

GUIA DE CAMP

TRANSCATALÒNIA 2013

**ALT EMPORDÀ**  
(LA PLANA, EL CAP DE CREUS)



**GIOVANNI PARDINI i MARIA GISPERT**

Guia de camp TRANSCATALÒNIA 2013: ALT EMPORDÀ (La Plana, El Cap de Creus)

Autors: Giovanni Pardini i Maria Gispert (Universitat de Girona)

Organitza: Institució Catalana d'Estudis Agraris i Delegació Catalana de la Sociedad Española de la Ciencia del Suelo

Barcelona, Octubre de 2013

## ÍNDIX

0.	PRESENTACIÓ.....	8
1.	INTRODUCCIÓ .....	9
1.1.	Localització .....	9
1.2.	El medi físic de l'Alt Empordà.....	10
1.2.1.	Unitats de paisatge .....	10
1.2.2.	Clima i meteorologia.....	13
1.2.3.	Geologia i geomorfologia.....	20
1.2.4.	Hidrologia.....	25
1.2.5.	Vegetació i fauna.....	27
1.2.6.	Usos del sòl .....	29
1.2.7.	Espais Naturals de l'Alt Empordà .....	33
1.3.	Coneixement dels sòls de l'Alt Empordà .....	33
1.3.1.	Mapa de sòls de Catalunya 1:25.000.....	33
1.3.2.	Els sòls de l'Alt Empordà - Revisió bibliogràfica.....	35
2.	ITINERARI EDÀFIC PER L'ALT EMPORDÀ .....	48
2.1.	Introducció.....	48
2.1.1.	Itinerari .....	48
2.2.	Descripció dels sòls .....	50
2.2.1.	Perfil 1. Castelló d'Empúries. Sòl hidromorf.....	53
2.2.2.	Perfil 2. Marzà-1 i 2. Alfisòl sobre crosta calcària i Inceptisòl càlcic de la plana .....	57 64
2.2.3.	Perfil 3. Vilajuïga. Sòl representatiu dels peu de mont de la Plana .....	69
2.3.	Sòls de les Serres Paleozoiques (Massís del Cap de Creus).....	76
2.3.1.	Perfil 4. Vilajuïga. Sòl sobre granodiorites en antiga terrassa abandonada .....	78
2.3.2.	Perfil 5. El Port de la Selva. Dunes fòssils. Processos de carbonatació / descarbonatació en ambient silícic .....	82
2.3.3.	Perfil 6. El Port de la Selva. Sòl sobre esquistos en antiga terrassa abandonada.....	94
3.	EFACTES DE L'ÚS, CANVI D'ÚS I ABANDONAMENT DE LES TERRES EN PARÀMETRES DE QUALITAT DEL SÒL EN EL CAP DE CREUS .....	98
3.1.	El territori del Cap de Creus .....	98
3.2.	Els incendis.....	100
3.3.	La recerca al Cap de Creus .....	101
3.3.1	Organització dels treballs experimentals.....	102
3.3.2	Propietats dels sòls .....	106

3.3.3 Processos erosius al Cap de Creus .....	111
4. METODOLOGIA PER LA DESCRIPCIÓ, CARACTERITZACIÓ, ANÀLISI I CLASSIFICACIÓ DEL SÒL.....	114
5. BIBLIOGRAFIA.....	116



**LLISTAT DE MAPES**

Mapa 1.- Localització de la comarca de l'Alt Empordà. ....	9
Mapa 2.- Unitats del paisatge de l'Alt Empordà. ....	11
Mapa 3.- Temperatura mitjana anual: Alt Empordà. ....	14
Mapa 4.- Pluviometria mitjana anual: Alt Empordà. ....	15
Mapa 5.- Dèficit hídric anual a l'Alt Empordà. ....	17
Mapa 6.- Mapa geològic de l'Alt Empordà. ....	20
Mapa 7.- Mapa geomorfològic de l'Alt Empordà. ....	22
Mapa 8.- Zones humides de l'Alt Empordà. ....	26
Mapa 9.- Mapa de risc d'incendis forestals a l'Alt Empordà. ....	32
Mapa 10.- Zones amb cartografia de sòls a l'Alt Empordà (color salmó). ....	37
Mapa 11.- Mapa d'Unitats de sòl (SSS) de Castelló d'Empúries. Escala 1:50.000. ....	38
Mapa 12.- Unitats de sòl – Classificació USBR aptitud pel reg (IRYDA, 1991). Escala 1:25.000. ....	38
Mapa 13.- Mapa topogràfic on s'indica el punt de trobada, l'itinerari i la localització dels perfils. ....	48
Mapa 14.- Mapa topogràfic. Sòls de la Plana. ....	51
Mapa 15.- Ortofotomapa. Sòls de la Plana. ....	51
Mapa 16.- Mapa geològic. Sòls de la Plana. ....	52
Mapa 17.- Mapa topogràfic. Sòls de les serres del Massís del Cap de Creus. ....	76
Mapa 18.- Ortofotomapa. Sòls de les serres del Massís del Cap de Creus. ....	77
Mapa 19.- Mapa geològic. Sòls de les serres del Massís del Cap de Creus. ....	77

## LLISTAT DE FIGURES

Figura 1.- Diagrama ombrotèrmic de l'estació meteorològica de Figueres (1971-2000).....	16
Figura 2.- Balanç hídric del municipi de Castelló d'Empúries. ....	18
Figura 3.- Rosa dels vents i velocitat mitjana del vent a l'estació de Portbou.....	19
Figura 4.- Usos del sòl a l'Alt Empordà al 2010.....	30
Figura 5.- Incendis forestals i superfície cremada.....	31
Figura 6.- Zones de Catalunya que disposen de mapa de sòls a escala detallada i semidetallada.....	34
Figura 7.- Disminució percentual de terres cultivades amb vinya i olivera des del 1964.....	99
Figura 8.- Incendi forestal de l'any 2000 (Garriguella-Roses). ....	101
Figura 9.- Aproximació geogràfica a l'àrea d'estudi (A1, A2, A3). Canvi d'ús del sòl (B1, B2, B3, B4) en un àrea d'estudi del Cap de Creus. ....	103
Figura 10.- Fotografia de la vinya (V) i l'olivera (O) cultivades i una parcel·la Gerlach. ....	104
Figura 11.- Estació meteorològica i pantalla de dades climàtiques del moment. ....	105
Figura 12.- L'índex de mineralització (MI) calculat a partir dels valors de CO <sub>2</sub> , segons el mètode SL en funció del carboni orgànic.....	110
Figura 13.- L'índex de mineralització (MI) calculat a partir dels valors de CO <sub>2</sub> segons el mètode IR en funció del carboni orgànic. ....	111
Figura 14.- A) Escolament acumulat en funció de la precipitació acumulada, i B) erosió acumulada en funció del escolament acumulat, en els diferents ambients estudiats. ....	112

**LLISTAT DE TAULES**

Taula 1.- Característiques fisiogràfiques i pedològiques dels ambients. ....	106
Taula 2.-Valors mitjans d'algunes característiques dels sòls del Cap de Creus determinades en la fracció 0- 2 mm. ....	107
Taula 3.- Anàlisi estadística descriptiva del contingut de carboni orgànic (SOC) i nitrogen total (TN).....	108
Taula 4.- Valors mitjans de propietats físiques, químiques i biològiques dels sòls estudiats.	109
Taula 5.- Percentatge indicatiu de pèrdua de carboni orgànic calculat en base als fluxos de CO <sub>2</sub> del sòls estudiats (2008-2009). ....	110
Taula 6.- Estimació acumulativa de l'escolament, l'erosió i el carboni i nitrogen exportats, tant en l'escolament com en el material erosionat, després d'episodis de pluja superiors (H) a 30 mm i inferiors (L) a 30 mm durant l'any 2010. ....	113

## **0. PRESENTACIÓ**

Donant continuïtat a la TRANSCATALONIA, aquest any tenim la oportunitat de visitar sòls representatius de la Plana de l'Empordà i de la zona del Cap de Creus. Aquesta edició ha estat possible gràcies a la col·laboració de Maria Gispert i Giovanni Pardini, professors de l'Àrea d'Edafologia i Química Agrícola de la Universitat de Girona, que es van oferir a organitzar la jornada de camp i mostrar-nos algunes de les experiències dels seus projectes de recerca. En nom de la ICEA i de la SECS els agraeixo sincerament l'esforç de la preparació dels perfils que visitarem i de la guia que teniu a les mans. Igualment volem agrair als Ajuntaments de Castelló d'Empúries, Pedret i Marzà, Vilajuïga i el Port de la Selva que han facilitat l'obertura dels escandalls.

Josep Maria Alcañiz  
Coordinador Secció de Sòls de la ICEA  
President Delegació Catalana de la SECS

# 1. INTRODUCCIÓ

## 1.1. Localització

La comarca de l'Alt Empordà està situada al sector nord-oriental de Catalunya. Limita al nord amb el Vallespir i el Rosselló; amb la Mediterrània per l'est; amb el Baix Empordà, el Gironès i el Pla de l'Estany pel sud, i amb la Garrotxa per l'oest (mapa 1).



Mapa 1.- Localització de la comarca de l'Alt Empordà.

Font: <http://www.icc.cat>

Al nord, els Pirineus axials fan de frontera entre la comarca i França. Orogràficament cal destacar la Serra de l'Albera, amb el Puig Neulós (1.256 m), i les Salines amb el Roc de Frausa (1.421 m) i el Roc del Comptador (1.451 m) com a pic més elevat. Aquest sector dels Pirineus axials on hi dominen les roques granítiques i pissarrenques, separa la plana de

l'Empordà de la del Rosselló. Continuant en direcció sud-est ens trobem amb la serra de Rodes i la península del Cap de Creus, on el punt més alt, el Pení, assoleix 606 m d'altitud. En arribar al mar, tot aquest sector presenta una costa molt retallada i abrupta amb alts penya-segats i petites cales.

A l'oest de l'Alt Empordà hi trobem l'extrem oriental dels Prepirineus, on dominen les roques calcàries que generen un relleu abrupte amb cingles i espadats. Destaquen el Puig de Bassegoda (1.374 m) i la Serra del Mont (1.124 m). Aquest sector dels Prepirineus és la continuació de les serres de l'Alta Garrotxa, amb les quals tenen moltes semblances.

Al sud, el Massís del Montgrí, constitueix la separació natural entre l'Alt i el Baix Empordà.

## **1.2. El medi físic de l'Alt Empordà**

### **1.2.1. Unitats de paisatge**

L'Alt Empordà presenta una gran diversitat paisatgística que inclou des de la costa retallada del cap de Creus a les platges de sorra de la Badia de Roses, i des dels cims nevats dels Pirineus, passant per les cingleres i barrancs de la part de Garrotxa, fins al mosaic de camps de la Plana. Així doncs, el paisatge es pot considerar una de les identitats més significatives de l'Alt Empordà.

Des d'Empúries, Caterina Albert (1869-1966) a "Impressions i records" ens descriu la seva impressió del paisatge de l'Empordà:

*«(...) els Pirineus, al fons, blaumorats i la muntanyola, rere mateix de les cases, d'un verd uniforme, fet de verd esmaragda, verd gris, saturn i negre. Ran de la Muntanya, el groc baix de l'horitzó s'anima i es fa cadmi, que a poc a poc s'acarmina, ensems que el zenit esdevé d'un blau perdut que es va agrisant com si hi passessin per damunt fumeres imperceptibles (...)».*

En la comarca s'han pogut identificar diferents zones que es caracteritzen per presentar una combinació d'elements ambientals, culturals i sociològics que les diferencien de la resta del territori (mapa 2). Així, segons la Carta del Paisatge de l'Alt Empordà (2009) es poden establir les següents unitats: Alta Garrotxa, Garrotxa d'Empordà, Salines - l'Albera, els terraprimers, la Plana de l'Empordà i el Cap de Creus. Cada Unitat presenta una personalitat pròpia i unes característiques singulars que justifiquen aquesta consideració.



Mapa 2.- Unitats del paisatge de l'Alt Empordà.  
Font: Carta del Paisatge de l'Alt Empordà (2009)

Els itineraris edafològics de la present edició de la Transcatalònia (2013) transcorren per les unitats del paisatge de la Plana de l'Empordà i del Cap de Creus.

### **La Plana de l'Empordà**

La Plana de l'Empordà compren una superfície aproximada de 41.510 ha. Es caracteritza per ser una plana oberta al mar i estar envoltada d'un amfiteatre de muntanyes. Els rius Muga i Fluvià, han reblert la plana de sediments al·luvials i han possibilitat que actualment hi hagi un predomini de l'ús agrícola.

El paisatge original d'aquesta plana era, de ben segur, una barreja entre espais forestals on dominava l'alzinar i estanys i terrenys inundables temporalment que s'entrecruaven amb els cursos fluvials. Actualment es tracta d'un paisatge agrari que es caracteritza per l'existència de petits nuclis rurals que es barregen amb un mosaic de camps de conreus separats per recs, marges, o per fileres de xiprers plantats per fer de pantalla i frenar els efectes de la tramuntana.

De les principals característiques de la zona podem destacar:

- Un litoral amb domini de les platges llargues i rectilínies en un sector de costa baixa que s'estén des de Roses fins a Sant Pere Pescador.
- La zona humida dels aiguamolls de l'Empordà, d'importància internacional.
- Una extensa zona agrícola que es centra principalment en conreus herbacis de secà i cereals combinats amb fruiters de regadiu i, al sector nord, olivera i vinya.
- Els paravents de xiprers.

### **El Cap de Creus**

L'anomenada Unitat del Cap de Creus, es correspon amb la part més oriental dels Pirineus axials catalans i compren 19.086 ha. Dins del Cap de Creus es poden distingir dues parts ben diferenciades: d'una banda l'extrem oriental del massís de l'Albera i de l'altra el conjunt format per la serra de Rodes i el que és el Cap de Creus estrictament.

L'ocupació humana del Cap de Creus és relativament antiga (Paleolític superior). Com demostren els nombrosos dolmens trobats. Tot i això, les poques oportunitats que ofereix el massís al desenvolupament agrícola va fer que restés poc humanitzat durant molts segles.

Durant l'edat mitjana, el gran creixement del monestir de Sant Pere de Rodes (segles XI i XII) va propiciar el condicionament dels terrenys dels entorns per a l'agricultura.

En el Catàleg del paisatge de les comarques gironines (2010) es descriuen les principals característiques de la zona de les quals podem destacar:

- Un litoral rocós amb grans penya-segats que permeten la formació de cales i petites badies.
- Una muntanya mediterrània caracteritzada per relleus de poca alçada.
- Una baixa densitat de la cobertura vegetal de molts sectors amb freqüents afloraments rocosos.
- Grans extensions de brolles com a resultat de l'efecte dels incendis repetits.
- Un paisatge agrícola de vinyes i oliveres, vinculat a les construccions de terrasses de pedra seca.
- La tramuntana com a element sempre present, que condiona el paisatge del Cap de Creus.



### **1.2.2. Clima i meteorologia**

El clima de l'Alt Empordà és Mediterrani Litoral Nord a la part oriental de la comarca, Mediterrani Prelitoral Nord a la zona central i Mediterrani Prepirinenc Oriental a l'extrem més occidental.

A grans trets, es pot subdividir la comarca en dues àrees clarament diferenciades: d'una banda, la plana i els relleus d'escassa altitud, amb unes característiques climàtiques típicament mediterrànies i, d'altra banda, cap als sectors occidental i septentrional, en estreta relació amb l'increment d'altitud, un tipus de clima més fresc i humit, amb algunes característiques que el fan assimilable als climes temperats de tendència atlàntica (Atles Comarcal de Catalunya, 2006).

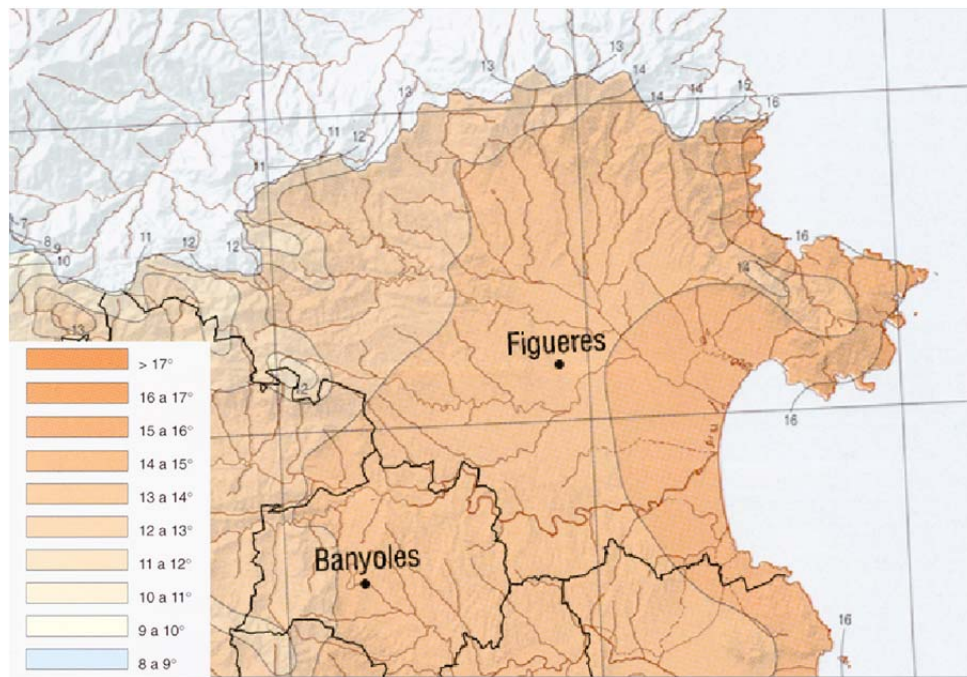
La distribució de la precipitació és irregular, amb un total anual escàs. Es distingeixen tres règims pluviomètrics diferents: THPE (T: Tardor, H: Hivern, P: Primavera, E: Estiu) a la part occidental nord de la comarca, TPHE a la part occidental sud i PTEH a la zona muntanyosa.

Referent al règim tèrmic, els hiverns són moderats i els estius són calorosos. El període lliure de glaçades comprèn els mesos de maig a setembre.

#### **Temperatura**

La major part de la comarca enregistra valors mitjans anuals de temperatura entre 14 i 15°C, tot i que a les zones interiors i més elevades arriben als 11°C, i fins a 16°C a la línia de la costa des de Roses i fins a la frontera francesa (mapa 3). Les temperatures més elevades s'assoleixen el mes de juliol amb uns 24°C (30°C de temperatura mitjana màxima diària i 18°C de mínima), i les mínimes el mes de gener amb uns 8°C (13°C de temperatura mitjana màxima diària i 4°C de mínima).

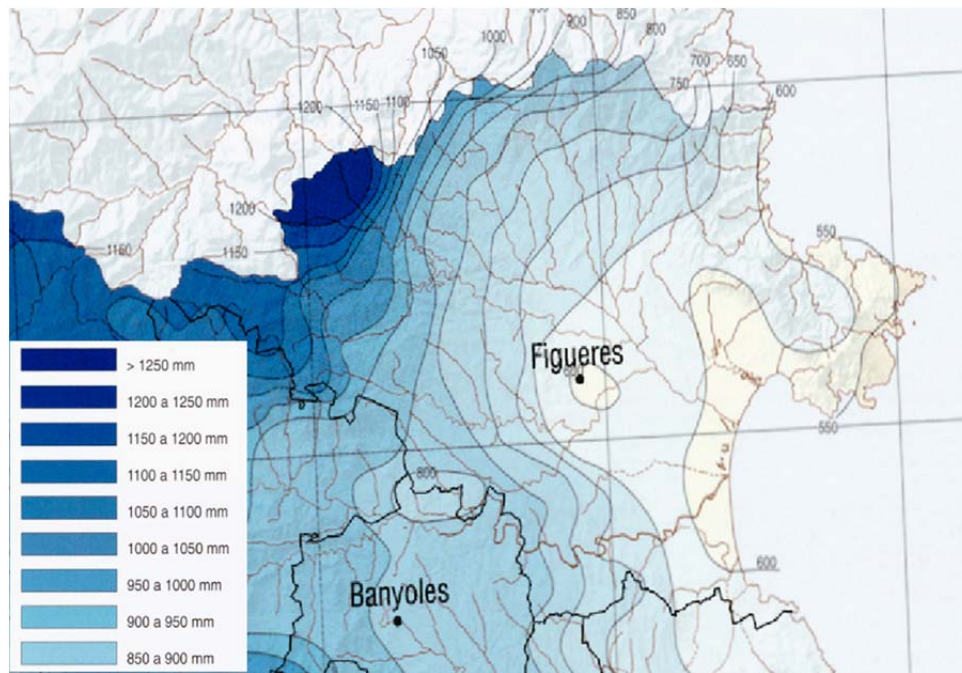
El ritme de les temperatures al llarg de l'any és el mateix per a tota la comarca, i és definit per la presència d'un mínim el mes de gener i un màxim el mes de juliol.



Mapa 3.- Temperatura mitjana anual: Alt Empordà.  
 Font: Atles Climàtic de Catalunya. Generalitat de Catalunya  
<http://www.meteo.cat/servmet/atles/ACC/temperatura.html>

### Pluviometria

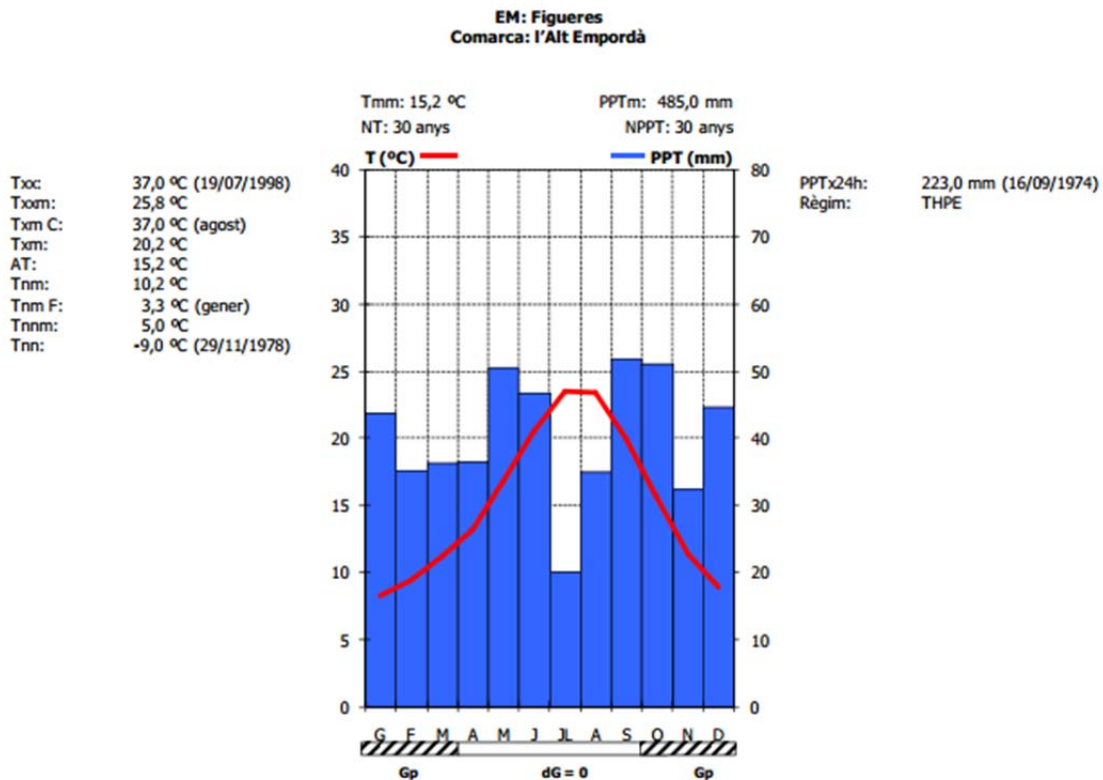
En quan a la pluviometria, les precipitacions són inferiors als 700 mm a la meitat est de la comarca, mentre que a la meitat occidental i a mesura que es guanya altitud es poden arribar a valors superiors als 1.200 mm (mapa 4). Els registres pluviomètrics més importants es donen sobretot durant els mesos de tardor, amb una major torrencialitat, i de primavera, mentre que els mesos d'estiu són els que menys precipitacions enregistren.



Mapa 4.- Pluviometria mitjana anual: Alt Empordà.  
 Font: Atles Climàtic de Catalunya. Generalitat de Catalunya  
<http://www.meteo.cat/servmet/atles/ACC/index.html>

Com a mostra de la climatologia de la zona, a la figura 1, estan representades les dades climàtiques de l'estació meteorològica de Figueres (període 1971 – 2000).

El clima en aquesta zona, es caracteritza principalment per la presència d'un període àrid a l'estiu, per uns hiverns curts i poc freds i per la marcada irregularitat de les precipitacions. El període lliure de gelades és el comprès entre mitjans de març i mitjans d'octubre. L'amplitud tèrmica és de 15,2°C.



**Acrònims:**

Variable	Unitats	Descripció
Tmm	°C	Temperatura mitjana
Txx	°C	Temperatura màxima absoluta
Txxm	°C	Temperatura mitjana de les màximes absolutes
Txm	°C	Temperatura màxima mitjana
Txm C	°C	Temperatura màxima mitjana del mes més càlid
Tnm	°C	Temperatura mínima mitjana
Tnm F	°C	Temperatura mínima mitjana del mes més fred
Tnnm	°C	Temperatura mitjana de les mínimes absolutes
Tnn	°C	Temperatura mínima absoluta
AT	°C	Amplitud tèrmica. Diferència entre la temperatura mitjana (Tmm) dels mesos més càlid i més fred
NT	Anys	Número d'anys de la sèrie climàtica per a la variable temperatura
PPTm	mm	Precipitació mitjana
PPTx24h	mm	Precipitació màxima en 24 hores
Règim		Règim pluviomètric
NPPT	Anys	Número d'anys de la sèrie climàtica per a la variable precipitació
dPPT	Dies	Número mitjà de dies de pluja
dG	Dies	Número mitjà de dies de glaçada
Gs		Període de glaçada segura
Gp		Període de glaçada probable
dG=0		Període sense glaçada
EM		Estació meteorològica

Figura 1.- Diagrama ombrotèrmic de l'estació meteorològica de Figueres (1971-2000).

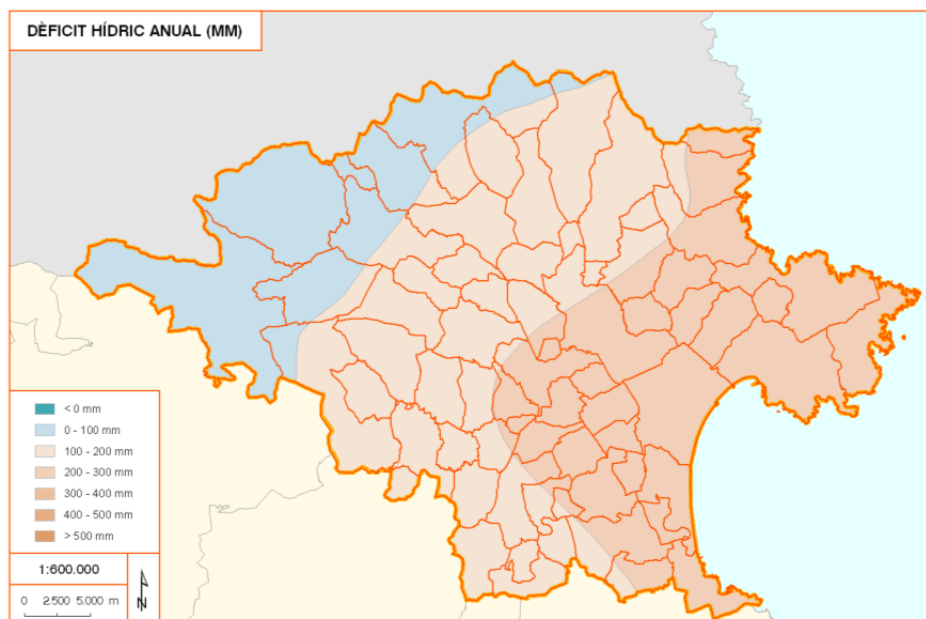
Font: Generalitat de Catalunya.

[http://www20.gencat.cat/docs/meteocat/Continguts/Climatologia/climatologies\\_comarcals/documents/AltEmporda.pdf](http://www20.gencat.cat/docs/meteocat/Continguts/Climatologia/climatologies_comarcals/documents/AltEmporda.pdf)

## Evapotranspiració potencial i balanç hídric

L'evapotranspiració potencial (ETP) és la quantitat màxima d'aigua susceptible de ser cedida en forma de vapor per una superfície de sòl completament coberta de vegetació i contínuament alimentada d'aigua sota unes determinades condicions climàtiques. Segons Thornthwaite, a l'Alt Empordà s'hi localitzen dues regions tèrmiques, tot i que predomina àmpliament la mesotèrmica, que equival a una evapotranspiració potencial de gairebé entre 712 i 855 mm.

Respecte al dèficit hídric anual, calculat en base a la diferència entre l'evapotranspiració potencial (ETP) i la real, a l'Alt Empordà (mapa 5) es pot observar que les regions més costeres són les que presenten un dèficit més important d'aigua, mentre que a mesura que ens endinsem a la plana i, finalment, a les zones més interiors i muntanyoses, aquest dèficit es va reduint progressivament. A mesura que aquesta diferència és superior, menys garantides estan les necessitats hídriques de les plantes.



Mapa 5.- Dèficit hídric anual a l'Alt Empordà.

Font: Agenda 21 comarcal de l'Alt Empordà.

<http://www.a21-altemporda.org/pacs.aspx?IDM=9>

En quan al balanç hídric, a la figura 2 podem observar que, en relació a les condicions climàtiques, a Castelló d'Empúries hi ha un període de dèficit hídric que correspon als mesos d'estiu. Aquesta situació podem considerar que es representativa de tota la plana de l'Empordà i també del Cap de Creus

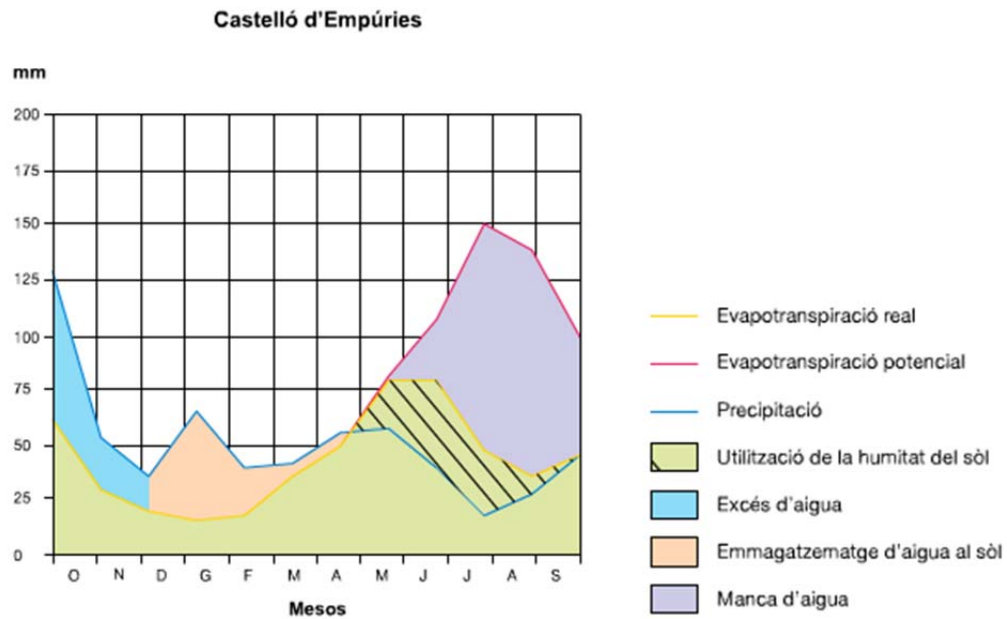


Figura 2.- Balanç hídric del municipi de Castelló d'Empúries.

Font: Atlas Comarcal de Catalunya (2006)

## Vents

La persistència i intensitat dels vents determinen que siguin un factor de màxima importància en la Comarca de l'Alt Empordà, essent la Tramuntana (direcció N-NW) un dels més importants, sobretot entre els mesos de novembre i març. Es tracta d'un vent sec i més aviat fred, de direcció predominant N-NW, que bufa especialment durant els mesos de novembre fins a març. S'origina en situacions sinòptiques caracteritzades per la presència d'un centre d'altres pressions a l'oest de la península Ibèrica i una borrasca a la Mediterrània. La posició relativa dels dos centres de pressió dona lloc a un flux de vent del nord que sovint impulsa un front fred, moltes vegades oclús, que va associat al centre de baixes pressions.

La rosa dels vents (figura 3), indica una predominança dels vents del nord, especialment durant la tardor i l'hivern, i en segon lloc trobem els vents del sud (migjorn) i sud-oest (garbí), més càlids i humits que els del primer quadrant.



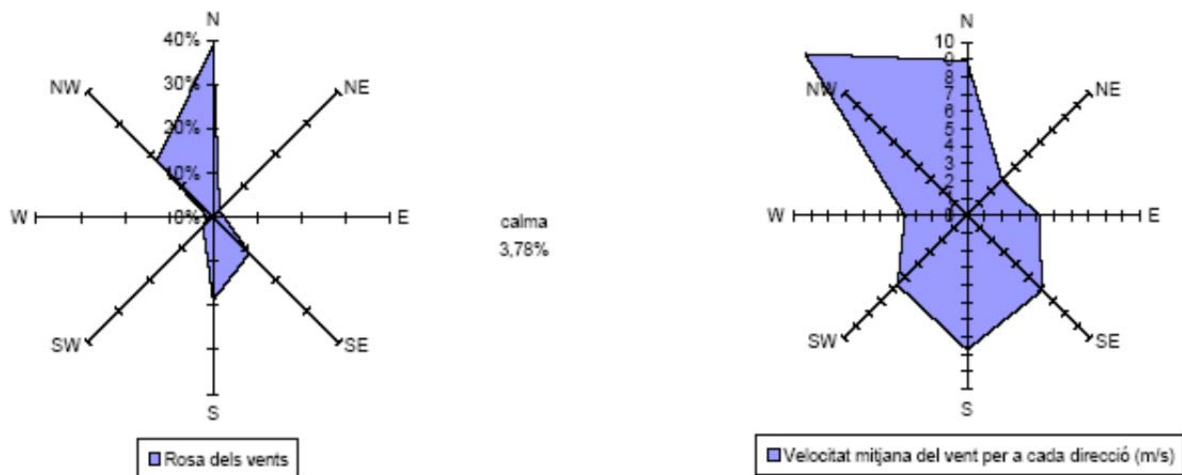


Figura 3.- Rosa dels vents i velocitat mitjana del vent a l'estació de Portbou.

Font: Anuari de dades Meteorològiques.

Servei de Meteorologia de Catalunya. Generalitat de Catalunya.

### El clima del sòl

Per a classificar el sòl segons el Soil Taxonomy System (SSS, 2010) és necessari conèixer els règims de temperatura i humitat dels sòls.

El règim d'humitat de la secció control ve caracteritzat per la durada dels estats de sòl sec i sòl humit al llarg de l'any (Porta *et al.* 2003). El contingut d'aigua que limita els dos estats és aquell en el qual es considera que les plantes ja no poden absorbir-la. En funció de la durada i continuïtat de l'estat d'humitat de la secció control al llarg de l'any es defineixen els règims d'humitat del sòl.

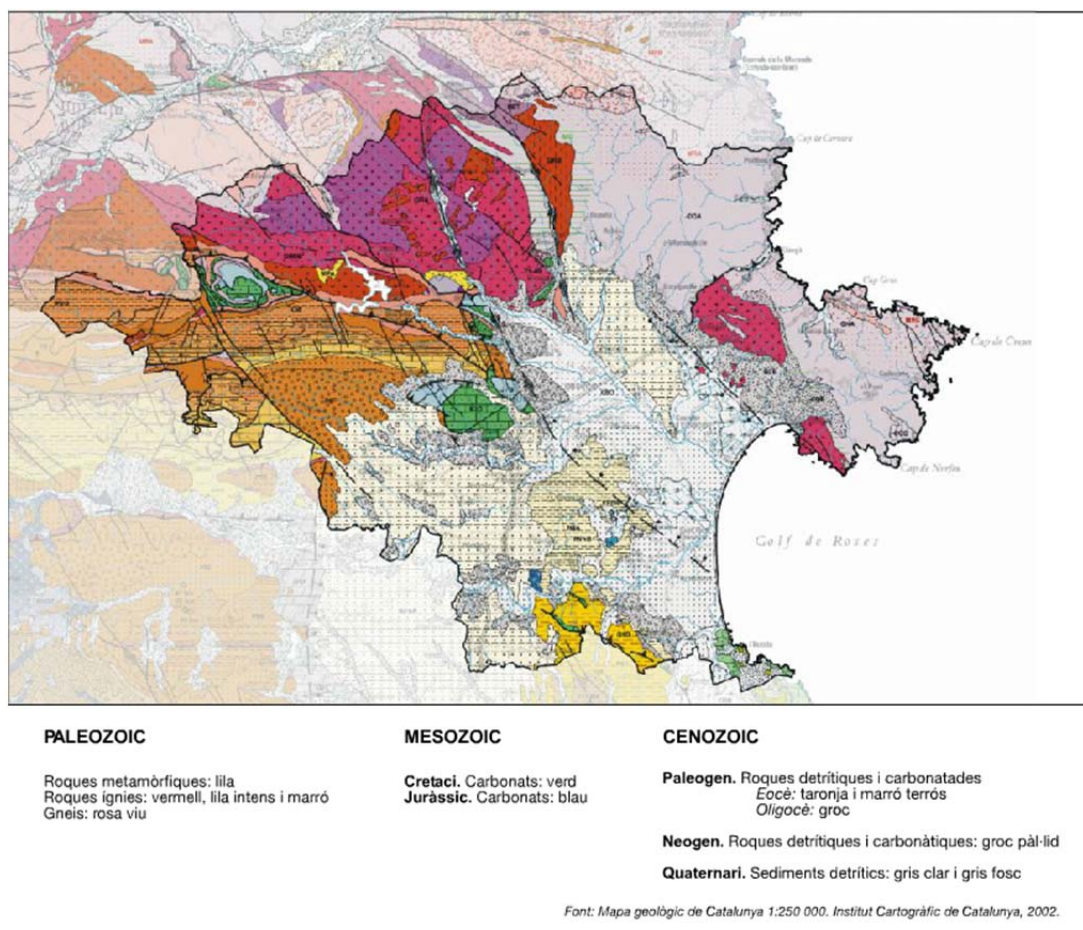
A la comarca de l'Alt Empordà, en una aproximació general podríem dir que les Unitats dels Terraprimers, la Plana de l'Empordà, els Aspres i el Cap de Creus els hi correspon un règim d'humitat Xèric. Tot i això, a la Plana de l'Empordà s'hi troba localitzada la zona dels Aiguamolls de l'Empordà que, al trobar-se els sòls saturats d'aigua alguns dies tots els anys (i  $T^a > 5^{\circ}\text{C}$ ), els hi correspondria un règim d'humitat Àquic. El règim d'humitat majoritari en les Unitats de l'Alta Garrotxa, Garrotxa d'Empordà i Salines - l'Albera es podria considerar Ústic, tot i que en les zones de més altitud podríem trobar règims d'humitat Údic.

Respecte al règim de temperatura del sòl, podríem considerar que, en correspondència als règims d'humitat, a les Unitats dels Terraprimers, els Aspres, la Plana de l'Empordà i el Cap de Creus els correspon un règim de temperatures Tèrmic ( $T^a$  mitja anual a 50 cm de profunditat del sòl superior a  $15^{\circ}\text{C}$ ). A les Unitats de l'Alta Garrotxa, Garrotxa d'Empordà i Salines -

l'Albera es podria considerar un règim de temperatura Mèsic, vorejant el Tèrmic dependent de la topografia i orientació.

### 1.2.3. Geologia i geomorfologia

L'Alt Empordà està situat, en bona part, en una depressió tectònica reblerta de sediments dipositats durant el neogen (roques detrítiques i carbonàtiques) i el quaternari (sediments detrítics), aquests últims estan ben desenvolupats a les valls del Fluvià i de la Muga i en menor extensió a les del Manol, Orlina i la riera d'Àlguema; també es troben als vessants i peus de muntanya. Per una altra part, a les muntanyes del cap de Creus i l'Albera hi dominen els sediments dipositats durant el paleozoic (roques metamòrfiques, ígnies i gneis) (mapa 6) (Atles Comarcal de Catalunya, 2006).



Mapa 6.- Mapa geològic de l'Alt Empordà.

Font: Atles Comarcal de Catalunya (2006). A partir del Mapa Geològic de Catalunya 1:250.000 (1989) Institut Cartogràfic de Catalunya. <http://www.icc.cat>



## **Tectònica**

La tectònica herciniana afecta els sediments paleozoics cambroordovicians. En canvi, la tectònica alpina afecta els materials paleozoics, els mesozoics i paleògens, formant estructures geològiques complexes.

La fase tectònica extensiva que va afectar el marge mediterrani peninsular durant el neogen i el quaternari va originar la plana empordanesa. Els materials de rebliment de la conca corresponen als períodes miocè i pliocè, marins i continentals. La depressió de l'Empordà s'enfonsa d'oest a est com a conseqüència d'importantes falles granades de direcció nord-oest a sud-est.

En tota la comarca es localitzen estructures tectòniques profundes, falles normals, cobertes per dipòsits neògens que van facilitar l'activitat volcànica de l'Alt Empordà. Aquesta es va produir durant la segona meitat del miocè, amb diverses erupcions estrombolianes que varen generar colades de laves basanítiques i basàltiques. Els concs volcànics heretats de l'activitat volcànica històrica s'han erosionat i només queden ruïnes volcàniques i fragments de colades de lava o xemeneies desmantellades. Actualment es troben recoberts pels sediments marins i continentals més moderns que terraplenen la plana. Existeixen onze afloraments volcànics concentrats en les següents localitats: Arenys d'Empordà, Baseria, Riumors, Roses, Puig d'en Guilla i Vilamacolum. El risc sísmic de la comarca és moderat baix.

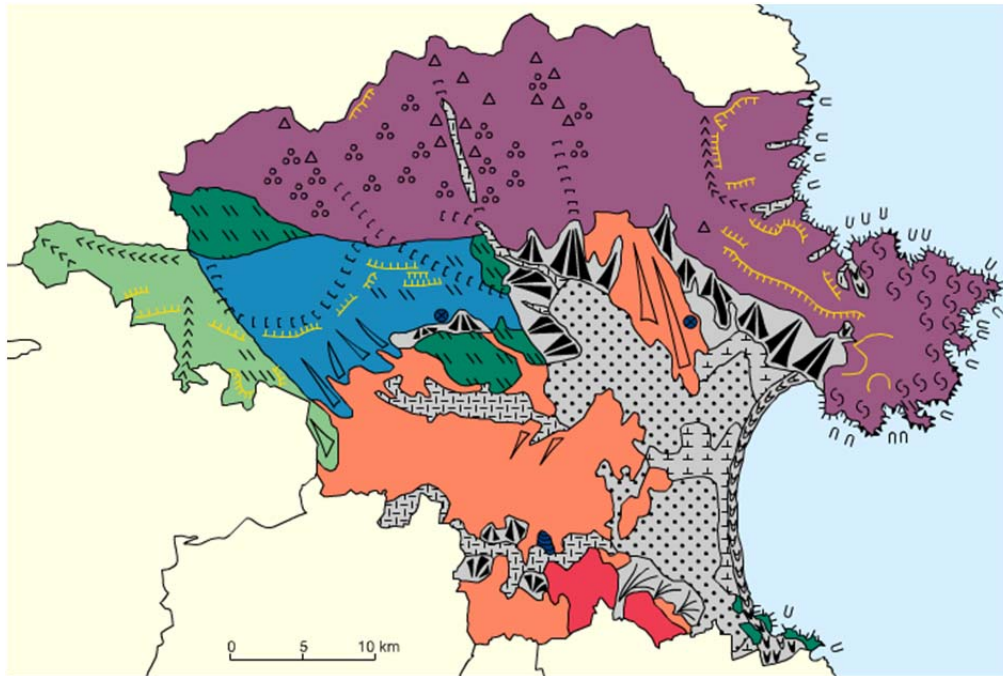
## **Geomorfologia**

La comarca de l'Alt Empordà està formada per una plana i els vessants de les muntanyes que l'envolten: el massís de l'Albera, la serra de Rodes, la serra de Bassegoda i de la Mare de Déu del Mont.

A la comarca es poden considerar tres unitats morfològiques de característiques pròpies: la plana al·luvial i litoral, la zona de turons marginals anomenada terraprim, i les serralades i massissos muntanyosos dels Subpirineus, Prepirineus i Pirineus axials (mapa 7).

Les serralades que limiten la comarca pel nord, des del roc de Fraussa - les Salines fins al Puig de Cervera a la costa, i que s'estenen al sud-est per la serra de la Balmeta –Puig d'Esquers–, Quermançó, Rodes, fins al cap de Creus i el cap de Norfeu, corresponen a massissos antics, paleozoics, afectats posteriorment per l'orogènia alpina, amb formes erosives molt característiques, com els sortints rocosos i boles escampades de naturalesa

granítica observables a la Jonquera i Capmany, o com les planes d'erosió o d'arrasament –el Pení i la muntanya Negra sobre Cadaqués, el ras de la Menta i el puig Neulós a l'Albera i a les Salines– (Atles Comarcal de Catalunya, 2006).



**Grans àrees morfoestructurals**

- Massís antic molt afectat per la tectònica alpina. Nivells d'arrasament alternant amb formes enèrgiques
- Serralada alpina de plecs juràssecs i relleus invertits. Cingles i talussos per erosió diferencial
- Serralada alpina plegada, desplaçada o encavalcant
- Serralada alpina plegada o encavalcant amb relleus enèrgics per l'estructura i l'erosió diferencial
- Serralada alpina molt fracturada de formes suaus
- Depressió terraplenada per dipòsits detrítics prequaternaris basculats o ondulats débilment
- Depressió, valls i vessants rebertes per dipòsits recents

**Modelats significatius**

- Modelat càrstic

**Formes dominants**

- Relleu volcànic
- Escarpament important
- Plana al·luvial
- Plana de maresma actual i subactual
- Glacis d'erosió o pediment
- Glacis d'acumulació i con de dejecció
- Peu de mont
- Vessants i valls recobertes d'esllavissaments indiferenciats

**Formes fluvials**

- Vall important encaixada
- Vall important no encaixada

**Formes litorals**

- Penya-segat de més de 50 m d'altura
- Penya-segat de menys de 50 m d'altura
- Cala important

**Formes eòliques**

- Cordó litoral de dunes
- Zona de dunes continentals
- Zona de rius d'abella

**Formes volcàniques**

- Colada
- Xemenia volcànica

**Formes granítiques**

- Zona de boles
- Zona de sortints rocinosos

Font: PALLÍ, L. i ROQUÉ, C. (1993). Cartografia temàtica de les terres gironines, 5 (Morfologia). Universitat de Girona i Diputació de Girona.

Mapa 7.- Mapa geomorfològic de l'Alt Empordà.  
Font: Atles Comarcal de Catalunya (2006).

Els relleus prepirinencs presents a la comarca estan constituïts per materials calcaris mesozoics al·lòctons: bac Grillera, castell de Figueres i serra de l'Il·la, que enllacen amb el Montgrí al sud-est, al litoral, ja en el límit amb el Baix Empordà. Estan molt erosionats, i llevat del castell de bac Grillera (1.055 m), més elevat, són difícilment diferenciables. És més, al sud de Llers, entre aquest nucli i el poble de Vilanant, les calcàries liàsiques i cretàiques constitueixen una superfície d'erosió, el Pla d'en Vinyes, amb presència de dolines. No deixen, però, de ser uns relleus estructurals significatius, ben delimitats pels encavalcaments alpins i les falles distensives neògenes.

Els massissos potser més emblemàtics de l'Alt Empordà i de les comarques gironines interiors els trobem al sector occidental de la comarca, limitant amb l'Alta Garrotxa i confonent-s'hi, fins al punt que s'anomenen Garrotxes d'Empordà. Aquests relleus són el Bassegoda, la Mare de Déu del Mont i tota la capçalera de la Muga, a l'oest d'Albanyà. Es tracta de relleus estructurals on els materials sedimentaris calcaris formen cingles i escarpaments i els nivells més argilosos o margosos que s'hi intercalen, faciliten la formació de costes més o menys inclinades. Tot plegat, travessat pels cursos fluvials, que han format valls encaixades i algun congost, cosa que fa ben apropiat el nom de Garrotxa: terra aspra, trencada, de mala petja, país trencat amb elements de paisatge càrstic, com rasclers, baumes, coves, avencs, ... Aquest conjunt constitueix la part més meridional de la serralada pirinenca i per això s'inclou a la unitat dels Subpirineus.

La connexió d'aquests massissos i serralades cap a l'est, amb la costa, és progressiva a causa de la presència de glacis d'acumulació, cons de dejecció i glacis de peudemont, és a dir, vessants suaus, entre turons marginals, constituïts per pediments i sediments de rebliment de conca, propis de peu o base d'un front muntanyós. Aquestes formacions determinen el que s'anomenen també aspres i que, a l'Empordà es diferencien entre alts aspres i baixos aspres. Els primers són més esquistosos, amb tossals àrids i pedregosos que s'escalonen cap a la plana des de les Salines i l'Albera. Els segons, més sorrencs, són de la zona pliocènica, tradicionalment territori vinífer.

Al sud de la comarca, ja al límit amb el Baix Empordà i el Pla de l'Estany, la zona de turons sinuosos i arrodonits marginals, neògens, determinen el terraprim, nom que fa referència al poc gruix del sòl per als conreus i la seva vulnerabilitat a l'acció erosiva. Cal destacar el sinuós recorregut del Fluvià quan entra a la comarca, de Bàscara a Sant Miquel de Fluvià, entre turons de 100 metres d'alçària, constituïts per notòries terrasses fluvials amb noms

locals prou significatius: les Roques, Puig Sorrer, Arenys d'Empordà, Torrent dels Sorrells, que avalen la important presència de sediments aportats per aquest riu i els seus afluent.

Finalment, la plana al·luvial i el litoral ocupen la part central i més oriental de la comarca. Els glacis dels turons marginals continuen i es perllonguen amb acumulacions d'esbaldregalls indiferenciats que s'endinsen a la depressió terraplenada per dipòsits detrítics pre-quaternaris, basculats o ondulats per la tectònica neògena. Ja més a prop de la costa, la plana al·luvial, formada pels lòbuls deltaics de la Muga i del Fluvià, ha facilitat la formació d'estanys i zones palustres entremig i de maresmes i estanys litorals al davant de la línia de costa.

La costa alta predomina al nord; des de Roses fins al cap de Cervera se succeeixen els entrants i sortints, les cales i els caps. A les proximitats de Roses i Canyelles, la costa és de naturalesa granítica, però a partir de punta Falconera és formada per roques metamòrfiques, les més resistents de les quals formen caps importants, com les calcàries marmoritzades del cap Norfeu. Els penya-segats poden arribar a alçades superiors als 100 metres, però, en general, no passen dels 50 m. Les cales són abundants, petites i arraulides, amb platges de còdols i blocs, en conjunt de color fosc, que juntament amb l'escassa vegetació arbustiva configuren un paisatge especial, característic de tot el cap de Creus. La majoria de les cales són d'origen estructural, és a dir, l'erosió marina que desgasta i obliga a retrocedir els penya-segats ha estat facilitada per les falles i fractures perpendiculars a la línia de costa per on circulen recs i rieres, com la de Molinàs – Colera, i en alguns indrets queden valls penjades drenades per torrents. Les alineacions d'illots al capdavant dels penya-segats són indicatives del retrocés de la línia de costa; cal fer referència a les rases d'erosió desenvolupades en edat tirreniana en què el nivell del mar era alguns metres més alt que l'actual. Del Port de la Selva al cap de Cervera, que representa el límit de la comarca i la frontera amb França, la costa alta està intensament retallada amb alguns entrants o cales àmplies, quasi badies, com les del Port de la Selva, Llançà, Garbet, Colera i Portbou. Els penya-segats són menys alts, de 50 metres com el cap Ras i només a partir de Colera, a l'illa Grossa i la muntanya dels Canons, i fins al puig de Cervera, tenen uns 100 metres de desnivell quasi vertical, amb blocs caiguts als peus. Localment es poden observar *taffone* i “nius d'abelles” o alvèols, és a dir, cavitats, foradets esfèrics de mida centimètrica o mètrica formats per l'acció conjunta del vent i de l'aigua del mar.

#### 1.2.4. Hidrologia

La xarxa hidrològica de l'Alt Empordà està composta per dos grans conques: la del Fluvià i la de la Muga. També hi ha diversos cursos de rius petits, de conca independent i de règim torrencial, els quals drenen algunes depressions marginals.

La xarxa fluvial de la comarca de l'Alt Empordà és molt extensa i complexa, arribant pràcticament a tots els recons de la comarca gràcies a la presència d'innombrables rieres i petits torrents.

El Fluvià travessa l'Alt Empordà després de recollir les abundants aigües que cauen a la comarca de la Garrotxa. Per això, malgrat el seu recorregut curt i tenir una conca no massa gran, també és força cabalós i permet regar part de la plana de l'Alt Empordà.

La Muga és un riu curt, però amb força cabdal tot l'any a causa de les pluges abundants que cauen en els vessants de la seva capçalera, que està regulat pel pantà de Boadella. La Muga té uns afluents notables, com el Manol i el Llobregat.

La Muga i el Fluvià desemboquen a la badia de Roses i els sediments que arrossegueuen fins el mar van fent créixer la plana litoral. Ara bé, els embassaments fan que cada vegada arribin menys materials al mar i aquest fet condiciona el creixement de la plana litoral; les argiles i sorres queden atrapades al fons dels embassaments. Aquesta regulació del cabal i la canalització dels cursos fluvials fan que les inundacions siguin cada vegada més escasses.

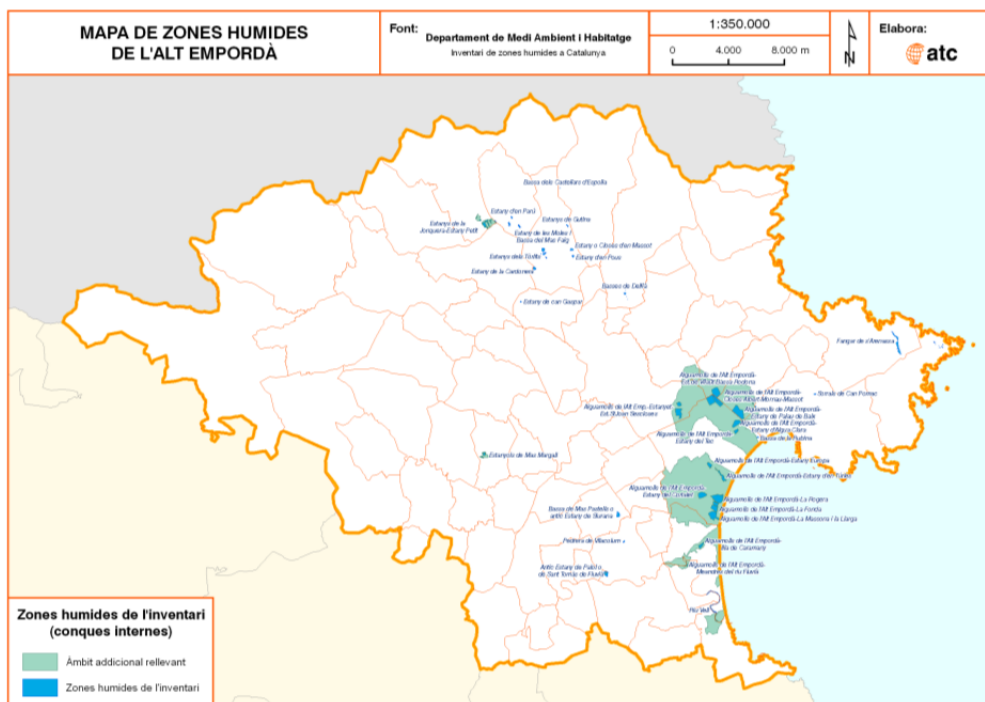
Els demés cursos d'aigua de l'Alt Empordà són rieres i torrents que recullen l'aigua de la resta de la plana i de les muntanyes dels Pirineus Axials.

Tots els rius de la comarca tenen un traçat de ponent cap a llevant, com a conseqüència dels episodis tectònics alpins, el relleu resultant recull les aigües dels Pirineus més orientals i dels Subpirineus.

A l'Alt Empordà es localitzen un número important de zones humides. Antigament eren més presents que a l'actualitat, perquè al ser considerades insalubres, es varen eliminar bona part d'aquestes. És destacable la presència d'estanys donada la poca altitud d'alguns sectors deprimits de la comarca. Hi destaquen estanys com el de la Jonquera, conegut també com els estanys de Canadal, les zones associades a antics estanys com el de Vilaüt i el Tec, reductes de l'estany de Castelló, i les anomenades llaunes, fruit de la interacció entre les aigües superficials que busquen el mar i els processos marins formadors de barres i de cordons

litorals que obstrueixen el seu pas. Les zones humides són uns dels ecosistemes més diversos i rics biològicament, a més d'una font important d'aigua dolça, però, alhora, són fràgils i vulnerables (mapa 8).

Per una altra part, a l'Alt Empordà, tot i que la creixent explotació dels aqüífers ha comportat una davallada dels nivells freàtics, s'hi han localitzat cinc masses d'aigua subterrània: la conca alta del Fluvià, la conca alta de la Muga, les rieres al·luvials del Cap de Creus, la massa subterrània d'aigua de l'Empordà i fluviodeltaica del Fluvià i la Muga.



Mapa 8.- Zones humides de l'Alt Empordà.

Font: Agenda 21 comarcal de l'Alt Empordà.

[http://www.cilma.cat/wp-content/uploads/agenda21/A21%20CC\\_Alt\\_Emporda/Doc%20I\\_Memoria%20i%20Diagnosi.pdf](http://www.cilma.cat/wp-content/uploads/agenda21/A21%20CC_Alt_Emporda/Doc%20I_Memoria%20i%20Diagnosi.pdf)

Part de les masses d'aigua subterrània de l'Alt Empordà estan localitzades en una zona litoral amb risc d'intrusió salina, aquestes corresponen a les rieres al·luvials del Cap de Creus i la massa fluviodeltaica del Fluvià i la Muga, aquestes últimes es troben ubicades en una zona vulnerable als nitrats d'origen agrari.

### 1.2.5. Vegetació i fauna

#### Vegetació

La fisiografia de l'Alt Empordà permet una riquesa florística notable. El fet que en un espai reduït s'hi donin ambients de muntanya i de plana, la presència d'un extens sector d'aiguamolls i d'un litoral que es reparteix des del Cap de Creus fins la costa baixa sorrenca del golf de Roses, proporciona una gran varietat d'hàbitats que són la base de la diversitat del paisatge vegetal de la comarca (Atles Comarcal de Catalunya, 2006).

En base a criteris florístics, fisiognòmics i geogràfics, l'Alt Empordà s'emmarca en dues de les tres regions biogeogràfiques que existeixen a Europa: la mediterrània, a la major part de la comarca, i l'eurosiberiana, a zones més interiors i muntanyoses. També podem trobar zones amb condicionants ambientals particulars.

Les formacions típiques de les comunitats climàtiques de la regió mediterrània són els alzinars, exuberants i densos boscos d'estructura selvàtica amb un estrat arbori, un arbustiu i lianoide i un herbaci, entre els que cal destacar com a comunitats més comunes l'alzinar litoral, l'alzinar muntanyenc, la sureda, l'alzinar continental o carrascar i les màquies litorals i continentals. Les suredes tenen una especial representació a la comarca.

Aquestes formacions potencials són les típiques del paisatge propi de la majoria d'indrets situats per sota dels 800 metres. La degradació d'aquestes comunitats, sobretot a la regió més propera a la terra baixa i la línia litoral, donen lloc a comunitats vegetals de garrigues, brolles, prats secs mediterranis (de llistonars o fenassars) i de pinedes mediterrànies de pi blanc i pi pinyer.

Les formacions típiques de les comunitats de la regió eurosiberiana, a zones més interiors i enlairades, són les fagedes i les rouredes, d'ambients clarament més humits i frescos. Cal destacar les comunitats de fagedes típiques, acidòfiles i submediterrànies, les rouredes humides i seques i, finalment, també cal fer menció a la presència de pinedes de pi roig i pinassa.

En quant a les comunitats permanents, són d'especial importància les comunitats pròpies de la vegetació de ribera, la vegetació de les maresmes, la vegetació típica de la línia litoral i els sistemes dunars i la vegetació associada a l'ullastrar provençal, aquesta darrera únicament present al cap de Creus.

## Fauna

A l'Alt Empordà existeix una gran riquesa faunística, que ve determinada pel nombre de diferents espècies existents, per la seva singularitat, per la seva raresa i, en alguns casos, pel seu bon estat de conservació (Agenda comarcal 21 de l'Alt Empordà, 2010).

Dels nombrosos invertebrats que habiten les terres de la comarca, destaquen per la seva singularitat espècies com el banyarriquer del faig, el cranc de riu autòcton, la sangonera, les nàiades i el cargol *Mastigophallus rangianus*, espècie endèmica del cap de Creus.

Entre els amfibis i rèptils cal destacar la presència de l'escurçó pirinenc, la serp d'Esculapi, la serp verda, el llargardaix comú, la granota verda, la serp verda, la serp blanca, el sargantaner gros, la tortuga de rierol, la tortuga d'estany, el tòtil granoter, la reineta, el gripau comú o el dragó. Però l'espècie més emblemàtica és sense dubte la tortuga mediterrània, només localitzada ja en tres reductes poblacionals a Catalunya, un dels quals es troba a l'Albera, constituint la única població autòctona de tota la península Ibèrica.

Respecte les aus, la llista d'espècies és molt important. Entre les més singulars i rares, algunes d'elles molt vulnerables i amb unes poques parelles nidificants, destaquen l'àguila daurada, l'esperver cendrós, el xoriguer petit, l'àguila cuabarrada, el picot garser petit, la merla d'aigua, el blauet, la trenca i el còlit negre. No obstant, la llista d'espècies és molt llarga; a l'Albera s'han arribat a detectar més de 200, més de 320 als Aiguamolls de l'Empordà i, finalment, també cal destacar una important presència d'aus a la zona del cap de Creus amb el falcó peregrí i espècies marines com les gavines, el corb marí emplomallat, les baldrigues, els xatracos o el mascarell.

Entre els peixos cal remarcar la introducció d'espècies exòtiques com la sandra i la llobina negra o black-bass, que alteren ecològicament l'ecosistema dels cursos fluvials i competeixen directament amb espècies autòctones, com la truita comuna, el barb de muntanya o l'espínós. Cal destacar especialment la presència del fartet, espècie en perill d'extinció i protegida per la Unió Europea, present als Aiguamolls de l'Empordà, i la bavosa de riu, en estat vulnerable segons el Catàleg Nacional d'Espècies Amenaçades (CNEA) i també protegida per la legislació.

Respecte els mamífers, la zona del massís de l'Albera és on es presenta una major diversitat amb un total 44 espècies, gairebé el 75% del total dels mamífers de Catalunya. Destaca la presència d'espècies domèstiques com la vaca fagina (o vaca de l'Albera), la vaca marinera,



el guarà català (o ase català) i la gallina empordanesa. Però també espècies salvatges com el porc senglar, la llebre, el conill, la guineu, el gorja blanc, la mostela, el turó, la geneta, el gat salvatge, el mufló, l'eriçó i diverses espècies de ratpenats i també de rosegadors, entre els quals destaquen l'esquirol, la rata d'aigua i el liró gris. A més, es poden trobar alguns exemplars aïllats de daina i cérvol i, en més percentatge, de cabirol. En quant als mamífers marins, és rellevant al presència del dofí mular, dofí comú i l'observació de pas de rorqual comú.

### 1.2.6. Usos del sòl

A la comarca de l'Alt Empordà, com altres parts de Catalunya en els darrers decennis, s'ha pogut observar una transformació del territori degut a l'abandonament de la terra. Aquesta transformació ha vingut donada pels canvis socioeconòmics i polítics del moment (industrialització, turisme, infraestructures, cerca de "millor" qualitat de vida, ...) pel que les terres han estat abandonades seguint criteris que no han tingut en compte l'aptitud, capacitat o vulnerabilitat del sòl (Pardini *et al.* 2003).

Segons Serra *et al.* (2000) els processos més importants de canvi d'usos del sòl del període 1977 a 1993 a la plana de l'Alt Empordà varen ser, d'una banda, la intensificació del blat de moro en l'eix Armentera - Fortià - Cabanes, dels fruiters, sobretot a Sant Pere Pescador, i la introducció del gira-sol, a tots els municipis. Aquest procés d'intensificació es va produir, bàsicament, per la disminució dels prats i les pastures, dels llenyosos de secà (vinyes i oliveres) i dels cereals d'hivern (blat, ordi i civada). D'altra banda, l'altre gran procés de canvi en els darrers anys ha estat la consolidació de la superfície urbana de Figueres, la urbanització d'Empuriabrava a Roses i de la zona costanera de Sant Pere i de l'Escala en detriment dels prats i les pastures i dels conreus herbacis.

Aquestes transformacions han comportat més vulnerabilitat a les sequeres i a les inundacions. La intensificació agrària ha anat acompanyada de l'increment dels conreus de regadiu, gràcies a la construcció del pantà de Boadella (Darnius) i creació de la zona regable de la Muga (dècada de 1960), i a l'augment de l'explotació dels aqüífers de la desembocadura del Fluvià. Aquest increment de les necessitats d'aigua ha donat lloc a que, la plana de l'Alt Empordà, una àrea històricament amb d'excés d'aigua, hagi patit força períodes de restriccions.

La impermeabilització del sòl per l'increment de les infraestructures viàries i de les canalitzacions i l'ocupació d'àrees inundables han produït quantioses pèrdues econòmiques

agregades per la pèrdua de la vegetació de ribera, que reté les aigües, i dels prats i pastures, sobretot pel que fa a les closes, molt adaptades a les inundacions (Saurí *et al.*, 1995). La constitució del Parc Natural dels Aiguamolls ha frenat en part l'augment de la pressió urbanística costanera i interior.

Així doncs, s'està produint una tendència a la pèrdua de la biodiversitat agrària, a través de la intensificació de determinats usos del sòl en detriment d'altres.

Segons les darreres dades de l'Institut Català d'Estadística (IDESCAT) a l'any 2010, la utilització del territori de l'Alt Empordà presenta la distribució que es mostra a la figura 4.

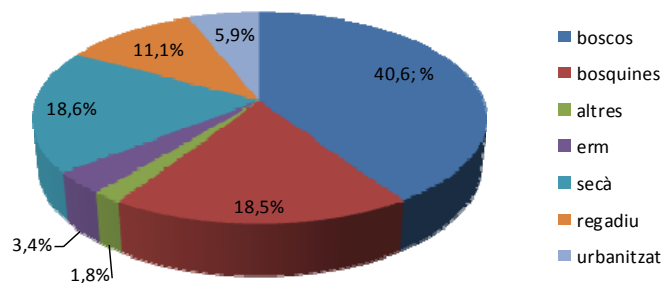


Figura 4.- Usos del sòl a l'Alt Empordà al 2010.

Font: A partir de les dades d'IDESCAT (<http://www.idescat.cat>)

Podem observar que la major part del territori està ocupat per boscos i bosquines. Aquesta superfície forestal extensa i compacta, juntament amb les condicions ambientals de temperatura, humitat i vent, i un relleu molt desfavorable, suposen una gran vulnerabilitat a patir incendis forestals. Aquests representen un dels principals problemes ambientals de la comarca (figura 5) que en els darrers anys s'ha anat repetint, com el cas del juliol de 2012 en que l'incendi iniciat a la Jonquera va afectar unes 13.963 ha (de les quals unes 4.000 eren conreus que no van cremar) de 18 municipis.

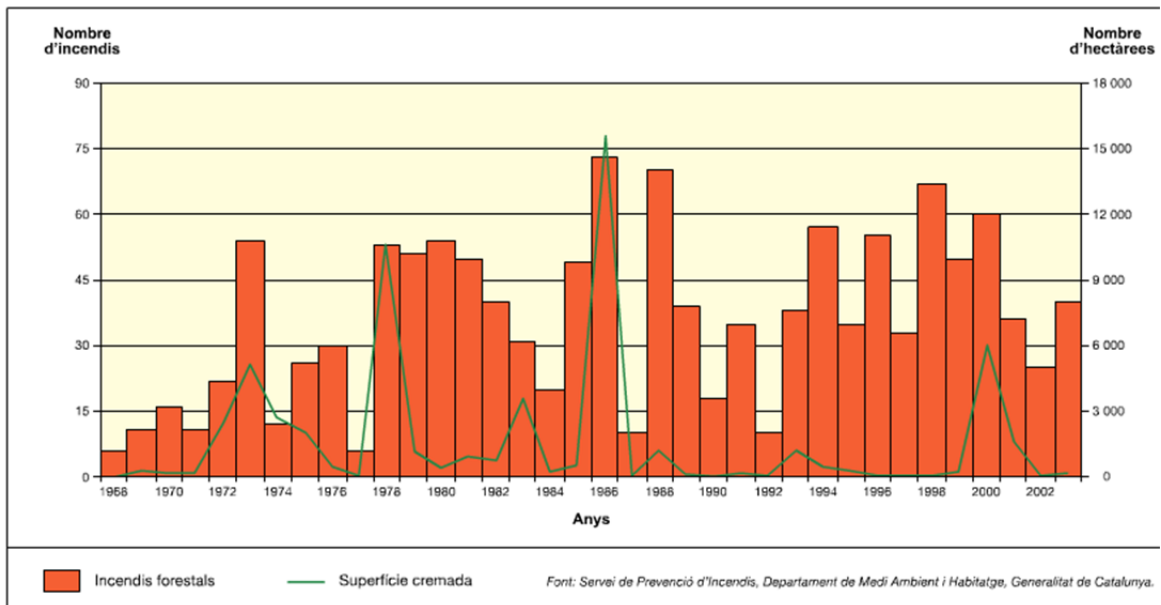
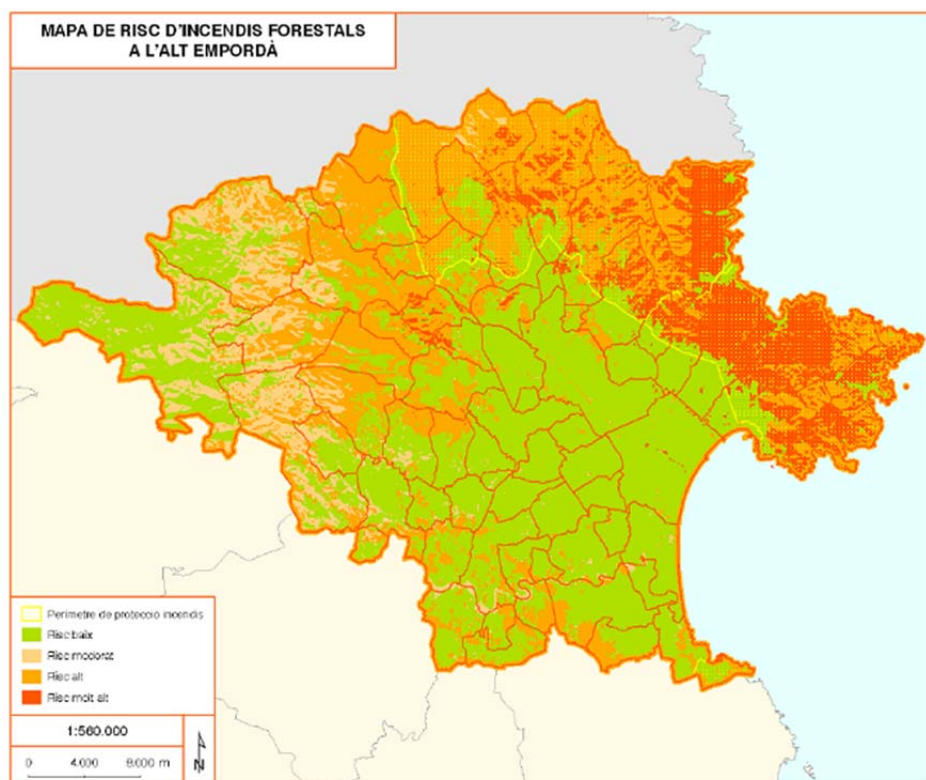


Figura 5.- Incendis forestals i superfície cremada.  
 Atlas Comarcal de l'Alt Empordà (2006).

La superfície forestal més vulnerable a patir incendis, es troba especialment al sector oriental i nord de muntanya de la comarca, on les condicions climàtiques (fort vent i altes temperatures) juntament amb un relleu que sovint condiciona l'accessibilitat fan que, quan es produeix un incendi prengui grans dimensions i intensitat. Al mapa 9 es poden observar les zones amb major risc d'incendi a la comarca. Aquestes dades actualment també es poden consultar a l'adreça de Protecció Civil de la Generalitat de Catalunya. <http://taure.icc.cat/pcivil/map.jsp>.



Mapa 9.- Mapa de risc d'incendis forestals a l'Alt Empordà.

Font: Departament de Medi Ambient i Habitatge.

Extret de l'Agenda 21 comarcal de l'Alt Empordà (2010).

Un altre fet decisiu en la determinació del risc d'incendis forestals a la comarca és l'acció humana, ja que la causa més freqüent dels incendis ocorreguts a la comarca, entre els darrers decennis, han estat negligències i accidents relacionats amb treballs agrícoles o focs iniciats a les vores del abocadors. Un paper molt destacat també han tingut els incendis intencionats. Els focs d'origen exclusivament natural han estat només el 3% de total.

### **1.2.7. Espais Naturals de l'Alt Empordà**

A la comarca de l'Alt Empordà s'hi troben presents nombrosos espais naturals que estan acollits als diferents programes de protecció i actuacions de les administracions públiques:

- Espais Naturals de Protecció Especial (ENPE).
- Espais inclosos al Pla d'Espais d'Interès Natural (PEIN) de Catalunya.
- Espais inclosos a la Xarxa Natura 2000.
- Zones humides identificades a l'Inventari de Zones Humides de Catalunya.

En quan als Espais Naturals de Protecció Especial (ENPE) cal destacar la Reserva Nacional de Fauna Salvatge (RNFS) dels Estanys de la Jonquera; el Paratge Natural d'Interès Nacional (PNIN) de l'Albera, que inclou tres reserves naturals parcials, i especialment els Parcs Naturals (PN) (<http://www.parcscatalunya.net>) dels Aiguamolls de l'Empordà, que inclou una reserva natural parcial i tres reserves naturals integrals, i del cap de Creus, que inclou tres paratges naturals d'interès nacional.

## **1.3. Coneixement dels sòls de l'Alt Empordà**

### **1.3.1. Mapa de sòls de Catalunya 1:25.000**

La cartografia de sòls té per objecte la concepció, preparació, redacció i realització de mapes i la seva utilització. Permet agrupar els sòls en unitats que estan definides per les seves característiques, propietats i evolució. És molt important comptar amb informació de sòls i tenir-los cartografiats per a la millor utilització i gestió del territori.

Per conèixer la situació actual de la cartografia de sòls a Catalunya, no es pot menys que fer referència a la ressenya que Emilio Ascaso, Carmen Herrero i Jaume Boixadera (2011) varen realitzar en motiu de la 28èna reunió de la "Sociedad Española de la Ciencia del Suelo" que es va fer a Catalunya.

Tot i que la generació de cartografia de sòls a Catalunya va iniciar-se al 1983, el primer mapa no es va publicar fins al 1993 (full de Bellví) i encara avui dia és una tasca que progressa molt lentament. El Mapa de sòls (1:25.000) de Catalunya és un treball que inicialment va impulsar, coordinar i realitzar el Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca (DARP), avui Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural (DAAM) i que actualment tira també endavant l'Institut Geològic de Catalunya.

Actualment la cartografia de sòls de Catalunya representa menys del 20% del total de terres. Inclou més de 600.000 hectàrees, de les quals 380.000 són agrícoles, essent un 46% de la superfície cultivada de Catalunya. D'aquestes un 60% són terres de regadiu. A la figura 6 es mostra la distribució de les àrees cartografiades (Herrero *et al.*, 2011).

Com s'observa a la figura 6, una part de la Plana de l'Empordà disposa de mapa de sòls a escala 1:25.000.

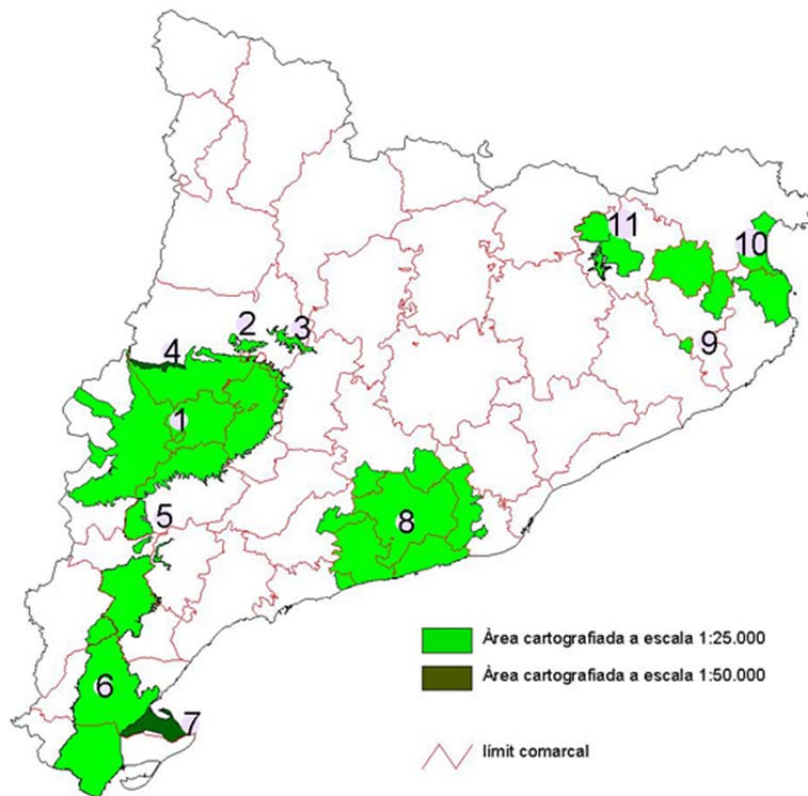


Figura 6.- Zones de Catalunya que disposen de mapa de sòls a escala detallada i semidetallada.

La major part d'informació de sòls de Catalunya, es troba disponible i consultable en les següents pàgines webs:

<http://www.gencat.cat/daam/mapasols/>

<http://www.iec.cat/mapasols/>

<http://www.icc.cat/mapsols/mapsols.html>

[http://www.igc.cat/web/ca/igc\\_cataleg.html#geotrebll4](http://www.igc.cat/web/ca/igc_cataleg.html#geotrebll4)

### **1.3.2. Els sòls de l'Alt Empordà - Revisió bibliogràfica**

La combinació dels factors i processos edafogènics, han donat lloc als actuals sòls de l'Alt Empordà.

En funció del material originari, els sòls de l'Alt Empordà es poden subdividir en tres tipus: carbonatats, els silícis àcids i aquells desenvolupats sobre un substrat no consolidat:

#### **Sòls desenvolupats sobre roques carbonatades**

Els materials carbonatats es localitzen als Prepirineus, als Subpirineus i a la Serralada Transversal. Tot i que es troben, com a casos puntuals, als Pirineus axials i al Sistema Mediterrani. Els sòls que predominen sobre el substrat carbonatat, a la comarca de l'Alt Empordà, pertanyen a l'ordre dels Entisòls. Aquests sòls es localitzen al territori de ponent de la comarca, anomenat la Garrotxa de l'Empordà.

#### **Sòls desenvolupats sobre roques silícies àcides i bàsiques**

Els materials silícis àcids majoritàriament es localitzen a la zona axial del Pirineu i a la Serralada Prelitoral alt empordanesa. Els tipus de sòls que es troben sobre les roques silícies àcides són majoritàriament de l'ordre dels Entisòls i dels Inceptisòls, tot i que s'hi poden trobar Alfisòls.

Aquests Entisòls es caracteritzen per ser poc desenvolupats degut als processos erosius provocats, sobretot, pels pendents pronunciats. A les zones més planeres s'hi desenvolupen Inceptisòls i fins i tot en zones localitzades es poden trobar sòls que presenten un horitzó d'acumulació d'argila. Els sòls d'aquesta darrera tipologia que es desenvolupen sobre roques metamòrfiques silícies àcides es distribueixen a la zona litoral del Cap de Creus i part de la serra de l'Albera. Possiblement es tracta de sòls heretats de règims pluviomètrics més elevats que l'actual.

Els Inceptisòls desenvolupats sobre roques metamòrfiques silícies àcides, majoritàriament s'ubiquen a la zona dels Aspres, però també es troben al sud de Roses. Tanmateix, ocupen bona part de la plana d'Empordà i dels Terraprims.

Les roques silícies bàsiques no són gaire abundants, pertanyen a zones que han patit episodis eruptius. Aquests sòls presenten un elevat contingut en matèria orgànica, per això disposen

d'una elevada fertilitat agrícola. A l'Alt Empordà són gairebé inexistents i només es troben al nord del terme municipal de Torroella de Fluvià, també a Garrigàs i a Palau de Santa Eulàlia.

### **Sòls desenvolupats sobre roques no consolidades**

Els materials poc consolidats són freqüents a la majoria de les valls fluvials i en els vessants més baixos de les zones muntanyoses. Els sòls que es troben sobre materials no consolidats són molt diversos, en general són molt joves i poc desenvolupats de l'ordre dels Entisòl i d'altres més desenvolupats pertanyents a l'ordre dels Inceptisòls i Alfisòls. Cal destacar els sòls de zones de règim d'humitat àquic (en la zona dels aiguamolls i les closes) que condiciona l'evolució i les característiques del sòl. També en aquestes zones es poden trobar sòls amb una conductivitat elèctrica elevada en alguns moments de l'any degut a la presència de sals solubles.

Palou i Boixadera (2006) en una revisió de la cartografia de sòls de la província de Girona, en quan a informació de sòls de l'Alt Empordà, fan referència a les zones cartografiades a l'Alt Empordà (mapa 10) i que es troben recollides en els documents següents:

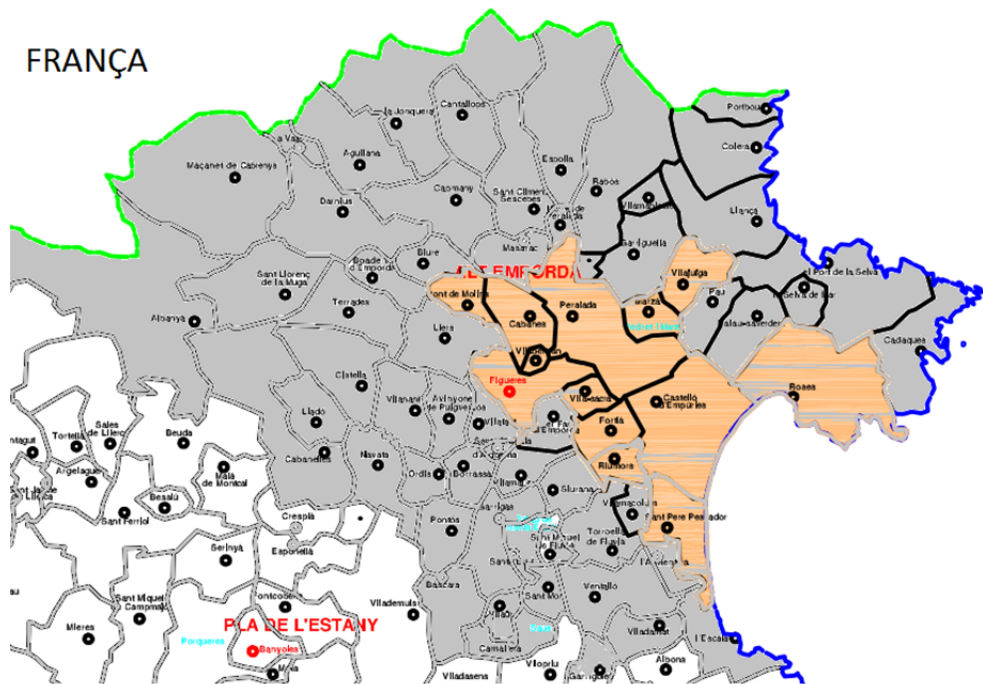
BOIXADERA, J., DANÉS, R., HERRERO, C., LLOP, J.M. i POCH, N. (1990). Mapa de sòls detallat (1:25.000) dels T.M. de Sant Pere Pescador, Vilamacolum, Ventalló, l'Armentera i Torroella de Fluvià, Alt Empordà. Secció de Sòls i Fertilitzants Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca. Accessible a: <http://www.iec.cat/mapasols/Mapa/Mapa.asp?Id=66>

BOIXADERA, J., CARRILLO, G., HERRERO, C., LLOP, J.M. i TEIXIDOR, N. (1999). Mapa de Sòls (1:25.000) del T.M. de Castelló d'Empúries (Alt Empordà). Accessible a: <http://www.iec.cat/mapasols/Mapa/Mapa.asp?Id=115>

MARGARIT, J., MUÑOZ, P., USÓN, A., i BOIXADERA, J., (1993). Mapa de sòls detallat (1:25.000) del marge esquerre del baix Ter. Secció de Sòls i Fertilitzants Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca. Accessible a: <http://www.iec.cat/mapasols/Mapa/Mapa.asp?Id=85>

MARGARIT, J., MUÑOZ, P., USÓN, A., i BOIXADERA, J., (1995). Mapa de sòls detallat (1:25.000) del marge esquerre del baix Ter. Secció de Sòls i Fertilitzants Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca. Accessible a: <http://www.iec.cat/mapasols/Mapa/Mapa.asp?Id=87>

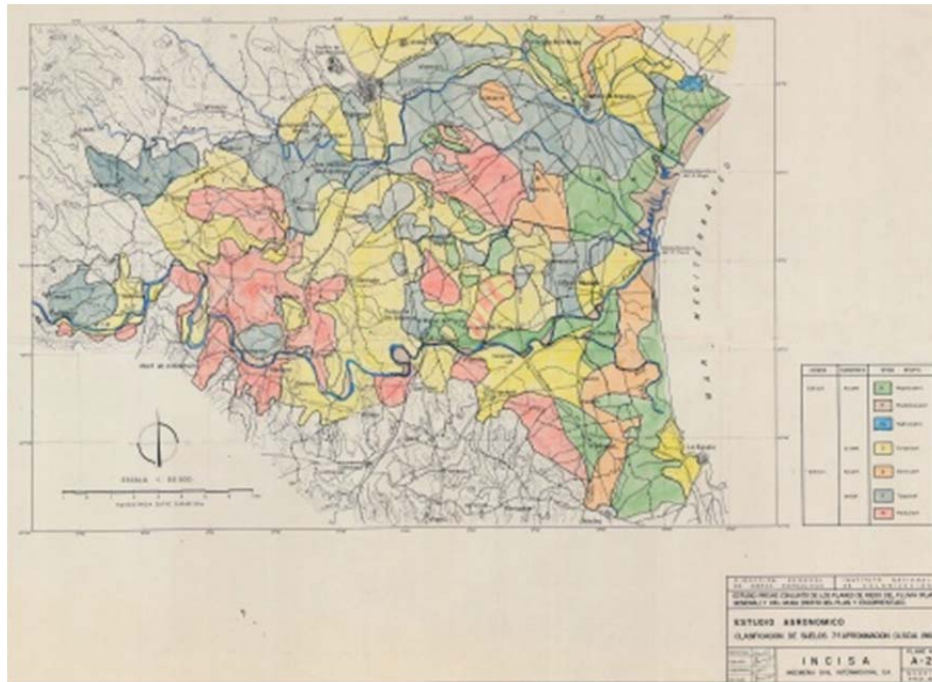




Mapa 10.- Zones amb cartografia de sòls a l'Alt Empordà (color salmó).  
Cartografia de sòls a escala 1:25.000 a <http://www.iec.cat/mapasols/Ca/25000.pdf>

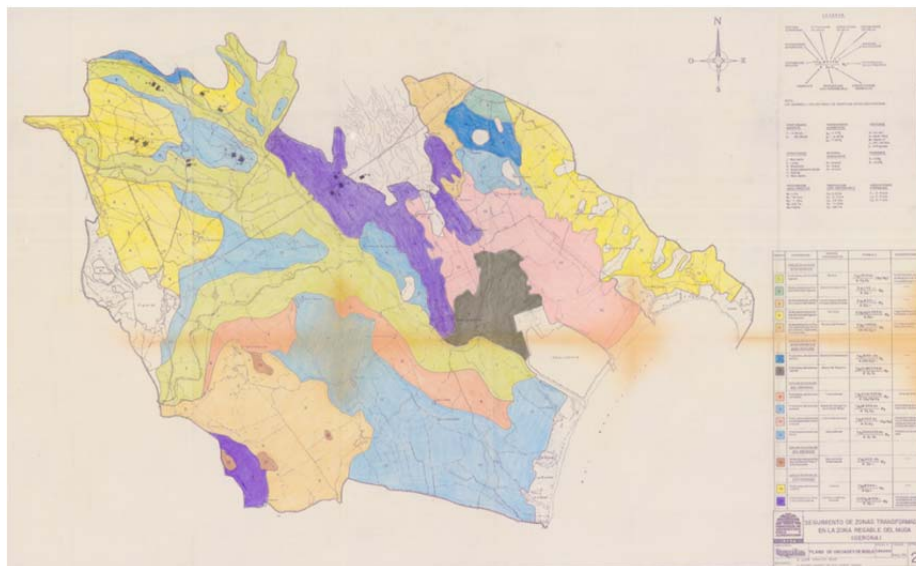
Es pot observar que a la comarca, la zona que disposa de mapes de sòls detallats o semidetallats és limitada i lligada majoritàriament a la zona de la plana i més concretament al golf de Roses i la zona dels aiguamolls.

Consultant els mapes de sòls històrics existents dels municipis de l'Alt Empordà (Porta *et al.*, 2008) <http://www.iec.cat/mapasols/> es pot trobar un mapa del 1970 amb la cartografia dels sòls de Castelló d'Empúries a escala 1:50.000, classificats segons la Soil Taxonomy (7<sup>a</sup> revisió, 1960). Es tracta d'un estudi agronòmic (mapa 11) "Estudio previo conjunto de los planes de riego del Fluvià (plan general) y del Muga (resto del plan y escorrentías) del Instituto Nacional de Colonización de la Dirección General de Obras hidráulicas" <http://www.iec.cat/mapasols/Mapa/Mapes/135.pdf>.



Mapa 11.- Mapa d'Unitats de sòl (SSS) de Castelló d'Empúries. Escala 1:50.000

I un altre document (mapa 12) fa referència a un “Seguimiento de zonas transformadas en la zona regable del Muga” (1991). IRYDA, Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. <http://www.iec.cat/mapasols/Mapa/Mapes/80.pdf>.



Mapa 12.- Unitats de sòl – Classificació USBR aptitud pel reg (IRYDA, 1991). Escala 1:25.000.

Respecte a la informació de sòls de l'Alt Empordà, és de gran utilitat i de referència obligada la recopilació i estructuració de dades que Porta *et al.* (2008) han reportat a la pàgina <http://www.iec.cat/mapasols/Ca/Inici.asp> de l'Institut d'Estudis Catalans. En aquest sentit, es poden consultar les descripcions de les sèries de sòls dels mapes realitzats.

Les sèries de sòls descrites a la zona cartografiada de l'Alt Empordà corresponen principalment a les que es troben localitzades al Map 15\_1: 78-22 Baix Fluvià <http://www.iec.cat/mapasols/Mapa/Mapa.asp?Id=66> i al Map 31\_78-21 del municipi de Castelló d'Empúries <http://www.iec.cat/mapasols/Mapa/Mapa.asp?Id=115> i són les següents:

- 302: Els sòls de la sèrie 302 són sòls moderadament profunds, ben drenats, de textura grossa i freqüents acumulacions de carbonat càlcic.  
La seqüència típica d'horitzons és Ap-C1-Ck2-C3.  
Aquests sòls es classifiquen com a Xerochrept calcixerol·lic, franca grossa, carbonàtica, tèrmica (SSS, 1975, 1987) i Calcisòl hàplic (FAO, 1988).
- 309: Els sòls de la sèrie 309 són sòls profunds, ben drenats, de textura moderadament fina i ben drenats.  
La seqüència típica d'horitzons és A-Bt-Btkn-2Ckn.  
Aquests sòls es classifiquen com a Palexeralf càlcic, esquelètic franc, mesclat, tèrmic (SSS, 1975, 1987) i Luvisòl càlcic (FAO, 1988).
- 416: Els sòls de la sèrie 416 són sòls moderadament profunds, de textura moderadament fina i molt freqüents elements grossos. Són sòls típicament no salins.  
La seqüència típica d'horitzons és Ap-Bt-2Bt-2Bkm-2C.  
Aquests sòls es classifiquen com a Palexeralf petrocàlcic, franca fina, mesclat (SSS, 1975, 1987) i Luvisòl càlcic (FAO, 1988).
- ALBONS: Els sòls de la sèrie Albons són moderadament profunds, imperfectament drenats, de textura mitjana o moderadament fina sobre grossa i sense elements grossos. Són sòls de no salins a lleugerament salins ( $CE < 8$  dS/m a 25°C). Estan afectats per la presència d'un nivell freàtic. Els caracteritza una capa arenosa o arenosafranca normalment entre 50-60 cm.  
La seqüència típica d'horitzons és Ap-Bw-C (arenas).  
Aquests sòls són classificats com a Xerofluent oxiàquic, franca fina sobre arenosa, mesclada (calcària), tèrmica (SSS 1975, 1994).

- **ALMATÀ:** Els sòls de la sèrie Almatà són moderadament profunds, escassament drenats, de textura moderadament fina o fina, i sense elements grossos. Són sòls desenvolupats sobre materials detrítics fins a les cubetes i parts més deprimides de la plana. Són sòls de lleugerament salins a moderadament salins i estan afectats per una capa freàtica salina oscil·lant que en determinades èpoques de l'any es situa prop de la superfície. Presenta taques d'oxidoreducció a vegades des de la base de l'Ap.  
La seqüència típica d'horitzons és Ap-Bw-2Cg.  
Aquests sòls són classificats com a Xerofluent oxiàquic, fina, mesclada (calcària), tèrmica (SSS; 1975, 1994) i Fluvisòl calcari (FAO, 1988).
- **ARMENTERA:** Els sòls de la sèrie Armentera són molt profunds, ben drenats, de textura mitjana o moderadament grossa i sense elements grossos. Desenvolupats als "levees" dels rius, sobre material detrítics terrígens transportats per ells, ocupen àrees amb pendents del 0 a l'1 %. Són sòls típicament no salins.  
La seqüència típica d'horitzons és Ap-Bw-C.  
Aquests sòls són classificats com a Xerofluent típic, franca grossa, mesclada (calcària), tèrmica (SSS, 1975, 1994). Fluvisòl calcari (FAO, 1988) i Xerofluent típic, franca grossa, mesclada (calcària), semiactiva, tèrmica (SSS 1975-1999). Fluvisòl calcàric (FAO 1999). (MAP41).
- **ASPRES:** Els sòls de la sèrie Aspres són sòls profunds, ben drenats o moderadament ben drenats. Presenten una forta acumulació d'argila en profunditat de forma que els horitzons superficials tenen una textura moderadament grossa que passa a ser fina en els horitzons subsuperficials amb abundants elements grossos. Estan desenvolupats sobre materials detrítics terrígens grossos d'edat pliocena en plataformes residuals de poc pendent (2-3 %). Són sòls típicament no salins.  
La seqüència típica d'horitzons és O-A-Bt o bé Ap-Bt quan estan conreats.  
Aquests sòls es classifiquen com a Palexeralf típic, esquelètica fina, mesclada, tèrmica (SSS, 1975, 1987, 1990) i Luvisòl hàptic. (FAO, 1988).
- **BELLESGUARD:** Els sòls de la sèrie Bellesguard són profunds, moderadament ben drenats, de textura mitjana i sense elements grossos. Desenvolupats sobre materials detrítics terrígens transportats pels rius, ocupen àrees amb pendents del 0 a l'1 %.  
La seqüència típica d'horitzons és Ap-Bw-C.

Aquests sòls són classificats com a Xerofluent oxiàquic, franca fina, mesclada (calcària), tèrmica (SSS, 1975, 1994). Fluvisòl calcari (FAO, 1988).

- **BELLCAIRE D'EMPORDÀ:** Els sòls de la sèrie Bellcaire d'Empordà són profunds, imperfectament drenats, de textura mitjana a moderadament fina i sense elements grossos. Desenvolupats sobre materials detrítics aportats pel riu, ocupen àrees amb pendents < 1% Estan afectats per un nivell freàtic a uns 100 cm.

La seqüència típica d'horitzons és Ap-Bw-Bwkn-C.

Aquests sòls es classifiquen com a Xerochrept fluvèntic, franca fina, mesclada, tèrmica (SSS, 1975, 1994) i Calcisòl Hàplic (FAO, 1988).

- **CANET:** Els sòls d'aquesta sèrie es caracteritzen per la presència d'un horitzó cimentat per carbonat càlcic en els primers 50 cm. Són sòls superficials, de drenatge ràpid i textura mitjana, amb freqüents elements grossos, desenvolupats en zones de vessant amb pendents molt variables. Són sòls no salins.

La seqüència d'horitzons és Ap-Bkm o Ap-Bw-Bkm.

A vegades l'horitzó cimentat es troba fracturat per l'acció de l'home.

La classificació d'aquests sòls és Xerochrept petrocàlcic, franca, mesclada, tèrmica, superficial (SSS, 1975, 1987, 1990) i Calcisòl pètric (FAO, 1988).

- **CAN VERA:** Els sòls de la sèrie Can Vera són profunds, moderadament ben drenats, de textura mitjana o moderadament fina i sense elements grossos. Desenvolupats sobre materials detrítics terrígens fins transportats pel riu, ocupen àrees amb pendents de menys de l'1%. Són sòls de molt lleugerament a moderadament salins.

La seqüència típica d'horitzons és Ap-Bw-Bwkn-C.

Aquests sòls són classificats com a Xerochrept fluvèntic, franca fina, mesclada (calcària), tèrmica (SSS, 1975, 1987, 1994). Calcisòl hàplic (FAO, 1988).

- **CINC CLAUS:** Són sòls desenvolupats a partir de materials detrítics terrígens de l'interfluvi dels rius Daró i Ter, profunds, moderadament ben drenats, de textura mitjana a moderadament fina, contingut en carbonat càlcic de mitjà a moderadament alt, de reacció moderada a lleugerament bàsica, molt lleugerament salins i no sòdics.

La seqüència típica d'horitzons és Ap-Bw-2C.

Aquests sòls es classifiquen com a Xerofluent oxiàquic, franca fina, mesclada (calcària), semiactiva, tèrmica (SSS 1975-1999). Fluvisòl calcari (FAO 1999) i

Xerofluent oxiàquic, franca fina, mesclada (calcària), tèrmica (SSS 1975, 1994). Fluvisòl calcari (FAO, 1988). (MAP19).

- CLOSES (1): Són sòls desenvolupats sobre materials detrítics terrígens de l'interfluvi dels rius Daró i Ter, profunds, de moderadament ben drenats a imperfectament drenats, de textura moderadament fina a mitjana, contingut en carbonat càlcic de mitjà a moderadament alt, de reacció moderada a lleugerament bàsica, de moderada a lleugerament salins i sòdics.

La seqüència típica d'horitzons és Ap-(Bw)-Bkn-(C)-(Ckn).

Aquests sòls es classifiquen com a Calcixerept típic, llimosa fina, mesclada, semiactiva, tèrmica (SSS 1975-1999). Calcisòl orticàlcic (FAO 1999) i Xerochrept fluvèntic, llimosa fina, mesclada, tèrmica (SSS, 1975, 1994) i Calcisòl hàplic (FAO, 1988).

- ELS SAIONS: Els sòls de la sèrie els Saions són profunds, moderadament ben drenats o ben drenats, de textura mitjana o moderadament grossa i sense elements grossos. Desenvolupats sobre materials detrítics terrígens transportats pels rius, ocupen àrees amb pendents del 0 a l'1%. Són sòls típicament no salins o molt lleugerament salins.

La seqüència típica d'horitzons és Ap-Bw-C.

Aquests sòls són classificats com a Xerofluent àquic, franca grossa, mesclada (calcària), tèrmica (SSS 1975, 1987, 1990) i Xerofluent oxiàquic, franca grossa, mesclada (calcària), semiactiva, tèrmica (SSS 1975-1999). Fluvisòl calcàric (FAO 1999). (MAP41).

- ESTRAGUÉS: Els sòls d'aquesta sèrie es caracteritzen per la presència d'un horitzó cimentat per carbonat càlcic en els primers 50 cm de profunditat. Són sòls superficials, de drenatge ràpid i textura mitjana o moderadament grossa, amb abundants elements grossos desenvolupats en zones de vessant amb pendents molt variables. són sòls no salins.

La seqüència d'horitzons és Ap-Bkm o Ap-Bw-Bkm. A vegades l'horitzó cimentat es troba fracturat per l'acció de l'home.

La classificació d'aquests sòls és Xerochrept petrocàlcic, esquelètica franca, mesclada, superficial, tèrmica (SSS, 1975, 1987, 1990) i Calcisòl pètric (FAO, 1988).

- GAVATXA: Els sòls de la sèrie Gavatxa són sòls soms, ben drenats, de textura mitjana o moderadament grossa, amb freqüents elements grossos quarsítics.

Desenvolupats als peus de vessant de la muntanya de Ventalló sobre sediments detrítics terrígens grossos. Són sòls calcaris i típicament no salins.

La seqüència típica d'horitzons és Ap-Bt-Bkm. Entre 30-50 cm presenta una acumulació de carbonats fortament cimentats.

Aquests sòls es classifiquen com a Palexeralf petrocàlcic, franca, mesclada, tèrmica, superficial (SSS, 1975, 1987, 1990) i Luvisòl càlcic (FAO, 1988).

- **GOLA:** Els sòls de la sèrie Gola són moderadament profunds, imperfectament o escassament drenats de textura moderadament fina sobre grossa i sense elements grossos. Estan desenvolupats sobre materials detrítics del delta amb clares influències marines; ocupen àrees de molt poc pendent (<1 %). Són sòls amb una capa freàtica salina molt propera a la superfície i són fortament salins.

La seqüència típica d'horitzons és A-C-Cg.

Aquests sòls es classifiquen com a Xerofluent àqüic, franca sobre arenosa, mesclada (calcària), tèrmica (SSS, 1975, 1994). Fluvisòl calcari (FAO, 1988).

- **GRAU:** Els sòls de la sèrie Grau són molt profunds, ben drenats, de textura mitjana i amb pocs elements grossos. Desenvolupats sobre materials detrítics terrígens al·luvials aportats per les diferents inundacions del riu i també per col·luvions procedents del peu de mont. La característica principal d'aquests sòls és que presenten un perfil discontinu, la part inferior és un sòl truncat que presenta característiques dels sòls del peu de mont, mentre que la part superior és un dipòsit posterior de materials procedents de la plana d'inundació. Ocupen posicions de poc pendent (0-1%). Són sòls típicament no salins i mitjanament carbonàtics.

La seqüència típica d'horitzons és Ap-Bw-2Bt-2Btk.

Aquests sòls es classifiquen com a Xerofluent thapto àlfic, franca fina, mesclada (calcària), tèrmica. (SSS, 1975, 1987, 1990) i Fluvisòl calcari (FAO, 1988).

- **GUSA:** Els sòls de la sèrie Gusa són profunds, moderadament ben drenats, de textura mitjana o moderadament grossa i sense elements grossos. Desenvolupats sobre materials detrítics terrígens transportats pels rius, ocupen àrees amb pendents del 0 a l'1%.

La seqüència típica d'horitzons és Ap-Bw-Bwkn.

Aquests sòls són classificats com a Xerochrept fluvèntic, franca grossa, mesclada, tèrmica (SSS 1975, 1994). Calcisòl hàptic (FAO, 1988).

- **IGLÚS:** Els sòls de la sèrie Iglús són superficials, imperfectament drenats, de textura grossa i sense elements grossos. Desenvolupats sobre materials d'origen marí, ocupen àrees properes al mar (La Rovina, Parc Natural del Aiguamolls de l'Empordà) amb pendents de menys de l'1 %. Són sòls moderadament salins o salins.  
La seqüència típica d'horitzons és Ap-C.  
Aquests sòls són classificats com a Xeropsament oxiàquic, mesclada (calcària), tèrmica (SSS 1975, 1994).
- **MADRAL:** Els sòls de la sèrie Madral són profunds, imperfectament drenats, de textura mitjana o moderadament fina i sense o amb molt pocs elements grossos. Desenvolupats sobre materials detrítics terrígens transportats pels rius, ocupen àrees amb pendents menors de l'1%. Presenten un nivell freàtic entre 100 i 160 cm i són no salins o lleugerament salins.  
La seqüència típica d'horitzons és Ap-Bw-C.  
Aquests sòls són classificats com a Xerofluent oxiàquic, llimosa fina, mesclada (calcària), tèrmica (SSS, 1975, 1994). Fluvisòl calcari (FAO, 1988).
- **MONTIRÓ:** Els sòls de la sèrie Montiró són profunds, moderadament ben drenats, de textura mitjana i sense elements grossos. Desenvolupats sobre materials detrítics terrígens transportats pels rius, ocupen àrees amb pendents del 0 a l'1%. Són sòls típicament no salins.  
La seqüència típica d'horitzons és Ap-Bw-C.  
Aquests sòls són classificats com a Xerofluent àquic, llimosa grossa, mesclada (calcària), tèrmica (SSS, 1975, 1987, 1990). Fluvisòl calcari (FAO, 1988).
- **LA BÒBILA:** Els sòls d'aquesta sèrie són profunds o moderadament profunds. Ben drenats, de textura moderadament fina o mitjana, amb pocs elements grossos. Desenvolupats sobre materials detrítics terrígens grossos, en zones de pendent molt suau i moderadament inclinades. Són sòls no salins.  
La seqüència típica d'horitzons és Ap-Bt-Ckn.  
Aquests sòls es classifiquen com a Haploxeralf càlcic, franca fina, mesclada, tèrmica (SSS, 1975, 1987, 1990). Luvisòl càlcic. (FAO, 1988).
- **LA PINEDA:** Els sòls de la sèrie La Pineda són profunds, escassament drenats, de textura moderadament fina i sense elements grossos. Desenvolupats sobre materials detrítics terrígens fins, ocupen àrees amb pendents de menys de l'1%. Són sòls



moderadament salins i estan afectats per una capa freàtica salina oscil·lant. Presenten taques d'oxidoreducció a partir de 10-15 cm.

La seqüència típica d'horitzons és Ap- Bw-Cg.

Aquests sòls són classificats com a Xerofluent àqüic, llimosa fina, mesclada (calcària), tèrmica (SSS 1975, 1994). Fluvisòl calcari (FAO 1988).

- **LA ROVINA:** Els sòls de la sèrie La Rovina són poc o moderadament profunds, escassament drenats, de textura mitjana o moderadament fina sobre grossa i sense elements grossos. Presenten una capa reduïda entre 30 i 60 cm de fondària. Són sòls moderadament salins o salins ( $CE > 8$  dS/m a 25°C). Estan afectats per la presència d'un nivell freàtic. Els caracteritza una capa arenosa o arenosafranca normalment entre 50-80 cm.

La seqüència típica d'horitzons és Ap-Bwg-C (arenes).

Aquests sòls són classificats com a Fluvaqüent aèric, franca fina sobre arenosa, mesclada (calcària), tèrmica (SSS 1975, 1994).

- **PALOMERES:** Són sòls desenvolupats a partir de materials detrítics terrígens de l'interfluvi dels rius Daró i Ter, moderadament profunds, de moderadament ben drenats a imperfectament drenats, de textura mitjana a moderadament grossa, contingut en carbonat càlcic de mitjà a moderadament alt, de reacció moderada a lleugerament bàsica, no salins i no sòdics.

La seqüència típica d'horitzons és Ap-Bw-2C.

Aquests sòls es classifiquen com a Xerofluent oxiaqüic, franca grossa sobre arenosa, mesclada (calcària), semiactiva, tèrmica (SSS 1975-1999). Fluvisol calcari (FAO 1999) i Xerofluent oxiaqüic, franca grossa sobre arenosa, mesclada (calcària), tèrmica (SSS 1975, 1994). (MAP19).

- **SANT FELIU:** Són sòls desenvolupats a partir de gresos i conglomerats de ciment calcaris terciaris, molt poc profunds, ben drenats, de textura mitjana a moderadament grossa, contingut en carbonat càlcic moderadament alt, reacció moderadament bàsica, no salins. De no pedregosos a lleugerament pedregosos i de sense afloraments a moderadament rocosos.

La seqüència típica d'horitzons és Ap-(Bw)-(C)-R.

Aquests sòls es classifiquen com a Xerorthent lític, franca, mesclada (calcària), semiactiva, tèrmica (SSS 1975-1999). Regosòl apilèptic, calcari (FAO 1999) i Xerorthent lític, franca, mesclada (calcària), tèrmica (SSS, 1975, 1994). (MAP19).

- **SANT TOMÀS:** Els sòls de la sèrie Sant Tomàs són sòls soms, quelcom excessivament drenats, de textura moderadament grossa i sense elements grossos. Són sòls desenvolupats a les arenes marines del Pliocè en vessants molt suaus (< 2%). Són sòls típicament no salins i calcaris.

La seqüència típica d'horitzons és Ap-Bkm-Bkn.

Aquests sòls es classifiquen com a Xerochrept petrocàlcic, franca, mesclada, tèrmica, superficial (SSS, 1975, 1987). Calcisòl pètric (FAO, 1988).

- **TECH:** Els sòls de la sèrie Tech són moderadament profunds, imperfectament drenats, de textura mitjana o moderadament fina sobre grossa i sense elements grossos. Són sòls de moderadament salins a salins ( $CE > 8$  dS/m a 25°C). Estan afectats per la presència d'un nivell freàtic. Els caracteritza una capa arenosa o arenosafranca normalment entre 50-80 cm.

La seqüència típica d'horitzons és Ap-Bw-C (arenes).

Aquests sòls són classificats com a Xerofluent àquic, llimosa fina sobre arenosa, mesclada (calcària), tèrmica (SSS 1975, 1994).

- **VENTALLÓ:** Els sòls de la sèrie Ventalló són moderadament profunds, ben drenats i de textura mitjana o moderadament fina, amb un contingut d'elements grossos variable. Són sòls típicament no salins. Presenten un horitzó d'acumulació de carbonats per sobre d'un horitzó cimentat. Són sòls desenvolupats sobre sediments detrítics terrígens procedents de col·luvions de la muntanya de Ventalló, en zones de pendents molt suaus.

La seqüència típica d'horitzons és Ap-Bt-Bkn-Bkm.

Es classifiquen com a Palexeralf petrocàlcic, franca fina, mesclada, tèrmica (SSS, 1975, 1988, 1990). Luvisòl càlcic (FAO, 1988).

- **VILAMACOLUM:** Els sòls de la sèrie Vilamacolum són moderadament ben drenats, de textura fina i sense elements grossos. Desenvolupats sobre materials detrítics terrígens fins transportats pels rius, ocupen àrees amb pendents del 0 a l'1%. Són sòls lleugerament o moderadament salins. Estan afectats per la presència d'un nivell freàtic. La seqüència típica d'horitzons és Ap-Bwkn-C.

Aquests sòls són classificats com a Xerochrept fluvèntic, llimosa fina, mesclada, tèrmica (SSS, 1975, 1987, 1990). Calcisòl hàptic (FAO, 1988).

A més s'hi poden trobar sòls de les sèries 421, La Bomba, La Guardia, La Garriga, Mesquita i Rasos.

Del mapa 19\_1: 77-23 del marge esquerra del Baix Ter i en el mapa 4 76-22 del Pla de l'Estany, també s'hi troben representats alguns municipis de l'Alt Empordà. De les sèries descrites, destaquem les sèries:

- L'ESCALA: Els sòls de la sèrie L'Escala són moderadament profunds, imperfectament drenats, de textura grossa sobre moderadament fina i sense elements grossos. Desenvolupats sobre materials detrítics terrígens transportats pels rius, ocupen àrees amb pendent fins l'1%.

La seqüència típica d'horitzons és Ap-C- 2Bwkn-3C.

Aquests sòls són classificats com a Xerochrept fluvèntic, arenosa sobre franca fina, mesclada (calcària), tèrmica (SSS 1975, 1987, 1990). Fluvisòl calcari (FAO, 1988).

- SANT JOAN: Els sòls de la sèrie Sant Joan són escassament drenats, de textura moderadament fina i sense elements grossos. La profunditat d'arrelament està limitada per la presència d'una capa freàtica que en ocasions es situa prop de la superfície i que pot ser salina. Són sòls de lleugerament a moderadament salins. Presenten taques d'oxidoreducció a partir de 20 cm i colors grisos associats a les cares dels elements d'estructura a partir de 45-50 cm, a on es presenta un horitzó d'acumulació de carbonats.

La seqüència típica d'horitzons és Ap-Bwkn-Cg.

Aquests sòls són classificats com a Xerochrept fluvèntic, llimosa fina, mesclada, tèrmica (SSS 1975, 1987, 1990). Calcisòl hàptic (FAO, 1988).

S'ha de dir però que si bé la informació de sòls de l'Alt Empordà que podem trobar referenciada en una cartografia és poca i correspon principalment als de la Plana d'Empordà, podem trobar nombrosos treballs científics, treballs fi de carrera, treballs de recerca i tesis doctorals que fan referència i estudien aspectes i característiques importants d'aquests sòls. S'hauria de fer un esforç per a recopilar aquesta informació i estandarditzar-la.

## 2. ITINERARI EDÀFIC PER L'ALT EMPORDÀ

### 2.1. Introducció

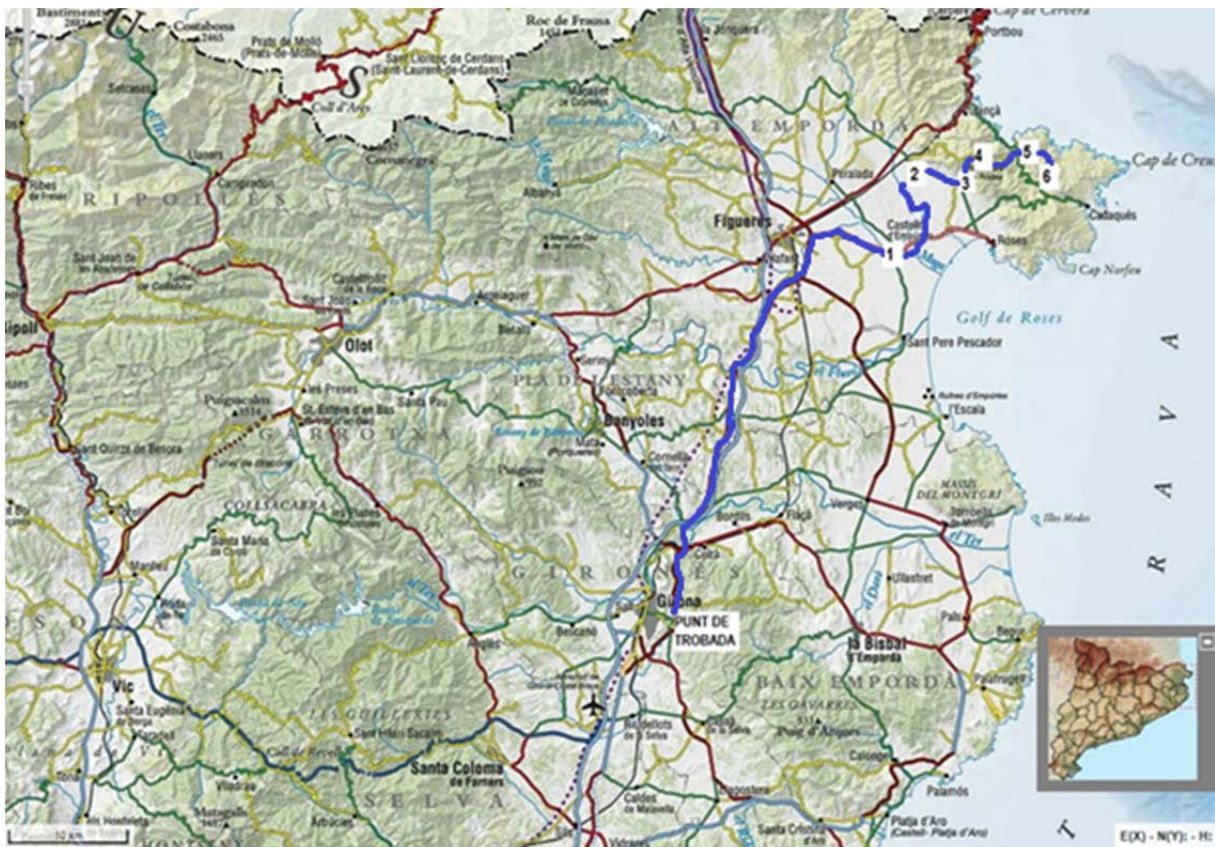
La jornada de camp per conèixer els sòls del nostre país, corresponent a la Transcatalònia 2013 transcorre per l'Alt Empordà.

L'itinerari seleccionat permetrà visitar els sòls de dues grans unitats geogràfiques d'aquesta comarca:

- Sòls situats a la Plana de l'Empordà
- Sòls situats al massís del Cap de Creus

#### 2.1.1. Itinerari

El punt de trobada està situat a l'Escola Politècnica Superior de la Universitat de Girona, on s'iniciarà el recorregut previst (mapa 13).



Mapa 13.- Mapa topogràfic on s'indica el punt de trobada, l'itinerari i la localització dels perfils.

El punt 1 del mapa correspon al primer perfil de la plana CLOSA -CAT/02/170470-01, que es troba situat en el terme de Castelló d'Empúries. Per arribar-hi s'ha de creuar el poble en direcció nord, cap a Pedret i Marzà (GIV 6101). Sortint de Castelló, passada la Pabordia, a uns 500 m a la dreta trobem un trencant que ens porta a una de les closes de Can Xirivilla, la closa de l'Estanyet. En aquest punt s'ha obert un escandall per a la seva descripció.

Seguidament, per la mateixa carretera provincial, ens adrecem cap a Pedret i Marzà, transcorreguts 4 km trobem un trencant a l'esquerra que ens conduirà a Marzà. Un cop al poble, passada l'Església i el local social, a uns 300 m, abans d'un pont que passa per sobre les vies del tren, prenem un trencant a l'esquerra, l'antiga carretera de Figueres. A uns 500 m, en un tall de la carretera trobem el punt 2, on hi trobem els perfils MARZÀ-1-CAT/02/171292-02 i MARZÀ-2-CAT/02/171292-02, a banda i banda de la carretera.

Tornant al poble de Marzà, després de passar l'Església i continuant pel carrer del mar, prenem un trencant a l'esquerra direcció Vilajuïga que seguirem per gairebé 2 km. Just abans d'arribar a Vilajuïga, abans de la rotonda de la carretera de Roses (GI-610) s'hi troba el punt 3, corresponent al perfil VILAJUIGA-1-CAT/02/172235-03, en un escandall obert en un camp agrícola en guaret.

Travessant el poble de Vilajuïga pel carrer de Figueres, Plaça Major i carrer Sant Sebastià fins a la Plaça de la Sardana, trobarem el trencant per a Sant Pere de Rodes. Prenem aquesta direcció i ens adrecem cap al punt 4. A 1 km del poble per la GI-6041 s'arriba a una zona de vinyes i oliveres abandonades on hi ha obert el perfil VILAJUIGA-2-CAT/02/172235-04.

Continuem uns 6 km per la GI-6041 per arribar al Dolmen de les Vinyes Mortes on es pot observar una panoràmica de l'Alt Empordà des de la Costa fins als Pirineus, i tot el mosaic de camps conreats de la plana.

Continuant per la mateixa carretera, a 1 km, trobarem un creuament. Prenem direcció cap al Port de la Selva que es troba a uns 11 km. Aquesta carretera ens permet contemplar les terrasses de pedra seca que es troben en tota la muntanya.

Arribats al Port de la Selva, només entrar al poble trobarem a mà dreta les indicacions per anar a Roses i Cadaqués (GI-613).

A uns 3 km en aquesta direcció podrem observar unes dunes fòssils amb evidents processos de carbonatació i descarbonatació en un ambient silícic (punt 5). En aquest lloc s'hi troba el

perfil DUNA-CAT/02/171404-05 i es farà una explicació de la recerca que s'està portant a terme en aquesta zona, per part de la Unitat de Ciència del Sòl de la Universitat de Girona.

Passats 2 km per la mateixa carretera, després de l'anomenat Pont d'en Revés, prenem un trencant a l'esquerra que ens portarà cap a una olivera (punt 6) on s'hi troba obert el perfil OLIVERA-CAT/02/171404-06. En aquesta zona s'hi mostrarà una de les parcel·les d'erosió instal·lades a la zona.

Continuant per la mateixa carretera, es prendrà direcció Roses (Coll de Perafita) per arribar a Girona al mateix punt de trobada.

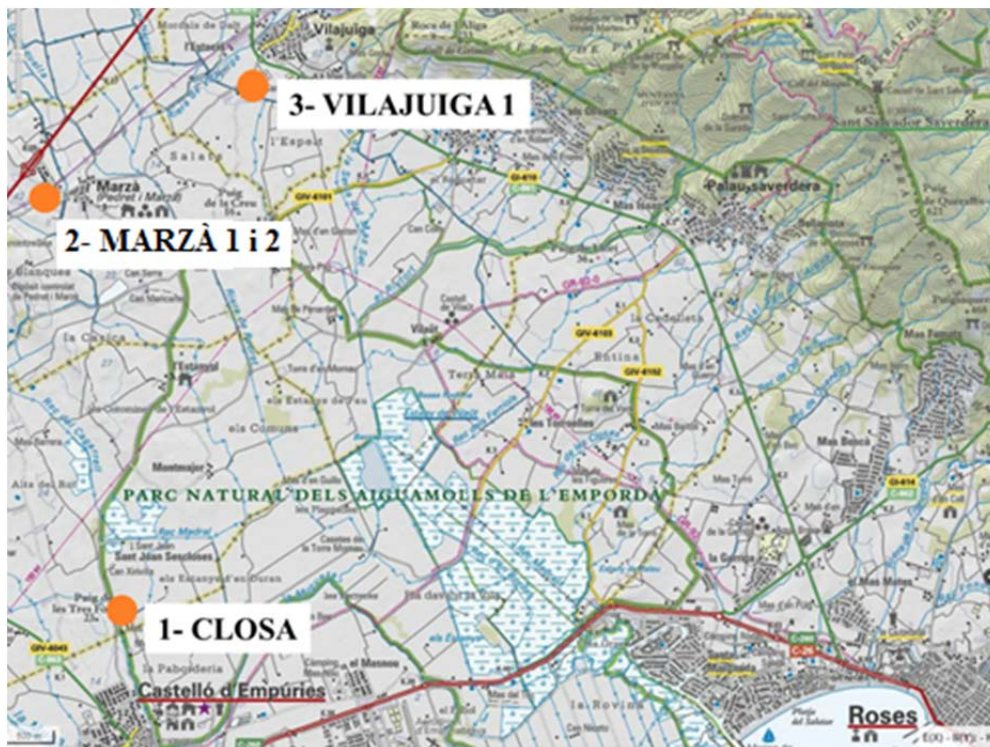
## **2.2. Descripció dels sòls**

### **Sòls de la Plana de l'Empordà**

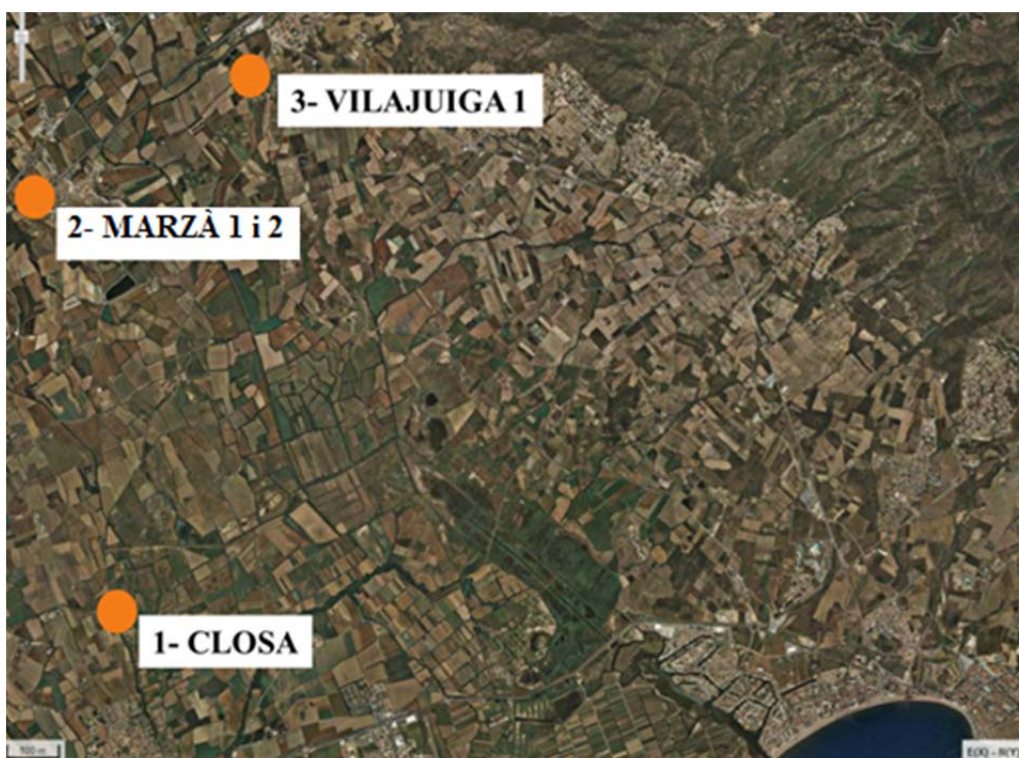
En els mapes següents podem veure la localització, fisiografia i geologia (mapes 14, 15 i 16 respectivament) dels llocs on s'han obert els escandalls per a la descripció dels sòls de la Plana.

En aquest recorregut, cal destacar un ús particular del sòl, les closes. Les closes, són antics prats de pastura o de dall envoltats per fileres d'arbres que els tanquen completament. Es localitzen en zones fàcilment inundables que, en molts casos es corresponen amb àrees ocupades per antics estanys, fet que afavoreix que s'inundin en les èpoques de pluges. Amb aquesta "tecnologia" aconseguien dues finalitats: drenar l'excés d'aigua i tancar els animals. La presència d'una vegetació contrastant (arbres - prat), làmines d'aigua i animals com vaques, bous, búfales i cavalls pasturant, les fan del tot singulars.

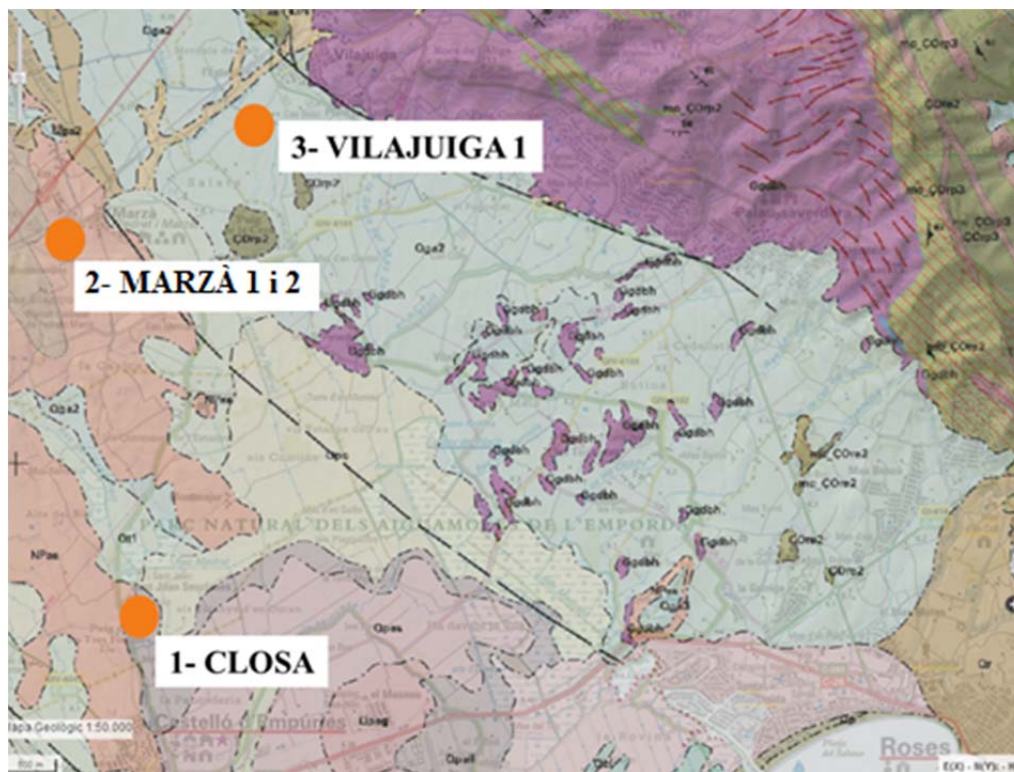




Mapa 14.- Mapa topogràfic. Sòls de la Plana.  
Font: <http://www.icc.cat>.



Mapa 15.- Ortofotomapa. Sòls de la Plana.  
Font: <http://www.icc.cat>.



Mapa 16.- Mapa geològic. Sòls de la Plana.

Font: <http://www.icc.cat>.

Llegenda mapa geològic 1:50.000. En lila: **QPall**: Plana deltaica. Llims. Holocè. En rosa: **NPas**: Argiles, llims i sorres amb nivells de graves. Pliocè. En marró clar: **NPga**: Alternança de graves amb paquets de sorres arcòsiques, argiles i llims. Pliocè. En blau cel; **Qga2**: Dipòsits de glacis d'acumulació associats a Qt2. Argiles, llims i sorres englobant clasts dispersos. Plistocè terminal-Holocè basal.



### 2.2.1. Perfil 1. Castelló d'Empúries. Sòl hidromorf

#### Perfil: CLOSA – CAT/02/170470-01

##### - SITUACIÓ

**TERME MUNICIPAL:** Castelló d'Empúries

**PARATGE:** L'Estanyet - Can Xirivilla – Les Closes de Sant Joan

**COORDENADES:** E(X) 506190m – N(Y)4680145m UTM 31N/ED50

**ALTITUD:** 4 m

##### - GEOMORFOLOGIA

**ESCALA D'OBSERVACIÓ:** Hectomètrica

**FORMA DEL RELLEU:** Plana

**MODIFICACIÓ DE LA FORMA:** Closa

**TRETS EROSIUS:** Sense evidències

**MORFOLOGIA LOCAL:**

**SITUACIÓ DEL PERFIL:** Escandall

**PENDENT GENERAL:** -

**PENDENT LOCAL:** -

**LONGITUD:** -

**ORIENTACIÓ:**

##### - MATERIAL ORIGINAL:

Qpall – Plana deltaica. Llims. Holocè superior

##### - USOS DEL SÒL I VEGETACIÓ:

Pastures

##### - PROFUNDITAT EFECTIVA:

> 60cm. Moderadament profund

##### - PEDREGOSITAT SUPERFICIAL:

nul·la

##### - AFLORAMENTS ROCOSOS:

no existents

##### - DRENATGE:

escassament drenat

##### - NIVELL FREÀTIC:

130cm

##### - CRAD:

molt alta

##### - CLIMA DEL SÒL (SSS)

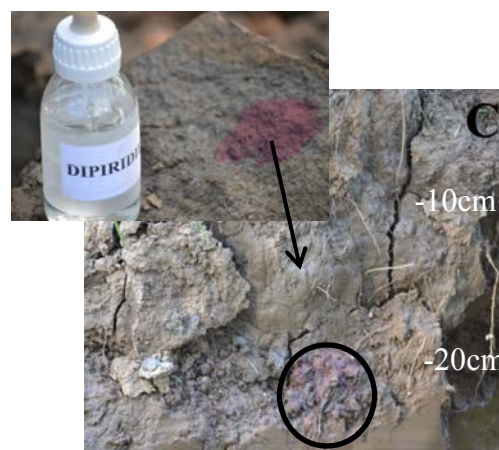
**RÈGIM D'HUMITAT:** Àquic

**RÈGIM DE TEMPERATURA:** Tèrmic

##### - CLASSIFICACIÓ TEMPTATIVA:

**SSS (2010):** Typic Fluvaquent

**WRB (2006):** Fluvisol Epigleyic



A: Perfil de la closa on es pot observar el nivell freàtic.; B: Panoràmica de la zona de les closes destinades a pastura.; C: Detall de la reacció positiva per presència de ferro ferrós actiu a la prova amb dipiridil- $\alpha$ - $\alpha$  a partir dels 20cm de profunditat.

**Descripció: CLOSA - CAT/02/170470-01****0-30cm Ap**

**ESTAT D'HUMITAT:** humit. **COLOR:** de la matriu: 2.5Y 3/1. **TAQUES:** escasses. **ESTAT OXIDOREDUCCIÓ:** oxidació. **ELEMENTS GROSSOS:** no hi ha. **CLASSE TEXTURAL:** moderadament fina. **ESTRUCTURA:** granular composta - blocs subangulars. **CONSISTÈNCIA:** plàstic. **CIMENTACIONS:** - **ACUMULACIONS:** - **MATÈRIA ORGÀNICA:** mitja. **ACTIVITAT DE LA FAUNA:** poca. **ARRELS:** poques, fines. **ACTIVITAT ANTRÒPICA:** ceràmica. **PROVES DE CAMP:** a la matriu reacció al HCl 11%: baixa-mitjana. **ESTUDI DE SUPERFÍCIES:** cutans. **AMPLITUD DEL LÍMIT:** net. **FORMA DEL LÍMIT:** plana.  
**HORITZÓ DIAGNÒSTIC:**

**30-130cm Ckg**

**ESTAT D'HUMITAT:** saturat. **COLOR:** de la matriu: 2.5Y 4/3. **TAQUES:** freqüents d'oxidoreducció amb chroma <2. **ESTAT OXIDOREDUCCIÓ:** principalment reducció. **ELEMENTS GROSSOS:** no hi ha. **CLASSE TEXTURAL:** fina. **ESTRUCTURA:** blocs angulars. **CONSISTÈNCIA:** plàstic. **CIMENTACIONS:** - **ACUMULACIONS:** nòduls calcaris. Escassa presència de petits gasteròpodes i bivalves. **MATÈRIA ORGÀNICA:** baixa. **ACTIVITAT DE LA FAUNA:** poca. **ARRELS:** molt poques, molt fines. **ACTIVITAT ANTRÒPICA:** -. **PROVES DE CAMP:** a la matriu reacció al HCl 11%: mitjana. **ESTUDI DE SUPERFÍCIES:-** **AMPLITUD DEL LÍMIT:** gradual. **FORMA DEL LÍMIT:** plana  
**HORITZÓ DIAGNÒSTIC:**

**>130cm Cg**

**ESTAT D'HUMITAT:** saturat. **COLOR:** de la matriu: 2.5Y 4/1. **TAQUES:** no hi ha. **ESTAT OXIDOREDUCCIÓ:** reducció. **ELEMENTS GROSSOS:** no hi ha. **CLASSE TEXTURAL:** fina. **ESTRUCTURA:** blocs angulars gruixuts. **CONSISTÈNCIA:** plàstic. **CIMENTACIONS:** - **ACUMULACIONS:** - **MATÈRIA ORGÀNICA:** mitja. **ACTIVITAT DE LA FAUNA:** poca. **ARRELS:** no hi ha. **ACTIVITAT ANTRÒPICA:** - **PROVES DE CAMP:** a la matriu reacció al HCl 11%: mitjana. **ESTUDI DE SUPERFÍCIES:** - **AMPLITUD DEL LÍMIT:** neta. **FORMA DEL LÍMIT:** irregular.  
**HORITZÓ DIAGNÒSTIC:**

**Dades analítiques: CLOSA -CAT/02/170470-01**

Profunditat (cm)	Horitzó genètic	pH (1:2.5) H <sub>2</sub> O	C.E. (1:5) dS/m	Carboni orgànic (%)	Matèria orgànica (%)	Nitrogen Total (%)	Relació C/N	CO <sub>3</sub> Ca equiv. (%)	CIC cmol <sub>(+)</sub> Kg <sup>-1</sup>
0-15	Ap	8.14	0.40	2.15	3.71	0.29	7.4	6.2	
15-30		8.56	0.19	1.11	1.92	0.11	10.0	12.6	25.20
30-50	Ckg	8.56	0.31	0.86	1.48	0.09	9.6	17.6	
50-70		8.55	0.28	0.79	1.35			16.6	20.96
70-90		8.48	0.25	0.74	1.26			17.2	
90-130		8.44	0.23	0.69	1.18			16.0	20.24
>130	Cg	8.31	0.23	0.74	1.28			8.4	

Granulometria							
Profunditat (cm)	Horitzó genètic	Sorra grossa (%)	Sorra fina (%)	Llims (%)	Argila (%)	Classe Textural (ISSS)	Elements grossos (% p/p)
0-15	Ap	7.7	19.4	59.2	13.7	FRANCO LLIMOSA	0
15-30		4.3	19.8	50.5	25.4	FRANCOARGIL·LO LLIMOSA	0
30-50	Ckg	1.9	14.8	47.4	35.9	ARGIL·LO LLIMOSA	0
50-70		1.4	16.7	48.1	33.8	ARGIL·LO LLIMOSA	0
70-90		1.3	12.7	48.8	37.2	ARGIL·LO LLIMOSA	0
90-130		1.7	21.8	50.8	25.7	ARGIL·LO LLIMOSA	0
>130	Cg	1.0	27.4	43.7	27.9	ARGIL·LO LLIMOSA	0

Profunditat (cm)	Horitzó genètic	COLOR (sec)	CRAD* cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	-33KPa* cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	-1500kPa* cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>
0-15	Ap	2.5Y 4/2	0.18	0.31	0.14
15-30		2.5Y 5/3	0.16	0.33	0.15
30-50	Ckg	2.5Y 6/3	0.16	0.36	0.20
50-70		2.5Y 6/3			
70-90		2.5Y 5/3			
90-110		2.5Y 5/3			
>110	Cg	2.5Y 4/1			

\*estimada a partir de la textura [http://www.pedosphere.ca/resources/texture/worktable\\_us.cfm](http://www.pedosphere.ca/resources/texture/worktable_us.cfm)

**Mineralogia: CLOSA -CAT/02/170470-01**Mineralogia total (pols): S'aprecien en ordre d'abundància relativa:

0-15cm:	Quars, Albita, Ortòclasi, il·lita
15-30cm:	Quars, Albita, Ortòclasi, Il·lita, Montmoril·lonita
30-50cm:	Quars, Albita, Ortòclasi, Il·lita, Montmoril·lonita, Calcita
50-70cm:	Quars, Albita, Ortòclasi, Il·lita, Montmoril·lonita, Calcita
70-90cm:	Quars, Albita, Ortòclasi, Il·lita, Calcita, Montmoril·lonita
90-130cm:	Quars, Calcita, Albita, Ortòclasi, Il·lita, Montmoril·lonita

Agregats orientats de la fracció argila: S'aprecien en ordre d'abundància relativa:

0-15cm:	Agregats orientats -Normal: Il·lita, Clorita, Caolinita -Glicolat: Il·lita, Clorita, Caolinita -550°C Il·lita, Clorita
15-30cm:	Agregats orientats -Normal: Il·lita, Clorita, Caolinita -Glicolat: Il·lita, Clorita, Caolinita, Montmoril·lonita -550°C Il·lita
30-50cm:	Agregats orientats -Normal: Il·lita, Montmoril·lonita, Clorita, Caolinita -Glicolat: Il·lita, Montmoril·lonita, Clorita, Caolinita -550°C Il·lita, Montmoril·lonita, Clorita, Caolinita
50-70cm:	Agregats orientats -Normal: Il·lita, Montmoril·lonita, Clorita, Caolinita -Glicolat: Il·lita, Montmoril·lonita, Clorita, Caolinita -550°C Il·lita, Montmoril·lonita, Clorita, Caolinita
70-90cm:	Agregats orientats -Normal: Il·lita, Montmoril·lonita, Clorita, Caolinita -Glicolat: Il·lita, Montmoril·lonita, Clorita, Caolinita -550°C Il·lita, Montmoril·lonita, Clorita, Caolinita
90-130cm:	Agregats orientats -Normal: Il·lita, Montmoril·lonita, Clorita, Caolinita -Glicolat: Il·lita, Montmoril·lonita, Clorita, Caolinita -550°C Il·lita, Montmoril·lonita, Clorita, Caolinita
>130cm:	Agregats orientats -Normal: Il·lita, Montmoril·lonita, Clorita, Caolinita -Glicolat: -550°C

## 2.2.2. Perfil 2. Marzà-1 i 2. Alfisòl sobre crosta calcària i Inceptisòl càlcic

### Perfil: MARZÀ-1-CAT/02/171292-02

#### - SITUACIÓ

**TERME MUNICIPAL:** Pedret i Marzà  
**PARATGE:** Marzà  
**COORDENADES:** E(X) 505064m – N(Y)4684308 m  
 UTM 31N/ED50  
**ALTITUD:** 41m

#### - GEOMORFOLOGIA

**ESCALA D'OBSERVACIÓ:** Hectomètrica  
**FORMA DEL RELLEU:** plana – lleugerament ondulada  
**MODIFICACIÓ DE LA FORMA:**  
**TRETS EROSIUS:** sense evidències  
**MORFOLOGIA LOCAL:**  
**SITUACIÓ DEL PERFIL:** Talús part esquerra, carretera a 1Km de Marzà carretera vella cap a Figueres.  
**PENDENT GENERAL:** < 2%  
**PENDENT LOCAL:** <2%  
**LONGITUD:** >100m  
**ORIENTACIÓ:** Est - Oest

#### - MATERIAL ORIGINAL:

NPsa: Argiles, llims i sorres amb nivells de graves

- **USOS DEL SÒL I VEGETACIÓ:** conreu de secà
- **PROFUNDITAT EFECTIVA:** > 150cm profund
- **PEDREGOSITAT SUPERFICIAL:** >15% graverenc
- **AFLOREMENTS ROCOSOS:** no existents
- **DRENATGE:** ben drenat.
- **CRAD:** moderada
- **CLIMA DEL SÒL (SSS)**

**RÈGIM D'HUMITAT:** Xèric  
**RÈGIM DE TEMPERATURA:** Tèrmic

#### -CLASSIFICACIÓ TEMPTATIVA:

**SSS (2010):** Petrocàlcic Palexeralf  
**WRB (2006):** Calcisòl lúvic



A: Perfil Marzà 1 desenvolupat sobre una crosta calcària. B: Panoràmica de la zona dedicada al conreu de cereal d'hivern.

**Descripció: MARZÀ-1-CAT/02/171292-02-1****0-40cm Ap**

**ESTAT D'HUMITAT:** sec. **COLOR:** de la matriu: 10YR 4/3. **TAQUES:** no hi ha. **ESTAT OXIDOREDUCCIÓ:** oxidació. **ELEMENTS GROSSOS:** freqüents. **CLASSE TEXTURAL:** moderadament fina. **ESTRUCTURA:** blocs subangulars. **CONSISTÈNCIA:** friable. **CIMENTACIONS:** - **ACUMULACIONS:** - **MATÈRIA ORGÀNICA:** baix. **ACTIVITAT DE LA FAUNA:** poca. **ARRELS:** poques. **ACTIVITAT ANTRÒPICA:** -. **PROVES DE CAMP:** a la matriu reacció al HCl 11%: baixa. **ESTUDI DE SUPERFÍCIES:** -. **AMPLITUD DEL LÍMIT:** abrupta. **FORMA DEL LÍMIT:** plana. **HORITZÓ DIAGNÒSTIC:** Òcric

**40-60 2Bt**

**ESTAT D'HUMITAT:** sec. **COLOR:** de la matriu: 10YR 5/6. **TAQUES:** no hi ha. **ESTAT OXIDOREDUCCIÓ:** oxidació. **ELEMENTS GROSSOS:** molt graverenc. Molt pedregós. Pedres silíciques. **CLASSE TEXTURAL:** moderadament fina. **ESTRUCTURA:** blocs subangulars. **CONSISTÈNCIA:** plàstic **CIMENTACIONS:** - **ACUMULACIONS:** - **MATÈRIA ORGÀNICA:** molt baix. **ACTIVITAT DE LA FAUNA:** poca. **ARRELS:** poques, fines i molt fines. **ACTIVITAT ANTRÒPICA:** baixa. **PROVES DE CAMP:** a la matriu reacció al HCl 11%: baixa-mitjana. **ESTUDI DE SUPERFÍCIES:** revestiments **AMPLITUD DEL LÍMIT:** abrupta. **FORMA DEL LÍMIT:** plana. **HORITZÓ DIAGNÒSTIC:** Argílic

**60-150cm 2Bkm**

**ESTAT D'HUMITAT:** sec. **COLOR:** de la matriu: 2.5YR 7/4. **TAQUES:** abundants (òxids de ferro). **ESTAT OXIDOREDUCCIÓ:** oxidació. **ELEMENTS GROSSOS:** no hi ha. **CLASSE TEXTURAL:** fina. **ESTRUCTURA:** blocs **CONSISTÈNCIA:** dur **CIMENTACIONS:** - **ACUMULACIONS:** carbonats **MATÈRIA ORGÀNICA:** baix. **ACTIVITAT DE LA FAUNA:** poca. **ARRELS:** poques, fines. **ACTIVITAT ANTRÒPICA:** - **PROVES DE CAMP:** a la matriu reacció al HCl 11%: alta. **ESTUDI DE SUPERFÍCIES:** - **AMPLITUD DEL LÍMIT:** abrupta. **FORMA DEL LÍMIT:** plana. **HORITZÓ DIAGNÒSTIC:** Petrocàlcic

**>150cm 2C**



**Dades analítiques: MARZÀ-1-CAT/02/171292-02-A**

Profunditat (cm)	Horitzó genètic	pH (1:2.5) H <sub>2</sub> O	C.E. (1:5) dS/m	Carboni orgànic (%)	Matèria orgànica (%)	Nitrogen Total (%)	Relació C/N	CO <sub>3</sub> Ca equiv. (%)	CIC cmol <sub>(+)</sub> Kg <sup>-1</sup>
0-10	Ap	7.29	0.35	2.16	3.73	0.27	8.0	2.08	
10-20		8.20	0.34	1.29	2.22	0.11	11.7	2.60	15.84
20-30		8.28	0.26	0.63	1.08	0.09	12.0	4.40	
30-40		8.40	0.29	0.34	0.59	0.09	6.5	2.80	
40-60	2Bt	8.24	0.58	0.34	0.59			4.40	11.68
60-70	2Bk	8.98	0.83	0.14	0.25			20.80	
70-100		9.90	0.97	0.07	0.12			24.00	18
100-150		9.80	0.70	0.07	0.12			18.80	
150-200	2C	10.06	0.70	0.07	0.12			1.20	19.84

Granulometria							
Profunditat (cm)	Horitzó genètic	Sorra grossa (%)	Sorra fina (%)	Llims (%)	Argila (%)	Classe Textural (ISSS)	Elements grossos (% p/p)
0-10	Ap	34.7	26.2	24.2	14.9	FRANCOARGILOSA	6.2
10-20		33.6	33.1	15.7	17.6	FRANCOARGIL·LOARENOSA	6.3
20-30		33.5	30.5	16.4	19.6	FRANCOARGIL·LOARENOSA	7.1
30-40		35.9	29.3	14.9	19.9	FRANCOARGIL·LOARENOSA	28.3
40-60	2Bt	35.7	28.5	10.5	25.3	ARGIL·LOARENOSA	64.2
60-70	2Bk	25.7	15.8	38.7	19.8	FRANCOARGILOSA	2.6
70-100		10.1	47.9	26.5	15.5	FRANCOARGILOSA	0.4
100-150		6.0	53.6	25.4	15.0	FRANCOARGILOSA	3.6
150-200	2C	2.1	40.9	40.7	16.3	FRANCOARGILOSA	0.0

Profunditat (cm)	Horitzó genètic	COLOR (sec)	CRAD* cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	-33KPa* cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	-1500kPa* cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>
0-10	Ap	10YR 3/2	0.11	0.22	0.11
10-20		10YR 4/3	0.10	0.22	0.12
20-30		10YR 4/6			
30-40		10YR 4/6			
40-60	2Bt	10YR 4/6			
60-70	2Bk	2.5Y 6/6	0.13	0.26	0.13
70-100		2.5Y 6/6			
100-150		2.5Y 6/6			
150-200	2C	2.5Y 6/6			

**Mineralogia: MARZÀ-1-CAT/02/171292-02**Mineralogia total (pols): S'aprecien en ordre d'abundància relativa:

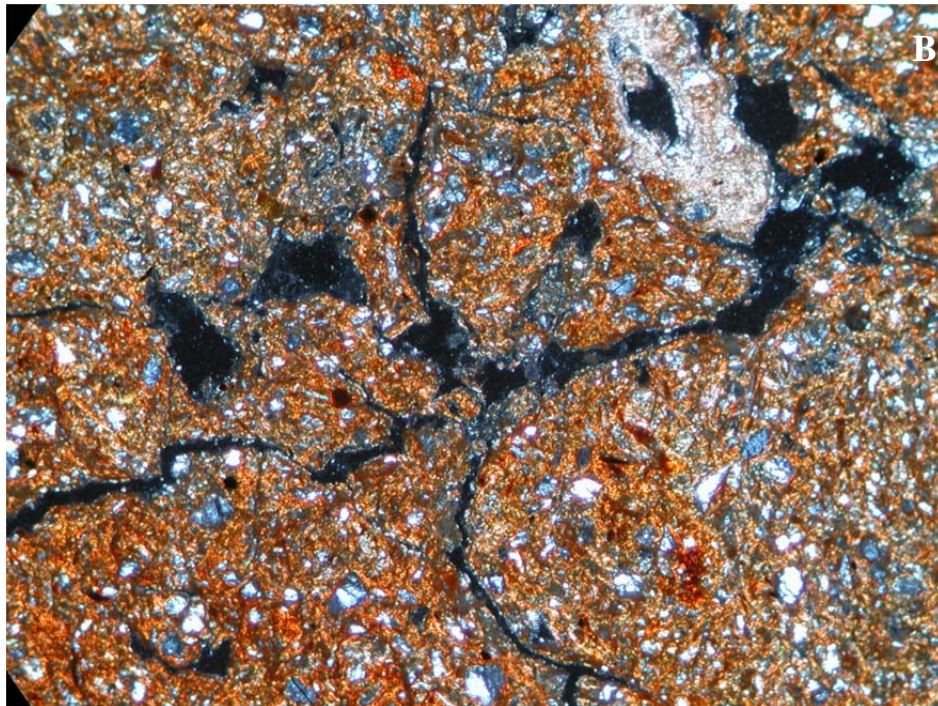
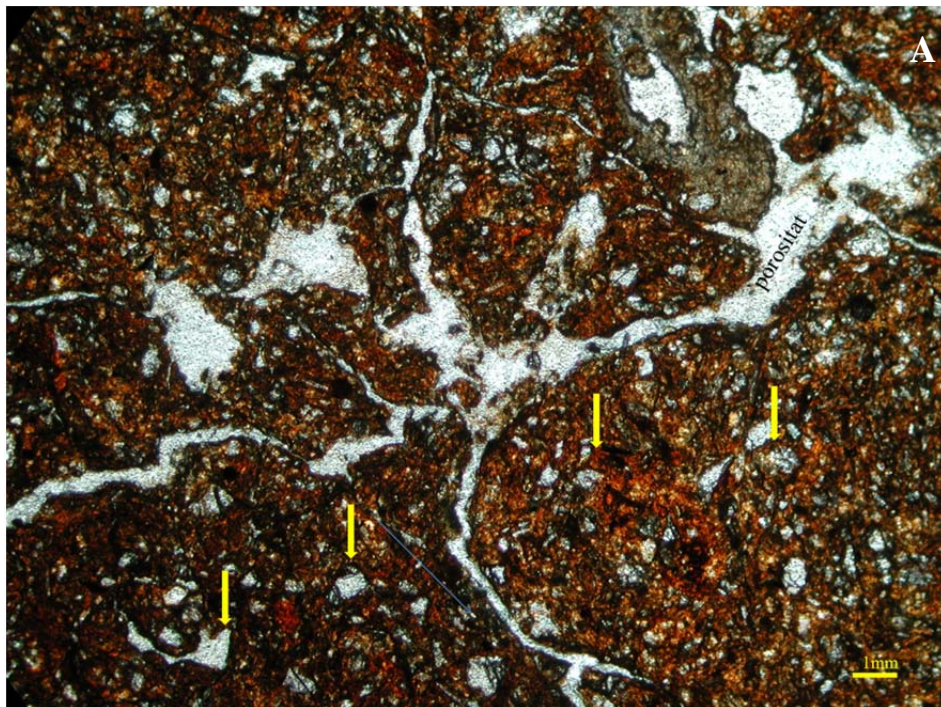
0-10cm:	Quars, Albita, Ortòclasi, Il·lita
10-20cm:	Quars, Albita, Ortòclasi, Il·lita, Montmoril·lonita
20-30cm:	Quars, Albita, Ortòclasi, Il·lita, Montmoril·lonita, Calcita
30-40cm:	Quars, Albita, Ortòclasi, Il·lita, Montmoril·lonita, Calcita
40-60cm:	Quars, Albita, Ortòclasi, Il·lita, Calcita, Montmoril·lonita
60-70cm:	Quars, Calcita, Albita, Ortòclasi, Il·lita, Montmoril·lonita
70-100cm:	Quars, Calcita, Albita, Ortòclasi, Il·lita, Montmoril·lonita
>100cm:	Quars, Calcita, Albita, Ortòclasi, Il·lita, Montmoril·lonita

Agregats orientats de la fracció argila: S'aprecien en ordre d'abundància relativa:

0-10cm:	Agregats orientats -Normal: Il·lita, Caolinita -Glicolat: Il·lita, Caolinita -550°C Il·lita
10-20cm:	Agregats orientats -Normal: Il·lita, Caolinita -Glicolat: Il·lita, Caolinita -550°C Il·lita
20-30cm:	Agregats orientats -Normal: Il·lita, Montmoril·lonita, Caolinita -Glicolat: Il·lita, Montmoril·lonita, Caolinita -550°C Il·lita
30-40cm:	Agregats orientats -Normal: Il·lita=Montmoril·lonita, Caolinita -Glicolat: Il·lita=Montmoril·lonita, Caolinita -550°C Il·lita
40-60cm:	Agregats orientats -Normal: Il·lita=Montmoril·lonita, Caolinita -Glicolat: Il·lita=Montmoril·lonita, Caolinita -550°C Il·lita
>60cm:	Agregats orientats -Normal: Montmoril·lonita, Il·lita, Caolinita -Glicolat: Montmoril·lonita, Il·lita, Caolinita -550°C Il·lita

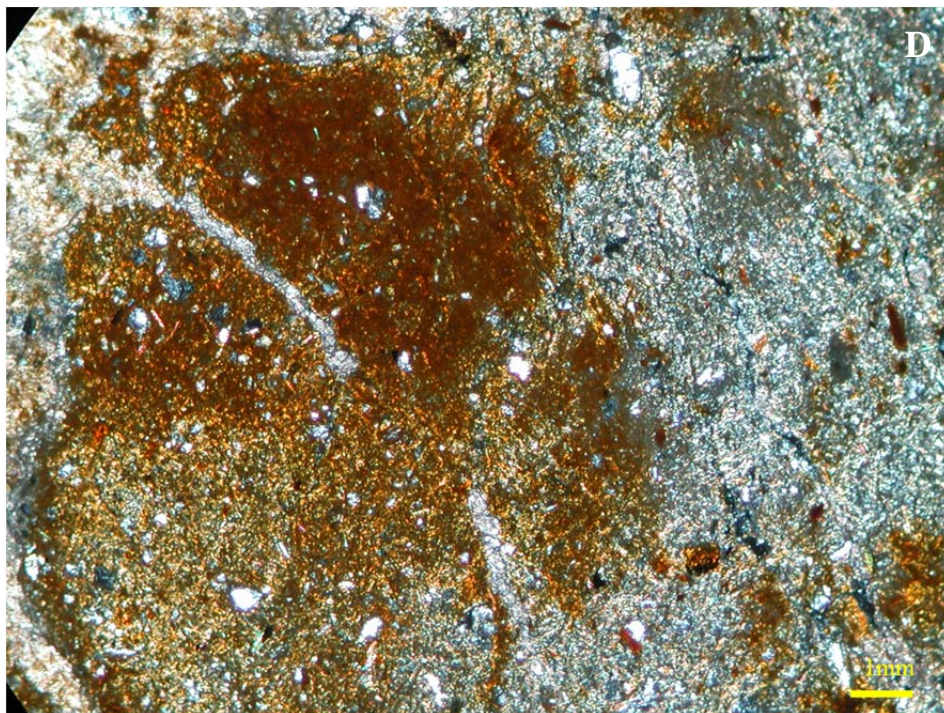
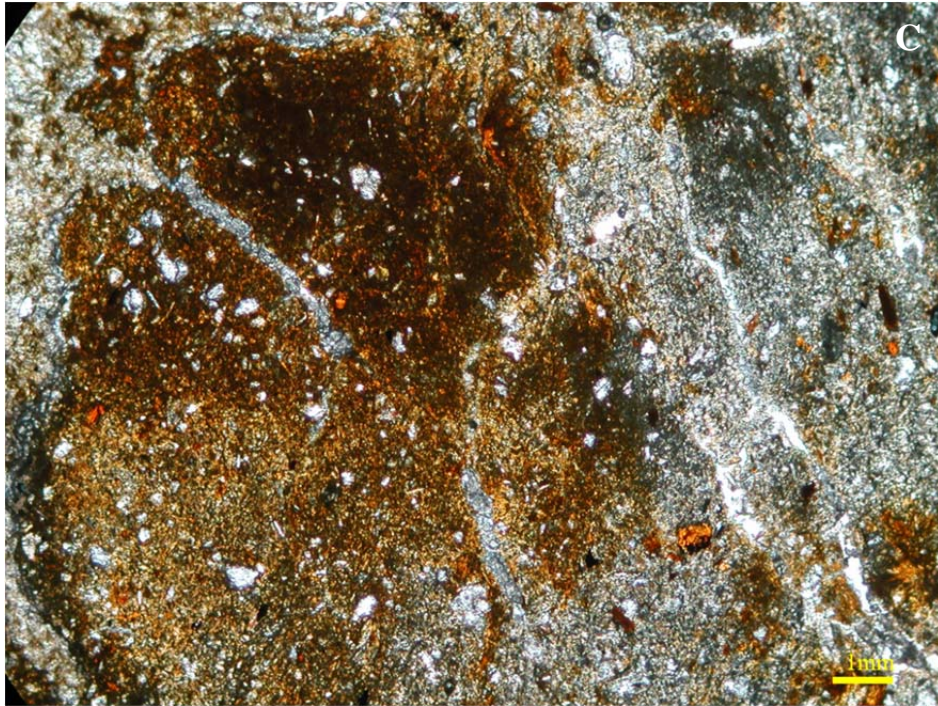
Fins a 30cm. No s'aprecia la presència de calcita (CO<sub>3</sub>Ca). A aquesta profunditat, en la DRX de pols, apareix un petit pic que augmenta en profunditat. No obstant la presència de Montmoril·lonita, en el perfil no s'aprecien característiques vèrtiques.





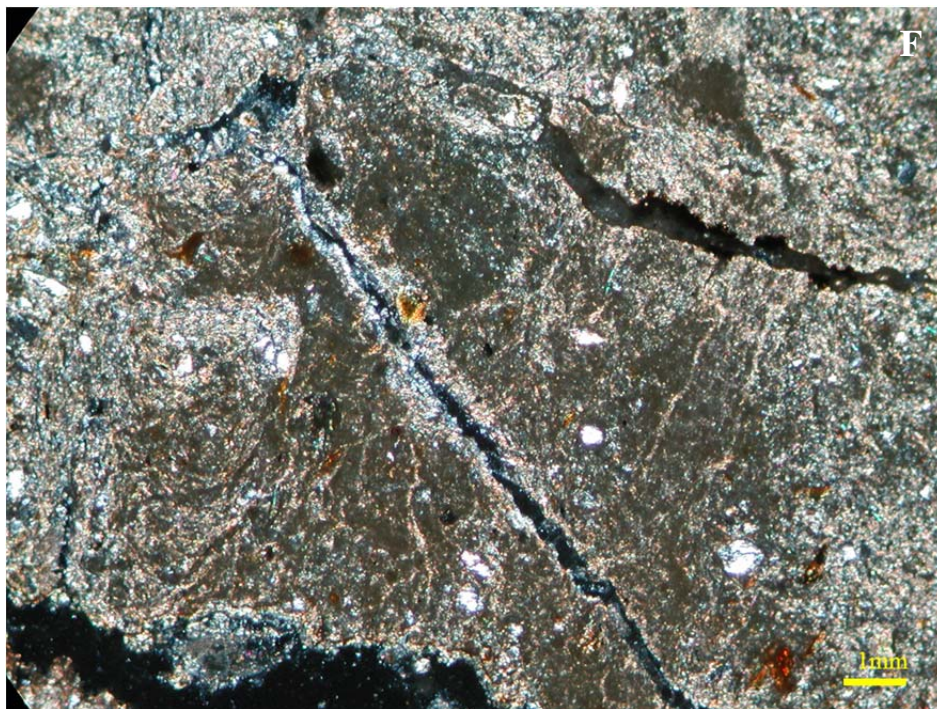
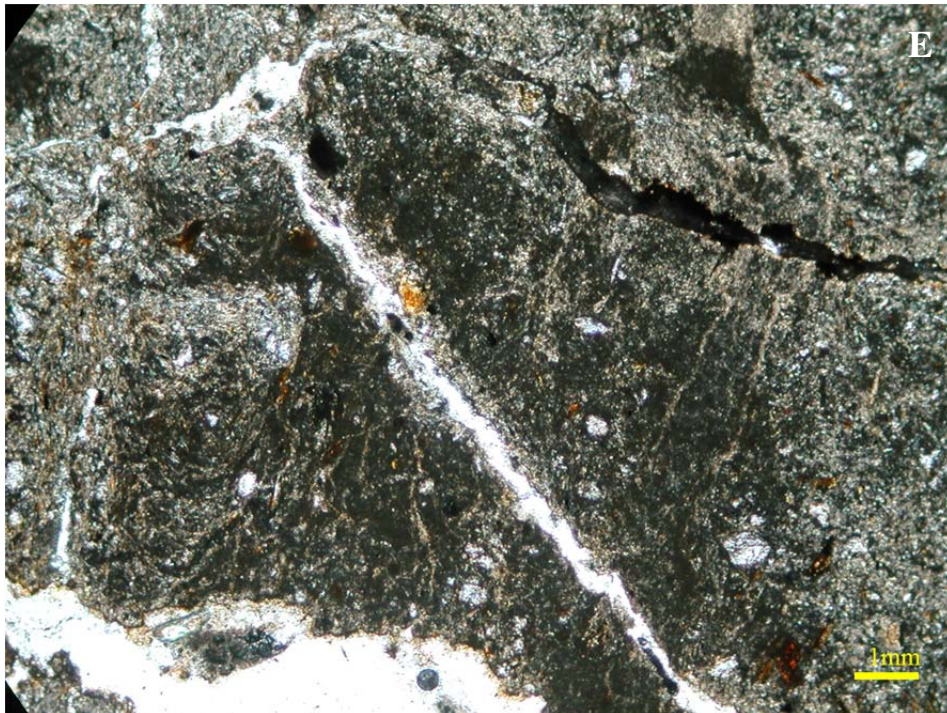
Microfotografies de làmina prima de l'horitzó 2Bt (a 50cm.) del perfil Marzà 1. A: Llum paral·lela. Porositat irregular de tipus elongat que fractura una matriu amb grans de quars, argiles, òxids i matèria orgànica. B: Llum polaritzada. Evidència de recobriments d'argila envoltant grans de quars, fent d'element d'unió entre grans de quars o dins de la porositat (en negre). No s'observen cutans dins la porositat





Microfotografies de làmina prima de l'horitzó 2Bk ( a 70cm.) del perfil Marzà 1. C: Llum paral·lela. Presència d'acumulació d'òxids de ferro i argiles en la part esquerra de la secció. D: Llum polaritzada. Microestructura de calcita i quars (entre micrita i esparita) compacta. Porositat escassa, amb porus irregulars, inferiors al mil·límetre. Alguna orientació d'argila al llarg de la porositat en la part dreta.





Microfotografies de làmina prima de l'horitzó 2BK (a 120cm.) del perfil Marzà 1. E: Llum paral·lela. Matriu carbonatada compacta de tipus micrítica. F: Llum polaritzada. Porositat allargada que fractura l'estructura calcítica.



**Perfil 2. Marzà 2. Inceptisòl càlcic de la plana****Perfil: MARZÀ-2-CAT/02/171292-02****- SITUACIÓ**

**TERME MUNICIPAL:** Pedret i Marzà  
**PARATGE:** Marzà  
**COORDENADES:** E(X) 505064m – N(Y)4684308 m UTM  
 31N/ED50  
**ALTITUD:** 41m

**- GEOMORFOLOGIA**

**ESCALA D'OBSERVACIÓ:** Hectomètrica  
**FORMA DEL RELLEU:** plana – lleugerament ondulada  
**MODIFICACIÓ DE LA FORMA:**  
**TRETS EROSIUS:** sense evidències  
**MORFOLOGIA LOCAL:**  
**SITUACIÓ DEL PERFIL:** Talús part dreta, carretera a 1Km de  
 Marzà carretera vella cap a Figueres  
**PENDENT GENERAL:** < 2%  
**PENDENT LOCAL:** <2%  
**LONGITUD:** >100m  
**ORIENTACIÓ:** Est - Oest

**- MATERIAL ORIGINAL:**

**NPga:** Alternança de graves amb paquets de sorres arcòsiques, argiles i llims. Pliocè.

- **USOS DEL SÒL I VEGETACIÓ:** conreu de secà
- **PROFUNDITAT EFECTIVA:** > 150cm profund
- **PEDREGOSITAT SUPERFICIAL:** >15% graverenc
- **AFLORAMENTS ROCOSOS:** no existents
- **DRENATGE:** ben drenat.
- **CRAD:** moderada
- **CLIMA DEL SÒL (SSS)**  
**RÈGIM D'HUMITAT:** Xèric  
**RÈGIM DE TEMPERATURA:** Tèrmic
- **CLASSIFICACIÓ TEMPTATIVA:**  
**SSS (2010):** Càlcic Haploxerept  
**WRB (2006):** Cambisòl hàplic calcari



A: Perfil Marzà 2 desenvolupat sobre material carbonatat. B: Panoràmica de la zona dedicada al conreu de cereal d'hivern. Al fons barrancs a sobre la carretera N-260 i la ferrovia FC Barcelona-Portbou.

**Descripció: MARZÀ-2-CAT/02/171292-02****0-30cm Ap**

**ESTAT D'HUMITAT:** sec. **COLOR:** de la matriu: 10YR 4/3. **TAQUES:** no hi ha. **ESTAT OXIDOREDUCCIÓ:** oxidació. **ELEMENTS GROSSOS:** freqüents. **CLASSE TEXTURAL:** moderadament fina. **ESTRUCTURA:** blocs subangulars. **CONSISTÈNCIA:** friable. **CIMENTACIONS:** - **ACUMULACIONS:** - **MATÈRIA ORGÀNICA:** baix. **ACTIVITAT DE LA FAUNA:** poca. **ARRELS:** poques. **ACTIVITAT ANTRÒPICA:** -. **PROVES DE CAMP:** a la matriu reacció al HCl 11%: baixa. **ESTUDI DE SUPERFÍCIES:** -. **AMPLITUD DEL LÍMIT:** abrupta. **FORMA DEL LÍMIT:** plana. **HORITZÓ DIAGNÒSTIC:** Òcric

**30-80 Bw**

**ESTAT D'HUMITAT:** sec. **COLOR:** de la matriu: 10YR 5/6. **TAQUES:** no hi ha. **ESTAT OXIDOREDUCCIÓ:** oxidació. **ELEMENTS GROSSOS:** freqüents. **CLASSE TEXTURAL:** moderadament fina. **ESTRUCTURA:** blocs subangulars. **CONSISTÈNCIA:** friable. **CIMENTACIONS:** - **ACUMULACIONS:** Carbonats - **MATÈRIA ORGÀNICA:** molt baix. **ACTIVITAT DE LA FAUNA:** poca. **ARRELS:** poques, fines i molt fines. **ACTIVITAT ANTRÒPICA:** baixa. **PROVES DE CAMP:** a la matriu reacció al HCl 11%: baixa-mitjana. **ESTUDI DE SUPERFÍCIES:** - **AMPLITUD DEL LÍMIT:** abrupta. **FORMA DEL LÍMIT:** plana. **HORITZÓ DIAGNÒSTIC:** Càmbic

**80-140 2Bt**

**ESTAT D'HUMITAT:** sec. **COLOR:** de la matriu: 10YR 5/6. **TAQUES:** no hi ha. **ESTAT OXIDOREDUCCIÓ:** oxidació. **ELEMENTS GROSSOS:** molt graverenc, molt pedregós. Pedres silíciques. **CLASSE TEXTURAL:** moderadament fina. **ESTRUCTURA:** blocs subangulars. **CONSISTÈNCIA:** friable. **CIMENTACIONS:** - **ACUMULACIONS:** - **MATÈRIA ORGÀNICA:** molt baix. **ACTIVITAT DE LA FAUNA:** poca. **ARRELS:** poques, fines i molt fines. **ACTIVITAT ANTRÒPICA:** baixa. **PROVES DE CAMP:** a la matriu reacció al HCl 11%: mitjana. **ESTUDI DE SUPERFÍCIES:** revestiments - **AMPLITUD DEL LÍMIT:** abrupta. **FORMA DEL LÍMIT:** plana. **HORITZÓ DIAGNÒSTIC:** Argílic

**140-200cm 2Bk**

**ESTAT D'HUMITAT:** sec. **COLOR:** de la matriu: 2.5YR 7/4. **TAQUES:** abundants. **ESTAT OXIDOREDUCCIÓ:** oxidació. **ELEMENTS GROSSOS:** no hi ha. **CLASSE TEXTURAL:** fina. **ESTRUCTURA:** laminar. **CONSISTÈNCIA:** friable. **CIMENTACIONS:** - **ACUMULACIONS:** carbonats. **MATÈRIA ORGÀNICA:** baix. **ACTIVITAT DE LA FAUNA:** poca. **ARRELS:** poques, fines. **ACTIVITAT ANTRÒPICA:** - **PROVES DE CAMP:** a la matriu reacció al HCl 11%: alta. **ESTUDI DE SUPERFÍCIES:** - **HORITZÓ DIAGNÒSTIC:** Càlcic

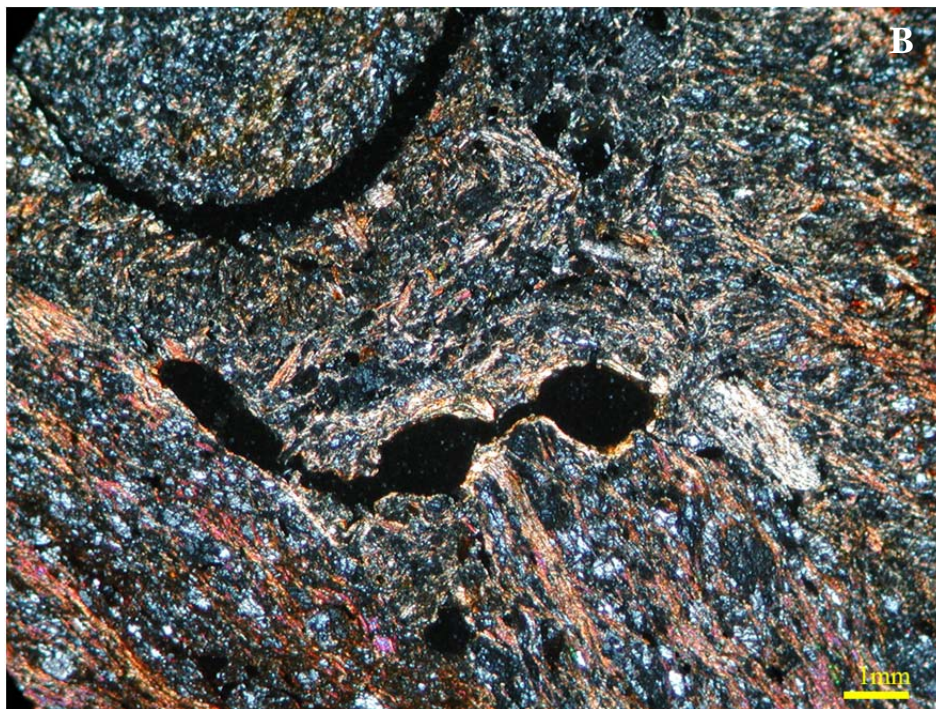
**Dades analítiques: MARZÀ-2-CAT/02/171292-02-B**

Profunditat (cm)	Horitzó genètic	pH (1:2.5) H <sub>2</sub> O	C.E. (1:5) dS/m	Carboni orgànic (%)	Matèria orgànica (%)	Nitrogen Total (%)	Relació C/N	CO <sub>3</sub> Ca equiv. (%)	CIC cmol <sub>(+)</sub> .Kg <sup>-1</sup>
0-10	Ap	8.49	0.14	0,68	1,17	0,09	7.5	2.45	
10-20		8.70	0.12	0,55	0,95	0.09	6.1	3.41	16.42
20-30		8.73	0.10	0,41	0,70	0,07	5.8	4.40	
30-60	Bw	8.50	0.16	0,18	0,32			4.40	
60-80		9.00	0.10	0,18	0,32			10.50	
80-100	2Bt	9.12	0.11	0,14	0,25			12.80	12.01
120-140		9.30	0.12	0,05				20.80	
140-200	2Bk	9.15	0.22	0,05				21.00	

Granulometria							
Profunditat (cm)	Horitzó genètic	Sorra grossa (%)	Sorra fina (%)	Llims (%)	Argila (%)	Classe Textural (ISSS)	Elements grossos (% p/p)
0-10	Ap						
10-20		35.6	31.1	15.4	17.9	FRANCOARGIL·LOARENOSA	8.1
20-30							
30-60	Bw	34.9	30.1	14.9	20.1	FRANCOARGIL·LOARENOSA	17.5
60-80							
80-100	2Bt	29.7	14.3	27.4	28.6	ARGIL·LOARENOSA	67.4
120-140							
140-200	2Bk	12.3	45.2	27.1	15.4	FRANCOARGILOSA	0.5

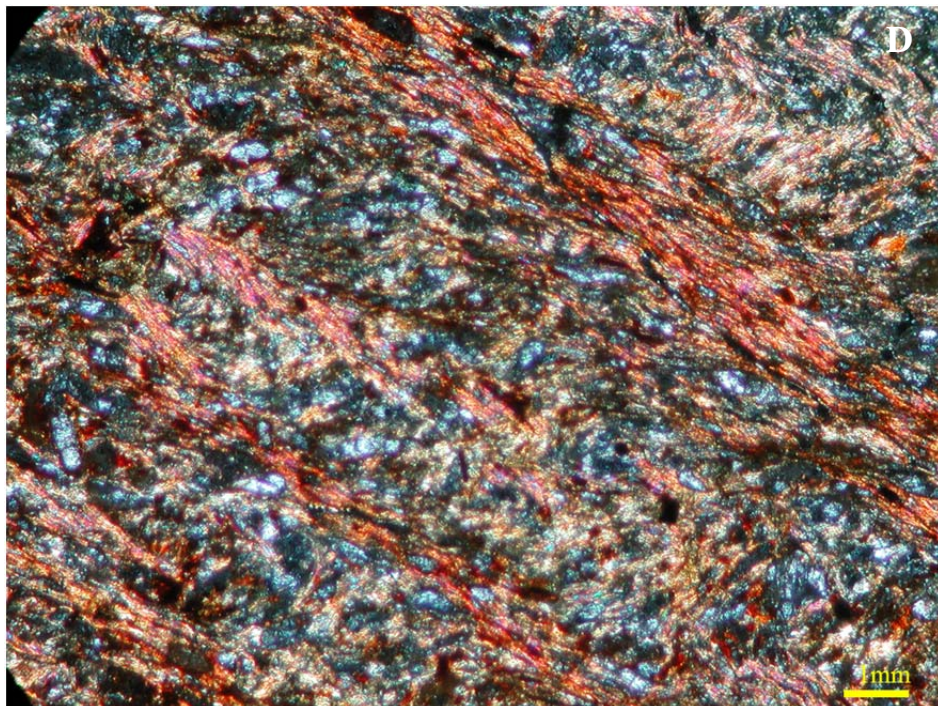
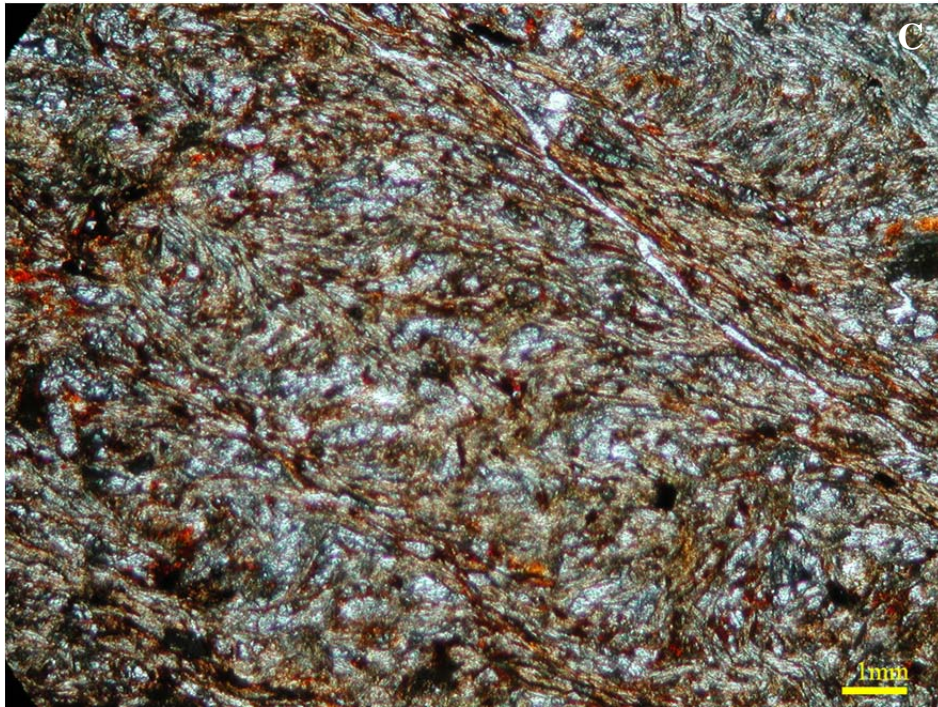
Profunditat (cm)	Horitzó genètic	COLOR (sec)	CRAD* cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	-33KPa* cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	-1500kPa* cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>
0-10	Ap				
10-20		10YR 4/4	0.10	0.22	0.12
20-30					
30-60	Bw	10YR 4/6	0.10	0.23	0.13
60-80					
80-100	2Bt	10YR 5/6	0.16	0.30	0.14
120-140					
140-200	2Bk	2.5Y 6/4			





Microfotografia de l'horitzó 2Bt (a 80cm) del perfil Marzà 2. A: Llum paral·lela. S'observa una estructura compacta de tipus micrític amb escassa presència de porositat. B: Llum polaritzada. Laminació sub-vertical d'argiles en la matriu micrítica. Presència d'alguns clast superior al mil·límetre. Porositat arrodonida, probablement de bioturbació on s'aprecien laminacions d'argiles orientades a l'interior.





Microfotografia de lamina prima de l'horitzó 2Bk (a més de 140cm) del perfil Marzà 2. C: Llum paral·lela. Estructura compacta micrítica amb presència d'òxids de ferro i calcita. D: Llum polaritzada, laminacions d'argiles barrejades amb òxids de ferro. Es podria hipotitzar que corresponen a un antic estat d'hidromorfia posteriorment oxidat.



### 2.2.3. Perfil 3. Vilajuïga. Sòl representatiu dels peu de mont de la Plana

#### Perfil: VILAJUIGA-1-CAT/02/172235-03

##### - SITUACIÓ

**TERME MUNICIPAL:** Vilajuïga

**PARATGE:** carretera de Marzà a Vilajuïga, prop de la deixalleria.

**COORDENADES:** E(X) 507461m. – N(Y)4685541m  
UTM 31N/ED50

**ALTITUD:** 22m

##### - GEOMORFOLOGIA

**ESCALA D'OBSERVACIÓ:** Hectomètrica

**FORMA DEL RELLEU:** plana

**MODIFICACIÓ DE LA FORMA:**

**TRETS EROSIUS:** Sense evidències

**MORFOLOGIA LOCAL:**

**SITUACIÓ DEL PERFIL:** Escandall

**PENDENT GENERAL:** -

**PENDENT LOCAL:** -

**LONGITUD:** -

**ORIENTACIÓ:**

**- MATERIAL ORIGINAL:** Qga2. Dipòsit de glacis d'acumulació associats a Qt2Argiles, llims i sorres englobant clasts dispersos.

**- USOS DEL SÒL I VEGETACIÓ:** Guaret

**- PROFUNDITAT EFECTIVA:** > 100cm profund

**- PEDREGOSITAT SUPERFICIAL:** 10%. graverenc

**- AFLORAMENTS ROCOSOS:** no existents

**- DRENATGE:** ben drenat

**- CRAD:** molt baixa

**- CLIMA DEL SÒL (SSS)**

**RÈGIM D'HUMITAT:** Xèric

**RÈGIM DE TEMPERATURA:** Tèrmic

**- CLASSIFICACIÓ TEMPTATIVA:**

**SSS (2010):** Inceptic Haploxeralf

**WRB (2006):** Luvisòl hàplic



A: Perfil Vilajuïga 1 desenvolupat en el peu de mont dels Aspres. B: Panoràmica de la zona dedicada principalment a la vinya. Terreny Actualment en guaret.

**Descripció: VILAJUIGA-1-CAT/02/172235-03****0-40cm Ap**

**ESTAT D'HUMITAT:** sec. **COLOR:** de la matriu: 10YR 5/3. **TAQUES:** no hi ha. **ESTAT OXIDOREDUCCIÓ:** oxidació. **ELEMENTS GROSSOS:** freqüents. **CLASSE TEXTURAL:** moderadament grossa. **ESTRUCTURA:** blocs subangulars. **CONSISTÈNCIA:** friable. **CIMENTACIONS:** - **ACUMULACIONS:** - **MATÈRIA ORGÀNICA:** baix. **ACTIVITAT DE LA FAUNA:** poca. **ARRELS:** poques. **ACTIVITAT ANTRÒPICA:** -. **PROVES DE CAMP:** a la matriu reacció al HCl 11%: no hi ha. **ESTUDI DE SUPERFÍCIES:** -. **AMPLITUD DEL LÍMIT:** abrupta. **FORMA DEL LÍMIT:** plana  
**HORITZÓ DIAGNÒSTIC:** Òcric.

**40-100cm Bt1**

**ESTAT D'HUMITAT:** sec. **COLOR:** de la matriu: 10YR 6/3. **TAQUES:** no hi ha. **ESTAT OXIDOREDUCCIÓ:** oxidació. **ELEMENTS GROSSOS:** > 40% graverenc. **CLASSE TEXTURAL:** moderadament grossa. **ESTRUCTURA:** blocs subangulars. **CONSISTÈNCIA:** friable. **CIMENTACIONS:** - **ACUMULACIONS:** - **MATÈRIA ORGÀNICA:** baix. **ACTIVITAT DE LA FAUNA:** poca. **ARRELS:** molt poques. **ACTIVITAT ANTRÒPICA:** -. **PROVES DE CAMP:** a la matriu reacció al HCl 11%: no hi ha. **ESTUDI DE SUPERFÍCIES:** Revestiments d'argila. **AMPLITUD DEL LÍMIT:** abrupta. **FORMA DEL LÍMIT:** plana.  
**HORITZÓ DIAGNÒSTIC:** Argílic.

**>100cm Bt2**

**ESTAT D'HUMITAT:** lleugerament humit. **COLOR:** de la matriu: 10YR 6/3. **TAQUES:** no hi ha. **ESTAT OXIDOREDUCCIÓ:** oxidació. **ELEMENTS GROSSOS:** 10% freqüents. **CLASSE TEXTURAL:** moderadament grossa. **ESTRUCTURA:** blocs subangulars. **CONSISTÈNCIA:** friable. **CIMENTACIONS:** - **ACUMULACIONS:** - **MATÈRIA ORGÀNICA:** baix. **ACTIVITAT DE LA FAUNA:** molt poca. **ARRELS:** molt poques. **ACTIVITAT ANTRÒPICA:** - **PROVES DE CAMP:** a la matriu reacció al HCl 11%: no hi ha. **ESTUDI DE SUPERFÍCIES:** revestiments d'argila.  
**HORITZÓ DIAGNÒSTIC:** Argílic.

**Dades analítiques: VILAJUIGA-1-CAT/02/172235-03**

Profunditat (cm)	Horitzó genètic	pH (1:2.5) H <sub>2</sub> O	C.E. (1:5) dS/m	Carboni orgànic (%)	Matèria orgànica (%)	Nitrogen Total (%)	Relació C/N	CO <sub>3</sub> Ca equiv. (%)	CIC cmol <sub>(+)</sub> ·Kg <sup>-1</sup>
0-20	Ap	6.87	0.07	0.59	1.01	0.10	5.9	0	9.6
20-40		6.57	0.04	0.50	0.86	0.06	8.9	0	
40-60	Bt1	6.01	0.05	0.24	0.42			0	10.56
60-80		6.03	0.05	0.20	0.34			0	
80-100	Bt2	6.04	0.05	0.19	0.32			0	10.8
>100									

Granulometria							
Profunditat (cm)	Horitzó genètic	Sorra grossa (%)	Sorra fina (%)	Llims (%)	Argila (%)	Classe Textural (ISS)	Elements grossos (% p/p)
0-20	Ap	49.7	34.3	7.7	8.3	FRANCO ARENOSA	27.7
20-40		49.3	32.4	8.4	9.9	FRANCO ARENOSA	29.9
40-60	Bt1	43.8	29.9	11.6	14.7	FRANCO ARENOSA	32.9
60-80		39.7	30.7	12.8	16.8	FRANCO ARENOSA	29.3
80-100	Bt2	43.8	27.3	12.3	16.6	FRANCO ARENOSA	29.8
>100							

Profunditat (cm)	Horitzó genètic	COLOR	CRAD* cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	-33KPa* cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	-1500kPa* cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>
0-20	Ap	10YR 5/3	0.08	0.16	0.08
20-40		10YR 6/3			
40-60	Bt1	10YR 6/3			
60-80		10YR 6/3	0.09	0.21	0.12
80-100	Bt2	10YR 6/3			
>100					

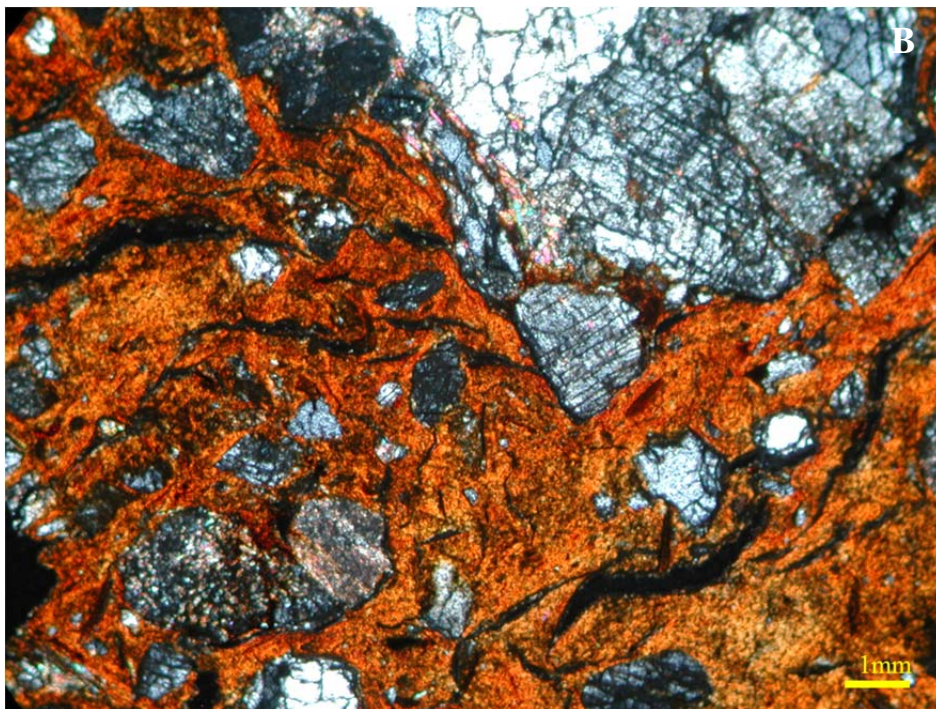
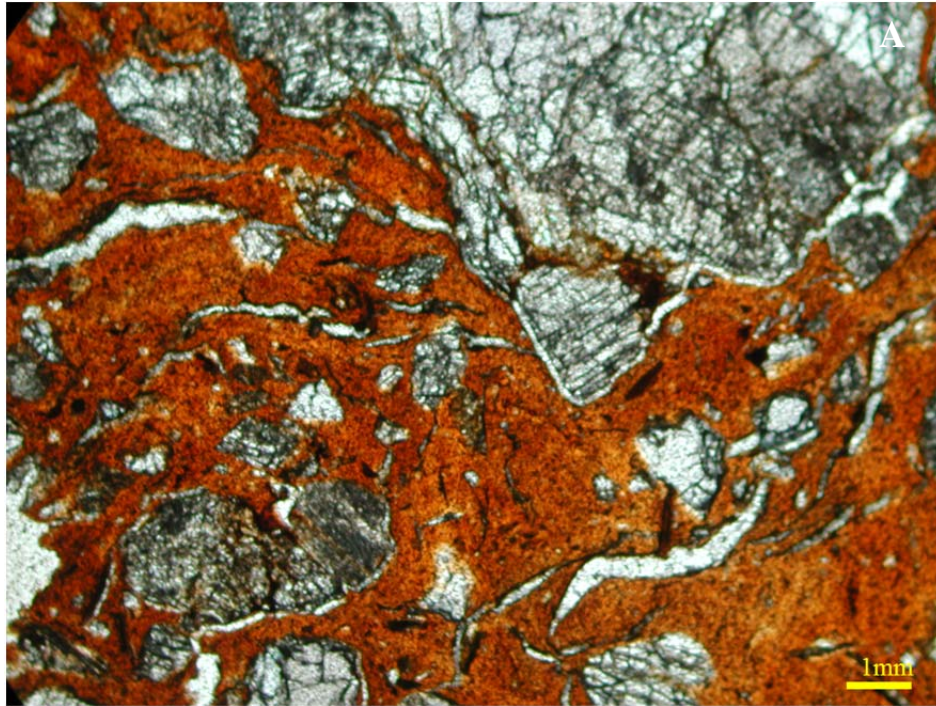
**Mineralogia: VILAJUIGA-1-CAT/02/172235-03**Mineralogia total (pols): S'aprecien en ordre d'abundància relativa:

- 0-20cm: Quars, Albita, Ortòclasi, Il·lita  
 20-40cm: Quars, Albita, Ortòclasi, Il·lita  
 40-60cm: Quars, Albita, Ortòclasi, Il·lita  
 60-80cm: Quars, Albita, Ortòclasi, Il·lita

Agregats orientats de la fracció argila: S'aprecien en ordre d'abundància relativa:

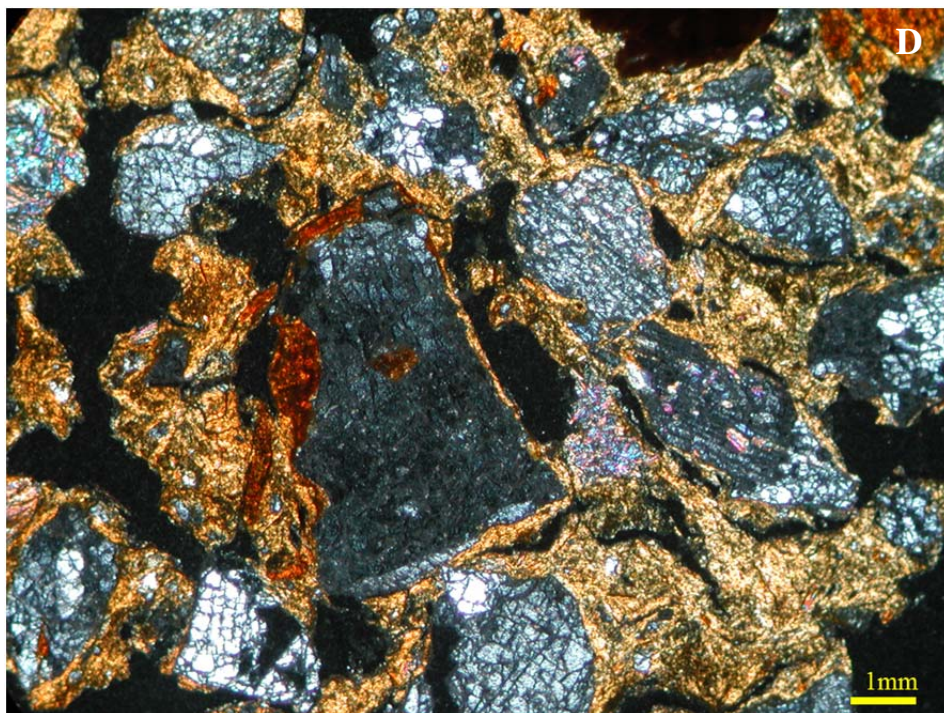
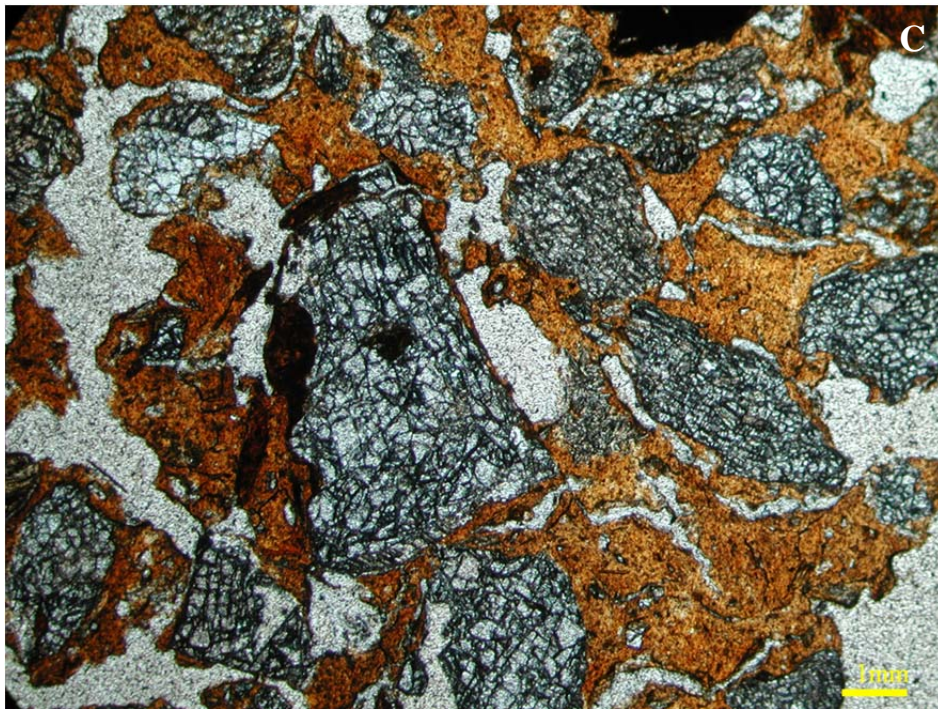
- 0-20cm: Agregats orientats  
 -Normal: Il·lita, Caolinita  
 -Glicolat: Il·lita, Caolinita  
 -550°C Il·lita  
 20-40cm: Agregats orientats  
 -Normal: Il·lita, Caolinita  
 -Glicolat: Il·lita, Caolinita  
 -550°C Il·lita  
 40-60cm: Agregats orientats  
 -Normal: Il·lita, Caolinita  
 -Glicolat: Il·lita, Caolinita  
 -550°C Il·lita  
 60-80cm: Agregats orientats  
 -Normal: Il·lita, Caolinita  
 -Glicolat: Il·lita, Caolinita  
 -550°C Il·lita





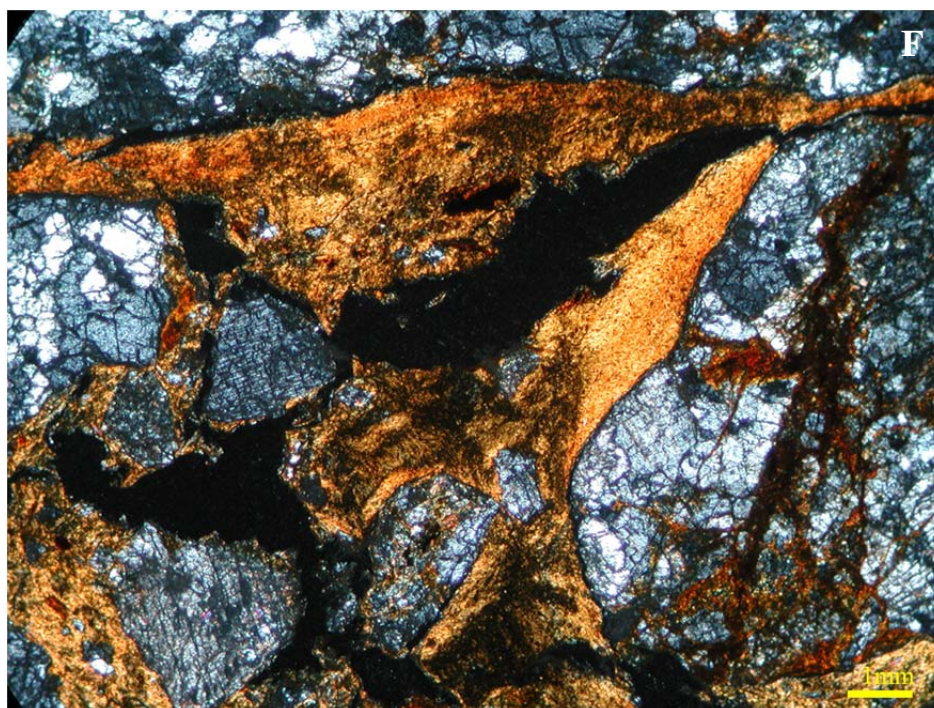
Microfotografia de làmina prima de l'horitzó Bt1 (a 50cm) del perfil Vilajuïga 1. A: Llum paral·lela. Acumulació d'argila entre els grànuls de quars i feldspats. B: Llum polaritzada. L'argila apareix en revestiments envoltant els clasts. Cal destacar la quantitat d'argila il·luviada.





Microfotografia de làmina prima de l'horitzò Bt1 (a 70cm) del perfil Vilajuïga 1. C: Llum paral·lela. Acumulació d'argila entre els grànuls de quars i feldspats. D: Llum polaritzada. L'argila apareix en revestiments envoltant els clasts.





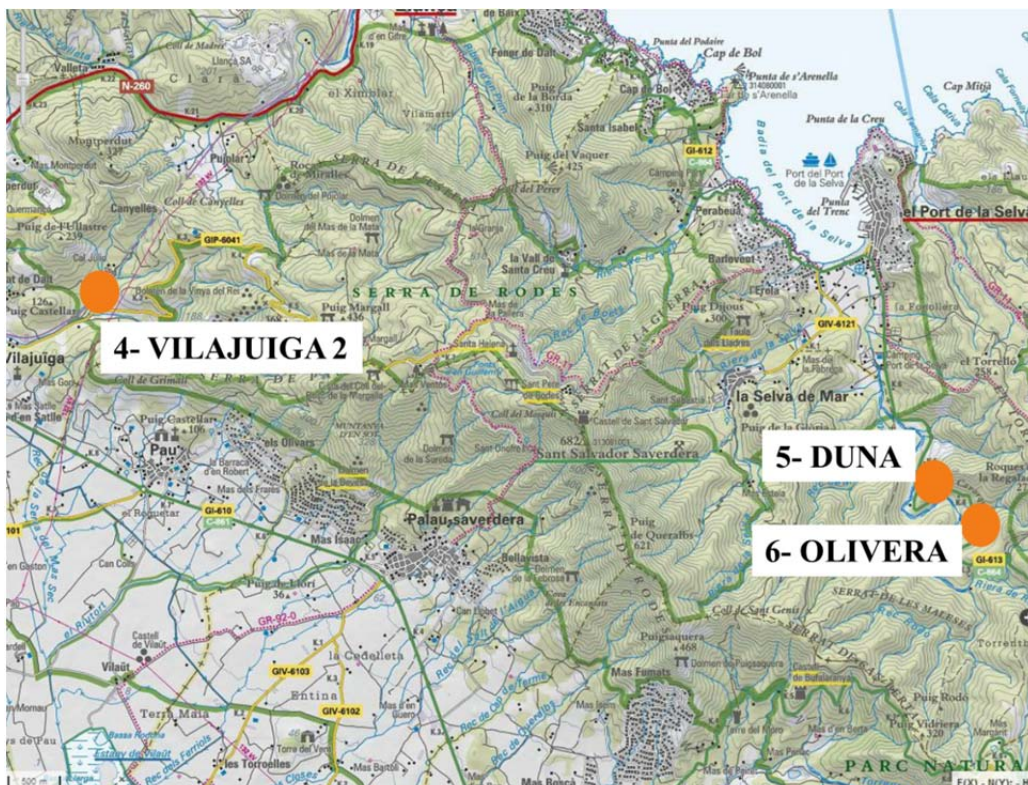
Microfotografia de làmina prima de l'horitzò Bt2 (a 100cm) del perfil Vilajuïga 1. E:Llum paral·lela. F: Llum polaritzada. Cutans d'argila orientada a l'interior de porositat irregular.



### 2.3. Sòls de les Serres Paleozoiques (Massís del Cap de Creus)

El Cap de Creus, presenta una riquesa geològica extraordinària. Està constituït principalment per materials paleozoics afectats per la tectònica i el metamorfisme hercinians (alternança de roques calcàries marmoritzades, gresos, marbres i pissarres). Al Port de la Selva s'hi troba un aflorament de gneis del sòcol paleozoic que és un dels afloraments de roques més antigues de tot Catalunya. Aquests materials paleozoics només estan recoberts per dipòsits quaternaris en alguns fons de vall i rarament en algun vessant. Al Port de la Selva hi podem trobar les acumulacions (per acció del vent) de sorres en les vessants de la vall de la Riera de Romanyac. En l'extrem oriental de la península del Cap de Creus trobem roques metamòrfiques granítiques i, en el puig d'es Quers, sèries de pissarres i quarzites intercalades amb roques volcàniques.

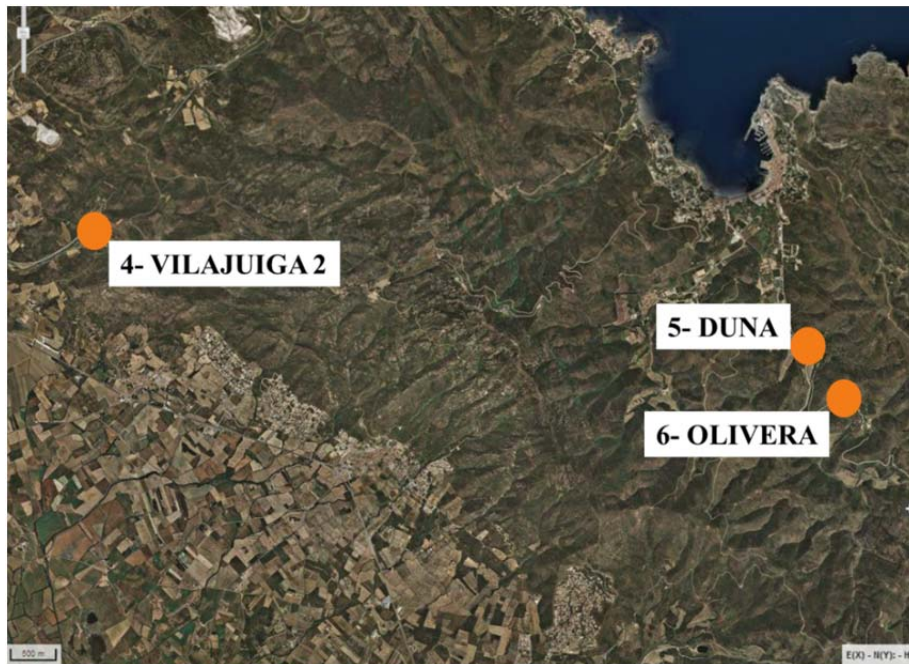
En els mapes següents podem veure la localització, fisiografia i geologia (mapes 17, 18 i 19 respectivament) dels llocs on s'han obert els escandalls per a la descripció dels sòls de les Serres del Massís del Cap de Creus.



Mapa 17.- Mapa topogràfic. Sòls de les serres del Massís del Cap de Creus.

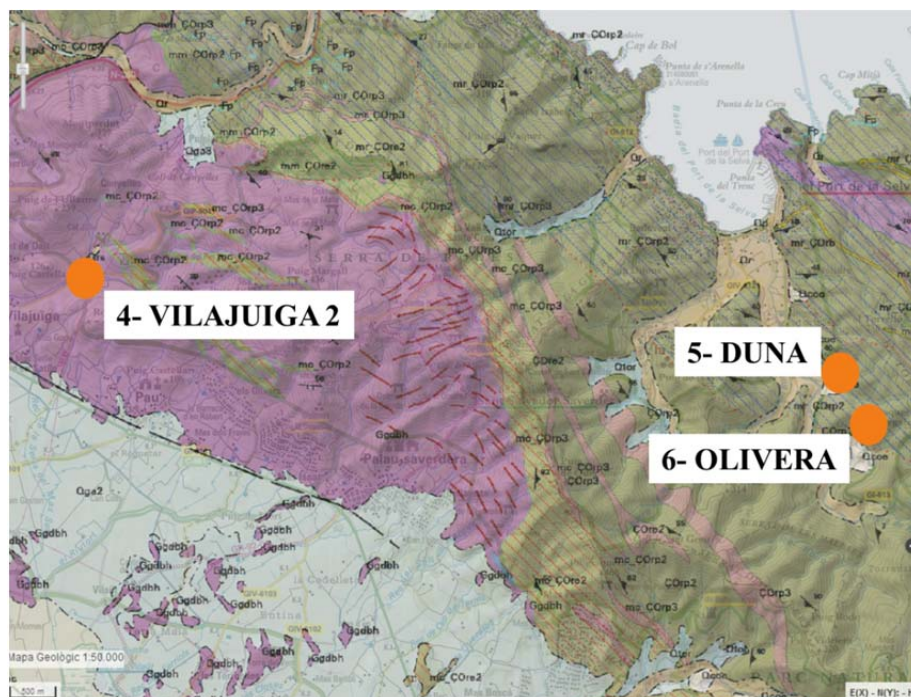
Font: <http://www.icc.cat>





Mapa 18.- Ortofotomapa. Sòls de les serres del Massís del Cap de Creus.

Font: <http://www.icc.cat>



Mapa 19.- Mapa geològic. Sòls de les serres del Massís del Cap de Creus.

Font: <http://www.icc.cat>

Llegenda mapa geològic 1:50.000. En violeta: **Ggdbh**: Granodiorita biotititornoblèndica. Carbonífer-Permià. En gris clar: **Qcoe**: Dipòsits mixts col·luvials i eòlics. Sorres amb intercalacions de clast. Plistocè superior. En marró, ratllat: **mr\_ÇOrp2**: Esquistos i alternança de pissarres i fil·lites. Materials de la unitat ÇOrp2 afectats per metamorfisme regional. Edat del metamorfisme: Carbonífer- Permià.

### 2.3.1. Perfil 4. Vilajuïga. Sòl sobre granodiorites en antiga terrassa abandonada

#### Perfil: VILAJUIGA-2-CAT/02/172235-04

##### - SITUACIÓ

**TERME MUNICIPAL:** Vilajuïga  
**PARATGE:** Can Pep Satle. Carretera de Sant pere de Rodes.  
**COORDENADES:** : E(X)508964m – N(Y)4686560m  
 UTM 31N/ED50  
**ALTITUD:** 58m.

##### - GEOMORFOLOGIA

**ESCALA D'OBSERVACIÓ:** Decamètrica  
**FORMA DEL RELLEU:** Vessant  
**MODIFICACIÓ DE LA FORMA:** Terrasses de paret seca  
**TRETS EROSIUS:** erosió hídrica  
**MORFOLOGIA LOCAL:**  
**SITUACIÓ DEL PERFIL:** part baixa d'una terrassa  
**PENDENT GENERAL:** 10%  
**PENDENT LOCAL:** 3%  
**LONGITUD:** 20m  
**ORIENTACIÓ:** Est - Oest

- **MATERIAL ORIGINAL:** Ggdbh. Granodiorita  
biotiticohornblèndica amb diferents graus de meteorització
- **USOS DEL SÒL I VEGETACIÓ:** olivera abandonada
- **PROFUNDITAT EFECTIVA:** 50cm. Poc profund.
- **PEDREGOSITAT SUPERFICIAL:** 10%. graverenc
- **AFLOREMENTS ROCOSOS:** en zones erosionades
- **DRENATGE:** ben drenat.
- **CRAD:** molt baixa
- **CLIMA DEL SÒL (SSS)**  
**RÈGIM D'HUMITAT:** Xèric  
**RÈGIM DE TEMPERATURA:** Tèrmic
- **CLASSIFICACIÓ TEMPTATIVA:**  
**SSS (2010):** Lithic Xerorthent  
**WRB (2006):** Regosòl hàplic



A: Perfil Vilajuïga 2 desenvolupat sobre granodiorita en una terrassa antigament conreada. B: Panoràmica de la zona.

**Descripció: VILAJUIGA-2-CAT/02/172235-04****0-30cm A1**

**ESTAT D'HUMITAT:** sec. **COLOR:** de la matriu: 10YR 4/4. **TAQUES:** no hi ha. **ESTAT OXIDOREDUCCIÓ:** oxidació. **ELEMENTS GROSSOS:** freqüents. **CLASSE TEXTURAL:** moderadament grossa. **ESTRUCTURA:** granular composta. **CONSISTÈNCIA:** friable. **CIMENTACIONS:** - **ACUMULACIONS:** - **MATÈRIA ORGÀNICA:** baix. **ACTIVITAT DE LA FAUNA:** poca. **ARRELS:** poques. **ACTIVITAT ANTRÒPICA:** -. **PROVES DE CAMP:** a la matriu reacció al HCl 11%: no hi ha. **ESTUDI DE SUPERFÍCIES:** -. **AMPLITUD DEL LÍMIT:** abrupta. **FORMA DEL LÍMIT:** ondulat. **HORIZÓ DIAGNÒSTIC:** Òcric.

**30-50cm A/R**

**ESTAT D'HUMITAT:** sec. **COLOR:** de la matriu: 10YR 5/4. **TAQUES:** no hi ha. **ESTAT OXIDOREDUCCIÓ:** oxidació. **ELEMENTS GROSSOS:** >50% molt freqüents. **CLASSE TEXTURAL:** grossa. **ESTRUCTURA:** blocs subangulars. **CONSISTÈNCIA:** friable. **CIMENTACIONS:** - **ACUMULACIONS:** - **MATÈRIA ORGÀNICA:** baix. **ACTIVITAT DE LA FAUNA:** poca. **ARRELS:** poques. **ACTIVITAT ANTRÒPICA:** -. **PROVES DE CAMP:** a la matriu reacció al HCl 11%: no hi ha. **ESTUDI DE SUPERFÍCIES:** -. **AMPLITUD DEL LÍMIT:** abrupte. **FORMA DEL LÍMIT:** pla. **HORIZÓ DIAGNÒSTIC:** Òcric.

**>50cm R** (roca amb un cert grau de meteorització)



**Dades analítiques: VILAJUIGA-2-CAT/02/172235-04**

Profunditat (cm)	Horitzó genètic	pH (1:2.5) H <sub>2</sub> O	C.E. (1:5) dS/m	Carboni orgànic (%)	Matèria orgànica (%)	Nitrogen Total (%)	Relació C/N	CO <sub>3</sub> Ca equiv. (%)	CIC cmol <sub>(+)</sub> .Kg <sup>-1</sup>
0-10	A1	6.09	0.08	1.44	2.49	0.19	7.6	0	
10-20		6.48	0.05	0.53	0.91	0.06	8.4	0	16.4
20-30	A/R	6.54	0.05	0.46	0.79			0	16.6
30-50		6.53	0.06	0.39	0.66			0	
>50	R	6.57	0.10	0.11	0.20			0	

Granulometria							
Profunditat (cm)	Horitzó genètic	Sorra grossa (%)	Sorra fina (%)	Llims (%)	Argila (%)	Classe Textural (ISSS)	Elements grossos (% p/p)
0-10	A1	46.3	31.4	11.4	10.9	FRANCOARENOSA	51.3
10-20		43.0	32.6	12.9	11.5	FRANCOARENOSA	40.0
20-30	A/R	46.9	30.0	11.3	11.8	FRANCOARENOSA	68.3
30-50		90.0	90.0	-	-	ARENOSA	90.5
>50	R	90.0	10.0	-	-	ARENOSA	87.9

Profunditat (cm)	Horitzó genètic	COLOR	CRAD* cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	-33KPa* cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	-1500kPa* cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>
0-10	A1	10YR 5/3			
10-20		10YR 6/4			
20-30	A/R	10YR 6/4	0.08	0.17	0.09
30-50		10YR 5/6			
>50	R	10YR 5/6			

**Mineralogia: VILAJUIGA-2-CAT/02/172235-04**Mineralogia total (pols): S'aprecien en ordre d'abundància relativa:

- 0-10cm: Quars, Albita, Ortòclasi, Il·lita
- 10-20cm: Quars, Albita, Ortòclasi, Il·lita
- 20-50cm: Quars, Albita, Ortòclasi, Il·lita
- >50cm: Quars, Albita, Ortòclasi, Hematites, Il·lita

Agregats orientats de la fracció argila: S'aprecien en ordre d'abundància relativa:

- 0-10cm: Agregats orientats  
 -Normal: Il·lita, Caolinita  
 -Glicolat: Il·lita, Caolinita  
 -550°C Il·lita
- 10-20cm: Agregats orientats  
 -Normal: Il·lita, Caolinita  
 -Glicolat: Il·lita, Caolinita  
 -550°C Il·lita
- 20-50cm: Agregats orientats  
 -Normal: Il·lita, Caolinita  
 -Glicolat: Il·lita, Caolinita  
 -550°C Il·lita
- >50cm: Agregats orientats  
 -Normal: Il·lita, Caolinita  
 -Glicolat: Il·lita, Caolinita  
 -550°C Il·lita

### 2.3.2. Perfil 5. El Port de la Selva. Dunes fòssils. Processos de carbonatació / descarbonatació en ambient silícic

**Perfil: DUNA-CAT/02/171404-05**

#### - SITUACIÓ

**TERME MUNICIPAL:** El Port de la Selva

**PARATGE:** Les cavorques - Restaurant "Els Pins".

**COORDENADES:** E(X)518022m - N(Y)4684330m  
UTM 31N/ED50

**ALTITUD:** 75m

#### - GEOMORFOLOGIA

**ESCALA D'OBSERVACIÓ:** Decamètrica

**FORMA DEL RELLEU:** Vessant

**MODIFICACIÓ DE LA FORMA:** Terrasses de paret seca

**TRETS EROSIUS:** Notables

**MORFOLOGIA LOCAL:**

**SITUACIÓ DEL PERFIL:** part baixa de la vessant

**PENDENT GENERAL:** 10%

**PENDENT LOCAL:** 3%

**LONGITUD:** 10m

**ORIENTACIÓ:** Est - Oest

**- MATERIAL ORIGINAL:** Qcoe. Dipòsits mixts col·luvials i eòlics. Sorres amb intercalacions de clasts

**- USOS DEL SÒL I VEGETACIÓ:** Pineda

**- PROFUNDITAT EFECTIVA:** molt poc profund

**- PEDREGOSITAT SUPERFICIAL:** no hi ha

**- AFLORAMENTS ROCOSOS:** no existents

**- DRENATGE:** ben drenat

**- CRAD:** molt baixa

**- CLIMA DEL SÒL (SSS)**

**RÈGIM D'HUMITAT:** Xèric

**RÈGIM DE TEMPERATURA:** Tèrmic

**-CLASSIFICACIÓ TEMPTATIVA:**

**SSS (2010):** Typic Xeropsamment

**WRB (2006):** Leptosòl èutric



A: Panoràmica de la zona on es troba el perfil. B: Perfil desenvolupat sobre una dunes fòssil.

**Descripció: DUNA-CAT/02/171404-05****-5-0cm O****0-10cm Ah**

**ESTAT D'HUMITAT:** sec. **COLOR:** de la matriu 10YR 5/2. **TAQUES:** no hi ha. **ESTAT OXIDOREDUCCIÓ:** oxidació. **ELEMENTS GROSSOS:** no hi ha. **CLASSE TEXTURAL:** grossa. **ESTRUCTURA:** granular composta. **CONSISTÈNCIA:** friable. **CIMENTACIONS:** - **ACUMULACIONS:** - **MATÈRIA ORGÀNICA:** mitja. **ACTIVITAT DE LA FAUNA:** poca. **ARRELS:** poques. **ACTIVITAT ANTRÒPICA:** -. **PROVES DE CAMP:** a la matriu reacció al HCl 11%: baix. **ESTUDI DE SUPERFÍCIES:** -. **AMPLITUD DEL LÍMIT:** abrupta. **FORMA DEL LÍMIT:** plana  
**HORITZÓ DIAGNÒSTIC:** Òcric

**>10cm Ckm****Dades analítiques: DUNA-CAT/02/171404-05**

Profunditat (cm)	Horitzó genètic	pH (1:2.5) H <sub>2</sub> O	C.E. (1:5) dS/m	Carboni orgànic (%)	Matèria orgànica (%)	Nitrogen Total (%)	Relació C/N	CO <sub>3</sub> Ca equiv. (%)	CIC cmol(+)Kg <sup>-1</sup>
0-5	Ah	8.09	0.18	0.86	1.48	0.13	6.7	2.60	
5-10		8.38	0.12	0.50	0.86	0.06	8.7	4.80	
>10	Ckm	8.56	0.32	0.07	0.12			5.60	

Granulometria							
Profunditat (cm)	Horitzó genètic	Sorra grossa (%)	Sorra fina (%)	Llims (%)	Argila (%)	Classe Textural (ISSS)	Elements grossos (% p/p)
0-5	Ah	90.0	5.0	3.0	2.0	ARENOSA	37.2
5-10		90.0	10.0	-	-	ARENOSA	40.6
>10	Ckm	90.0	10.0	-	-	ARENOSA	96.6

Profunditat (cm)	Horitzó genètic	COLOR	CRAD	-33KPa	-1500kPa
0-5	Ah	10YR 5/2			
5-10		10YR 5/4			
>10	Ckm	10YR 6/6			

**Mineralogia i SEM: DUNA-CAT/02/171404-05**Mineralogia total (pols) sense tractament: S'aprecien en ordre d'abundància relativa:

Mostra 1: Quars, Calcita, Albita, Sanidina, Moscovita, Anortòclasi

Mostra 2: Quars, Calcita, Albita, Sanidina, Moscovita, Anortòclasi

Mineralogia total (pols) tractament HCl 8N: S'aprecien en ordre d'abundància relativa

Mostra 1: Quars, Albita, Sanidina, Moscovita, Anortòclasi

Mostra 2: Quars, Albita, Sanidina, Moscovita, Anortòclasi

Es calcula un cement calcari del 38% aproximadament.

Agregats orientats de la fracció argila: S'aprecien en ordre d'abundància relativa:

Mostra 1: Agregats orientats  
 -Normal: Il·lita, Caolinita  
 -Glicolat: Il·lita, Caolinita  
 -550°C Il·lita

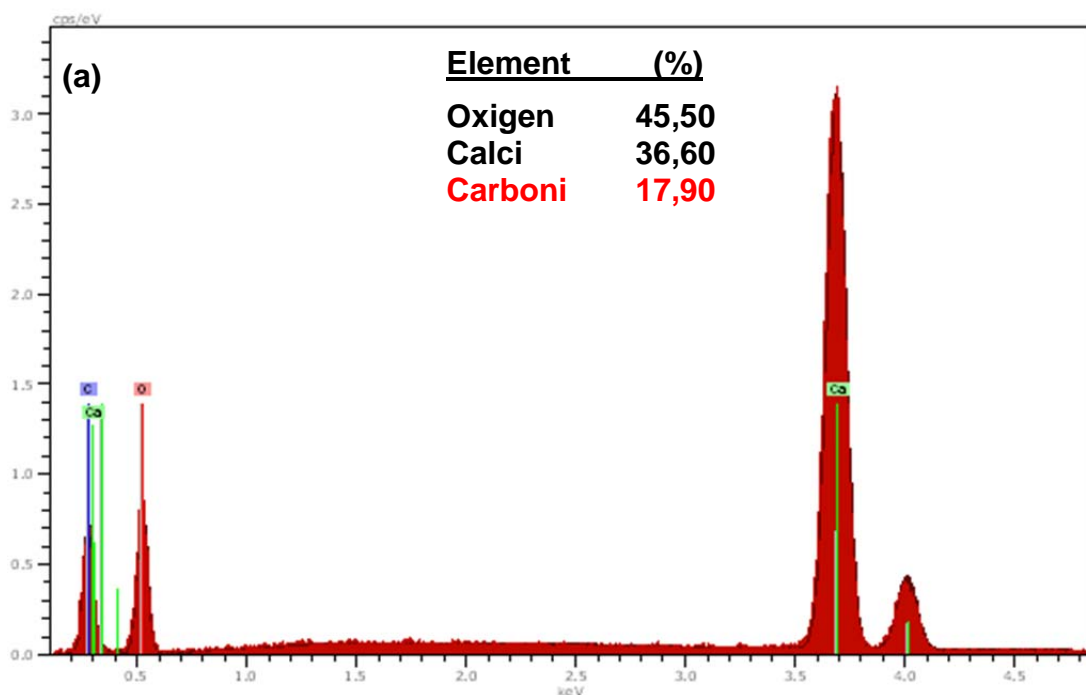
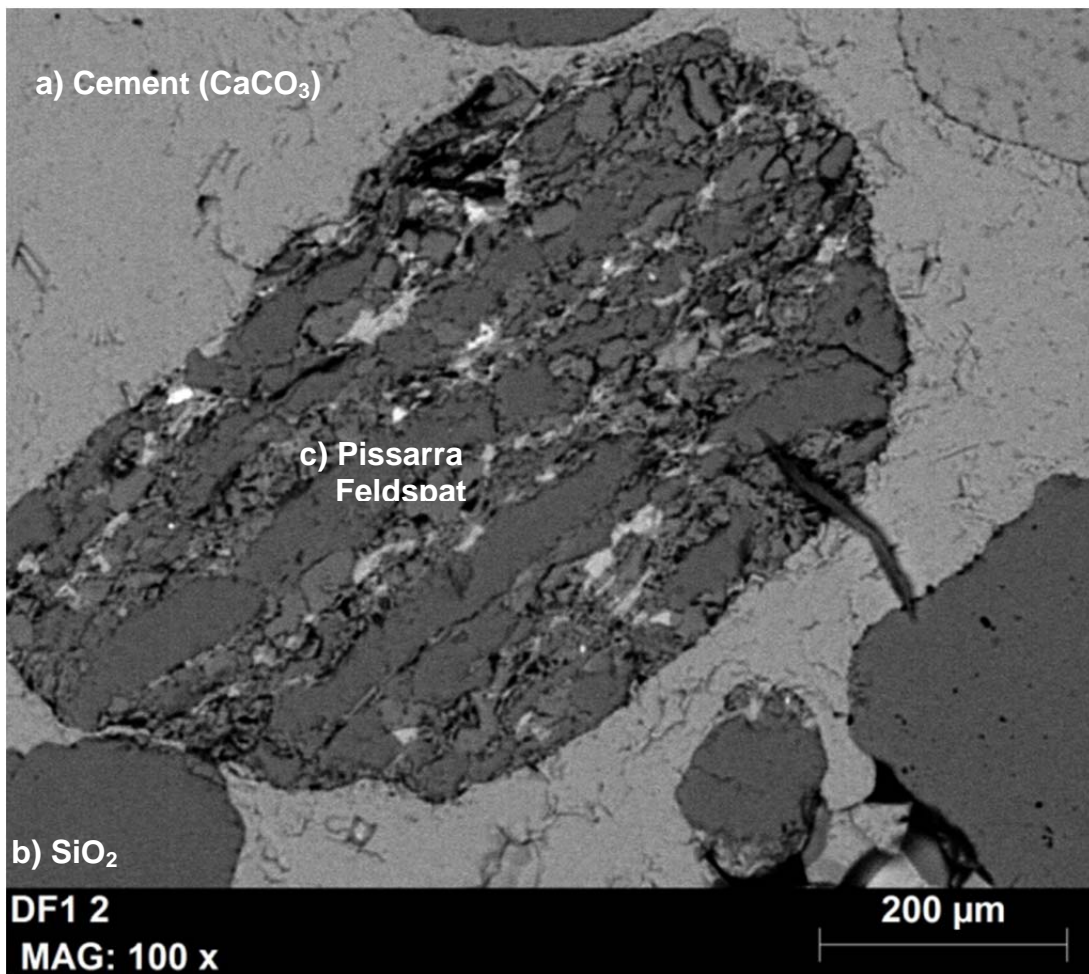
Mostra 2: Agregats orientats  
 -Normal: Il·lita, Caolinita  
 -Glicolat: Il·lita, Caolinita  
 -550°C Il·lita

Mostra 3: Agregats orientats  
 -Normal: Il·lita, Caolinita  
 -Glicolat: Il·lita, Caolinita  
 -550°C Il·lita

Mostra 4: Agregats orientats  
 -Normal: Il·lita, Caolinita  
 -Glicolat: Il·lita, Caolinita  
 -550°C Il·lita

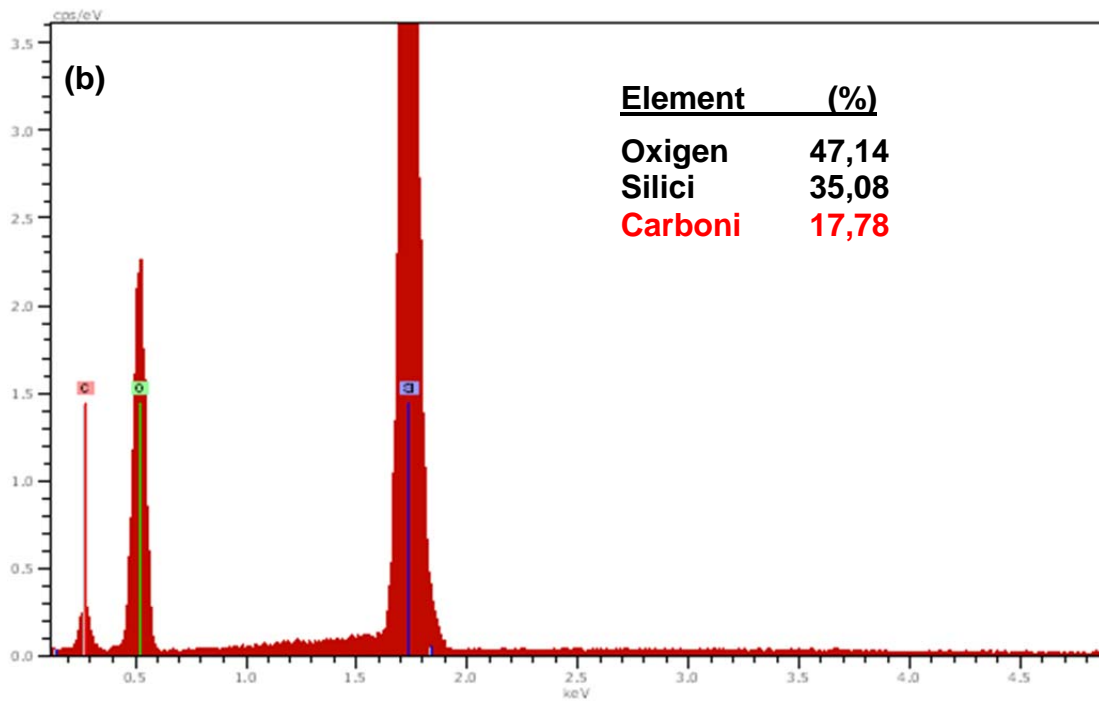


**Anàlisis SEM i EDXRA, i DRX de la duna fòssil de Port de la Selva.**

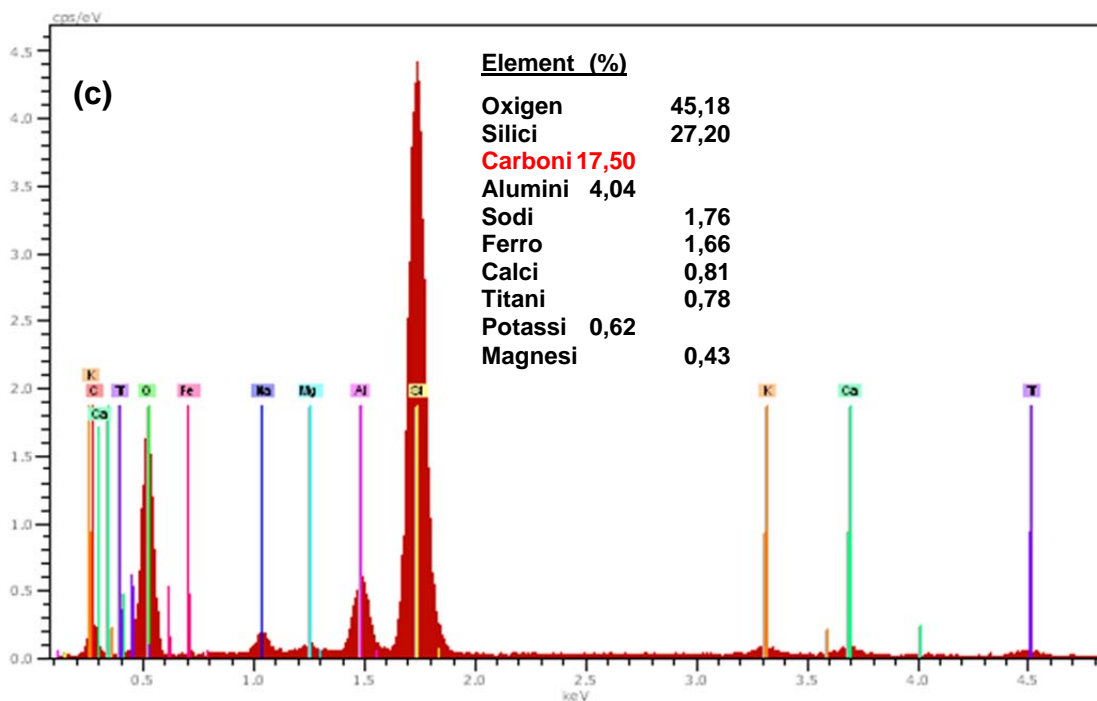


Anàlisi semi quantitativa per EDXRA.

Nota: El contingut de Carboni es exagerat perquè les mostres per SEM foren preparades amb C.

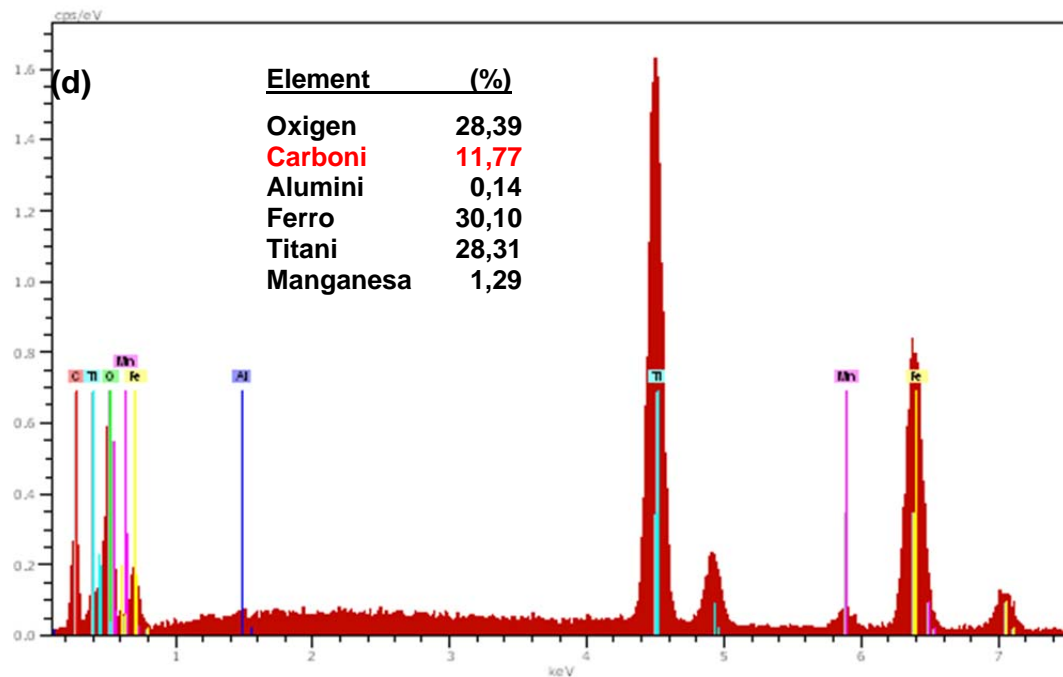
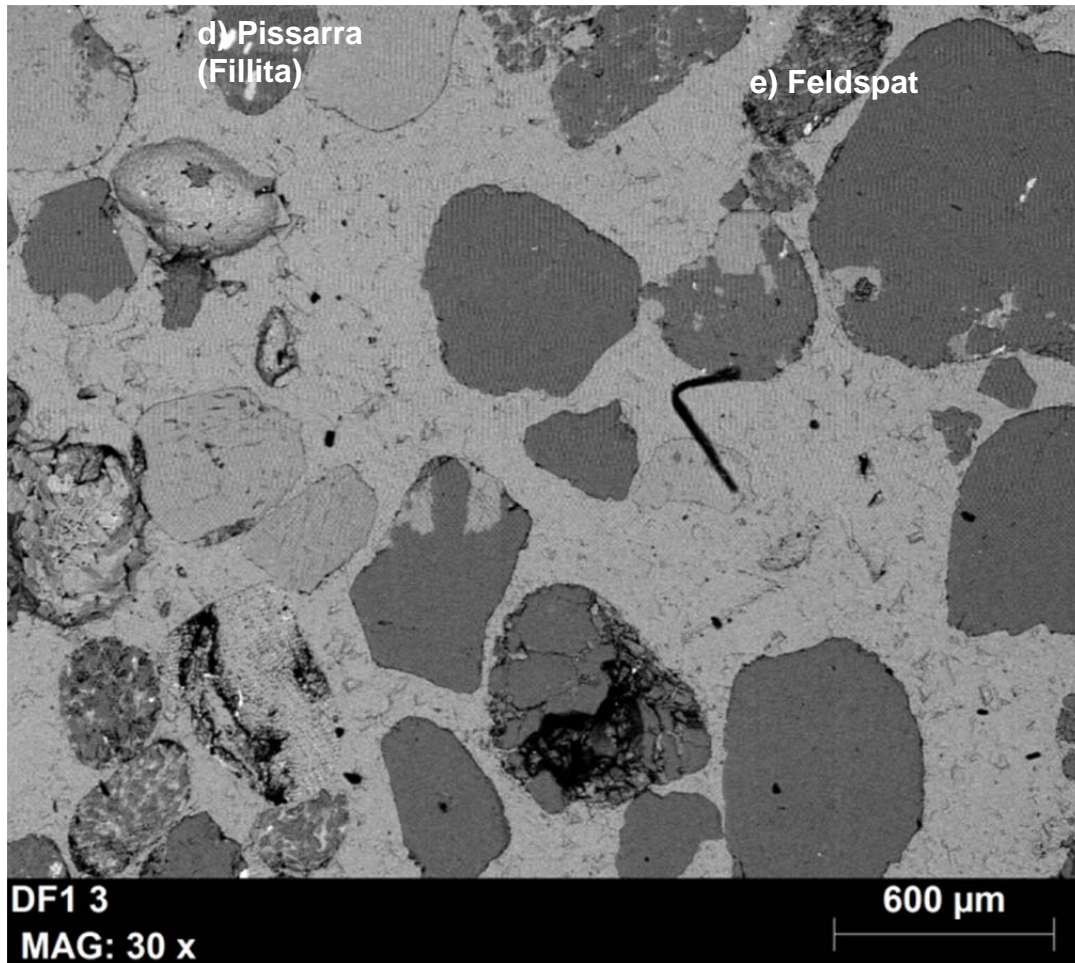


Anàlisi semi quantitativa per EDXRA.



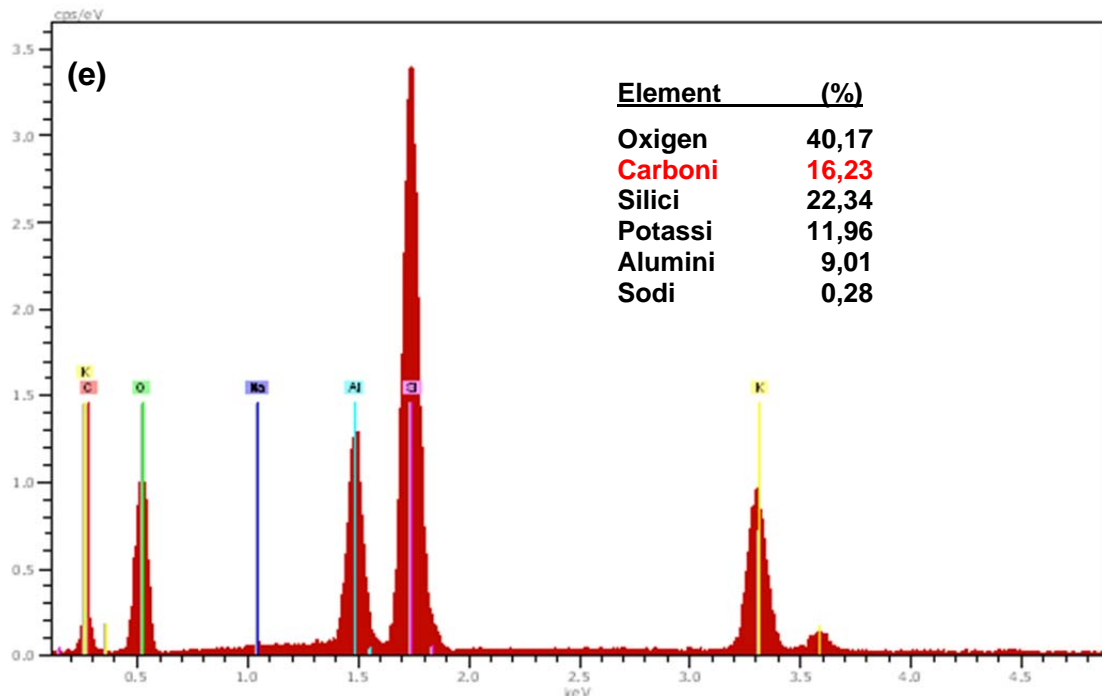
Anàlisi semi quantitativa per EDXRA.

S'evidencien elements que suggereixen la presència de quars, anortosa, albita, moscovita i biotita, clorita i hematites en associació dins dels grans de la mostra.

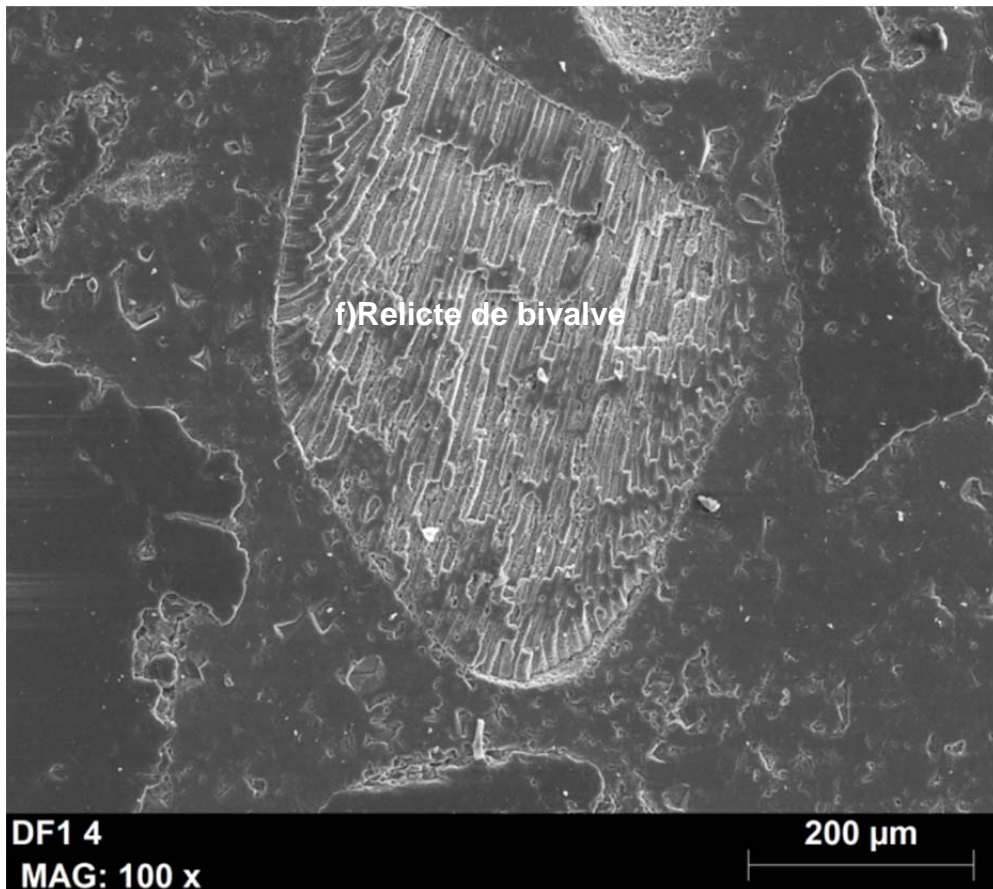


Anàlisi semi quantitativa per EDXRA.

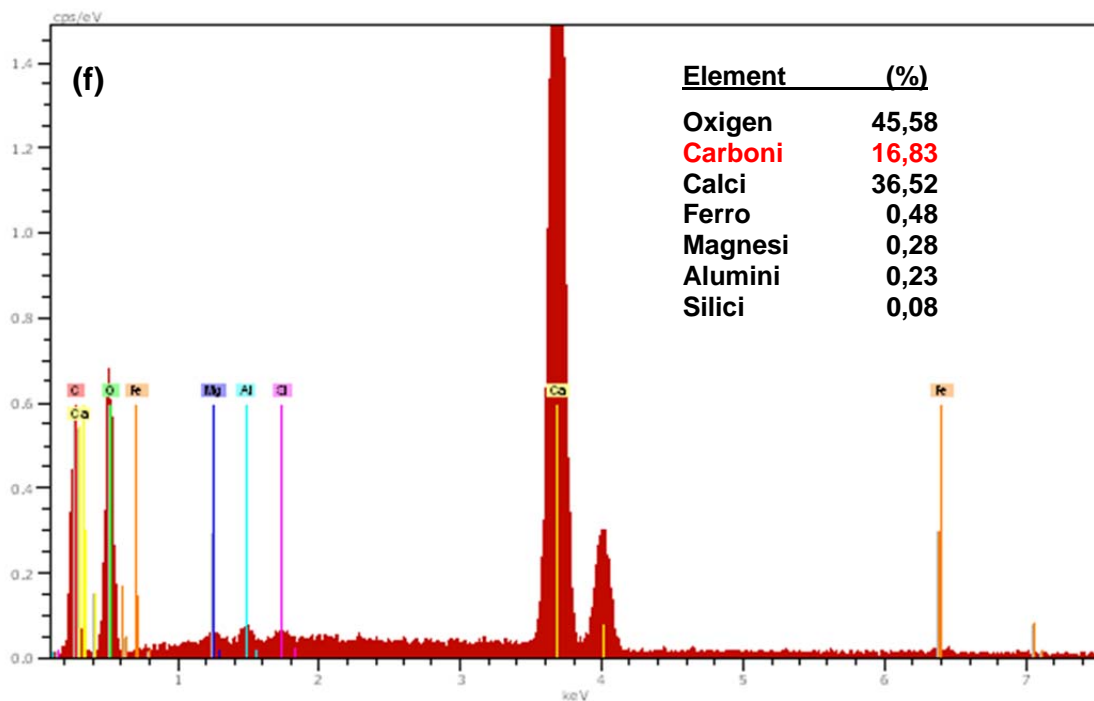
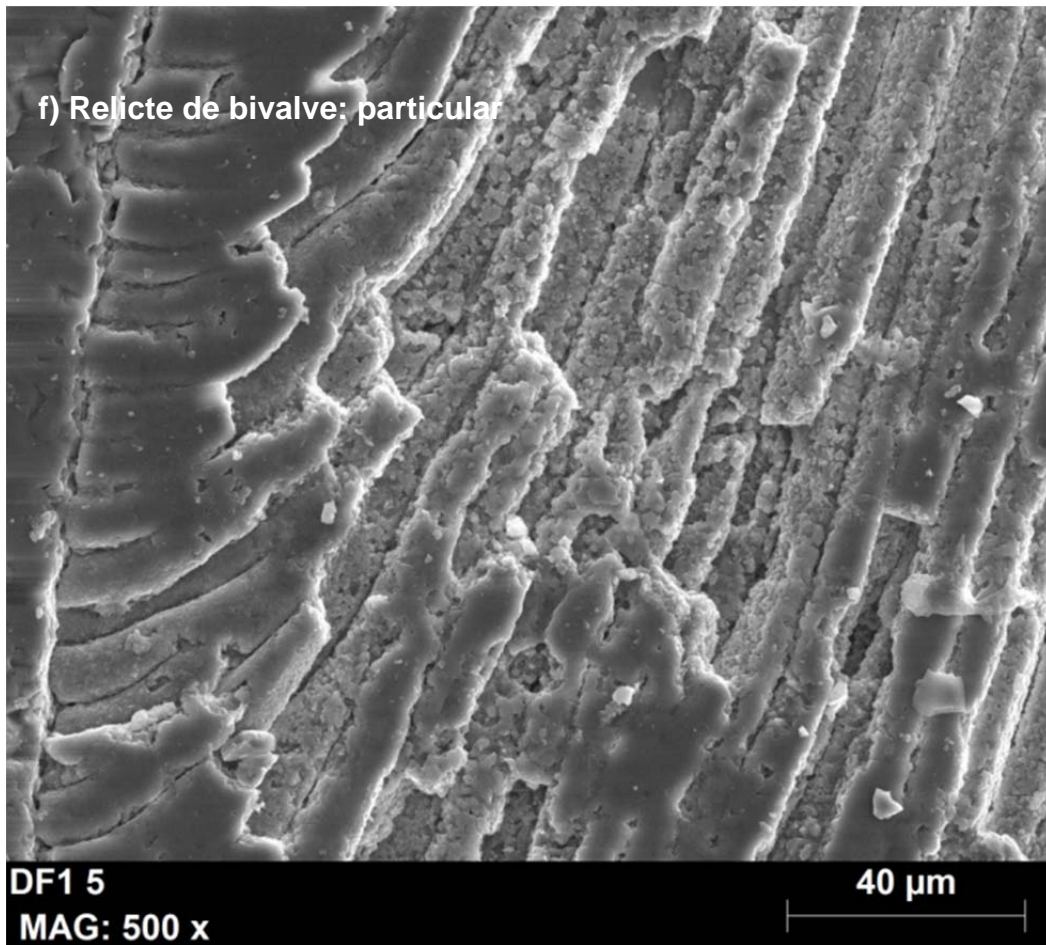
La presencia de Ti, Fe i Mn podria explicar una associació de minerals titanita-hematites en la fil·lita o astrofil·lita.



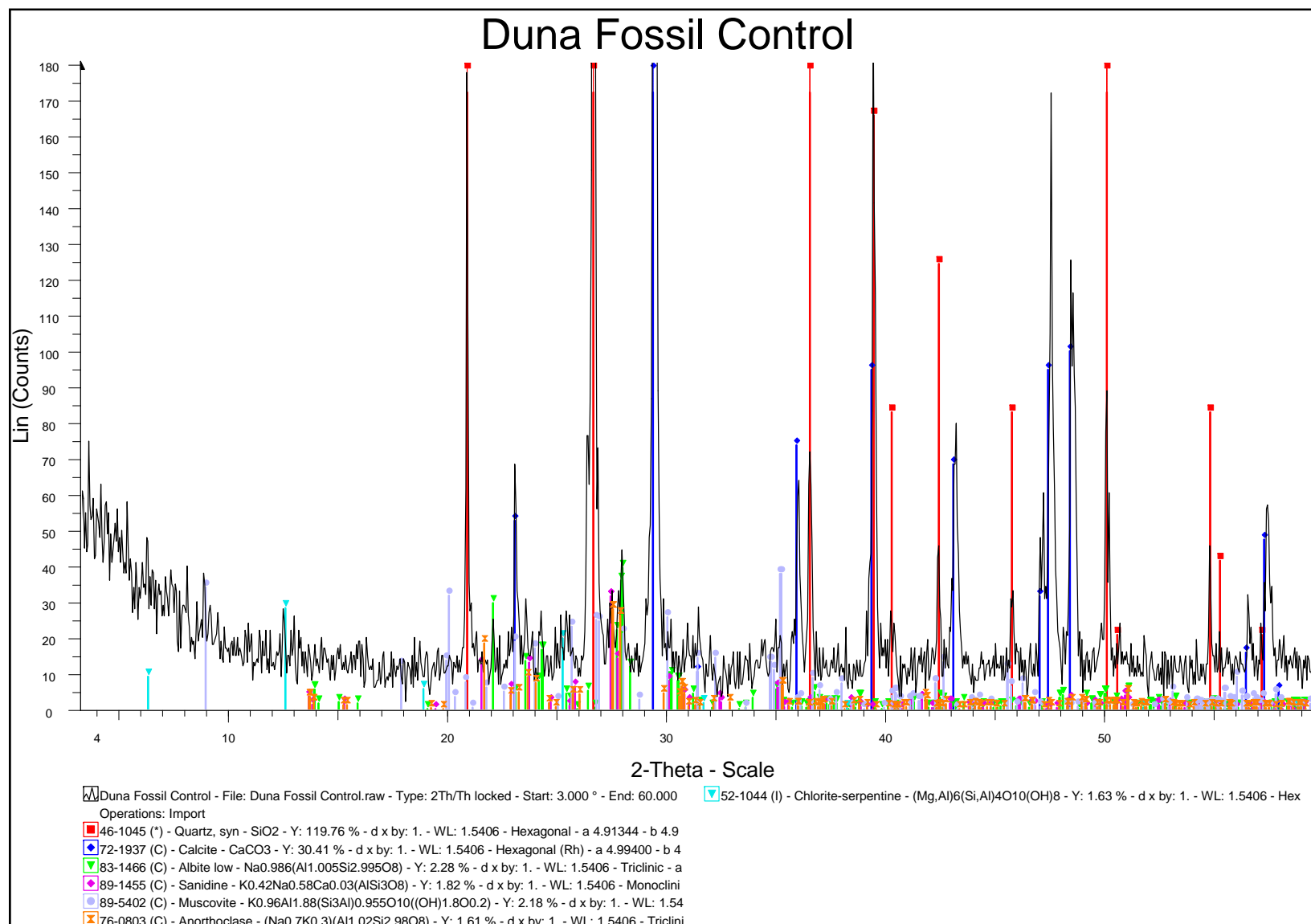
Anàlisi semi quantitativa per EDXRA.  
Els resultats poden indicar la presència de feldspat sanidina.



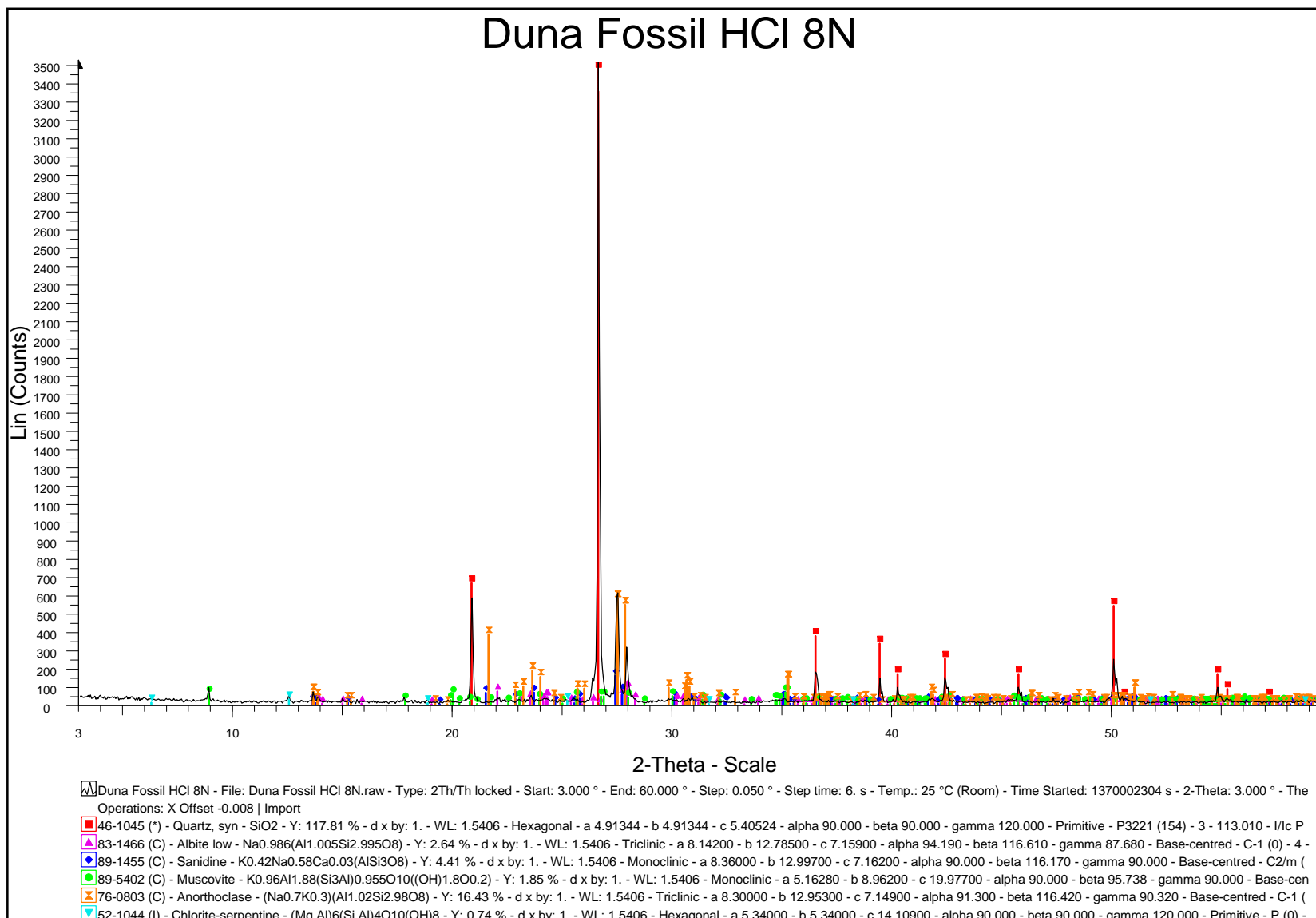




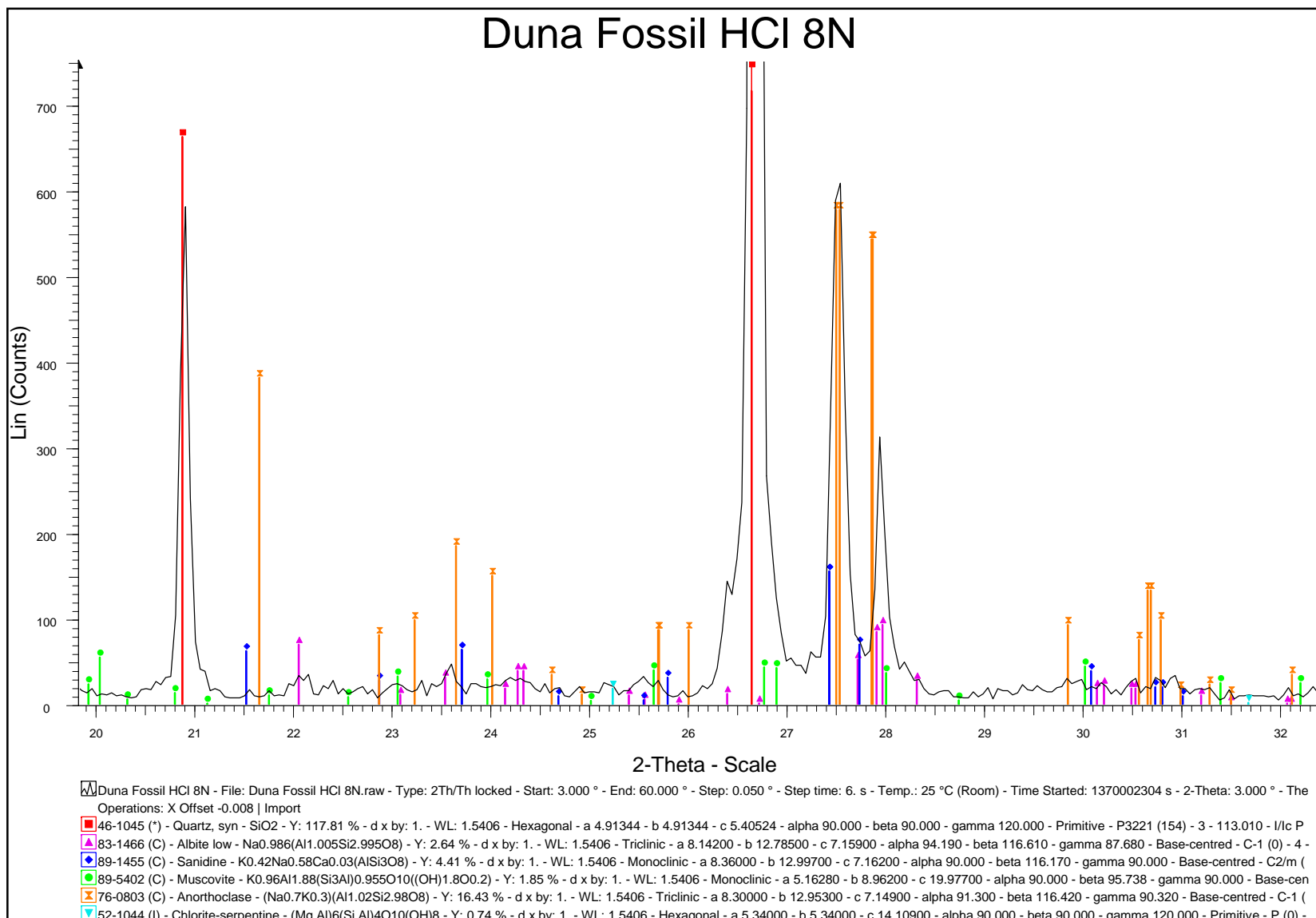
Anàlisi semi quantitativa per EDXRA.  
 El contingut de Ca fa suposar la procedència orgànica del ciment carbonàtic que ha consolidat la duna fòssil.



Es nota la presencia de diferents fases minerals en l'anàlisi mineralògica de pols (<50 μm).



Es nota la desaparició de la fase carbonàtica.



Espectre amb 2 $\theta$  reduït per una millor observació dels pics.



**Dissolució de carbonats en mostres de la duna fòssil de Port de la Selva**

Nº mostra	Control(g)	Residu després HCl 8N(g)	Diferència corresponent a CaCO <sub>3</sub> (g)	CaCO <sub>3</sub> /g	Ca/g	Cg/g	Og/g
1	18,69	10,86	7,83	0,41894061	0,16757624	0,05027287	0,20109149
2	17,06	10,42	6,64	0,38921454	0,15568581	0,04670574	0,18682298
3	24,15	14,39	9,76	0,40414079	0,16165631	0,04849689	0,19398758
4	22,5	14,65	7,85	0,34888889	0,13955556	0,04186667	0,16746667
5	24,37	16,15	8,22	0,33729996	0,13491998	0,040476	0,16190398
<b>media</b>	<b>21,354</b>	<b>13,294</b>	<b>8,06</b>	<b>0,37969696</b>	<b>0,15187878</b>	<b>0,04556363</b>	<b>0,18225454</b>
Sd	3,31	2,52	1,12	0,04	0,01	0,01	0,02

0,38(±0,04)g CaCO<sub>3</sub>/g material (38%) = 15% Ca, 5%C, 18% O  
 Al calcímetre (Eijkelkamp) s'obté un 35% de CaCO<sub>3</sub>.

En diferents punts de la carretera provincial GI-613 que va des del Coll de la Perafita al Port de la Selva (aproximadament en els punts quilomètrics 4, 5, 6 i 6.5 ), es poden observar unes dunes que representen els residus d'una cobertura d'edat eocènica en que s'havien alternat èpoques de deposició i èpoques d'erosió, tal com es pot observar en algun tall que trobem a peu de carretera, on s'aprecien les sorres barrejades amb la pissarra autòctona de la zona. En altres casos s'aprecien fins i tot estratificacions alternades de pissarres i sorres que indicarien períodes de escassa aportació de sorres principalment dipositades per erosió eòlica.

### 2.3.3. Perfil 6. El Port de la Selva. Sòl sobre esquistos en antiga terrassa abandonada

#### Perfil: OLIVERA-CAT/02/171404-06

##### - SITUACIÓ

**TERME MUNICIPAL:** El Port de la Selva

**PARATGE:** Pont d'en Revés.

**COORDENADES:** E(X)518333m – N(Y)4684330m

UTM 31N/ED50

**ALTITUD:** 125m

##### - GEOMORFOLOGIA

**ESCALA D'OBSERVACIÓ:** Hectomètrica

**FORMA DEL RELLEU:** Vessant

**MODIFICACIÓ DE LA FORMA:** Terrasses de paret seca

**TRETS EROSIUS:** Erosió hídrica

**MORFOLOGIA LOCAL:**

**SITUACIÓ DEL PERFIL:** part baixa d'una terrassa

**PENDENT GENERAL:** 10%

**PENDENT LOCAL:** 5%

**LONGITUD:** 10 m

**ORIENTACIÓ:** Nord-Sud

##### - MATERIAL ORIGINAL:

mr\_ÇOrp2 Esquistos i alternança de pissarres i fil·lites afectats de metamorfisme regional

##### - USOS DEL SÒL I VEGETACIÓ:

olivera

##### - PROFUNDITAT EFECTIVA:

80cm. Moderadament profund

##### - PEDREGOSITAT SUPERFICIAL:

molt graverenc

##### - AFLORAMENTS ROCOSOS:

no existents

##### - DRENATGE:

ben drenat

##### - CRAD:

molt baixa

##### - CLIMA DEL SÒL (SSS)

**RÈGIM D'HUMITAT:** Xèric

**RÈGIM DE TEMPERATURA:** Tèrmic

##### - CLASSIFICACIÓ TEMPTATIVA:

**SSS (2010):** Typic Xerorthent

**WRB (2006):** Regosòl hàplic



A: Perfil desenvolupat sobre esquistos en una antiga terrassa abandonada. B: Panoràmica de la zona dedicada antigament al conreu de l'olivera, avui abandonat.

**Descripció: OLIVERA-CAT/02/171404-06****0-30cm A1**

**ESTAT D'HUMITAT:** sec. **COLOR:** de la matriu: 10YR 5/3. **TAQUES:** no hi ha. **ESTAT OXIDOREDUCCIÓ:** oxidació. **ELEMENTS GROSSOS:** graverenc. **CLASSE TEXTURAL:** moderadament grossa. **ESTRUCTURA:** blocs subangulars. **CONSISTÈNCIA:** friable. **CIMENTACIONS:** - **ACUMULACIONS:** - **MATÈRIA ORGÀNICA:** baix. **ACTIVITAT DE LA FAUNA:** poca. **ARRELS:** freqüents. **ACTIVITAT ANTRÒPICA:** -. **PROVES DE CAMP:** a la matriu reacció al HCl 11%: no hi ha. **ESTUDI DE SUPERFÍCIES:** -. **AMPLITUD DEL LÍMIT:** abrupta. **FORMA DEL LÍMIT:** pla **HORITZÓ DIAGNÒSTIC:** Òcric

**30-80cm A2**

**ESTAT D'HUMITAT:** sec. **COLOR:** de la matriu: 10YR 5/4. **TAQUES:** no hi ha. **ESTAT OXIDOREDUCCIÓ:** oxidació. **ELEMENTS GROSSOS:** >70% molt graverenc. **CLASSE TEXTURAL:** moderadament grossa - grossa. **ESTRUCTURA:** blocs subangulars. **CONSISTÈNCIA:** friable. **CIMENTACIONS:** - **ACUMULACIONS:** - **MATÈRIA ORGÀNICA:** baix. **ACTIVITAT DE LA FAUNA:** poca. **ARRELS:** poques. **ACTIVITAT ANTRÒPICA:** -. **PROVES DE CAMP:** a la matriu reacció al HCl 11%: no hi ha. **ESTUDI DE SUPERFÍCIES:** -. **AMPLITUD DEL LÍMIT:** molt abrupta. **FORMA DEL LÍMIT:** pla **HORITZÓ DIAGNÒSTIC:** Òcric

**>80cm R**

**Dades analítiques: OLIVERA-CAT/02/171404-06**

Profunditat (cm)	Horitzó genètic	pH (1:2.5) H <sub>2</sub> O	C.E. (1:5) dS/m	Carboni orgànic (%)	Matèria orgànica (%)	Nitrogen Total (%)	Relació C/N	CO <sub>3</sub> Ca equiv. (%)	CIC cmol <sub>(+)</sub> .Kg <sup>-1</sup>
0-10	A1	6.29	0.08	1.29	2.22	0.16	8.06	0	
10-20	A1	6.48	0.06	0.74	1.28	0.10	7.40	0	17.04
20-30	A1	6.33	0.04	0.43	0.74			0	
30-40	A2	6.23	0.05	0.67	1.16				16.8
40-50	A2	5.98	0.05	0.64	1.11				
>50	A2	6.12	0.07	0.58	1.91				16.8

Granulometria							
Profunditat (cm)	Horitzó genètic	Sorra grossa (%)	Sorra fina (%)	Llims (%)	Argila (%)	Classe Textural (ISSS)	Elements grossos (% p/p)
0-10	A1	47.3	28.7	14.2	9.8	FRANCOARENOSA	63.38
10-20	A1	46.4	27.4	15.1	11.1	FRANCOARENOSA	65.18
20-30	A1	42.6	28.3	16.9	12.2	FRANCOARENOSA	31.96
30-40	A2	36.7	27.5	19.3	16.5	FRANCOARENOSA	57.01
40-50	A2	39.9	25.7	17.1	17.3	FRANCOARENOSA	58.91
>50	A2	0	100	-	-	ARENOSA	63.62

Profunditat (cm)	Horitzó genètic	COLOR	CRAD	-33KPa	-1500kPa
0-10	A1	10YR 5/1	0.09	0.18	0.09
10-20	A1	10YR 5/3			
20-30	A1	10YR 5/3			
30-40	A2	10YR 5/4			
40-50	A2	10YR 5/4	0.10	0.22	0.10
>50	A2	10YR 5/6			

**Mineralogia: OLIVERA-CAT/02/171404-06**Mineralogia total (pols): S'aprecien en ordre d'abundància relativa:

0-10cm: Quars, Albita, Ortòclasi, Il·lita

10-20cm: Quars, Albita, Ortòclasi, Il·lita

30-40cm: Quars, Albita, Ortòclasi, Il·lita

>50cm: Quars, Albita, Ortòclasi, Il·lita

Agregats orientats de la fracció argila: S'aprecien en ordre d'abundància relativa:

0-10cm: Agregats orientats  
-Normal: Il·lita, Caolinita  
-Glicolat: Il·lita, Caolinita  
-550°C Il·lita



### **3. EFECTES DE L'ÚS, CANVI D'ÚS I ABANDONAMENT DE LES TERRES EN PARÀMETRES DE QUALITAT DEL SÒL EN EL CAP DE CREUS**

#### **3.1. El territori del Cap de Creus**

L'home habitava les terres del Cap de Creus des de fa més de mig milió d'anys. Durant el Paleolític, Neolític, l'edat del bronze i també a l'època que coincideix amb les primeres cultures històriques com els Fenicis, Etruscs, Grecs i Romans el paisatge de la península del Cap de Creus era cobert per boscos d'alzines i suredes. L'ocupació musulmana tampoc va provocar variacions importants en el paisatge.

A partir de la reconquesta duta a terme pels francs hi hagué una pujada demogràfica en tota l'àrea que obligà a explotar noves terres, i va ser quan es van començar a treballar els sòls del Cap de Creus. Els boscos varen començar a ser talats i en el seu lloc s'hi construïren terrasses, ja que així era possible conrear en llocs on abans hi havia un fort pendent, millorant alhora la retenció hídrica i evitant possibles problemes d'erosió. Aquestes terrasses varen fer possible la proliferació dels cultius de vinya i olivera. El màxim esplendor fou afavorit per la presència dels monestirs de Sant Pere de Rodes, Santa Maria de Rodes i Sant Quirze de Colera, que van impulsar aquests cultius en tota la zona amb una considerable expansió de terres cultivades en pendent i notables beneficis econòmics.

A mitjans del 1863, la fil·loxera (*Phylloxera vastatrix*), va aparèixer a Anglaterra procedent d'Amèrica i aquest fet va provocar un augment de la demanda del vi produït a terres catalanes. Això va provocar que els propietaris de les terres del Cap de Creus procurassin augmentar la zona cultivable construint més terrasses i explotant al màxim tot el sòl del territori. Malgrat tot, a l'any 1879, aquesta malaltia va arribar a l'Alt Empordà acabant amb totes les vinyes existents i provocant un greu crisi a la població que es traduí amb una davallada demogràfica de la zona. Aquest fet va provocar un abandonament massiu de les terrasses cultivables que més endavant van ser restablertes com a cultiu d'olivera però només en un baix percentatge d'aquestes.

L'any 1956 (l'any de les gelades), un descens considerable de les temperatures va provocar la desaparició de la gran majoria d'oliveres, incrementant així el nombre de terrasses abandonades. Després de les gelades es va intentar establir el cultiu de suredes per a l'explotació del suro, producte de valor econòmic considerable. L'explotació del suro va durar poques dècades i es va abandonar. Posteriors intents d'utilització de les terrasses per ús

agrícola han fracassat fonamentalment per dues raons, primer per l'aparició de maquinària i noves pràctiques de cultiu que són incompatibles amb el treball a la muntanya i en canvi faciliten el treball a la plana, i segon, per l'aparició a la comarca d'un nou recurs econòmic, el turisme. Un turisme atret entre d'altres coses per la bellesa del paisatge del Cap de Creus, un paisatge a l'hora bell i extraordinàriament vulnerable.

Actualment només resten conreades algunes terrasses amb la intenció d'obtenir un producte pel consum personal de propietaris, i alguns terrenys de pastura que progressivament es van reduint per l'abandonament. Aquest fet provoca que, en el Cap de Creus, gran part del territori està cobert per un matollar dens que sovint és devastat per incendis forestals. En la figura 7 es pot apreciar la reducció percentual de terres conreades al Cap de Creus.

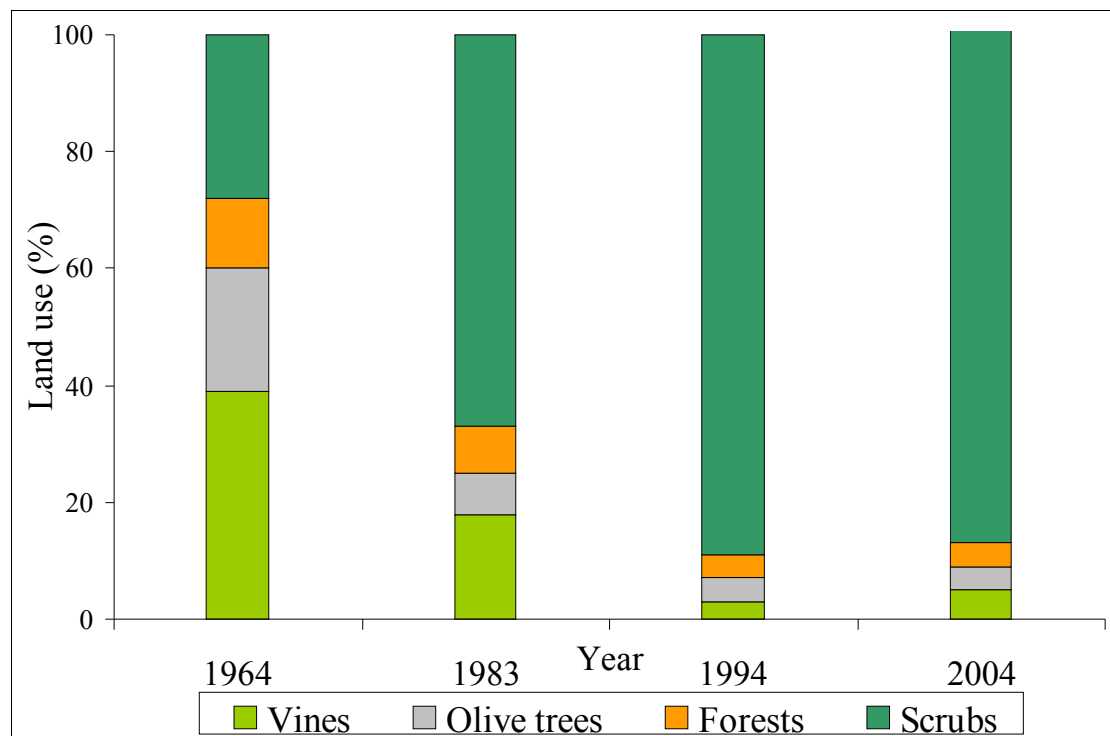


Figura 7.- Disminució percentual de terres cultivades amb vinya i olivera des del 1964.

En la mateixa Figura s'observa que a partir del 2004 hi torna a haver un cert interès per el cultiu de vinya ja que algunes empreses productores de vi (Cavas del Ampurdán, Empordàlia, etc.) fomenten el rescat d'àrees antigament dedicades a la producció de raïms.

### 3.2. Els incendis

La península del Cap de Creus es la zona de Catalunya on s'han concentrat més incendis forestals en els últims anys. Això és degut a que aquesta zona té un elevat risc ja que, allà on abans hi havia hagut vinyes i oliveres voltades d'un sòl treballat que funcionaven com a tallafocs naturals, ara hi trobem grans extensions de comunitats arbustives, de diferent composició depenent de la freqüència i severitat dels incendis. Així doncs en una zona afectada reiteradament pel foc es desenvolupa una comunitat vegetal més oportunista amb prevalença d'espècies com *Asparagus acutifolius*, *Genista scorpius*, *Cistus monspeliensis*, *Calicotome spinosa*, etc., amb una relació C/N alta de la fullaraca. Contràriament, zones més preservades del foc poden desenvolupar una biodiversitat vegetal més heterogènia amb presència i abundància d'espècies com *Quercus coccifera*, *Quercus ilex*, *Quercus suber*, *Pistacia lentiscus*, *Erica arborea*, etc.. L'abandonament de les terrasses, el poc interès dels propietaris per mantenir les parcel·les mínimament ordenades i la limitació de les administracions per fer una prevenció efectiva són els desencadenants dels efectes devastadors dels incendis. El ritme de degradació del sistema edàfic podria ser molt més elevat degut a la poca profunditat d'aquests sòls i la seva naturalesa sorrenca. Tanmateix, la revegetació ràpida després d'un foc exerceix una certa protecció sobre el mantell edàfic i les taxes d'erosió, encara que importants degut al tipus de sòls, no són catastròfiques.

És evident que la prevenció d'un àrea tant important a nivell ecològic i ambiental (és Parc Natural des de 1998) és un element fonamental en la gestió d'aquest territori si es vol la recuperació d'un mosaic vegetal funcional. Quan es presenten uns mesos plujosos, la massa forestal augmenta considerablement i si aquest fet és seguit d'un estiu sec i calorós, llavors tots aquests matolls es transformen en una gran massa de combustible i no valen les neteges de camins per controlar la propagació del foc (figura 8). Més del 95% dels incendis té una causa antròpica directa o indirecta i el fort vent de la zona, la tramuntana, accentua fortament la propagació espacial del foc i fa molt difícil el seu control. Els darrers incendis del Cap de Creus han estat:

- 2000: 6.760 ha des de Garriguella a Roses.
- 2001: 1.800 ha a la zona de Cadaqués.
- 2003: 180 ha al voltant de Sant Pere de Rodes.
- 2004: 20 ha a la carretera de Pedrafita
- 2008: 34 ha al pont del Revés



Figura 8.- Incendi forestal de l'any 2000 (Garriguella-Roses).

Els efectes del foc sobre el sòl són múltiples. L'activitat biològica es veu afectada en la part superficial com també es veuen afectades les propietats físiques i químiques del sòl incidint sobre la capacitat d'infiltració, la formació de crostes, l'agregació, el pH, la matèria orgànica, els nutrients etc. Quan es crema una superfície ocupada per matolls, el sòl queda desprotegit durant uns mesos, que solen ser els mesos de tardor, on hi trobem episodis de pluges que generalment solen ser torrencials. Per tant, l'energia cinètica de les gotes d'aigua és més devastadora al impactar contra el sòl i provocar el trencament dels agregats i la conseqüent erosió accelerada.

### 3.3. La recerca al Cap de Creus

El grup de recerca Unitat de Ciència del Sòl de la Universitat de Girona (UdG) començà l'activitat d'investigació a l'àrea del Cap de Creus l'any 1997 després de la resolució ministerial positiva del projecte de recerca titulat "Efectos de los cambios de usos del suelo sobre la dinámica de ecosistemas de las áreas rurales mediterráneas-1997-2000". Tanmateix els integrants del grup tenien des del 1992 experiència prèvia sobre la problemàtica del canvi d'ús i l'abandonament de terres i les seves conseqüències a nivell edàfic en altres projectes amb finançament ministerial com: "Procesos hidrológicos en áreas mediterráneas de cabecera frágiles o degradadas", "Erosión del suelo tras el abandono de explotaciones agrícolas en montaña media", "Producción de sedimentos y escorrentia como consecuencia de los cambios de uso del suelo en áreas de montaña", liderats per el CSIC de Barcelona i Zaragoza respectivament.

Durant els últims deu anys els projectes de recerca concedits a la Unitat de Ciència del Sòl-UdG han estat el següents: “Procesos hidrológicos, dinámica de nutrientes e indicadores de calidad del suelo tras el abandono y la colonización vegetal de terrazas antiguamente cultivadas en la montaña baja litoral-2000-2003”; “Estudio integrado de los procesos de erosión y degradación del suelo en áreas mediterráneas frágiles con situaciones cambiantes de uso y gestión-2004-2007”, “Estudio integrado de los procesos hidrológicos y erosivos a escala de ladera en ambientes mediterráneos con diferente uso del suelo-2008-2011”. L’activitat de recerca, duta a terme en diferent àrees del Cap de Creus s’ha concretat en dos tesis doctorals en el programa de doctorat de Medi Ambient i 10 treballs fi de carrera en la titulació d’Enginyeria Tècnica Agrícola de la UdG, a més de publicacions científiques, participació en congressos i organització de jornades.

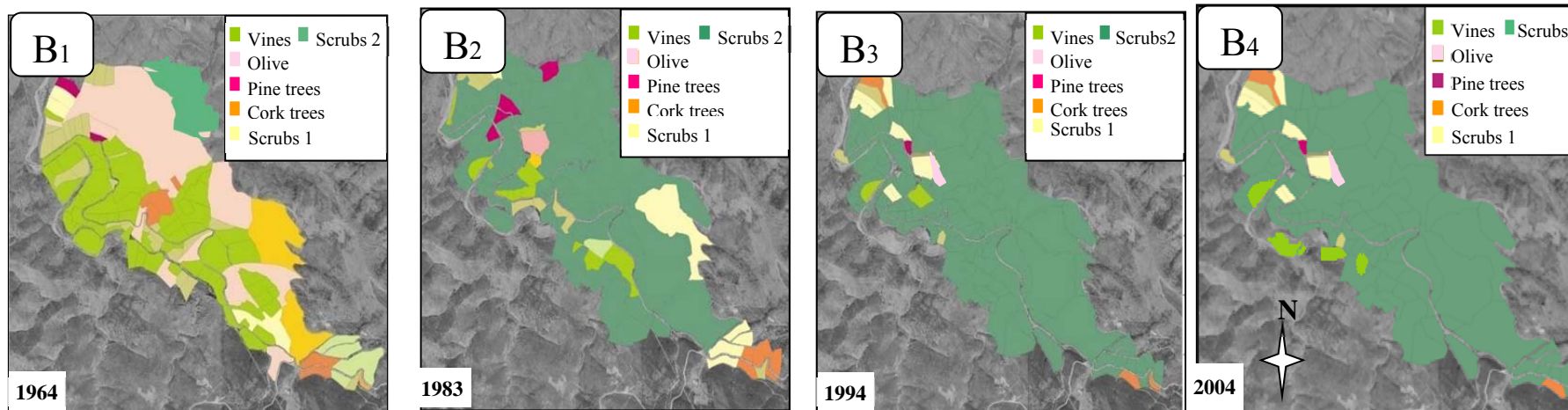
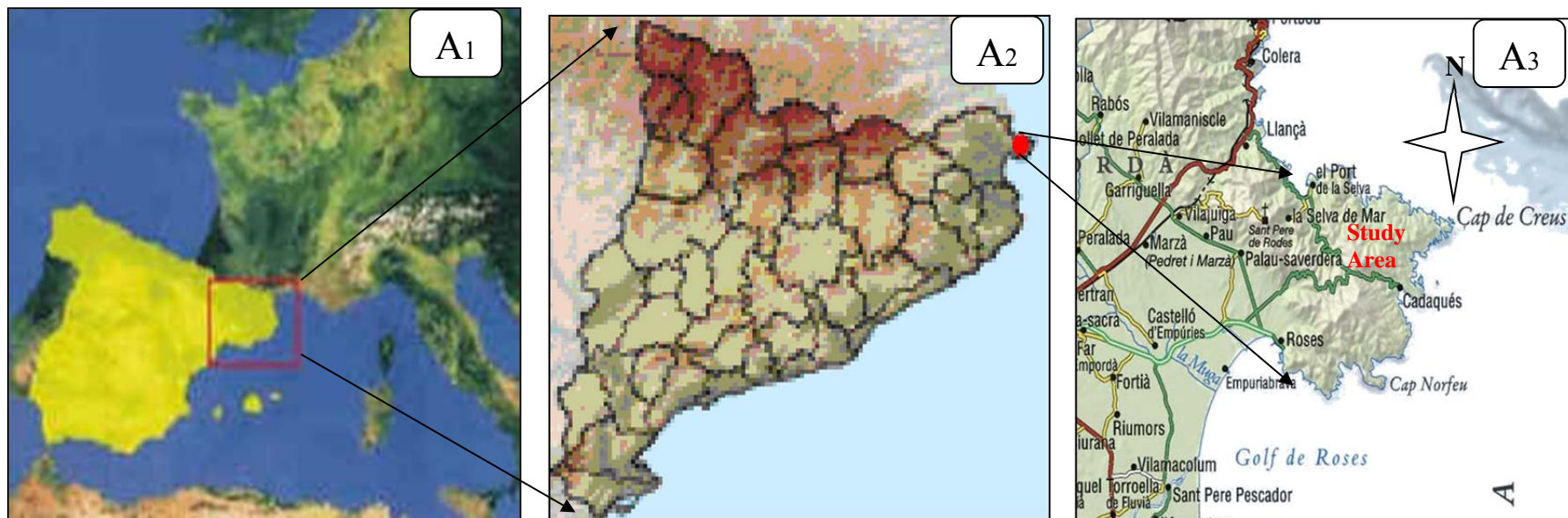
### **3.3.1 Organització dels treballs experimentals**

La recerca ha comptat amb experimentació de camp i de laboratori després de delimitar 9 ambients característics de la zona i representatius de l’evolució de l’ús, el canvi d’ús i abandonament de les terres que s’ha donat en els últims 50 anys en tota l’àrea.

S’ha de tenir en compte que la recerca al camp es costosa en temps, materials, fases organitzatives i personal. La variabilitat dels paràmetres a analitzar pot ser molt elevada i els mitjans a disposició sempre limitats. Tanmateix, aquest tipus d’estudi comparatiu entre ambients diferents pot donar informacions útils per al seguiment de l’evolució dels paràmetres edàfics en un àrea considerada d’alta vulnerabilitat i d’alt valor ecològic.

Es va considerar oportú escollir àrees de 1,5 ha aproximadament i relativament properes entre elles (figura 9), si be conservant la seva diversitat. Aquests ambients mostraven sòls formats sobre granodiorites o pissarres amb característiques texturals similars i classificat com a Lithic Xerorthents (Soil Taxonomy, 2010) amb un desenvolupament de perfils de tipus A,R.





A<sub>1</sub>: 100 km; A<sub>2</sub>: 50 km; A<sub>3</sub>: 6 km; B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>4</sub>: 0,6 km

Figura 9.- Aproximació geogràfica a l'àrea d'estudi (A1, A2, A3). Canvi d'ús del sòl (B1, B2, B3, B4) en un àrea d'estudi del Cap de Creus.

La hipòtesis inicial va ser que sòls formats sobre material geològic similars i amb diferent coberta vegetal, en funció de l'ús actual, l'edat d'abandonament i la freqüència dels incendis tenien que mostrar propietats edàfiques diverses i facilitar informació sobre un possible estat de renaturalització o degradació. La delimitació d'ambients es va dur a terme considerant també factors com el pendent, la coberta vegetal, la profunditat entre d'altres. A la figura 9 es mostra una part d'aquestes àrees.

Els 9 ambients identificats són: la vinya cultivada (V), l'olivera cultivada (O), la vinya abandonada (Va), l'olivera abandonada (Oa), la pineda (PI), la sureda (S), el matoll 1 (MC) el matoll 2 (MB), els prats de pastura (PR). En cada ambient s'han instal·lat parcel·les d'erosió de tipus Gerlach obertes (figura 10) per determinar la susceptibilitat a l'erosió a cada episodi de pluja amb generació d'escolament. L'estació climatològica Davis Vantage Pro-Plus instal·lada en l'ambient vinya cultivada permet el registre de la precipitació (quantitat i intensitat) juntament amb altres paràmetres amb connexió directa a l'ordinador del despatx. En la figura 11 es pot observar l'estació i la pantalla de l'ordinador amb tots els paràmetres que es mesuren cada 15 minuts.



Figura 10.- Fotografia de la vinya (V) i l'olivera (O) cultivades i una parcel·la Gerlach.

Altres paràmetres de camp que es determinaven amb una pauta de 15 dies o mensual i sempre a cada episodi de pluja eren els següents:

Humitat i densitat aparent (Foster, 1995); Impedància mecànica i shear strength (Das, 2008); Temperatura del sòl amb un termòmetre infraroig Mini-Temp Comark; Capacitat d'infiltració amb infiltròmetre de PVC (Emran, 2012); Emissió de diòxid de carboni de la superfície del sòl amb un analitzador de gas IRGA-MULTIRAE (Emran *et al.*, 2012); Simulació de pluja amb pauta semestral (Regués *et al.*, 1995). A cada episodi de pluja generant escolament es procedia a la valoració del volum d'escolament i es determinava en l'aigua el contingut de carboni i nitrogen



soluble. El sediment erosionat es valorava ponderalment i s'analitzava el seu contingut de carboni i nitrogen erosionat (Emran, 2012).

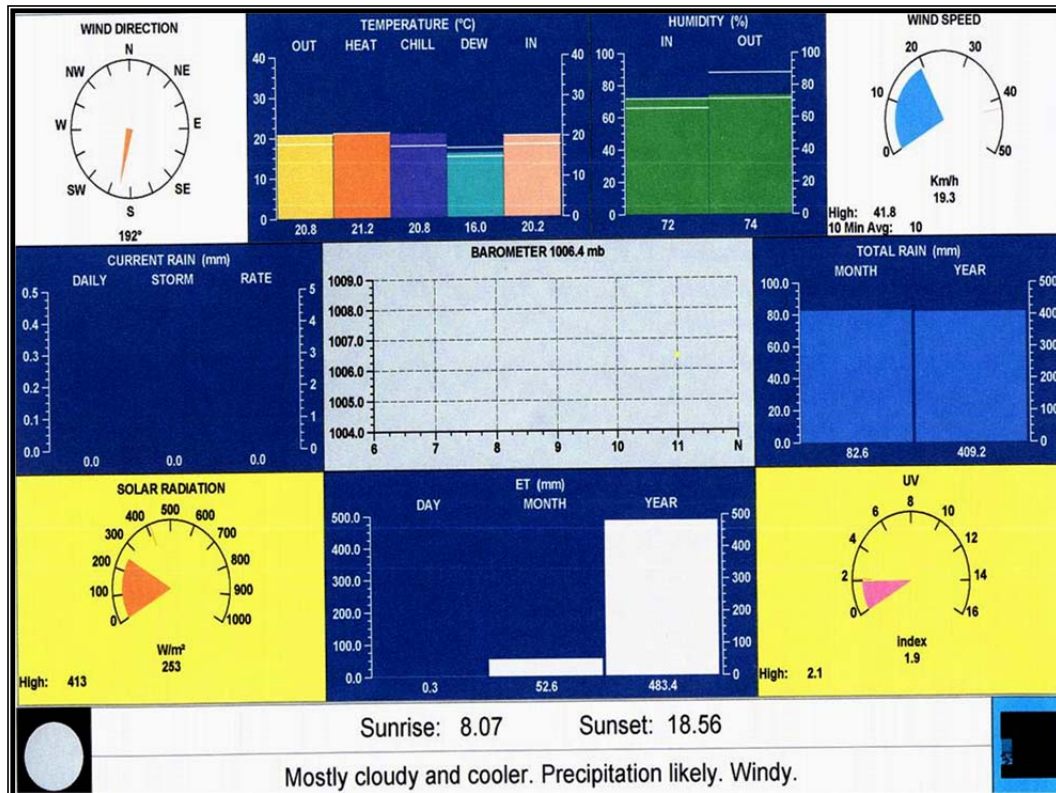


Figura 11.- Estació meteorològica i pantalla de dades climàtiques del moment.

L'analítica de laboratori preveia la determinació de paràmetres edàfics amb pautes diverses (cada mes, semestralment, anualment) en funció de la seva variabilitat:

Mineralogia total i d'argiles (anual); Textura (anual); Capacitat de retenció hídrica (mensual i a cada episodi de pluja); Estabilitat estructural dels agregats (semestral); pH (mensual), Carboni orgànic (mensual, Nitrogen total (mensual), Fòsfor total (semestral), Capacitat d'intercanvi catiónic (anual), bases de canvi (anual), CO<sub>2</sub> (quinzenal, mensual, a cada episodi de pluja) Glomalina (semestral), Activitats enzimàtiques (semestral), components químics de la matèria orgànica (semestral). La metodologia emprada es pot consultar en Pardini *et al.*, (2003), Gispert *et al.* (2013) i Emran *et al.* (2012).

A continuació es presenten les dades fisiogràfiques i pedològiques dels ambients seleccionats (taula 1).

Taula 1.- Característiques fisiogràfiques i pedològiques dels ambients.

Sòl	Localització	T	V	S	P	Horitzó	Z
V	42°18'36"N,3°12'32"E	FA	5	1.8	15	A, R	40
Va	42°18'33"N,3°12'18"E	FA	15	1,5	16	A, R	39
O	42°18'33"N,3°13'16"E	AF	4	1.7	18	A, R	38
Oa	42°18'31"N,3°13'11"E	AF	18	1,5	17	A, R	40
S	42°18'34"N,3°13'22"E	AF	70	1.7	15	A, R	37
PI	42°18'23"N,3°13'28"E	AF	70	1.7	18	A, R	41
MC	42°18'11"N,3°14'11"E	AF	50	1.5	21	A, R	33
MB	42°17'55"N,3°14'25"E	AF	55	1.6	17	A, R	35
PR	42°18'27"N,3°14'14"	AF	35	1.7	18	A, R	30

T: Classe textural; FA: Franc-arenós; AF: Arenós-franc; V: Coberta vegetal (%); S: Superfície (ha); P: Pendent (%); Z: Profunditat perfil (cm).

### 3.3.2 Propietats dels sòls

En les taules 2 i 3 es presenten algunes dades de les propietats del sòls investigats. Es pot observar com la diferent situació d'ús i coberta vegetal imprimeix una diversitat edàfica consistent en quant

a propietats tant físiques com químiques, com la capacitat de retenció hídrica, el contingut d'argiles el contingut de matèria orgànica i nitrogen total mentre que el pH sembla dependre més del material original.

Taula 2.-Valors mitjans d'algunes característiques dels sòls del Cap de Creus determinades en la fracció 0- 2 mm.

Sòl	Argila (%)	Llim (%)	Sorra (%)	Dap (gcm <sup>-3</sup> )	H (%)	CRAD (%)	T (°C)	pH
V	3.75	10.83	85.00	1.64	3.68	27.89	19.55	6.44
	±1.44	±1.44	±0.00	±0.19	±1.37	±5.58	±9.41	±0.18
O	16.25	20.00	66.67	1.36	7.78	43.06	27.18	6.48
	±5.20	±6.61	±1.44	±0.04	±4.07	±4.28	±7.30	±0.16
S	11.25	27.50	61.67	1.14	11.28	65.47	18.85	6.56
	±1.44	±2.50	±2.89	±0.08	±4.58	±7.65	±9.75	±0.32
PI	13.75	20.83	67.50	1.16	10.57	56.24	18.88	6.22
	±3.82	±5.20	±2.50	±0.13	±4.12	±8.18	±9.94	±0.38
PR	18.75	20.00	62.50	1.10	17.87	72.02	15.00	5.71
	±4.33	±4.33	±4.33	±0.10	±5.12	±7.37	±9.32	±0.16
MC	20.00	26.67	55.00	1.13	13.98	64.92	14.68	6.33
	±3.82	±2.89	±2.50	±0.08	±3.06	±2.15	±8.91	±0.19
MB	13.75	23.33	64.17	0.96	15.45	79.48	14.25	6.01
	±2.50	±2.89	±1.44	±0.09	±5.55	±9.14	±8.42	±0.19

Dap: Densitat aparent; H: Humitat; CRAD: Capacitat de retenció hídrica; T: Temperatura superficial.

Segons els resultats mostrats es veu una clara tendència a la millora de les propietats del sòl des dels ambients cultivats amb vinya i olivera fins als prats de pastura que semblen evidenciar millors propietats edàfiques.

En quant al contingut de carboni orgànic, el sòls del matoll de bruc (MB) i dels prats de pastura tenen els valors més alts i augmenta considerablement respecte al sòl de la vinya. El sòl MB representa el matoll més preservat pel foc i amb una evolució més continua en el camí cap a una renaturalització després del ús agrícola, amb risc però de tenir fases regressives degut a la falta de gestió. Els prats en canvi són per si mateix un ambient més estable i més protegits del foc ja que



aquest pot ser menys efectiu sobre una vegetació herbàcia baixa. El matoll de *Cistus* (MC), per exemple, presenta un contingut de carboni orgànic 17% inferior al sòl MB degut probablement a un efecte reiterat del foc que ha passat per aquest ambient almenys 3 vegades en els últims deu anys. Una altra informació important d'aquestes dades és la diferència de carboni orgànic entre el sòl sota pineda (PI) que és un 55% menys que el sòl sota sureda (S). Aquest fet pot fer replantejar la necessitat del repoblament amb pins respecte a la sureda, espècie endèmica i molt resistent als efectes dels incendis.

Taula 3.- Anàlisi estadística descriptiva del contingut de carboni orgànic (SOC) i nitrogen total (TN).

Sòl	Paràmetre	Valor mig ( $\text{mgg}^{-1}$ )	max ( $\text{mgg}^{-1}$ )	min ( $\text{mgg}^{-1}$ )	SD	CV (%)	C/N
V	SOC	2.64	2.95	2.16	0.58	12	
	TN	0.53	0.84	0.08	0.13	59	4.88
O	SOC	15.14	19.03	11.53	3.46	19	8.62
	TN	1.76	3.01	0.21	0.56	67	
S	SOC	28.96	33.70	24.28	4.49	13	12.12
	TN	2.16	3.45	0.33	0.68	60	
PI	SOC	18.62	25.29	12.93	3.11	32	11.67
	TN	1.46	2.03	0.19	0.52	54	
PR	SOC	36.97	39.07	32.91	1.53	7	10.28
	TN	3.34	4.82	0.47	0.71	54	
MC	SOC	30.58	37.75	24.59	3.86	17	11.67
	TN	2.09	3.10	0.35	0.71	53	
MB	SOC	37.06	43.53	27.71	3.45	16	13.54
	TN	2.35	3.63	0.41	0.78	54	

SD: Desviació estàndard; CV: Coeficient de variació.

Els resultats obtinguts en diferents campanyes d'experimentació confirmen la tendència de les propietats del sòl, fins i tot quan s'afegeixen noves determinacions relacionades amb la dinàmica del carboni i nitrogen del sòl. En la Taula 4, s'observa que els valors de carboni orgànic i nitrogen total són molt pròxims amb aquells de la Taula 3 i a més és pot notar com els valors de la

glomalina, una glicoproteïna excretada pels fongs de les micorrizes que sembla contribuir a la fracció estable de carboni orgànic i a l'estabilitat dels agregats, mostra una evolució molt semblant amb aquest últim.

Taula 4.- Valors mitjans de propietats físiques, químiques i biològiques dels sòls estudiats.

Sòl	Rainfall (mm)	H (%)	Dap (T m <sup>-3</sup> )	CRAD (%)	pH	TN (g kg <sup>-1</sup> )	SOC (g kg <sup>-1</sup> )	EE-BRSP (g kg <sup>-1</sup> )	BRSP (g kg <sup>-1</sup> )	C-CO <sub>2</sub> (g kg <sup>-1</sup> year <sup>-1</sup> )
V	540 (37)	3.14 (1.63)	1.55 (0.04)	24.69 (0.77)	6.32 (0.27)	0.71 (0.16)	2.50 (0.25)	0.48 (0.12)	1.04 (0.32)	0.12 (0.05)
O	574 (237)	7.09 (3.29)	1.35 (0.02)	42.95 (6.41)	6.47 (0.10)	2.04 (0.54)	15.26 (2.78)	0.92 (0.08)	2.84 (1.85)	0.15 (0.04)
S	378 (24)	10.09 (4.13)	1.14 (0.05)	61.58 (4.92)	6.47 (0.15)	2.30 (0.31)	28.10 (2.35)	1.06 (0.13)	3.49 (1.44)	0.20 (0.09)
PI	571 (41)	9.15 (5.38)	1.19 (0.05)	53.51 (11.36)	6.37 (0.26)	2.03 (0.11)	17.66 (5.47)	0.80 (0.06)	2.45 (1.50)	0.18 (0.08)
MC	481 (28)	13.02 (5.13)	1.17 (0.07)	61.70 (9.00)	6.45 (0.32)	2.92 (0.41)	29.84 (5.55)	0.94 (0.09)	3.67 (1.54)	0.23 (0.10)
MB	437 (33)	14.75 (5.51)	0.96 (0.03)	76.99 (7.24)	6.06 (0.15)	3.39 (0.63)	37.66 (4.76)	0.94 (0.08)	3.88 (1.30)	0.25 (0.12)
PR	425 (24)	15.62 (10.08)	1.11 (0.06)	71.86 (9.04)	5.75 (0.12)	4.37 (0.23)	36.24 (1.49)	1.28 (0.21)	4.85 (1.90)	0.23 (0.12)

Dap: Densitat aparent; EE-PRSP: Glomalina fàcilment extraïble; BRSP: Glomalina total; C-CO<sub>2</sub>: Fracció de carboni edàfic emès com diòxid de carboni.

Pel que es refereix a les pèrdues de carboni com a CO<sub>2</sub>, els valors de C-CO<sub>2</sub> de la taula 4 són relativament similars en ordre de magnitud, encara que marquen una certa tendència. Un seguiment més detallat d'aquest paràmetre al llarg dels diferents ambients ha mostrat com, independentment de la concentració de CO<sub>2</sub> mesurada al camp amb un mètode estàtic (core method amb soda lime) i dinàmic (IRGA), les pèrdues són rellevants en sòls amb menor contingut de matèria orgànica (taula 5).

Aquests resultats poden implicar que aquests tipus de sòls, caracteritzats per la seva fragilitat i vulnerabilitat als incendis, són molt dependents del contingut de matèria orgànica que assegura condicions d'estabilitat i qualitat edàfica. En un treball precedent, Pardini *et al.* (2004) van reportar que, després d'un incendi, la capacitat d'intercanvi catiònic d'un sòl sota sureda disminueix un 63 % (des de 14,40 cmol/kg a 5,28 cmol/kg), atribuint aquesta diferència en els primers 10 cm de sòl

després del foc a la contribució important que té la matèria orgànica humificada sobre la CIC, donat també el baix contingut d'argiles d'aquests sòls.

Taula 5.- Percentatge indicatiu de pèrdua de carboni orgànic calculat en base als fluxos de CO<sub>2</sub> del sòls estudiats (2008-2009).

Sòls	SOC (Mgha <sup>-1</sup> )	SL		IR	
		C-CO <sub>2</sub> (Mgha <sup>-1</sup> year <sup>-1</sup> )	Pèrdua C (%)	C-CO <sub>2</sub> (Mgha <sup>-1</sup> year <sup>-1</sup> )	Pèrdua C (%)
V	6.49 ±1.59	12.07±8.07	185±148	9.27±2.94	143±41
O	30.89±5.56	13.47±8.17	43±34	12.65±5.34	41±22
S	49.49±5.82	14.37±7.98	29±25	11.04±4.05	23±11
PI	32.39±8.30	12.94±7.54	39±53	11.57±2.67	36±16
PR	61.00±2.63	17.25±8.78	28±14	7.15±3.00	12±5
MC	51.83±8.89	13.84±9.32	26±21	9.54±2.84	18±7
MB	53.37±10.4	12.99±8.88	24±21	7.70±2.91	14±8

SL: mètode de la soda lime; IR: mètode IRGA.

La tendència a la pèrdua o a la preservació del carboni orgànic es nota també en els gràfics de les figures 12 i 13 que comparen els dos mètodes de mesura de les concentracions de CO<sub>2</sub> emeses pels sòls. En les figures es pot observar com l'índex de mineralització en funció del contingut de SOC i disminueix en funció de l'ús i abandonament.

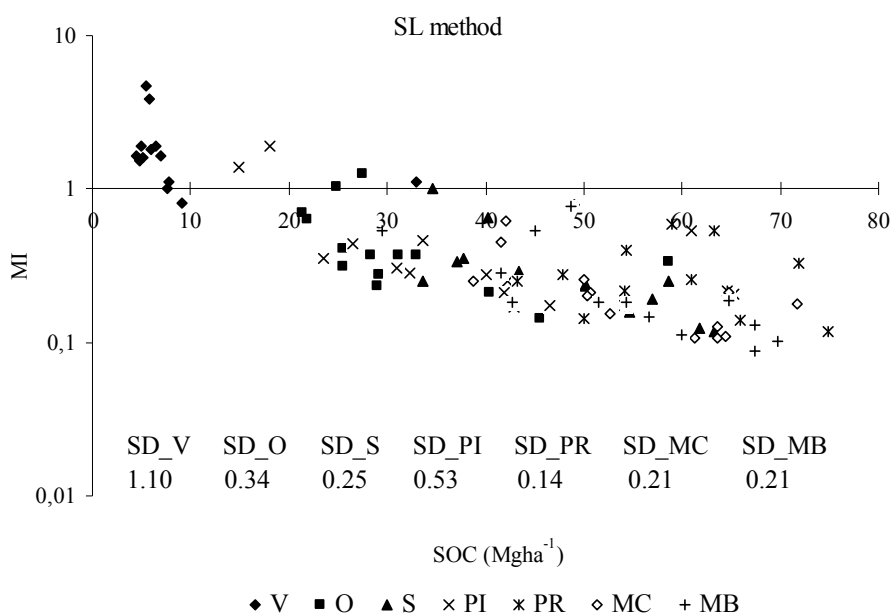


Figura 12.- L'índex de mineralització (MI) calculat a partir dels valors de CO<sub>2</sub>, segons el mètode SL en funció del carboni orgànic

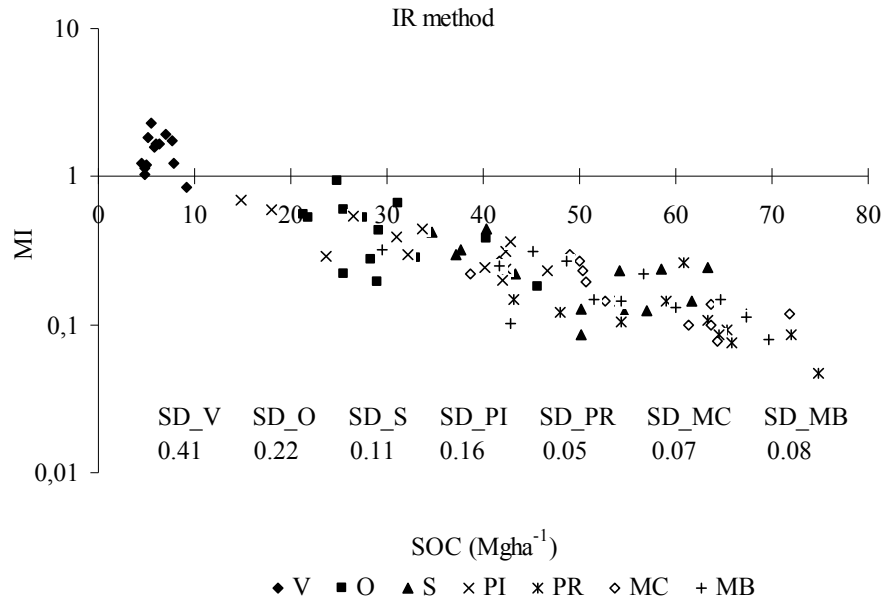


Figura 13.- L'índex de mineralització (MI) calculat a partir dels valors de CO<sub>2</sub> segons el mètode IR en funció del carboni orgànic.

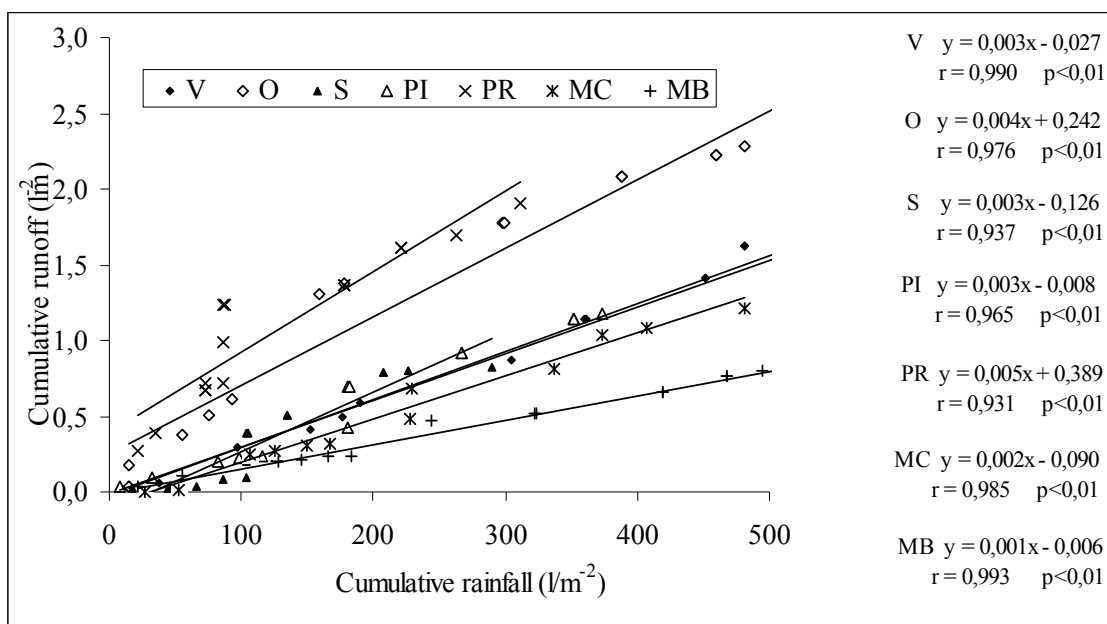
### 3.3.3 Processos erosius al Cap de Creus

Les taxes d'erosió en l'àrea del cap de Creus no són elevades i el valor més alt s'ha registrat a l'ambient vinya amb 4.380 kg/ha l'any 2002 (Pardini *et al.*, 2003) En aquest sòl, propietat de l'Ajuntament del Port de la Selva, no s'utilitza adobs orgànics i s'aplica fertilitzants químics i herbicides.

En els últims anys les taxes d'erosió en l'àrea han disminuït notablement, per una part per la disminució de pluges torrencials i per l'altra per la disminució de grans incendis forestals. De totes maneres, mentre les diferències en els valors d'escolament no són molt elevades entre els ambients, l'escolament dels sòls cultivats amb vinya mostra una capacitat més alta en la mobilització de partícules del sòl (figura 14).

Una valoració global del 2010 (taula 6) ens mostra una tendència dels sòls amb més contingut de matèria orgànica a perdre carboni i nitrogen en l'aigua d'escolament, mentre aquests valors disminueixen en el sòl erosionat. Aquesta tendència podria estar associada a la presència de formes de SOC més estables.

A



B

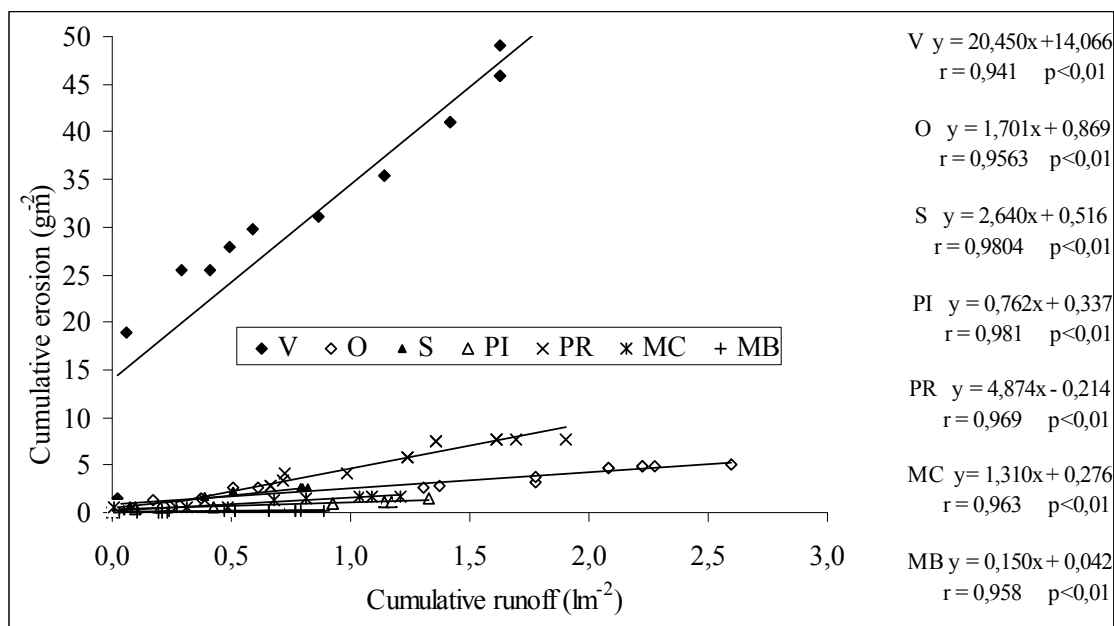


Figura 14.- A) Escolament acumulat en funció de la precipitació acumulada, i B) erosió acumulada en funció del escolament acumulat, en els diferents ambients estudiats.



Taula 6.- Estimació acumulativa de l'escolament, l'erosió i el carboni i nitrogen exportats, tant en l'escolament com en el material erosionat, després d'episodis de pluja superiors (H) a 30 mm i inferiors (L) a 30 mm durant l'any 2010.

Soil use	Conditions	Runoff (l ha <sup>-1</sup> )	OC <sub>Runoff</sub>	N <sub>Runoff</sub> (Kg ha <sup>-1</sup> )	Erosion	OC <sub>Erosion</sub>	N <sub>Erosion</sub>
C	H	10300	30.46	1.84	158.62	18.56	2.53
	L	6600	10.02	0.41	48.25	3.39	0.71
	Total	16900	40.48	2.25	206.87	21.95	3.24
F	H	9200	89.16	6.14	16.01	7.52	0.68
	L	6300	20.20	1.59	5.36	1.68	0.18
	Total	15500	109.36	7.73	21.37	9.20	0.86
M	H	13000	66.56	18.28	53.56	11.91	2.79
	L	6500	20.12	3.64	18.33	2.24	0.70
	Total	19500	86.68	21.92	71.89	14.15	3.49
S	H	11200	46.72	3.05	21.39	5.04	0.68
	L	6200	8.93	1.09	3.91	0.58	0.06
	Total	17400	55.65	4.14	25.30	5.62	0.74

C: Sòls cultivats; F: Sòls forestals; S: M: Sòls de prats de pastura; Sòls de matolls;  
 SOC<sub>Runoff</sub>: Carboni orgànic en l'aigua d'escolament; N<sub>Runoff</sub>: Nitrogen total en l'aigua  
 d'escolament; OC<sub>Erosion</sub>: Carboni orgànic en el sòl erosionat; N<sub>Erosion</sub>: Nitrogen total en  
 el sòl erosionat.

La pèrdua més alta de carboni i nitrogen solubles s'ha registrat en els sòls forestals i els prats de pastura, seguit dels matolls i els sòls cultivats. Per contra, la quantitat de carboni en el sòls erosionats és menor en els sòls forestals i els sòls de matolls indicant una major estabilitat, encara que efimera, des del punt de vista de canvis degut a perturbacions ambientals com els incendis. Els valors més alts de carboni i nitrogen registrats en les fraccions erosionades dels sòls de prat són atribuïbles a dejeccions recents de pasturatge.

Aquesta breu ressenya de resultats indica la necessitat de monitoratge continuat dels sòls del Cap de Creus per contribuir a una millor gestió d'aquest territori.

## 4. METODOLOGIA PER LA DESCRIPCIÓ, CARACTERITZACIÓ, ANÀLISI I CLASSIFICACIÓ DEL SÒL

### Descripció de perfils

Sempre que ha estat possible, en funció del material parental, s'han obert escandalls fins a 2 m de profunditat.

El codi d'identificació dels perfils s'ha construït seguint les indicacions de les bases de dades de codis i nomenclatures territorials utilitzades en l'àmbit de l'estadística oficial catalana per l'IDESCAT (2013). L'esquema seguit ha estat: codi territorial (lletra) / codi comarca / codi municipi – número de perfil.

Per a la descripció de les diferents propietats observades en els perfils, s'han seguit els criteris proposats per Herrero *et al.* (1993) per del Mapa de Sòls (1:25.000) de Catalunya, les de la “Agenda de campo de suelos” (Porta, J. i López-Acevedo, M., 2005) i les indicacions de la “Guía para la descripción de suelos de la FAO” (2009).

### Caracterització dels sòls

S'han realitzat diferents determinacions per a caracteritzar els principals paràmetres físics i químics. S'han seguit els mètodes del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA, 1986) per a la determinació de la textura (classes granulomètriques ISSS), pH, carbonats (calcímetre Eijkelkamp), prova prèvia de salinitat (C.E. extracte 1:5), nitrogen total, carboni orgànic oxidable i capacitat d'intercanvi catiònic (acetat amònic 1N).

La Capacitat de Retenció d'aigua disponible així com l'aigua retinguda a -33kPa i a -1500kPa, s'ha estimat a partir de les dades de les fraccions granulomètriques mitjançant la taula [http://www.pedosphere.ca/resources/texture/worktable\\_us.cfm](http://www.pedosphere.ca/resources/texture/worktable_us.cfm) basat en Saxton K.E. i Rawls, W. J. (2006).

Totes les determinacions analítiques s'han realitzat al Laboratori de sòls i residus de l'Escola Politècnica Superior de la Universitat de Girona.

S'ha caracteritzat la mineralogia del sòl (pols  $\text{Ø} < 50\mu\text{m}$ ) i de la fracció argilosa (agregats orientats) mitjançant difracció de RX (aparell Bruker AXS, Model D8 Advance). Per determinar les variacions de l'espai reticular (paràmetre d) dels minerals d'argila s'ha procedit al tractament de les mostres amb etilen-glicol i temperatura a 550°C.

La caracterització mineralògica de les mostres s'ha realitzat en els Serveis Tècnics de Recerca de la Universitat de Girona.

S'han pres mostres inalterades de sòl en els perfils Marzà 1, Marzà 2 i Vilajuïga 1 per a la confecció de làmines primes. Les mostres han estat sotmeses a bescanvi Aigua-Acetona en dessecador fins a finalització del procés per no alterar l'estructura interna. Seguidament s'ha realitzat una inclusió amb resina epossídica Bayer en condicions de buit (40mmHg). Després de l'assecat de les mostres incloses s, s'ha procedit al tall de seccions d'un cm de gruix, a partir de les quals s'ha obtingut unes làmines de 2mm de gruix, es munten sobre vidre i es tracten fins a obtenir una làmina de 30µm de gruix. Les làmines s'han observat al microscopi Òptic Metal·logràfic directe ZEISS JENAVERT, (40-1250x) per a la descripció de les característiques micromorfològiques. Les fotografies que es presenten en aquest document, han estat fetes a 10augment.

### **Classificació del sòl**

Es proposa una classificació temptativa dels sòls. Tant els horitzons diagnòstic com els sòls, s'han classificat segons el "Soil Taxonomy System" (SSS, 2010) i s'ha fet una equiparació a la classificació de la FAO: "Base Referencial Mundial del Recurso Suelo" (FAO, 2007).

## 5. BIBLIOGRAFIA

- Agenda 21 comarcal de l'Alt Empordà (2010). Alemany, F. (Director equip tècnic) Àrea de medi ambient. Consell Comarcal de l'Alt Empordà.  
[http://www.a21-altemporda.org/PDF/C28S0\\_3.pdf](http://www.a21-altemporda.org/PDF/C28S0_3.pdf) actiu el 2 de setembre de 2013.  
[http://www.cilma.cat/wp-content/uploads/agenda21/A21%20CC\\_Alt\\_Emporda/Doc%20I\\_Memoria%20i%20Diagnosi.pdf](http://www.cilma.cat/wp-content/uploads/agenda21/A21%20CC_Alt_Emporda/Doc%20I_Memoria%20i%20Diagnosi.pdf) actiu de 18 de setembre de 2013.
- Ascaso, E.; Herrero, C.; Boixadera, J. (2011). La cartografia de suelos en Catalunya. A: Itinerarios edáficos por Cataluña: el Priorat, la Cerdanya y el Penedès. (Coord. J.M. Alcañiz). Institut Geològic de Catalunya. Departament de Territori i Sostenibilitat. Generalitat de Catalunya.
- Atles Comarcal de Catalunya. Alt Empordà (2006). 2<sup>a</sup> Edició. Diputació de Girona. Institut Cartogràfic de Catalunya.
- Atles Climàtic de Catalunya (1996). Generalitat de Catalunya.  
<http://www.meteo.cat/servmet/atles/ACC/index.html> actiu el 2 de setembre de 2013.
- Carta del paisatge de l'Alt Empordà (2009). Document de diagnosi. Àrea de Medi Ambient. Consell Comarcal de l'Alt Empordà.  
<http://www.paisatge-alttemporda.org/upload/doc/diagnosi-def.pdf> actiu el 27 de juliol 2013.
- Carrillo, G., Herrero, C., Llop, J.M., Teixidor, N. i Boixadera, J. (1999). Mapa de Sòls (1:25.000) del TM de Castelló d'Empúries (Alt Empordà).
- Castellnou, M., Pagés, J., Larrañaga, A., Piqué, M. (2010). Mapa de risc d'incendi tipus de Catalunya. GRAF-Bombers. Departament d'Interior. Generalitat de Catalunya i Centre Tecnològic Forestal de Catalunya.
- Catàleg de paisatge de les Comarques Gironines. (2010). Memòria IIa. Unitat 6 i Memòria IIb. Unitat 17. Observatori del Paisatge.  
[http://www.catpaisatge.net/cat/catalegs\\_presentats\\_G.php](http://www.catpaisatge.net/cat/catalegs_presentats_G.php) actiu el 2 de setembre de 2013.
- Das, B.M. (2008). Shear strength of soil. In: Advanced soil mechanics (ed B.M. Das). 373-425. Taylor and Francis, New York.

- Emran, M. (2012). A multiapproach study of soil attributes under land use and cover change at the Cap de Creus Peninsula, NE Spain. Tesi doctoral Universitat de Girona.
- Emran, M., Gispert, M., Pardini, G. (2012). Comparing measurements methods of carbon dioxide fluxes in a soil sequence under land use and cover change in North Eastern Spain. *Geoderma* 170, 176–185.
- FAO (2009). Guia para la descripci3n de suelos. Organitzaci3n de les Nacions Unides per l’Agricultura i l’Alimentaci3n. Roma.
- FAO (2007). Base referencial mundial del recurso suelo. 1ª actualizaci3n. Informes sobre recursos mundiales de suelos n° 103. FAO, Roma.  
<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/a0510s/a0510s00.pdf> actiu el 20 de setembre de 2013.
- Forster, J.C. (1995). Soil physical analysis, in: Alef, K., and Nannipieri, P. (Eds.), *Methods in Soil Microbiology and Biochemistry*. Academic Press, London, 49-121.
- Franquesa, T. (1995). El paisatge vegetal de la península del Cap de Creus. Institut d’Estudis Catalans. Barcelona.
- Gispert, M., Emran, M., Pardini, G., Doni, S. & Ceccanti, B. (2013). The impact of land management and abandonment on enzymatic activity, glomalin content, and aggregate stability. *Geoderma*, 203, 51-61.
- Herrero, C.; Boixadera, J.; Danés, R.; Villar, J.M. (1993). “Mapa de s3ls de Catalunya. 1:25.000. Bellvís 360-1- 2”. DGPIA-ICC. Generalitat de Catalunya. Barcelona.
- Herrero, C.; Sim3, I.; Boixadera, J.; Giralt, LL. (2011). Informaci3n del mapa de s3ls de Catalunya. Fitxa t3cnica n. 90. Departament d’Agricultura, Ramaderia Pesca, Alimentaci3n i Medi Natural. Generalitat de Catalunya.
- IDESCAT (2010). Institut d’Estadística de Catalunya. <http://www.idescat.cat>
- MAPA (1986) M3todos oficiales de an3lisis. Tomo III: Plantas, Productos org3nicos fertilizantes, suelos, aguas, productos fitosanitarios y fertilizantes inorg3nicos. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentaci3n, Madrid.
- Meteocat.  
[http://www20.gencat.cat/docs/meteocat/Continguts/Climatologia/climatologies\\_comarcals/documents/AltEmporda.pdf](http://www20.gencat.cat/docs/meteocat/Continguts/Climatologia/climatologies_comarcals/documents/AltEmporda.pdf) actiu el 27 de juliol 2013.



- Palou, O. i Boixadera, J. (2006). Sòls de qualitat de la província de Girona. Aplicació dels mapes de sòls en l'avaluació del territori. Protecció, Usos del sòl i Mobilitat Fundiària. Congrés del Món Rural de Catalunya.  
<http://www.congresmonrural.com/htmls/a5cervera/Palou.pdf> actiu del 12 d'agost de 2013.
- Pardini, G.; Gispert, M.; Dunjó, G. (2003). Runoff erosion and nutrient depletion in five Mediterranean soils of NE Spain under different land use. *The Science of the Total Environment* 30- 213-224.
- Pardini, G., Gispert, M., Dunjó, G. (2004). Relative influence of wildfire on soil properties and erosion processes in different mediterranean environments in NE Spain. *The Science of Total Environment* 328, 237-246.
- Poch R.M. i Boixadera J. (Eds) (2008). Sòls de La Cerdanya. Guia de camp. Departament de Medi Ambient i Ciències del Sòl (UdL), Secció d'Avaluació de Recursos Agraris (Generalitat de Catalunya). Lleida.
- Porta, J., Aran, M., Boixadera, J., Llusà, N., López-Acevedo, M., Poch, R.M., Teira, M.R., Villar, J.M. i Espinal, S. Protecció de sòls: Catalunya, Illes Balears, Principat d'Andorra (en línia) (2008, actual). <http://www.iec.cat/mapasols> actiu el 5 d'agost de 2013.
- Porta, J. i López-Acevedo, M. (2005). Agenda de campo de suelos. Información de suelos para la agricultura y el medio ambiente. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- Porta, J., López-Acevedo, M., Poch, R.M. (2009). Introducció a l'edafologia. Ús i protecció de sòls. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- Porta, J., López-Acevedo, M., Roquero, C. (2003). Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- Regúés, D., Pardini, G., Gallart, F. (1995). Regolith behaviour and physical weathering of clayey mudrock as dependent on seasonal weather conditions in a badland area at Vallcebre, Eastern Pyrenees. *Catena* 25, 199–212.
- Saurí, D., Ribas, A., Roset, D. (1995). 'From hazards to resources. Assessing the role of floods in the lowlands of the Costa Brava, Catalonia, Spain'. In: Healy, M.G. & Doody, J.P. (Eds), *Directions in European Coastal Management*, pp. 169–174 Cardigan, Wales: Samara. 556 pp.

- Serra Ruiz, P., Pons Fernández, X., Saurí Pujol, D. (2000). Anàlisi dels usos del sòl de la plana de l'Alt Empordà i la seva localització a través de la teledetecció (1977-1993). Documents d'Anàlisi Geogràfica. 36, 63-89.
- Saxton, K. E., Rawls, W. J. (2006). Soil Water Characteristic Estimates by Texture and Organic Matter for Hydrologic Solutions. Soil Science Society of American Journal, vol. 70.
- SSS. Soil Survey Staff (2010). Claves para la Taxonomia de Suelos (11<sup>a</sup> edición). Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Servicio de Conservación de Recursos Naturales.  
[ftp://ftp-fc.sc.egov.usda.gov/NSSC/Soil\\_Taxonomy/keys/Spanish\\_Keys\\_11th\\_ed.pdf](ftp://ftp-fc.sc.egov.usda.gov/NSSC/Soil_Taxonomy/keys/Spanish_Keys_11th_ed.pdf)  
actiu el 5 d'agost de 2013.
- Vilà. N. (1995). Proposta d'un pla de conservació de sòls a la península del Cap de Creus. Treball Final de Carrera. Enginyeria Agrònoma. ETSEA. Universitat de Lleida.