

ALESSANDRA SAVA (\*) & AGOSTINO ZUPPETTA (\*)

## RELAZIONI TRA PROCESSI MORFOGENETICI E DISTRIBUZIONE SPAZIALE DELLE FRATTURE SUL VERSANTE COMPRESO TRA VIETRI SUL MARE E IL PORTO DI SALERNO (\*\*)

**Abstract:** SAVA A. & ZUPPETTA A., *Fracture patterns and morphogenic processes on the slope between Vietri sul Mare and the Port of Salerno* (IT ISSN 0084-8948, 1988).

A meso-structural fracture analysis was made on the slope between Vietri sul Mare and the Port of Salerno. The statistical analysis allowed to recognize four fracture patterns and to determine their mean orientations. To describe the fracture-related morphogenic processes of the examined slope, a sample area was chosen for the cinematic analysis. The most likely landslide processes were found computing the maximum safe angle for each hypothetical failure mode (*wedge sliding, plane sliding and toppling*) coupled with the orientation of the sample area. The results of the cinematic analysis fit very well the data obtained from the scarps of two recent landslides.

**KEY WORDS:** Morpho-structural analysis, Cinematic analysis, Slope dynamics, Campanian Apennines.

**Riassunto:** SAVA A. & ZUPPETTA A., *Relazioni tra processi morfogenetici e distribuzione spaziale delle fratture sul versante compreso tra Vietri sul Mare e il Porto di Salerno* (IT ISSN 0084-8948, 1988).

È stata condotta un'analisi meso-strutturale della fratturazione presente sul versante roccioso compreso tra Vietri sul Mare e il Porto di Salerno. L'analisi statistica, effettuata con l'ausilio dei diagrammi polari di SCHMIDT e relativo contouring dei dati proiettati, nonché tramite la distribuzione di BINGHAM (1964), ha permesso di riconoscere quattro famiglie significative di fratture e di determinare la loro orientazione media. Per descrivere i processi attivi sul versante esaminato e legati alla fratturazione, si è poi scelta un'area campione su cui effettuare un'analisi cinematica. Sono stati così individuati i meccanismi di dissesto più probabili attraverso il calcolo degli angoli limite corrispondenti ai diversi tipi di dissesto ipotizzabili (*wedge sliding, plane sliding e toppling*) per orientazioni corrispondenti alla parte di versante presa in considerazione.

I risultati ottenuti, confrontati con quelli derivanti dallo studio delle nicchie di distacco di due frane avvenute recentemente, indicano l'esistenza di una stretta analogia tra le fenomenologie di dissesto previste dal modello teorico e quelle effettivamente verificatesi.

**TERMINI CHIAVE:** Analisi morfostrutturale, Analisi cinematica, Dinamica di versante, Appennino campano.

### PREMESSA

Nel quadro delle ricerche in corso sui terreni carbonatici affioranti nei Monti Lattari, volte a determinare l'influenza della fratturazione sull'evoluzione morfologica dei versanti in roccia, vengono illustrati i risultati di un'analisi morfostrutturale condotta su un tratto del versante roccioso compreso tra Vietri sul Mare e il Porto di Salerno.

Il costone è costituito da dolomie e calcari dolomitici mesozoici appartenenti al margine interno della Piattaforma Carbonatica campano-lucana (IPPOLITO & *alii*, 1975). La stratificazione, poco evidente alla scala dell'affioramento, è localmente obliterata dalla fratturazione molto intensa alla scala meso e macro-strutturale. Il versante è stato interessato, anche in tempi molto recenti, da fenomeni franosi che alla luce della classificazione di VARNES (1978) possono essere definiti «frane per crollo e/o scorrimento traslativo». Tali fenomeni sono senz'altro correlabili con l'intenso stato di fratturazione del corpo roccioso che in alcuni punti appare, già ad una prima analisi, in precarie condizioni di stabilità.

Scopo preliminare del presente lavoro è stato quello di ricostruire la distribuzione spaziale e le eventuali direzioni preferenziali delle strutture misurate. Le principali famiglie di fratture, riconosciute attraverso l'analisi statistica di un numero significativo di misure, sono state successivamente utilizzate per un'analisi cinematica volta ad individuare i meccanismi di dissesto più probabili e a caratterizzare i processi morfoevolutivi attivi lungo il versante in esame.

### ELABORAZIONE STATISTICA DEI DATI STRUTTURALI

L'analisi della distribuzione spaziale delle fratture è stata effettuata tenendo conto solo delle strutture penetrative presenti sul versante. Sono state a tal fine stabilite cinque stazioni di misura; per ogni stazione sono state raccolte da un minimo di 15 ad un massimo di 48 misure riguar-

(\*) Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Napoli.

(\*\*) Ricerca effettuata con i Fondi 60% del M.P.I.

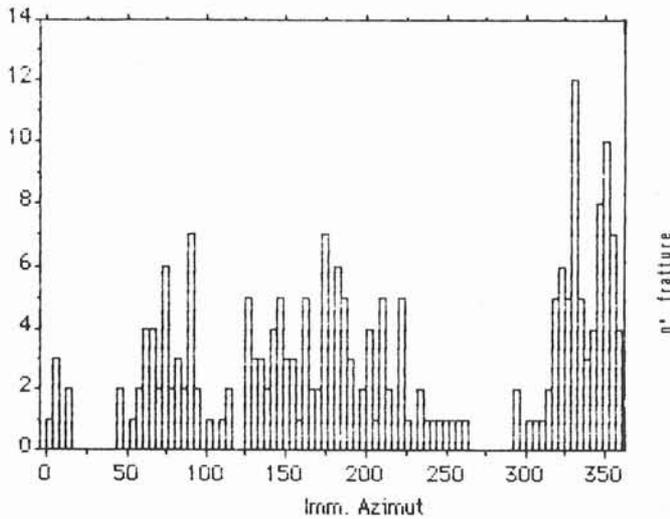


FIG. 1 - Istogramma delle immersioni delle superfici di frattura misurate.

danti l'immersione e l'inclinazione delle fratture individuate per un totale di 212 rilevazioni.

Il diagramma di frequenza di fig. 1 è stato approntato con lo scopo di individuare le direzioni preferenziali delle strutture. Nell'istogramma, ottenuto riportando in ascisse ad intervalli di  $4^\circ$  gli azimuth delle immersioni rilevate e in ordinate la frequenza corrispondente a ciascun intervallo, sono evidenti tre picchi intorno a cui si raggruppa la quasi totalità dei dati. Due di essi sono immediatamente riconoscibili e individuano in maniera netta due famiglie di fratture immergenti mediamente  $N75^\circ$  e  $N335^\circ$ ; meno caratterizzata risulta invece la famiglia corrispondente al terzo picco con valori dell'immersione dispersi in un intervallo molto ampio compreso tra  $N125^\circ$  e  $N260^\circ$ .

Per definire meglio i *trend* sopra menzionati è stato effettuato un *contouring* dei dati a partire dal diagramma di SCHMIDT di fig. 2a in cui sono stati proiettati sull'emisfero inferiore i poli delle 212 superfici misurate. Il diagramma di fig. 2b evidenzia quattro concentrazioni: un massimo assoluto del 9,5% nel quadrante di SE che individua un sistema di fratture  $F_1$  immergente verso NW e tre massimi relativi 6,8%, 6,8%, 5,8%, ubicati nei quadranti NW, SW e NE, che corrispondono rispettivamente alle famiglie di superfici  $F_2$ ,  $F_3$ ,  $F_4$ , immergenti intorno SE, NE e SW.

Sulle famiglie di fratture individuate, è stata effettuata un'indagine statistica volta a calcolare per ciascuna di esse il vettore orientazione corrispondente alla media delle orientazioni delle superfici misurate. In particolare è stata adottata la distribuzione di BINGHAM (1964) secondo quanto proposto da MINELLI, BARCHI & GUZZETTI (1986), SCHEIDEGGER (1965), WATSON (1965 e 1966) e WOODCOCK (1977). Tale distribuzione consente di definire, attraverso il calcolo degli autovalori e degli autovettori, non solo le direzioni di massimo e minimo addensamento, ma anche il grado di accentramento sulle direzioni calcolate.

Il tipo di distribuzione può essere desunto dai valori assunti dai parametri  $c$  e  $k$  ricavati a partire dagli autovalori normalizzati.

In particolare:

—  $k = 1n(s_1/s_2)/1n(s_2/s_3)$  indica la forma della distribuzione studiata; per  $k > 1$  si hanno distribuzioni uniasiali di tipo *cluster*, mentre  $k < 1$  indica distribuzioni uniasiali di tipo *girdle*;

—  $c = 1n(s_1/s_3)$  indica la tendenza del campione ad addensarsi intorno ad un valore medio che rappresenta o il *best fit point* calcolato nel caso della distribuzione *cluster*, oppure il *best fit plane* calcolato nel caso della distribuzione *girdle*.

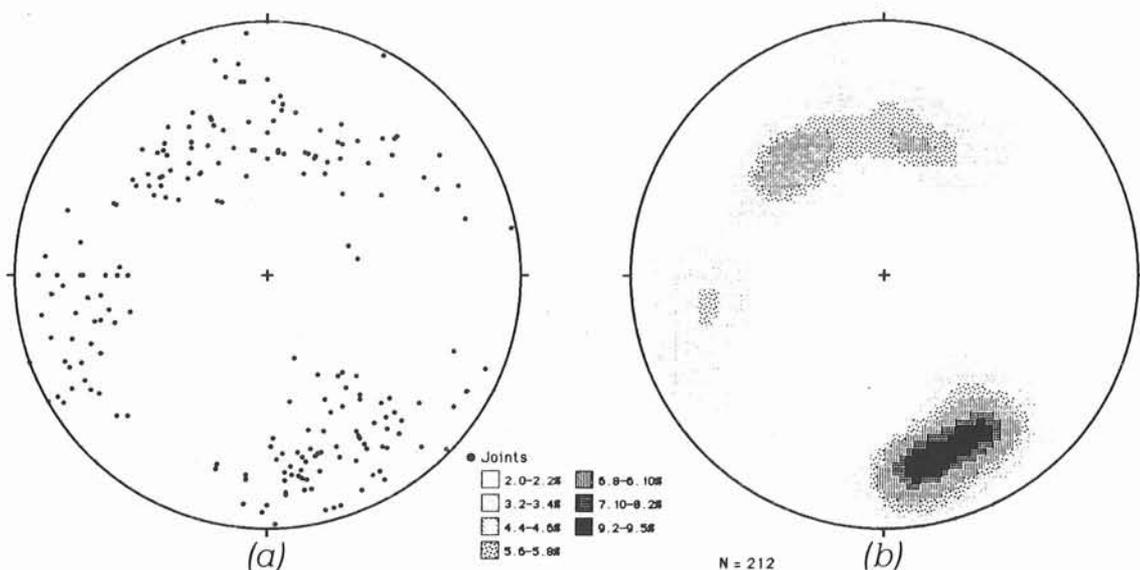


FIG. 2 - Diagramma polare di SCHMIDT (emisfero inferiore) delle fratture misurate (a) e relativo *contouring* (b).

n.	mm.	incl.	
1	310	67	
2	314	88	
3	318	44	
4	318	80	
5	318	57	
6	315	58	
7	317	63	
8	317	67	
9	322	66	
10	320	62	
11	322	40	
12	320	70	
13	322	50	
14	325	72	
15	324	61	
16	326	70	
17	325	40	
18	325	45	
19	323	51	
20	330	66	
21	330	50	
22	330	60	
23	330	78	
24	330	63	
25	330	63	
26	330	62	
27	330	82	
28	330	62	
29	330	60	
30	330	68	
31	330	60	
32	334	70	
33	332	78	
34	333	36	
35	335	45	
36	338	66	
37	336	82	
38	335	50	
39	338	62	
40	340	55	
41	342	85	
42	342	28	
43	345	69	
44	343	62	
45	344	85	
46	344	62	
47	346	85	
48	345	53	
49	346	85	
50	346	60	
51	345	63	
52	349	71	
53	350	67	
54	348	64	
55	348	75	
56	350	60	
57	349	62	
58	350	42	
59	350	70	
60	350	75	
61	353	65	
62	353	68	
63	351	69	
64	355	60	
65	357	62	
66	358	88	
67	355	75	
68	355	67	
69	355	76	
70	358	54	
71	355	70	
72	360	80	
73	359	57	
74	1	83	

* MATRICE DEL TENSORE ORIENTAZIONE *		
12.567	- 5.458	23.246
- 5.458	3.273	- 10.089
23.246	- 10.089	58.159
AUTOVALORE 3 = 69.8789134		
AUTOVETTORI (3)	l = .384248559	
	m = -.168964372	
	n = .907636539	
AUTOVALORE 2 = 3.39594907		
AUTOVETTORI (2)	l = .781651587	
	m = -.463624706	
	n = -.417220481	
AUTOVALORE 1 = .725137804		
AUTOVETTORI (1)	l = .491298119	
	m = .869771909	
	n = -.0460758551	
* ASSI DELL'ELLISSOIDE DEL FABRIC *		
- INCLINAZIONE (3) = 3		
- IMMERSIONE (3) = 241		
- INCLINAZIONE (2) = 25		
- IMMERSIONE (2) = 149		
- INCLINAZIONE (1) = 65		
- IMMERSIONE (1) = 336		
* AUTOVALORI NORMALIZZATI *		
- s1 = 9.79915952E-03		
- s2 = .0458912036		
- s3 = .94430964		
* PARAMETRI DEL DIAGRAMMA DI FLINN *		
- Ln (S1/S2) = 3.02418066		
- Ln (S2/S3) = 1.54397684		
- C = Ln (S1/S3) = 4.5681575		
- K = Ln (S1/S2)/n (S2/S3) = 1.95869562		

TAV. 1 - Elaborazione computerizzata dei dati relativi alla famiglia di superficie F<sub>1</sub>.

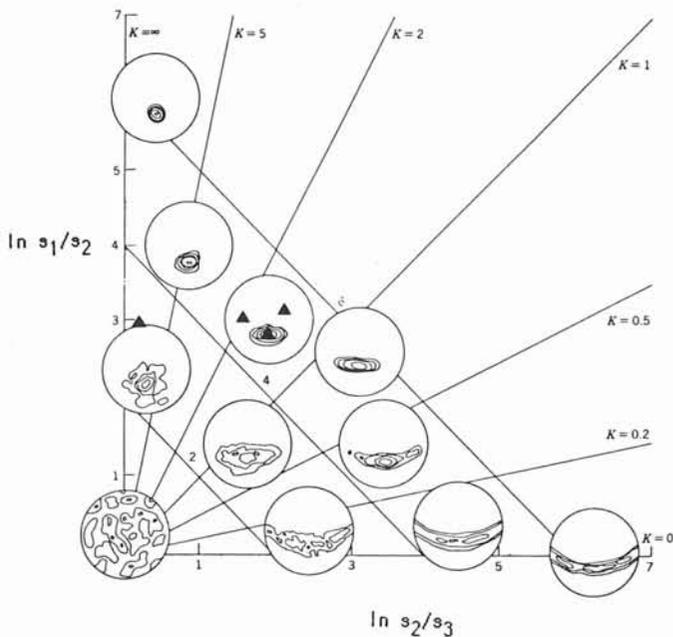


FIG. 3 - Diagramma  $\ln(S_2/S_3)$ ,  $\ln(S_1/S_2)$ : i punti rappresentativi delle distribuzioni statistiche calcolate cadono tutti nel campo delle distribuzioni cluster.

I risultati derivanti dall'analisi statistica, di cui in tav. 1 viene riportato un esempio per la superficie  $F_1$ , si possono riassumere come segue:

- le famiglie di fratture hanno in termini di valori angolari dell'immersione e dell'inclinazione una orientazione media data da  $N336^\circ/65^\circ$  ( $F_1$ ),  $N155^\circ/53^\circ$  ( $F_2$ ),  $N77^\circ/68^\circ$  ( $F_3$ ),  $N216^\circ/53^\circ$  ( $F_4$ );

- tutte le famiglie di fratture hanno valori del parametro  $k$  maggiori dell'unità che indicano una distribuzione di tipo cluster;

- l'alto valore numerico assunto dal parametro  $c$  consente di affermare infine che il grado di addensamento dei vettori orientazione media intorno al *best fit point* calcolato è molto buono.

Quanto sopra esposto emerge molto chiaramente anche dal diagramma di fig. 3 (WOODCOCK, 1977) in cui si può notare come i punti rappresentativi delle superfici calcolate cadano tutti nel campo delle distribuzioni di tipo cluster. È da sottolineare infine che i trend da noi individuati sono perfettamente correlabili con i lineamenti strutturali  $N60^\circ$ ,  $N130^\circ$ ,  $N160^\circ$  riconosciuti a scala regionale da LIPPMANN (1983) con l'ausilio delle immagini da satellite Landsat.

## ANALISI MORFOEVOLUTIVA E CONCLUSIONI

L'area oggetto del presente studio è stata interessata da una serie di eventi franosi, verificatisi in tempi diversi, che ne sottolineano lo stato di permanente disequilibrio.

Per valutare quale tipo di dissesto possa verificarsi lungo il versante è stata condotta un'analisi cinematica (GOOD-

MAN, 1976 e 1980) su un'area campione compresa tra due frane, di cui una avvenuta molto di recente.

Per la relativa verifica di stabilità l'area campione è stata divisa in due zone distinguibili sia per l'orientazione che per le caratteristiche morfologiche.

1) la prima, esposta intorno S, caratterizzata da una superficie di frattura confrontabile per orientazione con la  $F_2$  che la suddivide in due subzone, di cui quella al di sopra della superficie stessa presente anche ad un'analisi superficiale una più elevata instabilità;

2) la seconda, esposta intorno SE, marcata da una maggiore acclività del pendio che raggiunge in quest'area un'inclinazione media di  $70^\circ$  circa.

L'analisi condotta si basa essenzialmente sull'applicazione di modelli cinematici che tengono conto della presenza di famiglie di superfici di discontinuità variamente orientate che rappresentano potenziali piani di debolezza all'interno del corpo roccioso.

I modelli di dissesto che riguardano blocchi rocciosi delimitati da piani di discontinuità sono riconducibili a:

- *plane sliding*, scivolamento lungo una superficie piana;
- *wedge sliding*, scivolamento di blocchi tetraedrici lungo la linea di intersezione tra superfici di discontinuità;
- *toppling*, ribaltamento.

Gli elementi lineari utili ai fini della presente analisi sono stati individuati proiettando sull'emisfero inferiore del reticolo di WULFF le superfici di frattura riconosciute  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$  e  $F_4$ . I vettori immersione  $D_i$ , i vettori normale  $N_i$  e le linee di intersezione  $I_{ij}$  tra le superfici di frattura rappresentati in fig. 4 sono gli elementi lineari di base da noi utilizzati rispettivamente per il *plane sliding*, il *wedge sliding* e il *toppling*. Gli elementi lineari ininfluenti ( $I_{1,2}$ ) sono stati individuati mediante i diagrammi di fig. 5 costruiti utilizzando un angolo di attrito  $\phi_1 = 30^\circ$ .

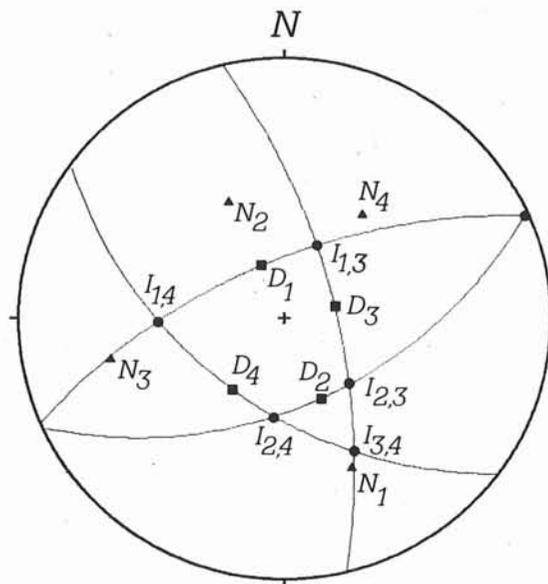


FIG. 4 - Elementi lineari rappresentativi di dissesti cinematicamente possibili.

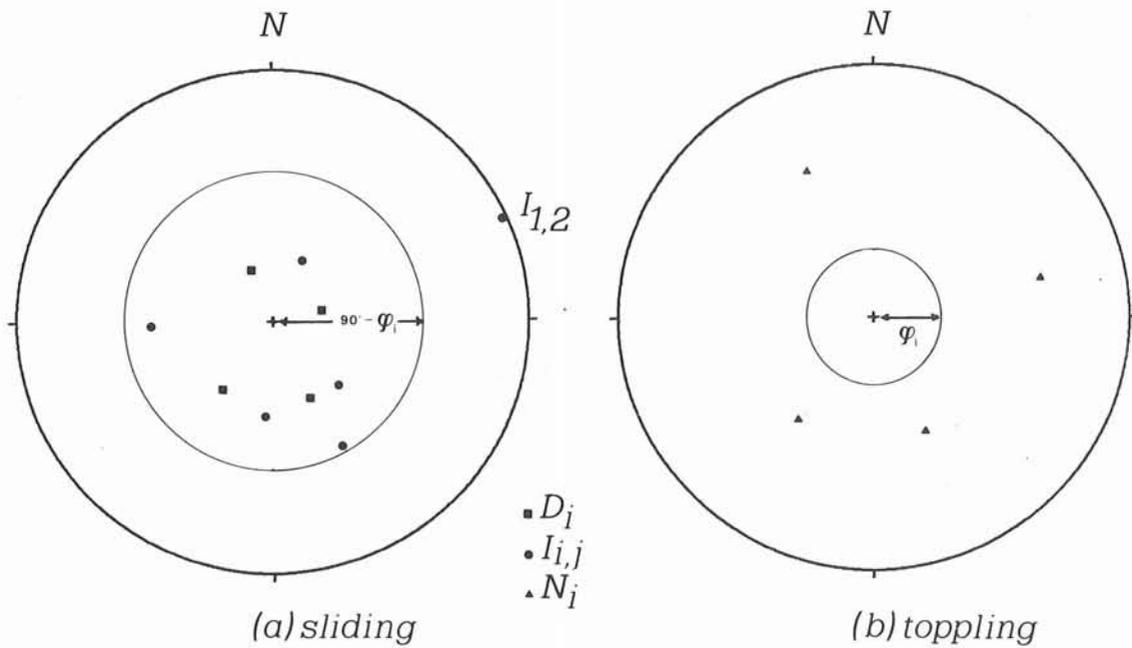


FIG. 5 - Test cinematici idonei a selezionare elementi lineari significativi per ulteriori analisi. Il piccolo cerchio di raggio  $90^\circ - \phi$  permette di scartare la linea  $I_{1,2}$  avente inclinazione minore di  $\phi$  (a); analogamente potrebbero essere scartati i vettori normali che ricadessero all'interno del piccolo cerchio di raggio  $\phi$  (b).

Nella tab. 1, dove per il *toppling* è stato utilizzato un angolo di attrito  $\phi_1 = 25^\circ$ , sono riportati gli angoli limite calcolati in funzione del tipo di dissesto ipotizzato per orientazioni del versante disposte ad intervalli regolari di  $10^\circ$  a partire da un'ipotetica superficie avente direzione N e immersione verso E. Le ultime due colonne indicano

in particolare, per ogni intervallo di orientazione, il valore del più basso tra gli angoli limite calcolati e il corrispondente meccanismo di franamento.

I risultati che emergono dall'analisi cinematica possono essere riassunti brevemente come segue:  
 — sul lato esposto a S, dove l'evoluzione morfologica del

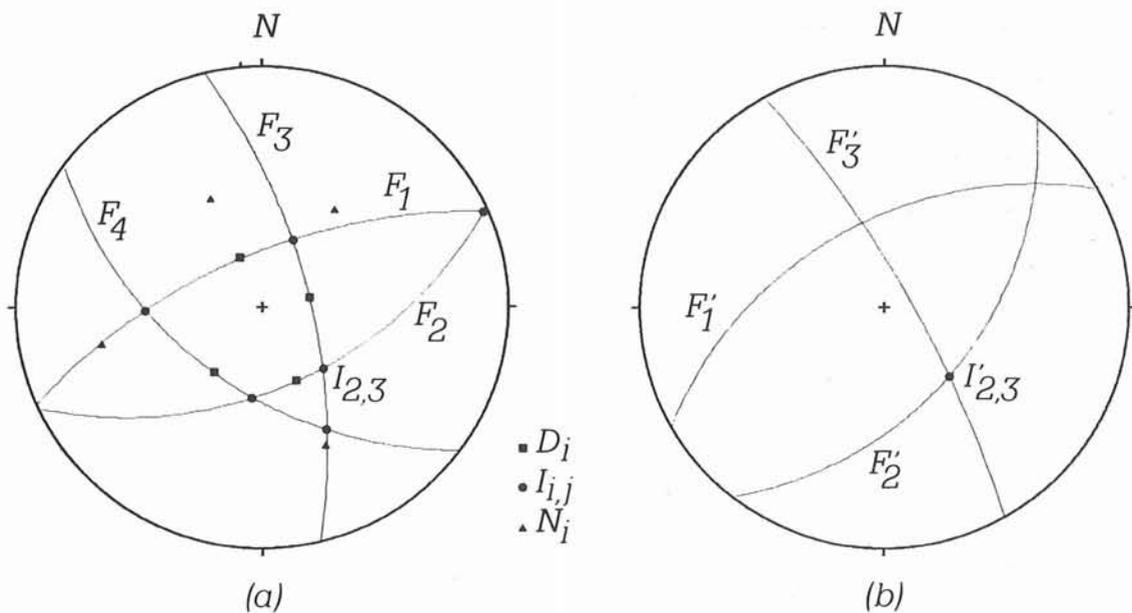


FIG. 6 - Confronto tra gli elementi lineari emersi dall'analisi cinematica (a) e quelli derivati dallo studio delle nicchie di distacco delle frane effettivamente verificatesi (b).

Direz. pendio	Imm. pendio	D1	D2	D3	D4	I(1,4)	I(1,3)	I(3,2)	I(3,4)	I(4,2)	T1	T2	T3	T4	Tipologia	Max. ang. salvo
N	E	90°	72°	69°	90°	90°	75°	61°	53°	90°	73°	90°	90°	76°	I(3,4)	53°
N10	SE	90°	67°	70°	90°	90°	81°	57°	45°	84°	64°	90°	90°	83°	I(3,4)	45°
N20	SE	90°	62°	71°	90°	90°	88°	55°	40°	76°	59°	90°	90°	90°	I(3,4)	40°
N30	SE	90°	58°	74°	90°	90°	90°	53°	36°	68°	55°	90°	90°	90°	I(3,4)	36°
N40	SE	90°	56°	76°	86°	90°	90°	52°	34°	63°	52°	90°	90°	90°	I(3,4)	34°
N50	SE	90°	54°	80°	79°	90°	90°	52°	32°	58°	51°	90°	90°	90°	I(3,4)	32°
N60	SE	90°	53°	83°	73°	90°	90°	53°	32°	54°	50°	90°	90°	90°	I(3,4)	32°
N70	SE	90°	53°	87°	67°	90°	90°	55°	32°	52°	50°	90°	90°	90°	I(3,4)	32°
N80	SE	90°	54°	90°	63°	90°	90°	57°	33°	50°	51°	90°	90°	90°	I(3,4)	33°
N90	S	90°	56°	90°	59°	89°	90°	61°	35°	49°	52°	90°	85°	90°	I(3,4)	35°
N100	SW	90°	58°	90°	56°	76°	90°	66°	38°	49°	54°	90°	71°	90°	I(3,4)	38°
N110	SW	90°	62°	90°	55°	66°	90°	71°	42°	50°	58°	90°	62°	90°	I(3,4)	42°
N120	SW	90°	66°	90°	54°	58°	90°	78°	49°	52°	63°	90°	56°	90°	I(3,4)	49°
N130	SW	90°	72°	90°	54°	51°	90°	86°	58°	55°	72°	90°	52°	90°	I(1,4)	51°
N140	SW	90°	79°	90°	55°	46°	90°	90°	70°	59°	85°	90°	50°	90°	I(1,4)	46°
N150	SW	90°	86°	90°	56°	43°	90°	90°	86°	65°	90°	90°	48°	90°	I(1,4)	43°
N160	SW	89°	90°	90°	59°	41°	90°	90°	90°	71°	90°	90°	47°	90°	I(1,4)	41°
N170	SW	84°	90°	90°	63°	40°	90°	90°	90°	79°	90°	90°	47°	90°	I(1,4)	40°
N180	W	80°	90°	90°	67°	39°	90°	90°	90°	87°	90°	86°	48°	90°	I(1,4)	39°
N190	NW	76°	90°	90°	73°	40°	90°	90°	90°	90°	90°	78°	49°	90°	I(1,4)	40°
N200	NW	73°	90°	90°	79°	41°	90°	90°	90°	90°	90°	72°	51°	90°	I(1,4)	41°
N210	NW	70°	90°	90°	86°	44°	86°	90°	90°	90°	90°	68°	54°	90°	I(1,4)	44°
N220	NW	68°	90°	90°	90°	48°	79°	90°	90°	90°	90°	65°	60°	90°	I(1,4)	48°
N230	NW	66°	90°	90°	90°	53°	73°	90°	90°	90°	90°	63°	67°	90°	I(1,4)	53°
N240	NW	66°	90°	90°	90°	60°	68°	90°	90°	90°	90°	62°	80°	86°	I(1,4)	60°
N250	NW	66°	90°	90°	90°	69°	64°	90°	90°	90°	90°	62°	90°	78°	T2	62°
N260	NW	66°	90°	90°	90°	80°	60°	90°	90°	90°	90°	64°	90°	72°	I(1,3)	60°
N270	N	67°	90°	86°	90°	90°	58°	90°	90°	90°	90°	65°	90°	67°	I(1,3)	58°
N280	NE	69°	90°	82°	90°	90°	56°	90°	90°	90°	90°	68°	90°	64°	I(1,3)	56°
N290	NE	72°	90°	78°	90°	90°	55°	90°	90°	90°	90°	72°	90°	62°	I(1,3)	55°
N300	NE	75°	90°	75°	90°	90°	56°	90°	90°	90°	90°	78°	90°	61°	I(1,3)	56°
N310	NE	78°	90°	72°	90°	90°	57°	90°	90°	90°	90°	86°	90°	61°	I(1,3)	57°
N320	NE	83°	90°	70°	90°	90°	59°	86°	90°	90°	90°	90°	90°	62°	I(1,3)	59°
N330	NE	87°	90°	69°	90°	90°	61°	79°	90°	90°	90°	90°	90°	63°	I(1,3)	61°
N340	NE	90°	87°	68°	90°	90°	65°	72°	78°	90°	90°	90°	90°	65°	T4-I(1,3)	65°
N350	NE	90°	79°	68°	90°	90°	70°	66°	64°	90°	90°	90°	90°	70°	I(3,4)	64°

TABELLA 1 - Valori degli angoli limite calcolati per diverse orientazioni del versante considerando le possibili tipologie di dissesto.

versante è controllata dall'elemento strutturale  $F_2$ , potranno verificarsi sia scivolamenti traslativi di masse rocciose tetraedriche (*wedge sliding*) in corrispondenza dei punti  $I_{2,3}$ ,  $I_{2,4}$  e  $I_{3,4}$  che individuano linee derivanti dalle intersezioni delle superfici  $F_3$ - $F_2$ ,  $F_3$ - $F_4$  e  $F_4$ - $F_2$ , sia dissesti per *toppling* in corrispondenza della superficie  $F_1$ , o ancora degli scivolamenti piani (*plane sliding*) lungo le superfici  $F_2$  e  $F_4$ ; — sul lato sud-orientale del versante, dove la superficie  $F_2$  non è esposta e dove il fattore morfologico di controllo è rappresentato in prevalenza dall'inclinazione piuttosto elevata del pendio, ai meccanismi già individuati per il versante meridionale si aggiunge la possibilità, nei punti a maggior pendenza, di scivolamenti piani anche lungo la superficie  $F_3$ , che verrebbe a trovarsi nelle condizioni limite di equilibrio.

Per verificare se esista una corrispondenza tra le fenomenologie individuate teoricamente attraverso l'analisi cinematica e quanto effettivamente verificatosi lungo il versante, sono state studiate le due frane sopra menzionate.

L'ispezione di dettaglio effettuata nelle nicchie di distacco ha permesso di individuare una superficie con immersione media  $N140^\circ$  ed inclinazione di  $50^\circ$  circa, elemento strutturale che viene da noi interpretato come la «superficie strutturale di arretramento» del versante; le orientazioni delle altre superfici misurate hanno fornito valori medi di immersione e inclinazione  $N327^\circ/52^\circ$  e  $N61^\circ/73^\circ$ .

Nella fig. 6 sono messe a confronto le superfici medie affioranti nelle aree di frana con quelle derivate dall'analisi cinematica. Come si può vedere c'è buona corrispondenza tra le orientazioni delle superfici  $F_1$ ,  $F_2$  e  $F_3$  e quelle delle superfici  $F'_1$ ,  $F'_2$  e  $F'_3$ ; non è stata invece rinvenuta una superficie confrontabile con la  $F_4$ . In particolare l'elemento lineare rappresentato dal punto  $I_{2,3}$ , dovuto all'intersezione delle fratture  $F_2$ - $F_3$ , ha immersione e inclinazione molto prossime a quelle della linea  $I'_{2,3}$ , rilevata anche nella nicchia di distacco della frana avvenuta di recente. Lungo questa linea, che deriva dall'intersezione dei piani  $F'_2$  e  $F'_3$  confrontabili con quelli sopra menzionati, ha avuto

luogo lo scivolamento del blocco roccioso tetraedrico (*wedge sliding*) franato recentemente.

Tutto quanto sopra esposto consente di affermare che, alla luce delle osservazioni effettuate, esiste una stretta analogia tra le possibili fenomenologie messe in evidenza dall'analisi cinematica e quelle effettivamente verificatesi.

L'analisi della fratturazione di un costone roccioso, unita all'analisi cinematica, permette quindi di individuare le superfici di discontinuità potenzialmente responsabili dei dissesti, di definirne la tipologia, consentendo al tempo stesso di utilizzare dei parametri idonei a guidare un intervento di risanamento mirato ed efficace di un versante.

#### BIBLIOGRAFIA

- BINGHAM C. (1964) - *Distributions on the sphere and on the projective plane*. Ph. D. Thesis, Yale University.
- GOODMAN R.E. (1976) - *Methods of Geological Engineering in Discontinuous Rocks*. West Publ. Co., St. Paul, Minn.
- GOODMAN R.E. (1980) - *Introduction to rock mechanics*. Wiley, New York.
- IPPOLITO F., D'ARGENIO B., PESCATORE T. & SCANDONE P. (1975) - *Structural-Stratigraphic Units and Tectonic Framework of Southern Apennines*. In: «Geology of Italy», Earth Sciences Soc. of Libya, 317-328.
- LIPPMANN M. (1983) - *Linéaments et néotectonique dans l'Apenin Campano-Lucanien*. Géol. Méditer., 10 (2), 105-114.
- MINELLI G., BARCHI M. & GUZZETTI F. (1986) - *Un programma di calcolo per la determinazione dei parametri statistici relativi a distribuzioni di dati proiettati su reticolo di Schmidt (GEO1)*. Boll. Soc. Geol. It., 105, 123-130.
- SCHEIDEGGER A.E. (1965) - *On the statistic of the orientation of bedding planes, grain axes, and similar sedimentological data*. U.S.G.S. Prof. Paper 525, 5, 164-167.
- VARNES D.J. (1978) - *Landslides types and processes*. In: «Landslides Analysis and Control», Transp. Res. Board Nat. Ac. Sci. Washington Spec. Rep., 176, 11-33.
- WATSON G.S. (1965) - *Equatorial distribution on a sphere*. Biometrika, 52, 193-201.
- WATSON G.S. (1966) - *The statistics of orientation data*. Journ. Geol., 74, 786-797.
- WOODCOCK N.H. (1977) - *Specification of fabric shapes using an eigenvalue method*. Geol. Soc. Am. Bull., 88, 1231-1236.