

Conclusions

Seguidament s'exposen les conclusions obtingudes dels treballs realitzats, mostrant primer aquelles que es dedueixen del treball de laboratori realitzat, seguides de les conclusions obtingudes en l'anàlisi d'estabilitat i, finalment, es proposen les futures línies d'actuació i recerca.

A partir dels assaigs realitzats a laboratori sobre les tres mostres obtingudes en els treballs de camp realitzats, *La Nou 1*, *La Nou 2* i *La Nou 3*, s'estableix:

1. La granulometria i la sedimentació indiquen que es tracta d'un material tipus argiles llimoses, doncs la fracció de fins obtinguda en els diversos casos és superior al 77%. Amb la relació de Skempton (1985), que correlaciona el percentatge de fins amb el valor de l'angle de fregament residual, s'obté un rang de valors per aquest darrer entre 11° i 15°. En funció dels valors obtinguts dels Límits d'Atterberg, les mostres es classifiquen com argiles de baixa plasticitat, CL.
2. Es realitza un assaig de tall directe sobre la mostra de *La Nou 2*. A partir del valor de la tensió de tall residual s'obté el valor de l'angle de fregament residual, per a diferents hipòtesis del valor de la cohesió. Per aquest angle s'obté un rang de valors d'entre 11 i 14° per tres de les quatre rectes ajustades, i de 5.6° per la restant. Aquesta variació en els resultats indica, doncs, que no és desitjable fer l'assaig per a totes les fases de càrrega amb la mateixa mostra, ja que a cada càrrega vertical la posició de la superfície de trencada varia molt poc (canvis mil·limètrics) i no es controla el tipus de trencament que es produeix. Aquest aspecte és important sobretot si es busca un valor residual imposant una superfície de trencament.
3. Es realitzen dos assaigs de tall anular, en els que s'obté un valor de l'angle de fregament residual de 11° per al cas de *La Nou 2* i de 15° per al cas de *La Nou 3*.
4. Utilitzant les correlacions establertes per Bishop (1971) a partir dels valors de la tensió de tall residual i de la tensió normal, s'obté un rang de valors de l'angle de fregament entre 7° i 11° per la mostra de *La Nou 2* i un rang entre 11° i 14° per al cas de *La Nou 3*. En el cas de *La Nou 2* els valors obtinguts es consideren baixos.
5. En funció de tots els resultats i correlacions obtingudes es considera que el valor de l'angle de fregament residual per aquests materials oscil·la entre els 11° i els 15°.

Referent als resultats obtinguts un cop realitzats els càlculs d'estabilitat dels tres vessants d'estudi (*La Nou*, *Can Pujals* i *Malanyeu*) i estudiant la influència dels diversos paràmetres que intervenen en aquest anàlisi, es conclou:

1. Realitzat l'anàlisi de sensibilitat envers la variació de l'angle de fregament i la variació del nivell freàtic, s'aprecia com, en base als resultats obtinguts i emprant els rangs de valors representatius pel material en qüestió, el paràmetre

amb major influència sobre el valor del Factor de Seguretat (*FS*) dels dos estudiats és l'angle de fregament.

2. Emprant el mètode de l'equilibri límit, la influència relativa de l'angle de fregament en el Factor de Seguretat disminueix amb l'augment del nivell freàtic, doncs la pressió de poros fa disminuir les tensions verticals efectives. La cohesió manté el mateix pes independentment del nivell freàtic. A més, la cohesió té especial importància en moviments poc profunds, ja que les tensions verticals són menors cosa que resta importància el terme friccional de les forces resistents.
3. S'estudien quatre casos d'estabilitat: *La Nou actual*, *La Nou previ a la reactivació de 1986*, *Can Pujals* i *Malanyeu*. Al tractar-se en tots els casos de reactivacions, es determina que a l'hora de definir les propietats geotècniques del material de la zona de ruptura, s'estableix un valor de la cohesió nul, doncs es tracta de la reactivació de superfícies de lliscament ja existents a les esllavissades.
4. L'anàlisi per equilibri límit mostra que les tres esllavissades serien inestables amb gruixos saturats relativament petits (inferiors al 30-40%). Aquest resultat no sembla congruent amb el fet que les tres esllavissades han restat estables al menys durant els darrers 20 anys (tot i que han patit múltiples reactivacions en dècades anteriors). Especialment significatiu es el resultat obtingut per la part inferior de la colada de La Nou, que indica inestabilitat fins i tot sense un nivell freàtic per damunt de la superfície de ruptura per valors de l'angle de fregament inferiors a 15°.
5. S'incorpora, doncs, en els càlculs d'estabilitat el concepte de resistència lateral, que intenta introduir la tridimensionalitat del problema en el programa de càlcul emprat (*STABL*), que treballa en 2D. Aquest nou element contribueix en l'estabilitat dels càlculs, ajustant millor els resultats obtinguts al comportament real que cada un d'ells presenta.
6. Els quatre casos han estat estudiats utilitzant el mateix material homogeni per a tots els moviments, presentant cada un d'ells diferències en els resultats d'estabilitat. Aquestes diferències es deuen a la importància que exerceix la geometria de cada un d'ells a l'hora de determinar l'estabilitat d'un vessant. Així, un major pendent o una major amplada contribueixen a inestabilitzar el moviment; una major profunditat de la superfície de trencament o una major longitud contribueixen en estabilitzar-lo.
7. És difícil establir una relació entre una determinada característica del vessant i les facilitat que presenta aquest per reactivar-se. Podem trobar un valor aproximat de la profunditat del nivell freàtic necessari per desencadenar aquesta reactivació, però si no es disposa de cap dada de la posició real o l'evolució que presenta aquest nivell freàtic és molt difícil determinar la tendència a la reactivació que presenta cada un dels moviments.
8. El moviment de La Nou és el que presenta un major valor de la Susceptibilitat, presentant doncs un menor valor del Factor de Seguretat; per tant, i com era

d'esperar, és el que presenta un Període de Retorn menor, de poc més de cinc anys, doncs es tracta del moviment més inestable dels tres, segons el registre que es té fins ara. Pel que fa a la colada de terra de Can Pujals, aquesta esdevé menys susceptible que la colada de terra de La Nou i presenta un Període de Retorn superior, d'uns 9 anys. En el cas de Malanyeu, és la colada que presenta una menor Susceptibilitat i un major Període de Retorn, de quasi 15 anys. Es vol destacar el fet que els valors de susceptibilitat obtinguts per les tres colades de terra son congruents amb la seva periodicitat de reactivació,, doncs per a un menor període de retorn s'obté un major valor de la susceptibilitat.

Finalment es proposen possibles futures línies d'actuació i recerca:

Una de les principals dificultats per dur a terme un correcte càlcul i anàlisi dels moviments ha estat la falta de dades. Es coneixen poc les propietats mecàniques del material, així com la ubicació del nivell freàtic, la posició de la superfície de trencada, doncs no es tenen suficients dades de camp... pel que seria interessant :

1. En primer lloc es poden millorar alguns aspectes del treball de laboratori que podrien donar resultats més fiables de la resistència residual. Es recomana utilitzar mostres diferents per a cada càrrega en l'assaig de tall directe, mantenint la trencada en els dos sentits del moviment, per obtenir condicions realment residuals en una superfície de trencada clara. Així com també realitzar més i millors assaigs de laboratori amb mostres dels diferents vessants, a ser possible intactes i de la superfície de trencada per una millor aproximació a la resistència al tall en aquesta zona.
2. La obtenció de dades del nivell freàtic mitjançant la col·locació de piezòmetres al vessant.
3. Realitzar més reconeixements de camp que permetin determinar la profunditat de la superfície de trencament.
4. Per a la interpretació de les dades, un estudi hidrogeològic que permetés conèixer quins canvis de la posició del nivell freàtic són possibles i amb quines precipitacions es pot treballar, així com conèixer la permeabilitat dels materials i les dimensions de l'àrea conca en la que es troba el moviment.
5. Cercar un índex de "reactivabilitat" del vessant que combini l'augment del nivell freàtic necessari per generar la inestabilitat i la facilitat o probabilitat d'assolir-lo.
6. Utilitzar en els càlculs un mètode d'elements finits que permeti trobar les tensions entre les diferents parts del moviment. Aquestes últimes millores només tenen sentit si es disposa de les suficients dades, ja que si no el marge d'error i incertesa dels resultats que s'obtenen són massa grans com per utilitzar un model refinat.