 253 cal. BP P=0,67	126	152±90 cal. BP [1798±90 cal. AD]	- 25,2
Beta - 277751	43	torba	410±40	426 – 523 cal. BP P=0,75	471	434±71 cap. BP [1516±71 cal. AD]	- 27,1

Figura 15. Datacions radiocarbòniques de la torbera ombrotrofica de Montarenyo. Font. Cunill, 2010

Els resultats de les datacions mostren que per la profunditat de 24 cm l'edat calibrada correspon a l'any 1798±90, mentre que la profunditat de 43 cm correspon al 1516±71. A partir d'aquests resultats es pot afirmar que el marge d'error en ambdues mostres és molt gran, de 90 i 70 anys. Per tant a l'hora de fer referència a les dates de les mostres caldrà anar amb compte de no parlar d'anys concrets, sinó referint-nos a èpoques històriques més àmplies.

Això ens serveix per veure que entre la profunditat 1 i la profunditat 24 hi ha 211 anys de diferència, que correspon a un salt de 8,8 anys per mostra. D'altra banda entre la profunditat 24 i la 43 hi ha 282 anys, és a dir, uns 14,8 anys per mostra. Aquesta diferència possiblement es deu al fet que en tractar-se d'una columna de sediments les mostres més profundes estan més compactades, donant diferències d'anys entre mostres molt més elevades que les mostres superficials.

Donades les dificultats per a la interpretació cronològica, el GRAMP en col·laboració amb el grup de física de les radiacions de la UAB està treballant en l'elaboració d'un nou model que incorpora el <sup>210</sup>Pb per a l'elaboració de les edats. I per això, en futurs treballs s'espera tenir una precisió cronològica molt més acurada.

## 4.2 Carbons sedimentaris

Abans de passar a veure els resultats cal esmentar que quan es fa referència a les mostres, el número de mostra correspon a la seva profunditat en centímetres. És a dir, la mostra 1 correspon al primer centímetre de la columna sedimentaria, de la

profunditat 0 a la profunditat 1, i així successivament. Per tant parlar de la mostra 1 i de la profunditat de 1 cm és parlar de la mateixa mostra sedimentària.

A continuació, a la figura 16, es mostren els resultats obtinguts en l'anàlisi dels carbons sedimentaris. Cal esmentar que de la mostra número 24 no se'n tenen dades, degut a problemes amb la metodologia i la falta de rèpliques d'aquesta mostra en concret.

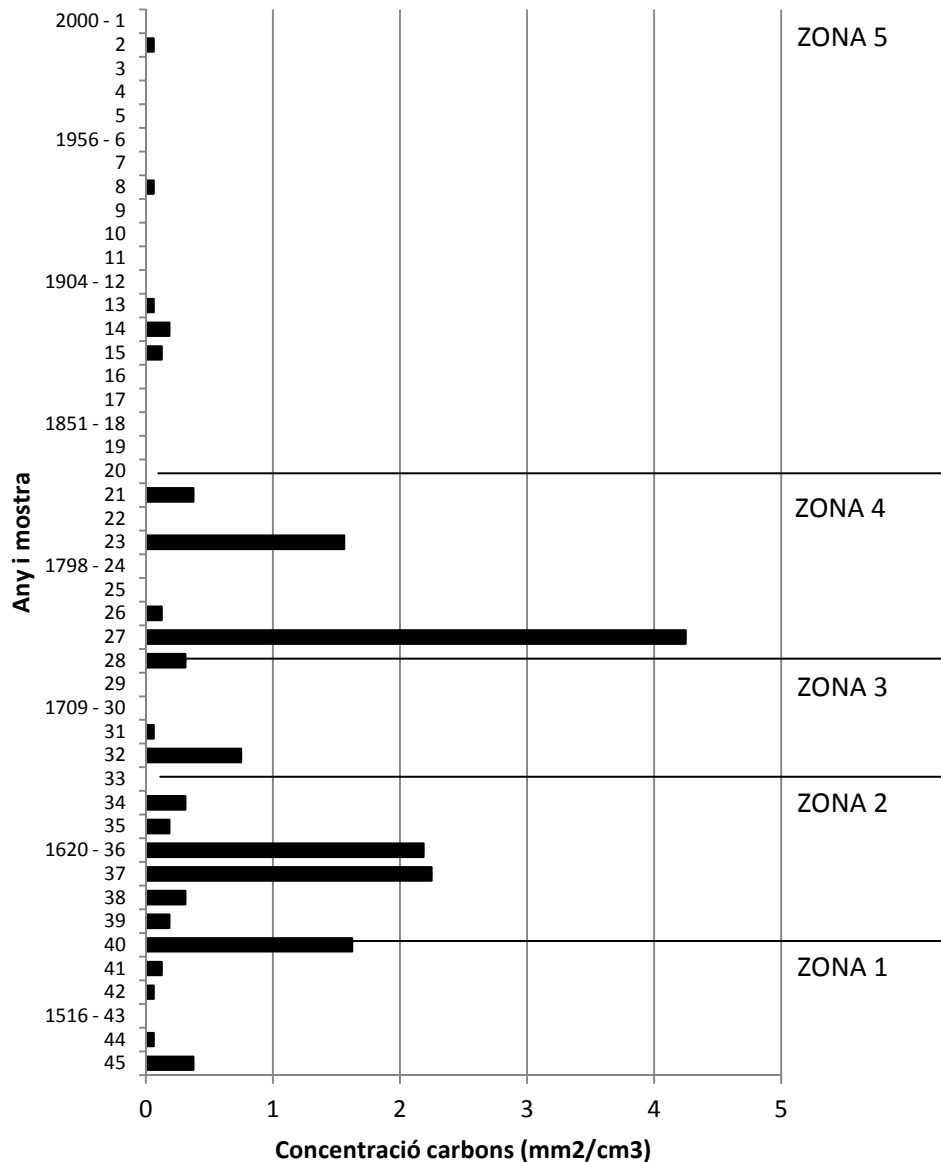


Figura 16. Resultats obtinguts en l'anàlisi de carbons sedimentaris de la torbera de Montarenyo.  
Font: elaboració pròpia.

A primer cop d'ull s'observa que hi ha diversos períodes amb dinàmiques d'incendis diferents. Per tal de simplificar els resultats, s'han dividit les 45 mostres analitzades en 5 zones.

La primera correspon a les parts més profundes, de 45 cm a 41 cm. Aquesta zona es caracteritza per presentar una dinàmica força constant d'incendis, però de poca

intensitat. En la màxima profunditat trobem la concentració de carbons més elevada d'aquesta primera divisió, que no sobrepassa els  $0,375 \text{ mm}^2/\text{cm}^3$ .

La zona 2 comença a la profunditat de 40 cm, on la concentració de carbó puja fins a  $1,625 \text{ mm}^2/\text{cm}^2$ . Es caracteritza per ser una zona amb elevades concentracions de carbons en totes les profunditats. És dins d'aquest interval on trobem dos dels pics més elevats de carbons, a les profunditats de 36 cm i 37 cm, amb unes concentracions de  $2,1875$  i  $2,25 \text{ mm}^2/\text{cm}^3$  respectivament. Les concentracions en aquesta zona no baixen en cap mostra de  $0,1875 \text{ mm}^2/\text{cm}^3$ .

A partir de la mostra 33 i fins a la mostra 29 trobem una època tranquil·la d'incendis, ja que no s'observen grans pics. Correspon a la zona 3. Només es destaquen dues mostres amb presència de carbó, a la profunditat de 32 cm amb una concentració de  $0,75 \text{ mm}^2/\text{cm}^3$  i a la profunditat 31 cm amb  $0,0625 \text{ mm}^2/\text{cm}^3$  de carbó.

A la profunditat de 28 cm s'inicia la zona 4. Novament es tornen a trobar carbons. En aquesta zona es troba el màxim pic de carbons de tot el gràfic. Correspon a la mostra 27 i s'hi troba una concentració de  $4,25 \text{ mm}^2/\text{cm}^3$ . Després d'una època sense indicis d'incendis a la profunditat de 23 cm es troba una concentració de  $1,5625 \text{ mm}^2/\text{cm}^3$ . L'època s'acaba a la mostra 21, on trobem una concentració de  $0,375 \text{ mm}^2/\text{cm}^3$ .

L'últim període comprèn des de la mostra 20 fins a la mostra 1. Ens trobem amb un llarg període on no es troben carbons, per arribar a les mostres 15, 14 i 13 on es tornen a trobar concentracions de carbons, sense superar els  $0,1875 \text{ mm}^2/\text{cm}^3$ , valor màxim de la mostra 14. A partir d'aquí, i fins a la profunditat 0 cm, les últimes presències de carbons corresponen a dos pics de  $0,625 \text{ mm}^2/\text{cm}^3$  cada un, a la mostra 8, i a la mostra 2.









## **5. DISCUSSIÓ**







## 5.1 Comparativa amb anàlisi palinològica

Com ja s'ha esmentat els resultats obtinguts mitjançant el recompte de carbons són de caràcter local, és a dir, ens donen una informació precisa de la vall. També ens informen de la cronologia dels incendis però no ens permeten indagar, per si sols, en el tipus de vegetació afectada. És per aquest motiu que els resultats extrets de l'anàlisi dels carbons sedimentaris es complementen, en aquest apartat, amb els resultats de l'anàlisi palinològica realitzada en els mateixos sediments utilitzats per l'estudi dels carbons (Cunill, 2010). D'aquesta manera es dona una visió molt més detallada de les dinàmiques d'incendis de la zona de Montarenyo, a més de donar una informació de caire més regional que la simple anàlisi dels carbons sedimentaris, que permetrà concloure amb més certesa l'origen dels focs i donar una visió del paisatge canviant dels darrers 500 anys.

L'anàlisi palinològica té com a objectiu l'estudi dels grans de pol·len i les espores. Ambdós formen part del procés reproductiu de les plantes i és necessari que es desplacin per tal de portar a terme la seva funció. Aquest desplaçament pot ser a través de l'aire o mitjançant el seu transport gràcies als animals, majoritàriament insectes. Un cop dipositats poder ser arrossegats i anar a parar a un dipòsit sedimentari amb condicions anòxiques que els pot conservar durant milers d'anys. Això només és possible gràcies a l'exina, una paret que protegeix els grans de les agressions físiques i químiques a excepció de l'oxidació (Esteban *et al.*, 2003).

A partir de les dades integrades de l'anàlisi dels carbons sedimentaris i la palinologia, i amb l'ajuda de diferents fonts d'informació, s'arribarà a conèixer amb bastant fiabilitat les relacions que es donen entre l'ús de la terra, el foc com a instrument d'intervenció antròpica i la història de la vegetació.

A continuació, a la figura 17, es mostra el gràfic on apareix la concentració de carbons sedimentaris i el diagrama pol·línic de la torbera de Montarenyo. Aquest últim es troba dividit en tàxons arboris, no arboris i pol·len/espores locals, per tal de facilitar la interpretació dels resultats. A més, el diagrama pol·línic s'ha zonat mitjançant el programa CONISS (Constrained Incremental Sum of Square cluster analysis) (Grimm, 1987), que agrupa les diferents èpoques segons diverses característiques.



La discussió es porta a terme a partir de les zones delimitades en l'estudi dels carbons, ja que és la metodologia central del present projecte, i la zonificació palinològica ha estat utilitzada de suport per a extreure les conclusions del treball.

### **Zona 1 (finals segle XV – mitjans segle XVI)**

Ens trobem amb una època que, com ja hem dit, no es caracteritza per forts incendis. L'anàlisi pol·línica ens indica que hi ha un descens del pol·len arbori que passa d'un 60% a gairebé un 40%. Aquest descens, però, es dona en forma d'oscil·lacions moderades, no és constant. El pol·len de *Pinus* i *Abies* es veu afectat cap al final de la zona, fet que ens fa pensar que hi ha una afectació de l'estatge subalpí. La tendència de Poaceae, una herbàcia lligada als espais oberts i a la pastura, és el descens en gran part de la zona, que es veu contrarestat per un augment cap al final. Dos taxons arbustius, com són Ericaceae i *Calluna*, veuen augmentada la seva presència al llarg de la zona. No s'observa una gran quantitat de taxons nitròfils com *Rumex*, *Plantago* i *Chenopodiaceae*. Tot això, sumat a l'absència de fongs copròfils<sup>2</sup>, ens porta a un paisatge on l'activitat ramadera no és massa important.

De fet, dades extretes de la tesi d'Albert Pèlach (2004), ens indiquen que la base de la subsistència de les comunitats de finals del segle XV principis del XVI era l'agricultura (Bringué, 1995), tot i que en l'anàlisi palinològica no es trobin valors elevats de cereals, ja que aquesta agricultura es portava a terme en zones més baixes, a les valls, i pròximes als grans assentaments humans.

Per tant, ens trobem amb una època on sembla que no hi ha forts canvis del paisatge d'alta muntanya segons les proxis utilitzades. Cap a principis del segle XVI comencem a notar un descens de les comunitats arbòries i herbàcies, contrarestat amb un lleuger augment de les arbustives. Sembla que el paisatge comenci a canviar, però de moment no trobem indicis de grans incendis.

### **Zona 2 (mitjans segle XVI – mitjans segle XVII)**

La segona zona comprèn l'època des de finals del segle XVI fins a mitjans del segle XVII. Es caracteritza per ser una zona on en totes les profunditats s'ha trobat presència de carbons. Els resultats pol·línics ens mostren una època amb una tendència fluctuant de pol·len arbori, amb variacions entre un 50% i un 30%, així com de *Pinus*. L'*Abies* no es veu massa afectat. Únicament al final de la zona 2 experimentarà un descens. En

---

<sup>2</sup> Entenem els fongs copròfils com una espècie que indica la presència de bestiar, ja que formen part dels excrements d'aquests.

aquesta zona apareix la corba contínua de pol·len d'*Olea*, símbol d'una activitat agrícola en zones més baixes. Ericaceae i *Calluna* oscil·len al mateix ritme que el pol·len arbori. Això ens fa pensar que hi ha una gestió del bosc mitjançant cremes, ja sigui per obertura de nous espais, com demostra el descens de pol·len arbori, o per conservació d'aquests espais oberts, mostrat en els descensos d'Ericaceae i *Calluna*. És destacable la dinàmica que mostra en aquesta zona el pol·len de Poaceae. El seu nivell augmenta just en els punts on el pol·len arbori i arbustiú és mínim. Per tant es confirma l'ús del foc en la gestió del bosc. Les espècies nitròfiles també hi són molt presents, amb augment de les concentracions de *Plantago* i *Rumex*. A més, els fongs copròfils fan la seva aparició a mitjans d'aquesta zona. La corba de cereals també augmenta respecte la zona 1.

Amb això podem afirmar, gairebé amb tota certesa, que és una època de grans aprofitaments ramaders de les zones subalpines. Els elevats valors i la continuïtat en la concentració de carbons sedimentaris, sumat als resultats obtinguts mitjançant l'anàlisi pol·línica no deixen marge al dubte: ens trobem davant d'una època de creixement de l'activitat ramadera, amb forts canvis del paisatge.

Se sap que a finals del segle XVI i principis del segle XVII hi ha la creació de noves cases, per tant l'increment de les necessitats és evident, i comporta la consegüent pressió sobre boscos i muntanyes (Bringué, 1995). A més, s'ha trobat constància d'un gran nombre de caps de bestiar a la primera meitat del segle XVII a la Vall d'Àneu.

No obstant la base de la subsidència segueixen sent els cereals. La ramadera s'utilitza per comercialitzar (Pèlachs, 2004) essent una font important d'ingressos per les comunitats de muntanya.

Cal esmentar que entre mitjans del segle XIV i el segle XVI s'inicia la petita edat de gel, que no acaba fins al 1840 (Uriarte, 2003). Durant aquesta època es creia que la població havia deshabitat les zones altes, degut a les difícils condicions que va proporcionar aquest període. No obstant, tal i com s'ha vist en aquesta zona, i com es veurà en zones següents, no va passar el que es pensava, sinó que es va produir un augment de la pressió sobre les zones altes de muntanya i els boscos, amb un afavoriment de la ramadera, tal i com passa als Alps (Hausmann *et al*, 2002).

### **Zona 3 (mitjans segle XVII –mitjans segle XVIII)**

Els resultats de carbó mostren una zona tranquil·la d'incendis, únicament torbada per la presència de carbons en la profunditat 32 cm i 31 cm. Els resultats de pol·len, però, mostren una continuació de la zona 2, amb oscil·lacions en el pol·len arbori, de *Pinus* i, en menor mesura, d'*Abies*. També es troben valors elevats de *Betula*, una espècie capdavantera en les colonitzacions arbòries, compensant el descens de *Pinus* i *Abies*.



Els taxons arbustius com Ericaceae i *Calluna* segueixen la tendència del pol·len arbori, mentre que Poaceae té els seus màxims en els mínims de pol·len arbori i arbustiu. Les espècies nitròfiles també veuen augmentat el seu percentatge, i els fongs copròfils es mantenen en les mateixes concentracions que a la zona 2. Els resultats dels cereals mostren un augment d'aquests al llarg de la zona 3.

Per tant, fins a finals del segle XVII ens trobem amb una continuació del canvi en el paisatge provocat a principis d'aquest mateix segle, passant d'un bosc subalpí, on les espècies majoritàries són pins, a un conjunt de prats subalpins utilitzats per les pastures i gestionats per la societat humana mitjançant cremes que afecten la coberta arbòria i arbustiva i afavoreixen l'aparició d'espècies herbàcies com Poaceae.

Però la falta d'incendis en aquesta època, o la baixa intensitat d'aquests, fa pensar que el descens de la massa arbòria no es deu únicament a les cremes per obtenir nous espais de pastura, sinó que ha d'estar relacionada amb altres activitats, com la mineria del metall (Cunill, 2010). En la seva tesi, Albert Pèlach ens parla de l'important impacte sobre el bosc que ocasiona l'extracció del mineral de ferro. És a la zona 4 on es troben els indicis més importants d'activitats minero-metal·lúrgiques en l'àmbit pirinenc.

#### **Zona 4 (mitjans segle XVIII – mitjans segle XIX)**

El final de la zona 4 delimitada a partir del gràfic de carbons sedimentaris correspon al final de la zona 2b del diagrama pol·línic. Pel que fa a incendis aquesta és una zona amb forts incendis, sobretot a la profunditat 27, on hi ha la màxima concentració de carbons trobada en tota la columna sedimentaria. L'anàlisi del pol·len ens mostra un descens molt brusc del pol·len arbori, tant de *Pinus* com d'*Abies*, fets que ens demostren una afectació de la zona subalpina. Els valors de Ericaceae i *Calluna* es mantenen com a la zona anterior i fins i tot, en alguns punts, superen concentracions passades. Les Poaceae augmenten la seva presència, contrarestant la pèrdua de massa arbòria. Les espècies nitròfiles també hi són presents i els fongs copròfils augmenten notablement respecte la zona anterior. El gènere *Artemisa* també es troba en el seu màxim de presència de tot el diagrama. Aquest gènere és una herbàcia lligada a la pastura. El grup de cereals mostra un descens a mitjans de la zona, tot i que ens trobem amb els valors més alts de tot el diagrama.

Tots aquests resultats ens porten a pensar que hi ha un augment de les pastures d'alta muntanya. Però les pastures soles són capaces de portar a un descens tan intens de la concentració de pol·len arbori? La resposta és que no. De fet, en la zona anterior ja es comenta que a la zona 4 és quan es dona l'activitat més important de la minero-metal·lúrgica (Mas, 2000). Concretament a la zona es realitza carboneig. Aquest es basa en realitzar combustions incompletes mitjançant la crema d'arbres per tal

d'obtenir carbó per ser utilitzat posteriorment a les fargues com a font d'energia. Tot i que el faig i el roure tenen més poder calorífic es carboneja el pi simplement perquè és l'espècie majoritària al bosc (Pèlach, 2004). Cal destacar que hi ha una recuperació del bosc si el carboneig es fa correctament, excepte que hi hagi altres pressions com el ramat (Bringué, 1995). Aquest carboneig es portava a terme en l'estatge subalpí i en zones solanes, on la fusta s'aconseguia fàcilment (Cunill, 2010). Això explica gairebé a la perfecció l'enorme descens del pol·len arbori i la presència d'indicadors de pastures. A més, segons Josep Maria Bringué (1995) la Vall de Cardós és un dels grans centres de recepció de bestiar transhumant a l'estiu.

Per tant, els incendis trobats en aquesta època podrien ser deguts majoritàriament a l'activitat del carboneig, una activitat que causa grans canvis en el paisatge, i que combinada amb la ramaderia pot ser desastrosa per als boscos subalpins. És per això que en aquestes zones del Pirineu pallarès no es troben boscos de més de 200 anys.

### **Zona 5 (mitjans segle XIX – inicis segle XXI)**

L'última zona es caracteritza per ser una zona amb pocs incendis, on en la gran majoria d'anys no es troben restes de carbons sedimentaris. En quan al pol·len, en poques dècades, es veu una recuperació de la massa arbòria, i sobretot de *Pinus*. Al final d'aquesta zona els valors de pol·len arbori s'enlairen fins a un 90%. *Abies* comença un descens continuat fins al final de la zona. Es veu un augment de *Betula* que, com ja hem comentat, aprofita els espais oberts per colonitzar-los. Els taxons arbustius com Ericaceae i *Calluna* s'eleva i representen una corba més o menys constant al llarg de la zona 5, només amb un descens bastant marcat cap al final. Les Poaceae, indicadors d'espais oberts, veuen minvada la seva concentració, amb els valors més baixos trobats al llarg de tot el diagrama. Les espècies nitròfiles també es veuen reduïdes, i fins i tot desapareixen en algun punt del diagrama. Els fongs copròfils també desapareixen al principi, però agafen els valors més alts cap al final de la zona. Els cereals també desapareixen en gran part de la zona 5, i només es troba presència d'aquesta al principi i al final de la zona.

Ens trobem amb una època de recuperació dels boscos perduts durant els segles XVIII i XIX. És a finals del segle XIX que l'activitat metal·lúrgica decau i les activitats ramaderes i agrícoles prenen importància novament (Pèlach, 2004). Segons l'Institut d'Estadística de Catalunya al 1860 es dona un màxim de població al Pallars, però a partir d'aquí la població comença a decaure (IDESCAT). En el bosc, a part de la ramaderia, només s'hi porten a terme activitats silvícoles o de carboneig domèstic. Les zones agrícoles abandonades són substituïdes per prats o boscos (Soriano, 1994). Als anys 60 del segle XX només hi ha ramaderia dels veïns i transhumància, que correspon a l'última època d'aquesta zona, quan es tornen a trobar fongs copròfils. A partir d'aquest any

disminueix la ramaderia per l'abandonament de certes pràctiques transhumants. Però hi ha llocs on hi ha efecte rebot i es fa més silvicultura i ramaderia per compensar les pèrdues que provoca l'abandó del territori (Pèlachs, 2000), i és precisament això el que es creu que ha passat en la zona d'estudi. De totes maneres, la ramaderia portada a terme no pot ser massa extensiva, ja que permet la recuperació dels boscos.

Per tant, ens trobem amb una recuperació del bosc, que correspon a una època de despoblaments importants, i per tant d'una disminució de la pressió sobre els boscos. El paisatge està canviant a gran velocitat, passant d'una zona on els prats subalpins cobrien gran part de les muntanyes a una zona on el bosc està guanyant més força que mai.







## **6. CONCLUSIONS**









## 6.1 El foc com a recurs

Amb la realització d'aquest treball s'ha pogut donar resposta, amb major o menor precisió, als objectius que es presentaven a la introducció d'aquest treball. A continuació es detallen les conclusions que s'extreuen de l'estudi en relació a cadascun dels objectius.

El primer objectiu, el d'analitzar els processos d'antropització de les zones d'alta muntanya per mitjà del foc, ha quedat resolt. Aquest ha servit per "domesticar" el bosc, trencant la seva dinàmica natural, per poder abastir una població que necessitava d'aquests recursos per poder sobreviure, a través de l'agricultura, però sobretot de la ramaderia. S'ha pogut veure que bé sigui per a l'obtenció de nous espais oberts per a les pastures o per al manteniment d'aquests, el foc ha estat una valuosa eina utilitzada per les societats rurals antigues en les zones de muntanya. A més, no podem deixar de banda el procés de carboneig. No només es feia un ús del carbó a nivell familiar, d'habitatge, sinó que són establiments sencers que necessitaven carbó per tal de fer funcionar la seva maquinària. A més, amb la introducció de les fargues, sobretot a la zona de la vall Ferrera, la demanda de carbó va anar en augment. Amb tot això es pot afirmar que hi va haver acció antròpica mitjançant el foc en la zona d'alta muntanya de Montarenyo.

El segon objectiu correspon a determinar l'efecte que ha tingut el foc en la configuració passada i actual del paisatge pirinenc. És sabut que molts dels ecosistemes que es dona per suposat que són naturals realment es poden haver desenvolupat mitjançant cremes periòdiques. La nostra zona d'estudi no n'és una excepció. Amb l'estudi dels carbons s'ha pogut veure que hi ha hagut un efecte del foc, però ha estat l'anàlisi pol·línica la que ens ha permès determinar amb més claredat que aquests focs donaven lloc a un canvi en el paisatge. Això s'ha pogut comprovar quan Albert Pèlachs, en la seva tesi doctoral diu que al Pallars en general i a la vall Ferrera i a la Coma de Burg en concret, no hi ha boscos de més de 200 anys. Per tant, ens trobem amb un paisatge relativament jove. El fet de que les civilitzacions antigues, i concretament les del Pallars, utilitzessin el foc com a eina forestal suposa una major pressió sobre els boscos de la zona, sobretot durant el segle XVIII i XIX. És precisament durant aquesta època quan es dona la reducció més important de massa forestal, i és també en aquesta època on l'activitat del carboneig és màxima. Amb tot es pot concloure que en els darrers 500 anys el carboneig ha tingut un paper molt important.

El tercer objectiu pretenia avaluar les regeneracions vegetals després d'un incendi. Abans de parlar de les successions cal explicar que podem trobar-ne dos tipus: la primària i la secundària. La successió primària és aquella que es desenvolupa en una zona on no hi havia una comunitat preexistent. Pel contrari, la successió secundària és aquella que s'estableix sobre una comunitat ja existent, que ha estat eliminada per

incendis, inundacions, tals de boscos... Per tant, en aquest cas es parlarà sempre de successió secundària.

S'ha pogut observar que una pertorbació en la dinàmica de successions, comporta un retorn a l'origen del bosc en qüestió. Teòricament queda explicat per la figura 18.

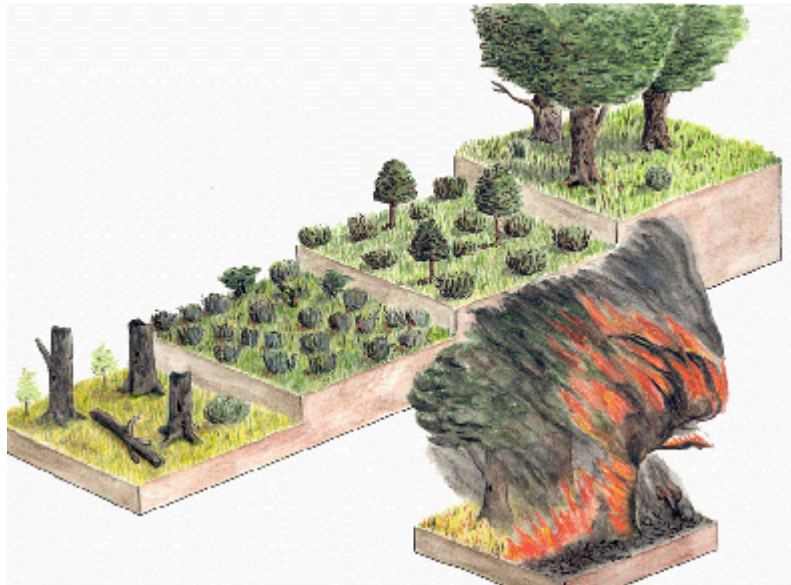


Figura 18. Imatge de la dinàmica de successió secundària del bosc. Font: Proyecto Biosfera, Ministerio de Educación, Gobierno de España

Experimentalment, amb l'anàlisi dels carbons i del pol·len s'ha pogut veure com després d'una època amb incendis el pol·len dels arbres descendeix, mentre que el pol·len de les herbàcies augmenta. Concretament, en la zona d'estudi, el que es pot observar és una disminució del pol·len d'espècies com *Pinus* o *Abies*, en contraposició d'un creixement d'espècies com Poaceae, utilitzada per alimentar el ramat. A mesura que les Poaceae tornaven a disminuir les arbustives com Ericaceae i *Calluna* agafaven més importància. Però aquestes han de ser substituïdes novament per *Pinus*. I aquí comença altre cop el cicle de la successió secundària. Les pertorbacions, en aquest cas, també han servit per fer augmentar la presència d'espècies com *Betula*, ja que es tracta d'una espècie que aprofita les clarianes del bosc per instal·lar-se. A més, *Pinus* és una espècie piròfila, és a dir, aprofita el foc per deixar les seves llavors. Així no és d'estranyar que després d'un incendi, i malgrat que les Poaceae siguin les primeres colonitzadores, amb el temps serà *Pinus* altra vegada el que ocupi la major part de la zona.

L'últim objectiu és el d'intentar donar una visió de futur d'aquests paisatges forestals de muntanya, en cas que se segueixi amb la tendència actual d'abandonament de les àrees de muntanya. Aquesta migració cap a zones urbanes, amb més bona comunicació i més oportunitats per a les persones, comporta un abandonament de les activitats d'alta muntanya, i per tant de la gestió dels corresponents boscos. L'anàlisi

pol·línica ha permès veure que aquesta tendència comporta un creixement del bosc, una continuació de la seva dinàmica de successions, així com una expansió incontrolada.

En síntesi del que hem vist, fins a quin punt és ecològicament viable la no gestió dels boscos? Cal deixar que el bosc creixi i maduri sense intervenir-hi? O cal gestionar-lo d'una manera sostenible per tal de controlar el seu creixement, i així poder-lo aprofitar com a recurs? Són preguntes que encara avui en dia porten molta controvèrsia. El que sí es pot afirmar és que com més massa forestal hi hagi en un bosc més intensos seran els incendis. Potser seria més interessant fer cremes controlades de poca magnitud, amb la pèrdua forestal que comporta, abans que no gestionar-los i esperar a que els incendis siguin majors, deixant un bosc a zero amb unes pèrdues terribles.

No podem girar la cara davant la falta de gestió de molts dels boscos del nostre país. Cal escoltar un xic més la veu popular, les experiències de les persones que tota la seva vida han viscut del bosc, i que moltes vegades poden ajudar a evitar majors desastres.

Cal tenir present, doncs, que el foc ha estat des de *sempre* un modelador del paisatge, ja sigui de forma natural o mitjançant una intervenció antròpica. Això porta a reflexionar sobre la importància del foc en els ecosistemes, i la resposta que aquests tenen davant aquesta pertorbació.

## 6.2 Conclusió metodològica

Com a conclusió metodològica és interessant considerar la possibilitat de canviar lleugerament la tècnica emprada en el recompte de carbons de testimonis sedimentaris de torberes. La concentració final de carbó s'expressa en  $\text{mm}^2 \text{carbó} / \text{cm}^3$  mostra, i el problema rau en que en extreure la mostra de la columna sedimentaria de la torbera, el material de la base està molt més comprimit que el del capdamunt, on la majoria de material correspon a moltes vives com l'*Sphagnum*. La proposta de millora és expressar la concentració final per pes, en  $\text{mm}^2 \text{carbó} / \text{g}$  mostra. D'aquesta manera s'evitaria l'error que es pot cometre en considerar-ho per volum.









## **7. PROGRAMACIÓ**

















## **8. PRESSUPOST**







A continuació es detalla un pressupost aproximat per la realització del present projecte:

<b>Recursos humans</b>			
<b>Concepte</b>	<b>Hores</b>	<b>Preu (€)/hora</b>	<b>Total (€)</b>
Recerca bibliogràfica	50	10	500
Laboratori	52	10	520
Redacció	200	10	2.000
Extracció mostra	12	30	360
Tutories	30	30	900
		<b>Total (€)</b>	<b>4.280</b>

<b>Material fungible</b>			
<b>Concepte</b>	<b>Unitats</b>	<b>Preu (€)/unitat</b>	<b>Total (€)</b>
Extracció mostra (tubs PVC)	5	6,00	30,00
Hidròxid de potassi	1	3,00	3,00
Lleixiu	1	0,46	0,46
Plaques de petri	3	1,60	4,80
Malla	1	15,00	15,00
Cilindre metàl·lic	1	4,00	4,00
CD	3	0,2	0,60
Impressions	3	5,00	15,00
Enquadernat	3	2,00	6,00
		<b>Total (€)</b>	<b>78,86</b>

<b>Serveis externs</b>			
<b>Concepte</b>	<b>Unitats</b>	<b>Preu (€)/unitat</b>	<b>Total (€)</b>
Datacions (Beta Analytic)	2	540	1.080
		<b>Total (€)</b>	<b>1.080</b>

<b>Desplaçaments</b>			
<b>Concepte</b>	<b>Unitats</b>	<b>Preu (€)/viatge</b>	<b>Total (€)</b>
Desplaçament tren	22	0,9	19,8
Cotxe (extracció)	504 (km)	0,19 €/km	95,76
Dietes	38	0,5	19
		<b>Total (€)</b>	<b>134,56</b>

<b>Cost total</b>		
<b>Concepte</b>		<b>Preu (€)</b>
Recursos humans		4.280
Material fungible		78,86
Serveis externs		1.080
Desplaçament tren		134,56
	<b>Subtotal (€)</b>	5.573,42
	<b>IVA (18%)</b>	1.003,22
	<b>Total (€)</b>	<b>6.576.64</b>







## **9. BIBLIOGRAFIA**







BAL, M.; PÈLACHS, A.; PEREZ-OBIOL, R.; JULIA, R. i CUNILL, R. (2011). "Fire history and human activities during the last 3300 cal yr BP in Spain's Central Pyrenees; The case of the Estany de Burg". *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* núm. 300, p. 179-190.

BARRACHINA, M.; COLL, F.; CUNILL ARTIGAS, R.; MOLINA I GALLART, D. i SORIANO LÓPEZ, J.M. (2008). "Dels raiers al ràfting i dels pastors als *senderistes*; anàlisi de la percepció visual i de les cobertes del sòl al Parc Natural de l'Alt Pirineu". *Treballs de la Societat Catalana de Geografia*, núm. 65, p. 15-26.

BARRACHINA, M. I TULLA, A.F. (2010). "Els canvis socioambientals al Pirineu català. La Vall Fosca com a escenari representatiu de les mutacions en les economies tradicionals de muntanya". *Documents d'anàlisi geogràfica*, 56/3, p. 557-572.

BRINGUÉ, J. M. (1995). *Comunitats i béns comunals al Pallars Sobirà. Segles XV – XVIII. Volum I*. Barcelona, Institut Universitari d'Història Jaume Vicens Vives. Universitat Pompeu Fabra. Tesi doctoral inèdita.

CAMARERO, L.; MASQUE, P.; DEVOS, W.; ANTI-RAGOLTA, I.; CATALAN, J.; MOOR, H. C.; PLA, S. i SANCHEZ-CABEZA, J. A. (1998). "Historical variations in lead fluxes in the Pyrenees (Northeast Spain) from a dated lake sediment core". *Water, Air & Soil Pollution*, 105, núm. 1, p. 439-449.

CARCAILLET, C; BOUVIER, M.; FRENCHETTE, B.; LAROUCHE, A. C. I RICHARD, P. J. H. (2001a). "Comparison of pollen-slide and sieving methods in lacustrine charcoal analyses for local and regional fire history". *The holocene*, 11, núm. 4, p. 467.

CARCAILLET, C; BOUVIER, M.; FRENCHETTE, B.; LAROUCHE, A. C. I RICHARD, P. J. H. (2001b). "Comparison of pollen-slide and sieving methods in lacustrine charcoal analyses for local and regional fire history". *The holocene*, 11, núm. 4, p. 467.

CARCAILLET, C. (2007). Charred particle analysis. *Paleobotany*, p. 1582-1593.

CARRILLO, E. *Ecosistemes d'alta muntanya: prats alpins i boscos de pi negre*. Grup de Recerca Geobotànica i Cartografia de la Vegetació, Universitat de Barcelona.

CLARK, J. S. (1988). "Particle motion and the theory of charcoal analysis: Source area, transport, deposition and sampling". *Quaternary Research*, 30, núm. 1, p. 67-80

CUNILL, R. (2010). *Estudi interdisciplinari de l'evolució del límit superior del bosc durant el període holocènic a la zona de plaus de Boldís-montarenyo, Pirineu central català*. Tesi doctoral. Departament de Geografia, Universitat Autònoma de Barcelona.

CUNILL, R.; SORIANO, J.M.; BAL, M.; PELACHS, A. i PÉREZ-OBIOLS, R. (2011). *Holocene treeline changes on the south slope of the Pyrenees: a pedoanthracological analysis*. DOI: 10.1007/s00334-011-0342-y.

DRUGUET, E. I CARRERAS, J (2000). *Geozona 112. Plecs de la vall de Cardós*. Inventari d'espais d'interès geològic a Catalunya. Generalitat de Catalunya.

EJARQUE, A. (2009). *Génesis y configuración microregional de un paisaje cultural pirenaico de alta montaña durante el holoceno: estudio polínico y de otros indicadores paleoambientales en el valle de Madriu – Perafita – Claror (Andorra)*. Tesi doctoral. Institut Català d'Aqueologia Clàssica, Universitat Rovira i Virgili.

ESTEBAN, A. (coord.). (2003). *La humanización de las altas cuencas de la Garona y las Nogueras (4500 ac – 1955 dC)*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente.

EUBA, I (2008). *Análisis antracológico de estructuras altimontanas en el Valle de La Vansa-Sierra de Cadí (Alt Urgell) y en el Valle de Madriu (Andorra): explotación de recursos forestales del Neolítico a la época moderna*. Tesi doctoral. Tarragona: Departament d'Història i Geografia, Universitat Rovira i Virgili.

EUBA, I (2009). *Explotación de los recursos forestales desde el Neolítico hasta la época moderna en los valles de la Vansa-sierra del Cadí (Alt Urgell) y del Madriu (Andorra): anàlisis antracológico de estructuras altimontanas*. Tarragona: Institut Català d'arqueologia Clàssica.

GRAU, O.; NINOT, J.M. i CALLAGHAN, T.V. (2011). *Efecte dels arbusts en la dinàmica del límit superior del bosc de pi negre en resposta a simulacions de canvis ambientals als Pirineus centrals*. Acte del IX Col·loqui Internacional e Botànica Pirenaico-cantàbrica o a Ordino, Andorra, p. 165-170.

HAUSMANN, S.; LOTTER, A. F.; VAL LEEUWEN, J. F. N.; OHLENDORF, Ch.; LEMCKE, G.; GRÖNLUND, E i STURM, M. (2002). "Interactions of climate and land use documented in the varves sediments of Seebergsee in the Swiss Alps". *The Holocene*, 12, núm. 3, p. 279-289.

JALUT G, DEDOUBAT JJ, FONTUGNE M AND OTTO T (2009) Holocene circum-Mediterranean vegetation changes: Climate forcing and human impact. *Quaternary International* 200: 4–18.

MARIN, I. (2009). *La dinàmica de incendios forestales a través del estudi de macrocarbones: resultados preliminares de dos turberas del Pirineo navarro*. Treball de fi de màster. Departament de Geografia, Universitat Autònoma de Barcelona.

MARUGAN, C. i RAPALINO, V. (coord.). (2005). *Història del Pallars dels orígens als nostres dies*. Lleida: Pagès editors.

MAS, C. (2000). *Història de la farga catalana. El cas de la vall Ferrera (1750-1850)*. Lleida, pagès.

NADAL, Jordi; PÈLACHS, Albert; SORIANO, Joan Manuel; MOLINA, David; CUNILL, Raquel; BAL, Marie Claude (Universitat Autònoma de Barcelona. Departament de Geografia) Mètodes per a l'estudi transdisciplinari del paisatge d'àrees de muntanya. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 2009, núm. 55, p. 147-170.

PALLÀS, R.; RODÉS, Á.; BRAUCHER, R.; CARCAILLET, J.; ORTUÑO, M.; BORDONAU, J.; BOURLÈS, D.; VILAPLANA, J. M.; MASANA, E. i SANTANACH, P. (2006). "late Pleistocene and holocene glaciation in the Pyrenees: a critical review and new evidence from 10Be exposure ages, south-central Pyrenees". *Quaternary Science Reviews*, 25, núm. 21-22, p. 2937-2963.

PATTERSON, W. A.; EDWARDS, K. J. i MAGUIRE, D. J. (1987). "Microscopic charcoal as a fossil indicator of fire". *Quaternary Science Reviews*, 6, núm 1, p 3-23.

PÈLACHS, A. (2001). "Evolución glacial y dinámica de la vegetación en el Pirineo central catalán. El complejo glacio-lacustre de Burg (Farrera, Pallars Sobirà, Lleida)". *Treballs de la Societat Catalana de Geografia*, 52, p. 293-309.

PÈLACHS, A. (2004). *Deu mil anys de geohistòria ambiental al Pirineu central català. Aplicació de tècniques paleogeogràfiques per a l'estudi del territori i del paisatge a la Coma de Burg i a la Vallferrera*. Tesi doctoral. Departament de Geografia, Universitat Autònoma de Barcelona.

PÈLACHS, A.; NADAL, C.; SORIANO, J.M.; MOLINA, D. i CUNILL, R. (2009). "Changes in Pyrenean woodlands as a result of the intensity of human exploitation: 2,000 years of metallurgy in Valferrera, northeast Iberian Peninsula". *Vegetation History and Archaeobotany*, 18, núm.5, p.403-416.

PÉREZ-OBIOL, R.; JALUT, G.; JULIÀ, R.; PÈLACHS, A.; IRIARTE, M.J.; OTTO, T.; HERNÁNDEZ-BELOQUI, B. (2011). "Mid-Holocene vegetation and climatic history of the Iberian Peninsula". *The Holocene* 21(1): 75-93.

PÉREZ-OBIOL, R.; BAL, M.; PÈLACHS, A.; CUNILL, R. i SORIANO, J.M. (2012). "Vegetation dynamics and anthropogenically forced changes in the Estanilles peat bog (southern Pyrenees) during the last seven millennia". *Vegetation History and Archeobotany*, 17, núm. 6.

RHODES, A. N. (1998). "A method for the preparation and quantification of microscopic charcoal from terrestrial and lacustrine sediment cores". *The holocene*, 8, núm 1, p. 113-117.

RIUS, D.; VANNIÈRE, B. i GALOP, D. (2009). "Fire frequency and landscape management in the northwestern Pyrenean piedmont, France, since the early Neolithic (8000 cal. BP)". *The Holocene* 19,6, p. 847-859.

RIUS, D.; VANNIÈRE, B.; GALOP, D. i RICHARD, H. (2011). "Holocene fire regime changes from multiple-site sedimentary charcoal analyses in the Lourdes basin (Pyrenees, France)". *Quaternary Science Reviews* 30, p.1696-1709.

SORIANO, J. M. (1994). *Efectes del despoblament sobre el medi físic d'un territori de muntanya (Tuixén, Parc Natural Cadí-Moixeró). Estudi de la variació de la afertilitat del sòl en camps de conreu abandonats*. Bellaterra, Departament de Geografia, Universitat Autònoma de Barcelona. Teso doctoral inèdita.

Uriarte (2003). *Historia del clima de la tierra*. País Basc. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco

VERDAGUER, A. (1986). *Geomorfologia glacial de la Ribera del Cardós (Lleida)*. Butlletí de l'Institut Català d'Història Natural, núm. 53, p. 111-116.







## **ANNEX**







## Imatges del material de laboratori



Figura 19: Imatge de la lupa binocular utilitzada per el recompte de carbons. Font: elaboració pròpia.



Figura 20: Imatge de les bosses on es guarda el  $\text{cm}^3$  de mostra. Font: elaboració pròpia.

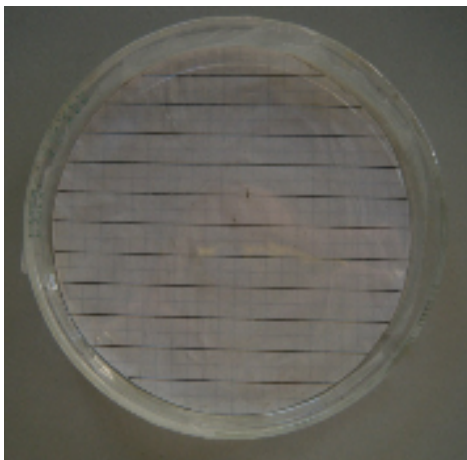


Figura 21: Imatge de la plantilla amb ratlles paral·leles per facilitar el recompte Font: elaboració pròpia.

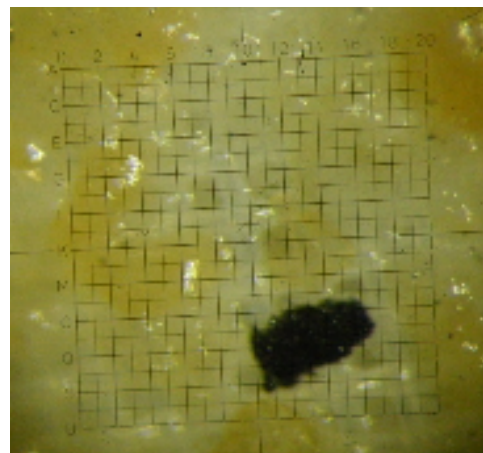


Figura 22: Imatge del micròmetre ocular i d'un fragment de carbó. Font: elaboració pròpia.

## **Resultats del recompte de carbons sedimentaris**



Siglo – profundidad (cm): 0 - 1

Fecha: 07/03/12

Siglo – profundidad (cm): 1 – 2

Fecha: 07/03/12

Lugar: Montarenayo

Lugar: Montarenayo

Analizado por: Alba Bonet

Analizado por: Alba Bonet

Volumen tratado: 1 cm<sup>3</sup>

Volumen tratado: 1 cm<sup>3</sup>

Diámetro de las mallas del tamiz: 150 µm

Diámetro de las mallas del tamiz: 150 µm

	Unidades carbón	Total U <sup>2</sup>
Clase 1 1 cuadrado		
Clase 2 2 cuadrados		
Clase 3 4 cuadrado		
Clase 4 9 cuadrados		
Clase 5 16 cuadrado		
Clase 6 25 cuadrados		
Clase 7 50 cuadrado		
Clase 8 100 cuadrados		
Total		

	Unidades carbón	Total U <sup>2</sup>
Clase 1 1 cuadrado	1	1
Clase 2 2 cuadrados		
Clase 3 4 cuadrado		
Clase 4 9 cuadrados		
Clase 5 16 cuadrado		
Clase 6 25 cuadrados		
Clase 7 50 cuadrado		
Clase 8 100 cuadrados		
Total	1	1

TOTAL: 0 U<sup>2</sup>

TOTAL: 1 U<sup>2</sup>

CONCENTRACION (TOTAL X 0,0625)/Volumen tratado = 0 mm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>

CONCENTRACION (TOTAL X 0,0625)/Volumen tratado = 0,0625 mm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>

Siglo – profundidad (cm): 2 - 3

Fecha: 07/01/12

Siglo – profundidad (cm): 3 - 4

Fecha: 07/03/12

Lugar: Montarenyo

Lugar: Montarenyo

Analizado por: Alba Bonet

Analizado por: Alba Bonet

Volumen tratado: 1 cm<sup>3</sup>

Volumen tratado: 1 cm<sup>3</sup>

Diámetro de las mallas del tamiz: 150 µm

Diámetro de las mallas del tamiz: 150 µm

	Unidades carbón	Total U <sup>2</sup>
Clase 1 1 cuadrado		
Clase 2 2 cuadrados		
Clase 3 4 cuadrado		
Clase 4 9 cuadrados		
Clase 5 16 cuadrado		
Clase 6 25 cuadrados		
Clase 7 50 cuadrado		
Clase 8 100 cuadrados		
Total		

TOTAL: \_\_\_\_\_ 0 U<sup>2</sup>

CONCENTRACION (TOTAL X 0,0625)/Volumen tratado = \_\_\_\_\_ 0 mm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>

	Unidades carbón	Total U <sup>2</sup>
Clase 1 1 cuadrado		
Clase 2 2 cuadrados		
Clase 3 4 cuadrado		
Clase 4 9 cuadrados		
Clase 5 16 cuadrado		
Clase 6 25 cuadrados		
Clase 7 50 cuadrado		
Clase 8 100 cuadrados		
Total		

TOTAL: \_\_\_\_\_ 0 U<sup>2</sup>

CONCENTRACION (TOTAL X 0,0625)/Volumen tratado = \_\_\_\_\_ 0 mm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>

Siglo – profundidad (cm): 4 - 5

Fecha: 07/03/12

Siglo – profundidad (cm): 5 - 6

Fecha: 07/03/12

Lugar: Montarenyo

Lugar: Montarenyo

Analizado por: Alba Bonet

Analizado por: Alba Bonet

Volumen tratado: 1 cm<sup>3</sup>

Volumen tratado: 1 cm<sup>3</sup>

Diámetro de las mallas del tamiz: 150 µm

Diámetro de las mallas del tamiz: 150 µm

	Unidades carbón	Total U <sup>2</sup>
Clase 1 1 cuadrado		
Clase 2 2 cuadrados		
Clase 3 4 cuadrado		
Clase 4 9 cuadrados		
Clase 5 16 cuadrado		
Clase 6 25 cuadrados		
Clase 7 50 cuadrado		
Clase 8 100 cuadrados		
Total		

	Unidades carbón	Total U <sup>2</sup>
Clase 1 1 cuadrado		
Clase 2 2 cuadrados		
Clase 3 4 cuadrado		
Clase 4 9 cuadrados		
Clase 5 16 cuadrado		
Clase 6 25 cuadrados		
Clase 7 50 cuadrado		
Clase 8 100 cuadrados		
Total		

TOTAL: \_\_\_\_\_ 0 U<sup>2</sup>

TOTAL: \_\_\_\_\_ 0 U<sup>2</sup>

CONCENTRACION (TOTAL X 0,0625)/Volumen tratado = \_\_\_\_\_ 0 mm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>

CONCENTRACION (TOTAL X 0,0625)/Volumen tratado = \_\_\_\_\_ 0 mm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>

Siglo – profundidad (cm): 6 - 7

Fecha: 07/03/12

Lugar: Montarenyo

Analizado por: Alba Bonet

Volumen tratado: 1 cm<sup>3</sup>

Diámetro de las mallas del tamiz: 150 µm

	Unidades carbón	Total U <sup>2</sup>
Clase 1 1 cuadrado		
Clase 2 2 cuadrados		
Clase 3 4 cuadrado		
Clase 4 9 cuadrados		
Clase 5 16 cuadrado		
Clase 6 25 cuadrados		
Clase 7 50 cuadrado		
Clase 8 100 cuadrados		
Total		

TOTAL: 0 U<sup>2</sup>

CONCENTRACION (TOTAL X 0,0625)/Volumen tratado = 0 mm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>

Siglo – profundidad (cm): 7 - 8

Fecha: 07/03/12

Lugar: Montarenyo

Analizado por: Alba Bonet

Volumen tratado: 1 cm<sup>3</sup>

Diámetro de las mallas del tamiz: 150 µm

	Unidades carbón	Total U <sup>2</sup>
Clase 1 1 cuadrado	1	1
Clase 2 2 cuadrados		
Clase 3 4 cuadrado		
Clase 4 9 cuadrados		
Clase 5 16 cuadrado		
Clase 6 25 cuadrados		
Clase 7 50 cuadrado		
Clase 8 100 cuadrados		
Total	1	1

TOTAL: 1 U<sup>2</sup>

CONCENTRACION (TOTAL X 0,0625)/Volumen tratado = 0,0625 mm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>

Siglo – profundidad (cm): 8 - 9

Fecha: 06/03/12

Siglo – profundidad (cm): 9 - 10

Fecha: 06/03/12

Lugar: Montarenyo

Lugar: Montarenyo

Analizado por: Alba Bonet

Analizado por: Alba Bonet

Volumen tratado: 1 cm<sup>3</sup>

Volumen tratado: 1 cm<sup>3</sup>

Diámetro de las mallas del tamiz: 150 µm

Diámetro de las mallas del tamiz: 150 µm

	Unidades carbón	Total U <sup>2</sup>
Clase 1 1 cuadrado		
Clase 2 2 cuadrados		
Clase 3 4 cuadrado		
Clase 4 9 cuadrados		
Clase 5 16 cuadrado		
Clase 6 25 cuadrados		
Clase 7 50 cuadrado		
Clase 8 100 cuadrados		
Total		

	Unidades carbón	Total U <sup>2</sup>
Clase 1 1 cuadrado		
Clase 2 2 cuadrados		
Clase 3 4 cuadrado		
Clase 4 9 cuadrados		
Clase 5 16 cuadrado		
Clase 6 25 cuadrados		
Clase 7 50 cuadrado		
Clase 8 100 cuadrados		
Total		

TOTAL: \_\_\_\_\_ 0 U<sup>2</sup>

TOTAL: \_\_\_\_\_ 0 U<sup>2</sup>

CONCENTRACION (TOTAL X 0,0625)/Volumen tratado = \_\_\_\_\_ 0 mm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>

CONCENTRACION (TOTAL X 0,0625)/Volumen tratado = \_\_\_\_\_ 0 mm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>

Siglo – profundidad (cm): 10 - 11

Fecha: 06/03/12

Siglo – profundidad (cm): 11 - 12

Fecha: 06/03/12

Lugar: Montarenyo

Lugar: Montarenyo

Analizado por: Alba Bonet

Analizado por: Alba Bonet

Volumen tratado: 1 cm<sup>3</sup>

Volumen tratado: 1 cm<sup>3</sup>

Diámetro de las mallas del tamiz: 150 µm

Diámetro de las mallas del tamiz: 150 µm

	Unidades carbón	Total U <sup>2</sup>
Clase 1 1 cuadrado		
Clase 2 2 cuadrados		
Clase 3 4 cuadrado		
Clase 4 9 cuadrados		
Clase 5 16 cuadrado		
Clase 6 25 cuadrados		
Clase 7 50 cuadrado		
Clase 8 100 cuadrados		
Total		

	Unidades carbón	Total U <sup>2</sup>
Clase 1 1 cuadrado		
Clase 2 2 cuadrados		
Clase 3 4 cuadrado		
Clase 4 9 cuadrados		
Clase 5 16 cuadrado		
Clase 6 25 cuadrados		
Clase 7 50 cuadrado		
Clase 8 100 cuadrados		
Total		

TOTAL: \_\_\_\_\_ 0 U<sup>2</sup>

TOTAL: \_\_\_\_\_ 0 U<sup>2</sup>

CONCENTRACION (TOTAL X 0,0625)/Volumen tratado = \_\_\_\_\_ 0 mm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>

CONCENTRACION (TOTAL X 0,0625)/Volumen tratado = \_\_\_\_\_ 0 mm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>

Siglo – profundidad (cm): 12 - 13

Fecha: 06/03/12

Siglo – profundidad (cm): 13 - 14

Fecha: 06/03/12

Lugar: Montarenyo

Lugar: Montarenyo

Analizado por: Alba Bonet

Analizado por: Alba Bonet

Volumen tratado: 1 cm<sup>3</sup>

Volumen tratado: 1 cm<sup>3</sup>

Diámetro de las mallas del tamiz: 150 µm

Diámetro de las mallas del tamiz: 150 µm

	Unidades carbón	Total U <sup>2</sup>
Clase 1 1 cuadrado	1	1
Clase 2 2 cuadrados		
Clase 3 4 cuadrado		
Clase 4 9 cuadrados		
Clase 5 16 cuadrado		
Clase 6 25 cuadrados		
Clase 7 50 cuadrado		
Clase 8 100 cuadrados		
Total	1	1

TOTAL: 1 U<sup>2</sup>

CONCENTRACION (TOTAL X 0,0625)/Volumen tratado = 0,0625 mm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>

	Unidades carbón	Total U <sup>2</sup>
Clase 1 1 cuadrado	3	3
Clase 2 2 cuadrados		
Clase 3 4 cuadrado		
Clase 4 9 cuadrados		
Clase 5 16 cuadrado		
Clase 6 25 cuadrados		
Clase 7 50 cuadrado		
Clase 8 100 cuadrados		
Total	3	3

TOTAL: 3 U<sup>2</sup>

CONCENTRACION (TOTAL X 0,0625)/Volumen tratado = 0,1875 mm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>

Siglo – profundidad (cm): 14 - 15

Fecha: 06/03/12

Siglo – profundidad (cm): 15 - 16

Fecha: 06/03/12

Lugar: Montarenayo

Lugar: Montarenayo

Analizado por: Alba Bonet

Analizado por: Alba Bonet

Volumen tratado: 1 cm<sup>3</sup>

Volumen tratado: 1 cm<sup>3</sup>

Diámetro de las mallas del tamiz: 150 µm

Diámetro de las mallas del tamiz: 150 µm

	Unidades carbón	Total U <sup>2</sup>
Clase 1 1 cuadrado	2	2
Clase 2 2 cuadrados		
Clase 3 4 cuadrado		
Clase 4 9 cuadrados		
Clase 5 16 cuadrado		
Clase 6 25 cuadrados		
Clase 7 50 cuadrado		
Clase 8 100 cuadrados		
Total	2	2

TOTAL: 2 U<sup>2</sup>

CONCENTRACION (TOTAL X 0,0625)/Volumen tratado = 0,125 mm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>

	Unidades carbón	Total U <sup>2</sup>
Clase 1 1 cuadrado		
Clase 2 2 cuadrados		
Clase 3 4 cuadrado		
Clase 4 9 cuadrados		
Clase 5 16 cuadrado		
Clase 6 25 cuadrados		
Clase 7 50 cuadrado		
Clase 8 100 cuadrados		
Total		

TOTAL: 0 U<sup>2</sup>

CONCENTRACION (TOTAL X 0,0625)/Volumen tratado = 0 mm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>



Siglo – profundidad (cm): 16 - 17

Fecha: 06/03/12

Lugar: Montarenayo

Analizado por: Alba Bonet

Volumen tratado: 1 cm<sup>3</sup>

Diámetro de las mallas del tamiz: 150 µm

	Unidades carbón	Total U <sup>2</sup>
Clase 1 1 cuadrado		
Clase 2 2 cuadrados		
Clase 3 4 cuadrado		
Clase 4 9 cuadrados		
Clase 5 16 cuadrado		
Clase 6 25 cuadrados		
Clase 7 50 cuadrado		
Clase 8 100 cuadrados		
Total		

TOTAL: \_\_\_\_\_ 0 U<sup>2</sup>

CONCENTRACION (TOTAL X 0,0625)/Volumen tratado = \_\_\_\_\_ 0 mm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>

Siglo – profundidad (cm): 17 - 18

Fecha: 05/03/12

Lugar: Montarenayo

Analizado por: Alba Bonet

Volumen tratado: 1 cm<sup>3</sup>

Diámetro de las mallas del tamiz: 150 µm

	Unidades carbón	Total U <sup>2</sup>
Clase 1 1 cuadrado		
Clase 2 2 cuadrados		
Clase 3 4 cuadrado		
Clase 4 9 cuadrados		
Clase 5 16 cuadrado		
Clase 6 25 cuadrados		
Clase 7 50 cuadrado		
Clase 8 100 cuadrados		
Total		

TOTAL: \_\_\_\_\_ 0 U<sup>2</sup>

CONCENTRACION (TOTAL X 0,0625)/Volumen tratado = \_\_\_\_\_ 0 mm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>

Siglo – profundidad (cm): 18 - 19

Fecha: 05/03/12

Siglo – profundidad (cm): 19 - 20

Fecha: 05/03/12

Lugar: Montarenyo

Lugar: Montarenyo

Analizado por: Alba Bonet

Analizado por: Alba Bonet

Volumen tratado: 1 cm<sup>3</sup>

Volumen tratado: 1 cm<sup>3</sup>

Diámetro de las mallas del tamiz: 150 µm

Diámetro de las mallas del tamiz: 150 µm

	Unidades carbón	Total U <sup>2</sup>
Clase 1 1 cuadrado		
Clase 2 2 cuadrados		
Clase 3 4 cuadrado		
Clase 4 9 cuadrados		
Clase 5 16 cuadrado		
Clase 6 25 cuadrados		
Clase 7 50 cuadrado		
Clase 8 100 cuadrados		
Total		

TOTAL: \_\_\_\_\_ 0 U<sup>2</sup>

CONCENTRACION (TOTAL X 0,0625)/Volumen tratado = \_\_\_\_\_ 0 mm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>

	Unidades carbón	Total U <sup>2</sup>
Clase 1 1 cuadrado		
Clase 2 2 cuadrados		
Clase 3 4 cuadrado		
Clase 4 9 cuadrados		
Clase 5 16 cuadrado		
Clase 6 25 cuadrados		
Clase 7 50 cuadrado		
Clase 8 100 cuadrados		
Total		

TOTAL: \_\_\_\_\_ 0 U<sup>2</sup>

CONCENTRACION (TOTAL X 0,0625)/Volumen tratado = \_\_\_\_\_ 0 mm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>

Siglo – profundidad (cm): 20 - 21

Fecha: 05/03/12

Siglo – profundidad (cm): 21 - 22

Fecha: 05/03/12

Lugar: Montarenyo

Lugar: Montarenyo

Analizado por: Alba Bonet

Analizado por: Alba Bonet

Volumen tratado: 1 cm<sup>3</sup>

Volumen tratado: 1 cm<sup>3</sup>

Diámetro de las mallas del tamiz: 150 µm

Diámetro de las mallas del tamiz: 150 µm

	Unidades carbón	Total U <sup>2</sup>
Clase 1 1 cuadrado	2	2
Clase 2 2 cuadrados		
Clase 3 4 cuadrado	1	4
Clase 4 9 cuadrados		
Clase 5 16 cuadrado		
Clase 6 25 cuadrados		
Clase 7 50 cuadrado		
Clase 8 100 cuadrados		
Total	3	6

TOTAL: 6 U<sup>2</sup>

CONCENTRACION (TOTAL X 0,0625)/Volumen tratado = 0,375 mm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>

	Unidades carbón	Total U <sup>2</sup>
Clase 1 1 cuadrado		
Clase 2 2 cuadrados		
Clase 3 4 cuadrado		
Clase 4 9 cuadrados		
Clase 5 16 cuadrado		
Clase 6 25 cuadrados		
Clase 7 50 cuadrado		
Clase 8 100 cuadrados		
Total		

TOTAL: 0 U<sup>2</sup>

CONCENTRACION (TOTAL X 0,0625)/Volumen tratado = 0 mm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>

Siglo – profundidad (cm): 22 - 23

Fecha: 05/03/12

Siglo – profundidad (cm): 24 - 25

Fecha:

Lugar: Montarenyo

Lugar: Montarenyo

Analizado por: Alba Bonet

Analizado por: Alba Bonet

Volumen tratado: 1 cm<sup>3</sup>

Volumen tratado: 1 cm<sup>3</sup>

Diámetro de las mallas del tamiz: 150 µm

Diámetro de las mallas del tamiz: 150 µm

	Unidades carbón	Total U <sup>2</sup>
Clase 1 1 cuadrado	4	4
Clase 2 2 cuadrados	2	4
Clase 3 4 cuadrado	2	8
Clase 4 9 cuadrados	1	9
Clase 5 16 cuadrado		
Clase 6 25 cuadrados		
Clase 7 50 cuadrado		
Clase 8 100 cuadrados		
Total	9	25

TOTAL: 25 U<sup>2</sup>

CONCENTRACION (TOTAL X 0,0625)/Volumen tratado = 1,5625 mm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>

	Unidades carbón	Total U <sup>2</sup>
Clase 1 1 cuadrado		
Clase 2 2 cuadrados		
Clase 3 4 cuadrado		
Clase 4 9 cuadrados		
Clase 5 16 cuadrado		
Clase 6 25 cuadrados		
Clase 7 50 cuadrado		
Clase 8 100 cuadrados		
Total		

TOTAL: 0 U<sup>2</sup>

CONCENTRACION (TOTAL X 0,0625)/Volumen tratado = 0 mm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>

Siglo – profundidad (cm): 25 - 26

Fecha: 05/03/12

Lugar: Montarenyo

Analizado por: Alba Bonet

Volumen tratado: 1 cm<sup>3</sup>

Diámetro de las mallas del tamiz: 150 µm

	Unidades carbón	Total U <sup>2</sup>
Clase 1 1 cuadrado	2	2
Clase 2 2 cuadrados		
Clase 3 4 cuadrado		
Clase 4 9 cuadrados		
Clase 5 16 cuadrado		
Clase 6 25 cuadrados		
Clase 7 50 cuadrado		
Clase 8 100 cuadrados		
Total	2	2

TOTAL: 2 U<sup>2</sup>

CONCENTRACION (TOTAL X 0,0625)/Volumen tratado = 0,125 mm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>

Siglo – profundidad (cm): 26 - 27

Fecha: 08/03/12

Lugar: Montarenyo

Analizado por: Alba Bonet

Volumen tratado: 1 cm<sup>3</sup>

Diámetro de las mallas del tamiz: 150 µm

	Unidades carbón	Total U <sup>2</sup>
Clase 1 1 cuadrado	17	17
Clase 2 2 cuadrados	4	8
Clase 3 4 cuadrado	4	16
Clase 4 9 cuadrados	3	27
Clase 5 16 cuadrado		
Clase 6 25 cuadrados		
Clase 7 50 cuadrado		
Clase 8 100 cuadrados		
Total	28	68

TOTAL: 68 U<sup>2</sup>

CONCENTRACION (TOTAL X 0,0625)/Volumen tratado = 4,25 mm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>

Siglo – profundidad (cm): 27 - 28

Fecha: 08/03/12

Siglo – profundidad (cm): 28 - 29

Fecha: 12/03/12

Lugar: Montarenyo

Lugar: Montarenyo

Analizado por: Alba Bonet

Analizado por: Alba Bonet

Volumen tratado: 1 cm<sup>3</sup>

Volumen tratado: 1 cm<sup>3</sup>

Diámetro de las mallas del tamiz: 150 µm

Diámetro de las mallas del tamiz: 150 µm

	Unidades carbón	Total U <sup>2</sup>
Clase 1 1 cuadrado	5	5
Clase 2 2 cuadrados		
Clase 3 4 cuadrado		
Clase 4 9 cuadrados		
Clase 5 16 cuadrado		
Clase 6 25 cuadrados		
Clase 7 50 cuadrado		
Clase 8 100 cuadrados		
Total	5	5

	Unidades carbón	Total U <sup>2</sup>
Clase 1 1 cuadrado		
Clase 2 2 cuadrados		
Clase 3 4 cuadrado		
Clase 4 9 cuadrados		
Clase 5 16 cuadrado		
Clase 6 25 cuadrados		
Clase 7 50 cuadrado		
Clase 8 100 cuadrados		
Total		

TOTAL: 5 U<sup>2</sup>

TOTAL: 0 U<sup>2</sup>

CONCENTRACION (TOTAL X 0,0625)/Volumen tratado = 0,3125 mm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>

CONCENTRACION (TOTAL X 0,0625)/Volumen tratado = 0 mm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>

Siglo – profundidad (cm): 29 - 30

Fecha: 12/03/12

Lugar: Montarenño

Analizado por: Alba Bonet

Volumen tratado: 1 cm<sup>3</sup>

Diámetro de las mallas del tamiz: 150 µm

	Unidades carbón	Total U <sup>2</sup>
Clase 1 1 cuadrado		
Clase 2 2 cuadrados		
Clase 3 4 cuadrado		
Clase 4 9 cuadrados		
Clase 5 16 cuadrado		
Clase 6 25 cuadrados		
Clase 7 50 cuadrado		
Clase 8 100 cuadrados		
Total		

TOTAL: \_\_\_\_\_ 0 U<sup>2</sup>

CONCENTRACION (TOTAL X 0,0625)/Volumen tratado = \_\_\_\_\_ 0 mm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>

Siglo – profundidad (cm): 30 - 31

Fecha: 12/03/12

Lugar: Montarenño

Analizado por: Alba Bonet

Volumen tratado: 1 cm<sup>3</sup>

Diámetro de las mallas del tamiz: 150 µm

	Unidades carbón	Total U <sup>2</sup>
Clase 1 1 cuadrado	1	1
Clase 2 2 cuadrados		
Clase 3 4 cuadrado		
Clase 4 9 cuadrados		
Clase 5 16 cuadrado		
Clase 6 25 cuadrados		
Clase 7 50 cuadrado		
Clase 8 100 cuadrados		
Total	1	1

TOTAL: \_\_\_\_\_ 1 U<sup>2</sup>

CONCENTRACION (TOTAL X 0,0625)/Volumen tratado = \_\_\_\_\_ 0,0625 mm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>

Siglo – profundidad (cm): 31 - 32

Fecha: 12/03/12

Lugar: Montarenño

Analizado por: Alba Bonet

Volumen tratado: 1 cm<sup>3</sup>

Diámetro de las mallas del tamiz: 150 µm

	Unidades carbón	Total U <sup>2</sup>
Clase 1 1 cuadrado	6	6
Clase 2 2 cuadrados	3	6
Clase 3 4 cuadrado		
Clase 4 9 cuadrados		
Clase 5 16 cuadrado		
Clase 6 25 cuadrados		
Clase 7 50 cuadrado		
Clase 8 100 cuadrados		
Total	9	12

TOTAL: 12 U<sup>2</sup>

CONCENTRACION (TOTAL X 0,0625)/Volumen tratado = 0,75 mm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>

Siglo – profundidad (cm): 32 - 33

Fecha: 12/03/12

Lugar: Montarenño

Analizado por: Alba Bonet

Volumen tratado: 1 cm<sup>3</sup>

Diámetro de las mallas del tamiz: 150 µm

	Unidades carbón	Total U <sup>2</sup>
Clase 1 1 cuadrado		
Clase 2 2 cuadrados		
Clase 3 4 cuadrado		
Clase 4 9 cuadrados		
Clase 5 16 cuadrado		
Clase 6 25 cuadrados		
Clase 7 50 cuadrado		
Clase 8 100 cuadrados		
Total		

TOTAL: 0 U<sup>2</sup>

CONCENTRACION (TOTAL X 0,0625)/Volumen tratado = 0 mm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>



Siglo – profundidad (cm): 33 - 34

Fecha: 12/03/12

Lugar: Montarenyo

Analizado por: Alba Bonet

Volumen tratado: 1 cm<sup>3</sup>

Diámetro de las mallas del tamiz: 150 µm

	Unidades carbón	Total U <sup>2</sup>
Clase 1 1 cuadrado	3	3
Clase 2 2 cuadrados	1	2
Clase 3 4 cuadrado		
Clase 4 9 cuadrados		
Clase 5 16 cuadrado		
Clase 6 25 cuadrados		
Clase 7 50 cuadrado		
Clase 8 100 cuadrados		
Total	4	5

TOTAL: 5 U<sup>2</sup>

CONCENTRACION (TOTAL X 0,0625)/Volumen tratado = 0,3125 mm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>

Siglo – profundidad (cm): 34 - 35

Fecha: 12/03/12

Lugar: Montarenyo

Analizado por: Alba Bonet

Volumen tratado: 1 cm<sup>3</sup>

Diámetro de las mallas del tamiz: 150 µm

	Unidades carbón	Total U <sup>2</sup>
Clase 1 1 cuadrado	1	1
Clase 2 2 cuadrados	1	2
Clase 3 4 cuadrado		
Clase 4 9 cuadrados		
Clase 5 16 cuadrado		
Clase 6 25 cuadrados		
Clase 7 50 cuadrado		
Clase 8 100 cuadrados		
Total	2	3

TOTAL: 3 U<sup>2</sup>

CONCENTRACION (TOTAL X 0,0625)/Volumen tratado = 0,1875 mm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>

Siglo – profundidad (cm): 35 - 36

Fecha: 12/03/12

Lugar: Montarenyo

Analizado por: Alba Bonet

Volumen tratado: 1 cm<sup>3</sup>

Diámetro de las mallas del tamiz: 150 µm

	Unidades carbón	Total U <sup>2</sup>
Clase 1 1 cuadrado	11	11
Clase 2 2 cuadrados	4	8
Clase 3 4 cuadrado		
Clase 4 9 cuadrados		
Clase 5 16 cuadrado	1	16
Clase 6 25 cuadrados		
Clase 7 50 cuadrado		
Clase 8 100 cuadrados		
Total	16	35

TOTAL: 35 U<sup>2</sup>

CONCENTRACION (TOTAL X 0,0625)/Volumen tratado = 2,1875 mm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>

Siglo – profundidad (cm): 36 - 37

Fecha: 12/03/12

Lugar: Montarenyo

Analizado por: Alba Bonet

Volumen tratado: 1 cm<sup>3</sup>

Diámetro de las mallas del tamiz: 150 µm

	Unidades carbón	Total U <sup>2</sup>
Clase 1 1 cuadrado	7	7
Clase 2 2 cuadrados	6	12
Clase 3 4 cuadrado	2	8
Clase 4 9 cuadrados	1	9
Clase 5 16 cuadrado		
Clase 6 25 cuadrados		
Clase 7 50 cuadrado		
Clase 8 100 cuadrados		
Total	16	36

TOTAL: 36 U<sup>2</sup>

CONCENTRACION (TOTAL X 0,0625)/Volumen tratado = 2,25 mm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>

Siglo – profundidad (cm): 37 - 38

Fecha: 23/02/12

Siglo – profundidad (cm): 38 - 39

Fecha: 12/03/12

Lugar: Montarenyo

Lugar: Montarenyo

Analizado por: Alba Bonet

Analizado por: Alba Bonet

Volumen tratado: 1 cm<sup>3</sup>

Volumen tratado: 1 cm<sup>3</sup>

Diámetro de las mallas del tamiz: 150 µm

Diámetro de las mallas del tamiz: 150 µm

	Unidades carbón	Total U <sup>2</sup>
Clase 1 1 cuadrado	3	3
Clase 2 2 cuadrados	1	2
Clase 3 4 cuadrado		
Clase 4 9 cuadrados		
Clase 5 16 cuadrado		
Clase 6 25 cuadrados		
Clase 7 50 cuadrado		
Clase 8 100 cuadrados		
Total	4	5

TOTAL: 5 U<sup>2</sup>

CONCENTRACION (TOTAL X 0,0625)/Volumen tratado = 0,3125 mm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>

	Unidades carbón	Total U <sup>2</sup>
Clase 1 1 cuadrado	1	1
Clase 2 2 cuadrados	1	2
Clase 3 4 cuadrado		
Clase 4 9 cuadrados		
Clase 5 16 cuadrado		
Clase 6 25 cuadrados		
Clase 7 50 cuadrado		
Clase 8 100 cuadrados		
Total	2	3

TOTAL: 3 U<sup>2</sup>

CONCENTRACION (TOTAL X 0,0625)/Volumen tratado = 0,1875 mm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>

Siglo – profundidad (cm): 39 - 40

Fecha: 12/03/12

Siglo – profundidad (cm): 40 - 41

Fecha: 23/02/12

Lugar: Montarenño

Lugar: Montarenño

Analizado por: Alba Bonet

Analizado por: Alba Bonet

Volumen tratado: 1 cm<sup>3</sup>

Volumen tratado: 1 cm<sup>3</sup>

Diámetro de las mallas del tamiz: 150 µm

Diámetro de las mallas del tamiz: 150 µm

	Unidades carbón	Total U <sup>2</sup>
Clase 1 1 cuadrado	10	10
Clase 2 2 cuadrados	4	8
Clase 3 4 cuadrado	2	8
Clase 4 9 cuadrados		
Clase 5 16 cuadrado		
Clase 6 25 cuadrados		
Clase 7 50 cuadrado		
Clase 8 100 cuadrados		
Total	16	26

TOTAL: 26 U<sup>2</sup>

CONCENTRACION (TOTAL X 0,0625)/Volumen tratado = 1,625 mm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>

	Unidades carbón	Total U <sup>2</sup>
Clase 1 1 cuadrado		
Clase 2 2 cuadrados	1	2
Clase 3 4 cuadrado		
Clase 4 9 cuadrados		
Clase 5 16 cuadrado		
Clase 6 25 cuadrados		
Clase 7 50 cuadrado		
Clase 8 100 cuadrados		
Total	1	2

TOTAL: 2 U<sup>2</sup>

CONCENTRACION (TOTAL X 0,0625)/Volumen tratado = 0,125 mm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>

Siglo – profundidad (cm): 41 - 42

Fecha: 23/02/12

Siglo – profundidad (cm): 42 - 43

Fecha: 23/02/12

Lugar: Montarenyo

Lugar: Montarenyo

Analizado por: Alba Bonet

Analizado por: Alba Bonet

Volumen tratado: 1 cm<sup>3</sup>

Volumen tratado: 1 cm<sup>3</sup>

Diámetro de las mallas del tamiz: 150 µm

Diámetro de las mallas del tamiz: 150 µm

	Unidades carbón	Total U <sup>2</sup>
Clase 1 1 cuadrado	1	1
Clase 2 2 cuadrados		
Clase 3 4 cuadrado		
Clase 4 9 cuadrados		
Clase 5 16 cuadrado		
Clase 6 25 cuadrados		
Clase 7 50 cuadrado		
Clase 8 100 cuadrados		
Total	1	1

TOTAL: 1 U<sup>2</sup>

CONCENTRACION (TOTAL X 0,0625)/Volumen tratado = 0,0625 mm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>

	Unidades carbón	Total U <sup>2</sup>
Clase 1 1 cuadrado		
Clase 2 2 cuadrados		
Clase 3 4 cuadrado		
Clase 4 9 cuadrados		
Clase 5 16 cuadrado		
Clase 6 25 cuadrados		
Clase 7 50 cuadrado		
Clase 8 100 cuadrados		
Total		

TOTAL: 0 U<sup>2</sup>

CONCENTRACION (TOTAL X 0,0625)/Volumen tratado = 0 mm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>

Siglo – profundidad (cm): 43 - 44

Fecha: 12/03/12

Siglo – profundidad (cm): 44 - 45

Fecha: 12/03/12

Lugar: Montarenño

Lugar: Montarenño

Analizado por: Alba Bonet

Analizado por: Alba Bonet

Volumen tratado: 1 cm<sup>3</sup>

Volumen tratado: 1 cm<sup>3</sup>

Diámetro de las mallas del tamiz: 150 µm

Diámetro de las mallas del tamiz: 150 µm

	Unidades carbón	Total U <sup>2</sup>
Clase 1 1 cuadrado	1	1
Clase 2 2 cuadrados		
Clase 3 4 cuadrado		
Clase 4 9 cuadrados		
Clase 5 16 cuadrado		
Clase 6 25 cuadrados		
Clase 7 50 cuadrado		
Clase 8 100 cuadrados		
Total	1	1

TOTAL: 1 U<sup>2</sup>

CONCENTRACION (TOTAL X 0,0625)/Volumen tratado = 0,0625 mm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>

	Unidades carbón	Total U <sup>2</sup>
Clase 1 1 cuadrado	2	2
Clase 2 2 cuadrados		
Clase 3 4 cuadrado	1	4
Clase 4 9 cuadrados		
Clase 5 16 cuadrado		
Clase 6 25 cuadrados		
Clase 7 50 cuadrado		
Clase 8 100 cuadrados		
Total	3	6

TOTAL: 6 U<sup>2</sup>

CONCENTRACION (TOTAL X 0,0625)/Volumen tratado = 0,375 mm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>