



# GEOPROJECT

## STUDIO DI GEOLOGIA E GEOFISICA

50052 CERTALDO (FI) V.le Matteotti 23. a  
C.F. MN1-BAG5R06M059C P.I. 04312360482

tel: studio 0571/652602  
abit. 0571/664824

- Idrogeologia
- Geotecnica
- Geologia amb.
- Geofisica

AMPLIAMENTO DEL CAMPO SPORTIVO  
DELLA FRAZIONE "FIANO"  
COMUNE DI CERTALDO

*Relazione geologica e geotecnica*

Comm.te: COMUNE DI CERTALDO

Il sottoscritto a norma dell'articolo 14 della Legge  
4-1-1968, n. 15, ATTESTA che la presente copia è  
conforme all'originale e consta di N... 48 ..... fogli  
in carta ~~legale~~/semplice per gli usi di legge.  
Certaldo, li... 03/03/95.....



IL FUNZIONARIO INCARICATO  
Mauro Corsi



IL SINDACO

REGIONE TOSCANA  
APPROVATA COME DA DELIBERAZIONE  
DELLA GIUNTA REGIONALE

DEL

13 MAG 1995

N. 573

Marzo 1994



IL PRESIDENTE  
FRANCESCO MARINI  
PER TORNA...  
IL FUNZIONARIO

Dott. Fabio Montagnani  
geologo

# AMPLIAMENTO DEL CAMPO SPORTIVO DELLA FRAZIONE "FIANO", COMUNE DI CERTALDO

## Relazione geologica e geotecnica

### 1 - PREMESSA

Su incarico del comune di Certaldo nella persona del C.U.T. Ing Bigi, viene redatta la presente relazione tecnica allo scopo di definire le caratteristiche lito-stratigrafiche idrogeologiche e geotecniche del terreno ove è in progetto un intervento di ampliamento del campo sportivo della frazione "Fiano" mediante opere di ammodernamento complessivo ed un intervento di nuova edificazione, il tutto nell'ottica di verificare la stabilità del complesso terreno di fondazione-sovratruttura in relazione non in ultimo alla stabilità geomorfologica dell'area;

Nel presente elaborato verranno fornite tutte le caratteristiche geologiche del terreno in relazione anche alla circolazione idrica superficiale e sotterranea. Saranno poi specificati i parametri di resistenza geomeccanica del deposito nella zona di influenza delle opere di fondazione specificandone, per quanto di competenza, i parametri progettuali ed eventuali accorgimenti tecnici costruttivi.

A tale scopo saranno eseguite una serie di indagini geognostiche rivolte a caratterizzare il substrato sia sotto un profilo prettamente geologico che geotecnico.

L'approccio metodologico seguito può essere schematizzato nei seguenti punti:

- Rilevamento geologico e geomorfologico di dettaglio per inquadrare l'area in un contesto geologico più ampio e per mettere in luce eventuali dissesti di natura geomorfologica ed idrogeologica
- Esecuzione di due prove penetrometriche statiche per una corretta parametrizzazione del terreno in relazione alla successione lito-stratigrafica affiorante.
- Effettuazione di test poket-penetrometrici sugli affioramenti per l'effettuazione di correlazioni litotecniche tra i litotipi affioranti e quelli di sottosuolo..

- Esecuzione di due verifiche di stabilità sulle sezioni di progetto col metodo di Fellenius al calcolatore.

- Analisi e sintesi dei dati, elaborazione grafica e calcoli geotecnici

Il presente rapporto redatto a norma del vigente D.M. 11/03/88 ("Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione), illustra i risultati delle indagini effettuate sull'area e le valutazioni quantitative e qualitative conseguenti.

## 2 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO - GEOMORFOLOGICO

Allo scopo di inquadrare l'area in studio in un contesto geologico più generale e per mettere in luce le correlazioni esistenti fra i litotipi affioranti, si è ritenuto utile eseguire un rilievo geologico speditivo che ovviamente ha interessato una zona più ampia di quella prevista per la costruzione del fabbricato in oggetto.

Da un punto di vista morfologico la zona si localizza in loc. Fiano, fraz. di Certaldo (vedi Corografia generale allegata), sulle colline ad Est del fiume Elsa in corrispondenza dello spartiacque idrologico tra il T. Virginio ed il F. Elsa. Il sistema morfologico collinare risulta blandamente ondulato e frequentemente inciso da numerose aste fluviali. Caratteristica è la presenza di balze e ripe d'erosione che isolano spesso rilievi residuali testimoni dell'erosione differenziale e che quindi contraddistinguono il passaggio tra terreni a diverso comportamento geologico.

Tale morfologia, caratteristica del sistema collinare pliocenico, risulta rappresentativa di una geologia relativamente variegata e per lo più rappresentata da litotipi incoerenti o pseudo-coerenti.

I terreni rilevati sono ascrivibili ai depositi marini Pliocenici: seguendo la divisione attuata dagli Autori del Fg.113 della Carta Geologica d'Italia le formazioni individuate risultano (vedi Carta geologica allegata):

*Pcg - Depositi prevalentemente conglomeratici* costituiti da conglomerati e ghiaie di natura prevalentemente calcarea talora ferrettizzati con lenti e

banchi di sabbie argillose di ambiente costiero; L'età va dal Pliocene medio al Pliocene sup.

*Ps - Depositi prevalentemente sabbiosi* costituiti da sabbie fini giallastre debolmente limose con rari livelli di sabbie grossolane ben stratificate colore ocra. Essi rappresentano depositi di ambiente litorale costiero e marino poco profondo. L'età va dal Pliocene medio al Pliocene sup.

I rapporti stratigrafici fra le formazioni sopradescritte sono in questa zona di sovrapposizione dei conglomerati sulle sabbie.

Dal punto di vista tettonico non si sono rilevate nell'area faglie e/o fratture che possano rivestire un ruolo preminente per quanto concerne l'intervento in oggetto.

### 3 - CAMPAGNA GEOGNOSTICA

Allo scopo di caratterizzare meglio i terreni di fondazione sia sotto un profilo lito-stratigrafico che più propriamente geomeccanico è stata condotta una campagna geognostica mediante l'esecuzione delle seguenti prove:

- Prove penetrometriche statiche CPT con penetrometro mod. Pagani da 80 KN di spinta montato su cingoli ed attrezzato con cella di carico di sommità, centralina elettronica di rilevamento dati e treno di aste con punta meccanica di tipo Begeman.

Nei diagrammi e nelle tavole allegate sono riportate le misure effettuate ogni 20 cm. di avanzamento della punta ricavando i valori di  $q_c$  (resistenza alla punta a rottura espressa in Kg/cm<sup>2</sup>),  $f_s$  (resistenza di attrito laterale locale espressa in Kg/cm<sup>2</sup>) e  $Q_t$  (resistenza all'avanzamento totale della colonna espressa in Kg/cm<sup>2</sup>).

- Effettuazione di test poket penetrometrici su vari affioramenti per tarare i valori di sottosuolo su litologie note.

#### 3.1 Stratigrafia di dettaglio

Sia il rilevamento geologico-geomorfologico che le interpretazioni delle prove penetrometriche mediante gli abachi di Searle ci hanno permesso di ricostruire la successione lito-stratigrafica dei terreni che costituiscono il substrato di imposta del campo sportivo.

Come meglio schematizzato nelle sezioni allegate, si rileva la presenza di un debole spessore di terreno di riporto costituito da sabbie, limi e argille debolmente costipate il cui spessore massimo si rinviene sul lato sud-occidentale del campo sportivo. La geometria dello spessore di riporto è stata ricostruita interpolando le linee isoipse del rilievo sulla base della morfologia del versante (vedi allegato relativo), tarando le quote nei punti di intersezione con le verticali penetrometriche.

Si ha poi la presenza di un substrato costituito da vari termini della formazione pliocenica in giacitura a franapoggio meno inclinata del pendio. Le litologie predominanti sono rappresentate da due livelli: il primo costituito da argille e argille limose con rari livelli sabbiosi bene addensate; il secondo è costituito invece da un deposito francamente più grossolano in limi sabbiosi con intercalazioni argillose di media potenza e con scarsa continuità laterale.

### 3.1 Caratteri idrogeologici

Da un punto di vista idrogeologico l'area non presenta particolari problematiche che possano rivestire un ruolo preminente per quanto concerne l'opera in progetto. Tuttavia la carenza o meglio l'inadeguatezza delle opere di regimazione idraulica superficiale soprattutto nella zona a monte del campo sportivo consigliano una attenta revisione del sistema di drenaggio superficiale al fine di impedire copiose infiltrazioni acquifere nella zona a monte soprattutto a seguito di importanti eventi pluviometrici.

Sebbene si sia riscontrata la presenza in aree limitrofe, non sono state localizzate nelle immediate adiacenze della zona manifestazioni di erosione areale diffusa e ruscellamento incanalato.

Non è stata riscontrata inoltre la presenza di una vera e propria falda idrica (con trasmissività idraulica significativa) almeno fino alla profondità di 10 m. dal p.c., tuttavia viste le litologie presenti nell'area si può ipotizzare la presenza di livelli di saturazione a c.a. 7 m. dal p.c. (in corrispondenza della penetrometria 2) attestati nel litotipo limo-sabbioso indicato con "B".

### 3.3 Caratterizzazione geomeccanica dei terreni

Sulla base degli orientamenti geologici precedentemente esposti è possibile identificare nel sottosuolo una sequenza litotecnica tipo che descrive in maniera sufficientemente attendibile il comportamento geomeccanico del substrato di fondazione.

I parametri geomeccanici dei livelli geotecnici possono essere così schematizzati:

Or_ltt	$\gamma$	$\phi$	Cu	Dr	E	$\nu$	Mv	qc	$\phi'$	Lit
R	1.75	15	0.5	0.2	40	0.4	0.02	15-25	26	sab-arg-limo
R'	1.70	8	0.36		20	0.45	0.056	9	20	limo argilloso
A	1.98	15	1.5		60	0.39	0.01	25-35	22	argilla limosa
B	1.85	25	0.6	0.5	140	0.36	0.005	60-80	25	limo sabb-arg

dove  $\gamma$  è il peso di volume in g. cmc

$\phi$  è l'angolo di attrito interno di picco (cond. non drenate)

$\phi'$  è l'angolo di attrito interno residuo (cond. drenate)

Cu è la coesione non drenata in kg/cm<sup>2</sup>

Dr è la densità relativa

$\nu$  è il rapporto di Poisson

E è il modulo di Young in kg/cm<sup>2</sup>

Mv è il coefficiente di compressibilità di volume

espresso in cm<sup>3</sup>/kg

qc è la resistenza alla punta del penetrometro

statico in kg/cm<sup>2</sup>

Dobbiamo prima di tutto evidenziare che i parametri sopra-evidenziati risultano la media dei valori registrati in ciascuno strato per le singole litologie esaminate. I parametri esatti relativi alle singole verticali geotecniche, verranno utilizzati però nel calcolo dei carichi, dei relativi cedimenti del terreno e nelle verifiche di stabilità.

Si può generalmente rilevare come il terreno presenti delle caratteristiche di compressibilità e di resistenza al taglio decisamente buone soprattutto per quanto concerne il substrato pliocenico (livelli A, B). Parametri non altrettanto buoni risultano quelli relativi al riporto di terreno utilizzato per l'impianto del campo sportivo; infatti sebbene le caratteristiche litologiche risultino analoghe, si deve rilevare una scarsa consistenza di tale livello probabilmente imputabile ad una sua debole costipazione durante la sua messa in posto. Inoltre si deve rilevare la presenza di un debole livello ( $\Delta p=40$  cm) all'interno del corpo del rilevato con pessime caratteristiche di resistenza al taglio ed elevate compressibilità presumibilmente rappresentato da uno strato di limo argilloso plastico con presenza di vuoti al suo interno.

## 4 - INTERVENTO IN PROGETTO: ELABORAZIONI GEOTECNICHE

L'intervento in progetto prevede l'ampliamento del campo sportivo della frazione di Fiano mediante un'opera di rinterro ed inoltre la realizzazione di un fabbricato ad un piano ( $H_{max} \text{ f.t.} = +4 \text{ m. c.a.}$ ) adibito a spogliatoio di forma ad "L" e con dimensioni max. in pianta di  $15 \times 7.5 \text{ m.}$

Per maggiori dettagli sulle tipologie di progetto si rimanda agli elaborati relativi.

### 4.1 Tipologie di fondazione

La tipologia fondale di progetto del fabbricato è rappresentata da plinti isolati delle dimensioni di  $100 \times 100 \text{ cm}$  e  $130 \times 130 \text{ cm}$  collegati da cordoli armati.

Le caratteristiche lito-tecniche e giaciture dell'area sono tali da fare ritenere valida una ipotesi di questo tipo.

In merito alla localizzazione del piano di imposta della fondazione, vista la giacitura della stratificazione possiamo considerare idonea una profondità di  $0.8 \text{ m.}$  dal p.c. Questa profondità permetterà infatti di isolare completamente dall'influenza dei sovraccarichi il debole spessore di riporto presente nell'area di imposta del fabbricato, andando ad interessare il livello geotecnico "A".

### 4.2 Capacità portante

Sulla base delle considerazioni di carattere lito-stratigrafico e geotecnico precedentemente svolte e degli elaborati progettuali, verranno di seguito forniti i valori del carico di sicurezza e di rottura di una fondazione superficiale a plinti con piano di appoggio situato a  $0.8 \text{ m.}$  dal piano di campagna.

Vista la mancanza di livelli di saturazione nell'orizzonte lito-tecnico "A" e comunque le sue scarse possibilità di drenaggio in relazione ai possibili campi di variazione delle pressioni normali ed ai tempi di applicazione dei carichi strutturali, utilizzeremo i parametri di resistenza al taglio in condizioni non drenate ed in termini di tensioni totali utilizzando i valori più cautelativi derivanti dall'elaborazione delle prove penetrometriche.

La relazione generale a cui faremo riferimento per il calcolo della capacità portante è quella classica di Terzaghi modificata da Meyerhof per fondazioni quadrate e data dalla:

$$q_r = N_q \gamma d + 1.2 N_c c + 0.8 B/2 N_{\gamma}$$

con  $q_r$  carico di rottura t/mq  
 $d$  altezza della fondazione (m)  
 $B$  larghezza della fondazione (m)  
 $N_c, N_q, N_{\gamma}$  parametri che dipendono  
dalla resistenza al taglio

Considerando un fattore di sicurezza  $F=3$  il carico di sicurezza  $q_s=q_r/3$ .  
Effettuando il calcolo otteniamo il seguente carico di sicurezza  
relativamente ai plinti di fondazione.

$$q_s = 22,94 \text{ T/mq}$$

Come si può vedere il carico rispecchia le buone caratteristiche del  
substrato ed in particolare del livello geotecnico "A" che, pur nella sua  
variabilità permette l'applicazione di discreti carichi.

### 4.3 Cedimenti

Essendo il substrato di imposta del fabbricato in progetto rappresentato  
da livelli di argilla limosa e limo argilloso sovraconsolidato ( $H > B/2$ ) con  
intercalazioni prevalentemente argillose, il cedimento totale è stato calcolato  
come cedimento di consolidazione (frazione di cedimento edometrico  
utilizzando il modulo edometrico ricavato dalle prove penetrometriche) fino  
alla profondità di  $2B$  dal piano di imposta della fondazione (profondità del  
bulbo delle tensioni) secondo la relazione:

$$s = \beta H \Delta \sigma M_v I_3$$

in cui  $\beta$  è un coefficiente di correzione  
che dipende dalla sovrappresione  
neutra e dalla geometria del problema.

$I_3$  coefficiente di influenza

$M_v = 1/E$  coefficiente di compressibilità di  
volume espresso in  $\text{cm}^2/\text{kg}$

$H$  è lo spessore dello strato comp.

$\Delta \sigma$  è l'incremento di pressione effettiva

Effettuando il calcolo relativo ad ogni singolo strato e sommando i cedimenti parziali possiamo calcolare il cedimento totale al centro dell'edificio  $s=3.31$  cm per un carico unitario applicato al terreno  $q_s=2.294$  kg/cmq.

Il cedimento differenziale calcolato tra il centro ed i bordi della struttura risulta pari a  $\Delta s=1.7$  cm.

Il modulo di reazione del terreno o di Winkler-Westengaard risulta pari a  $K_r=0.693$  Kg/cm.

Il quadro sopra-delineato raffigura sostanzialmente una situazione abbastanza confortante sia per quanto riguarda i carichi che i cedimenti assoluti e differenziali.

Nella scelta delle soluzioni di progetto consigliamo comunque l'adozione di carichi che non superino i 2 Kg/cmq e cedimenti inferiori a 3 cm (ritenuti ammissibili per questo tipo di litologie).

#### 4.4 Normativa sismica

In virtù della Deliberazione della regione Toscana N° 94 del 12/02/1985, il Comune di Certaldo ricade in zona sismica di II categoria ( $S=9$  e  $C=0.07$ ) classe 3 con accelerazione massima al suolo "convenzionale"  $a_{max}<0.2$  g.

Si ricorda che il DM 24/01/1986 prevede, per la determinazione delle azioni sismiche orizzontali nell'analisi statica i seguenti parametri:

*Coefficiente di risposta R:* La normativa italiana indica per il calcolo sismico uno spettro di risposta schematizzato su un valore costante del coefficiente di risposta  $R=1$  per periodo proprio dei fabbricati  $T<0.8$  sec e decrescente per valori superiori.

Nel caso in esame si porrà  $R=1$ .

*Coefficiente di intensità sismica C:* Dipende dai gradi di sismicità. Per il comune di Certaldo  $C=S-2/100=0.07$ .

*Coefficiente di fondazione  $\epsilon$ :* Visto il carattere di compressibilità decisamente contenuto dei litotipi sabbioso-limosi del terreno influenzato dai sovraccarichi della struttura si assumerà possiamo tranquillamente assumere  $\epsilon=1$ .

*Valutazione del potenziale di liquefazione:* Nel sottosuolo dell'area esaminata non esistono materiali per i quali sussista il pericolo di liquefazione. Si ritrovano prevalentemente materiali sabbioso-limosi con presenza di percentuali di materiale fine argilloso sempre superiori al 20-30% e ciò garantisce sulla non liquefacibilità dei materiali.

Anche i livelli francamente più grossolani presentano abbondanti percentuali di materiale fine al loro interno, con una conseguente distribuzione granulometrica molto eterogenea e nettamente diversa da quella classica dei materiali monogranulari suscettibili di liquefazione.

La presenza poi di un potente strato argilloso costituito dal livello geotecnico "A" dovrebbe garantire ulteriormente dal pericolo di liquefazione in caso di sismi del VII, VIII gradi della scala Mercalli.

#### 4.5 Verifiche di stabilità

I calcoli sono stati svolti sulla base delle sezioni geologiche e litotecniche riportate in allegato. I parametri geotecnici del terreno derivano dalle elaborazioni effettuate sui valori di resistenza di punta e resistenza laterale ricavati dall'indagine penetrometrica e schematizzati nel § 3.3.

L'elaborazione è stata effettuata con P.C. Macintosh col programma di calcolo GEOTEC B 4.0 che utilizza il metodo approssimato per conci (method of slices). La soluzione numerica della stabilità viene prima risolta col metodo di Fellenius e successivamente col metodo di Jambu in situazioni multistrato ed in presenza di falda.

L'analisi viene inoltre condotta tenendo conto di un coefficiente sismico dato dal prodotto dei seguenti coefficienti:

- Coefficiente di intensità sismica C
- Coefficiente di protezione
- Coefficiente di risposta R
- Coefficiente di fondazione
- Coefficiente di struttura B
- Coefficiente di riduzione del sovraccarico.

L'azione sismica viene considerata da destra verso sinistra con segno "+" mentre il segno "-" indica una direzione dell'onda da sinistra verso destra.

Nel caso in esame, sulla base della normativa proposta al paragrafo precedente e delle caratteristiche geo-litotecniche e progettuali, il prodotto dei coefficienti sismici è stato calcolato uguale a -0.028.

Nel rispetto delle note condizioni di equilibrio si giunge alla definizione di un parametro caratteristico del pendio "F" che ne quantizza la stabilità che assume la forma (secondo la relazione di Jambu)

$$F = \frac{\sum T_f \Delta x (1 + \tan^2 \alpha)}{\sum \{ \Delta Q + (\gamma + z + q + \Delta P / \Delta x + \Delta T / \Delta x) \Delta x \tan \alpha \}}$$

con

$$T_f = \frac{C_u + (\gamma + z + q + \Delta P / \Delta x) \tan \phi}{1 + \frac{1}{F} \tan \phi \tan \alpha}$$

Il fattore di sicurezza viene calcolato imponendo l'equilibrio alla rotazione dell'intera massa scivolante sulla superficie circolare o di forma qualsiasi.

Si considera sufficiente il coefficiente di sicurezza qualora questo superi il valore di 1.3.

Le verifiche sono state condotte in termini di tensioni effettive (condizioni drenate attribuendo al deposito un angolo di attrito interno efficace ed una coesione residua per il suo grado di sovraconsolidazione) sia nelle condizioni attuali sia in quelle di progetto.

Sulla sezione 4-4' in condizioni attuali (profilo morfologico stato attuale ed assenza di sovraccarichi) sono stati verificati 6 cerchi di scorrimento dei quali quello critico è rappresentato dal cerchio n° 2 con un coefficiente di sicurezza  $F=3.039$ . Tale valore, sebbene non rappresentativo di instabilità, si riferisce ad una superficie profonda c.a 6 m e con coronamento situato a 12 m. dal ciglio della scarpata che interessa tutto l'orizzonte R ed A ed in parte il B. Non è comunque ipotizzabile un peggioramento ulteriore di tali condizioni di stabilità in quanto i parametri geotecnici immessi denotano già una condizione di notevole peggioramento delle caratteristiche geomeccaniche del deposito rispetto a quelle riscontrate allo stato attuale, con estese fenomenologie di "softening" del livello A e B.

Sempre sulla stessa sezione, verificata in condizioni di progetto (estensione a valle del rilevato e presenza di un sovraccarico unitario di 10 T/mq), sono stati localizzati 8 cerchi di scorrimento. Si nota ora un peggioramento delle condizioni di equilibrio limite, manifestato dal valore di  $F=1.725$  per il cerchio n° 5. L'influenza del sovraccarico fa traslare l'ipotetica superficie di rottura verso il basso e verso monte rimanendo comunque in condizioni di sicurezza.

Sulla sezione 5-5' sono stati verificati 8 cerchi di scorrimento per altrettante frane di piede ed una superficie di movimento rappresentata dal contatto riporto-terreno in posto. Anche qui i coefficienti di sicurezza

risultano tutti superiori al valore minimo. Il coefficiente più basso è rappresentato dal cerchio n°2 ( $F=3.25$ ) il quale interessa una relativamente piccola massa a ridosso della scarpata di valle.

La stessa sezione verificata in condizioni di progetto mostra una piccola diminuzione dei coefficienti di sicurezza a causa dell'aumento di pendenza della scarpata di valle. Delle 10 superfici di movimento verificate quella che presenta il C.d.S. più basso è la 9 ( $F=2.436$ ) e comunque ricadente ampiamente in condizioni di stabilità.

Il numero totale delle superfici di scorrimento verificati è di 33; non è quindi su queste basi ipotizzabile una rottura per scivolamento o rotazionale nelle condizioni litotecniche verificate.

Date le particolari condizioni morfologiche e giaciture della stratificazione, nonché vista la presenza di una debole circolazione acquifera all'interno dei limi sabbioso-argillosi di B, si consiglia di minimizzare le infiltrazioni acquifere nel sottosuolo soprattutto nella zona a monte a ridosso dello stadio (controllando le acque superficiali di origine pluviale e di ruscellamento, verificando gli scarichi ed allontanando le acque raccolte verso valle) che potrebbero diminuire sostanzialmente i parametri di resistenza meccanica e quindi innescare situazioni di instabilità.

## 5 - CONCLUSIONI

Sulla base delle considerazioni geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e geotecniche precedentemente esposte l'intervento in oggetto non presenta particolari vincoli di fattibilità, in particolare dall'indagine svolta possono essere estrapolati i seguenti punti conclusivi:

- Sebbene l'assetto geomorfologico dell'area presenti aspetti di qualche complessità, i caratteri geologici di sottosuolo hanno confermato la stabilità della zona.
- Anche da un punto di vista geo-meccanico non si rilevano particolari difficoltà in ordine all'edificazione in progetto: sia i carichi unitari che i cedimenti assoluti e differenziali risultano abbastanza buoni e pienamente ammissibili in rapporto sia al terreno sia alla sovrastruttura.

- L'analisi di stabilità condotta in termini sufficientemente cautelativi sia nelle condizioni attuali sia in quelle di progetto ha ribadito la stabilità del versante anche in presenza di sollecitazioni sismiche. I parametri litotecnici impiegati nel calcolo, sebbene molto cautelativi, suggeriscono di limitare le infiltrazioni acquifere nel sottosuolo mediante l'impiego di opportune opere di regimazione idraulica.

## 6 - ALLEGATI

- Corografia generale.....scala 1:25.000
- Carta geologica.....scala 1:10.000
- Planimetria di dettaglio.....scala 1:1.000
- Carta tematica.....scala 1:1.000
- Sezioni litotecniche.....scala 1:200
- Diagrammi di Searle CPT 1 & CPT 2

- APPENDICE A -

Diagrammi e dati di calcolo prove penetrometriche statiche

- APPENDICE B -

Parametri e risultati del calcolo di stabilità del versante

Certaldo, 08.04.1994

X GEOPROJECT  
Dott. Geol. **FABIO MONTAGNANI**  


ALLEGATI

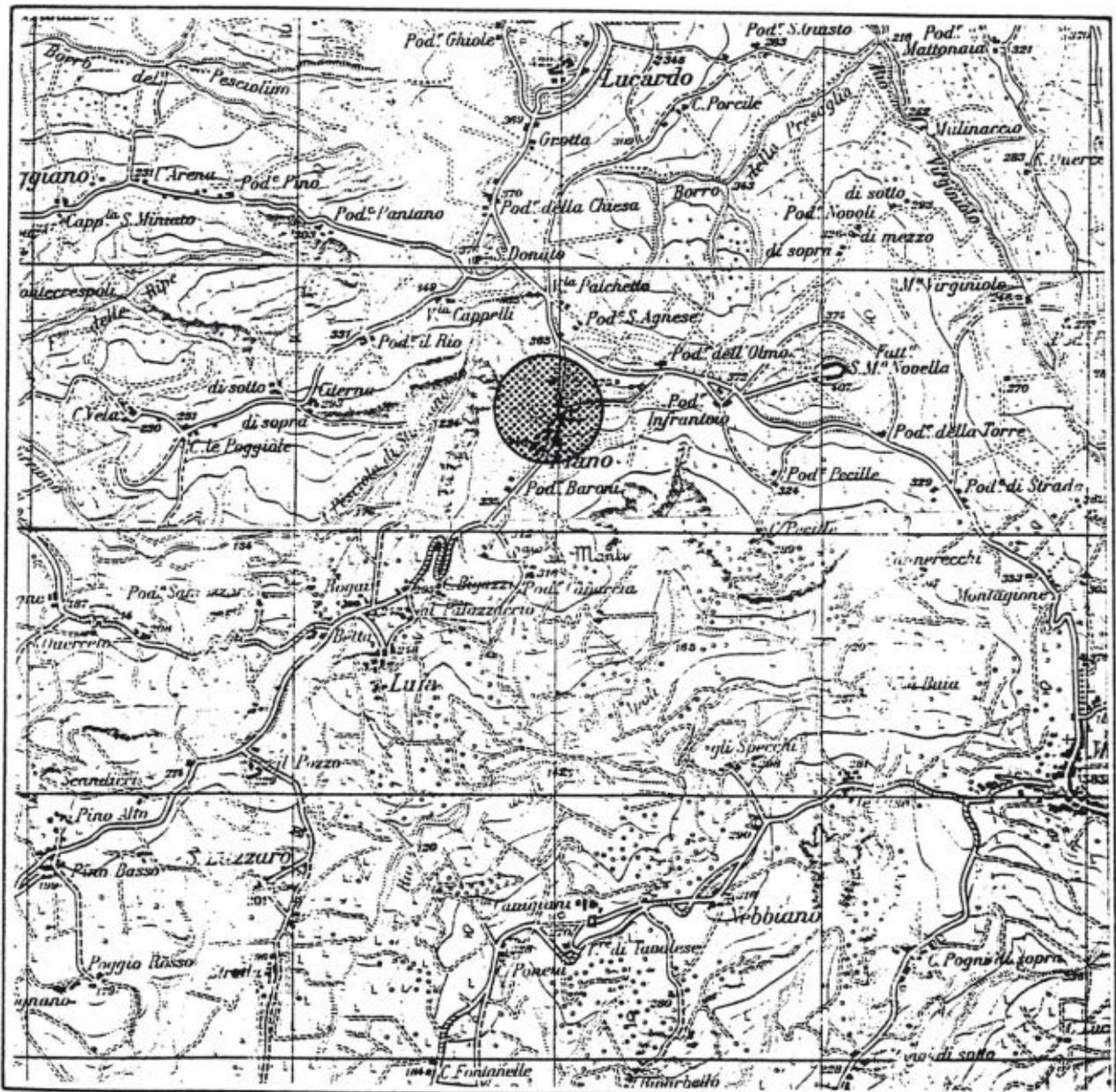
# COROGRAFIA GENERALE

SCALA 1:25000

Coord. IGM.113.IV.NESE



AREA IN STUDIO



# PLANIMETRIA DI DETTAGLIO

## UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE



Scala 1:1000

**CPT2**

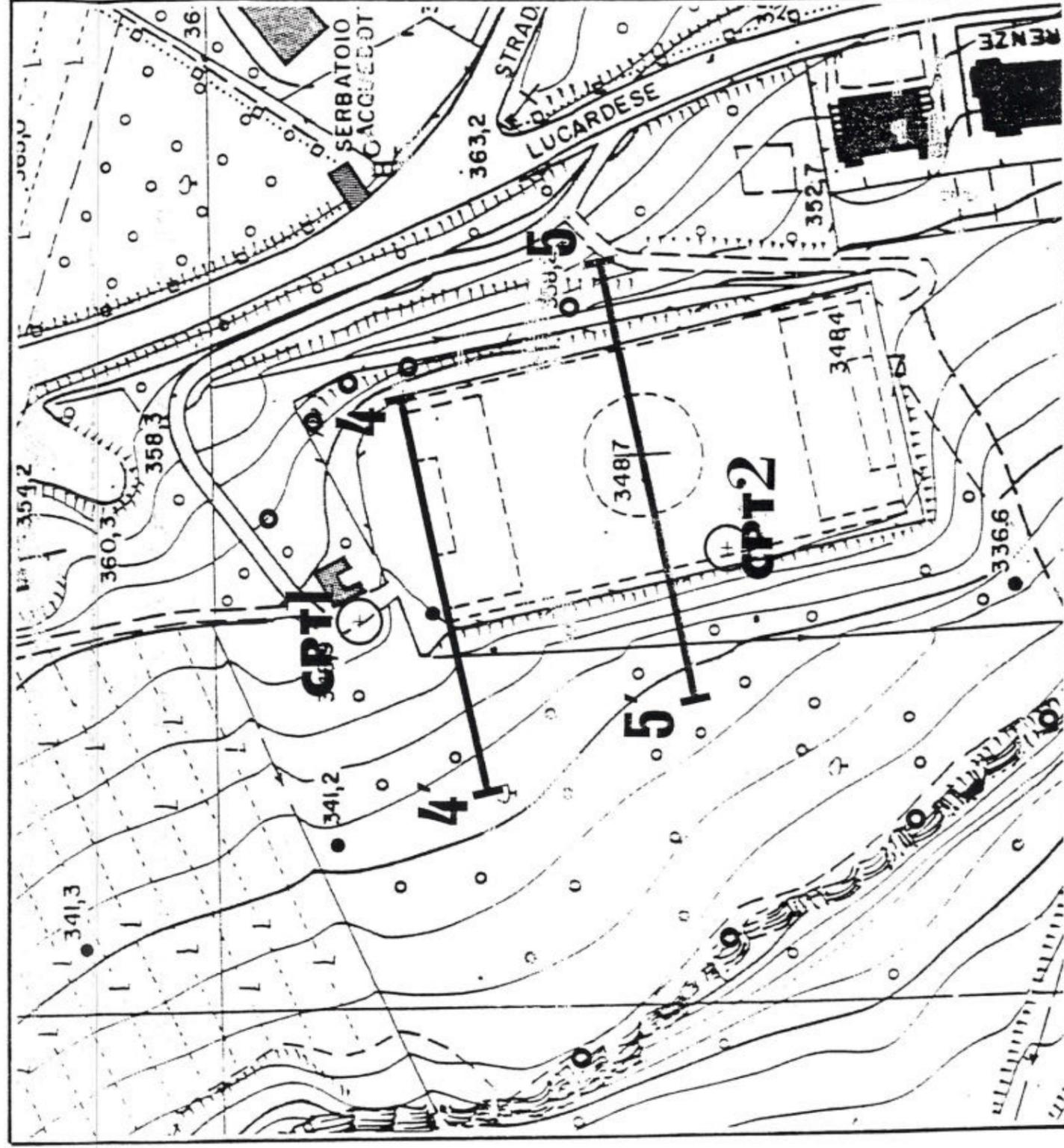
Penetrometrie statiche



Prove pocket-penetrometriche



Traccia di sezione

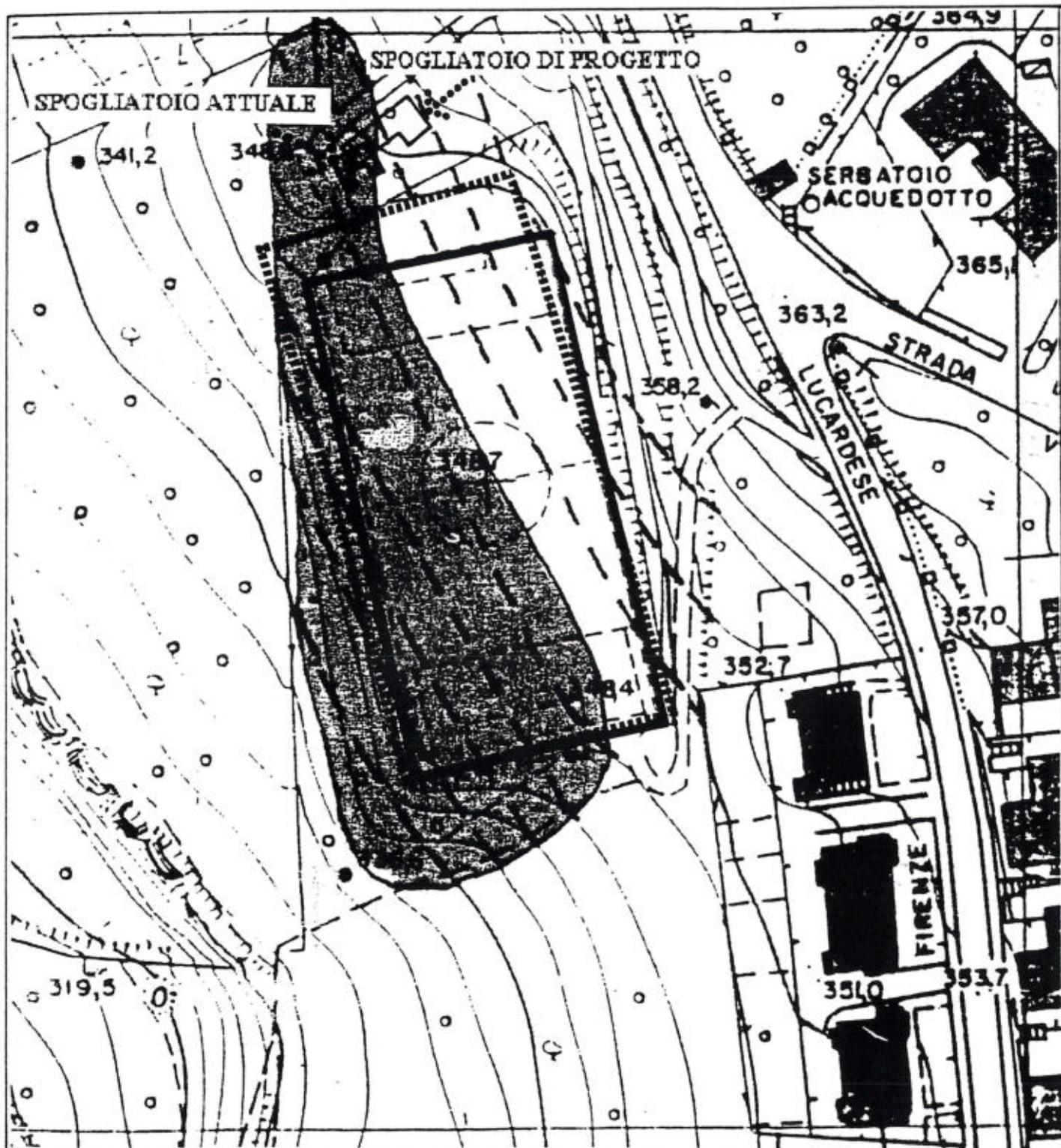




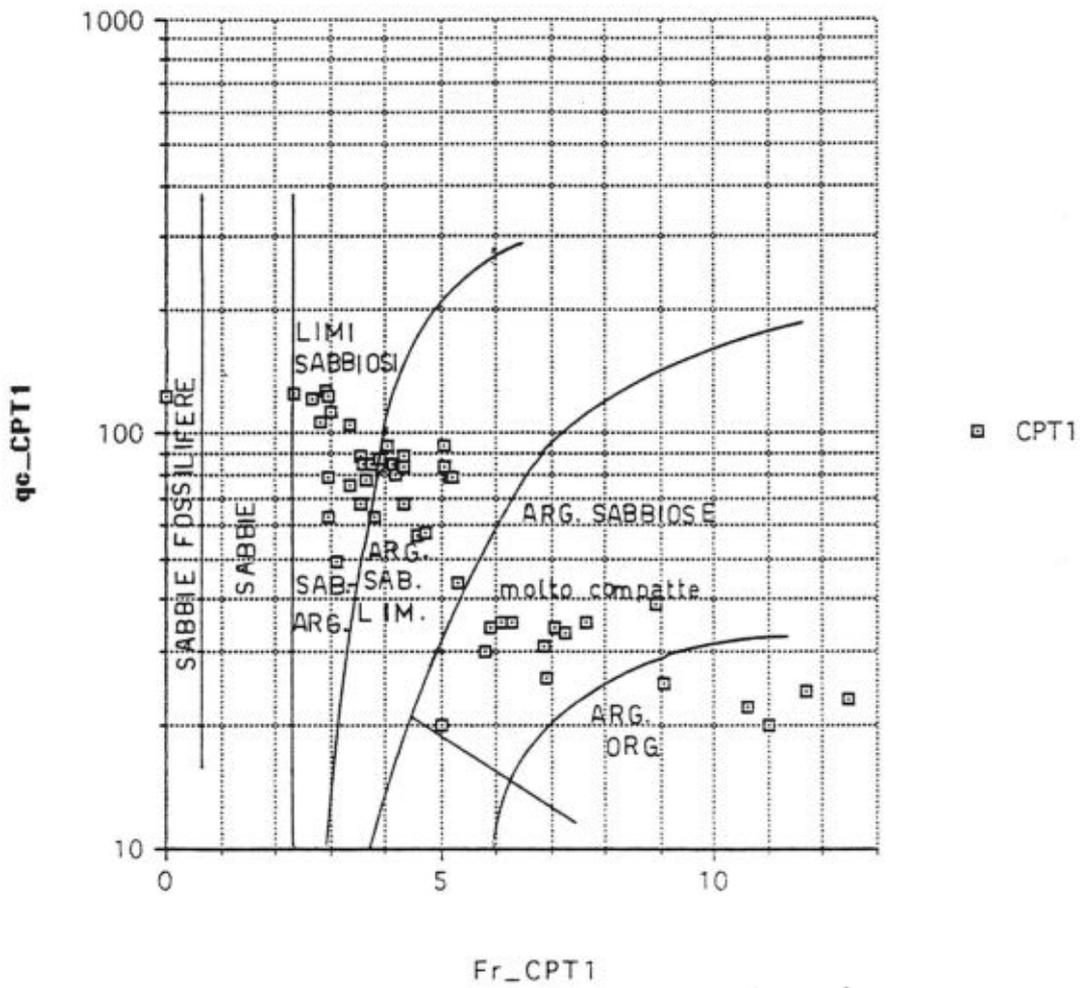
# CARTA TEMATICA

Scala 1:1000

-  Campo sportivo: stato attuale.
-  Campo sportivo: stato modificato.
-  Curve di livello all'origine.
-  Area interessata dal riporto.



# Penetrometria statica CPT 1



# SEZIONI LITOTECNICHE

Scala 1:200

## LEGENDA

- Profilo condizioni attuali
- - - Profilo condizioni di progetto
- · · Profilo originario (antecedente gli impianti sportivi)
- Limi geologico-geotecnici

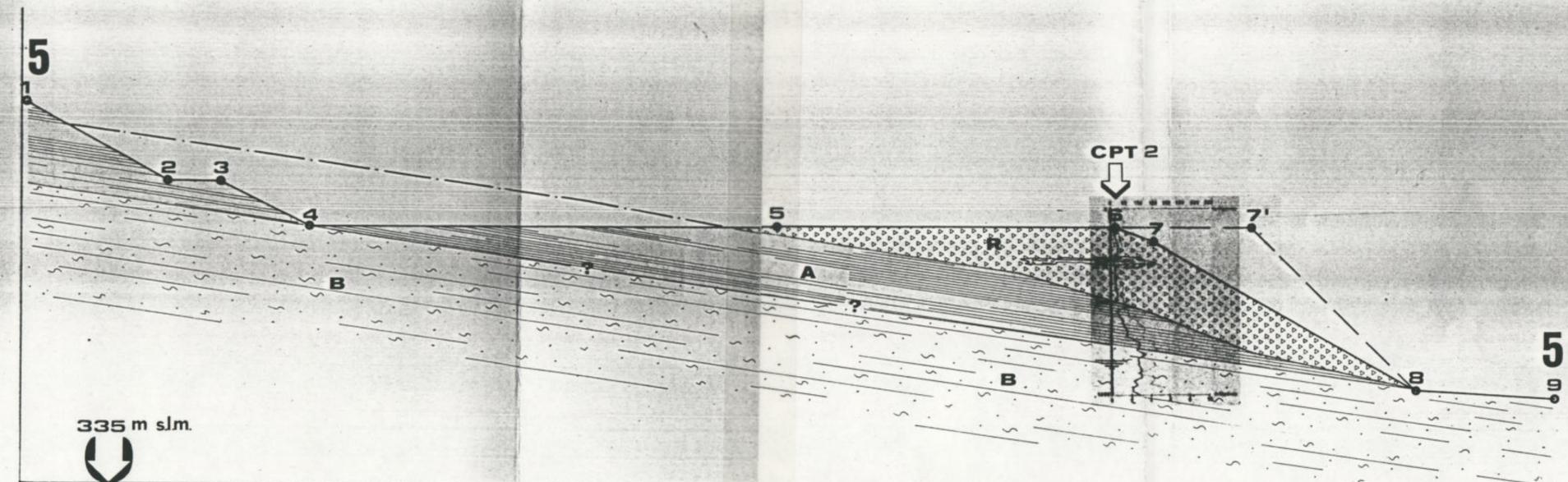
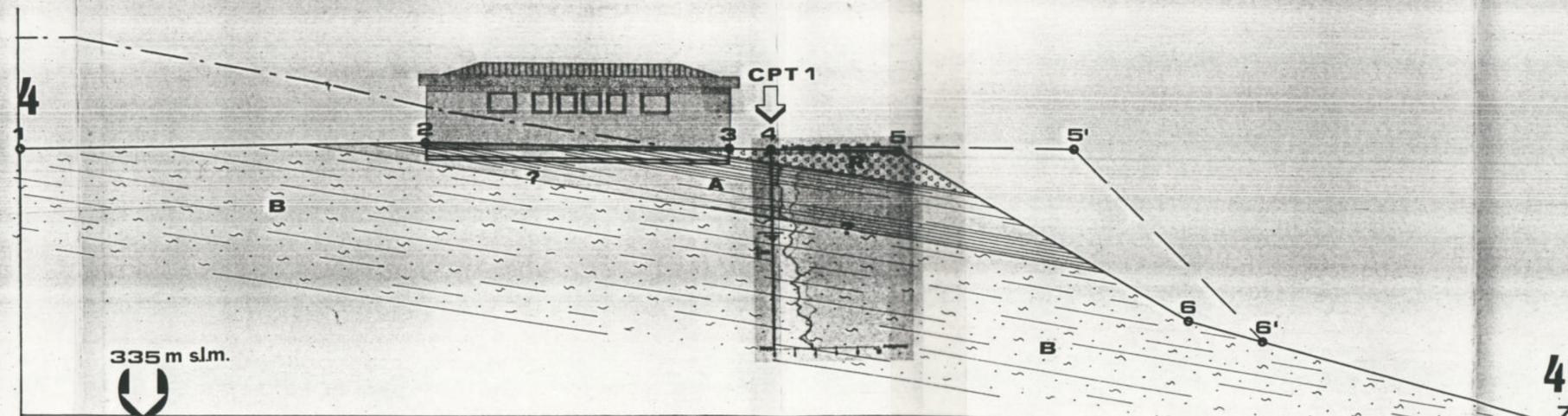
## ORIZZONTI LITOTECNICI

-  **R** Riperto costituito da sabbie, limi e argille, scarsamente coesivi
-  **R'** Riperto limo-argilloso, compressibile
-  **A** Argilla limosa
-  **B** Limo sabbioso-argilloso
-  Livello di saturazione
-  Vertici del profilo - Analisi di stabilità

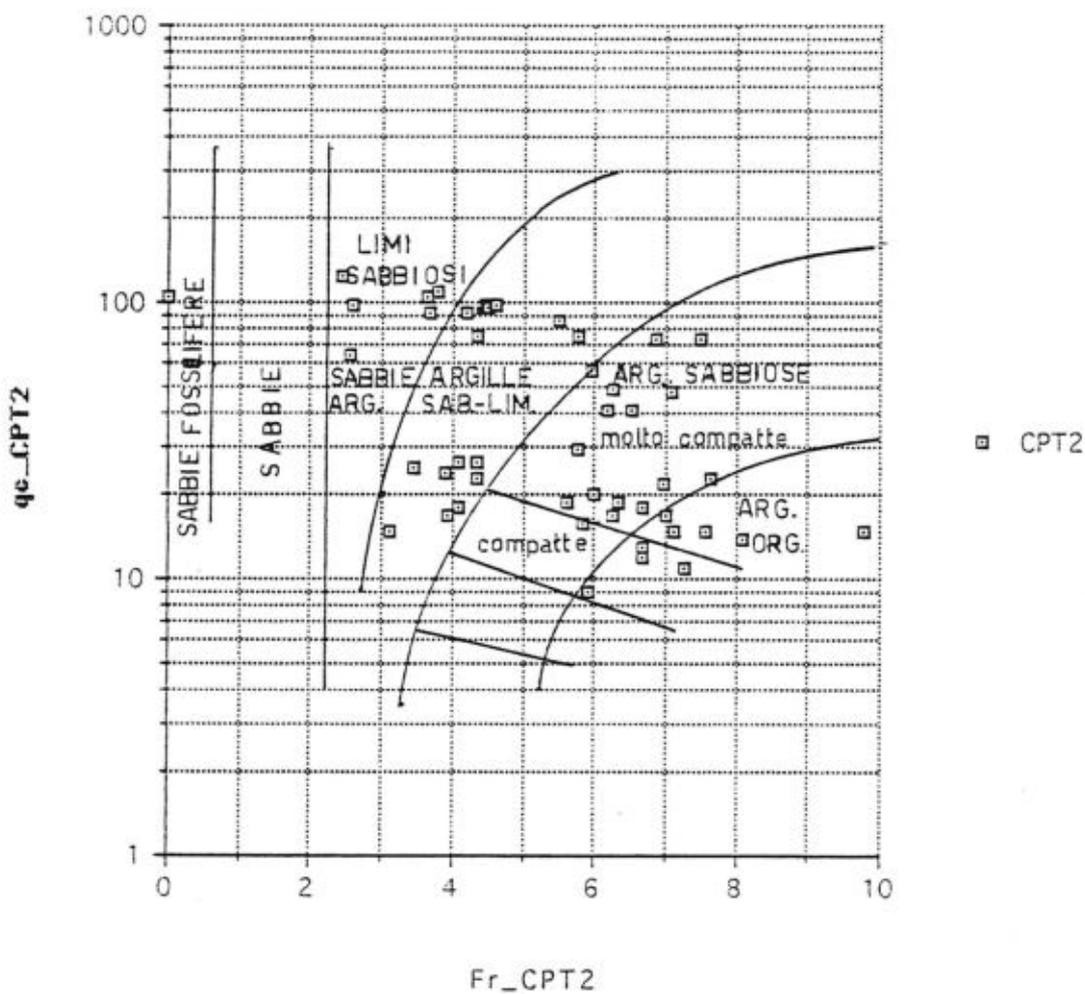
## PARAMETRI GEOMECCANICI

Or. lit.	$\gamma$	$\phi$	$c_u$	$D_r$	$E$	$\nu$	$M_v$	$q_c$	$\phi'$	Lit.
R	1.75	15	0.5	0.2	40	0.4	0.02	15-25	26	sab arg limo
R'	1.70	8	0.36		20	0.15	0.056	9	20	limo argilloso
A	1.98	15	1.5		60	0.39	0.01	25-35	22	argilla limosa
B	1.85	25	0.6	0.5	140	0.36	0.005	60-80	25	limo sabb arg

dove  $\gamma$  è il peso di volume in kg/cm<sup>3</sup>  
 $\phi$  è l'angolo di attrito interno di picco (cond. non drenate)  
 $\phi'$  è l'angolo di attrito int. a stato drenato (cond. drenate)  
 $c_u$  è la coesione non drenata in kg/cm<sup>2</sup>  
 $D_r$  è la densità relativa  
 $\nu$  è il rapporto di Poisson  
 $E$  è il modulo di Young in kg/cm<sup>2</sup>  
 $M_v$  è il coefficiente di compressibilità di volume espresso in cm<sup>2</sup>/kg  
 $q_c$  è la resistenza alla punta del penetrometro statico in kg/cm<sup>2</sup>



# Penetrometria statica CPT2



# APPENDICE Δ

DIAGRAMMI E DATI DI  
CALCOLO PROVE  
PENETROMETRICHE  
STATICHE

PENETROMETRIA CPT - Punta BEGEMANN

COMMITTENTE:  
 LOCALITA': FIANO - CAMPO SPORTIVO  
 DATA: 24.03.1994  
 PENETROMETRIA n. 1  
 NOTE:

1FIIdat----- RIF. ARCHIVIO ELABORAZIONI PROVE CPT

z	qc	fs	rf	Qt	Dr	fi'	Cu	Mv	
40	22.0	2.33	10.61	66.0	0.0	0.0	1.59	0.015	ARGILLA
60	20.0	1.00	5.00	73.0	0.0	0.0	0.68	0.017	LIMO ARGILLOSO
80	39.0	3.47	8.89	86.0	0.0	0.0	2.36	0.009	ARGILLA
100	24.0	2.80	11.67	102.0	0.0	0.0	1.90	0.014	ARGILLA
120	25.0	2.27	9.07	123.0	0.0	0.0	1.54	0.013	ARGILLA
140	23.0	2.87	12.46	155.0	0.0	0.0	1.95	0.014	ARGILLA
160	20.0	2.20	11.00	182.0	0.0	0.0	1.50	0.017	ARGILLA
180	35.0	2.20	6.29	184.0	0.0	0.0	1.50	0.010	ARGILLA LIMOSA
200	35.0	2.67	7.62	200.0	0.0	0.0	1.81	0.010	ARGILLA LIMOSA
220	33.0	2.40	7.27	213.0	0.0	0.0	1.63	0.010	ARGILLA LIMOSA
240	34.0	2.40	7.06	216.0	0.0	0.0	1.63	0.010	ARGILLA LIMOSA
260	35.0	2.13	6.10	210.0	0.0	0.0	1.45	0.010	ARGILLA LIMOSA
280	30.0	1.73	5.78	200.0	0.0	0.0	1.18	0.011	LIMO ARGILLOSO
300	26.0	1.80	6.92	191.0	0.0	0.0	1.22	0.013	ARGILLA LIMOSA
320	31.0	2.13	6.88	198.0	0.0	0.0	1.45	0.011	ARGILLA LIMOSA
340	63.0	1.87	2.96	226.0	60.0	28.4	0.00	0.005	SABBIA LIMOSA
360	79.0	2.33	2.95	231.0	64.1	28.7	0.00	0.004	SABBIA LIMOSA
380	84.0	3.60	4.29	258.0	72.2	26.0	0.00	0.004	LIMO SABBIOSO
400	75.0	2.53	3.38	268.0	65.7	27.7	0.00	0.004	LIMO SABBIOSO
420	57.0	2.60	4.56	261.0	0.0	0.0	1.77	0.006	LIMO ARGILLOSO
440	68.0	2.40	3.53	267.0	64.7	27.3	0.00	0.005	LIMO SABBIOSO
460	63.0	2.40	3.81	281.0	64.7	26.6	0.00	0.005	LIMO SABBIOSO
480	44.0	2.33	5.30	307.0	0.0	0.0	1.59	0.008	LIMO ARGILLOSO
500	34.0	2.00	5.88	335.0	0.0	0.0	1.36	0.010	LIMO ARGILLOSO
520	49.0	1.53	3.13	372.0	56.3	27.7	0.00	0.007	SABBIA LIMOSA
540	68.0	2.93	4.31	295.0	68.4	25.6	0.00	0.005	LIMO SABBIOSO
560	79.0	4.07	5.15	447.0	0.0	0.0	2.77	0.004	LIMO ARGILLOSO
580	83.0	4.20	5.06	500.0	0.0	0.0	2.86	0.004	LIMO ARGILLOSO
600	80.0	3.33	4.17	547.0	70.8	26.2	0.00	0.004	LIMO SABBIOSO
620	94.0	4.73	5.04	566.0	0.0	0.0	3.22	0.004	LIMO ARGILLOSO
640	83.0	3.60	4.34	588.0	72.2	25.8	0.00	0.004	LIMO SABBIOSO
660	58.0	2.73	4.71	623.0	0.0	0.0	1.86	0.006	LIMO ARGILLOSO
680	87.0	3.40	3.91	661.0	71.2	26.9	0.00	0.004	LIMO SABBIOSO
700	84.0	3.13	3.73	677.0	69.7	27.2	0.00	0.004	LIMO SABBIOSO
720	88.0	3.13	3.56	690.0	69.7	27.6	0.00	0.004	LIMO SABBIOSO
740	88.0	3.80	4.32	724.0	73.3	26.0	0.00	0.004	LIMO SABBIOSO
760	77.0	2.80	3.64	733.0	67.6	27.3	0.00	0.004	LIMO SABBIOSO

COMMITTENTE:  
 LOCALITA': FIANO - CAMPO SPORTIVO  
 DATA: 24.03.1994  
 PENETROMETRIA n. 1  
 NOTE:-

z	qc	fs	rf	Qt	Dr	fi'	Cu	Mv	
780	94.0	3.80	4.04	710.0	73.3	26.7	0.00	0.004	LIMO SABBIOSO
800	79.0	4.13	5.23	712.0	0.0	0.0	2.31	0.004	LIMO ARGILLOSO
820	84.0	3.47	4.13	732.0	71.5	26.3	0.00	0.004	LIMO SABBIOSO
840	113.0	3.40	3.01	773.0	71.2	29.1	0.00	0.003	SABBIA LIMOSA
860	126.0	2.93	2.33	796.0	68.4	31.2	0.00	0.003	SABBIA LIMOSA
880	124.0	3.67	2.96	826.0	72.6	29.4	0.00	0.003	SABBIA LIMOSA
900	121.0	3.27	2.70	824.0	70.4	30.0	0.00	0.003	SABBIA LIMOSA
920	107.0	3.00	2.80	817.0	68.8	29.5	0.00	0.003	SABBIA LIMOSA
940	85.0	3.07	3.61	805.0	69.3	27.4	0.00	0.004	LIMO SABBIOSO
960	105.0	3.53	3.37	854.0	71.9	28.2	0.00	0.003	LIMO SABBIOSO
980	128.0	3.73	2.92	899.0	72.9	29.5	0.00	0.003	SABBIA LIMOSA
1000	124.0	0.00	0.00	900.0	0.0	0.0	0.00	0.000	-----

TABELLA PARAMETRI

--- Simboli utilizzati ---

Z	profondità dal piano di campagna - in cm.-		
qc	resistenza alla punta - in Kg/cm <sup>2</sup> -	fs	resist. unitaria attrito lat. - in Kg/cm <sup>2</sup> -
Rf	rapporto delle resistenze fs/qc - in % -	Qt	pressione totale di spinta - in Kg/cm <sup>2</sup> -
Dr	densità relativa %	fi'	ang. attrito efficace - in gradi -
Cu	resistenza al taglio non drenata - in Kg/cm <sup>2</sup> -		
Mv	coeff. Compr. volum.- in cm <sup>3</sup> /kg -		

-- Note:

\*) La interpretazione stratigrafica (basata sul digramma proposto da SEARLE (1979) ) è da considerarsi una stima di massima

PENETROMETRIA CPT - Punta BEGEMANN

COMMITTENTE:

LOCALITA': FIANG - CAMPO SPORTIVO

DATA: 24.03.1994

PENETROMETRIA n. 2

NOTE:

2Fidat----- RIF. ARCHIVIO ELABORAZIONI PROVE CPT

z	qc	fs	rf	Qt	Dr	fi'	Cu	Mv	
40	17.0	1.07	6.27	37.0	0.0	0.0	0.73	0.029	ARGILLA LIMOSA
60	14.0	1.13	8.10	42.0	0.0	0.0	0.77	0.036	ARGILLA LIMOSA
80	15.0	1.47	9.78	55.0	0.0	0.0	1.00	0.033	ARGILLA
100	12.0	0.80	6.67	66.0	0.0	0.0	0.54	0.042	ARGILLA LIMOSA
120	17.0	0.67	3.92	73.0	40.8	24.3	0.00	0.020	LIMO SABBIOSO
140	13.0	0.87	6.67	90.0	0.0	0.0	0.59	0.038	ARGILLA LIMOSA
160	16.0	0.93	5.83	102.0	0.0	0.0	0.63	0.031	LIMO ARGILLOSO
180	23.0	1.00	4.35	88.0	48.3	24.0	0.00	0.014	LIMO SABBIOSO
200	26.0	1.13	4.36	88.0	50.7	24.0	0.00	0.013	LIMO SABBIOSO
220	26.0	1.07	4.10	92.0	49.5	24.5	0.00	0.013	LIMO SABBIOSO
240	24.0	0.93	3.89	93.0	47.0	25.0	0.00	0.014	LIMO SABBIOSO
260	9.0	0.53	5.93	89.0	0.0	0.0	0.36	0.056	LIMO ARGILLOSO
280	9.0	0.53	5.93	88.0	0.0	0.0	0.36	0.056	LIMO ARGILLOSO
300	11.0	0.80	7.27	88.0	0.0	0.0	0.54	0.045	ARGILLA LIMOSA
320	18.0	0.73	4.07	95.0	42.5	24.0	0.00	0.019	LIMO SABBIOSO
340	15.0	1.07	7.11	92.0	0.0	0.0	0.73	0.033	ARGILLA LIMOSA
360	15.0	0.47	3.11	94.0	34.1	26.3	0.00	0.022	SABBIA LIMOSA
380	19.0	1.07	5.61	99.0	0.0	0.0	0.73	0.026	LIMO ARGILLOSO
400	15.0	1.13	7.56	113.0	0.0	0.0	0.77	0.033	ARGILLA LIMOSA
420	19.0	1.20	6.32	127.0	0.0	0.0	0.82	0.026	ARGILLA LIMOSA
440	18.0	1.20	6.67	129.0	0.0	0.0	0.82	0.028	ARGILLA LIMOSA
460	25.0	0.87	3.47	136.0	45.7	26.1	0.00	0.013	LIMO SABBIOSO
480	20.0	1.20	6.00	138.0	0.0	0.0	0.82	0.017	LIMO ARGILLOSO
500	17.0	1.20	7.06	158.0	0.0	0.0	0.82	0.029	ARGILLA LIMOSA
520	65.0	1.67	2.56	165.0	57.9	29.4	0.00	0.005	SABBIA LIMOSA
540	22.0	1.53	6.97	177.0	0.0	0.0	1.04	0.015	ARGILLA LIMOSA
560	23.0	1.73	7.54	194.0	0.0	0.0	1.18	0.014	ARGILLA LIMOSA
580	29.0	1.67	5.75	217.0	0.0	0.0	1.13	0.011	LIMO ARGILLOSO
600	41.0	2.53	6.18	236.0	0.0	0.0	1.72	0.008	ARGILLA LIMOSA
620	41.0	2.67	6.50	256.0	0.0	0.0	1.81	0.008	ARGILLA LIMOSA
640	47.0	3.33	7.09	272.0	0.0	0.0	2.27	0.007	ARGILLA LIMOSA
660	57.0	3.40	5.96	308.0	0.0	0.0	2.31	0.006	LIMO ARGILLOSO
680	49.0	3.07	6.26	319.0	0.0	0.0	2.09	0.007	ARGILLA LIMOSA
700	75.0	3.27	4.36	358.0	70.4	25.6	0.00	0.004	LIMO SABBIOSO
720	97.0	4.33	4.47	400.0	0.0	0.0	2.95	0.003	LIMO ARGILLOSO
740	96.0	4.33	4.51	420.0	0.0	0.0	2.95	0.003	LIMO ARGILLOSO
760	85.0	4.67	5.49	450.0	0.0	0.0	3.17	0.004	LIMO ARGILLOSO

COMMITTENTE:  
 LOCALITA': FIANO - CAMPO SPORTIVO  
 DATA: 24.03.1994  
 PENETROMETRIA n. 2  
 NOTE:

z	qc	fs	rf	Qt	Dr	fi'	Cu	Nv	
780	125.0	3.07	2.45	470.0	69.3	30.3	0.00	0.003	SABBIA LIMOSA
800	91.0	3.33	3.66	401.0	70.3	27.4	0.00	0.004	LIMO SABBIOSO
820	95.0	4.20	4.42	426.0	75.1	25.9	0.00	0.004	LIMO SABBIOSO
840	97.0	4.47	4.60	440.0	0.0	0.0	3.04	0.003	LIMO ARGILLOSO
860	105.0	3.80	3.62	478.0	73.3	27.7	0.00	0.003	LIMO SABBIOSO
880	98.0	2.53	2.59	532.0	65.7	30.0	0.00	0.003	SABBIA LIMOSA
900	108.0	4.07	3.77	548.0	74.5	27.5	0.00	0.003	LIMO SABBIOSO
920	75.0	4.33	5.78	570.0	0.0	0.0	2.95	0.004	LIMO ARGILLOSO
940	91.0	3.80	4.18	591.0	73.3	26.4	0.00	0.004	LIMO SABBIOSO
960	73.0	5.47	7.49	553.0	0.0	0.0	3.72	0.005	ARGILLA LIMOSA
980	73.0	5.00	6.85	588.0	0.0	0.0	3.40	0.005	ARGILLA LIMOSA
1000	105.0	0.00	0.00	615.0	0.0	0.0	0.00	0.000	-----

#### TABELLA PARAMETRI

--- Simboli utilizzati ---

z profondità dal piano di campagna - in cm. -

qc resistenza alla punta - in Kg/cmq -

Rf rapporto delle resistenze fs/qc - in % -

Dr densità relativa %

Cu resistenza al taglio non drenata - in Kg/cmq -

Nv coeff. Compr. volum. - in cmq/kg -

fs resist. unitaria attrito lat. - in Kg/cmq -

Qt pressione totale di spinta - in Kg/cmq -

fi' ang. attrito efficace - in gradi -

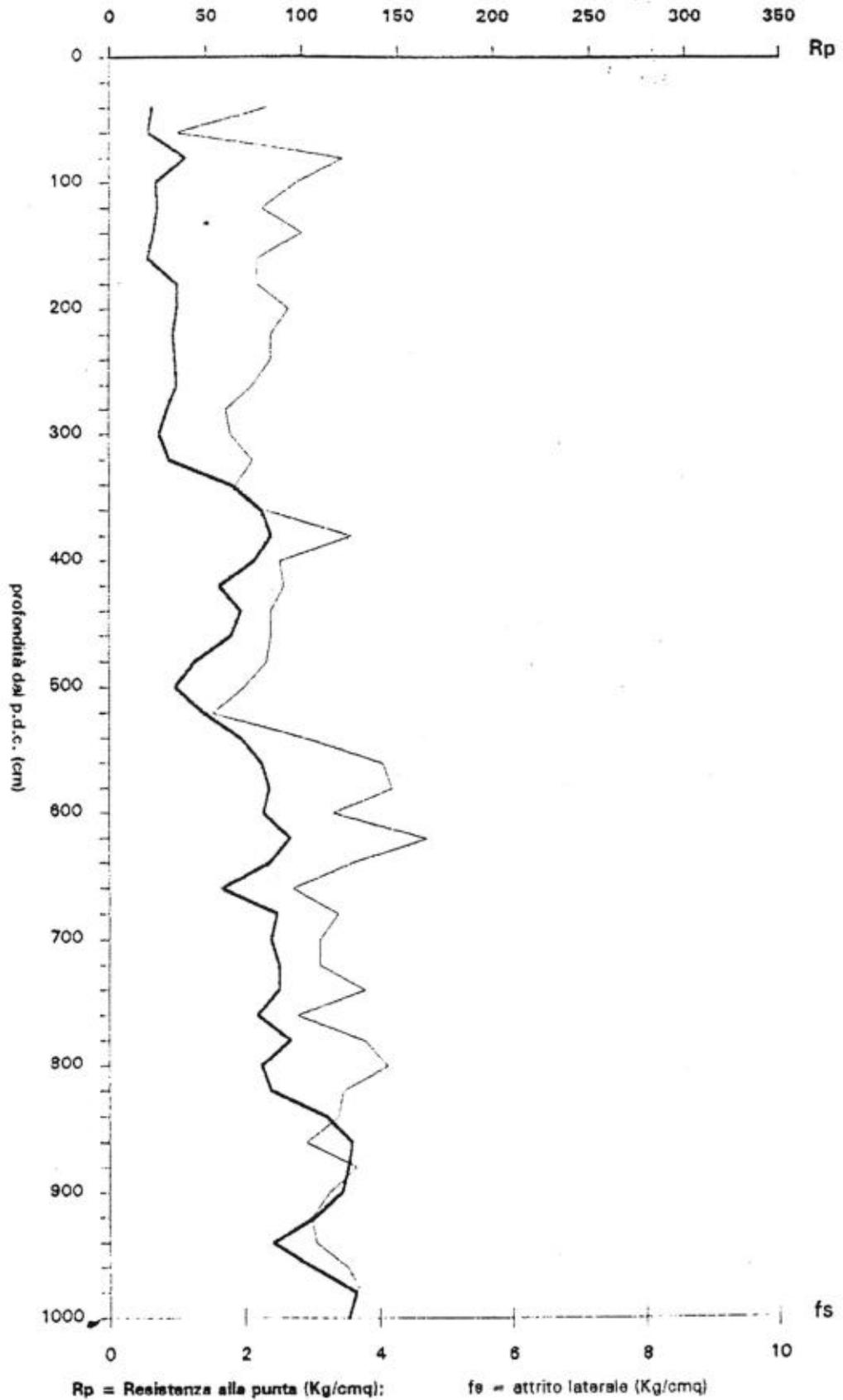
-- Note:

\*) La interpretazione stratigrafica (basata sul digramma proposto da SEARLE (1979) ) è da considerarsi una stima di massima

committente:

località FIANO - CAMPO SPORTIVO

data: 24.03.1994 CPT n°: 1



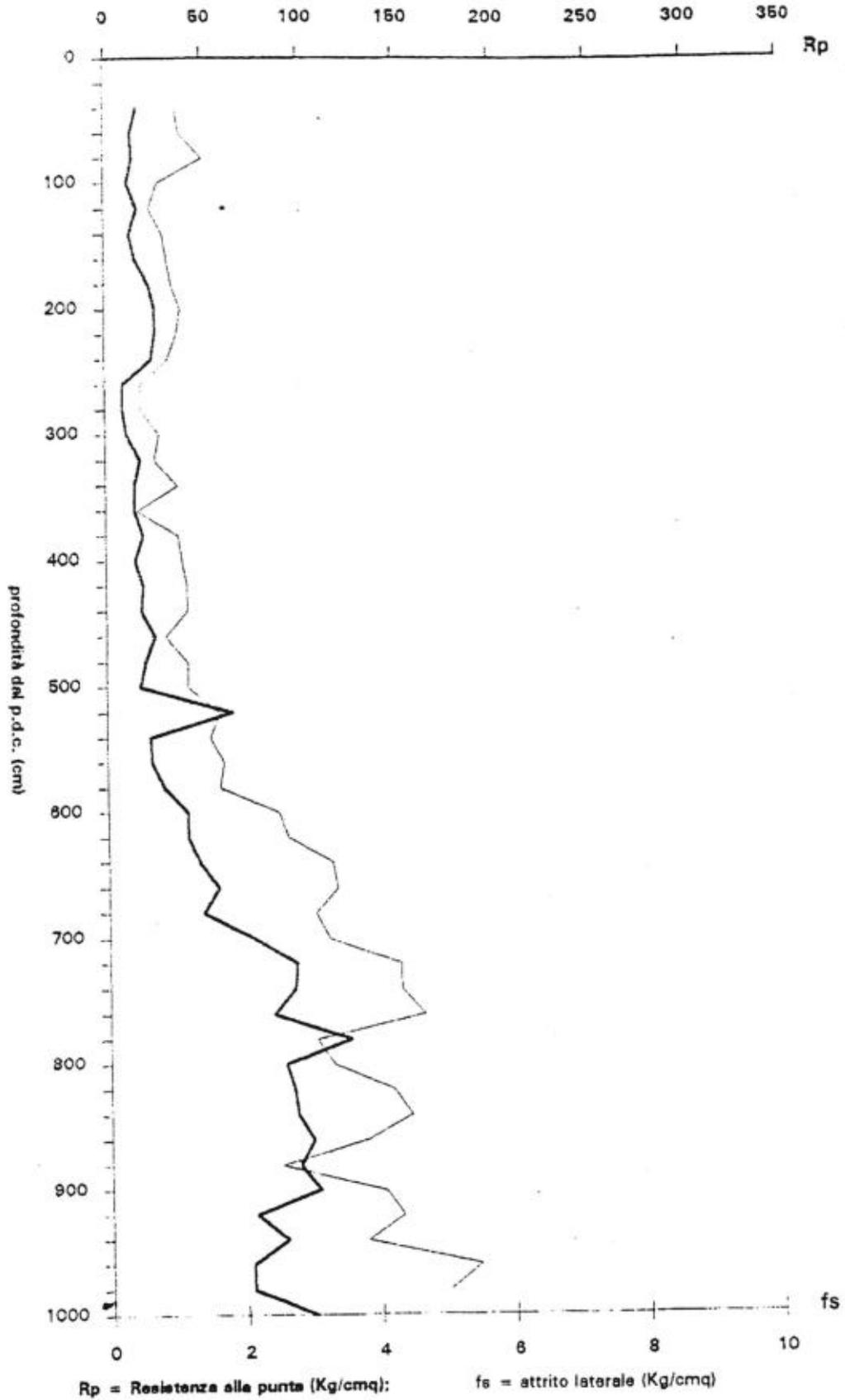
Rp = Resistenza alla punta (Kg/cm²):

fs = attrito laterale (Kg/cm²)

committente:

località: FIANO - CAMPO SPORTIVO

data: 24.03.1994 CPT n°: 2



Rp = Resistenza alla punta (Kg/cm²):

fs = attrito laterale (Kg/cm²)



PARAMETRI E  
RISULTATI DEL CALCOLO  
DI STABILITA' DEL  
VERSANTE

VERIFICA STABILITA' DEI PENDII

DATI GENERALI

Stabilità del pendio a lungo termine  
 Situazione di progetto  
 Massima larghezza conio di calcolo: 0.800  
 Prodotto dei coefficienti sismici :-0.028

COORDINATE DEI PROFILI

Profilo	Nodo	X	Y
Falda	1	0.280	44.030
Falda	2	46.000	43.040
Falda	3	58.000	35.980
Falda	4	77.610	30.340
Pendio	1	0.000	48.430
Pendio	2	20.400	48.580
Pendio	3	35.600	48.580
Pendio	4	37.800	48.400
Pendio	5	52.800	48.000
Pendio	6	61.000	38.000
Pendio	7	77.000	33.500
	2 1	33.300	48.580
	2 2	33.300	48.260
	2 3	48.140	45.950
	2 4	57.980	39.260
	2 5	61.390	37.930
	2 6	61.390	37.930
	2 7	61.390	37.930
	3 1	15.140	48.541
	3 2	15.140	48.390
	3 3	54.310	41.670
	3 4	54.200	41.790
	3 5	54.200	41.830

CARATTERISTICHE DEGLI STRATI

Num	Descrizione	Gamma	CU	FI	Porosità
1	Riporto con argille, sabbie e limi	1750.0	0.25	25.00	0.30
2	Argilla limosa	1980.0	0.75	22.00	0.35
3	Limo sabbioso-argilloso	1850.0	0.30	26.00	0.35

GEOMETRIA DEI CERCHI DI SCORRIMENTO

num	X centro	Y centro	Raggio
1	64.12	88.96	50.86
2	65.15	92.63	56.01
3	66.18	96.30	61.16
5	63.85	95.86	63.44
6	64.63	90.80	53.43
7	65.15	92.63	56.01
8	65.66	94.47	58.58
9	66.18	96.30	61.16

COORDINATE DELLE SUPERFICI DI SCORRIMENTO

num	Nodo	X	Y
-----	------	---	---

CARICHI SUL PENDIO

VERIFICA STABILITA' DEI PENDII

RISULTATI

Calcolo effettuato con il metodo di Jambu  
RIEPILOGO CERCHI

num	X centro	Y centro	Raggio	F
1	64.12	88.96	50.86	2.441
2	65.15	92.63	56.01	2.133
3	66.18	96.30	61.16	1.923
5	63.85	95.86	63.44	1.725
6	64.63	90.80	53.43	2.247
7	65.15	92.63	56.01	2.133
8	65.66	94.47	58.58	2.010
9	66.18	96.30	61.16	1.923

CERCHIO CRITICO N° 5

Larghezza del concio.....=0.795  
 Coefficiente di sicurezza F =1.725  
 Coefficiente di forma =0.11823  
 Coefficiente F/Fo =1.05112  
 Numero iterazioni = 1  
 Precisione =0.00718

Concio n°	Alfa °	L ml	CU kg/cmq	FI °	W kg/ml	WS kg/ml
1	-41.34	1.059	0.75	22.0	8502.5	-238.1
2	-40.39	1.043	0.75	22.0	9584.4	-268.4
3	-39.45	1.029	0.30	26.0	10623.2	-297.5
4	-38.53	1.016	0.30	26.0	11583.3	-324.3
5	-37.62	1.003	0.30	26.0	12512.8	-350.4
6	-36.72	0.991	0.30	26.0	13412.8	-375.6
7	-35.83	0.980	0.30	26.0	14284.4	-400.0
8	-34.95	0.970	0.30	26.0	15128.5	-423.6
9	-34.08	0.960	0.30	26.0	15976.9	-447.4
10	-33.21	0.950	0.30	26.0	16911.0	-473.5
11	-32.36	0.941	0.30	26.0	17815.4	-498.8
12	-31.51	0.932	0.30	26.0	18690.9	-523.3
13	-30.68	0.924	0.30	26.0	19538.2	-547.1
14	-29.84	0.916	0.30	26.0	20358.3	-570.0
15	-29.02	0.909	0.30	26.0	21151.6	-592.2
16	-28.20	0.902	0.30	26.0	21844.2	-611.6
17	-27.39	0.895	0.30	26.0	22563.4	-631.8
18	-26.59	0.889	0.30	26.0	23257.8	-651.2
19	-25.79	0.883	0.30	26.0	15905.7	-445.4
20	-24.99	0.877	0.30	26.0	16461.5	-460.9
21	-24.20	0.871	0.30	26.0	16997.2	-475.9
22	-23.42	0.866	0.30	26.0	17567.5	-491.9
23	-22.64	0.861	0.30	26.0	18115.4	-507.2
24	-21.86	0.856	0.30	26.0	18641.0	-521.9
25	-21.09	0.852	0.30	26.0	19145.0	-536.1
26	-20.32	0.848	0.30	26.0	19627.4	-549.6
27	-19.56	0.843	0.30	26.0	20088.8	-562.5
28	-18.80	0.840	0.30	26.0	20529.4	-574.8
29	-18.04	0.836	0.30	26.0	20949.4	-586.6
30	-17.29	0.832	0.30	26.0	21349.2	-597.8
31	-16.54	0.829	0.30	26.0	21728.9	-608.4
32	-15.79	0.826	0.30	26.0	21996.6	-615.9
33	-15.05	0.823	0.30	26.0	22211.8	-621.9
34	-14.30	0.820	0.30	26.0	22404.3	-627.3
35	-13.57	0.818	0.30	26.0	22504.9	-630.1
36	-12.83	0.815	0.30	26.0	22586.5	-632.4
37	-12.09	0.813	0.30	26.0	22649.3	-634.2

38	-11.36	0.811	0.30	26.0	22693.5	-635.4
39	-10.63	0.809	0.30	26.0	22719.2	-636.1
40	-9.90	0.807	0.30	26.0	22487.7	-629.7
41	-9.17	0.805	0.30	26.0	21158.4	-592.4
42	-8.44	0.803	0.30	26.0	19813.8	-554.8
43	-7.72	0.802	0.30	26.0	18490.1	-517.7
44	-7.00	0.801	0.30	26.0	17148.5	-480.2
45	-6.27	0.800	0.30	26.0	15789.1	-442.1
46	-5.55	0.799	0.30	26.0	14411.9	-403.5
47	-4.83	0.798	0.30	26.0	13071.7	-366.0
48	-4.11	0.797	0.30	26.0	11744.1	-328.8
49	-3.39	0.796	0.30	26.0	10398.9	-291.2
50	-2.67	0.796	0.30	26.0	9036.3	-253.0
51	-1.95	0.795	0.30	26.0	8551.3	-239.4
52	-1.24	0.795	0.30	26.0	8197.8	-229.5
53	-0.52	0.795	0.30	26.0	7826.8	-219.2
54	0.20	0.795	0.30	26.0	7438.5	-208.3
55	0.92	0.795	0.30	26.0	7032.7	-196.9
56	1.64	0.795	0.30	26.0	6609.5	-185.1
57	2.35	0.795	0.30	26.0	6168.9	-172.7
58	3.07	0.796	0.30	26.0	5710.8	-159.9
59	3.79	0.797	0.30	26.0	5235.2	-146.6
60	4.51	0.797	0.30	26.0	4742.1	-132.8
61	5.23	0.798	0.30	26.0	4245.4	-118.9
62	5.95	0.799	0.30	26.0	3802.4	-106.5
63	6.67	0.800	0.30	26.0	3344.4	-93.6
64	7.40	0.801	0.30	26.0	2871.5	-80.4
65	8.12	0.803	0.30	26.0	2383.6	-66.7
66	8.85	0.804	0.30	26.0	1880.6	-52.7
67	9.58	0.806	0.30	26.0	1362.5	-38.1
68	10.30	0.808	0.30	26.0	829.0	-23.2
69	11.03	0.810	0.30	26.0	280.2	-7.8

Concio n°	Taglio kg	E		Tau Stabilizzante Destabilizzante	
		kg	Kg/cmq	Kg	Kg
1	288.9	965.9	0.97	14389.1	-7718.1
2	477.6	815.8	1.02	14719.6	-8422.6
3	-1016.5	3620.1	0.85	10707.5	-9040.3
4	-1612.6	6675.4	0.85	11148.6	-9548.3
5	-2869.4	9936.4	0.94	11559.3	-9993.0
6	-4815.6	13360.7	1.03	11942.5	-10379.7
7	-7466.8	16909.4	1.11	12300.9	-10712.7
8	-10826.7	20545.5	1.20	12636.9	-10995.9
9	-14997.0	24277.5	1.29	12916.9	-11254.7
10	-20321.3	28221.3	1.38	13052.5	-11545.6
11	-26473.8	32332.0	1.46	13181.0	-11787.3
12	-33456.0	36567.7	1.53	13302.9	-11983.4
13	-41257.3	40889.3	1.61	13419.1	-12136.8
14	-49855.9	45259.9	1.68	13529.9	-12250.4
15	-59219.8	49645.0	1.75	13635.9	-12326.6
16	-69226.3	53994.7	1.82	13695.0	-12325.6
17	-79944.9	58292.2	1.88	13780.4	-12323.2
18	-90689.7	62509.3	1.91	13862.4	-12290.5
19	-92435.9	65101.3	1.02	9508.3	-8129.6
20	-100846.5	67659.6	1.40	9573.5	-8133.9
21	-110160.4	70162.7	1.47	9636.4	-8115.4
22	-120303.3	72598.3	1.54	9726.4	-8100.2
23	-130608.8	74945.3	1.57	9812.3	-8061.6
24	-141018.6	77183.9	1.60	9894.5	-8001.1
25	-151468.8	79295.3	1.62	9973.1	-7919.7
26	-161892.6	81262.0	1.64	10048.4	-7818.9
27	-172219.9	83067.4	1.66	10120.5	-7699.6
28	-182377.1	84696.2	1.67	10189.8	-7563.3
29	-192287.2	86133.6	1.67	10256.3	-7410.6
30	-201871.6	87366.0	1.67	10320.2	-7242.9
31	-211048.7	88380.7	1.67	10381.7	-7061.0
32	-219096.5	89085.7	1.63	10528.5	-6836.8

-226137.3	89445.1	1.60	10703.6	-6593.1
-232226.1	89452.0	1.58	10874.4	-6340.1
-237275.7	89102.5	1.54	11005.8	-6060.3
-241186.8	88393.0	1.50	11135.2	-5775.6
-243863.2	87320.6	1.45	11262.6	-5486.9
-245205.9	85882.7	1.39	11388.3	-5194.6
-245121.8	84077.6	1.33	11512.5	-4899.8
-222321.7	81925.2	0.01	11515.2	-4554.1
-190795.4	79541.9	-0.57	10974.9	-4008.4
-160611.0	76960.9	-0.55	10435.2	-3496.5
-131954.0	74211.5	-0.53	9913.6	-3024.2
-105024.9	71327.3	-0.49	9390.0	-2584.5
-79961.5	68342.8	-0.44	8863.9	-2177.8
-56858.4	65293.0	-0.39	8334.9	-1804.4
-35869.8	62239.2	-0.33	7768.8	-1470.7
-16917.5	59231.1	-0.28	7179.2	-1173.0
128.1	56303.5	-0.24	6584.8	-907.4
9678.6	53492.7	0.14	5985.0	-674.9
9123.9	50626.3	0.73	5834.1	-531.3
8623.2	47680.9	0.72	5755.2	-406.4
8104.1	44667.2	0.71	5672.7	-290.0
7568.6	41596.0	0.70	5586.5	-182.4
7018.9	38479.1	0.69	5496.6	-84.3
6457.7	35328.9	0.68	5402.7	3.6
5888.2	32158.6	0.67	5304.8	80.8
5313.6	28982.0	0.66	5202.5	146.6
4737.6	25813.9	0.64	5095.9	200.3
4164.5	22669.5	0.63	4984.6	241.3
3590.9	19572.4	0.61	4854.6	269.8
2995.7	16575.0	0.59	4648.7	290.0
2429.1	13695.2	0.56	4433.5	297.7
1897.2	10951.8	0.53	4208.5	292.4
1406.2	8364.2	0.50	3973.4	273.5
963.2	5953.1	0.46	3727.7	240.1
575.6	3740.1	0.43	3470.7	191.7
251.6	1747.8	0.39	3201.9	127.5
0.0	0.0	0.35	2920.7	46.8

-----  
638353.3

-370147.5

1	1	37.180	48.910
1	2	53.940	45.140
1	3	67.140	40.550
1	4	74.280	39.760

CARICHI SUL PENDIO

Tratto	Lunghezza	Carico sin	Carico des
--------	-----------	------------	------------

RISULTATI

Calcolo effettuato con il metodo di Jambu  
RIEPILOGO CERCHI

num	X centro	Y centro	Raggio	F
1	64.51	82.91	44.87	3.698
2	70.86	59.87	20.77	3.252
3	69.96	63.16	24.21	3.294
4	69.05	66.45	27.65	3.365
5	68.14	69.74	31.10	3.423
6	67.23	73.04	34.54	3.510
7	66.33	76.33	37.99	3.581
8	65.42	79.62	41.43	3.646

RIEPILOGO SUPERFICI

num	punti	X inizio	Y inizio	F
1	4	37.18	48.91	4.906

CERCHIO CRITICO N° 2

Larghezza del concio.....=0.498  
 Coefficiente di sicurezza F =3.252  
 Coefficiente di forma =0.15595  
 Coefficiente F/Fo =1.06146  
 Numero iterazioni = 2  
 Precisione =0.00475

Concio n°	Alfa °	L ml	CU kg/cmq	FI °	W kg/ml	WS kg/ml
1	-55.34	0.876	0.25	25.0	314.1	-8.8
2	-52.99	0.827	0.25	25.0	901.1	-25.2
3	-50.76	0.787	0.25	25.0	1440.3	-40.3
4	-48.63	0.754	0.25	25.0	1938.3	-54.3
5	-46.60	0.725	0.25	25.0	2400.1	-67.2
6	-44.63	0.700	0.25	25.0	2829.8	-79.2
7	-42.73	0.678	0.25	25.0	3230.6	-90.5
8	-40.89	0.659	0.25	25.0	3605.1	-100.9
9	-39.09	0.642	0.75	22.0	3968.3	-111.1
10	-37.34	0.626	0.75	22.0	4229.8	-118.4
11	-35.63	0.613	0.75	22.0	4461.6	-124.9
12	-33.96	0.600	0.75	22.0	4671.4	-130.8
13	-32.32	0.589	0.75	22.0	4860.6	-136.1
14	-30.71	0.579	0.75	22.0	4903.7	-137.3
15	-29.12	0.570	0.75	22.0	4918.2	-137.7
16	-27.56	0.562	0.75	22.0	4915.0	-137.6
17	-26.02	0.554	0.75	22.0	4894.8	-137.1
18	-24.50	0.547	0.75	22.0	4858.5	-136.0
19	-23.00	0.541	0.75	22.0	4806.5	-134.6
20	-21.51	0.535	0.30	26.0	4731.8	-132.5
21	-20.05	0.530	0.30	26.0	4642.9	-130.0
22	-18.59	0.525	0.30	26.0	4540.7	-127.1
23	-17.15	0.521	0.30	26.0	4425.6	-123.9
24	-15.71	0.517	0.30	26.0	4297.9	-120.3
25	-14.29	0.514	0.30	26.0	4157.9	-116.4
26	-12.88	0.511	0.30	26.0	4005.7	-112.2
27	-11.47	0.508	0.30	26.0	3841.7	-107.6
28	-10.07	0.506	0.30	26.0	3674.5	-102.9
29	-8.68	0.504	0.30	26.0	3501.7	-98.0
30	-7.29	0.502	0.30	26.0	3317.6	-92.9
31	-5.91	0.501	0.30	26.0	3122.1	-87.4
32	-4.53	0.500	0.30	26.0	2915.5	-81.6

33	-3.15	0.499	0.30	26.0	2697.8	-75.5
34	-1.78	0.498	0.30	26.0	2469.0	-69.1
35	-0.40	0.498	0.30	26.0	2229.3	-62.4
36	0.97	0.498	0.30	26.0	1978.5	-55.4
37	2.35	0.498	0.30	26.0	1716.7	-48.1
38	3.72	0.499	0.30	26.0	1443.8	-40.4
39	5.10	0.500	0.30	26.0	1159.9	-32.5
40	6.48	0.501	0.75	22.0	857.1	-24.0
41	7.87	0.503	0.75	22.0	541.8	-15.2
42	9.26	0.505	0.75	22.0	375.1	-10.5
43	10.65	0.507	0.75	22.0	234.4	-6.6
44	12.05	0.509	0.75	22.0	81.3	-2.3

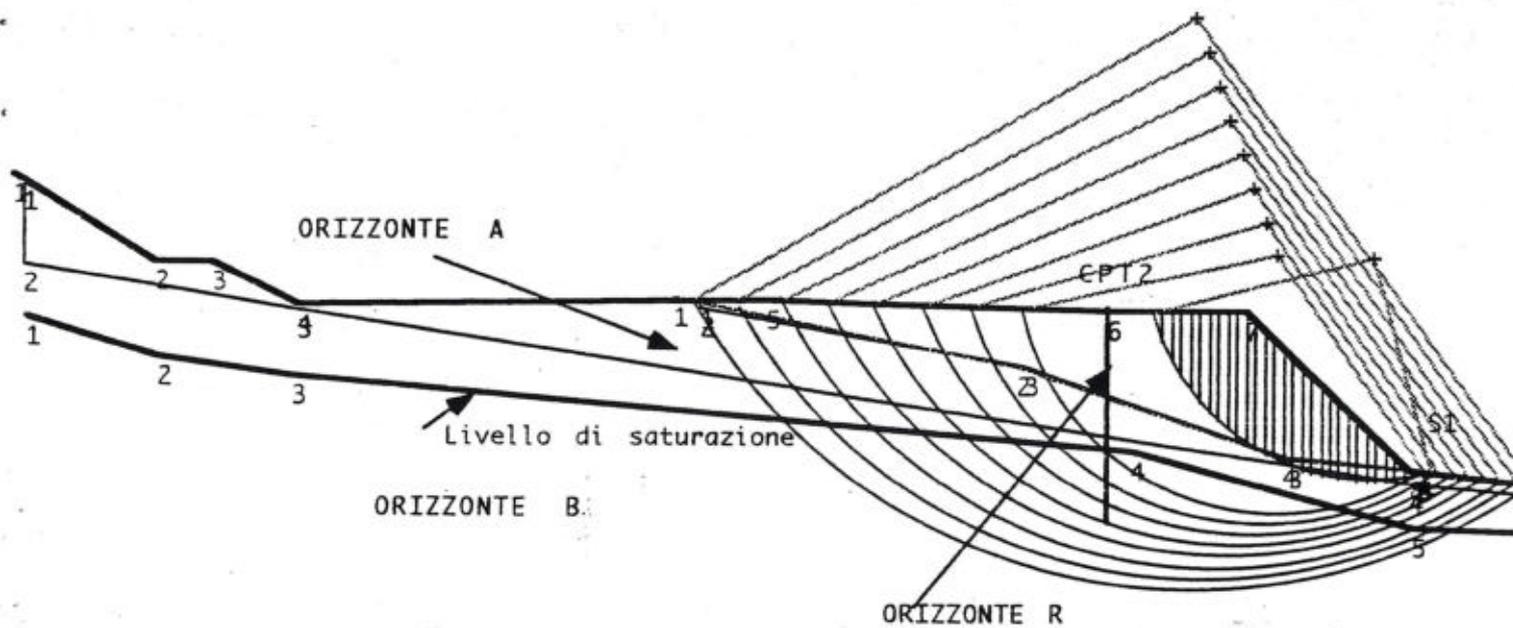
Concio n°	Taglio kg	E kg	Tau		Destabilizzante Kg
			Stabilizzante Kg	Destabilizzante Kg	
1	-402.1	-785.0	0.26	3743.1	-463.1
2	-606.6	-810.8	0.30	4059.0	-1220.5
3	-817.5	-323.3	0.34	4286.4	-1803.8
4	-1239.3	564.6	0.41	4453.7	-2255.5
5	-1983.0	1763.4	0.47	4578.8	-2604.8
6	-3124.7	3201.1	0.54	4673.6	-2872.7
7	-4713.1	4818.3	0.62	4746.2	-3074.7
8	-6775.4	6566.0	0.69	4802.1	-3222.2
9	-5107.2	7291.9	0.85	8497.1	-3335.1
10	-6425.0	8086.6	1.10	8307.3	-3345.6
11	-7753.6	8913.1	1.12	8130.4	-3323.0
12	-9095.1	9743.3	1.14	7967.9	-3276.9
13	-9932.8	10553.6	1.12	7818.4	-3211.0
14	-9720.0	11265.9	1.05	7612.2	-3049.7
15	-9325.1	11866.6	1.04	7414.5	-2877.5
16	-8784.1	12349.5	1.04	7229.2	-2702.7
17	-8116.6	12709.7	1.03	7055.1	-2526.6
18	-7343.6	12944.1	1.02	6890.6	-2350.3
19	-6486.7	13050.9	1.02	6734.9	-2174.8
20	-8182.9	13701.4	0.88	4387.6	-1997.8
21	-7382.1	14213.5	0.64	4272.7	-1824.1
22	-6514.9	14590.6	0.63	4159.4	-1654.3
23	-5603.1	14837.0	0.62	4047.4	-1489.3
24	-4667.8	14957.7	0.60	3936.4	-1329.4
25	-3728.9	14958.4	0.59	3825.9	-1175.5
26	-2805.2	14845.3	0.58	3715.7	-1027.9
27	-1914.1	14625.3	0.57	3605.5	-887.2
28	-1072.7	14306.4	0.56	3499.3	-755.6
29	-293.1	13896.4	0.55	3395.4	-632.6
30	413.5	13403.4	0.55	3290.4	-517.4
31	1036.6	12836.3	0.54	3184.0	-410.6
32	1568.0	12204.4	0.53	3075.8	-312.6
33	2001.9	11517.9	0.52	2965.5	-224.1
34	2335.0	10787.7	0.51	2852.7	-145.7
35	2567.0	10025.3	0.50	2736.9	-78.1
36	2700.7	9243.3	0.48	2617.8	-21.8
37	2742.1	8454.9	0.47	2494.9	22.3
38	2701.0	7674.4	0.45	2367.6	53.5
39	2591.2	6916.9	0.43	2235.4	71.1
40	2536.6	5475.7	0.84	4454.5	73.4
41	1751.4	4078.4	0.87	4356.1	59.7
42	865.2	2698.9	0.87	4327.7	50.6
43	283.0	1336.2	0.84	4315.6	37.5
44	0.0	0.0	0.80	4302.5	15.1

Σ 207423.2 -63791.4

Stabilità del pendio  
a lungo termine

Stato di progetto:  
SEZ 5-5'

SCALA 1:400



VERIFICA STABILITA' DEI PENDII

DATI GENERALI

Stabilità del pendio a lungo termine

Stato di progetto: SEZ 5-5'

Massima larghezza concio di calcolo: 0.500

Prodotto dei coefficienti sismici : -0.028

COORDINATE DEI PROFILI

Profilo	Nodo	X	Y
Falda	1	0.770	47.820
Falda	2	7.650	45.710
Falda	3	14.730	44.760
Falda	4	59.100	40.740
Falda	5	74.000	36.720
Falda	6	81.290	36.340
Pendio	1	0.000	55.460
Pendio	2	7.500	50.740
Pendio	3	10.500	50.740
Pendio	4	15.000	48.560
Pendio	5	39.800	48.850
Pendio	6	57.800	48.290
Pendio	7	65.200	48.200
Pendio	8	73.800	39.800
Pendio	9	81.000	39.000
	2 1	36.270	48.809
	2 2	36.270	48.400
	2 3	53.480	45.300
	2 4	67.170	40.500
	2 5	74.210	39.750
	2 6	74.210	39.754
	3 1	0.570	55.101
	3 2	0.570	50.690
	3 3	14.920	48.200
	3 4	73.830	39.020
	3 5	81.290	38.450
	3 6	81.290	38.450

CARATTERISTICHE DEGLI STRATI

Num	Descrizione	Gamma	CU	FI	Porosità
1	Ripporto con argille, sabbie e limi	1750.0	0.25	25.00	0.30
2	Argilla limosa	1980.0	0.75	22.00	0.35
3	Limo sabbioso-argilloso	1850.0	0.30	26.00	0.35

GEOMETRIA DEI CERCHI DI SCORRIMENTO

num	X centro	Y centro	Raggio
1	66.77	51.30	13.90
2	62.39	64.02	30.69
3	66.15	53.12	16.30
4	65.52	54.93	18.70
5	64.90	56.75	21.10
6	64.27	58.57	23.50
7	63.64	60.39	25.89
8	63.02	62.21	28.29
9	71.84	51.25	12.00

COORDINATE DELLE SUPERFICI DI SCORRIMENTO

num	Nodo	X	Y
-----	------	---	---

1	1	34.870	48.920
1	2	53.060	45.300
1	3	67.450	40.360
1	4	74.300	39.770
1	5	74.220	39.650

-----  
CARICHI SUL PENDIO

-----  
Tratto      Lunghezza      Carico sin      Carico des  
-----  
-----

VERIFICA STABILITA' DEI PENDII

RISULTATI

Calcolo effettuato con il metodo di Jambu  
RIEPILOGO CERCHI

num	X centro	Y centro	Raggio	F
1	66.77	51.30	13.90	3.032
2	62.39	64.02	30.69	3.134
3	66.15	53.12	16.30	3.027
4	65.52	54.93	18.70	3.031
5	64.90	56.75	21.10	3.040
6	64.27	58.57	23.50	3.054
7	63.64	60.39	25.89	3.118
8	63.02	62.21	28.29	3.098
9	71.84	51.25	12.00	2.436

RIEPILOGO SUPERFICI

num	punti	X inizio	Y inizio	F
1	5	34.87	48.92	5.102

CERCHIO CRITICO N° 9

Larghezza del concio.....=0.492  
 Coefficiente di sicurezza F =2.436  
 Coefficiente di forma =0.20898  
 Coefficiente F/Fo =1.07177  
 Numero iterazioni = 2  
 Precisione =0.00788

Concio n°	Alfa	L ml	CU kg/cm <sup>2</sup>	FI	W kg/ml	WS kg/ml
1	-71.80	1.577	0.25	25.0	713.7	-20.0
2	-65.23	1.175	0.25	25.0	1772.7	-49.6
3	-60.07	0.987	0.25	25.0	2583.9	-72.4
4	-55.63	0.872	0.25	25.0	3252.2	-91.1
5	-51.65	0.794	0.25	25.0	3822.6	-107.0
6	-48.00	0.736	0.25	25.0	4319.5	-120.9
7	-44.59	0.692	0.25	25.0	4758.0	-133.2
8	-41.38	0.656	0.25	25.0	5148.1	-144.1
9	-38.31	0.628	0.25	25.0	5496.9	-153.9
10	-35.37	0.604	0.25	25.0	5809.6	-162.7
11	-32.54	0.584	0.25	25.0	5939.8	-166.3
12	-29.79	0.567	0.75	22.0	5795.5	-162.3
13	-27.11	0.553	0.75	22.0	5621.5	-157.4
14	-24.50	0.541	0.75	22.0	5419.6	-151.7
15	-21.94	0.531	0.75	22.0	5196.4	-145.5
16	-19.43	0.522	0.30	26.0	4955.8	-138.8
17	-16.95	0.515	0.30	26.0	4687.7	-131.3
18	-14.51	0.509	0.30	26.0	4398.5	-123.2
19	-12.10	0.504	0.30	26.0	4088.9	-114.5
20	-9.70	0.500	0.30	26.0	3759.7	-105.3
21	-7.32	0.497	0.30	26.0	3411.3	-95.5
22	-4.96	0.494	0.30	26.0	3044.0	-85.2
23	-2.60	0.493	0.30	26.0	2658.0	-74.4
24	-0.25	0.492	0.30	26.0	2253.6	-63.1
25	2.10	0.493	0.30	26.0	1830.8	-51.3
26	4.46	0.494	0.75	22.0	1383.2	-38.7
27	6.82	0.496	0.75	22.0	915.3	-25.6
28	9.19	0.499	0.75	22.0	427.3	-12.0
29	11.58	0.503	0.75	22.0	251.5	-7.0
30	13.99	0.508	0.75	22.0	89.2	-2.5

Concio n°	Taglio kg	E kg	Tau Kg/cmq	Stg bilizzante Kg	Destabilizzante Kg
1	-2473.3	-2373.1	0.35	10595.3	-2191.0
2	-3155.2	-2043.8	0.34	8705.6	-3891.3
3	-3692.8	-649.8	0.41	7738.3	-4560.1
4	-4799.4	1285.7	0.52	7113.4	-4846.0
5	-6665.1	3496.7	0.63	6667.5	-4939.0
6	-9342.3	5824.7	0.75	6331.1	-4918.4
7	-12807.2	8166.2	0.87	6068.2	-4824.3
8	-16988.8	10448.6	0.97	5857.7	-4679.1
9	-21785.5	12618.9	1.06	5686.7	-4497.1
10	-27073.0	14636.9	1.15	5546.4	-4287.3
11	-27303.5	16409.0	0.74	5337.2	-3955.9
12	-19400.8	16698.7	0.53	7797.0	-3479.9
13	-16664.1	16707.7	0.91	7397.8	-3035.8
14	-13770.1	16446.6	0.89	7046.2	-2621.8
15	-10839.9	15929.6	0.88	6735.7	-2239.0
16	-11767.1	16030.9	0.82	4364.1	-1886.9
17	-9270.3	15897.8	0.49	4138.9	-1560.4
18	-6855.9	15553.3	0.47	3925.5	-1261.6
19	-4598.3	15021.6	0.46	3721.2	-990.8
20	-2559.5	14327.9	0.45	3523.7	-748.0
21	-788.6	13499.1	0.45	3330.7	-534.0
22	680.2	12563.6	0.45	3140.3	-349.4
23	1828.3	11551.8	0.45	2950.4	-195.3
24	2654.5	10495.9	0.44	2759.0	-73.0
25	3176.9	9431.0	0.43	2564.0	15.9
26	3940.6	7459.6	0.81	4649.4	69.0
27	3185.8	5529.3	0.90	4512.8	83.8
28	1862.9	3681.0	0.92	4377.7	57.2
29	604.8	1837.0	0.90	4398.1	44.5
30	0.0	0.0	0.84	4441.6	19.7
Σ				161421.5	-66275.2

