

CAVA NUOVA BARTOLINA S. r. l.

GAVORRANO (GROSSETO)

CAVA “POGGIO GIROTONDO”

**PROGETTO DI COLTIVAZIONE
E RECUPERO AMBIENTALE**

(Ai sensi del. G.R. 11/02/2002 n° 138, punto 5)

VARIANTE IN AMPLIAMENTO

Agosto 2009

ALLEGATO 1

**RELAZIONE GEOSTRUTTURALE E GEOMECCANICA
E VERIFICHE DI STABILITA' DEI FRONTI DI SCAVO**

Art. 52 D.Lgs. 624/1996

APPENDICE 1 – VERIFICHE DI STABILITA' CINEMATICA

**G e o s t u d i o
DR. MAURO ROCCHI**

**Consulenze geologiche, ambientali e minerarie
Indagini geotecniche * Prospezioni geofisiche**

INDICE

1. VERIFICHE DI STABILITÀ CINEMATICA

2. ANALISI DEI SINGOLI FRONTI

2.1. FRONTE SUD

2.1.1. Risultati delle verifiche cinematiche del fronte sud

2.2. FRONTE EST

2.3. FRONTE SUD-OVEST

2.4. FRONTE NORD

1 -VERIFICHE DI STABILITA' CINEMATICA

Nelle tabelle che seguono sono riportati i parametri geomeccanici ricavati dal rilievo geomeccanico e geostrutturale dei fronti della cava "Poggio Girotondo" e i parametri di progetto necessari per eseguire le verifiche numeriche di stabilità.

TABELLA COMPARATIVA PARAMETRI GEOMECCANICI		
CRITERIO APPLICATO	PHlmin	C KPa
<i>RMR 89</i>	31-37	325
<i>Barton, 74</i>	55	
<i>Hoek-Brown (Rocklab)</i>	44,5	735

PARAMETRI GEOMECCANICI DI PROGETTO	
<i>Phi (°)</i>	
<i>Fronte sud</i>	37
<i>Fronte est e nord</i>	31
<i>Fronte sud-est</i>	35
<i>Gamma (KN/mc)</i>	29
<i>coesione Kpa</i>	230

I dati sono stati rilevati sui singoli gradoni misurando la giacitura delle discontinuità presenti lungo stendimenti paralleli allo sviluppo del fronte. Le giaciture delle discontinuità sono state indicate con la notazione sintetica direzione (da 0° a 360°N)/inclinazione (0°-90°).

L'analisi statistica è stata effettuata isolando i punti baricentrali delle distribuzioni individuate mediante curve di isodensità su reticolo equiareale. Successivamente sono state riportate le tracce ciclografiche delle distribuzioni individuate, su reticolo equiangolare dove sono state analizzate le geometrie di instabilità e dei rapporti angolari tra queste ed il fronte dei gradoni distinte secondo gli schemi classici come cunei, scivolamenti planari e ribaltamenti.

Utilizzando i numerosi dati giacitureali raccolti in sito è stato possibile condurre delle valutazioni sulla stabilità dei fronti. Sono inoltre state condotte delle verifiche di stabilità a livello dell'ammasso alla scala dell'intero versante, oltre che a verifiche di stabilità di dettaglio nelle varie stazioni di rilievo dei dati alla scala del singolo gradone.

In prima analisi sono state studiate statisticamente le discontinuità individuando i sistemi più ricorrenti. Definite le geometrie di possibile instabilità, sono state condotte le verifiche di stabilità cinematica (test di Markland).

2. ANALISI DEI SINGOLI FRONTI

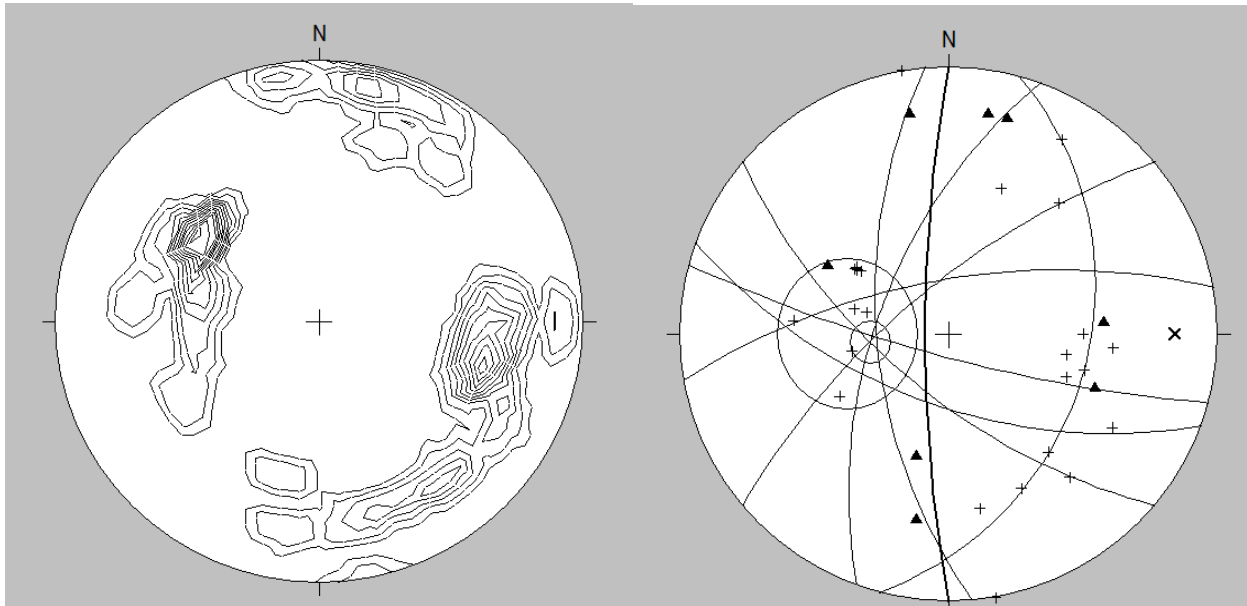
L'analisi è stata eseguita separatamente per i vari fronti di cava e per sigola stazione di misura eseguita sugli stessi.

Si riportano di seguito per ciascuna stazione i dati geostrutturali rappresentati con proiezioni stereografiche equiareali con curve di isodensità, i poli delle distribuzioni maggiormente ricorrenti e la proiezione stereografica equiangolare delle tracce ciclografiche delle stesse distribuzioni con indicazione del fronte di scavo. Le instabilità possibili sono riferite a scivolamenti di cunei rocciosi e scivolamenti planari oltre a schematizzazioni più complesse che tengono conto della presenza di giunti di trazione.

2.1 FRONTE SUD

Gradone + 20

stazione 1



Nota : si rileva la presenza di 2 sistemi coniugati di fratture uno di direzione circa NNE-SSE (apertura di 85°) ed uno E-O (apertura di 65°) la direzione di max raccorcimento di questi è circa subverticale.

Cunei

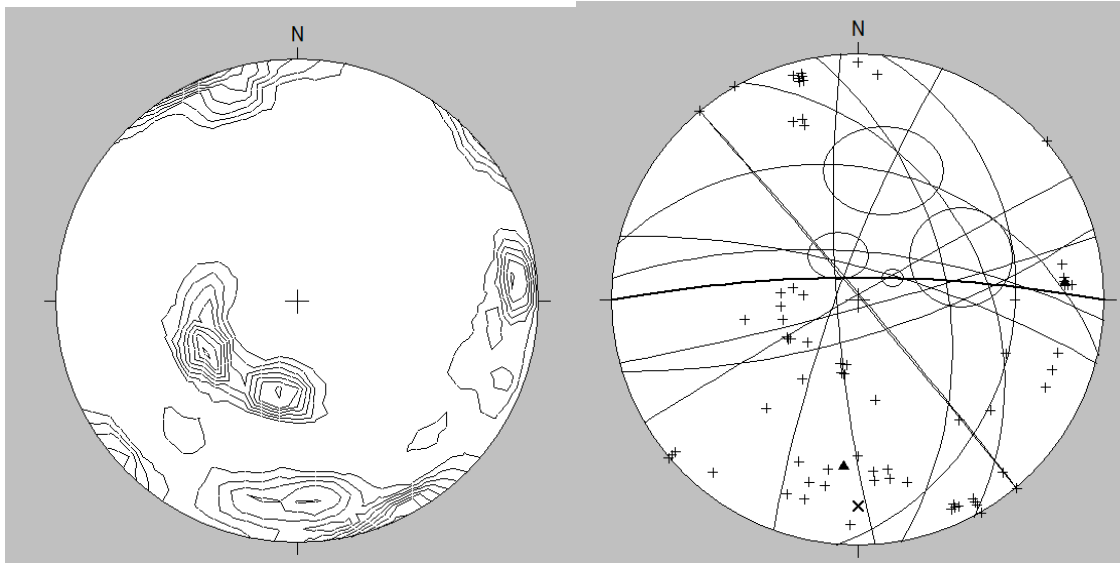
Presenza di cunei a franapoggio con vettore scivolamento allineato secondo la linea di massima pendenza con inclinazioni comprese tra 25°-75°. Il massimo addensamento si ha con vettore 265/60.

Scivolamenti planari

265/60

Con fronte inclinato meno di 60° si eliminano le instabilità più ricorrenti

stazione 2



Cunei

Sono presenti vari sistemi di cunei a franapoggio. Quelli maggiormente pericolosi hanno una inclinazione molto accentuata 335/64, 330/70 e 52/70 altri sono molto meno inclinati con vettore 15/26 altri ancora hanno inclinazioni di 15°. Altri presentano direzione di scivolamento a angolo intermedio rispetto al fronte con vettori 58/36 e 57/56 .

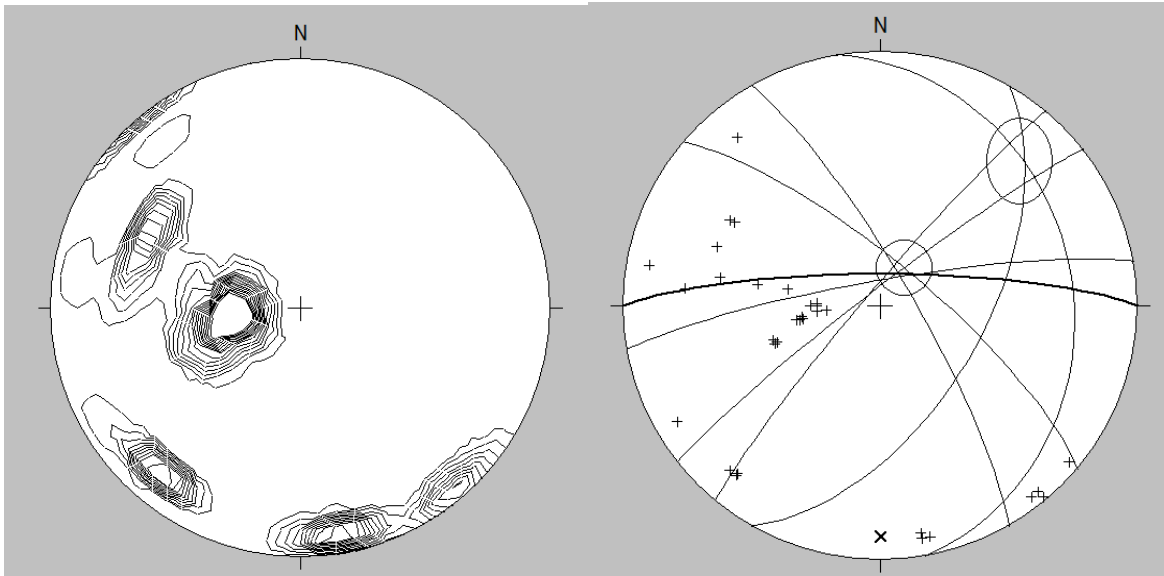
Scivolamenti planari

5/70 15/35

Fratture di trazione 160/70

Con fronte inclinato circa 60° si eliminano le più pericolose instabilità ma permangono cunei e scivolamenti meno inclinati.

stazione 3



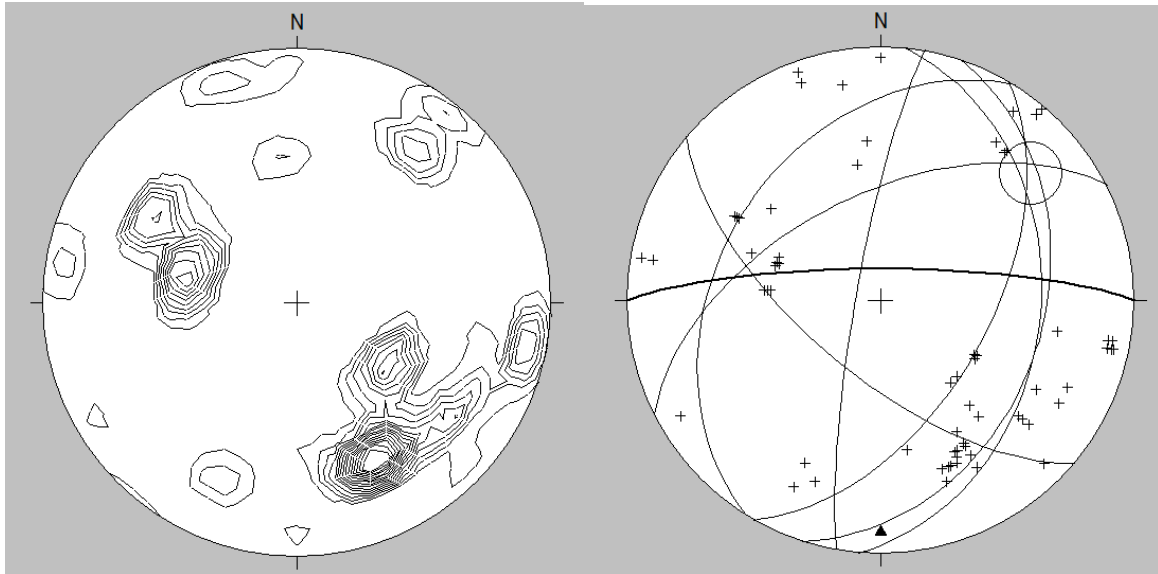
Cunei

Fratture che creano cunei con vettore a pendenza molto elevata vettore 18/75

Altri cunei meno pericolosi sono dati da un vettore 28/20

Inclinazione del fronte inferiore a 70°elimina le instabilità più pericolose

stazione 4



Cunei

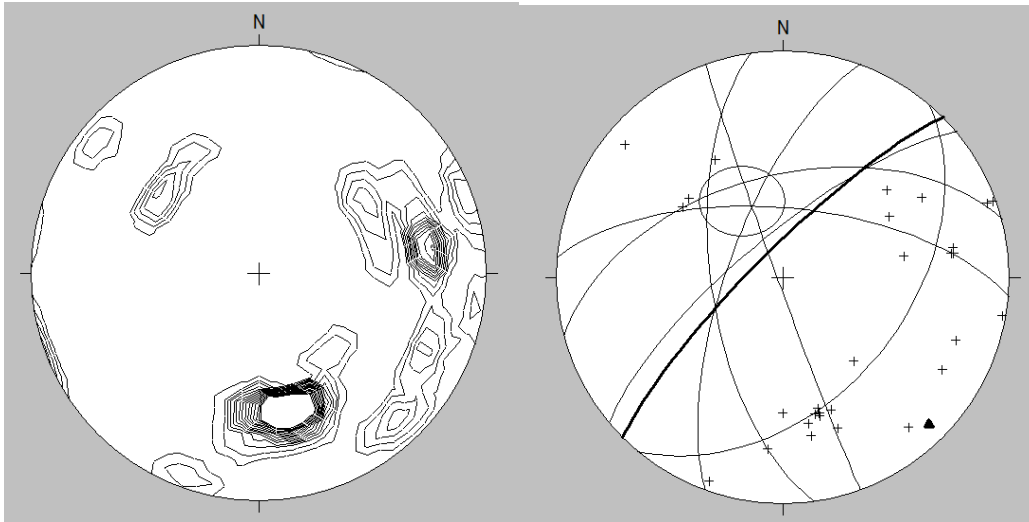
Sono presenti con vettori 46/23 e 20/69

Scivolamenti planari

330/56

I cunei sono poco inclinati devono essere controllati i fronti con eventuali interventi di disgaggio.

stazione 5



Cunei

Sono presenti con vettore più ricorrente 336/60

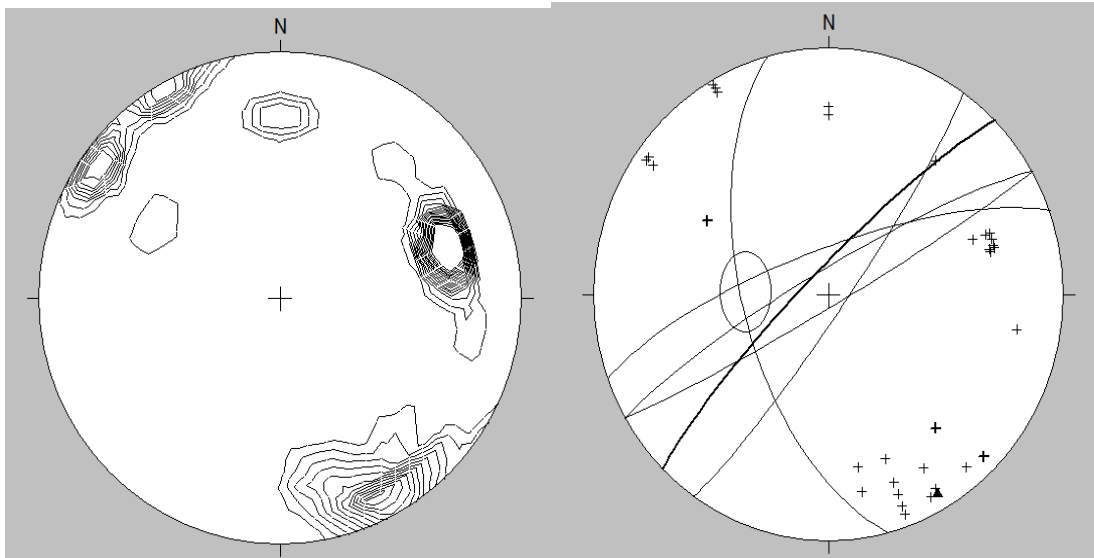
Scivolamenti planari

320/75

Frattura trazione 130/40

Con fronte con inclinazione inferiore a 60° si eliminano le instabilità più ricorrenti.

stazione 6



Cunei

277/60 e 255/60

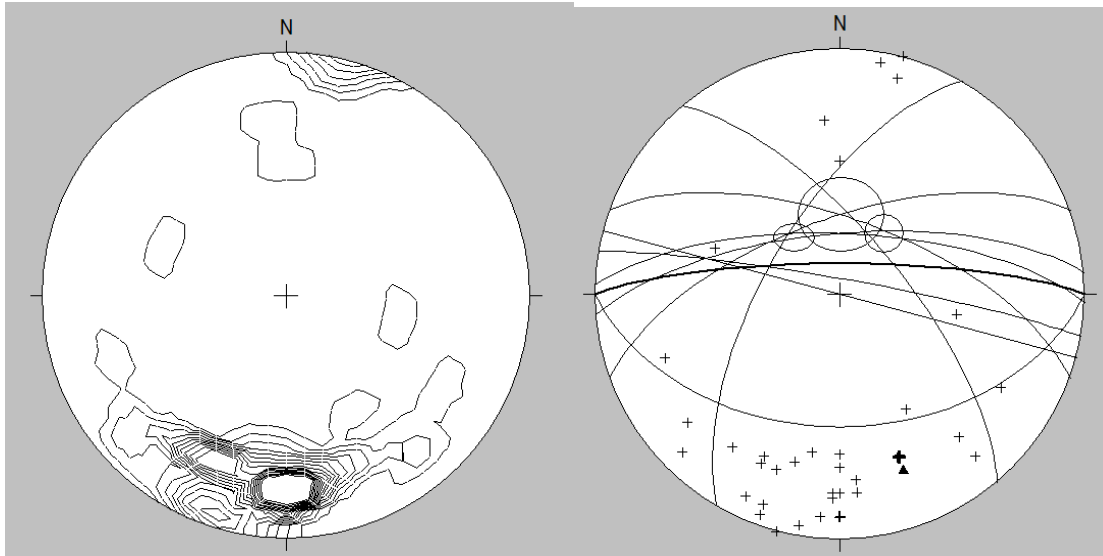
Scivolamenti planari

330/80

Con fronte inclinato meno di 60° si eliminano le instabilità più ricorrenti

Gradone + 0

stazione 6 bis



Cunei

350/54 e 360/63

340/58

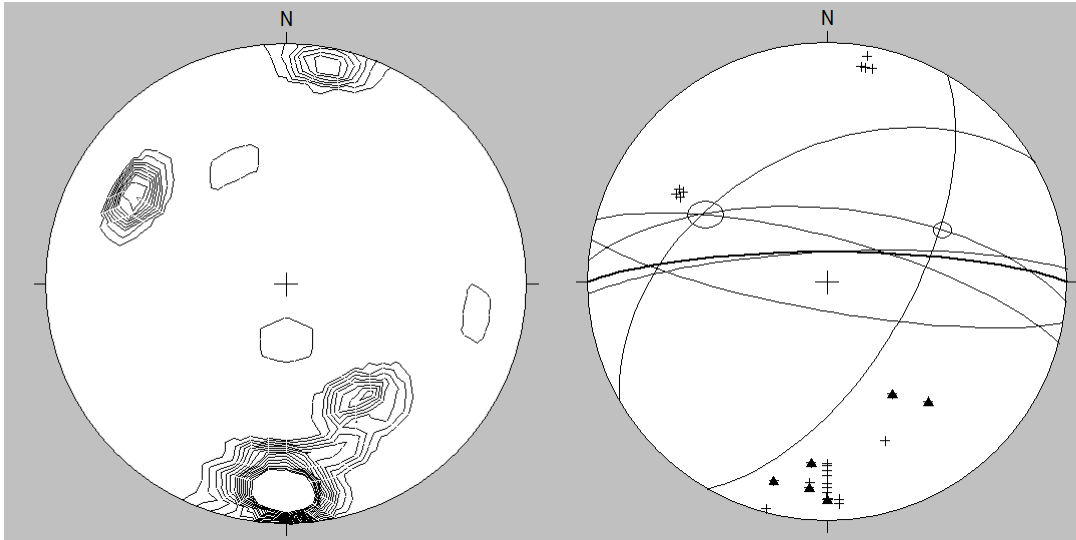
Scivolamenti planari

355/70 e 0/80

180/44 fratture di trazione

Con fronte inclinato meno di 58° si eliminano la maggior parte delle instabilità

stazione 7



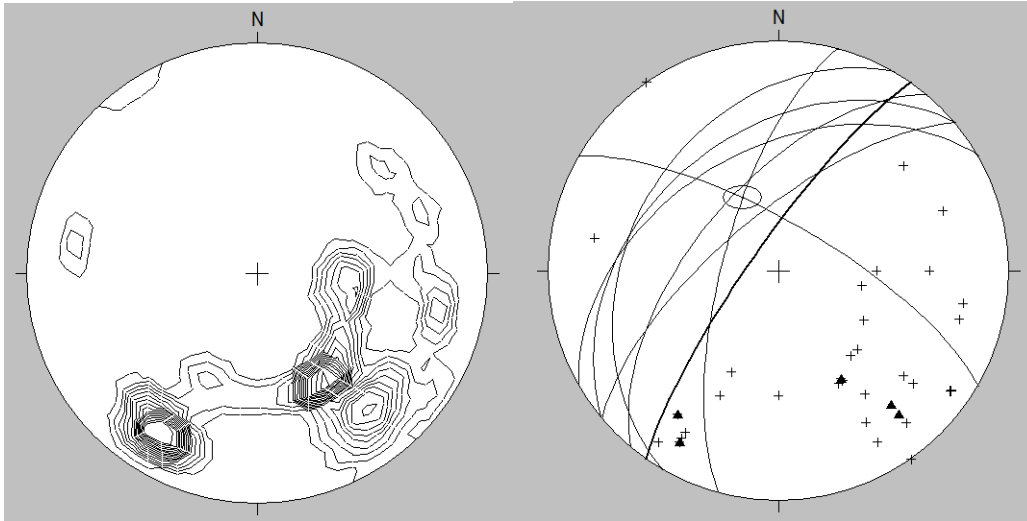
Cunei
300/41

Scivolamenti planari
360/80 5/65

Fratture di trazione
190/80

Sono necessarie inclinazioni del fronte molto ridotte inferiori a 65° per eliminare gli scivolamenti planari ma permangono cunei poco inclinati .

stazione 8



Cunei

333/60

Scivolamenti planari

320/70 e 310/60

Con inclinazione del fronte inferiore a 60° si eliminano la maggior parte delle instabilità.

2.1.1 Risultati delle verifiche cinematiche del fronte Sud

La tabella che segue mostra, in relazione all'orientazione dei vari fronti delle singole stazioni di rilievo, le direzioni dei vettori scivolamento dei cunei rocciosi individuati. L'interpretazione dei plot e l'applicazione del test di Markland indicano che mantenendo i fronti dei singoli gradoni inclinati meno di 60° - 65° si eliminano la maggior parte delle instabilità più ricorrenti in quanto non si formano le geometrie di scivolamento stesse.

Deve inoltre essere controllato l'angolo di inclinazione del fronte generale che deve essere inferiore ai 60° - 65° ; permangono in alcuni casi cunei e scivolamenti planari instabili (stazioni 2-3-4-6bis).

Le successive verifiche di stabilità numeriche chiariranno che coefficienti di sicurezza sono associabili a tali instabilità e quindi indirettamente, il livello di rischio ad esse associato.

Dai risultati delle verifiche condotte è possibile ricavare delle indicazioni circa eventuali possibili variazioni della direzione di attacco dei fronti.

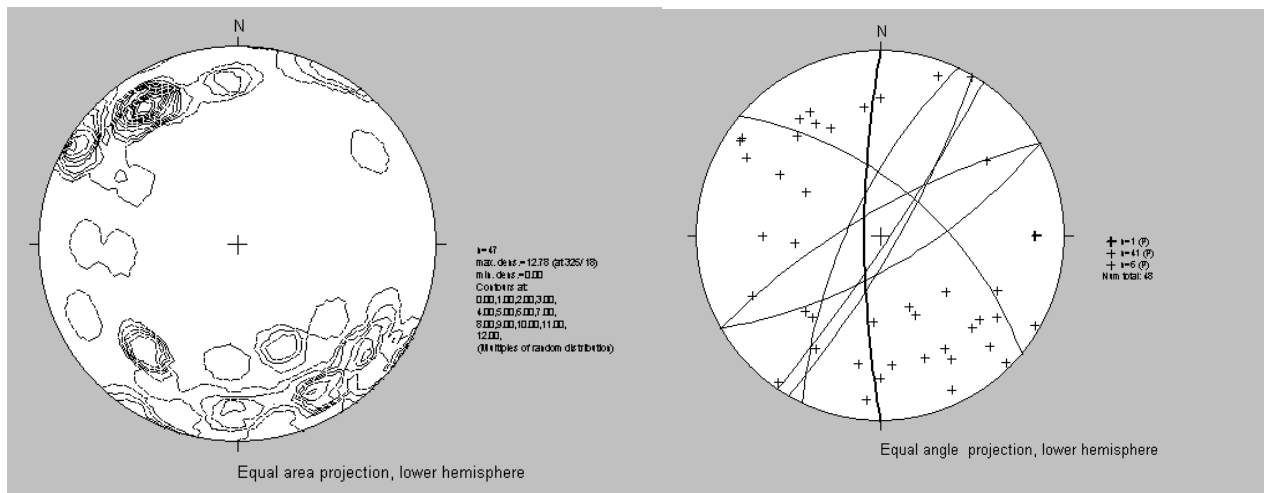
La stessa tabella indica le risultanze, in termini peggiorativi o migliorativi delle valutazioni condotte riguardo ad un possibile attacco del fronte sud a partire da est procedendo verso ovest. Nella maggior parte delle stazioni oggetto dei rilievi tale scelta si mostra migliorativa rispetto ad un attacco diretto da sud.

Stazione	Fronte	Cunei (vettore)	Condizioni con scavo W→ E
1	Est	Verso W	Peggiorative
2	Sud	Verso N e NE	Migliorative
3	Sud	Verso N e NE	Migliorative
4	Sud	Verso NE	Migliorative parzialmente
5	SE	Verso NE e NW	Migliorative parzialmente
6	SE	Verso W	Peggiorative parzialmente
6bis	Sud	Verso N	Migliorative
7	Sud	Verso NE e W	Migliorative parzialmente
8	SE	Verso W	Migliorative parzialmente

2.2 FRONTE EST

Gradone + 10

stazioni 1-2-3-4



Le due distribuzione maggiori originano superfici a franapoggio mediamente inclinate di 70 (45-85) immergenti 310N (300-355).

L'altro sistema principale è di fratture a reggipoggio (tension crack) 80° a 120N
i due sistemi sono paralleli alla faglia rilevata lungo la stazione 3.

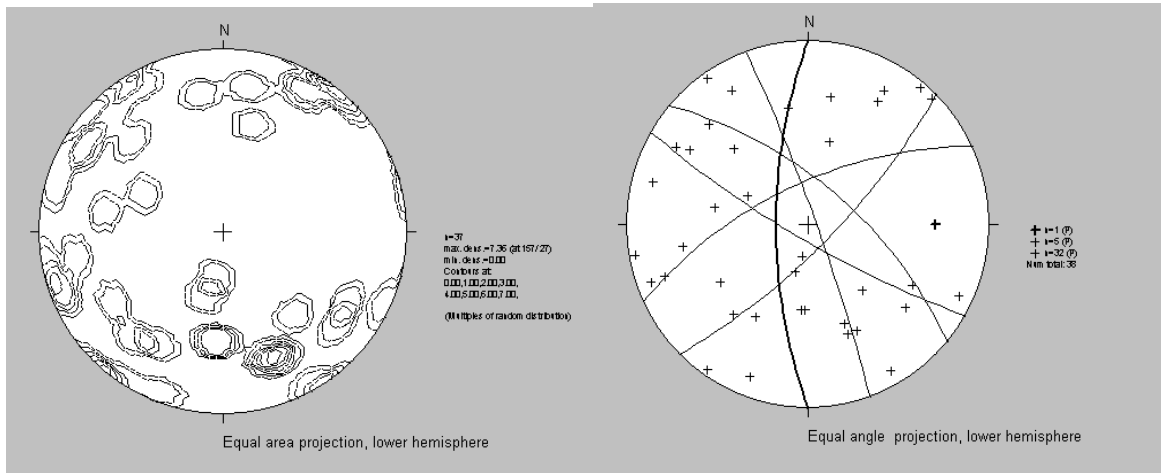
Cunei

si formano inclinati 50-70 verso 210-225N (verifiche: fronte 270/70 planare 295/70 cuneo 150/47-270/70).

Scivolamenti planari

superfici a franapoggio mediamente inclinate di 70 (45-85) immergenti 310N (300-355).

stazioni 5-6-7



I dati sono piuttosto dispersi esistono dei sistemi di:

Tension crack a reggipoggio

70/80

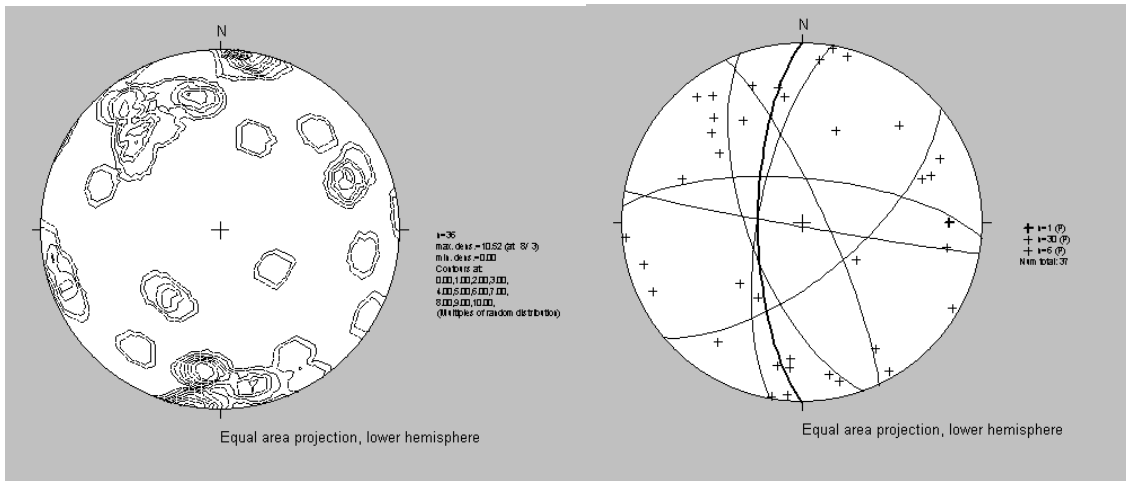
Cunei

vettore 285/53

Verifiche cinematiche

(fronte 270/70) cuneo 210/55-336/48

stazioni 8-9-10



Scivolamenti planari

280/70 , 250/65

Cunei vettori

300/50 , 244/64, 208/40

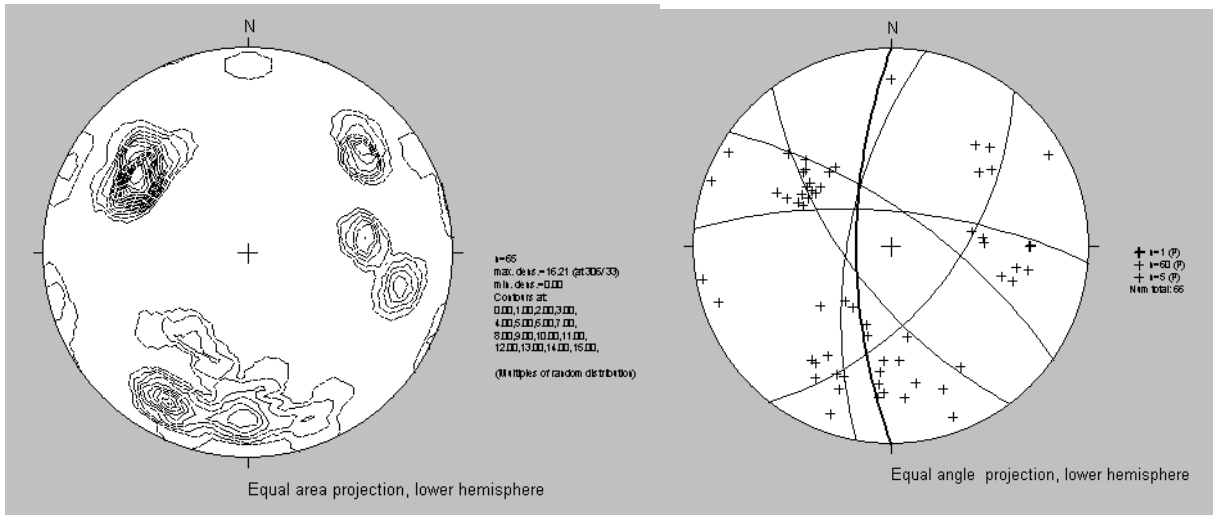
Verifiche cinematiche

fronte 270/70

cuneo 5/70-250/65

planare 280/70

stazioni 11-12-13



Fratture reggipoggio 127/55

Cunei vettori 296/45, 255/63, 312/20, 315/60, 332/52

Scivolamenti Planari 280/48

Verifiche cinematiche
(fronte 270/70)

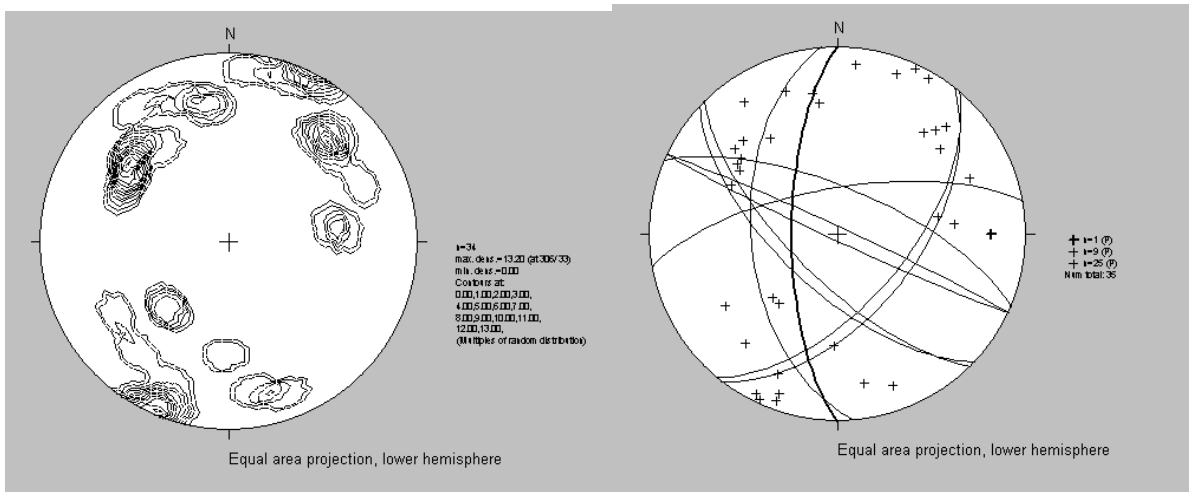
Scivolamenti Planari

280/48

Cunei

6/70-234/67

stazioni 14-15-16-17



La distribuzione delle discontinuità risente della presenza delle faglie di direzione NW-SE

Fratture a reggipoggio con funzione di tension crack: 127/56

Scivolamenti planari

265/52

Cunei

vettori 305/30; 312/40; 387/52

Verifiche cinematiche

Scivolamenti planari

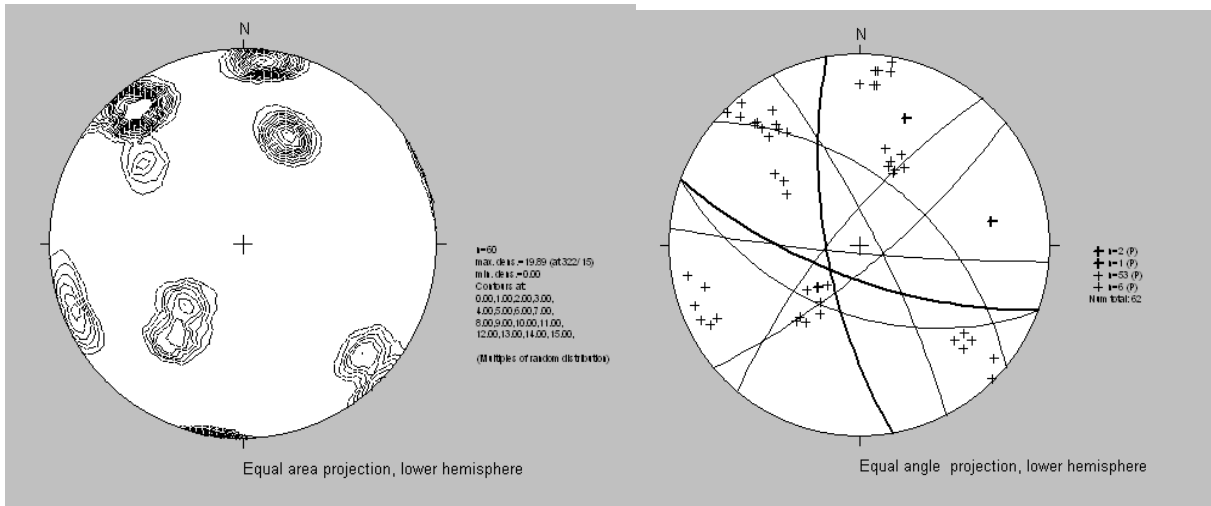
265/52

Cunei

(fronte 270/70): 350/70-325/65

Gradone + 0 (lato nord-est)

stazioni 18-19-20



Cunei

vettori 235/45; 265/68; 263/70

Frattura di tensione

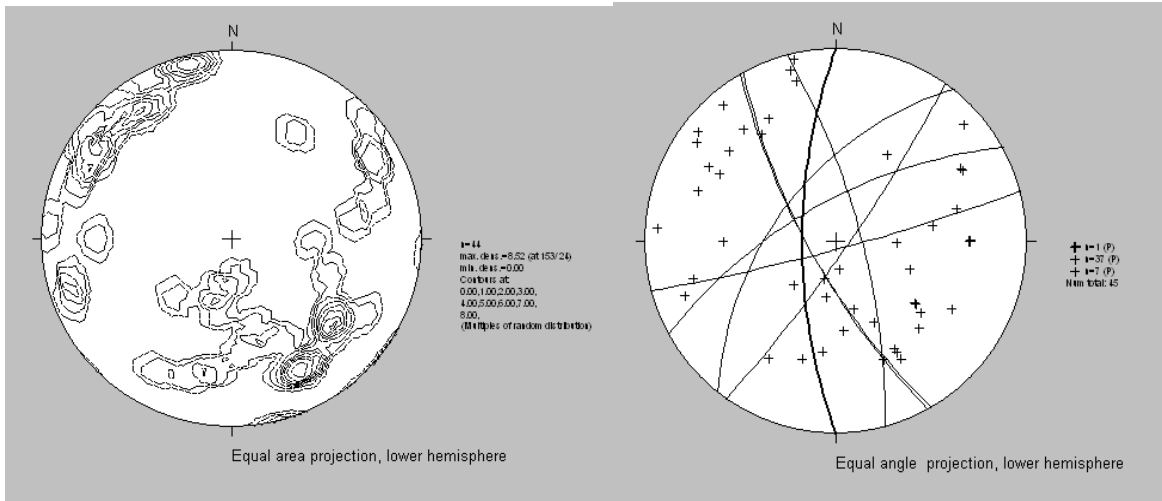
63/80

Verifiche cunei

310/75-200/52; 310/73-186/85

Gradone - 20

stazioni 21-22-23-24-25-26-27-28-29



Cunei

vettori 307/54; 296/62

Frattura di tensione

74/75

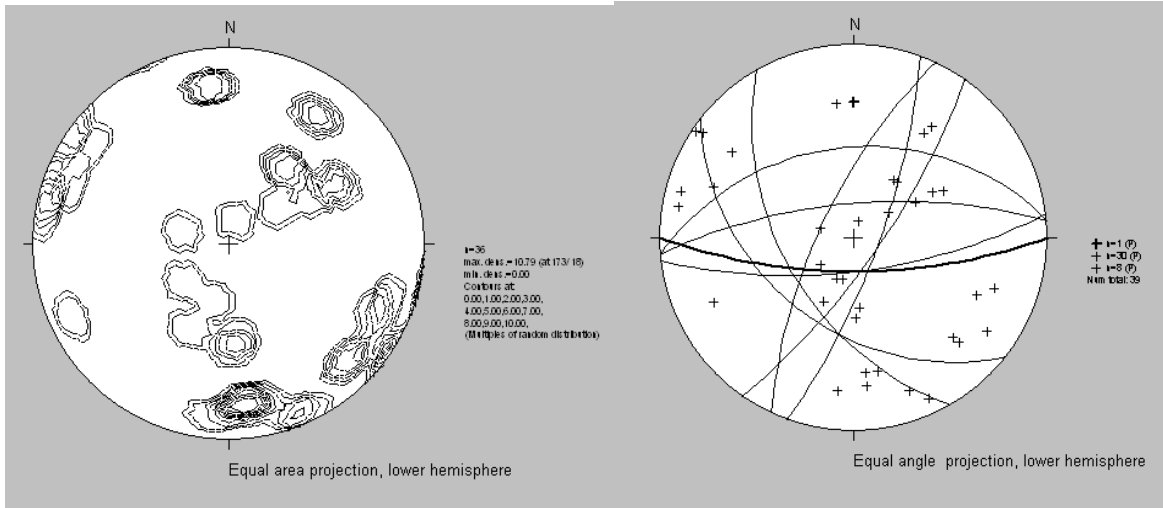
Verifiche cunei

308/55-240/73; 308/54-164/85 (fronte 270/70)

Scivolamenti planari

243/70

stazioni 30-31-32



Frattura di tensione

254/70; 254/40

Scivolamento planare

175/70

Cunei vettori

188/37; 200/43; 204/38

Verifiche cinematiche

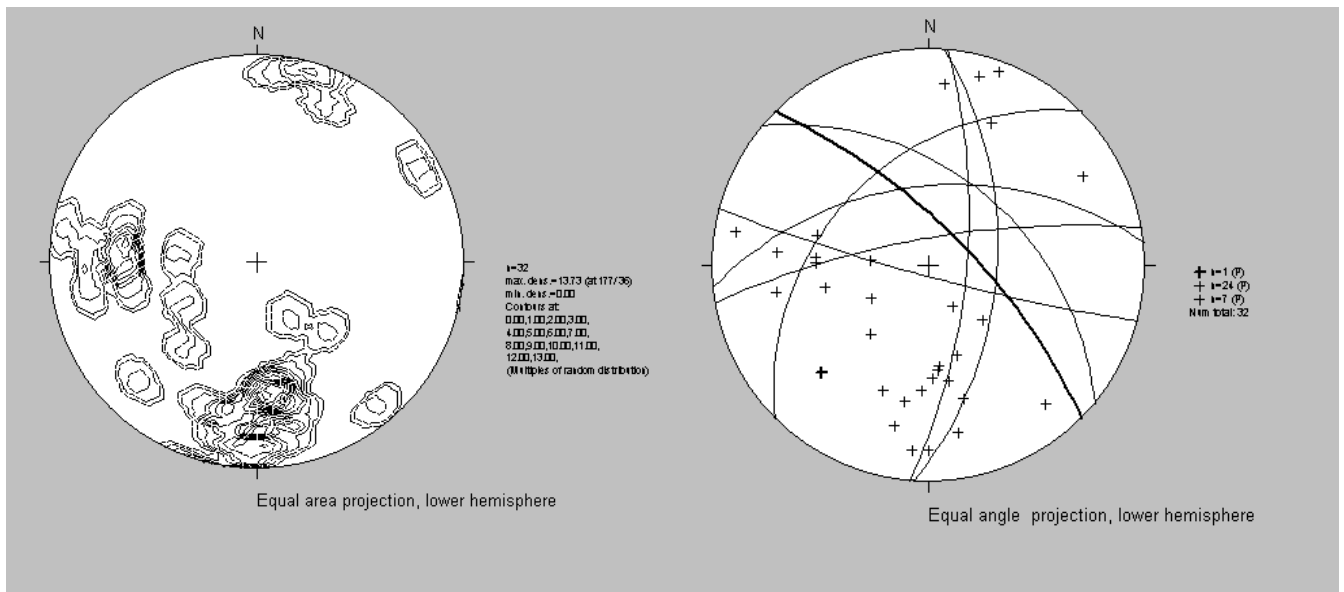
Cunei

240/53-108/76; 220/35-123/76

2.3 FRONTE SUD-OVEST

Gradone + 20 (base RMR) e - 30

stazioni 96-97



Tension crack

195/85

Scivolamento Planare

39/46

Vettori cunei

50/63

18/20

26/45

60/50

38/40

Verifiche cinematiche

Cunei

353/48-94/70 314/39-93/ 58

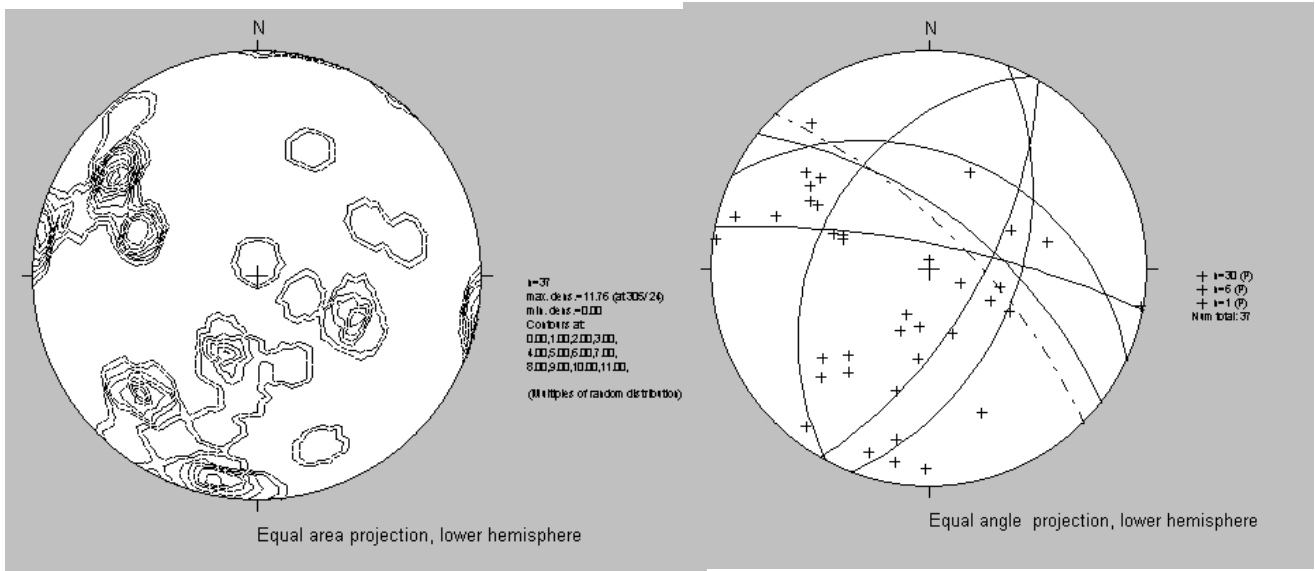
350/74-94/69

Fronte

45/70

Gradone + 0

stazioni 87-88-89-90-91



Fronte

45/70

Scivolamenti Planari

38/64 23/35

Cunei Vettori

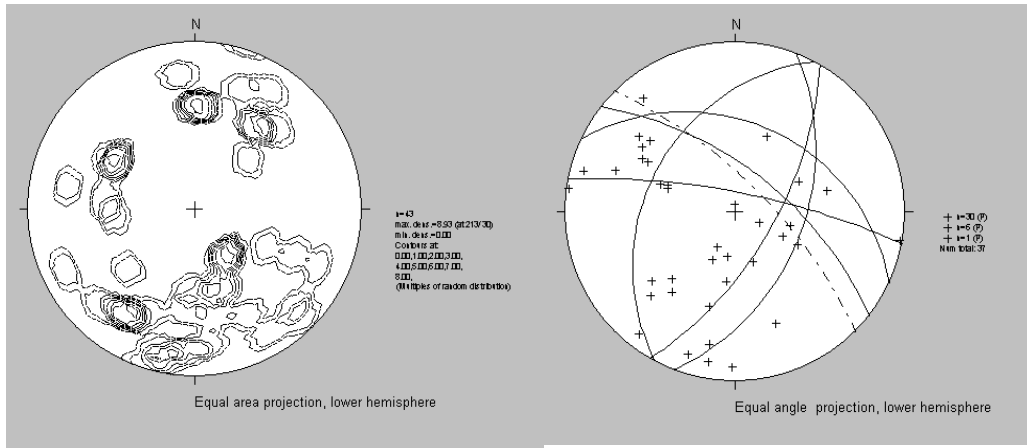
48/33 74/55 89/43 80/58

Verifiche cunei

11/76-120/62 11/76-110/46 26/36-111/47

Gradone + 10

stazioni 82-83-84-85-86



Scivolamenti Planari

35/65

Tension crack

214/72

Vettori cunei

41/47 26/33 50/18 76/66 92/42 20/20

Verifiche cunei

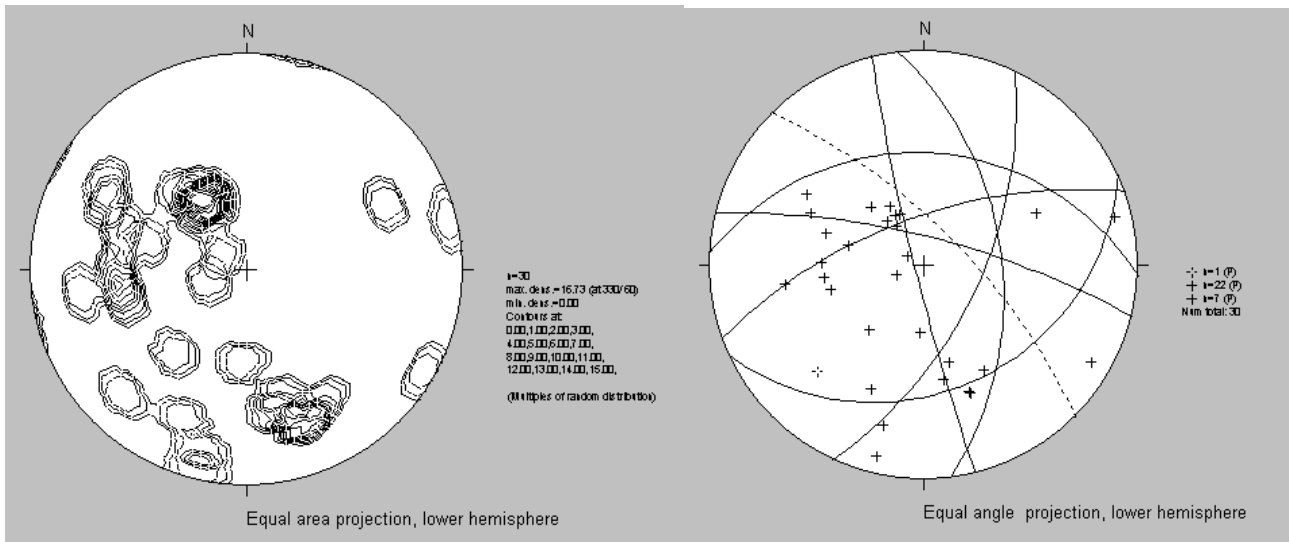
329/74-100/65

340/44-100/68

12/80-98/65 11/78-125/45

Gradone + 20

stazioni 92-93-94-95



Fronte

45/70

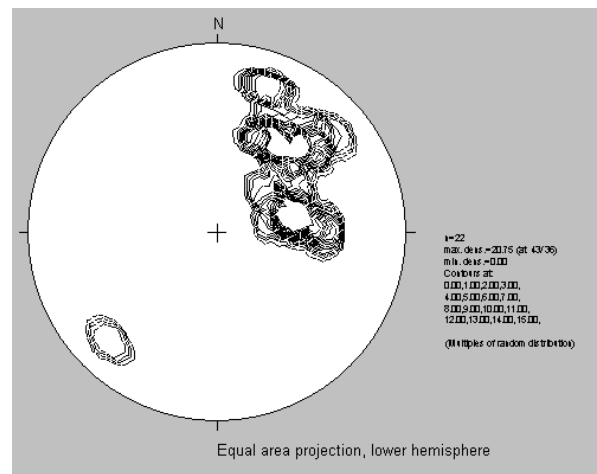
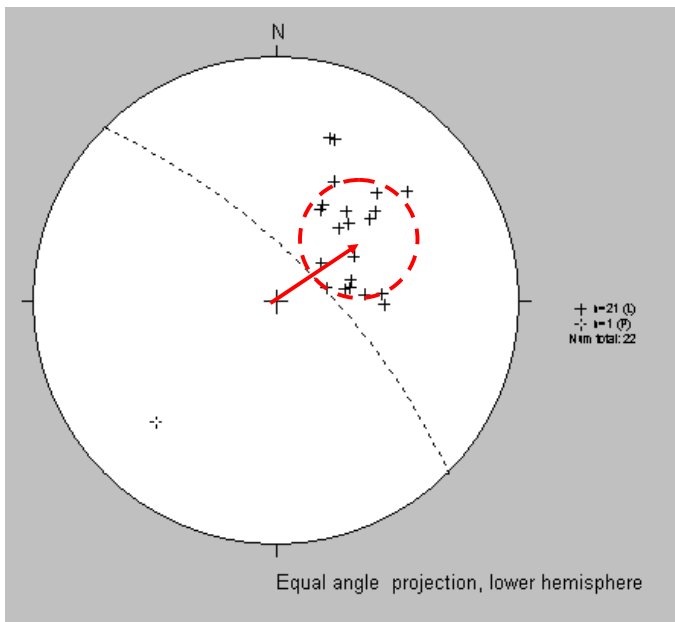
Vettori cunei

26/33 43/43 43/28 49/36 86/50 80/56

Verifiche cunei

15/75-116/61
14/77-82/51
338/64-83/50
338/64-115/60
0/36-82/50
0/36-115/60

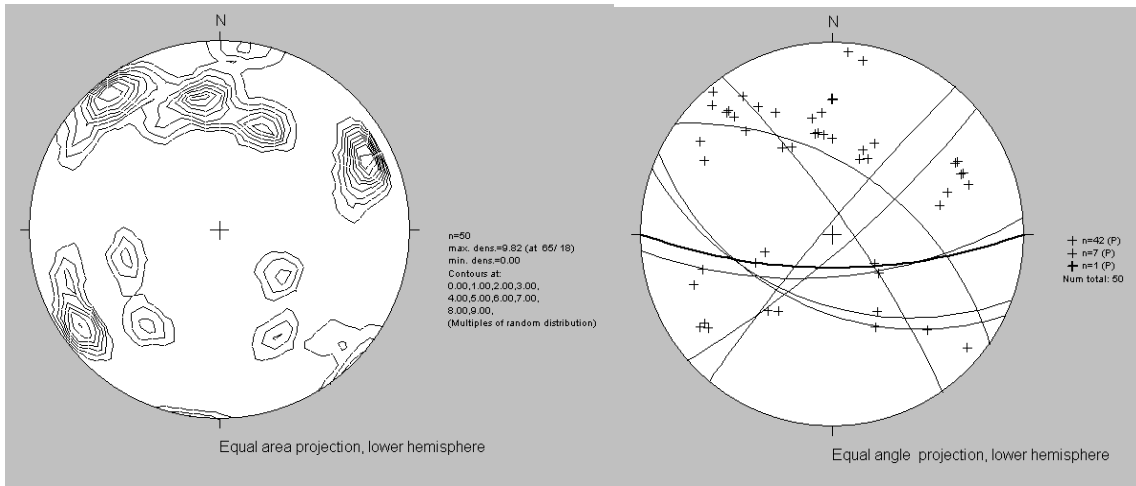
Plot cumulativo dei vettori cunei del fronte SW



2.4 FRONTE NORD

Gradoni + 10 e - 10

stazioni 20 e 33



Fronte

180/70

Scivolamenti Planari

175/64 e 204/50

Cunei (vettori)

222/47 138/31

Verifiche cunei

203/47-134/88 203/47-56/77

Grosseto: Agosto 2009

(Dott.Geol. Mauro Rocchi)