

## **4. ANÀLISIS DE LA BASE DE DADES DEL 1982**

La base de dades de partida està composta per un llistat en format paper (Inventari de Clotet i Gallard de moviments de massa al prepirineu [5]) on apareixen descrits 466 registres de moviments de massa, presents en el prepirineu, ocorreguts en la tardor del 1982. Cada registre conté una sèrie de camps associats, que caracteritzen d'una manera bastant detallada el moviment observat. Aquests camps són identificació, coordenades U.T.M., topografia, substrat, formació superficial, diversos, característiques de fenomen i observacions. A continuació es realitza una descripció dels camps utilitzats per aquest registre:

*Identificació:* està compost per un nom, que li dona una lletra, i un número ordinal.

*Coordenades U.T.M.:* X i Y U.T.M. en metres.

*Topografia:* alçada (m), orientació i pendent del fenomen.

*Substrat:* litologia i unitat del substrat.

*Formació superficial:* litologia(tamany) i gruix.

*Diversos:* tipus de formació vegetal, si es tractava d'un talús artificial, l'ocupació de la zona afectada, afecció d'infraestructures humanes, foto aèria, "badlands" preexistents.

*Característiques del fenomen:* tipus del fenomen, número de fenòmens, superfície, estat d'activació, regenerat.

*Observacions:* altres dades d'interès.

El primer pas a l'hora de realitzar un estudi de la base de dades inicial seria una correcta classificació dels diferents moviments de massa. Clotet i Gallart [5] van realitzar una descripció dels moviments basant-se en els diferents fenòmens que composaven el moviment estudiat. Aquesta ordenació utilitzant unitats simples per caracteritzar el moviment complex, va comportar que la descripció tingués un alt grau de complexitat ja que alguns dels fenòmens presents estaven definits com a combinació entre fins a 4 fenòmens simples diferents tal i com podem veure a la Figura 1.

L'estudi d'aquestes dades esdevé pràcticament impossible degut a la enorme complexitat dels resultats i la infinitat de variables a tenir en compte. La solució més correcta per l'estudi d'aquesta informació és la reclassificació dels moviments utilitzant tipologies més estandarditzades per facilitar la comparació amb altres estudis. Algunes d'aquestes classificacions reconegudes poden ser la classificació de Coromines i García [8] presentada a la Taula 1, la classificació de Varnes [10] presentada a la Taula 2 o la de moviments segons Vilaplana [11]. Totes tres classificacions semblen prou vàlides però utilitzarem la de Varnes per una simple raó: la seva simplicitat. Aquest fet facilitarà la recodificació dels fenòmens i minimitzarà els errors comesos en aquest procés.

Els paràmetres utilitzats per Clotet i Gallard (1984) [5] responen a una classificació dels fenòmens de moviment de massa que actualment es troba obsoleta. Això queda molt palès en alguns termes utilitzats, com poden ser cop de cullera per descriure un fenomen rotacional o talús agrícola per definir tipus de moviment. Alguns d'aquets termes, utilitzant bibliografia i les descripcions

realitzades pels autors d'aquest estudi han permès deduir la correspondència amb termes més moderns. S'han intentat relacionar tots aquests termes amb la classificació de Varnes [10], que donarà una visió més sistemàtica i una major facilitat a l'hora d'obtenir resultats. Després d'estudiar detingudament tots aquests casos de reclasseficació les correlacions obtingudes entre la classificació de Varnes [10] i l'inventari de Clotet i Gallard (1984) [5], les relacions entre els diferents tipus de moviments estudiats són:

**Taula 3.** Correspondència entre nomenclatures utilitzades per la base de dades i per aquest estudi

Classificació utilitzada en la base de dades de Clotet i Gallard [2]	Classificació utilitzada en aquest estudi basada en la classificació de Varnes [10]
COP DE CULLERA	Lliscament rotacional
ESLLEVISSAMENT ROTACIONAL	Lliscament rotacional
LLISCAMENT DE PAQUETS	Lliscament traslacional
TALUS AGRÍCOLA	Rotacional (si el material és sòl)
TALUS CARRETERA	Ruptura rotacional (si el material és sòl) ó desprendiments (mat = roca)
VESSANT GENERALITZAT	Ruptura traslacional (ruptura superficial o roques sedimentàries)
COLADA FANGOSA	Flux (colada)
LAVA TORRENCIAL	Flux (corrent)
DESPRENDIMENT ROCÓS	Desprendiment

Pel que fa a la litologia del substrat, en l'estudi realitzat per Clotet i Gallard (1984) [5], la descripció es basava en una quantificació relativa entre els diferents materials presents. La descripció del material es realitzava mitjançant les següents litologies majoritàries i el seu pes respecte el total de la mostra:

**Taula 4.** Litologies utilitzades per la base de dades Clotet i Gallard (1984) [5]

Codi	Litologia
C	CALCÀRIES
R	MARGOCALCÀRIES
M	MARGUES
A	ARGILES
G	GRESOS
P	CONGLOMERATS
F	FIL·LITES
X	GUIXOS

Com es pot veure en la Taula de litologies utilitzades hi ha termes com poden ser argiles o guixos que responen a concepcions confuses de tipologies de material. Les argiles respondrien a un tamany de gra i per tant haurien de ser descrites com a argil·lites. Pel que fa als guixos, es pot deduir que es tractaven de materials fins de consistència plàstica, que podrien quedar millor definits mitjançant el terme limolites.

Per exemple, un substrat del tipus AGP es tracta d'un substrat on els components majoritaris són, segons l'ordre d'importància, argila, gresos i conglomerats. Aquesta classificació plantejava seriosos problemes a l'hora de estudiar els tipus de fenòmens, ja que segons el tipus de sòl present, el moviment serà de tipus fluid o granular i tindrà un comportament completament diferent. El material que apareixia en primer lloc és el majoritari i per tant, serà la primera referència a l'hora de classificar el tipus de sòl en casos de dubte. Partint dels diferents materials presents i del tipus de fenomen descrit, combinades amb les observacions, es va arribar a una correspondència més o menys fixa entre els materials presents i el tipus de comportament del sòl (sòl cohesiu o sòl granular). El criteri que es va seguir va ser el següent: si el material majoritari era de gra fi, els materials eren classificats com a sòl cohesiu (flux granular). Per contra si el material majoritari era de gra més gros i per tant susceptible de formar sòls de tipus granulars (flux colada). Aquesta correspondència és la mostrada en la Taula 5.

**Taula 5.** Reclassificació de la litologia del substrat descrita per Clotet i Gallard (1984) [5]

Material reclassificat	Materials de l'inventari [5]
SG (flux colada)	G, SG, GB, SGB, BG
SC (flux granular)	A, LG, P, LA, M, AG, PA, AP, MR, RM, R, RP, LAG, AB, BA, LITOLOGIA(ROCA) R, M C, TOTS ELS QUE COMENCEN PER A

## **4.1 ANÀLISIS de DADES ORIGINALS (fenòmens superficials)**

En aquest apartat es tractaran les dades originals proporcionades per la base de dades del “Inventari de degradacions de vessants originades pels aiguats de Novembre de 1982, a les conques del Llobregat i Cardener” de Clotet i Gallart (1984) [2]. Aquestes dades seran estudiades en el seu format original sense cap tipus de reclassificació prèvia.

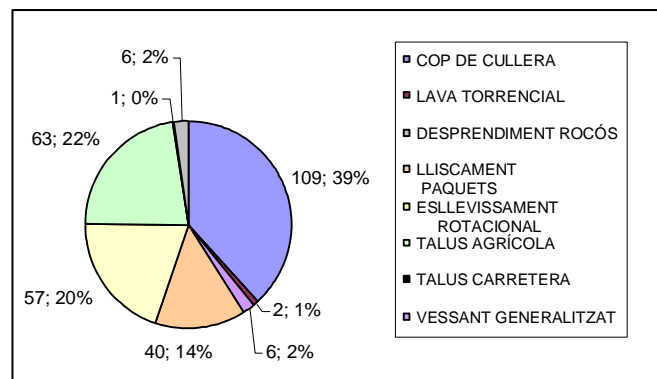
### **4.1.1 Composició dels moviments complexes**

Degut a la descripció de fins a 3 fenòmens diferents per un mateix moviments de massa, la dificultat per obtenir interpretacions lògiques dels moviments es complica fins a nivells no desitjats. En les Figures 10 i 11, on es descriuen les relacions entre moviments principals i secundaris presents, es pot observar el enorme grau de complexitat que s’obté a l’hora d’analitzar les dades originals obtingudes per Clotet i Gallart (1984) [5].

### **4.1.2 Fenòmens Principals**

Quan es parla de fenòmens principals es fa referència a la tipologia dominant del moviment de massa. Aquesta dada ve marcada per l’ordre en la descripció del fenomen que fa la base de dades de Clotet i Gallart (1984) [5], la qual defineix mitjançant sigles la tipologia del moviment. Per exemple si parlem d’un RT s’estarà tractant un moviment rotacional (R) que té associat un fenomen de moviment traslacional (T).

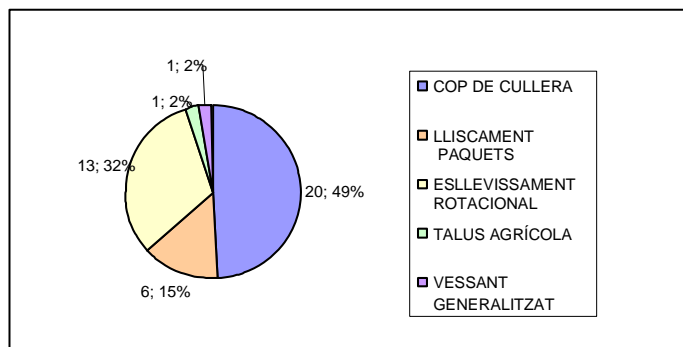
En primer lloc, i pel que fa als sòls cohesius la seva distribució, pel que fa a fenòmens principals, respon majoritàriament moviments del tipus rotacional, tal i com es veu a la Figura 8.



**Figura 8.** Diagrama circular dels moviments principals presents en sòl cohesiu (número total de moviments = 284)

Tal i com es mostra el gràfic circular dels moviments principals en sòl cohesiu (Figura 8), en el cas de sòl cohesiu, el fenomen més predominant és l’anomenat per Clotet i Gallard com “cop de cullera”. Aquest fenomen juntament amb els esllavissaments rotacionals i els talussos agrícoles ocupen el 81% dels fenòmens de moviment de massa que es van catalogar. El quart en importància seria el lliscaments de paquets.

Pel que correspon a sòls de tipus granular, es troba una majoria encara més important de moviments rotacionals que en el cas dels materials cohesius.



**Figura 9.** Diagrama circular dels moviments principals presents en sòl granular

En el cas dels sòls de tipus granular (Figura 9) el cop de cullera ocupa pràcticament el 50%, seguit dels moviment rotacionals amb un 32% i dels lliscaments de paquets. En aquest tipus de sòl cal destacar l'absència dels desprendiments de blocs, que degut a la naturalesa del sòl (tipus granular) serien incoherents amb la classificació establerta.

Pels sòls granulars les combinacions més nombroses són les que provenen dels cops de cullera (49% del total). En primer lloc els cops de cullera amb la lava torrencial (20% del total dels moviments en sòl granular) i cop de cullera amb lliscament rotacional (12% del total de moviments en sòl granular).

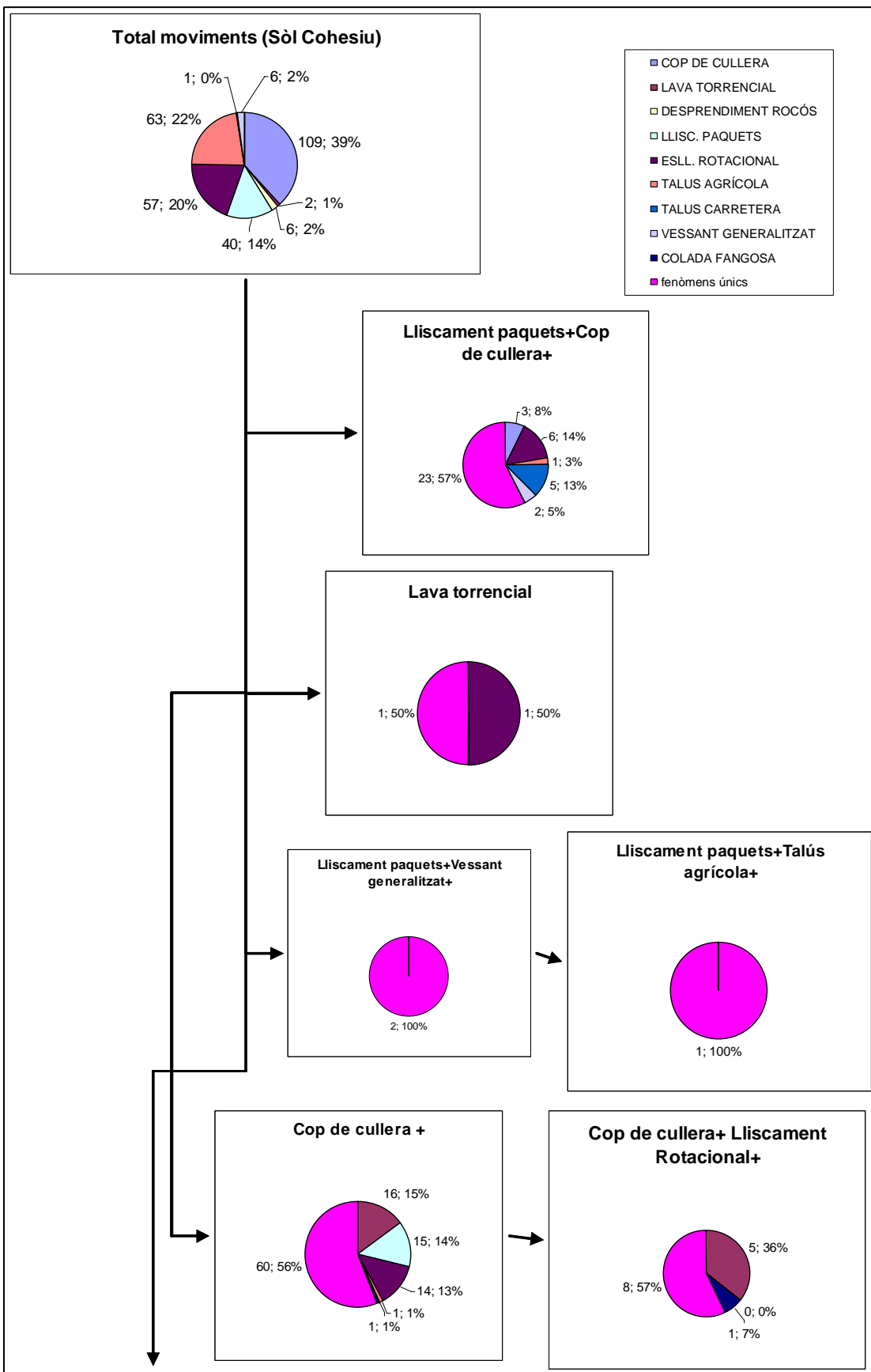
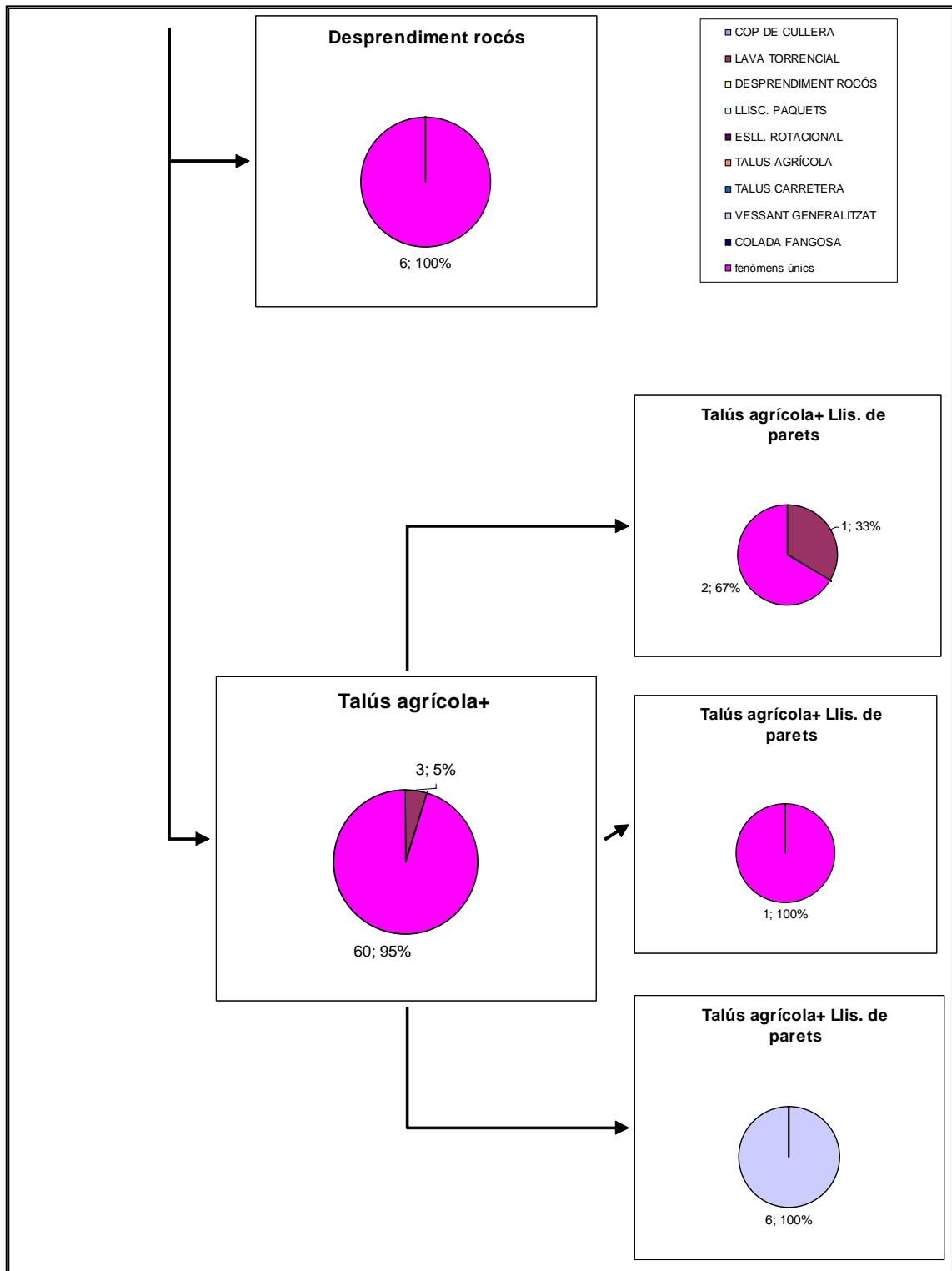


Figura 10. Diagrama en arbre dels diferents moviments complexos presents per sòls cohesius i els seus percentatges



**Figura 11.** Diagrama en arbre dels diferents moviments complexos presents per sòls cohesius i els seus percentatges

Per sòls granulars s'obté el següent diagrama:

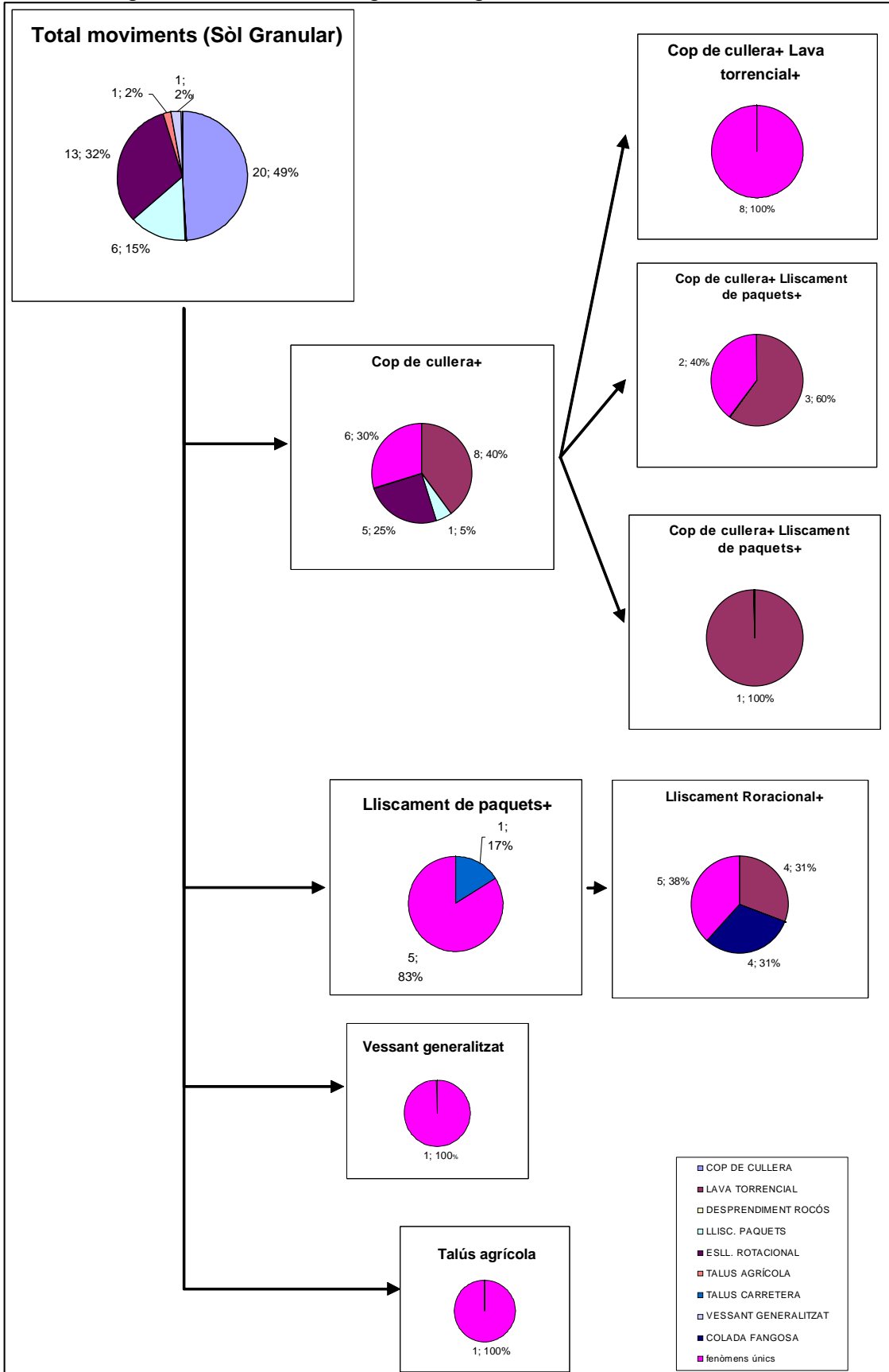


Figura 12. Diagrama en arbre dels diferents moviments complexos presents en la zona estudiada per sòls granulars i els seus percentatges



## 4.2 ANÀLISIS DADES PROCESSADES (fenòmens superficials)

En aquest apartat es tracten les dades originals de la base de dades de Clotet i Gallart (1984) [5]. Les dades han sigut transformades tal i com s'explica al Capítol 4. S'han fet canvis de nomenclatura a l'hora de classificar els moviments i els tipus de sòls. Tal i com es descriu en capítols anteriors, a l'inventari original de N.Clotet i F.Gallart [5], els fenòmens venien descrits mitjançant fins a tres tipologies de moviment per fenomen, donant-li un ordre d'importància segons el tipus de fenomen. En les Figures 11 i 12 es descriu aquesta composició entre diferents fenòmens en els sòls cohesius i granulars respectivament:

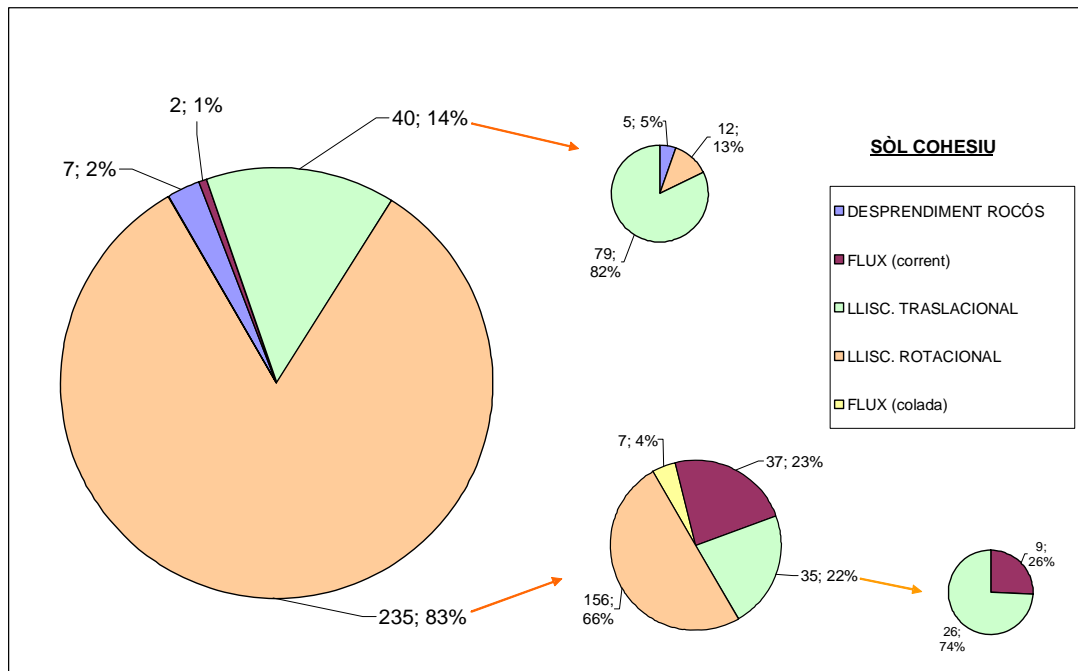


Figura 13. Diagrames circulars dels fenòmens i composició dels fenòmens per sòls cohesius

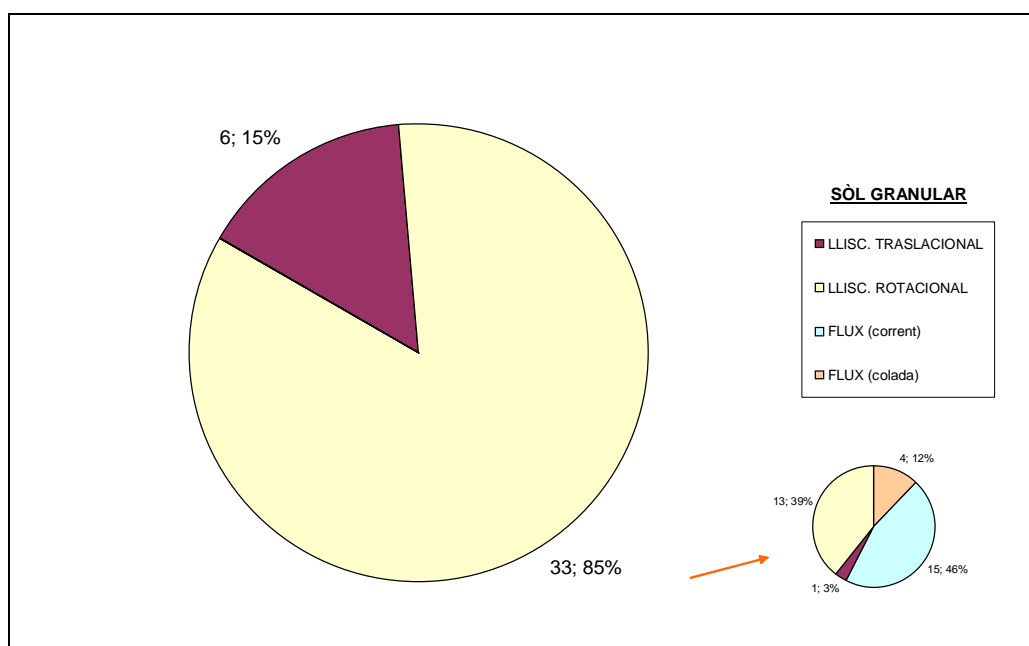


Figura 14. Gràfica de relació litologia-tipus de fenomen en sòls granulars

En aquests diagrames s'han descrit només els fenòmens de major importància. Les fletxes vermelles indiquen percentatges dels fenòmens secundaris associats a aquests primers. El nivell de complexitat per l'anàlisi de les dades és elevat tal i com es pot veure.

#### 4.2.1 Litologies

En el cas de les dades processades, es pot veure una clara concentració dels fenòmens en certes litologies (Figura 15).

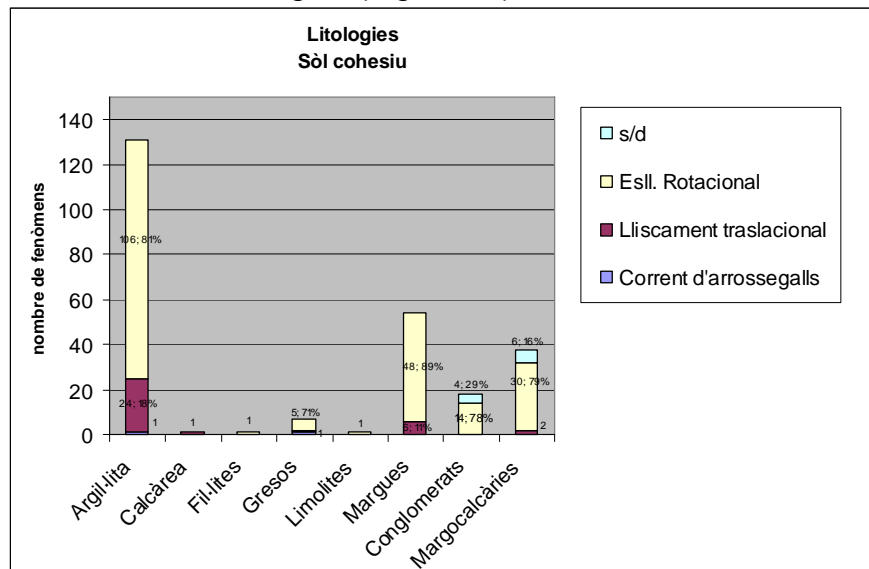


Figura 15. Gràfica de relació litologia-tipus de fenomen en sòls cohesius

Tal i com mostra la Figura 15, en sòls cohesius, les litologies més susceptibles de donar moviments de massa són les argil·lites, les roques carbonatades (margues i margocalcàries) i conglomerats. Les argil·lites són clarament les més favorables a donar moviments de massa (més de la meitat dels, ja que són les que presenten major número de fenòmens en l'àrea estudiada amb 131, dels quals un 81% són esllavissaments rotacionals i un 18% són casos de lliscament traslacional. Pel que fa a les roques carbonatades, les margues són les més desencadenants amb 54 fenòmens dels que un 89% són de tipus rotacional i un 11% de tipus traslacional. Les margocalcàries presenten també predominança de moviments rotacionals, amb 30 casos (79%) i per últim, el conglomerats, que tenen un 78% de moviments rotacionals.

Els percentatges dels diferents moviments de massa presents a les litologies estudiades queden paleses en la següent gràfica:

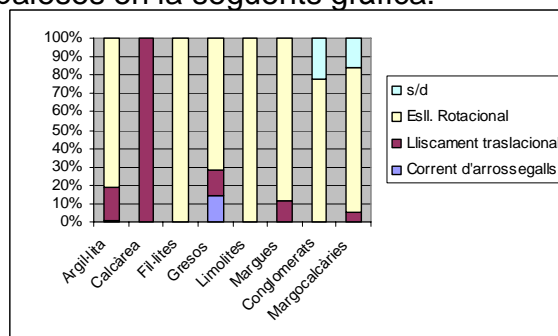
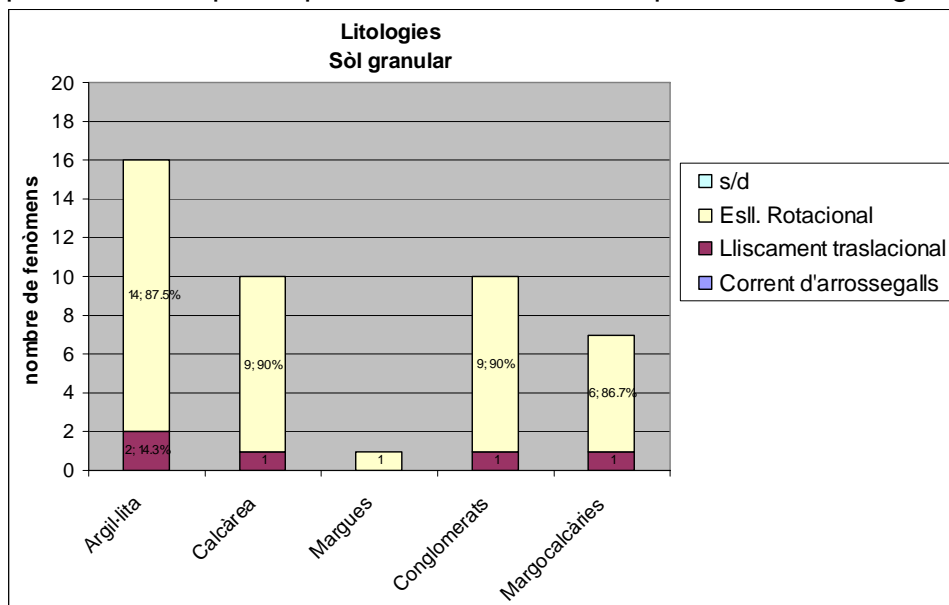


Figura 16. Percentatges relatius de cada fenomen

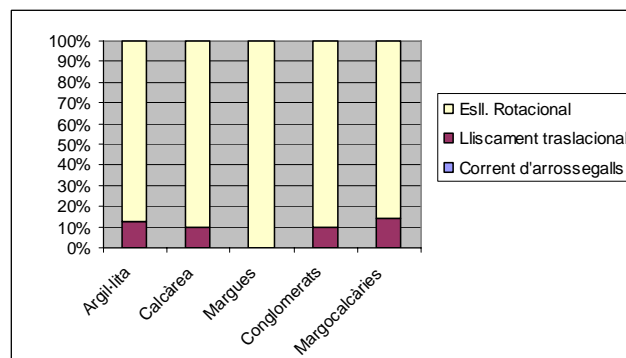
El moviment amb més presència dins de la zona estudiada (amb un percentatge de més del 80% en la majoria dels casos) és el esllavissament rotacional. En segon lloc es troba el lliscament traslacional amb un percentatge menor al 20% en tot els casos exceptuant el cas de les calcàries, on degut a la seva morfologia característica (estrats paral·lels), solen donar lliscament (100% dels casos estudiats).

En el cas de sòls granulars el nombre de litologies disminueix respecte els sòls cohesius, de igual manera que disminueixen el nombre de moviments de massa presents en aquest tipus de sòls, tal i com es pot veure en la figura 17.



**Figura 17.** Gràfica de relació litologia-tipus de fenomen en sòls granulars

Les relacions entre les diferents litologies són del mateix ordre de magnitud, tot i que continuen predominant els moviments en argil·lites amb 16 fenòmens (36% del total de fenòmens presents), 14 dels quals són esllavissaments rotacionals (87,5% del total) i 2 lliscaments traslacionals (14,3%). En segon lloc trobem les calcàries i els conglomerats que tenen el mateix nombre de fenòmens: 9 esllavissaments rotacionals i 1 traslacional.



**Figura 18.** Percentatges relatius de cada fenomen

En aquest tipus de sòl la predominança dels esllavissaments rotacionals encara és més important amb valors que oscil·len entre un 85% i un 100% (cas de les margues). La resta de fenòmens presents serien de tipus traslacional (de 0% a un 15%).

## 4.2.2 Litologia-àrea

### Sòl cohesiu:

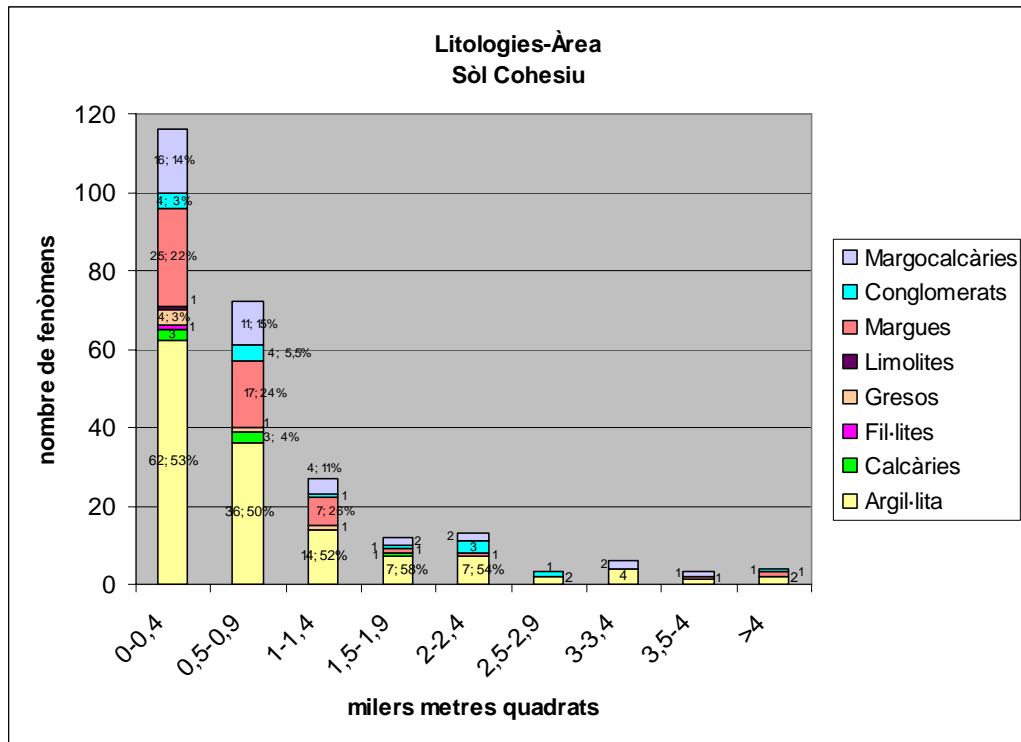


Figura 19. Distribució de les litologies presents a les diferents àrees estudiades.

Tal i com podem veure a la Figura 19, els moviments en sòls de tipus cohesiu es concentren bàsicament en àrees petites, disminuint progressivament el nombre de fenòmens a mesura que estudiem casos amb més extensió.

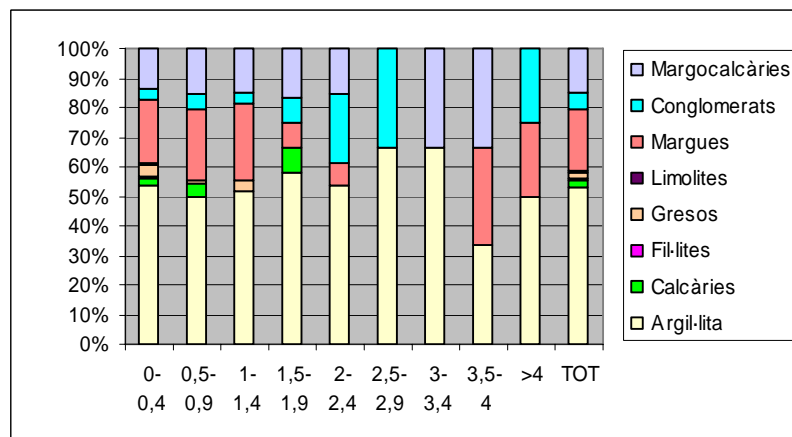


Figura 20. Percentatges de litologia segons l'àrea ocupada

Pel que fa a les litologies presents cal destacar la presència majoritària de les argil·lites en totes les àrees, sempre per sobre del 50% tal i com indica la Figura 20. En segon lloc es troben les margues que estan concentrades en els moviments de poca extensió amb valors que van del 22 al 24%. En tercer lloc les margocalcàries que tenen una distribució més o menys uniforme en totes les extensions estudiades amb valors de 10-15%. Els conglomerats tenen una

distribució irregular, ja que en àrees petites (fins a 2000 metres quadrats) tenen valors que oscil·len entre el 2% i el 7%. En canvi entre 2000 i 3000 metres quadrats passen a ocupar entre un 25-35% del total, per després pràcticament desaparèixer.

### Sòl granular:

Pel que fa a les altres litologies tenen un caràcter minoritari en la distribució general i el seu tractament resulta molt complicat.

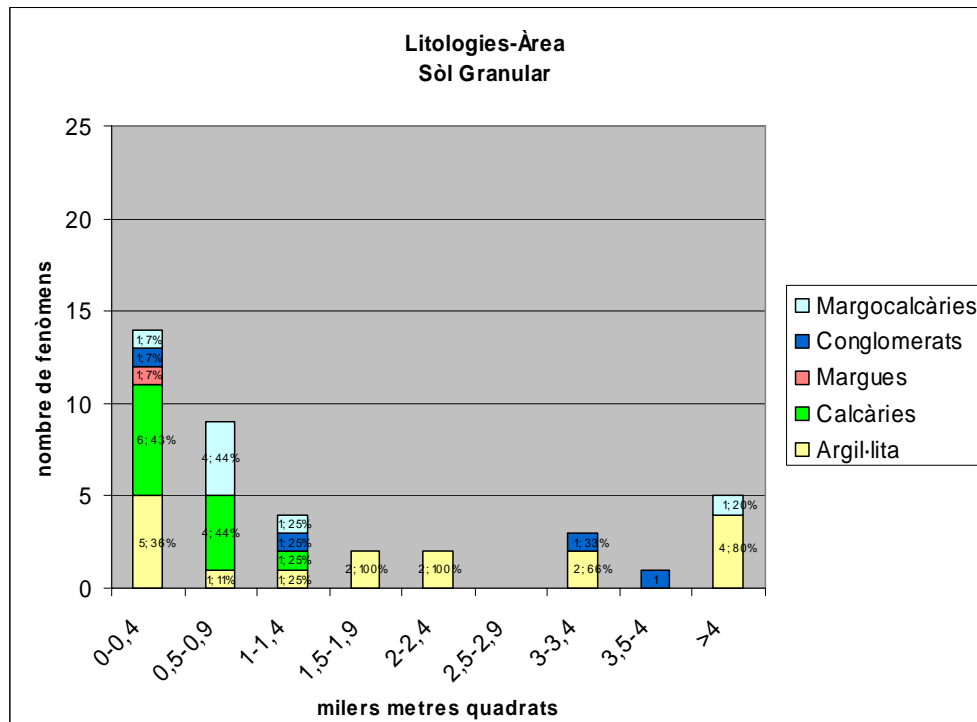


Figura 21. Distribució de les litologies presents en sòls granulars

En el cas dels sòls granulars la distribució dels fenòmens és menys clara que pels sòls cohesius, tot i que encara es veu una certa tendència a ocupar àrees petites. Pel que fa a les litologies cal destacar el lloc que ocupen les calcàries, donant percentatges al voltant del 43% en les àrees de més nombre de fenòmens (0-0,9 milers de metres quadrats). També és important la presència de les margocalcàries, que trobem en un 44% en els moviments d'àrea compresa entre 0,5-0,9 milers de metres quadrats (4 casos). Per que fa a les argil-lites, continuen sent les més abundants en el còmput general d'esdeveniments, tot i que són menys predominants que als sòls cohesius. Les altres litologies poden ocupar percentatges importants degut a el poc nombre de fenòmens que trobem en aquest tipus de sòls tal i com es mostra en la Figura 21.

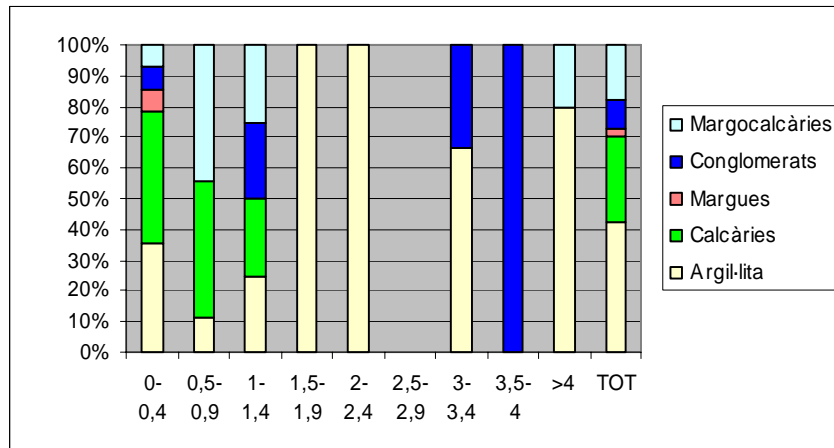


Figura 22. Percentatges de litologia segons l'àrea ocupada

Els percentatges de cadascuna de les litologies en les diferents àrees, més que condicionats per l'àrea d'estudi, venen marcats per la poca quantitat de dades disponibles en aquests tipus de sòls obtenint dades que no tenen cap tipus de representativitat tal i com podem veure en la Figura 22.

#### 4.2.3 Fenòmen-àrea

##### Sòl cohesiu:

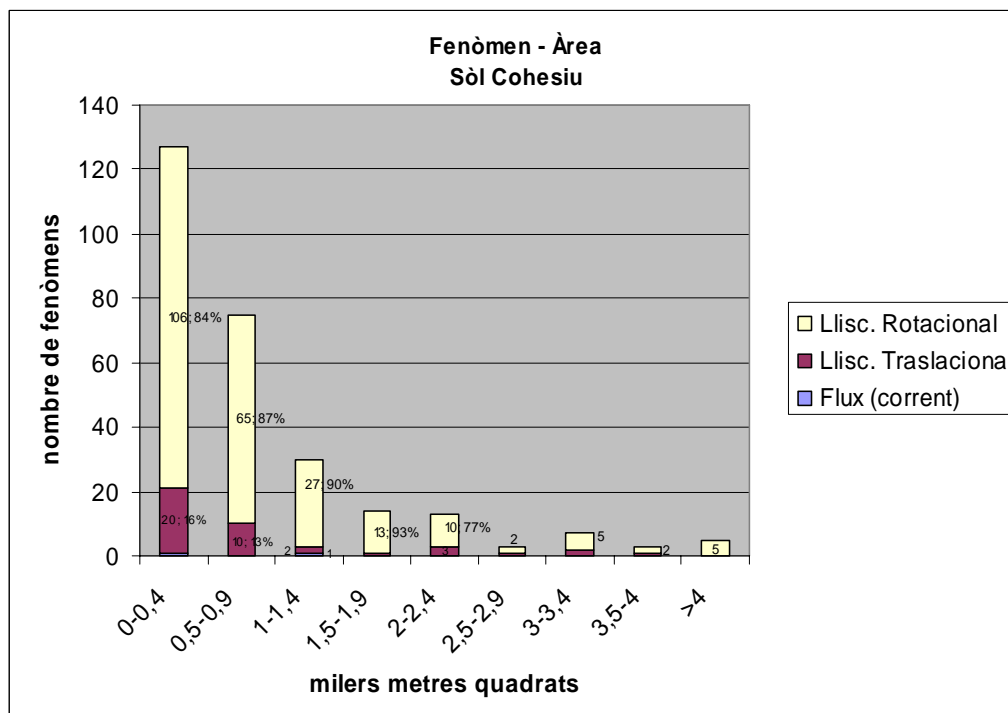


Figura 23. Gràfica de relació fenomen-tipus de fenomen en sòls cohesius.

La Figura 23 denota clarament la presència predominant dels moviments rotacionals en sòls cohesius en totes les àrees. Aquests lliscaments rotacionals ocupen percentatges que van del 77% fins al 100%, amb un valor mig del 88%.

En segon lloc, els lliscaments traslacionals tenen una major presència en quant a número de fenòmens a les àrees petites (menors de 900 metres quadrats) i que ocupa un 14% de valor promig en aquestes àrees, com podem veure en la Figura 24. En aquesta Figura podem veure que el percentatge total dels esllavissaments traslacionals puja lleugerament en àrees entre 2500 i 4000 metres quadrats.

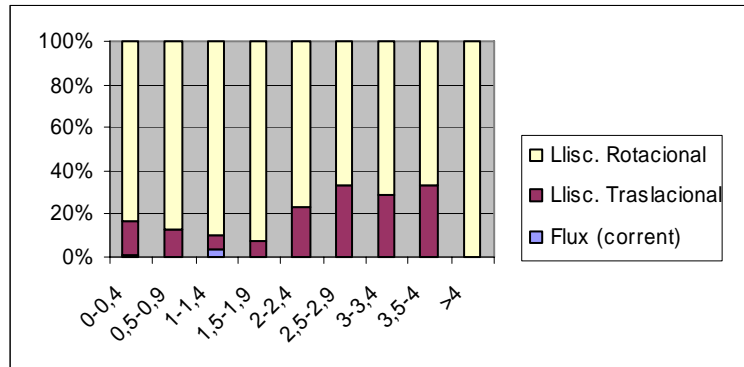


Figura 24. Percentatges presència de cada fenomen en funció de l'àrea

### Sòl granular:

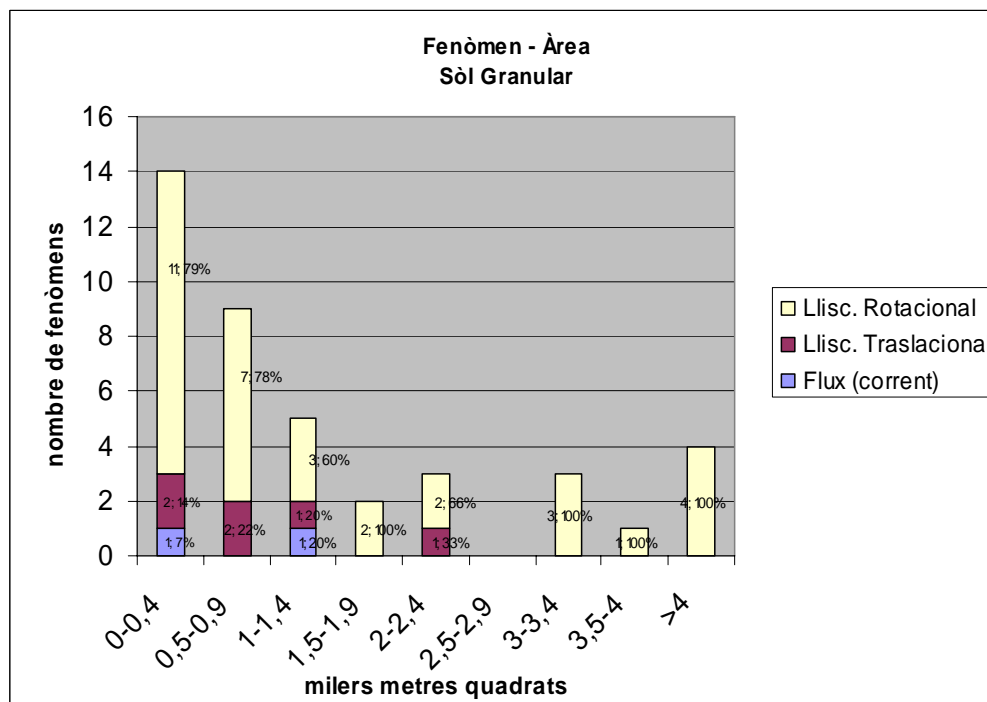
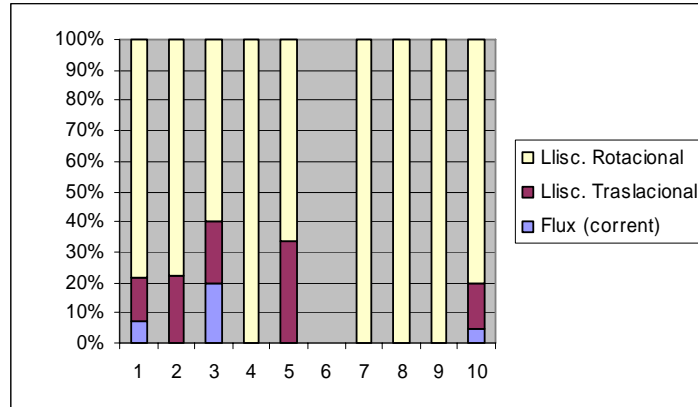


Figura 25. Gràfica de relació fenomen-tipus de fenomen en sòls granulars.

En la Figura 25 podem veure clarament reflectit el predomini dels moviments rotacionals enfront de tots els altres independentment de l'àrea escollida. Aquest tipus de fenomen ocupa com a mínim el 60% dels casos presents en cada segment d'àrees, arribant en molts casos al 100% dels casos estudiats. En quant als lliscaments traslacionals veiem que es concentren en les àrees més o menys petites (fins a 2400 metres quadrats) mantenint un nivell de

presència més o menys regular al voltant del 20% tal i com podem veure a la Figura 26. També podem observar que tot i que el nombre de fenòmens disminueix en augmentar la zona afectada, sí que és veritat que aquest no tendeix a zero, sinó que es manté a un nivell més o menys constant a mesura que creix l'àrea.

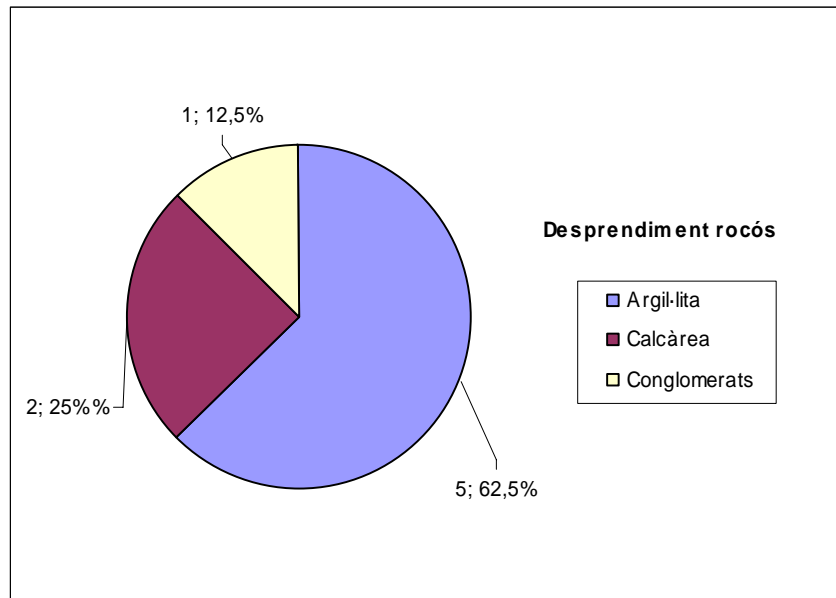


**Figura 26.** Percentatges presència de cada fenomen en funció de l'àrea



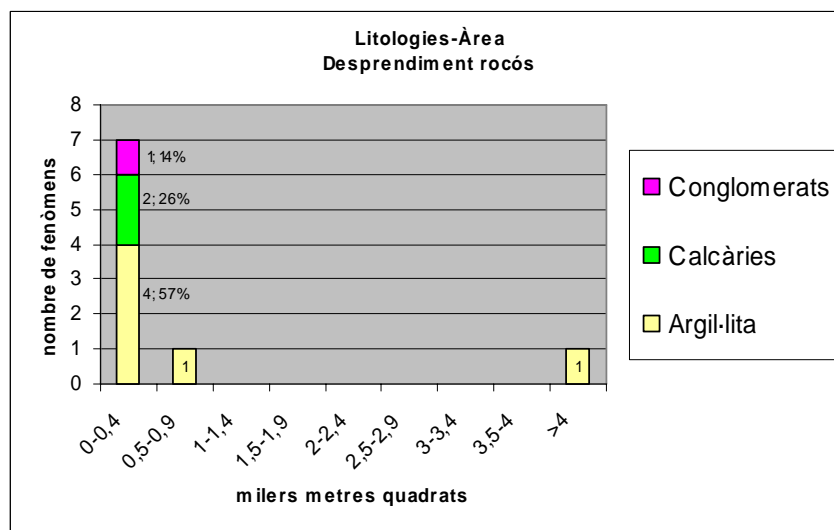
#### 4.2.4 Desprendiment rocós

Els despreniments rocosos, pel fet de no tractar-se ni de sòl cohesiu ni granular, s'han tractat per separat, com un nou tipus de sòl. Així doncs s'han separat els casos de desprendiment rocós, que és el tipus de moviments de massa que genera aquest subgrup.



**Figura 27.** Litologies que presenten desprendiment rocós i nombre de fenòmens.

En la Figura 27 queda reflectit el petit nombre de despreniments rocosos presents en la zona estudiada, i per tant la seva poca importància relativa en el còmput general de la base de dades. Les argil-lites concentren el major nombre de fenòmens amb 5 fenòmens (62,5 % del total), seguit de les calcàries amb 2 fenòmens (25% del tot). Pel que fa a l'extensió d'aquests fenòmens veiem que el 75% d'aquests fenòmens generen àrees de menys de 400 metres quadrats tot i que hi ha algun cas de força extensió (màxim de 5000 metres quadrats) tal i com indica la Figura 28.



**Figura 28.** Despreniments rocosos i la seva distribució en les diferents àrees.

## **4.3 FENÒMENS PROFUNDS**

### **Sòl granular (fen. profund)**

**Taula 6.** Fenòmens profunds en sòl granular

Nom	X	Y	Litologia	Tamany	Àrea	Ocupació	Afeccions	Grau d'afecció	Fenòmen
HA	414600	4673800	Argil-lita	Bloc	0,0	Bosc			Rotacional
U	388400	4673700	Margocalcàries	Grava	8,0	Bosc			Rotacional
E	382800	4670500	Argil-lita	Grava	80,0	Bosc	Pista, habitatge	Feble	Rotacional

En el cas dels sòls granulars, tal i com podem observar en la taula 6, tot i que el nombre de fenòmens és mes petit, el tamany dels moviments presents en aquest tipus de sòls poden arribar a grans dimensions (fins a 800000 metres quadrats). Això es deu a que en aquests tipus de materials es dona la combinació entre diferents moviments que acaben resultant un fenòmens de grans dimensions. Per exemple, tant el fenomen de 800000 metres quadrats de superfície (E) com el de 80000 (U) serien una combinació de diferents fenòmens:

- moviment rotacional + flux granular + colada.

### **Sòl cohesiu (fen. profund)**

**Taula 7.** Fenòmens profunds en sòl cohesiu

Nom	X	Y	Litologia	Tamany	Àrea	Ocupació	Afecció	Grau d'afecció	Fenòmen
IR2	417800	4677200	Margues	Argil·la	0,4	Conreus			Rotacional
EX2	408900	4671000	Argil-lita	Argil·la	1,5	Bosc			Rotacional
KE	420400	4674600	Conglomerats	P (¿?)	2,5	Bosc			Rotacional
DR	405000	4672600	Argil-lita	Argil·la	3,0	Conreus	Pista	Feble	Rotacional
LA	382300	4664700	Argil-lita	Argil·la	3,0	Bosc clar			Rotacional

Com podem observar en la taula 7 els fenòmens de tipus profund es produeixen fonamentalment en materials de tipus argilós. Aquests materials donen moviments de massa de grans dimensions (fins a 30000 metres quadrats de superfície) en forma de lliscaments rotacionals.