

GEOLOGIA GEOTECNICA IDROGEOLOGIA

142

LOTTIZZAZIONE B.M.T. IMMOBILIARE  
VIA BRUNESCA IN FOLIGNO

INDAGINE GEOLOGICO TECNICA ED IDROGEOLOGICA

COMUNE DI FOLIGNO

8.7.83

Carlo

Comm. te : B.M.T. Immobiliare di Bonifazi Ennio e C.  
Via Chiavellati

MARZO 1993



STUDIO GEOLOGICO TECNICO

FOLIGNO: Via Montelico, 11/A  
Tel. 0742/352663

## INDICE

1. INTRODUZIONE ED UBICAZIONE AREA IN ESAME
2. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA
3. IDROGEOLOGIA
4. METODOLOGIA DI INDAGINE
5. MODELLO STRATIGRAFICO
6. ORIENTAMENTI GEOTECNICI
  - 6.1. Dati di progetto
  - 6.2. Carico ammissibile
  - 6.3. Cedimenti
7. ESECUZIONE DEGLI SBANCAMENTI
8. CONCLUSIONI

## FIGURE

1. PLANIMETRIA GENERALE CON INDIVIDUAZIONE AREA IN ESAME SC. 1:25.000
2. RIFERIMENTO CATASTALE CON UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE SC. 1:2.000
3. PLANIMETRIA CON UBICAZIONE SAGGI GEOGNOSTICI E PROVE PENETROMETRICHE
4. UBICAZIONE POZZI CENSITI ED INDIVIDUAZIONE AREA IN ESAME SULLA CARTA PIEZOMETRICA DELLA VALLE UMBRA SUD
5. COLONNE STRATIGRAFICHE
6. RICOSTRUZIONE SCHEMATICA DEL SUBSTRATO LITOLOGICO DELL'AREA IN ESAME
7. DIAGRAMMA PROVE PENETROMETRICHE

(4)

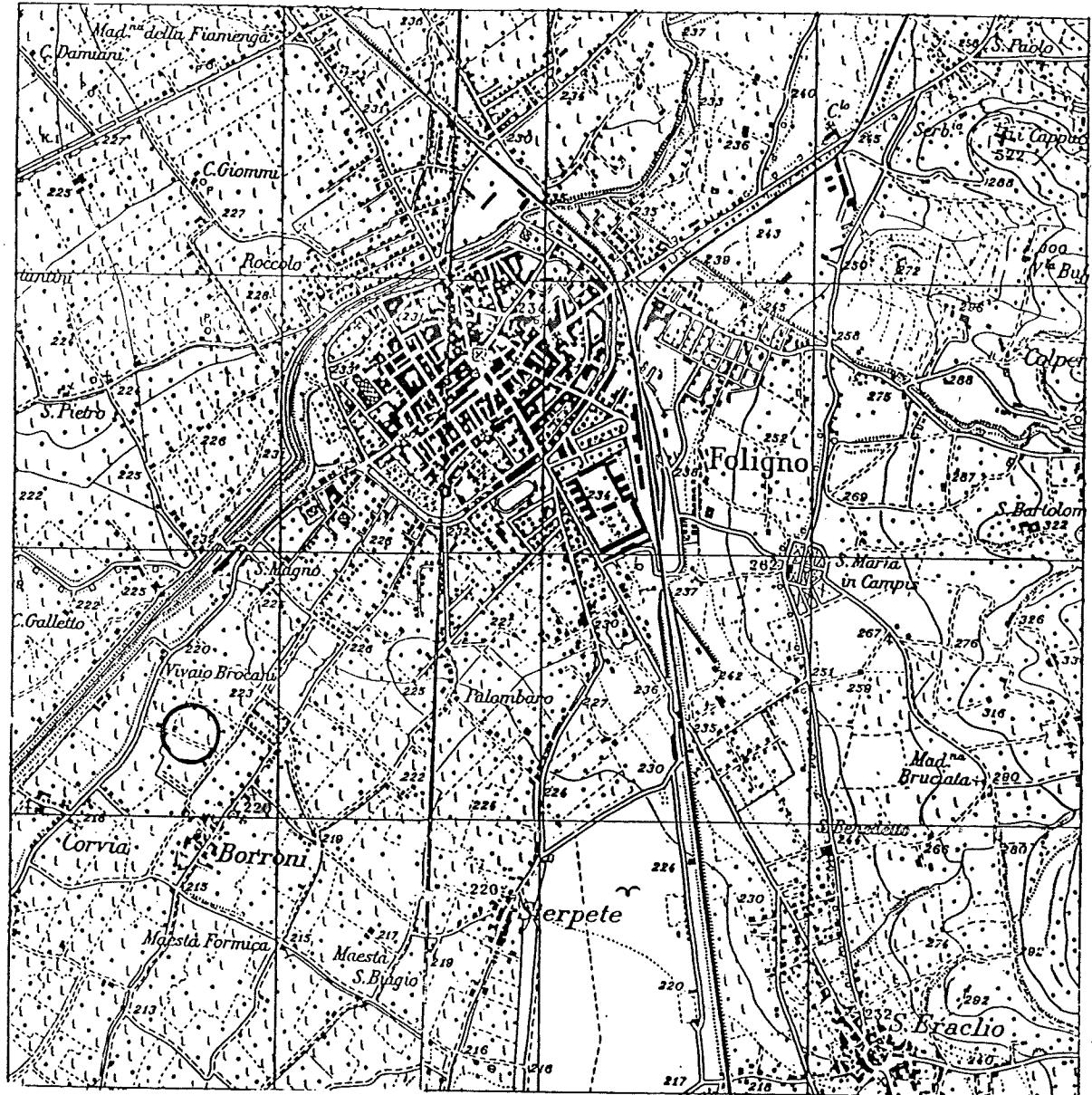


Figura 1

Planimetria generale con individuazione dell'area di indagine

## 1. INTRODUZIONE ED UBICAZIONE AREA IN ESAME

Si espongono nella seguente relazione i risultati dell'indagine geologico tecnica riguardante il terreno di fondazione di 6 edifici ad uso civile abitazione da realizzare in via Brunesca a Foligno.

Lo studio eseguito su incarico della B.M.T. Immobiliare di Bonifazzi e C s.a.s. è stato indirizzato, in ottemperanza a quanto previsto dal D.M. del 11.03.1988

" Norme tecniche riguardanti indagini sui terreni e sulle rocce..." alla ricostruzione della stratigrafia del terreno sottostante il piano di posa delle fondazioni ed alla acquisizione di indispensabili informazioni riguardanti i parametri fisico meccanici dei litotipi incontrati. Tale studio avrà lo scopo di fornire al progettista validi elementi di giudizio sul tipo e sulla geometria delle fondazioni più idonee da adottare per l'opera in progetto. A tale fine, visto l'intorno areale della zona di intervento, sono stati eseguiti 4 saggi con escavatore e 2 prove penetrometriche dinamiche (Vedasi fig.3).

Lo studio è stato infine integrato dai risultati delle indagini ed analisi geotecniche eseguite nel corso di precedenti campagne geognostiche realizzate in vicinanza ed in taluni punti in stretta adiacenza all'area in esame (Vedasi fig.2 con evidenziati i sondaggi ed i saggi geognostici eseguiti in tali aree).

In particolare ci si è avvalsi, per l'inquadramento litostratigrafico dell'area delle relazioni tecniche eseguite sulla lottizzazione Borroni nel 1987 e 1992... dallo Studio Progettazioni e Ricerche di Spoleto e dallo Studio di Geologia Tecnica GEOTECNA di Foligno.

In considerazioni poi delle caratteristiche idrogeologiche dell'area si è poi verificata la fattibilità degli interventi edilizzi nel rispetto dei vincoli di cui all'**art. 8 del P.U.T.** .

La costruzione in progetto è situata nella estrema periferia Sud occidentale di Foligno poco più a Nord dei centri abitati di Corvia e Borroni (Riferimento cartografico: Tavoletta IGM Spello IV NE sc. 1:25.000). Più precisamente il terreno su cui verranno realizzati gli edifici in progetto risulta individuabile catastalmente alle particelle 261 - 518 e 102 del foglio N°193 del Comune di Foligno (Fig. 2).

## 2. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

La zona si trova situata in adiacenza con la Via Brunesca in un intorno pianeggiante e parzialmente urbanizzato posto intorno alla quota topografica di 220 m s.l.m. I terreni su cui andranno ad insistere le opere fondazionali sono costituiti da depositi fluvio-palustri di colmamento della piana folignate. Si tratta di sedimenti litologicamente caratterizzabili da alternanze ripetute e discontinue di livelli grossolani di natura sabbiosa e ghiaiosa con spessi strati di sedimenti fini per lo più limosi che prevalgono sovente negli orizzonti più superficiali. Tale eterogeneità litologica è riconducibile ad un periodo deposizionale, caratterizzato da un ripetuto e diversificato apporto detritico nel tempo del Topino che scorre più a Nord.

Morfologicamente l'area è caratterizzata da una lieve pendenza verso Sud-Sud' ovest e ricade sul limite esterno dell'ampia conoide deposizionale del Topino.

L'idrografia secondaria è rappresentata da numerosi piccoli fossati e canali che delimitano per lo più le varie proprietà e che confluiscono in più punti, nei diversi collettori principali, rappresentati dai torrenti Teverone e Timia.

Nella zona non si è rilevata presenza di aree depresse soggette a ristagno di acque superficiali.

## 3. IDROGEOLOGIA

Al fine di evidenziare il quadro idrogeologico dell'area, nei suoi aspetti essenziali, si è proceduto ad uno speditivo censimento pozzi e relativi livelli piezometrici, per aree prossime ed adiacenti a quella in esame. È stata quindi approntata una cartografia tematica di riferimento (Fig. 4). L'interpretazione dei dati così acquisiti, unitamente a quelli precedentemente raccolti in aree limitrofe ed a queste, strettamente correlabili, ha permesso di evidenziare quanto segue:

Il livello dell'acquifero più superficiale ha caratteristiche freatiche;

I pozzi censiti per la maggior parte raggiungono profondità di poco inferiori ai 30 metri.

Il livello idrostatico della falda, per pozzi immediatamente confinanti all'area in esame, risulta, al periodo attuale (Marzo 1993) a circa 13 m di profondità dall'attuale p.c. ;

Da nessuna delle opere di captazione censite viene attinta acqua per uso idropotabile.

Da quanto sopra esposto, ed in riferimento alla possibile tipologia fondazionale, che prevede un piano interrato, si esclude qualsiasi tipo di interferenza tra le suddette opere e le acque di falda presenti in profondità.

L'intervento edilizio pertanto, non è lesivo delle falde acquifere di interesse regionale presenti in loco.

#### 4. METODOLOGIA DI INDAGINE

Il terreno di fondazione dei vari edifici, è stato indagato attraverso l'esecuzione di 4 saggi geognostici, ubicati come nella planimetria allegata e di 2 prove penetrometriche dinamiche. La profondità di prospezione raggiunta è stata di 4 metri circa per i saggi con escavatore e di 6/7 metri per le prove penetrometriche dinamiche.

La prova penetrometrica consiste nel misurare il numero di colpi (N) necessari ad infiggere una punta conica di dimensioni e peso standard, per tratti prefissati di terreno (10 cm), utilizzando una massa battente con altezza di caduta del maglio costante. Le caratteristiche tecniche della attrezzatura utilizzata sono le seguenti:

Peso del maglio : 30 Kg  
 Altezza di caduta : 20 cm.  
 Sezione della punta: 10 cmq  
 Peso delle aste : 2.4 Kg/cmq .

La documentazione allegata riporta il grafico Profondità Vs Resistenza alla infissione rilevato nel corso delle prove. Tali diagrammi ricostruiscono così, con buon grado di accuratezza un modello fisico meccanico del terreno soggiacente la futura opera edilizia.

## 5. MODELLO STRATIGRAFICO

Nella ricostruzione litostratigrafica del substrato fondazionale ci si è serviti delle indagini esplorative relative a sondaggi profondi e pozzi, realizzati in aree attigue a quella qui esaminata, integrando, tali risultati con una campagna geognostica di dettaglio per i primi 4/7 metri di terreno (Si veda fig.2).

Facendo pertanto riferimento a questi studi ed alle relative stratigrafie medie di riferimento, si può riconoscere per l'area immediatamente a sud di Via Brunesca e con essa confinante, il seguente schema stratigrafico :

- Da 0 ad 1 m circa : Terreno vegetale e/o di riporto, prevalentemente limoso
- Da 1 m circa a 3 m : Terreno a fine granulometria con prevalenza della frazione limosa di colore giallastro, intercalato irregolarmente da banchi più o meno sottili e continui di ghiaie e ciottoli  
(parametri medi di riferimento dell'orizzonte limoso:  
 $C = 0.300 \text{ Kg/cm}^3$  ;  $\phi = 24^\circ$  )
- Da 3 m circa a 12 m : Ghiaie e sabbie con ciottoli (parametri geotecnici di riferimento:  $C = 0$  ;  $\phi = 30/36^\circ$ )

Per quanto riguarda invece aree situate a Nord Est di Via Brunesca ma comunque da ritenersi confinanti con le future particelle catastali di intervento, sembrano prevalere nei primi 10/13 m , sabbie e ghiaie med. addensate di colore marroncino rossastro.

Nell'ambito poi delle indagini di dettaglio relative al presente studio e quindi strettamente confinate al ristretto ingombro areale dei vari fabbricati, i risultati dell'analisi stratigrafica , rivela una buona correlabilità fra le varie zone di intervento.

In particolare si può osservare, al di sotto di un primo orizzonte pedologico più o meno potente (da 0 ad 1 m), la presenza di litotipi a fine granulometria costituiti in prevalenza da limi. Più in profondità, ma già a partire dai 2 m circa si passa gradatamente o per intercalazioni a litofacies più francamente limose fino a sabbiose. I livelli a ghiaie e ciottoli, salvo qualche intercalazione più superficiale, sembrano limitarsi agli orizzonti più profondi, in corrispondenza del livello di falda che troviamo sui 12/13 m circa dal p.c. .

La sezione schematica del subsstrato litologico di fig. 6 , ricostruisce l'andamento giacitutale presunto dei vari orizzonti stratigrafici rinvenuti nella presente indagine.

Per quanto riguarda il corpo idrico sotterraneo questo é stato intercettato sia a Nord che a Sud dell'area in esame fra i 12 ed i 14 m di profondità dall'attuale p.c.' .

## 6. ORIENTAMENTI GEOTECNICI

### 6.1. Dati di progetto

Il progetto prevede la realizzazione di 6 edifici ad uso civile abitazione dotati di piano interrato adibito a garage e 4 piani fuori terra. Le strutture murarie sono nel complesso simmetriche ed a forma rettangolare. L'accesso al piano interrato é consentito da una rampa situata lateralmente al fabbricato.

Gli elementi progettuali forniti per ciascun edificio sono:

Dimensioni in pianta del singolo edificio : 12 m x 24 m

Massima altezza fuori terra : 13 m circa .

La tipologia degli edifici in progetto, nonché le caratteristiche dei terreni di fondazioni rendono possibile l'analisi di fondazioni di tipo superficiale.

Nell'affrontare i calcoli si sono considerate pertanto fondazioni continue con profondità di imposta a 3.5 m rispetto all'attuale p.c. . Si é infatti considerata una profondità di incastro di 0.80 m rispetto al piano ultimo di riferimento, costituito dall'autorimessa sotterranea prevista a quota 2.70 m circa dall'attuale p.c. .

Per la larghezza delle fondazioni, questa é stata considerata di 1.0 m .

### 6.2. Carico ammissibile

Il calcolo del carico ultimo di esercizio ( $Q_r$ ) e del relativo carico ammissibile é stato eseguito utilizzando la formula del Terzaghi nel caso dei saggi geognostici e attraverso i valori della resistenza dinamica alla punta nel caso delle prove con penetrometro dinamico.Quest'ultimo valore é stato calcolato mediante la formula degli olandesi :

$$R_d = \frac{M^2 h}{10 \cdot 10/N \cdot (M + P)}$$

dove: M = Peso del maglio ; h = Altezza di caduta ; P = Peso delle aste compreso quello dell'elemento di battuta.

I parametri geotecnici utilizzati nella formula di Terzaghi:

$$Q_r = C N_c + \gamma D_f N_q + \frac{1}{2} B \gamma N$$

sono quelli relativi alle analisi dei campioni indisturbati di terreno recuperati alle maggiori profondità. Si possono quindi ritenere caratterizzanti e sufficientemente cautelativi, per tali aree investigate, i seguenti valori medi di riferimento:

$$C = 0.1 \text{ Kg/cmq} ; \phi = 23^\circ ; \gamma = 1.9 \text{ t/mc} .$$

Dall'angolo di attrito interno si sono poi determinati i coefficienti adimensionali di capacità portante :  $N_c = 18.05$  ;  $N_\gamma = 9.639$  ;  $N_q = 8.663$  .

I risultati ottenuti sono stati tabulati nel seguente schema riassuntivo in funzione di alcune geometrie fondali ipotizzate:

$$D_f = 0.80 \text{ m} \quad 1.00 \text{ m}$$

$$B = 0.90 \text{ m} \quad 1.00 \text{ m}$$

$$Q_r = 3.9 \text{ Kg/cmq} \quad 4.4 \text{ Kg/cmq}$$

Applicando ai valori sopra tabulati, un coefficiente di sicurezza  $F = 3$  , si ottiene un carico ammissibile per le varie geometrie proposte:

$$Q_{amm} ( B = 0.9 \text{ m} ; D_f = 0.8 \text{ m} ) = 1.3 \text{ Kg/cmq}$$

$$Q_{amm} ( B = 1.0 \text{ m} ; D_f = 1.0 \text{ m} ) = 1.4 \text{ Kg/cmq} .$$

Per quanto riguarda invece il calcolo del carico ammissibile, ricavato dalla formula degli olandesi, considerando un valore cautelativo di  $N = 5$  , mediato fino alle maggiori profondità, si ha  $R_d = 22 \text{ Kg/cmq}$  alla profondità di 3.5 m dall'attuale p.c.. In questo caso il carico ammissibile, calcolato per  $F = 3$  , e ricavato dal rapporto  $Q_{amm} = R_d/20$  , ci da un valore del carico ultimo di rottura ( $Q_{amm}$ ) di 1.1 Kg/cmq .

### 6.3. Cedimenti

Una volta accertato che i carichi che si prevede di trasmettere al terreno ( $Q$ ) sono compatibili con quelli ammissibili ( $Q_{amm}$ ), entrano in gioco i possibili e probabili assestamenti del terreno sotto carico. Si è così considerato un

carico di esercizio pari a quello ammissibile ricavato dalla prova penetrometrica:  $Q_{am} = 1.1 \text{ Kg/cm}^2$ . In tale caso il carico netto alla base della fondazione, situata a quota 3.5 risulta poco inferiore a  $0.5 \text{ Kg/cm}^2$ .

Nell'ipotesi quindi di fondazioni continue con  $B = 1.0 \text{ m}$  si è passati alla valutazione della compressibilità del substrato, utilizzando i risultati delle prove penetrometriche attraverso la relazione di Schemertman (1970) :

$$W = C_1 \times C_2 \times dp + S ( I_z/E ) dz$$

con :  $C_1 = 1 - 0.5 ( P_0/dp )$  ;  $C_2 = 1 + 0.2 \log ( t/0.1 )$  ;  $E = 2R_p = 8N$

e dove : "dp" è il carico netto ; "P<sub>0</sub>" la tensione effettiva preesistente sul piano di posa e "t" il tempo in anni a cui è stato calcolato il cedimento.

Il valore del cedimento, riferibile a 5 anni è stato pertanto il seguente:

$$W = 3 \text{ cm}$$

Avendo considerato valori medi e ampiamente cautelativi ripetto alle varie verticali di prova, non si prevedono cedimenti totali e differenziali superiori a quelli ammissibili per le strutture in progetto. Anche la buona omogeneità litostratigrafica, incontrata nel corso delle prove, conferma quanto sopra esposto e tende ad uniformare i massimi valori di compressibilità rendendoli accettabili.

## 7. ESECUZIONE DEGLI SBANCAMENTI

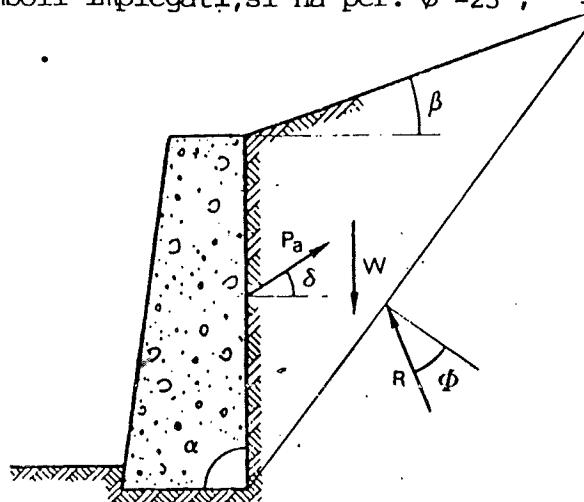
La progettazione dei piani interrati, relativi alle varie autorimesse comporta la realizzazione di sbancamenti di terreno con creazione di scarpate pari a circa 3.5 m. Per l'accesso quindi a tale piano verranno realizzati scavi protetti da muri di sostegno. E' necessario quindi considerare le spinte attive di uno spessore di 3.5 m di terreno nei confronti di un opera di sostegno il cui paramento a monte si può considerare verticale.

Il coefficiente di spinta attiva  $K_a$ , può essere valutato tramite il metodo

di Coulomb con la seguente formula:

$$K_a = \frac{\sin^2(\alpha + \phi) \cos \delta}{\sin \alpha \sin(\alpha - \delta) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)}{\sin(\alpha - \delta) \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

Tale metodo tiene conto dell'attrito che si sviluppa tra terra e muro e considera questo valore pari a  $2/3$  di  $\phi$ . Nel caso specifico, facendo riferimento ad un modello stratigrafico medio, estendibile a tutta l'area in esame, ed allo schema qui di seguito proposto, in cui si chiarisce il significato dei vari simboli impiegati, si ha per:  $\phi = 23^\circ$ ;  $\beta = 15^\circ$ ;  $\alpha = 90^\circ$ ;  $\beta = 0^\circ$ ;  $K_a = 0.566$ .



Sostituendo poi tale valore nella relazione:

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 \frac{K_a}{\cos \delta}$$

avremo  $P_a = 6.8 \text{ t/m}$ ; da cui una componente orizzontale  $P_{ao} = 6.5 \text{ t/m}$  ed una verticale  $P_{av} = 1.7 \text{ t/m}$ .

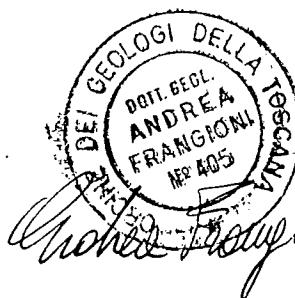
#### 8. CONCLUSIONI

Sulla base delle indagini svolte e dei dati acquisiti, assumendo come valida per tutta l'area una certa omogeneità litostratigrafica, è da ritenersi idoneo l'impiego di fondazioni superficiali con le caratteristiche dimensionali descritte nei precedenti raggrafi.

Si richiede comunque, all'atto di esecuzione degli scavi fondali, da realizzare possibilmente in periodo non piovoso (per evitare indesiderati ristagni d'acqua sul futuro piano fondale) la presenza del Geologo per la puntuale verifica di quanto esposto nella presente.

Per quanto concerne poi, le caratteristiche idrogeologiche dell'area, l'intervento previsto non costituisce pregiudizio per le risorse idriche di interesse regionale (Legge 319 / 76) .

Foligno, Marzo 1993



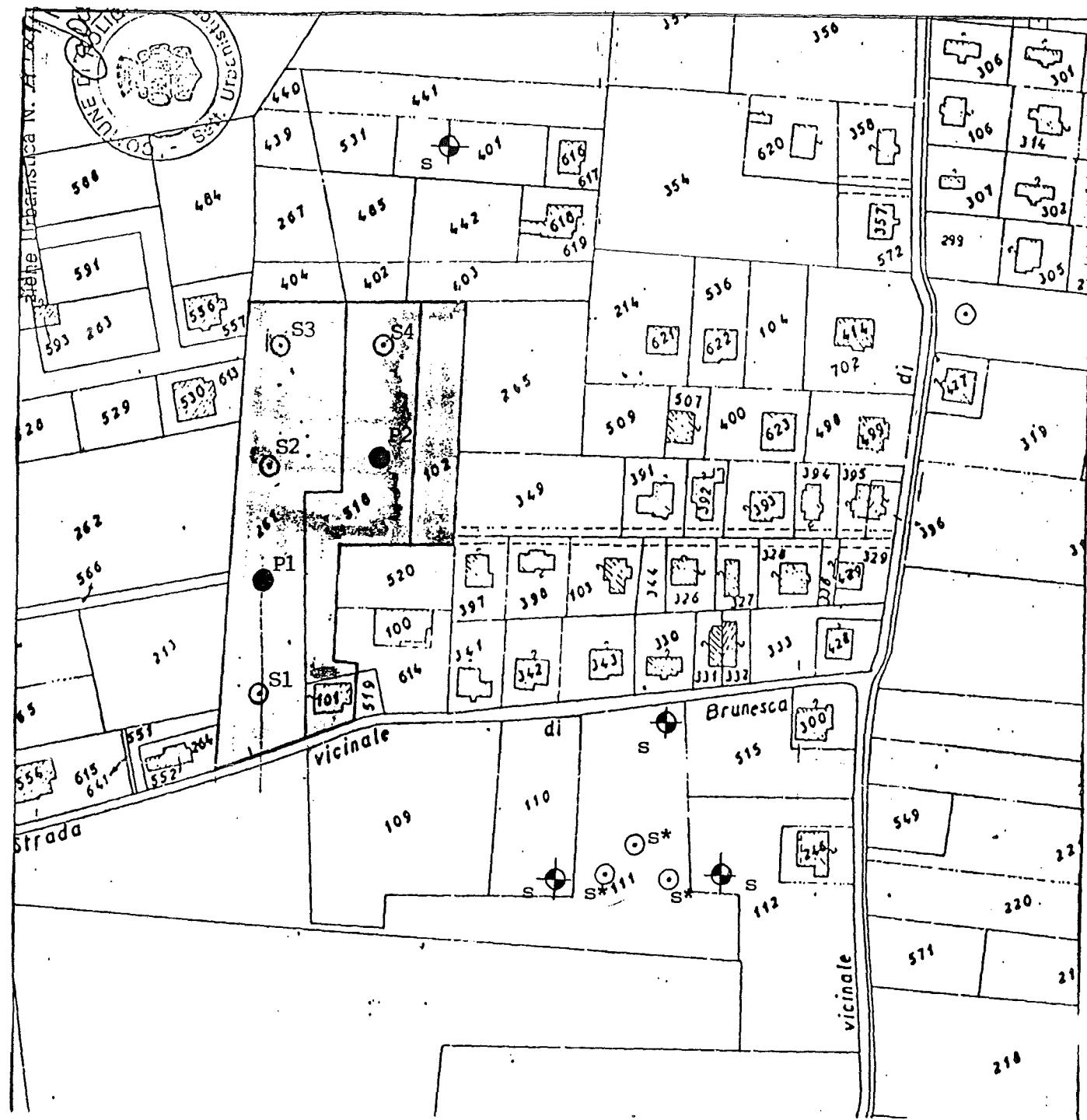


FIG. 2 RIFERIMENTO CATASTALE CON UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE  
ED AREA DI INTERVENTO EDILIZIO SC. 1:2.000

## LEGENDA

- AREA DI INTERVENTO

  - S1 SAGGIO E NUMERO RELATIVO DI RIFERIMENTO
  - P1 PROVA PENETROMETRICA E NUMERO DI RIFERIMENTO

  <sub>S</sub>  <sub>S\*</sub> SONDAGGI GEOGNOSTICI E SAGGI ESEGUITI IN AREE ATTIGUE A QUELLA IN ESAME

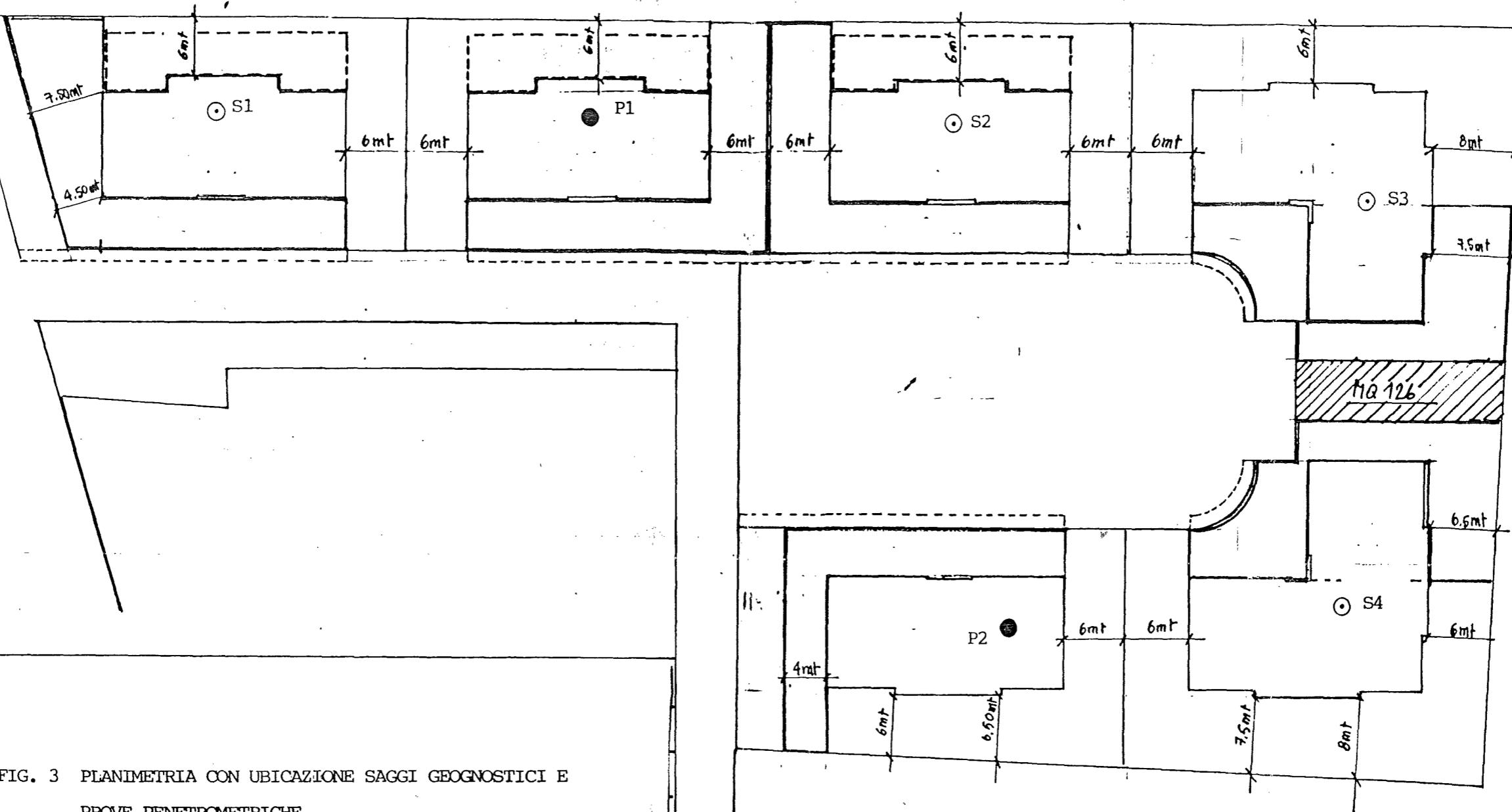


FIG. 3 PLANIMETRIA CON UBICAZIONE SAGGI GEOGNOSTICI  
PROVE PENETROMETRICHE

- ④ S1 SAGGIO E NUMERO DI RIFERIMENTO
  - ⑤ P1 PROVA PENETROMETRICA E NUMERO DI RIFERIMENTO

SCALA 1:50

LEGENDA

- Ubicazione pozzo
- Ubicazione pozzo e quota piezometrica riferita al p.c. ; Gennaio 1993
- Area in esame
-  Direzione e verso di scorrimento acque superficiali

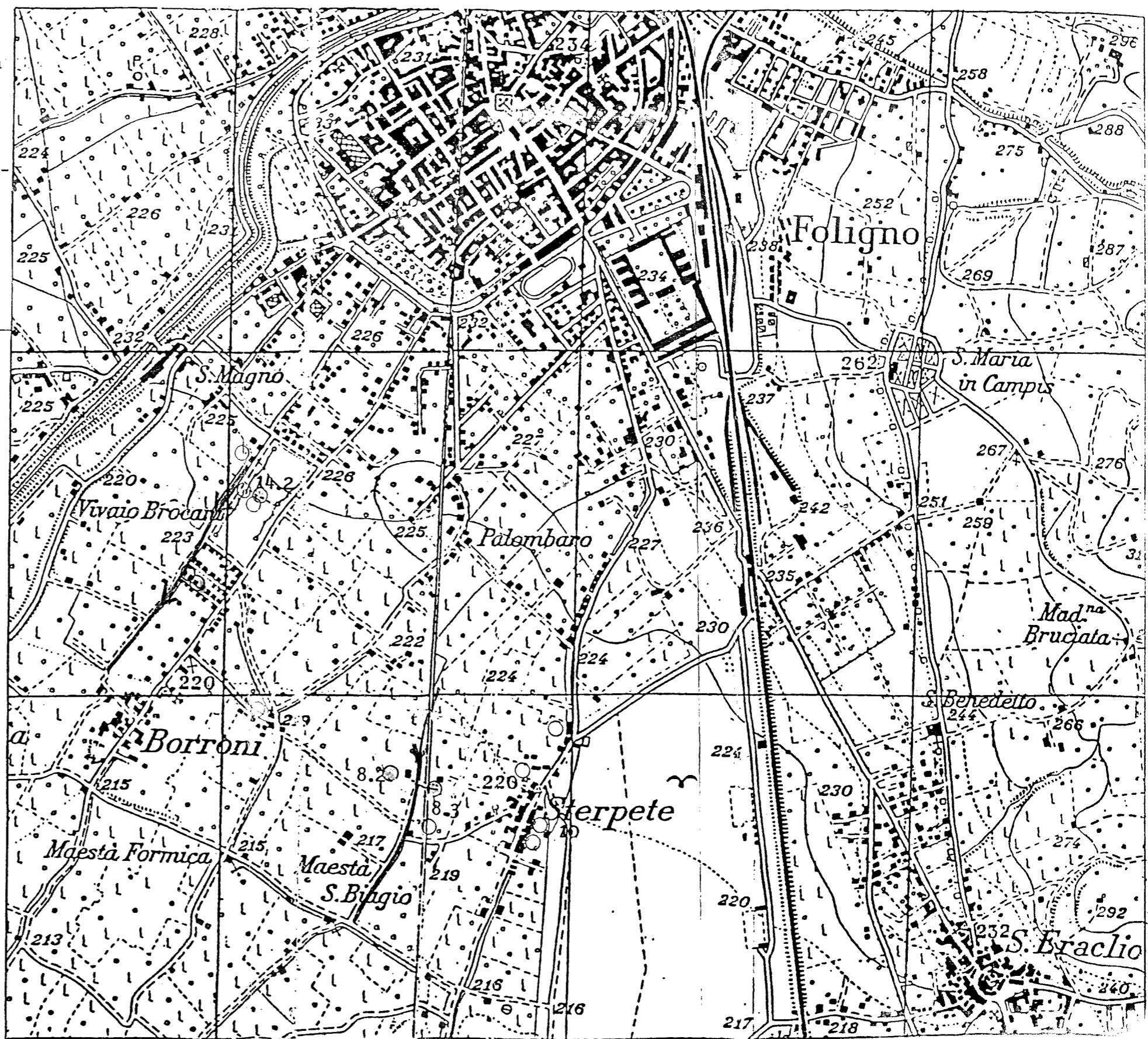
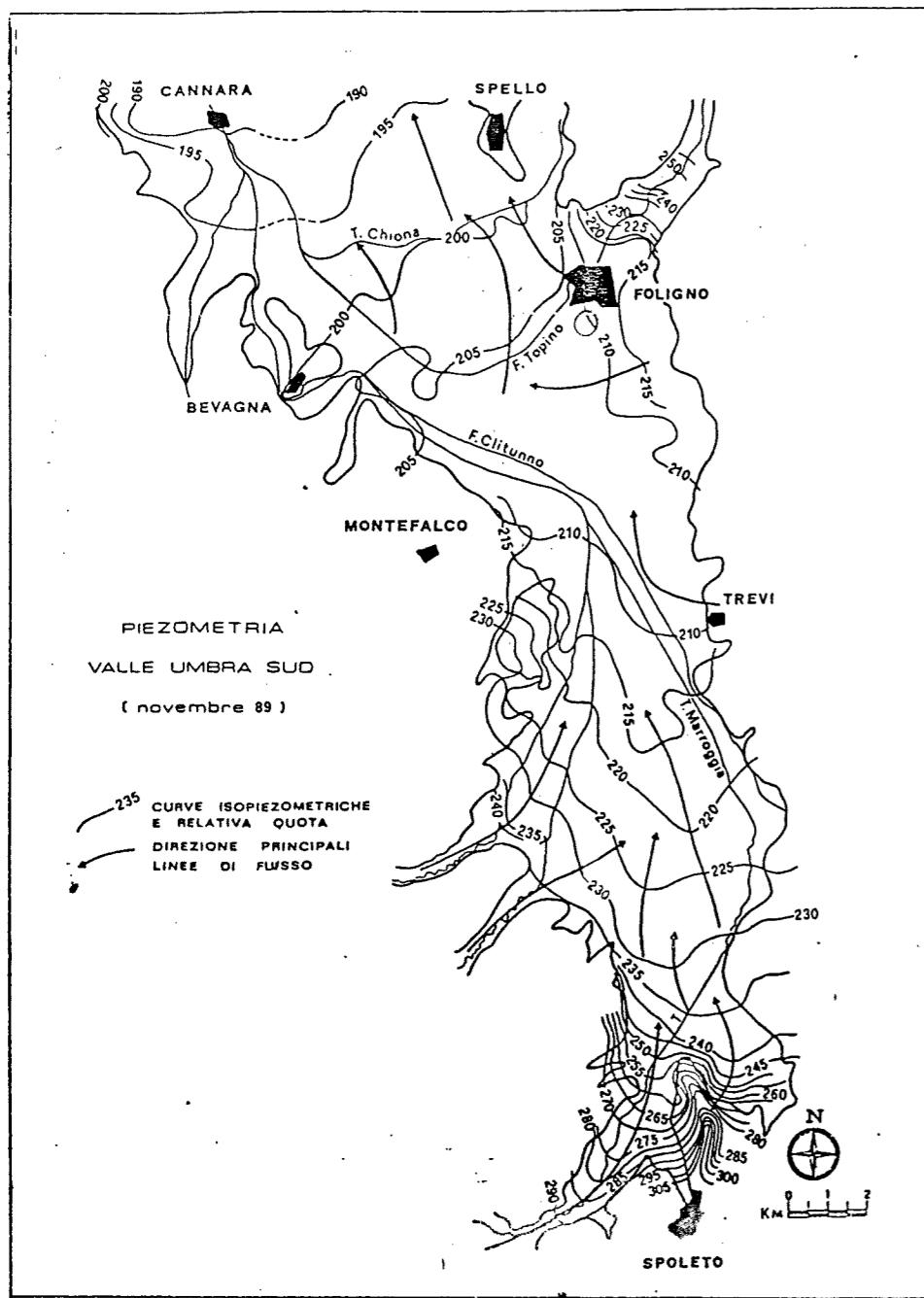
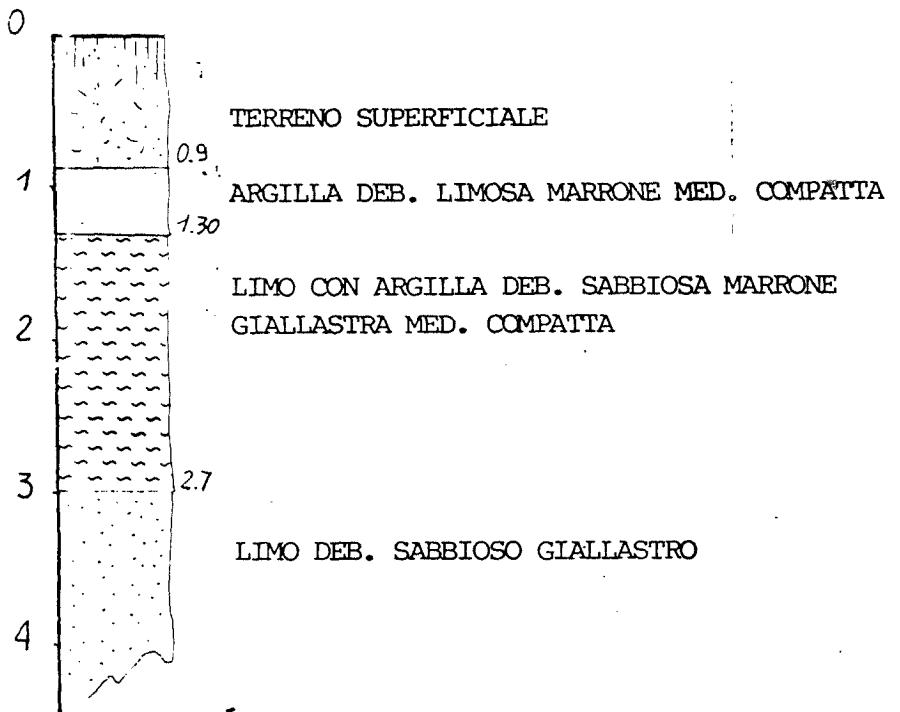


FIG. 4 UBICAZIONE POZZI CENSITI ED INDIVIDUAZIONE AREA IN ESAME SULLA CARTA  
PIEZOMETRICA DELLA VALLE UMBRA SUD

Scala 1:12.500

S1



S2

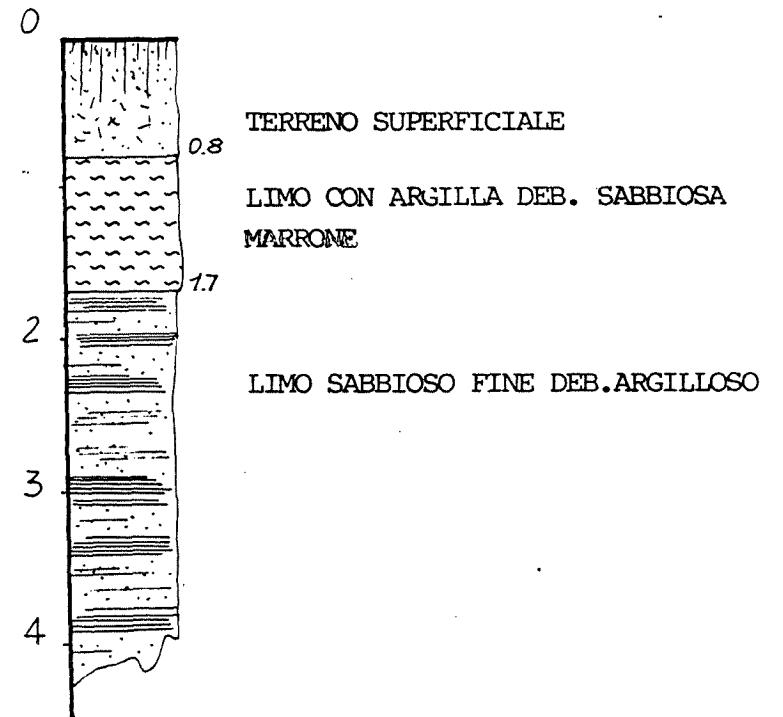
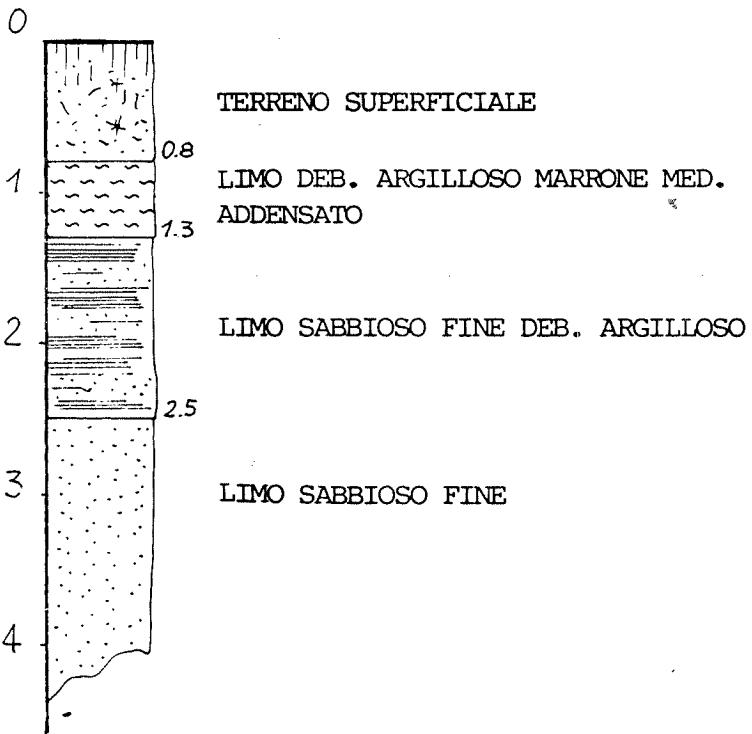


FIG. 5 COLONNE STRATIGRAFICHE SAGGI GEOGNOSTICI

S3



S4



FIG. 5 COLONNE STRATIGRAFICHE SAGGI GEOGNOSTICI



FIG. 6 RICOSTRUZIONE SCHEMATICA DEL SUBSTRATO LITOLOGICO DELL'AREA IN ESAME

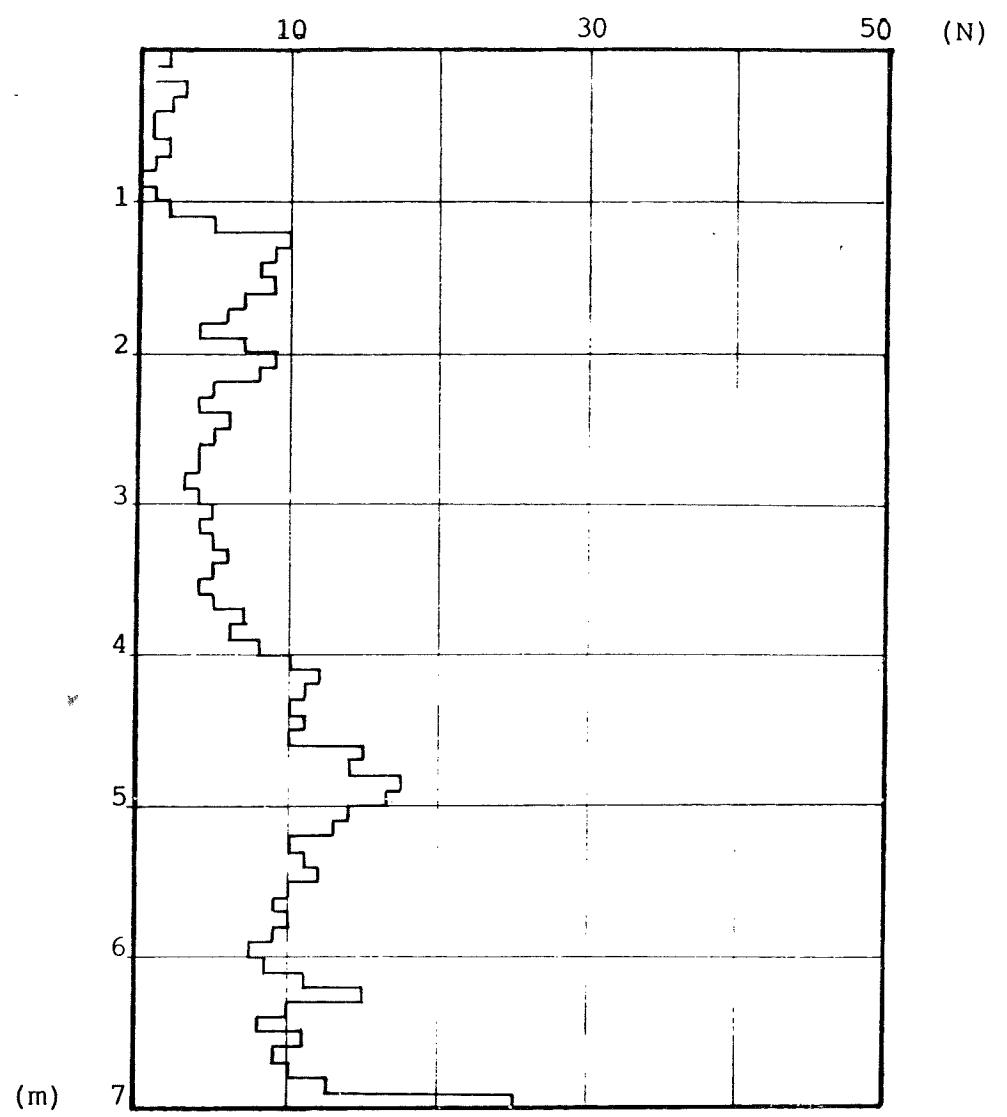


FIG. 7 DIAGRAMMA PROVA PENETROMETRICA N°1

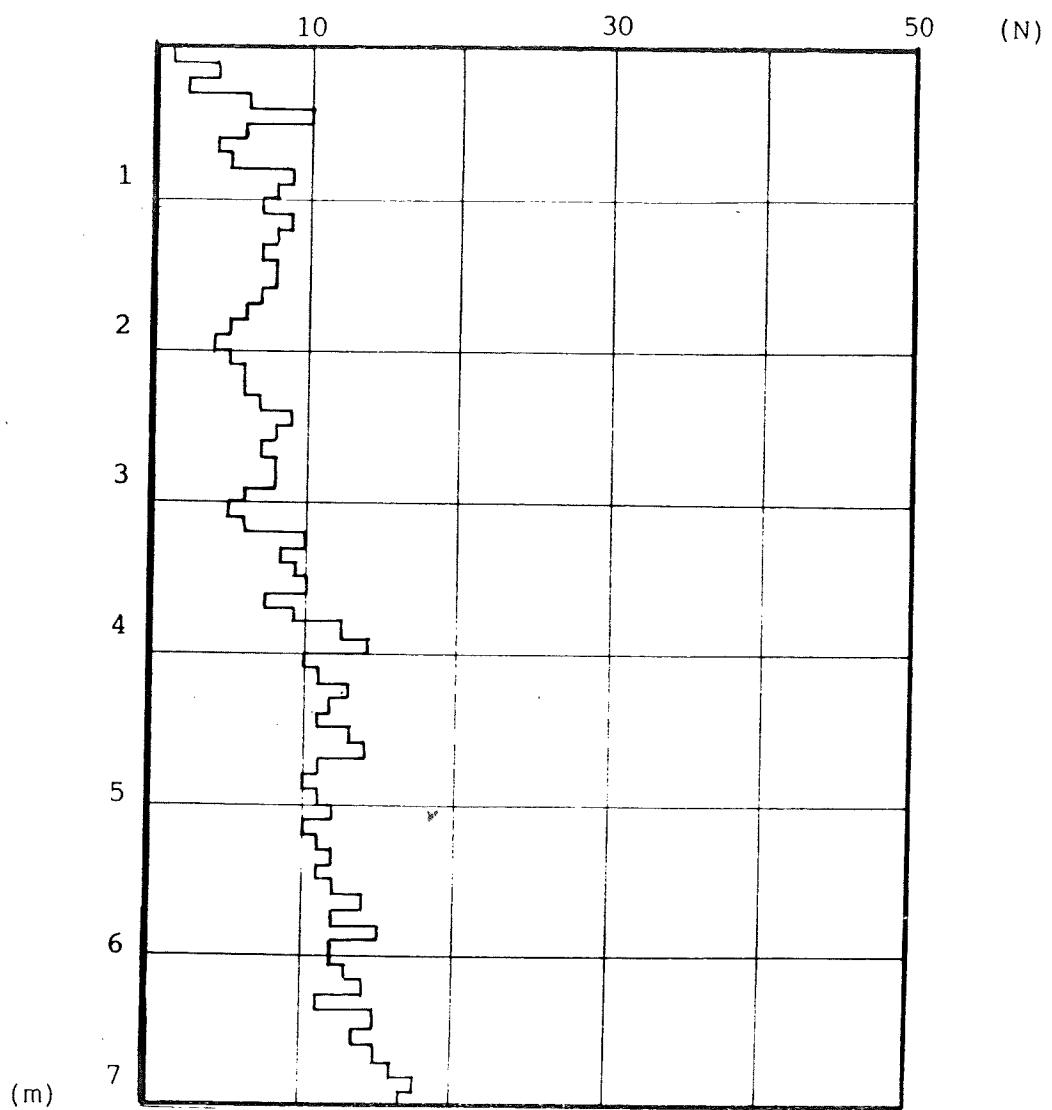


FIG. 7 DIAGRAMMA PROVA PENETROMETRICA N°2