

### ***Dimensionamento della zona di rispetto***

Il dimensionamento delle zone di rispetto è stato impostato, come anzi detto, sia su criteri idrogeologici che temporali, ossia sul tempo impiegato da un inquinante per raggiungere la captazione dall'istante in cui si è avuto il suo sversamento in superficie.

Partendo da queste considerazioni, si è cercato di individuare un parametro che servisse ad identificare la velocità di spostamento massimo di un inquinante nei relativi acquiferi. Tale parametro è stato individuato nel tempo di dimezzamento della portata massima annua, ossia il tempo, misurato in giorni, intercorso tra il verificarsi della portata massima ed il verificarsi di una portata pari alla metà di questa. Tale tempo è direttamente proporzionale alla velocità di svuotamento della parte più permeabile del serbatoio acquifero ed, in definitiva, alla velocità di spostamento di un inquinante idroportato.

In base allo studio degli idrogrammi di alcune sorgenti Iblee, si è preferito fissare un tempo di 60 giorni, dato che statisticamente si avvicina di più ai tempi di dimezzamento rilevati. Esso rappresenta, in linea di massima, il tempo di abbattimento di un inquinante idroportato dalla superficie alla sorgente.

Il tempo così definito è stato inserito nella formula

$$d = V_r * t$$

in cui

**d** rappresenta la distanza della sorgente dal punto di immissione dell'inquinante lungo la quale si verificano i processi di autodepurazione e che in definitiva coincide con l'area di rispetto, a seguito della definizione in carta di un'area concentrica avente lunghezza  $d \times t$ ;

**t** il tempo come prima specificato uguale a 60 giorni;

**V<sub>t</sub>** è la velocità effettiva di circolazione idrica sotterranea.

Quest'ultimo parametro è stato calcolato sulla base della seguente relazione:

$$V_t = Q_p / S * P_e$$

dove

**Q<sub>p</sub>** = portata massima calcolata dalle curve di esaurimento;

**S** = sezione media dell'area di ricarica sottesa dalla sorgente;

**P<sub>e</sub>** = porosità efficace determinata dalla formula:

$$P_e = (\Delta W / V_r) * 100$$

con

**V** = volume apparente della roccia sottesa dall'area di ricarica

**ΔW** = la capacità di svuotamento data dalla differenza dell'immagazzinamento dinamico (**W<sub>0</sub>**), corrispondente all'altezza piezometrica massima del periodo di esaurimento di un determinato anno

idrologico, e l'immagazzinamento ( $W_t$ ), riferito all'altezza piezometrica minima successiva.

$W_0$  e  $W_t$ , nel caso della sorgente Montagna, sono stati calcolati dai valori di portata massima e minima e con i valori di  $\alpha$  (coefficiente di esaurimento) dedotti dalla curva di esaurimento. Il calcolo di  $\alpha$  è stato effettuato con la metodologia di Maillet che considera un decremento delle portate di tipo esponenziale.

Per quanto sopra, si riportano nel seguito i principali elementi che hanno consentito la delimitazione nella Carta Idrogeologica delle aree di rispetto delle sorgenti captate dal Comune di Monterosso Almo.

### Sorgente Montagna

Dalla curva di esaurimento relativa all'anno 1996 si individuano due tratti con diversa pendenza: il primo più acclive rappresenta la curva di decremento e il secondo meno pendente la curva di esaurimento in regime non influenzato dalla ricarica. Rettificando i due tratti su un diagramma semilogarittimo si ottengono le relative equazioni esponenziali delle rette da cui si ricavano:

per il primo tratto, con  $t = 63$  giorni

$$Q_0 = 0,03696 \text{ m}^3 \text{ (portata teorico al tempo } t = 0)$$

$$q_{63} = 0,00248 \text{ m}^3 \text{ (portata teorica alla fine del decremento)}$$

$$\beta = 0,041 \text{ (coefficiente di decremento)}$$

$$W_0 = 69323 \text{ m}^3 \text{ (immagazzinamento dinamico all'inizio del decremento)}$$

$$W_{63} = 5221 \text{ m}^3 \text{ (immagazzinamento dinamico alla fine del decremento)}$$

$$\Delta W = 64102 \text{ m}^3 \text{ (capacità di svuotamento)}$$

e per il secondo tratto, con  $t = 143$  giorni

$$Q_0 = 0,00252 \text{ m}^3 \text{ (portata teorico al tempo } t = 0)$$

$$q_{143} = 0,00158 \text{ m}^3 \text{ (portata teorica alla fine del decremento)}$$

$$\alpha = 0,0032 \text{ (coefficiente di esaurimento)}$$

$$W_0 = 67000 \text{ m}^3 \text{ (immagazzinamento dinamico all'inizio dell'esaurimento)}$$

$$W_{143} = 34398 \text{ m}^3 \text{ (immagazzinamento dinamico alla fine dell'esaurimento)}$$

$$\Delta W = 32602 \text{ m}^3 \text{ (capacità di svuotamento)}$$

Pertanto,

$$\Delta W \text{ tot.} = 99602 \text{ m}^3$$

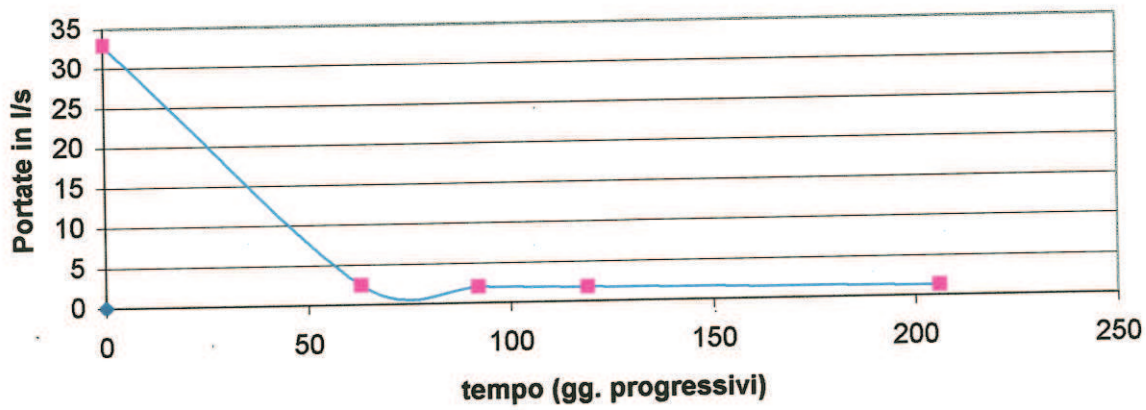
Per il calcolo della porosità  $n$  dell'acquifero si considerano i seguenti elementi dedotti dalla Carta idrogeologica:

$$b = 37 \text{ m (spessore medio dell'acquifero)}$$

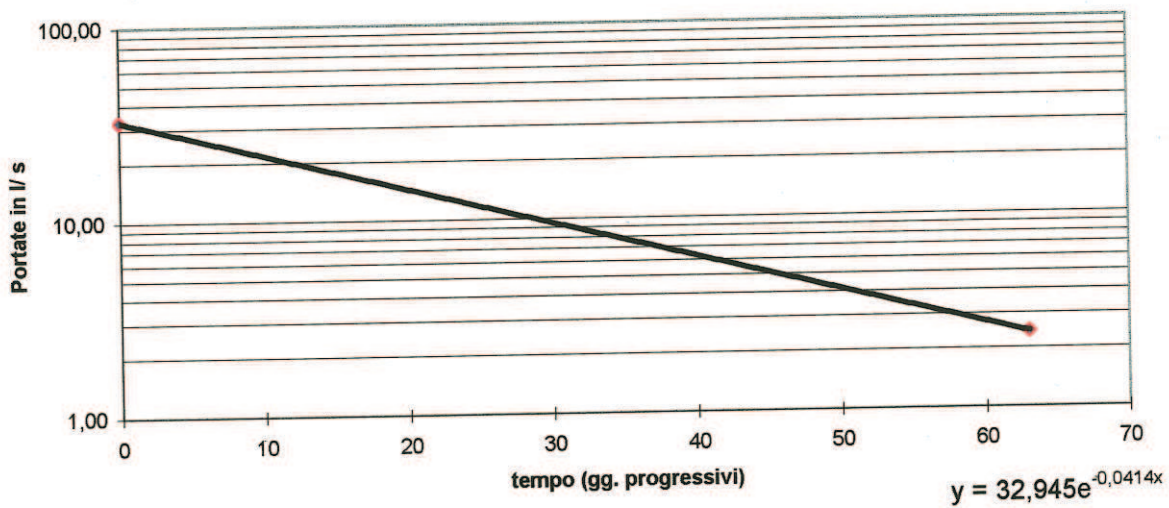
$$A = 105.200 \text{ m}^2 \text{ (area di ricarica sorgente)}$$

$$B = 250 \text{ m (larghezza media dell'acquifero) e}$$

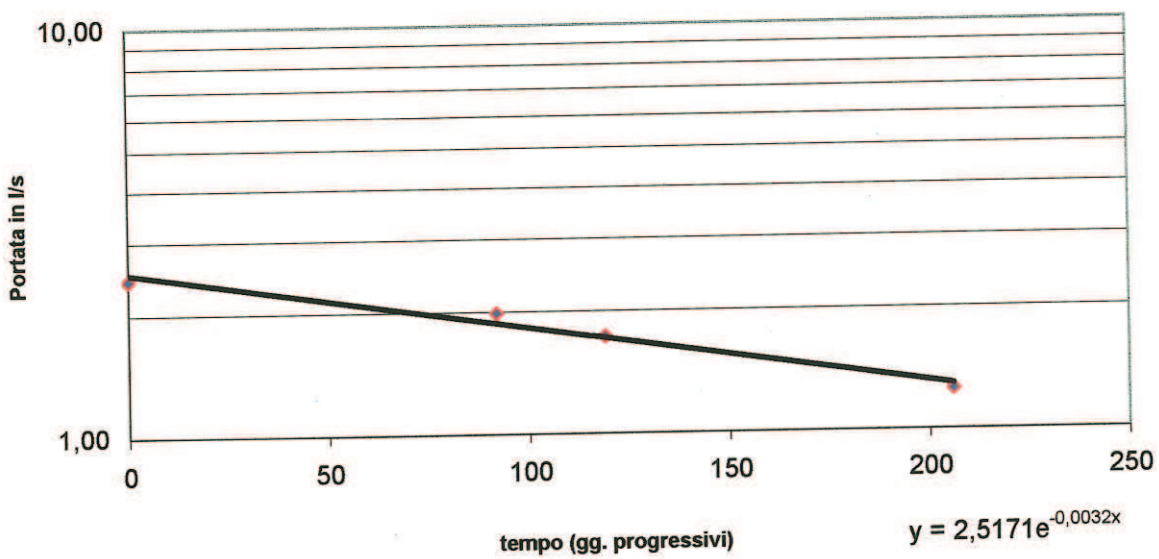
**Curva di esaurimento della sorgente Montagna  
anno 1996**



**Curva di decremento secondo linea di tendenza  
di tipo esponenziale relativa al 1° tratto**



**Curva di esaurimento secondo linea di tendenza di tipo esponenziale  
relativa al 2° tratto**



$Q = 0,002 \text{ l/s}$  (portata media della sorgente)

da cui

$$n = 99602 / (37 * 105.200) = 0,026$$

$$V_r = 0,002 / (37 * 250 * 0,026) = 1 \times 10^{-5} \text{ m/s}$$

Considerando, infine un tempo pari a 60 giorni si avrà:

$$D = 1 * 10^{-5} * 5184000 = 54 \text{ m (lunghezza minima fascia di rispetto)}$$

### ***Dimensionamento della zona di tutela assoluta e di rispetto***

La zona di tutela assoluta sarà destinata esclusivamente a contenere l'opera di captazione della sorgente o gruppo sorgentizio e dovrà avere un'estensione di raggio non inferiore ai 10 metri, ove l'assetto geomorfologico e strutturale lo consenta. Il perimetro della zona dovrà essere determinato tenendo conto dell'estensione e soggiacenza delle diverse parti dell'opera di captazione.

In base all'abaco di fig. 1 (da Civita, 1988), esemplificato dalla tab. 1, la sorgente presa in esame rientra in una situazione idrogeologica di tipo "B" per quanto riguarda il primo tratto della curva (decremento) che rappresenta il caso di maggiore vulnerabilità. In base alla tabella 2, la perimetrazione dovrà essere effettuata secondo una lunghezza  $D = 30$  metri misurata dalla scaturigine verso monte-flusso sotterraneo; secondo una lunghezza  $d = 5$  metri misurata verso valle e infine secondo una larghezza  $3D/4 = 22$  metri misurata lateralmente.

Nella zona di tutela assoluta dovranno essere assicurati: a) un'efficace protezione da frane, fenomeni di intensa erosione ed alluvionamenti b) l'impianto di prato o essenze arboree, purché esenti da concimazioni o, in alternativa, l'isolamento del sottosuolo dalla superficie a mezzo di copertura impermeabile naturale o artificiale. Queste aree e le loro eventuali connessioni idrogeologiche dovranno essere considerate come zona di tutela assoluta e soggetta alla stessa normativa per quanto concerne le limitazioni d'uso, con particolare riguardo per lo scarico di qualsiasi liquido inquinante. Allo stesso modo, il tipo B, consiglia come fascia di rispetto una zona uguale all'area di ricarica.

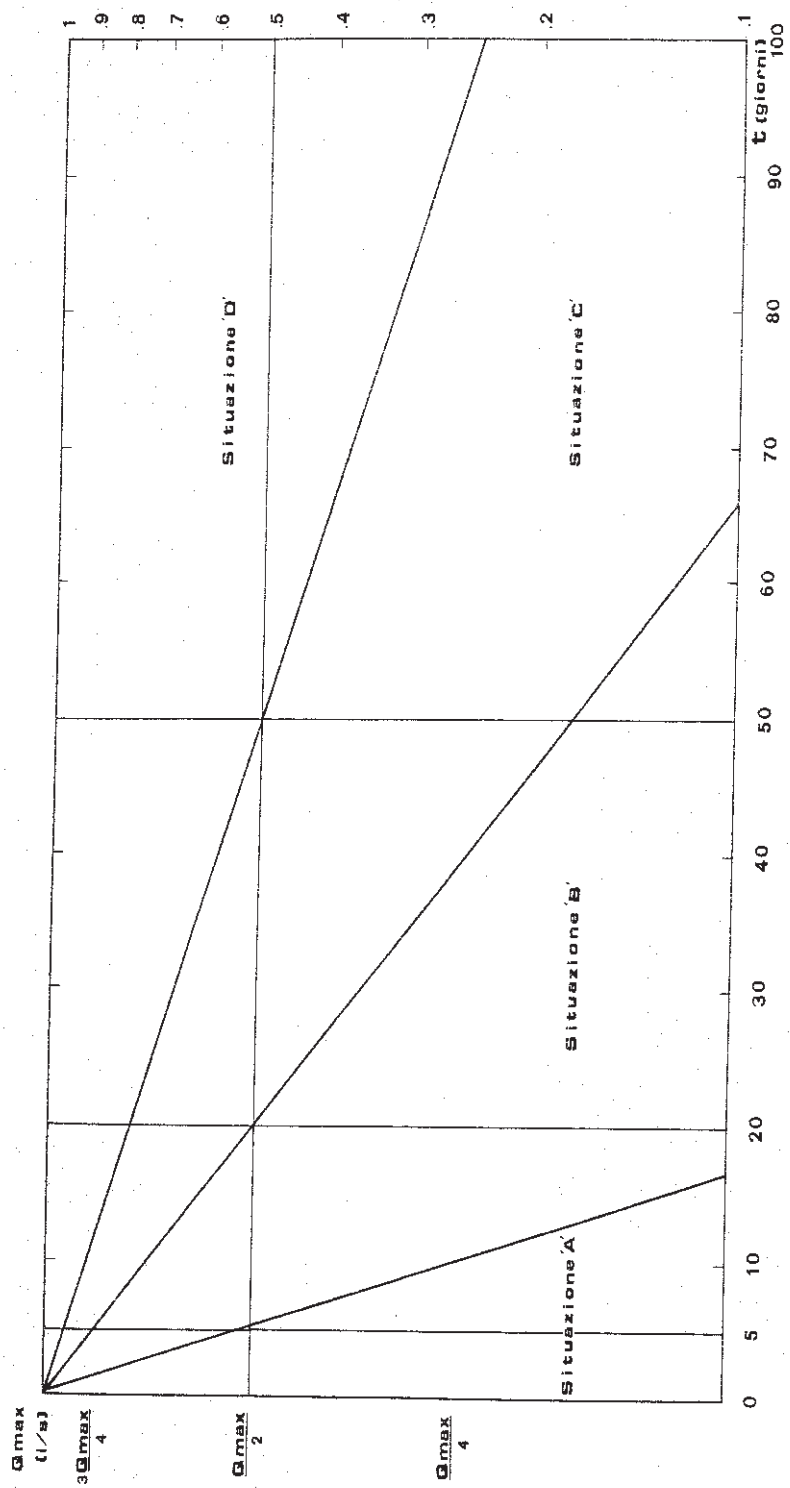


Fig. 1 - Abaco per la determinazione della « situazione » di vulnerabilità in funzione del tempo di dimezzamento della portata massima annuale delle sorgenti normali.

TAB. 1 - Situazioni di vulnerabilità discriminate per la differenziazione del dimensionamento delle aree di salvaguardia delle sorgenti destinate al consumo umano

Situazione	Tempo di dimezzamento ( $t_D$ , giorni)	Velocità di flusso	
		(m/s)	(m/d)
« A »	$t_D < 5$	$> 10^{-2}$	$> 1000$
« B »	$5 \leq t_D \leq 20$	$10^{-2} - 10^{-3}$	$\sim 100$
« C »	$20 < t_D \leq 50$	$10^{-3} - 10^{-4}$	$\sim 10$
« D »	$t_D > 50$	$10^{-4} - 10^{-5}$	$\sim 1$

TAB. 2 - Valori indicativi di D e d per il dimensionamento della zona di tutela assoluta di una sorgente nelle diverse situazioni di vulnerabilità (vedi abaco in Fig. 2)

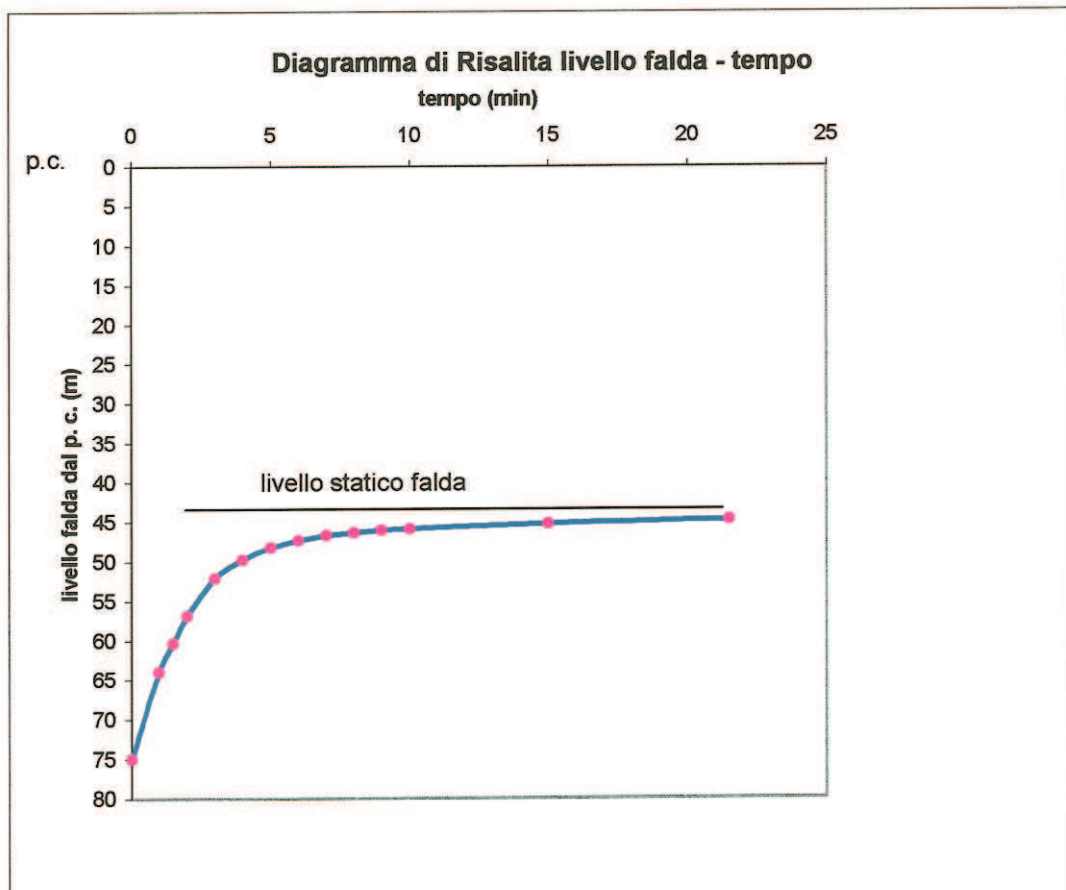
Tipo di opera	Situazione	Soggiacenza (m)	D (m)	d (m)
Alla sorgente	« A »	Nulla	40	10
	« B »	Nulla	30	5
	« C »	Nulla	20	5
	« D »	Nulla	10	2
In acquifero	« A »	$> 20$	30	5
	« B »	$> 20$	20	4
	« C »	$> 20$	15	3
	« D »	$> 20$	10	2

## Comune di Monterosso - Pozzo Sudano

### Prova di risalita con relativo diagramma abbassamenti-tempo (curva caratteristica pozzo)

Prova eseguita in: giu - 2001

tempi (min)	livello falda (m)
0	74,98
1	64
1,5	60,4
2	56,9
3	52,15
4	49,77
5	48,27
6	47,32
7	46,73
8	46,35
9	46,06
10	45,87
15	45,24
21,5	44,8



### Sorgente Timpa Calorio

Per la sorgente Timpa Calorio la perimetrazione della recinzione della zona di rispetto assoluta risulta alquanto problematica per l'assetto geomorfologico dell'area, in quanto essa si presenta ai piedi di un versante e in prossimità di un fondovalle; nel caso specifico, si ritiene pertanto possibile soltanto ottemperare a tutti quegli interventi di manutenzione e di ripristino dei manufatti (sistemazione e pulizia dei bottini di presa).

Per quanto attiene la definizione della fascia di rispetto, la strutturazione delle opere di presa della sorgente non hanno consentito la possibilità di effettuare nel tempo misure di portata in grado di tradursi in ideogrammi di esaurimento. Pertanto, la determinazione delle aree di salvaguardia è stata effettuata con criterio idrogeologico, relativamente all'area di protezione, mentre per quanto attinente alla fascia di rispetto è stato utilizzato un dato di porosità  $n$  dell'acquifero derivato dall'analisi di altre sorgenti iblee con caratteristiche idrogeologiche simili alla sorgente in studio. Pertanto, considerando i seguenti parametri:

$$Q = 0,025 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (portata media stimata)}$$

$$A = 50,6 \text{ ha} \text{ (area di ricarica)}$$

$$B = 600 \text{ m} \text{ (larghezza media acquifero misurato sulla carta idrogeologica)}$$

$$H = 25 \text{ m} \text{ (altezza media acquifero misurata sulla carta idrogeologica)}$$

$$n = 0,025 \text{ (porosità)}$$

si ottiene

$$V_r = 0,025 / (600 * 25 * 0,025) = 6,7 * 10^{-5} \text{ m/s e}$$

$$D = 6,7 * 10^{-5} * 5184000 = 346 \text{ m (lunghezza fascia di rispetto)}$$

### Area di salvaguardia pozzo Sudano

Così come per le sorgenti, anche per il pozzo Sudano le aree di salvaguardia sono state ottenute sulla base dei dati idrogeologici rilevati e sui parametri ottenuti da una prova di portata effettuata.

#### Dimensionamento della zona di protezione

L'area di protezione del pozzo Sudano è stata delimitata sia sulla base dell'andamento dello spartiacque idrogeologico delimitante l'area di ricarica del corpo idrico, sia sulla base della geometria ed andamento delle curve isopiezometriche e delle strutture presenti. L'estensione areale della suddetta area è risultata pari a 122,17 ha.

#### Dimensionamento della zona di rispetto

La delimitazione dell'area di rispetto del pozzo Sudano è stata ottenuta utilizzando la metodologia proposta dall'*United States Environmental Protection Agency*, valida per la definizione di aree di tutela in rocce fratturate. Essa consiste nel determinare una serie di distanze: XI, YI, d 60 d 365 che,

opportunamente orientate rispetto alla fonte idropotabile consentono di definire un'area di rispetto ristretta ed un'allargata. In dettaglio, tali distanze sono:

**d 60 e d 365**

che indicano le distanze misurate dalla fonte idropotabile in direzione del flusso sotterraneo di monte, rispettivamente corrispondenti all'area di rispetto ristretta ed allargata. Esse vengono ottenute con la relazione

$$d = V_r * t$$

dove  $V_r$  rappresenta la velocità di flusso sotterraneo reale e  $t$  è il tempo di sicurezza che è di 60 giorni, per la zona di rispetto ristretta, e 365 giorni per quella allargata.

**XI e YI**

indicano rispettivamente: il raggio che delimita l'area di sicurezza a valle della captazione e la distanza laterale delimitante l'area a monte della captazione.

Esse vengono ottenute con le relazioni:

$$XI = Q / (2zKbi) \quad YI = Q / (2Kbi)$$

dove:  $Q$  rappresenta la portata del pozzo,

$K$  il coefficiente di permeabilità,  $b$  lo spessore della zona satur e  $i$  il gradiente idraulico.

I parametri idrogeologici summenzionati, sono stati calcolati utilizzando i dati ricavati sperimentalmente e applicando le seguenti relazioni:

$$Q = 0,0116 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (portata pozzo)}$$

$$L.S. = 43,27 \text{ m pc}$$

$$L.D. = 74,98 \text{ m pc}$$

$$B = 32 \text{ m (spessore saturo acquifero)}$$

$$\alpha = 0,01776 \text{ (porosità acquifero)}$$

$$i = 0,07 \text{ (gradiente piezometrico)}$$

$$\Delta h = \text{abbassamento piezometrico}$$

$$Q_s = 0,0116 / 31,71 = 3,7 * 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$T = 1,22 * 3,7 * 10^{-4} = 4,5 * 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$K = 4,5 * 10^{-4} / 32 = 1,4 * 10^{-5} \text{ m/s}$$

dove

Qs = portata specifica;  
T = trasmissività  
K = coefficiente di permeabilità

Dalla velocità reale

$$V_r = K * i / \alpha$$

si ottiene

$$V_r = 1,4 * 10^{-5} * 0,07 / 0,01776 = 5,54 * 10^{-5} \text{ m/s}$$

L'estensione della fascia di rispetto ristretta, per un tempo di sicurezza pari a 60 giorni, e quella allargata, per un tempo di sicurezza pari a 365 giorni, saranno rispettivamente pari a:

$$D_{60} = 5,54 * 10^{-5} * 5184000 = 287 \text{ m}$$

$$D_{365} = 5,54 * 10^{-5} * 365 = 1700 \text{ m} \quad \text{con:}$$

$$X_I = 0,0116 / (2 * 3,14 * 1,4 * 10^{-5} * 32 * 0,07) = 58,9 \text{ m} \quad e$$

$$X_I = 0,0116 / (2 * 1,4 * 10^{-5} * 32 * 0,07) = 185 \text{ m}$$

Pozzi censiti nel territorio comunale di Monterosso Almo

numero	livello statico	profondità pozzo	quota sul p.c.	quota m s.l.m.	portata l/s
1	92,5		696	603,5	
2	54,8	130	812	757,2	0,3
3	10,4	50	684	673,6	2
4	98	150	625	527	
5	21,1	40	718	696,9	1,5
6	90	100	720	630	
7	13	35	628	615	
8	30,2		614	583,8	
9	19,3		646	626,7	
10	28	80	598	570	
11	40	100	620	580	
12	43,27	155	663	619,73	11,6
13	109		787	678	
14	90	120	765	675	1,6
15	5		716	711	
16	106,9	160	808	701,1	3
17	11,25		605	593,75	
18	20,6	50	588	567,4	4,8
19	89		570	481	
20	9		471	462	
21	51	100	605	554	0,4
22	152	170	690	538	0,3
23	101	200	480	379	5
24	71		451	380	
25	73,7	126	471	397,3	

Corpi idrici captati dal Comune di Monterosso Almo

	quota sul p.c.	portata l/s
Pozzo Sudano	663	11,6
Sorgente Timpa Calorio	550	25
Sorgente Montagna	803	2

## Comune di Monterosso - Pozzo Sudano

### Prova di portata e diagramma tempi-abbassamenti

Prova eseguita in: giu - 2001

Portata l/sec 11,6

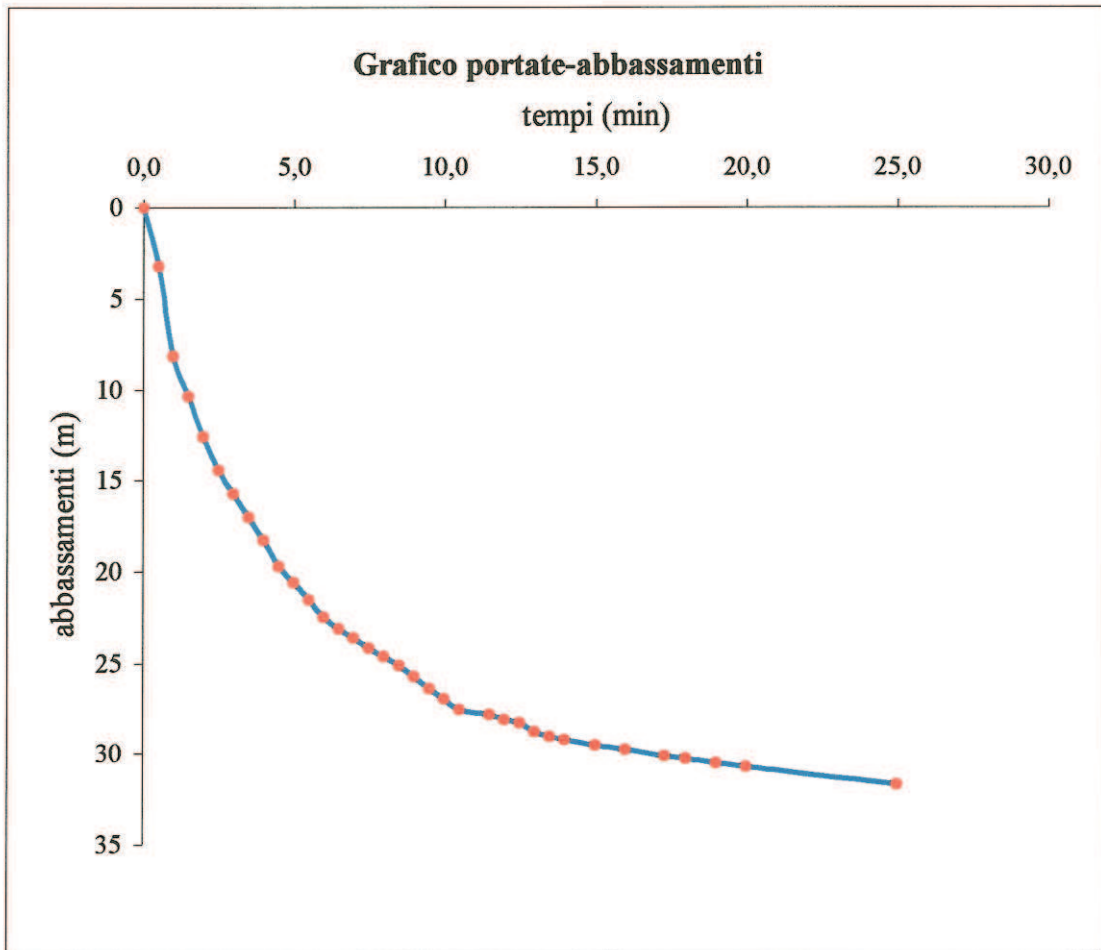
livello statico (m dal p.c.) 43,27

tempi (min)	Abbassamenti (m)	livello dinamico (m)
0,0	0	43,27
0,5	3,23	46,5
1,0	8,13	51,4
1,5	10,33	53,6
2,0	12,58	55,85
2,5	14,43	57,7
3,0	15,73	59
3,5	17,03	60,3
4,0	18,28	61,55
4,5	19,73	63
5,0	20,6	63,87
5,5	21,53	64,8
6,0	22,48	65,75
6,5	23,13	66,4
7,0	23,63	66,9
7,5	24,18	67,45
8,0	24,63	67,9
8,5	25,13	68,4
9,0	25,73	69
9,5	26,37	69,64
10,0	26,93	70,2
10,5	27,53	70,8
11,5	27,81	71,08
12,0	28,09	71,36
12,5	28,28	71,55
13,0	28,76	72,03
13,5	29,03	72,3
14,0	29,21	72,48
15,0	29,53	72,8
16,0	29,78	73,05
17,3	30,13	73,4
18,0	30,28	73,55
19,0	30,53	73,8
20,0	30,73	74
25,0	31,71	74,98

## **APPENDICE**

### **Diagrammi e tabelle**

**Comune di Monterosso - Pozzo Sudano**

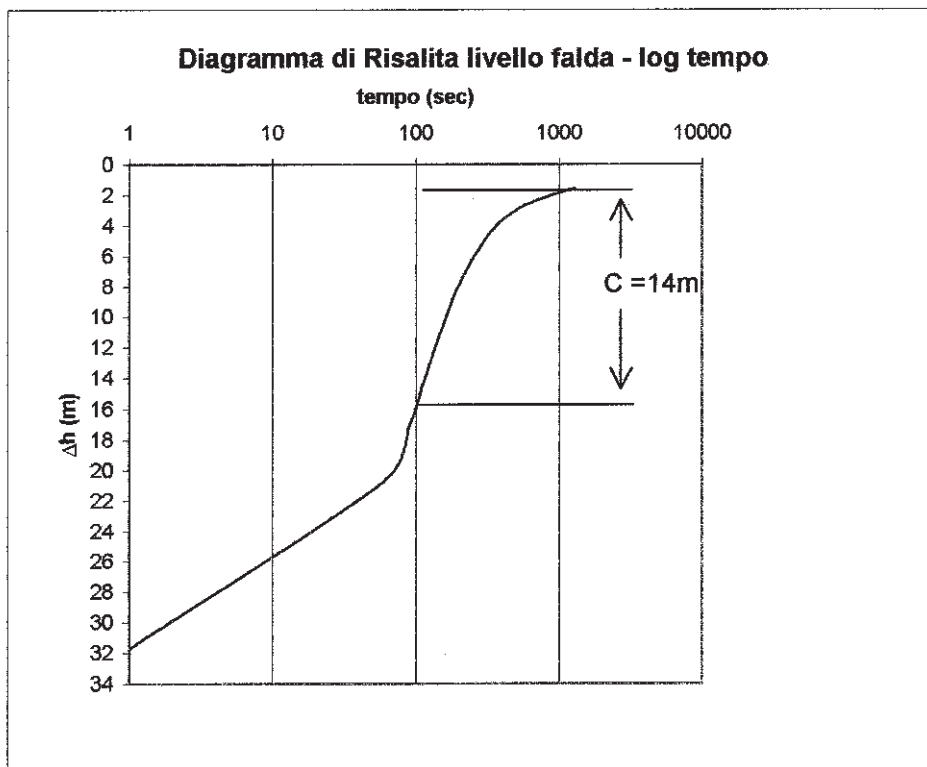


## Comune di Monterosso - Pozzo Sudano

### Diagramma semilogaritmico risalita-tempo

Prova eseguita in: giu - 2001

$\Delta h$ (m)	tempi (sec)
31,71	1
20,73	60
17,13	90
13,63	120
8,88	180
6,5	240
5	300
4,05	360
3,46	420
3,08	480
2,79	540
2,6	600
1,97	900
1,53	1290



## INDAGINE LITOTECNICA

La seguente indagine ha avuto come fine la caratterizzazione dei litotipi affioranti nelle aree del centro abitato e zone limitrofe in base alle loro proprietà fisico-meccaniche. A tal fine, seguendo le indicazioni riportate nella anzidetta circolare dell'Assessorato Territorio e Ambiente riguardante le unità litotecniche, per le aree ricadenti nella Carta Litotecnica in scala 1: 2.000, sono state riportate le seguenti suddivisioni.

### **Substrato**

#### A Successioni carbonatiche

A2 – poliedri giustapposti volume unitario fra  $1 \text{ m}^3$  e  $0,5 \text{ m}^3$ ;  
A2a - poliedri giustapposti volume unitario fra  $0,5 \text{ m}^3$  e  $1 \text{ dm}^3$ .

#### B Successioni con alternanze di litotipi diversi

B4: prevalenza di litotipi argillosi

#### E Sedimenti a grana medio fine

Materiali cementati

E3: sabbie cementate con elevato grado di cementazione

### **Copertura**

D. Sedimenti a grana grossa

Materiali sciolti

D2 - frammenti lapidei spigolosi con frazione fine interstiziale

#### E. Sedimenti a grana medio-fine

E2c – Sabbie limose e limi sabbiosi inglobanti frammenti lapidei spigolosi

#### F Sedimenti a grana fine e finissima

F1c Limi argillosi ed argille inglobanti frammenti lapidei spigolosi o arrotondati

La suddetta Carta Litotecnica è stata redatta tenuto conto: delle risultanze dello studio geologico realizzato integrate con i dati geostrutturali ricavati in sei stazioni di misura site nell'area circostante il serbatoio comunale; dei dati di tre sondaggi geognostici effettuati, due nell'anzidetta area e uno nell'area circostante il campo sportivo comunale; e con le risultanze delle prove di laboratorio effettuate su tre campioni prelevati.

La scelta dei suddetti siti, di rilevamento strutturale e geognostico, è derivata sia da situazioni litologiche sia strutturali, quali: presenza dei due termini della successione carbonatica del Membro Irminio, transizione e serie calcarenitico-marnosa, attraversati da una faglia, nell'area del serbatoio; e presenza di affioramenti marnoso-argillosi a sud-est dell'abitato di Monterosso Almo nell'area circostante il campo sportivo comunale.

### **Rilievo geostrutturale**

I dati e i risultati derivati dai suddetti rilievi geostrutturali, riportati integralmente nelle schede allegate in appendice alla fine del capitolo, possono essere così sintetizzati:

#### **\* Stazione 1**

Direzione parete = N 138

Lunghezza scanline = 31 m

Altezza parete = 4,3 m

Superficie parete = 133,3 m<sup>2</sup>

Nota: rilevato piano di faglia (N 286/57) con ampiezza fascia cataclastica di circa 0,5 m

#### Sistemi più rappresentati (si veda digramma)

= 124/80

= 295/70

= 10/80

Spaziatura media = 0,75 (moda)

Volume unitario = 0,3 m<sup>3</sup>

RMR = 52

Coes. = 260 kPa

Ang. Attrito = 31°

#### **\* Stazione 2**

Direzione parete = N 20

Lunghezza scanline = 16 m

Altezza parete = 3,3 m

Superficie parete = 52,8 m<sup>2</sup>

Sistemi più rappresentati (si veda diagramma)

189/85

165/85

Spaz. media = 1,25 m

Volume unitario 0,55 m<sup>3</sup>

RMR = 63

Coes. = 315 kPa

Ang. Attr. = 36,5

**\* Stazione 3**

Direzione parete = N 170

Lunghezza scanline = 7,5 m

Direzione parete = N 20

Lunghezza scanline = 20 m

Altezza parete = 9 m

Superficie parete = 180 m<sup>2</sup>

Nota: rilevata faglia (N 126/70)

Sistemi più rappresentati (si veda diagramma)

220/85

123/70

53/80

Spaz. media = 1,25 m (moda)

Volume unitario 0,8 m<sup>3</sup>

RMR = 58

Coes. = 290 kPa

Ang. Attr. = 34°

**\* Stazione 4**

Direzione parete = N 154

Lunghezza scanline = 12,5 m

Direzione parete = N 135

Lunghezza scanline = 32,5 m

Direzione parete = N 143

Lunghezza scanline = 39 m

Altezza parete = 4,75 m

Superficie parete = 185 m<sup>2</sup>

Nota: rilevata una faglia con ampiezza fascia cataclastica di 0,9 m

Sistemi più rappresentati (si veda diagramma)

17/85

37/85

340/80

Spaz. media = 1,2 m

Volume unitario 0,6 m<sup>3</sup>

RMR = 60

Coes. = 300 kPa

Ang. Attr. = 35°

**\* Stazione 5**

Direzione parete = N 8

Lunghezza scanline = 22 m

Altezza parete = 6,5 m

Superficie parete = 143 m<sup>2</sup>

Nota: rilevata faglia (310/75) con ampiezza zona disturbata di 0,5 m

Sistemi più rappresentati (si veda diagramma)

30/85

224/80

315/75

Spaz. media = 0,75 m (moda)

Volume unitario 0,3 m<sup>3</sup>

RMR = 56

Coes. = 280 kPa

Ang. Attr. = 33°

**\* Stazione 6**

Direzione parete = N 135

Lunghezza scanline = 15 m

Altezza parete = 4,1 m

Superficie parete = 61,5 m<sup>2</sup>

Sistemi più rappresentati (si veda diagramma)

130/75

286/80

Spaz. media = 0,75 m (moda)

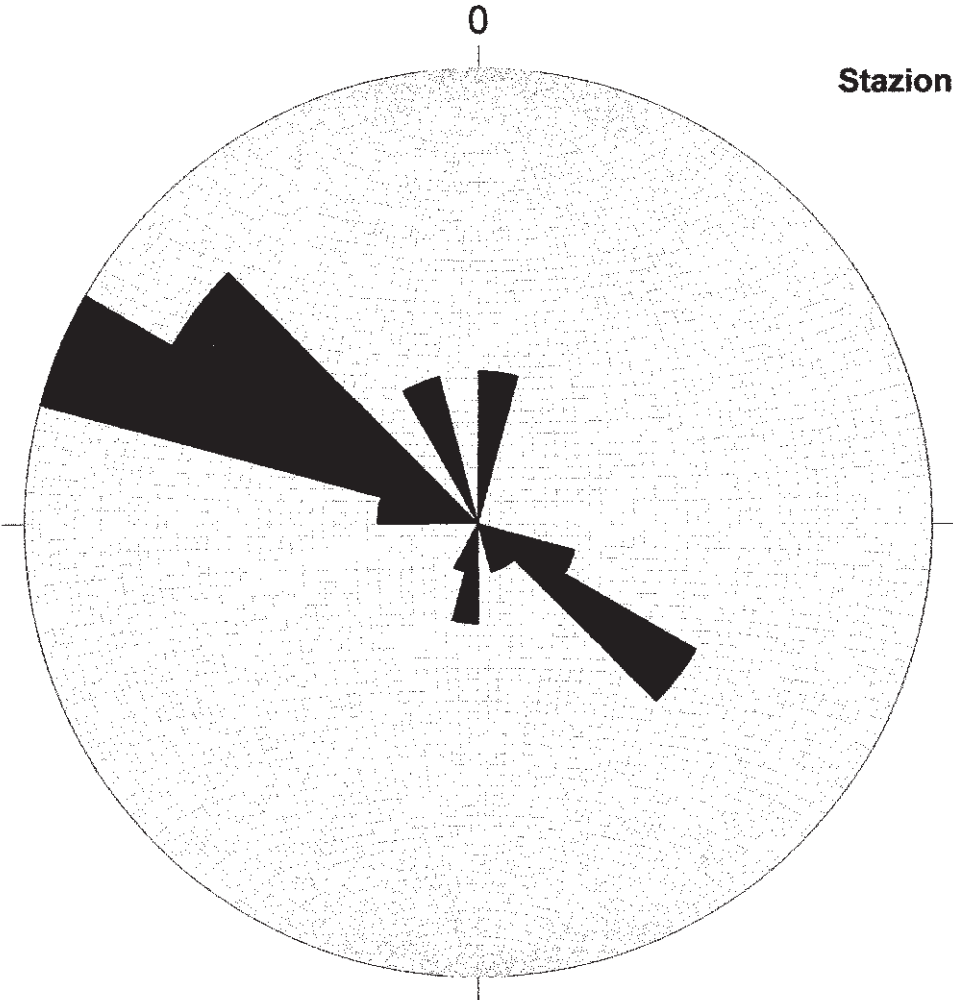
Volume unitario 0,3 m<sup>3</sup>

RMR = 53

Coes. = 265 kPa

Ang. Attr. = 31,5°

**Stazione N. 1**

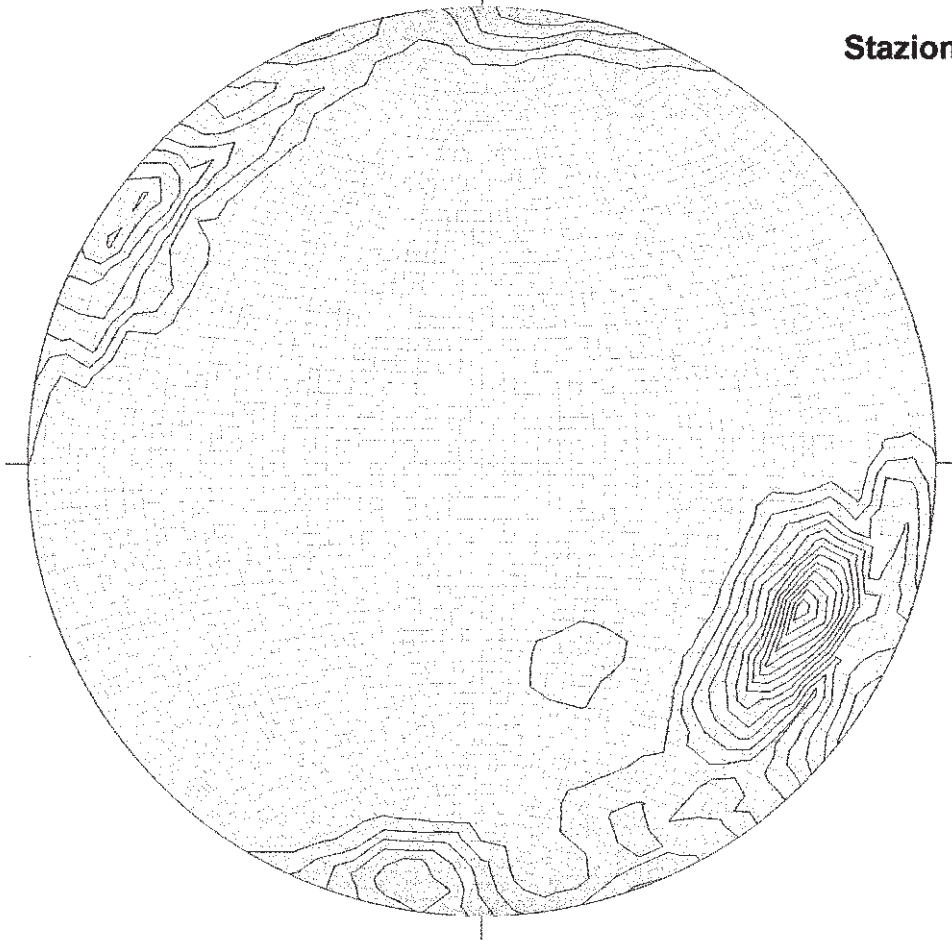


n=36  
largest petal: 9.00 Values  
largest petal: 25 % of all values

Dip Direction: 15 ° classes

0

**Stazione N. 1**



n=36  
max. dens.=13.91 (at 115/ 24)  
min. dens.=0.00  
Contours at:  
1.00,2.00,3.00,4.00,  
5.00,6.00,7.00,8.00,  
9.00,10.00,11.00,12.00,  
13.00,  
(Multiples of random distribution)

Equal area projection, lower hemisphere

Stazione N. 1

L =			29,8
N. =			35
N/L =			1,2
Spaz.media fratture =			0,9
Spaz.media giunti di str.=	2,49/7		0,4
Spaz.media giunti di str.=	2,1/5		0,4
Spaz.media giunti di str.=			0,4
Volume medio blocchi =			

Spaz. modale di maggiore frequenza fratture =	0,75
Spaz. modale di maggiore frequenza stratif. =	0,5
Volume medio blocchi =	0,3

lb - Indice della dimensione dei blocchi =	$(1,5+1,5+0,5)/3 =$	1,2	
Jv - numero volumetrico delle discontinuità	$5/27,9+11/20,2+12/19,1+7/2,49 =$		4,2
Volume medio blocchi	$2,4 \times 0,5 \times 0,5 =$		

Classificazione geomeccanica di Bieniawski

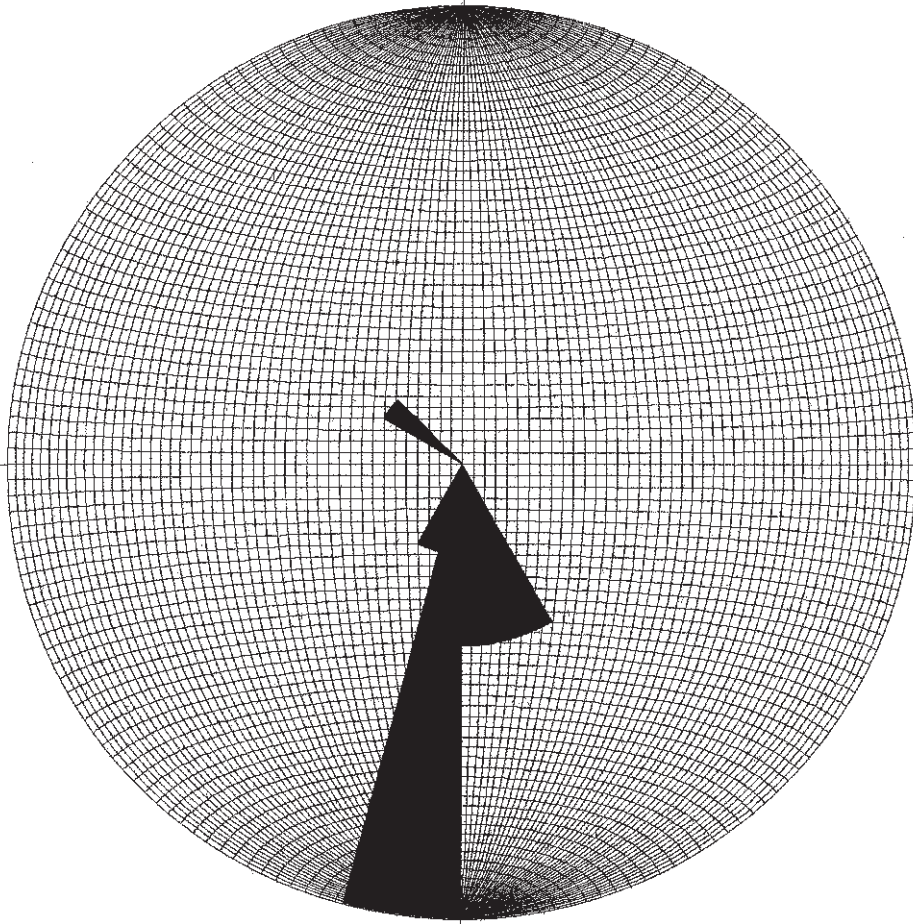
Parametri		Priest	Palmstrom	Carotaggio	Indice
Strength	330				3
RQD		99	101	20	5
Spaziatura	0,75				12
Lunghezza	1-1,5				4
Apertura	0-5 mm				1
Rugosità	L-R				3
Riempimento	A-V				4
Alterazione	SW				5
Cond.idraul.	asciutta				15
RMR					52

0

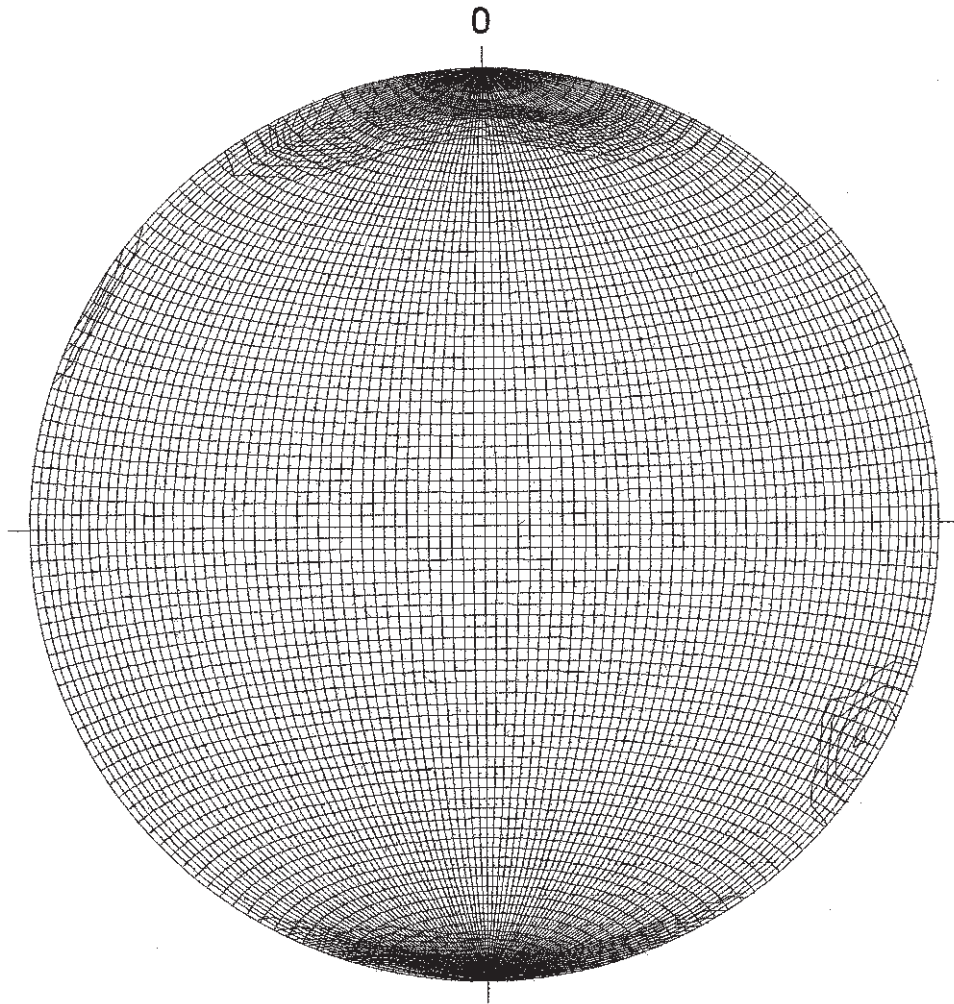
## StazioneN. 2

n=11  
largest petal: 5.00 Values  
largest petal: 45 % of all values

Dip Direction: 15 ° classes



**Stazione N. 2**



n=11  
max. dens.=24.19 (at 9/ 6)  
min. dens.=0.00  
Contours at:  
1.00,2.00,3.00,4.00,  
5.00,6.00,7.00,8.00,  
9.00,10.00,11.00,12.00,  
13.00,14.00,15.00,16.00,  
(Multiples of random distribution)

Equal area projection, lower hemisphere

Stazione N. 2

$I_b = (1,1 + 1 + 0,5)/3$		0,9
$J_v = 6/10,9 + 4/5,5 + 5/2,15$		3,6
Volume		

Spaz. modale di maggiore frequenza fratture =		1,25
Spaz. modale di maggiore frequenza stratif. =		0,5
Volume medio blocchi =		0,8

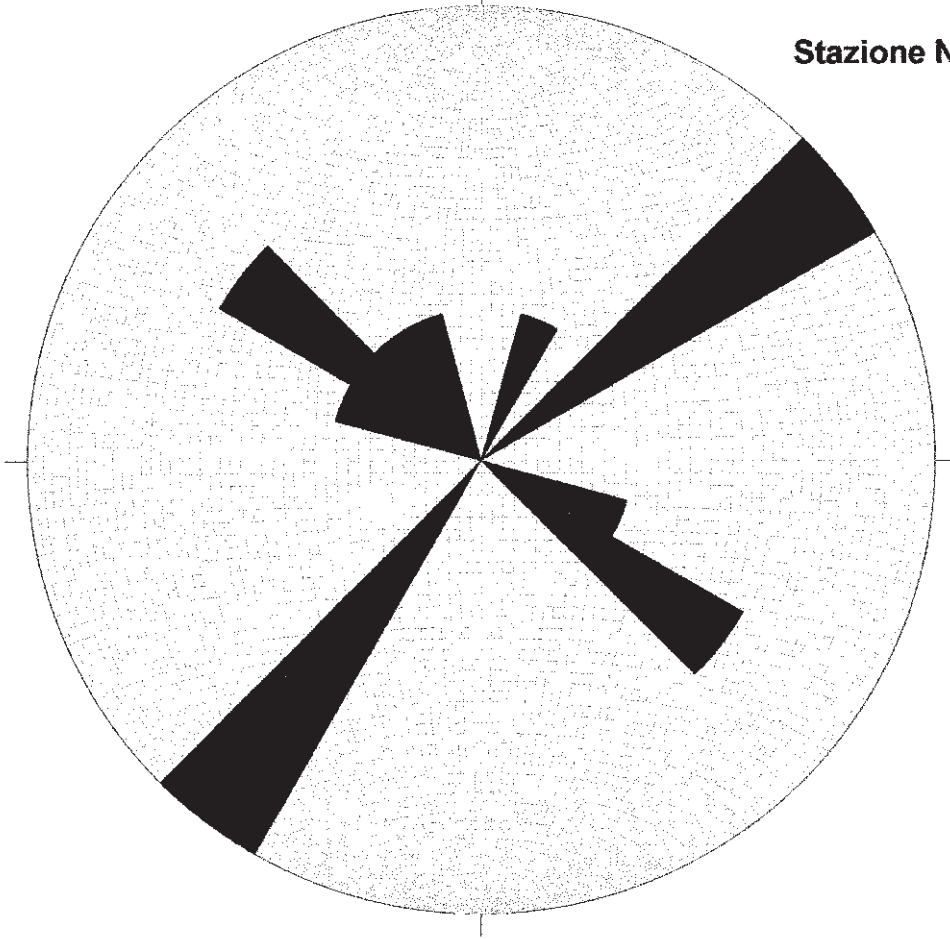
L =		14
N. =		11
N/L =		0,8
Spaz. media fratture =		1,3
Spaz. media giunti di str. =	2,25/6	0,4
Volume medio blocchi =		0,570

Classificazione geomeccanica di Bieniawski

Parametri		Priest	Palmstrom	Carotaggio	Indice
Strength	450				7
RQD		93	103	30	6
Spaziatura	1,25				15
Lunghezza	2-2,5				4
Apertura	0,1-1 mm				2
Rugosità	R-L				4
Riempimento	A-V				4
Alterazione	SW				5
Cond.idraul.	asciutta				15
RMR					62

0

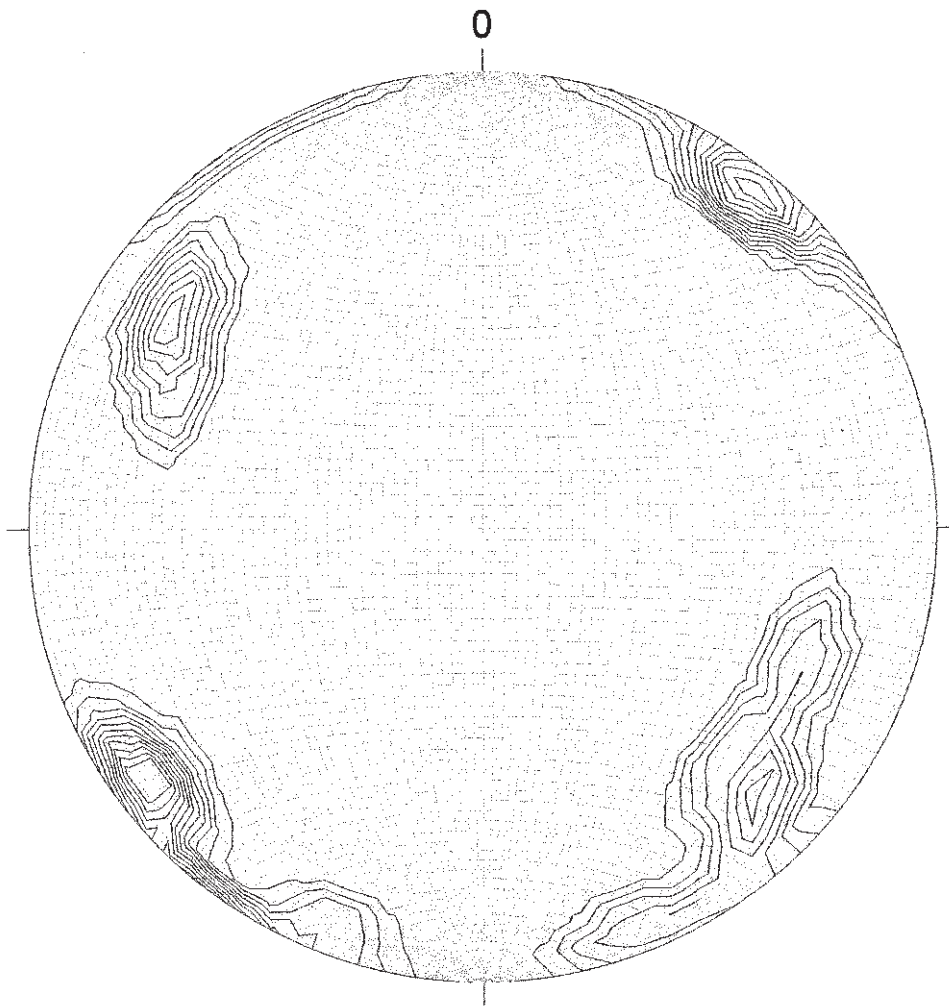
Stazione N. 3



n=15  
largest petal: 3.00 Values  
largest petal: 20 % of all values

Dip Direction: 15 ° classes

**Stazione N. 3**



n=15  
max. dens.=12.92 (at 39/ 6)  
min. dens.=0.00  
Contours at:  
1.00,2.00,3.00,4.00,  
5.00,6.00,7.00,8.00,  
9.00,10.00,11.00,12.00,  
(Multiples of random distribution)

**Equal area projection, lower hemisphere**

STAZIONE N. 3

$I_b = (1,5 + 2 + 0,5)/3$	1,3
$J_v = 3/11,1+3/6,9+3/3+10/7,4$	3,1
Volume	1,65

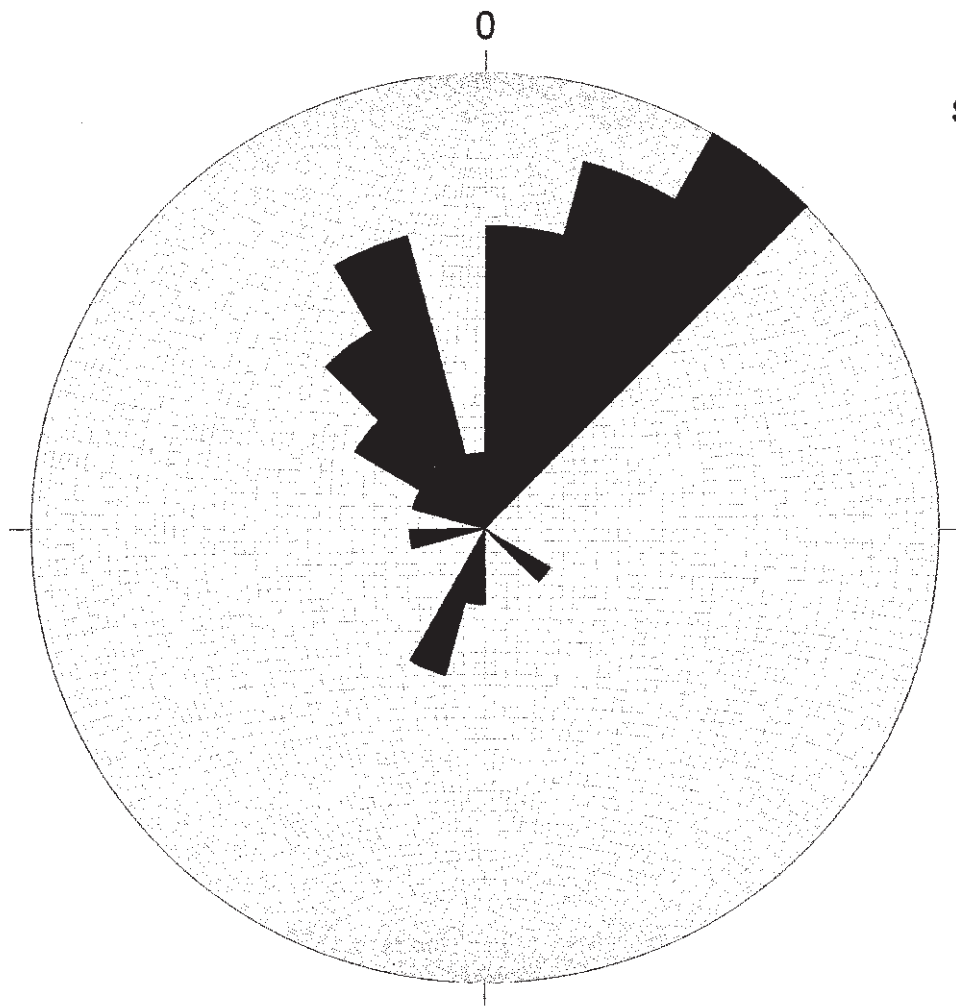
Spaziatura modale di maggiore frequenza fratture =	1,25
Spaziatura modale di maggiore frequenza stratif. =	0,5
Volume medio blocchi =	0,8

L =	18,1
N. =	14
N/L =	0,8
Spaz.media fratture =	1,3
Spaz.media giunti di str. = 7,4/10	0,7
Volume medio blocchi =	1,188

Classificazione geomeccanica di Bieniawski

Parametri		Priest	Palmstrom	carotaggio	Indice
Strength	400				5
RQD		93	105	50	10
Spaziatura	1,25				15
Lunghezza	1-1,5				4
Apertura	1-5 mm				1
Rugosità	L				1
Riempimento	V				6
Alterazione	SW				6
Cond.idraul.	umida				10
RMR					58

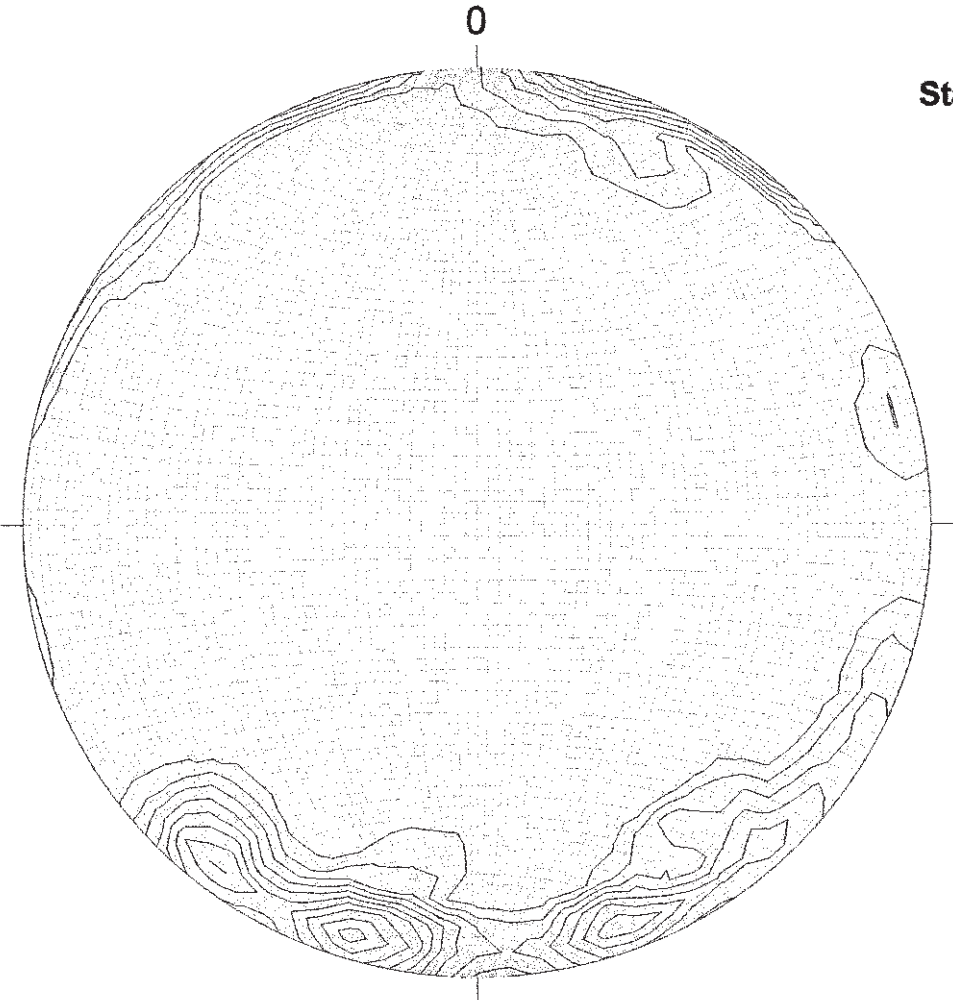
**Stazione N. 4**



n=31  
largest petal: 6.00 Values  
largest petal: 19 % of all values

Dip Direction: 15 ° classes

**Stazione N. 4**



n=31  
max. dens.=10.70 (at 197/ 6)  
min. dens.=0.00  
Contours at:  
1.00,2.00,3.00,4.00,  
5.00,6.00,7.00,8.00,  
9.00,10.00,  
(Multiples of random distribution)

Equal area projection, lower hemisphere

STAZIONE N. 4

$I_b = (1,3 + 1,5 + 0,65)/3$	1,6
$J_v = 9/31,8+2/1,5+7/3,5$	3,6
Volume	

Spaziatura modale di maggiore frequenza fratture =	1,25
Spaziatura modale di maggiore frequenza stratif. =	0,65
Volume medio blocchi =	1,0

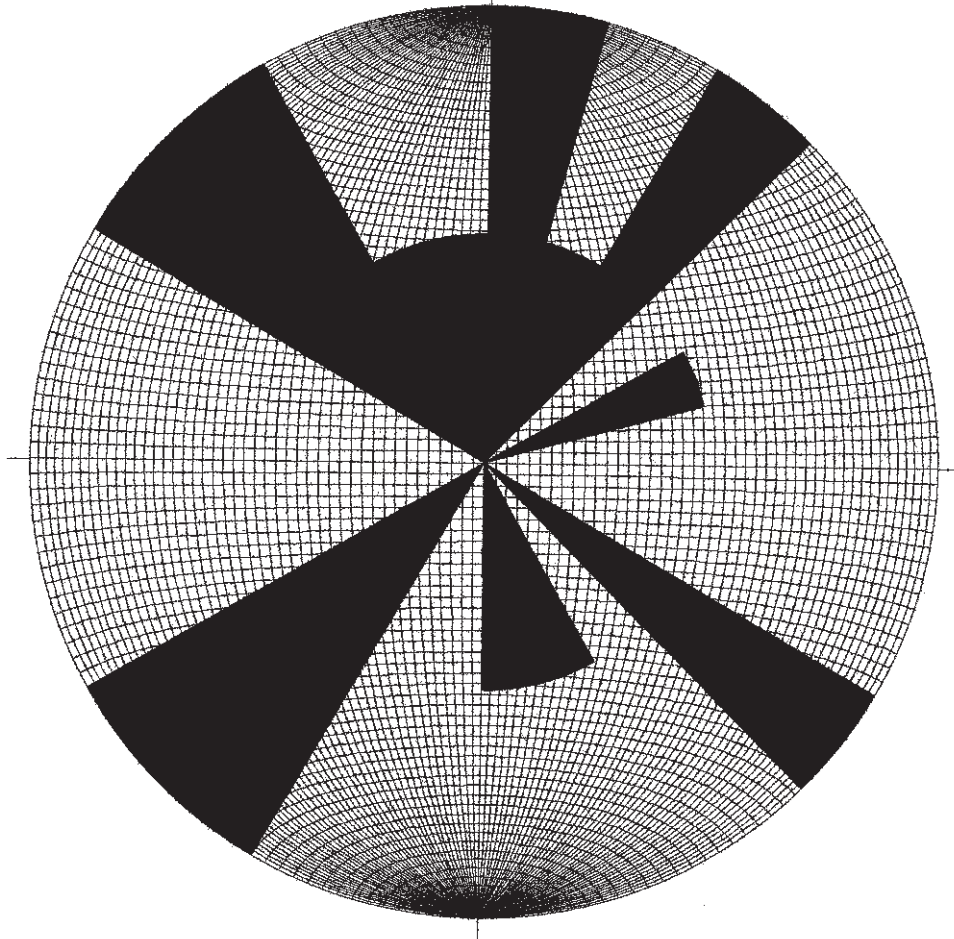
L =		36,9
N. =		31
Spaz. media fratture =		1,2
N/L =		0,8
Spaz. media giunti di str. =	2,1/5	0,4
Spaz. media giunti di str. =	3,65/5	0,7
Spaz. media giunti di str. =		0,6
Volume medio blocchi =		

Classificazione geomeccanica di Bieniawski

Parametri		Priest	Palmstrom	Da carotaggio	Indice
Strength	450				5
RQD		93	103	50	10
Spaziatura	1,25				15
Lunghezza	1-1,5				4
Apertura	1-5 mm				1
Rugosità	L				1
Riempimento	V-A				4
Alterazione	SW				5
Cond. idraul.	asc.				15
RMR					60

0

**Stazione N. 5**

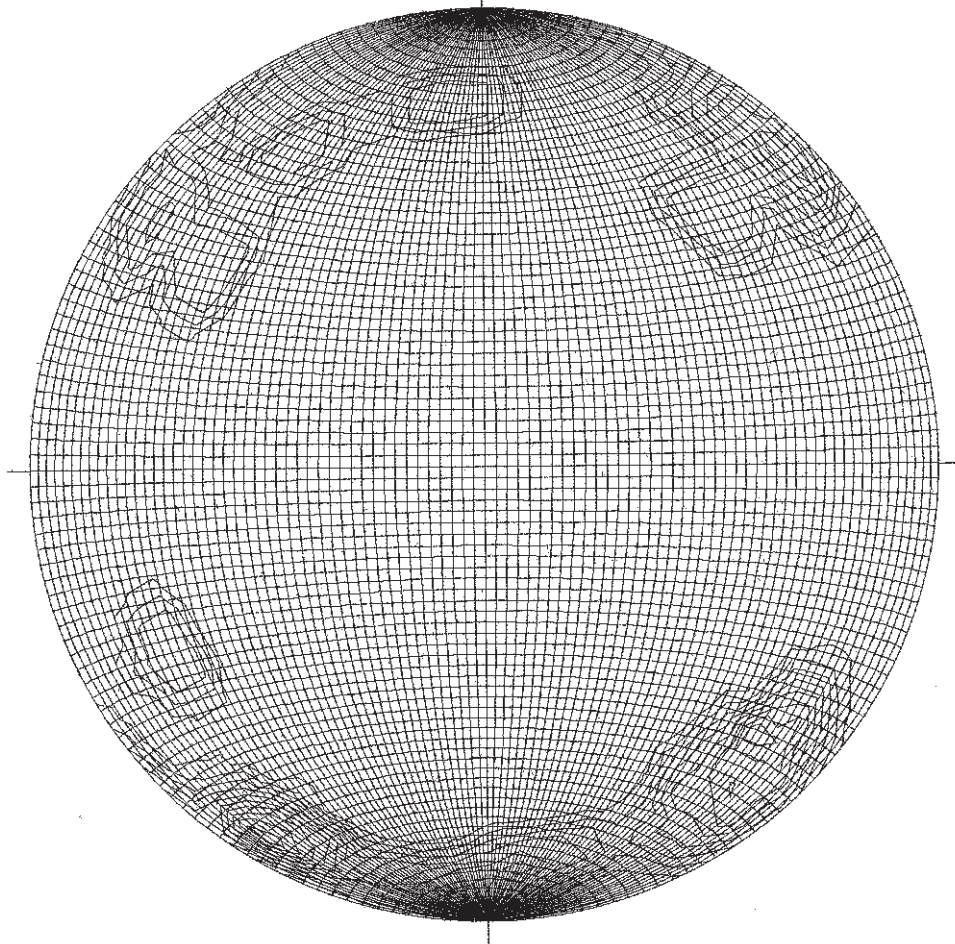


n=20  
largest petal: 2.00 Values  
largest petal: 10 % of all values

Dip Direction: 15 ° classes

0

## Stazione N. 5



n=20  
max. dens.=10.73 (at 210/ 6)  
min. dens.=0.00  
Contours at:  
1.00,2.00,3.00,4.00,  
5.00,6.00,7.00,8.00,  
9.00,10.00,  
(Multiples of random distribution)

Equal area projection, lower hemisphere

Stazione N. 5

$l_b = (0,75 + 1,1 + 0,5)/3$	0,6
$J_v = 5/11+4/14,6+3/2,65+9/4,45$	3,9
Volume	0,224

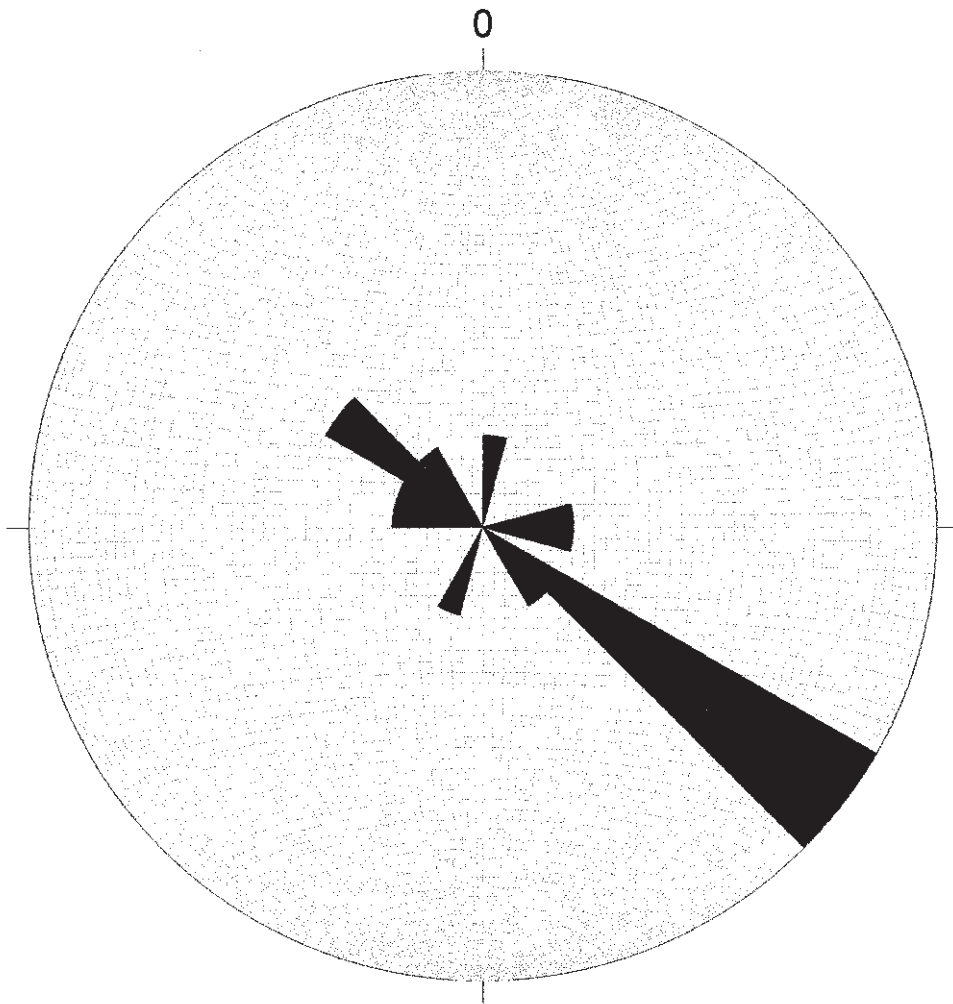
Spaziatura modale di maggiore frequenza fratture =	0,75
Spaziatura modale di maggiore frequenza stratif. =	0,5
Volume medio blocchi =	0,3

L =		21,1
N. =		19
N/L =		0,9
Spaz.media fratture =		1,1
Spaz.media giunti di str.=	4,05/9	0,5
Volume medio blocchi =		0,505

Classificazione geomeccanica di Bieniawski

Parametri		Priest	Palmstrom	Da carotaggio	Indice
Strength	330				4
RQD		92	102	20	5
Spaziatura	0,75				12
Lunghezza	1-1,5				4
Apertura	0-1				4
Rugosità	L				1
Riempimento	V				6
Alterazione	SW				5
Cond.idraul.	asc.				15
RMR					56

**Stazione N. 6**

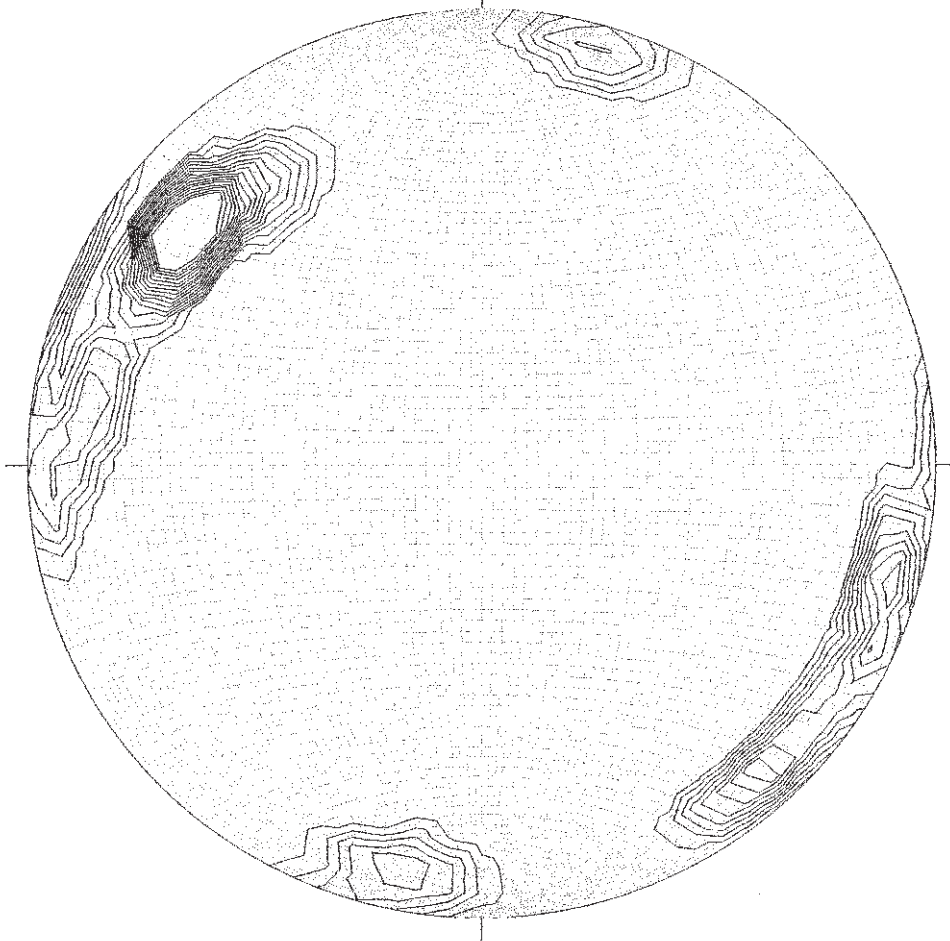


n=15  
largest petal: 5.00 Values  
largest petal: 33 % of all values

Dip Direction: 15 ° classes

0

**Stazione N. 6**



n=15  
max. dens.=24.23 (at 310/ 18)  
min. dens.=0.00  
Contours at:  
1.00,2.00,3.00,4.00,  
5.00,6.00,7.00,8.00,  
9.00,10.00,11.00,12.00,  
13.00,14.00,15.00,16.00,  
(Multiples of random distribution)

Equal area projection, lower hemisphere

STAZIONE N. 6

$lb = (1,8 + 0,8 + 0,4)/3$	1,2
$Jv = 4/7,5 + 5/4,4 + 7/2,3$	4,3
Volume	0,352

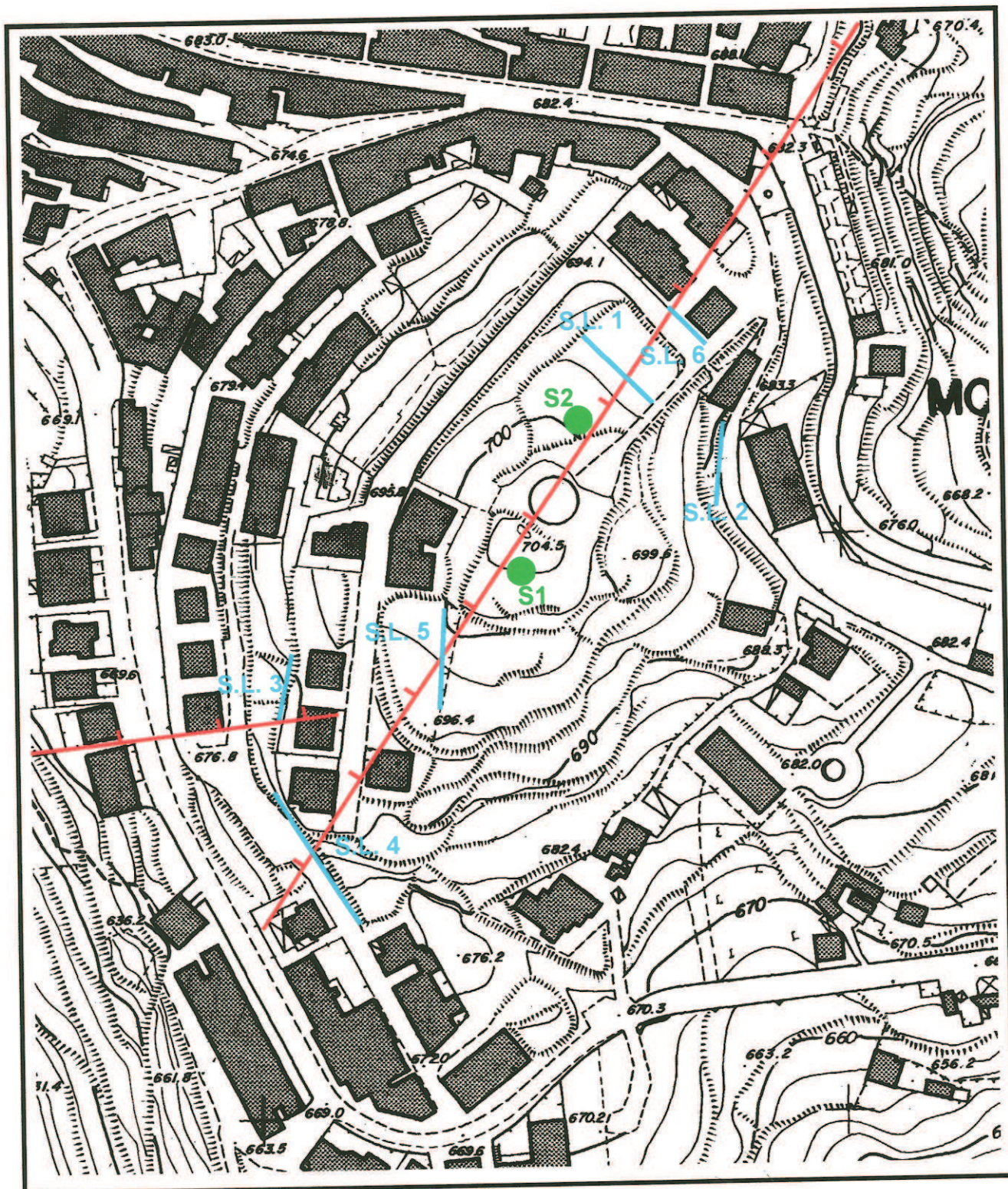
Spaziatura modale di maggiore frequenza fratture =	0,75
Spaziatura modale di maggiore frequenza stratif. =	0,5
Volume medio blocchi =	0,3

L =		13,7
N. =		15
Spaz. media fratture =		0,9
Spaz. media giunti di str. =	2,3/7	0,3
Volume medio blocchi =		0,507




Parametri		Priest	Palmstrom	carotaggio	Indice
Strength	440				5
RQD		92	101	30	7
Spaziatura	0,75				12
Lunghezza	1,5-2				4
Apertura					2
Rugosità					1
Riempimento					2
Alterazione					5
Cond.idraul.					15
RMR					53

## APPENDICE

### Scanline geostrutturali - Tabelle



Legenda

- 
Ubicazioni scanline
- 
Ubicazioni sondaggi geognostici
- 
Faglia (trattini sul lato ribassato)

DATI STRATIMETRCI SCANLINE N. 1

A SINISTRA DELLA FAGLIA

ALTEZZA PARETE: m 4,35

90	argilla grigiasta scagliettata
40	calcare marnoso
50	calcarenite compatta
24	calcare marnoso
40	calcarenite
10	argilla scagliettata giallo-bruna (come S.L.. 6)
85	calcare marnoso biancastro
100	calcarenite biancastra compatta

A DESTRA DELLA FAGLIA

ALTEZZA PARETE: m 4,30

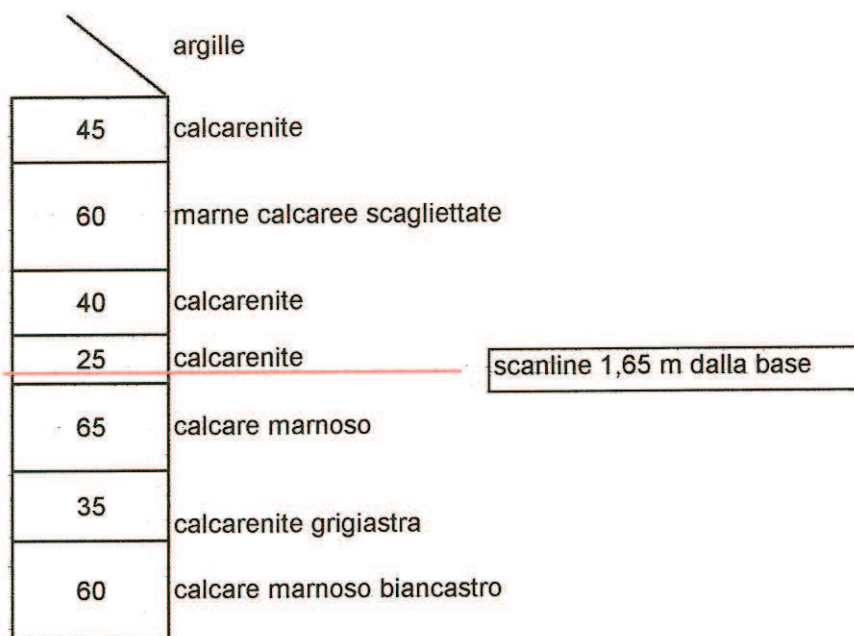
	argilla marnosa scagliettata
60	
	calcarenite
40	
	marna biancastra scagliettata
60	
	calcare marnoso
80	
	calcare marnoso
30	
	scanline 1,5 m dalla base
	calcarenite biancastra
160	

Direzione linea parete	m 0	m 31	N 138
Altezza media parete	m 4,3		
superficie parete mq	133,3		
Immersione ed inclinazione strati	130/10		

Distanza (m)	Direzione di immersione	inclinazione	lunghezza discontinuità (m)	Apertura pareti (mm)	materiale di riempimento	rugosità delle pareti	cond. idrauliche	NOTE
0,5	200	90	1	0-1	-	-	asc.	
1,2	338	85	1,2	0-1	-	-	asc.	tracce di circ. d'acqua
1,9	10	78	3	0-3	-	L	asc.	
2,3	10	85	1,7	0-1	-	L	asc.	
3	300	70	3	0-1	-	-	asc.	
3,4	120	70	1	0-1	-	R	asc.	
4,2	145	75	1,1	0-4	argilla	R	asc.	da 4,2 a 6,4 parete microfratturata
5,5	114	80	1	0-1	-	-	asc.	
5,95	128	82	1	0-1	-	L	asc.	
FAGLIA 6,75	286	57	4	500	argilla/Fr	L-R	asc.	FAGLIA
7,65	314	80	2,5	0-10	-	L	asc.	tracce di circ. d'acqua
8	310	60	1,2	0-1	-	-	asc.	
8,85	292	68	1,2	0	-	-	asc.	
10,2	292	70	2	0-1	-	-	asc.	
10,4	291	70	1	0	-	-	asc.	
10,5	294	68	1,1	0	-	-	asc.	
11,1	160	85	1,5	0-1	-	-	asc.	
11,8	298	60	1,4	0-4	arg	R	asc.	
12,1	306	88	1,6	2-10	vuoto	R	asc.	
13	336	40	1,5	0-3	arg	R	asc.	
14	125	88	1,6	0-1	-	-	asc.	
14,95	294	80	4	0-1	-	-	asc.	
15,4	302	65	1,1	0-5	arg	L	asc.	
16,9	112	83	3	0-1	-	L-R	asc.	
17,3	338	70	1	0	-	-	asc.	
17,78	312	70	1	0	-	-	asc.	
18,75	287	65	1,2	0-2	arg	-	asc.	
19,55	134	80	1	2	arg	-	asc.	
20,4	314	65	3	0-5	arg	L	asc.	
22,1	126	85	1,5	2	arg	L	asc.	
22,8	278	80	1	2	-	-	asc.	
24,9	184	88	1,1	3	vuoto	-	asc.	
25,7	294	85	1,4	0-6	arg	-	asc.	
27,2	276	85	1	0-1	vuoto	-	asc.	
28,9	184	85	2,5	0-3	arg	L-R	asc.	
29,8	6	80	2	0-5	arg	L-R	asc.	
31								

DATI STRATIMETRCI SCANLINE N. 2

ALTEZZA PARETE: m 3,3



# Monterosso

N. 2

Direzione linea parete	m 0	m 16	N 20
Altezza media parete	m 3,3		
superficie parete mq	52,8		

Distanza (m)	Direzione di immersione	inclinazione	lunghezza discontinuità (m)	Apertura pareti (mm)	materiale di riempimento	rugosità delle pareti	condizioni idrauliche
1,5	188	85	1,2	2	-	R	asc.
2,7	195	85	3,5	0-20	A	-	asc.
4	190	88	2,5	1-20	V	R	asc.
5,1	190	85	3,5	0	-	-	asc.
6,2	188	90	2,5	0-1	V	-	asc.
7,8	160	85	1	0	-	-	asc.
9,4	180	88	2,5	0-10	A	R-L	asc.
11,3	162	85	2	0	-	-	asc.
12,1	172	85	1	0	-	-	asc.
13,3	178	90	2	0-5	A	L-R	asc.
15,5	300	85	1	0	-	L-R	asc.

L=liscia, V=vuoto, O=ondulata, R=rugosa, A=argilla

DATI STRATIMETRCI SCANLINE N. 3

ALTEZZA PARETE: m 9

100	calcare marnoso biancastro
180	marna calcarea scagliettata grigiastra
100	calcarenite marnosa
40	calcarenite compatta
40	calcarenite friabile
30	calcarenite compatta
60	calcarenite giallastra
60	calcare compatto con alterazioni rossastre
190	calcare marnoso biancastro
<hr style="width: 100%;"/>	
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">scanline 1,20 m dalla base</div>	
40	calcare carsificato
60	calcare marnoso

# Monterosso

N. 3

Direzione linea parete	m 0	m 7,5	N 170
Direzione linea parete	m 7,5	m 20	N 20
Altezza media parete	m 9		
superficie parete mq	180		
Immersione ed inclinazione strati	142/15		

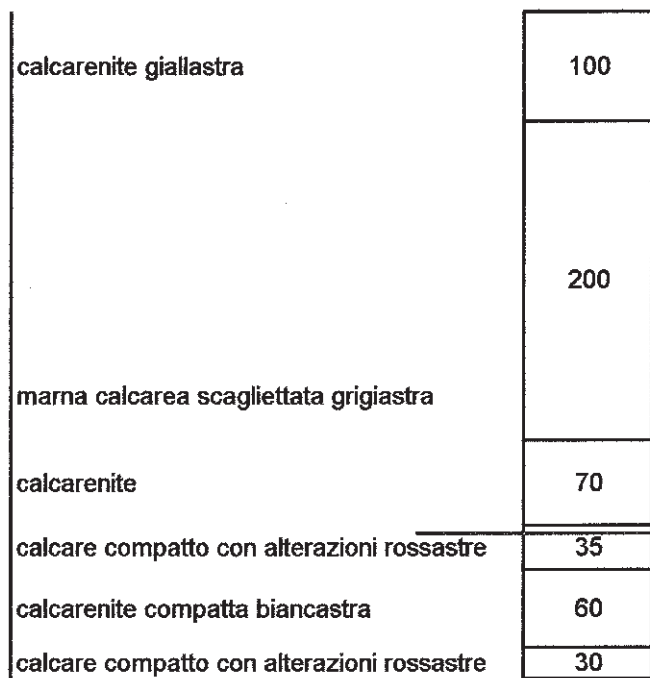
Distanza (m)	Direzione di immersione	inclinazione	lunghezza discontinuità (m)	Apertura pareti (mm)	materiale di riempimento	rugosità delle pareti	cond. Idraul.	NOTE
0,8	340	85	1	3	V	L	asc.	
2,1	322	85	1	0	-	-	asc.	
2,6	55	80	2	2	V	L	asc.	
3,9	215	85	3	4	V	L	asc.	
4,3	50	80	3	2	A	L	asc.	
5,6	54	85	1	0-1	V	L	asc.	tracce circ
FAGLIA 7,8	126	70	4	2	V	striature	asc.	FAGLIA
8,6	220	85	4	3	V	L	asc.	carsificata
10	21	85	1	0-1	V	L	asc.	
10,8	219	84	1,2	0-1	V	L	asc.	carsificata
13	127	75	2,5	3	V	L	asc.	
16,5	292	65	1,5	0-1	V	L	asc.	
17,1	313	65	1,8	0-1	V	L	asc.	tracce circ
17,8	314	75	3	0-1	V	L	asc.	tracce circ
18,9	115	65	1,2	0-2	V	L	asc.	tracce circ
20								

L=liscia, V=vuoto, O=ondulata, R=rugosa, A=argilla

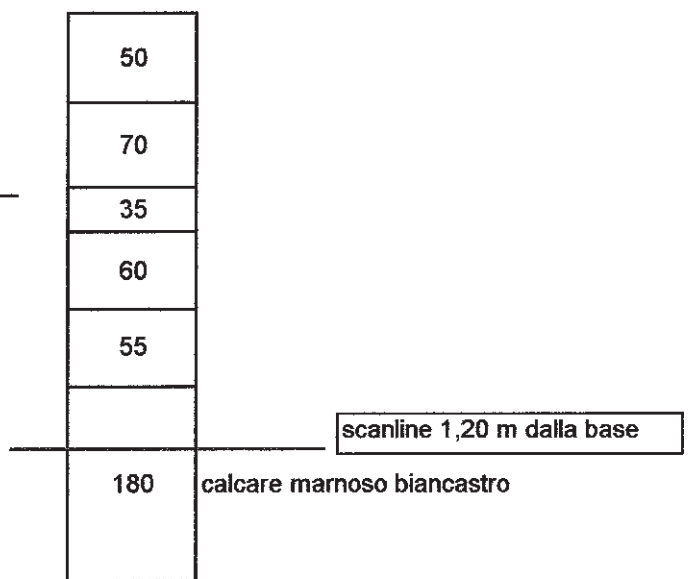
DATI STRATIMETRICI SCANLINE N. 4

a sinistra della faglia

Altezza parete : m 5



a destra della faglia  
Altezza parete: m 4,5



Monterosso

N.4

Direzione linea parete	m 0	m 12,5	N 154
Direzione linea parete	m 12,5	m 32,5	N 135
Direzione linea parete	m 32,5	m 39	N 143
Altezza media parete	m 4,75		
superficie parete mq	185,25		
Immersione ed inclinazione strati	142/10		

Distanza (m)	Direzione di immersione	inclinazione	lunghezza discontinuità (m)	Apertura pareti (mm)	materiale di riempimento	rugosità delle pareti	condiz. Idraulic.	note
2,1	205	75	2,5	0-10	V	L-R	asc.	
3	20	80	3	0-4	A-CALCITE	L-R	asc.	
5,6	2	80	2	0-1	V	R	asc.	
6,5	42	75	1,5	0-4	A	R-O	asc.	
7,5	36	88	1,5	0-1	V	R	asc.	
8	40	88	1,2	0-3	V	L-R	asc.	
9,3	20	88	1,4	0-3	V-A	L	asc.	
11,2	314	80	2,4	0	-	L-R	asc.	
11,6	16	85	1	0	-	R-O	asc.	
12,7	12	80	1,2	0	-	L-R	asc.	
13,2	18	88	1	0-2	V	L	asc.	
14,9	342	85	1	0	-	L-O	asc.	
16,8	12	88	1	0-2	A	L-O	asc.	
18,7	322	85	2	0-1	A	L	asc.	
19	10	65	3	0-1	V-A	L	asc.	
21,3	290	85	1,2	0-5	A	R-L	asc.	
23,4	340	80	2,2	0	-	L-R	asc.	
24,8	256	85	1,2	0-20	V-A	L	asc.	
26,9	132	85	1,8	0	-	-	asc.	
28	302	85	1,1	0	-	L	asc.	
29,2	338	85	1,1	0-1	V	L-R	asc.	
30,6	188	85	1,2	0-5	A	L	asc.	
31,3	200	88	1	0	-	L	asc.	
32,6-33,5	330	70	1,3	900	breccia		asc.	faglia
33,6	36	85	4,5	0-10	V	L	asc.	breccia
34,8	16	75	2,4	0-5	A	L	asc.	
35,8	40	73	3	0-4	A	L-O	asc.	
36,4	320	70	2,2	0-3	V	L	asc.	
37,4	320	85	1	0-5	V	L	asc.	
38	40	85	1,8	0-10	V-A	L	asc.	
39	345	85	1,2	0-1	V	L	asc.	

L=liscia, V=vuoto, O=ondulata, R=rugosa, A=argilla

DATI STRATIMETRCI SCANLINE N. 5

ALTEZZA PARETE: m 6,5

60	argilla marnosa biancastra
30	calcarenite
80	calcare marnoso
50	calcarenite friabile
130	calcarenite marnosa biancastra
60	calcarenite giallastra lievemente carsificata
40	calcarenite biancastra
15	calcare marnoso grigiastro
40	calcare biancastro compatto
	scanline 1,0 m dalla base
120	calcare marnoso grigiastro

# Monterosso

N. 5

Direzione linea parete	m 0	m 22	N 8
Altezza media parete	m 6,5		
superficie parete mq	143		
Immersione ed inclinazione strati	126/10		

Distanza (m)	Direzione di immersione	inclinazione	lunghezza discontinuità (m)	Apertura pareti (mm)	materiale di riempimento	rugosità delle pareti	condizioni idrauliche
0,4	12	84	1,1	0-1	V	L	asc.
2,35	0	80	3	0-2	V	R	asc.
4,9	350	75	2	0-1	V	L-R	asc.
6,9	227	87	1	0-1	V-A	L-R	asc.
8,6-8,7	174	70	2	0-100	BR-A	R	asc.
9,4	314	80	1	0-1	V	L	asc.
FAGLIA 9,9	310	75	3,5	50	BR-A	R	asc.
10,6	330	80	1,2	0-1	V	L	asc.
11,1	322	70	1	0-1	V	L	asc.
12,3	222	65	1	0	-	L	asc.
12,5	60	70	2	0-1	V	L	asc.
13,4	228	80	2	0-10	V	L	asc.
15,7	128	80	1,8	0-1	V	L	asc.
15,7	28	80	1	0-1	V	L	asc.
17,6	34	88	1	0-1	V	L	asc.
18,35	30	80	1	0-1	V	L	asc.
20	150	70	3	0-4	A	L	asc.
20,3	321	88	1,8	0-30	V-CAL	L-R	asc.
20,7	127	65	2	0-2	V	L-O	asc.
21,5	213	80	1,8	0-1	V	R-O	asc.

L=liscia, V=vuoto, O=ondulata, R=rugosa, A=argilla, BR=breccia, CAL= calcite

DATI STRATIMETRCI SCANLINE N. 6

Altezza parete: m 4,10

45	calcarenite compatta biancastra
35	calcarenite giallastra
10	argilla scagliettata giallo-bruna (come S.L.. 1)
85	calcarenite biancastra mediamente compatta
55	calcarenite giallastra
5	argilla grigiastra scagliettata
40	calcarenite biancastra compatta
	scanline 1,0 m dalla base
130	calcarenite marnosa biancastra

Monterosso

N. 6

Direzione linea parete	m 0	m 15	N 135
Altezza media parete	m 4,1		
superficie parete mq	61,5		
Immersione ed inclinazione strati	130/10		

Distanza (m)	Direzione di immersione	inclinazione	lunghezza discontinuità (m)	Apertura pareti (mm)	materiale di riempimento	rugosità delle pareti	condiz. Idraulic.	NOTE
1,3	130	75	1,6	0-1	-	L	asc.	
2	11	80	1	0-1	-	L	asc.	
2,8	128	75	2,2	0-2	A-V	L	asc.	
3,4	130	70	1,6	0-1	A	L	asc.	
3,9	124	70	1,1	0-1	V	L	asc.	
4,6	142	65	1,8	0-10	V-A	L	asc.	tracce circ. acqua
5,7	125	70	4,1	0-2	V	L	asc.	
6,5	322	80	1,5	0-1	V	L	asc.	
7,5	88	85	4,1	0-2	V	L	asc.	
9	312	80	1,1	-	-	-	asc.	
10,2	282	80	1	-	-	-	asc.	
11,5	100	75	2	0-8	V-A	L	asc.	
11,9	196	85	2,5	0-15	V	L	asc.	
13,2	290	85	1,5	0-20	V-A	L-O	asc.	
14	300	85	1,5	0-10	V-A	L	asc.	

L=liscia, V=vuoto, O=ondulata, R=rugosa, A=argilla

## PERICOLOSITÀ SISMICA

Al fine di evidenziare la presenza di aree con particolari problematiche sismiche e tali da poter provocare fenomeni di amplificazione, di liquefazione, di cedimenti e di instabilità sono state redatte le Carte della pericolosità sismica, in scala 1: 10.000 per tutto il territorio comunale e 1: 2.000 per l'abitato e zone di futura espansione. Le suddette carte sono state formulate sulla base della presenza di fenomeni franosi in atto o quiescenti, aree potenzialmente franose e aree di fondovalle in cui per effetto di scosse sismiche potrebbero innescarsi movimenti o dissesti di varia natura.

Inoltre, al fine di caratterizzare sia l'area del serbatoio comunale interessata da una faglia, sia l'area circostante il campo sportivo, interessata da affioramenti marnoso-argillosi, stante che le suddette aree potrebbero essere interessate da nuovi insediamenti abitativi, sono stati effettuati una serie di traverse sismiche a rifrazione, tre sondaggi geognostici e prove in foro "Down Hole".

Nella carta in scala 1:2.000 sono state inserite, in un riquadro separato, le curve di isovelocità delle onde longitudinali e le curve di isoincremento sismico, quest'ultime calcolate secondo il metodo di Medvedev, derivanti dalla elaborazione delle anzidette indagini sismiche.

L'effettuazione dell'anzidetto approfondimento d'indagine, di seguito riportato, e i cui elaborati completi sono riportati in appendice al presente capitolo, rientra pertanto nelle prescrizioni, in premessa riportate, formulate dal C.R.U. con voto n.100/99 del 25.3.1999.

### **Indagini sismiche e geognostiche**

#### Indagini nella zona del serbatoio comunale

Come anzi riportato, un approfondimento di indagine ha riguardato un'area del centro abitato interessata da una faglia. Al riguardo, l'indagine sismica e geognostica effettuata ha avuto come finalità la caratterizzazione geotecnica del substrato interessato dalla faglia e la definizione di una fascia di rispetto attorno alla stessa.

A tal fine, sono stati effettuati sia sondaggi sismici sia geognostici su un'area a cavallo della faglia i cui risultati sono di seguito riportati.

#### *Sondaggi sismici a rifrazione*

I sondaggi sismici hanno riguardato la realizzazione di una serie di traverse raggruppate secondo maglie regolari con ubicazione dei punti medi degli stendimenti riportata nell'allegato disegno.

I sondaggi sismici hanno consentito di evidenziare fino ad una certa profondità la velocità delle onde sismiche longitudinali, funzione della densità del mezzo attraversato.

L'elaborazione delle anzidette velocità ha quindi consentito l'elaborazione geostatistica di curve di isovelocità e di isoincremento sismico attorno alla zona di faglia, entrambe riportate nella "Carta della pericolosità sismica" in scala 1:2.000.

### *Sondaggi geognostici*

Due sondaggi geognostici, la cui ubicazione è riportata nell'allegata cartina, sono stati realizzati su entrambi i lati delle porzioni di area divise dalla faglia nella zona del serbatoio. I sondaggi, approfonditi fino a 30 m dal pc, sono stati realizzati a carotaggio continuo con doppio carotiere, al fine di ottenere un maggiore recupero.

### *Sondaggi sismici in foro "Down Hole"*

Nei fori di sondaggio sono state effettuate prove sismiche in foro "Down Hole", ad un'interdistanza di 1,5 m, per un totale di 20 punti di misura, finalizzate alla determinazione delle onde sismiche di taglio Vs.

Le metodologie seguite, i dati ricavati dai sondaggi anzidetti e i relativi diagrammi, sono riportati alla fine del presente capitolo.

### **Considerazioni sulle prove effettuate**

I dati di velocità delle onde sismiche Vp e Vs e gli incrementi sismici calcolati, nell'area del serbatoio interessata da una faglia, non hanno evidenziato valori o anomalie imputabili a settori del substrato particolarmente disturbati dalla discontinuità.

Le velocità delle onde Vp variano da 1,6 a 2,5 Km/s, denotando uno stato di media fratturazione e allo stesso modo gli incrementi sismici variano da 0,6 a 1,2 con una certa regolarità in relazione all'impedenza sismica dello strato attraversato.

I valori delle onde Vs, infine delle prove "Down Hole" nei due sondaggi effettuati sulle due porzioni divise dalla discontinuità, ad esclusione dei primi metri di norma più alterati e decompressi, evidenziano valori mediamente sull'ordine del 1 Km/s.

Da ciò si può ragionevolmente ritenere che già a pochi metri dalla faglia, con fascia cataclastica di circa 0,5 m rilevata in fase di indagine geostrutturale, le caratteristiche geomeccaniche del substrato appaiono discrete e non influenzate dal disturbo dovuto alla discontinuità strutturale.

### Indagini nella zona del campo sportivo

Allo stesso modo delle indagini prima descritte, nell'area circostante il campo sportivo, una serie di sondaggi sismici a rifrazione e un sondaggio geognostico sono stati realizzati al fine di caratterizzare dal punto di vista geotecnico la serie di terreni affioranti di natura prevalentemente marnoso-argillosa.

Si descrivono di seguito i dati di sintesi ottenuti, mentre per la serie completa dei dati e i diagrammi relativi si rimanda agli allegati in appendice al presente capitolo.

### *Sondaggi sismici a rifrazione*

Nella zona del campo sportivo sono stati effettuati n° 11 sondaggi con stendimento di 21 m e n° 3 sondaggi con stendimento di 70 m. I dati ricavati evidenziano valori delle onde Vp varianti da 0,9 a

1,3 Km/s in sintonia con i litotipi attraversati da argillosi a più marnosi. Non si evincono particolari anomalie nel range di variazione degli incrementi da 1,1 a 1,35.

### *Sondaggio geognostico*

Un sondaggio geognostico è stato realizzato fino alla profondità di 30 m con doppio carotiere e prelevati n° 3 campioni per le prove di laboratorio relative a: caratteristiche fisiche, taglio diretto e limiti di Atterberg.

Il sondaggio ha interessato la serie marnosa della Formazione Tellaro, i cui campioni prelevati da 3,5 a 4 m, 8-8,5 m e 12-12,5 m hanno dato le seguenti caratteristiche fisiche:

#### Campione 1

$$\phi' = 13,76 \text{ gradi}$$

$$c' = 4,46 \text{ kPa}$$

$$\gamma_n = 1,96 \text{ g/cm}^3$$

$$IL = 0,31 \text{ (indice liquido)}$$

#### Campione 2

$$\gamma_n = 2,1 \text{ g/cm}^3$$

$$IL = 0,32$$

#### Campione 3

$$\gamma_n = 2,08 \text{ g/cm}^3$$

$$IL = 0,36$$

Per l'elencazione completa delle prove eseguite e dei relativi diagrammi si rimanda agli allegati a fine capitolo.

### *Sondaggio sismico in foro "Down Hole"*

Allo stesso modo dei sondaggi effettuati nell'area del serbatoio, nel foro di sondaggio sono state effettuate prove sismiche in foro "Down Hole", ad un'interdistanza di 1,5 m, per un totale di 20 punti di misura, finalizzate alla determinazione delle onde sismiche di taglio Vs. Dagli allegati diagrammi è possibile notare la gamma di valori delle onde Vs variante da circa 0,3 ad un massimo di 0,7 Km/s.

### Sondaggi sismici a rifrazione nella zona sud-est di Monterosso Almo

Una terza serie di sondaggi sismici a rifrazione, costituiti da 10 traverse, è stata realizzata in un'area ubicata a sud-est dell'abitato con una maglia più larga e meno regolare, rispetto a quella delle traverse del campo sportivo.

Le elaborazioni delle anzidette indagini hanno evidenziato variazioni contenute degli incrementi sismici da 1,2 ad un massimo di 1,6 mentre la velocità delle onde sismiche longitudinali varia da

0,65 a 1,35 Km/s con i valori più bassi nel settore sud-est in concomitanza alla presenza di serie più marnoso-argillose.

#### Sondaggi sismici a rifrazione su coltre di detrito

Infine, due sondaggi sismici a rifrazione sono stati realizzati su una copertura detritica ubicata a sud dell'area del serbatoio. I dati del sondaggio hanno evidenziato per la suddetta copertura uno spessore di circa 3 metri caratterizzato da velocità delle onde longitudinali di circa 0,5 -0,7 Km/s, poggiante su un substrato carbonatico con velocità Vp di 2,4-3 Km/s.

#### **Tipologie di pericolosità sismica**

Nelle aree in esame, ai fini della pericolosità sismica, sono state pertanto cartografate le seguenti tipologie:

##### **Gruppo I**

Copertura detritica con acclività > 35 %

##### **Gruppo II**

- 1- Zone di ciglio H > 10 m
- 2 - Cresta rocciosa, cocuzzolo, dorsale

##### **Gruppo IV**

- 1 - Zona di contatto fra litotipi con differenti caratteristiche meccaniche
- 2 - Zone di faglie

##### **Gruppo V**

Zona con terreni di fondazione scadenti