

**COMUNE DI CESENA**  
**PIANO URBANISTICO ATTUATIVO 10/06-AT4a**  
**CALABRINA**  
**Via Cervese**

DETERMINAZIONE n. 1330/2008

**COMMITTENTE: CECCARONI CAMBI VOGLIA PIER LUIGI**  
nato a Bergamo il 04/08/1935.  
residente in Cesena via Corso Comandini, n. 82.  
c.f.: CCC PLG 35M04 A794H

Oggetto della tavola:	Scala:	Tavola n.:
<b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>	/	<b>24</b>

**Il Progettista:**

-Studio Tecnico-  
-Dott. Ing. Angelo Farneti-

Viale G.Bovio, 68-Cesena-Tel.: 0547/29829 – fax: 0547/362746 –  
e-mail: studio.farneti@iol.it

**Data:**

Agosto 2009

PROPRIETA' RISERVATA: questo disegno non potrà essere riprodotto o reso noto a terzi senza la nostra autorizzazione; in caso contrario si agirà a termine di legge.



Al Servizio Pianificazione Territoriale

UFFICIO EDILIZIA

Della Provincia di Forlì-Cesena

E per conoscenza :

Al Servizio Insediamenti Produttivi

SETTORE PROGRAMMAZIONE URBANISTICA

Del Comune di Cesena

Risposta alle richieste di integrazioni della indagine geologico-tecnica inerente il Piano Urbanistico Attuativo di Iniziativa Privata (10/06 AT4a) relativo ad area posta in località Calabrina di Cesena in angolo fra la via Cervese (S.S. Umbro-Casentinese) e la via Mariana.

In data 2 Maggio 2007, l'Assemblea Legislativa della regione Emilia-Romagna ha approvato l'Atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'Art.16, comma 1, della legge regionale 2/2000 in merito a "indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna, per la pianificazione territoriale e urbanistica dei siti "contenente le disposizioni generali e le procedure di riferimento per l'analisi della risposta sismica locale.

Si fa presente che l'area in oggetto si trova in pianura, presenta morfologia del tutto pianeggiante ed è caratterizzata dalla presenza di depositi alluvionali disposti con configurazione stratigrafica orizzontale e pertanto è da ritenersi un'area oggetto di secondo livello di approfondimento per la quale non è prevista una specifica indagine sismica ad integrazione (vedi microzonazione) di quanto già riportato nella relazione geologica presentata.

Cesena Gennaio 2008

Magnani dott.Andrea





Magnani dott. Andrea geologo



tel. 054725121 - fax 0547366469  
Cesena, Piazzetta Isei n. 18

**Committente : Sig. Ceccarelli Cambi Voglia Pier Luigi**

**Oggetto**

**INDAGINE GEOLOGICO TECNICA IN AREA IN CUI E' PREVISTA  
LA REALIZZAZIONE DI UN PIANO URBANISTICO ATTUATIVO  
(Piano 10/06-AT4a)**

**Località : Calabrina di Cesena, via Cervese angolo via Mariana**

Cesena Dicembre 2006

Magnani dott. Andrea



Vietata la riproduzione senza l'autorizzazione scritta (Art.9 D.M. 18/11/1971) copia autorizzata con timbro e firma in originale

## INDICE

- 1) *Premessa*
- 2) *Ubicazione area d'indagine*
- 3) *Morfologia generale e di dettaglio*
- 4) *Inquadramento geologico generale e di dettaglio*
- 5) *Indagini eseguite , metodologia ed elaborazione dati*
- 6) *Stratigrafia dell'area*
- 7) *Acque di superficie e sotterranee, rischio idraulico*
- 8) *Considerazioni relative alla sismicità dell'area e ai rischi di liquefazione dei terreni*
- 9) *Considerazioni geotecniche relative ai terreni di fondazione*
- 10) *Conclusioni*

## RELAZIONE

### PREMESSA

Su incarico della proprietà si è realizzata la presente indagine geologico tecnica in un'area da utilizzarsi a scopo edificatorio. Fine dell'indagine è valutare la idoneità geologica del sito. Lo studio è stato condotto nel rispetto delle prescrizioni vigenti in materia ( Circolare Regionale 1288: 11/02/83 e D.M. 11/03/88).

La indagine ha riguardato le caratteristiche geologiche generali, la natura e le caratteristiche meccaniche dei terreni e l'idrogeologia dell'area in esame, riferita ai caratteri idrogeologici generale ed in particolare alla falda idrica superficiale.

### UBICAZIONE AREA

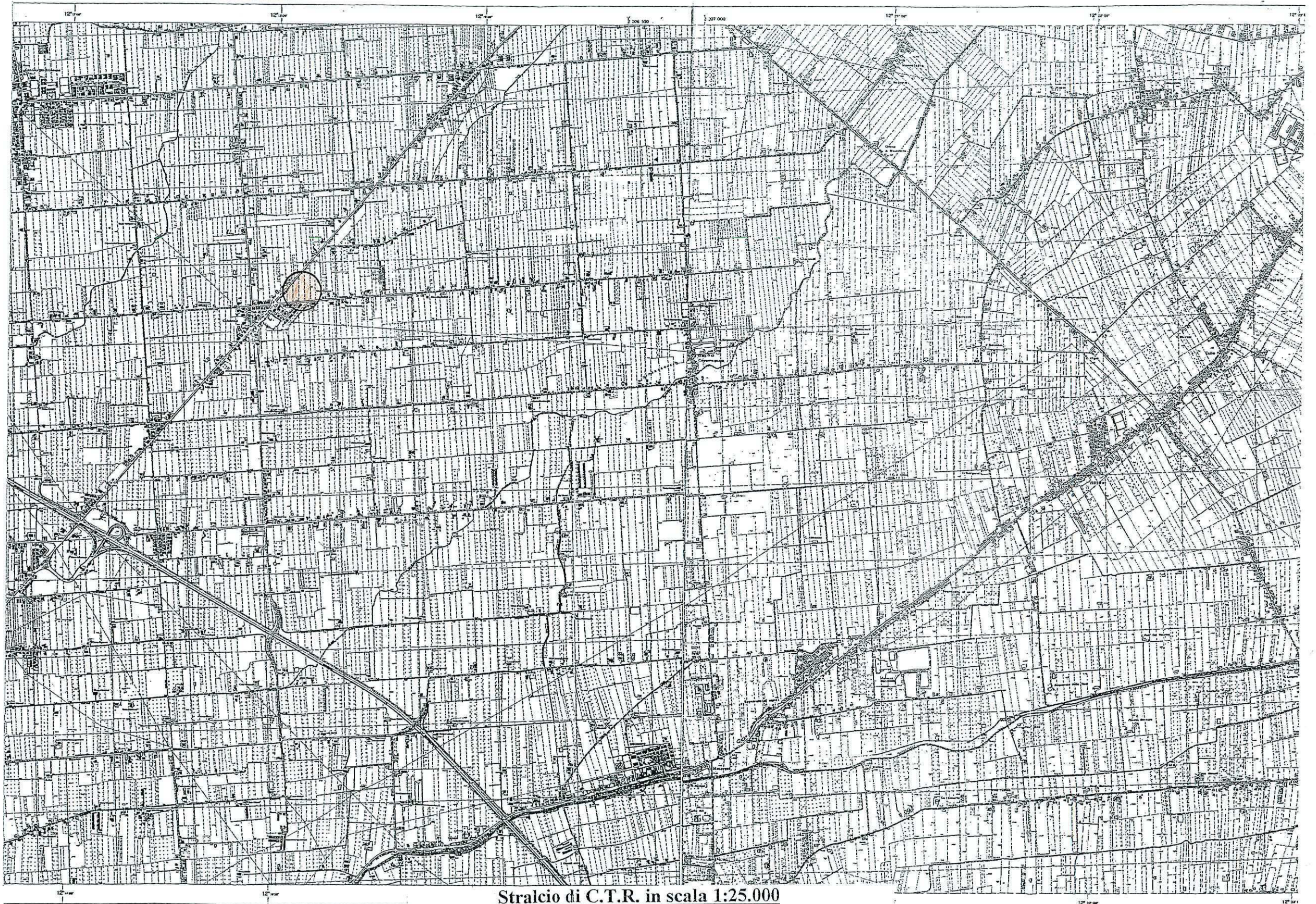
L'area in esame, di forma triangolare e di superficie complessiva pari a mq 28.336, si trova nella frazione di Calabrina del comune di Cesena in angolo fra la via Cervese e la via Mariana Dal punto di vista topografico è rilevabile negli allegati stralci di C.T.R.

### ALLEGATI

Corografia in scala 1:25.000


Corografia in scala 1:10.000

Corografia in scala 1:5.000



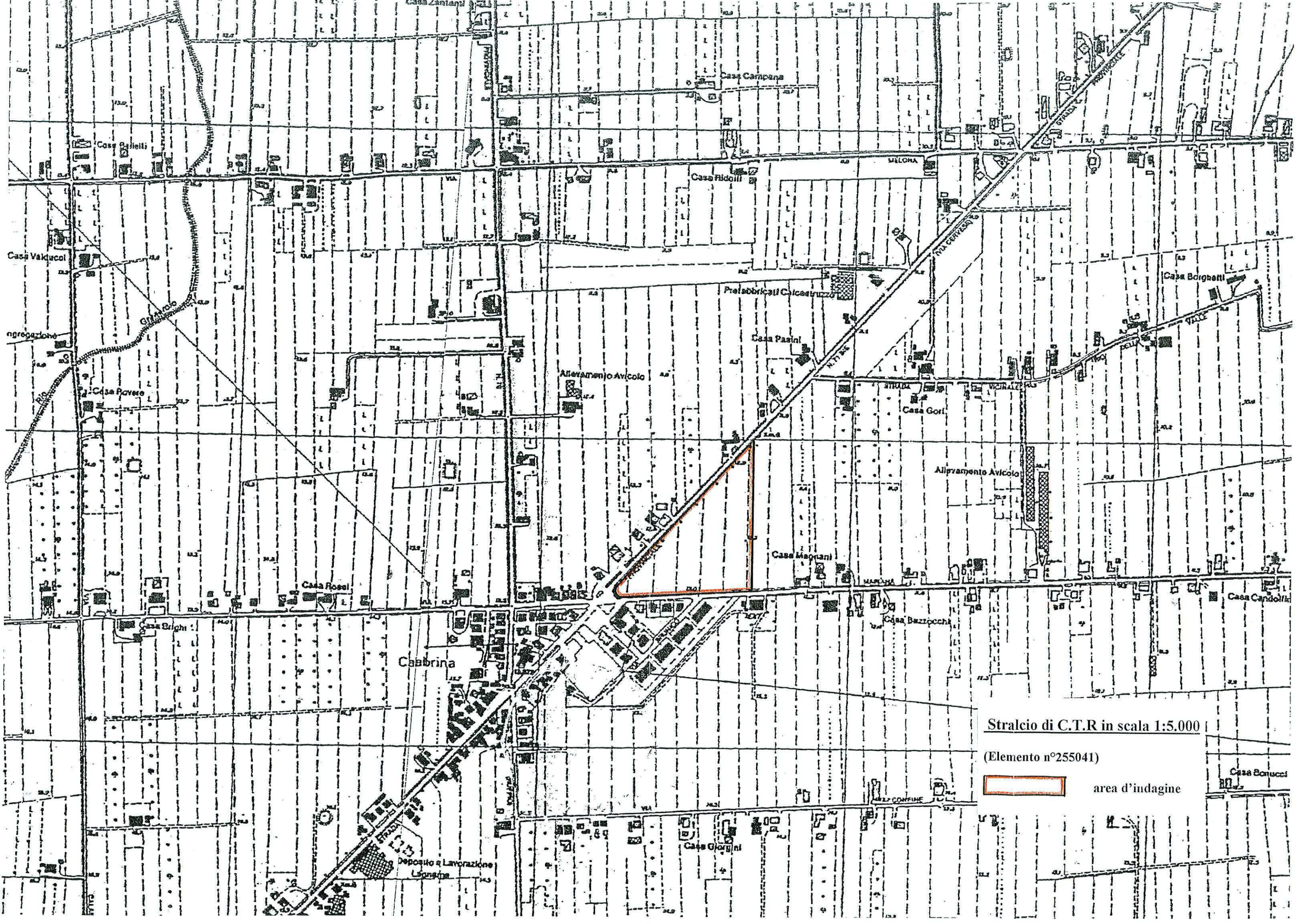
**Stralcio di C.T.R. in scala 1:25.000**

(Tavolette 255 NE e 256NO – foglio n°100 “Forlì”)

 area d'indagine







Stralcio di C.T.R in scala 1:5.000

(Elemento n°255041)

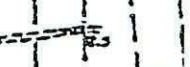


area d'indagine

Casa Bonucci



Casa Bonucci



Casa Bonucci



Casa Bonucci

### **MORFOLOGIA GENERALE E DI DETTAGLIO**

L'area in esame si trova in una zona di pianura alluvionale ove i processi morfogenetici che hanno definito l'attuale superficie topografica sono principalmente di origine fluviale, processi naturali ai quali in epoca storica si sono aggiunti gli interventi antropici che attraverso il rimodellamento superficiale hanno mascherato o variato il reticolo idrografico e hanno significativamente modificato l'ambiente originario.

Trattandosi di un territorio pianeggiante, i lineamenti morfologici risultano difficilmente individuabili direttamente sul terreno, in quanto presentano dislivelli di entità minima, risultano al contrario chiaramente evidenti osservando le quote topografiche riportate in cartografia, essendo l'altimetria condizionata dall'evoluzione geomorfologica del terreno. In dettaglio l'area in esame si sviluppa interamente a quote comprese fra m 12.50 e m 13.00 sul livello del mare con una debole acclività (inferiore a 2°) diretta da sud verso nord.

### **INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE E DI DETTAGLIO**

Il territorio di pianura del comune di Cesena appartiene all'ampio bacino sedimentario padano rappresentato da una successione di depositi alluvionali di età pliocenico-quadernaria.

In particolare l'area in esame si trova nell'ambito del cosiddetto *Subsistema di Ravenna* (AES8, nuova classificazione geologica), unità relativamente superficiale di spessore generalmente inferiore a 30 metri e che in zona è caratterizzato dalla presenza di argille e argille limose, raramente sabbiose (piana inondabile, argine distale)

Nell'area d'indagine il tetto del subsistema, che coincide con la superficie topografica, presenta suoli a basso grado di alterazione con spessore compreso fra m 1.00 e m 1.50 e con orizzonti decarbonatati (Mesolitico-Età Romana).

### **ALLEGATI**

Carta Geologica in scala 1:10.000 (da Carta Geologica di Pianura in scala 1:250.000)



### **INDAGINI ESEGUITE, METODOLOGIA ED ELABORAZIONE DATI**

L'area è stata esplorata mediante n°4 (quattro) sondaggi penetrometrici statici (CPT), ubicati come indicato nella planimetria allegata e spinti alla profondità di m-15.00 dall'attuale piano di campagna.

La penetrometria statica consiste nel valutare la resistenza alla penetrazione di una punta meccanica (CPT) di caratteristiche e dimensioni standardizzate, infissa nel terreno a velocità costante :  $v = 2 \text{ cm/s} \pm 0.5 \text{ cm/s}$ .

La penetrazione avviene mediante un dispositivo di spinta opportunamente ancorato, che agisce su una doppia batteria di aste (esterne cave e interne piene e coassiali), alla cui estremità inferiore è collegata la punta. Lo sforzo necessario alla infissione viene registrato ad intervalli di 20 cm da una cella tensiometrica collegata ad un trasduttore digitale.

I dati rilevati durante la prova, riportati sugli allegati tabulati, sono i seguenti:

- Rp (kg/cm<sup>2</sup>)      resistenza statica alla punta
- Ri (kg/cm<sup>2</sup>)      resistenza all'attrito laterale locale

I valori di resistenza successivamente elaborati (valori di resistenza del terreno sondato) hanno permesso di ottenere utili informazioni per il riconoscimento dei principali parametri geotecnici (coesione non drenata  $C_u$  – angolo di attrito efficace  $\phi'$  – densità relativa  $D_r$  – modulo edometrico  $M_o$  – moduli di deformazione non drenata  $E_u$  e drenata  $F'$  – peso di volume  $Y$ , ecc.). Le elaborazioni citate (effettuate mediante un programma di calcolo automatico) fanno riferimento a esperienze e ricerche condotte in diversi paesi da diversi autori.

### **ALLEGATI**

Planimetria in scala 1:1.000 con ubicazione penetrometrie

N°4 Profili penetrometrici

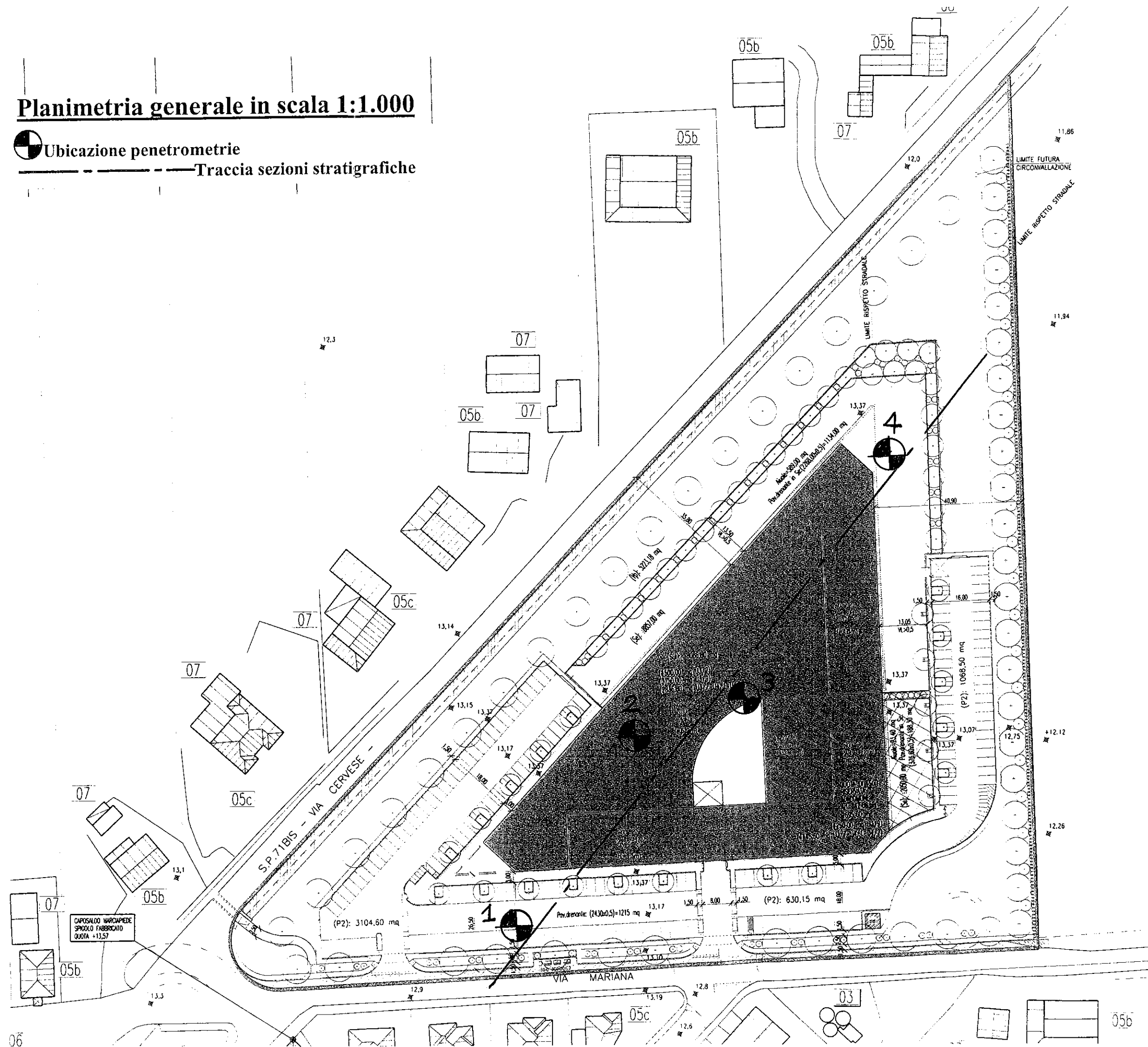
N°4 Tabulati con riportate caratteristiche geotecniche dei terreni sondati

# Planimetria generale in scala 1:1.000



Ubicazione penetrometrie

Traccia sezioni stratigrafiche



## LEGENDA VALORI DI RESISTENZA

Strumento utilizzato:

### **PENETROMETRO STATICO OLANDESE tipo GOUDA (tipo meccanico).**

Caratteristiche:

- punta conica meccanica  $\varnothing$  35.7 mm, angolo di apertura  $\alpha = 60^\circ$  - ( area punta  $A_p = 10 \text{ cm}^2$ )
- manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' (  $\varnothing$  35.7 mm - h 133 mm - sup. lat. Am. =  $150 \text{ cm}^2$ )
- velocità di avanzamento costante  $V = 2 \text{ cm / sec}$  ( $\pm 0,5 \text{ cm / sec}$ )
- spinta max nominale dello strumento  $S_{max}$  variabile a seconda del tipo
- costante di trasformazione (lett $\Rightarrow$  Spinta)  $C_t = \text{SPINTA (Kg)} / \text{LETTURA DI CAMPAGNA}$

$$\text{fase 1 - resistenza alla punta} \quad R_p \text{ ( Kg / cm}^2\text{)} = \text{( L. punta ) } C_t / 10$$

$$\text{fase 2 - resistenza laterale locale} \quad R_L \text{ ( Kg / cm}^2\text{)} = \text{[(L. laterale) - (L. punta)] } C_t / 150$$

$$\text{fase 3 - resistenza totale} \quad R_t \text{ ( Kg)} = \text{( L. totale ) } C_t$$

$$R_p / R_L = \text{'rapporto Begemann'}$$

- L. punta = lettura di campagna durante l' infissione della sola punta ( fase 1 )
- L. laterale = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto ( fase 2 )
- L. totale = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne ( fase 3 )

N.B. : la spinta  $S$  ( Kg ), corrispondente a ciascuna fase , si ottiene moltiplicando la corrispondente lettura di campagna  $L$  per la costante di trasformazione  $C_t$  .

N.B. : causa la distanza intercorrente ( 20 cm circa ) fra il manicotto laterale e la punta conica del penetrometro , la resistenza laterale locale  $R_L$  viene computata 20 cm sopra la punta .

### CONVERSIONI

$$1 \text{ kN ( kiloNewton )} = 1000 \text{ N} \approx 100 \text{ kg} = 0,1 \text{ t} - 1 \text{ MN (megaNewton )} = 1000 \text{ kN} = 1000000 \text{ N} \approx 100 \text{ t}$$

$$1 \text{ kPa ( kiloPascal )} = 1 \text{ kN/m}^2 = 0,001 \text{ MN/m}^2 = 0,001 \text{ MPa} \approx 0,1 \text{ t/m}^2 = 0,01 \text{ kg/cm}^2$$

$$1 \text{ MPa ( MegaPascal )} = 1 \text{ MN/m}^2 = 1000 \text{ kN/m}^2 = 1000 \text{ kPa} \approx 100 \text{ t / m}^2 = 10 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{kg/cm}^2 = 10 \text{ t/m}^2 \approx 100 \text{ kN/m}^2 = 100 \text{ kPa} = 0,1 \text{ MN/m}^2 = 0,1 \text{ Mpa}$$

$$1 \text{ t} = 1000 \text{ kg} \approx 10 \text{ kN}$$

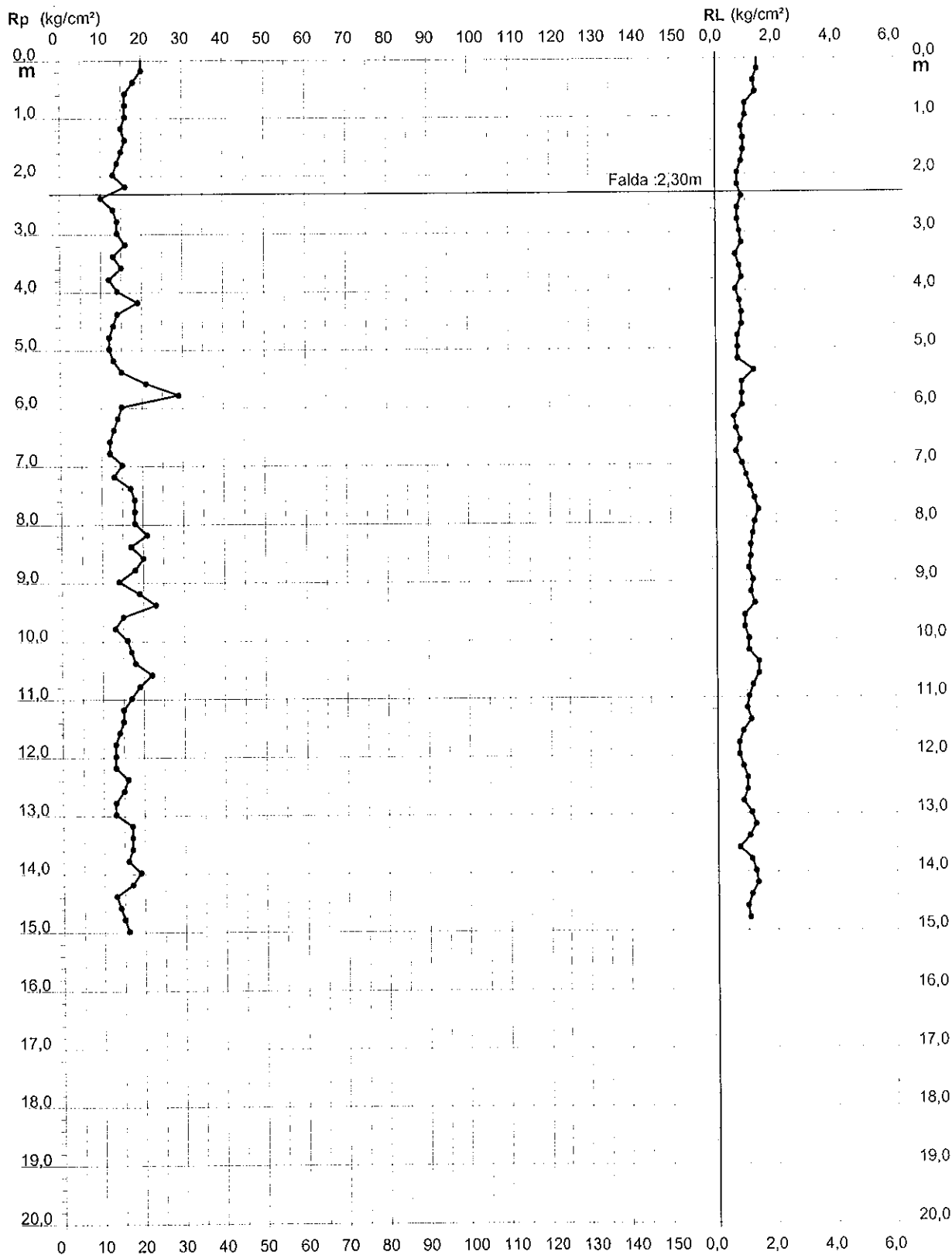
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

## CPT 1

2.010496-091

- committente : Ceccarelli Cambi Voglia Pierluigi  
- lavoro : Realizzazione di P.U.A.  
- località : Calabrina di Cesena, via Mariana angolo via Cervese

- data : 12/12/2006  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 2,30 m da quota inizio  
- scala vert. : 1 : 100



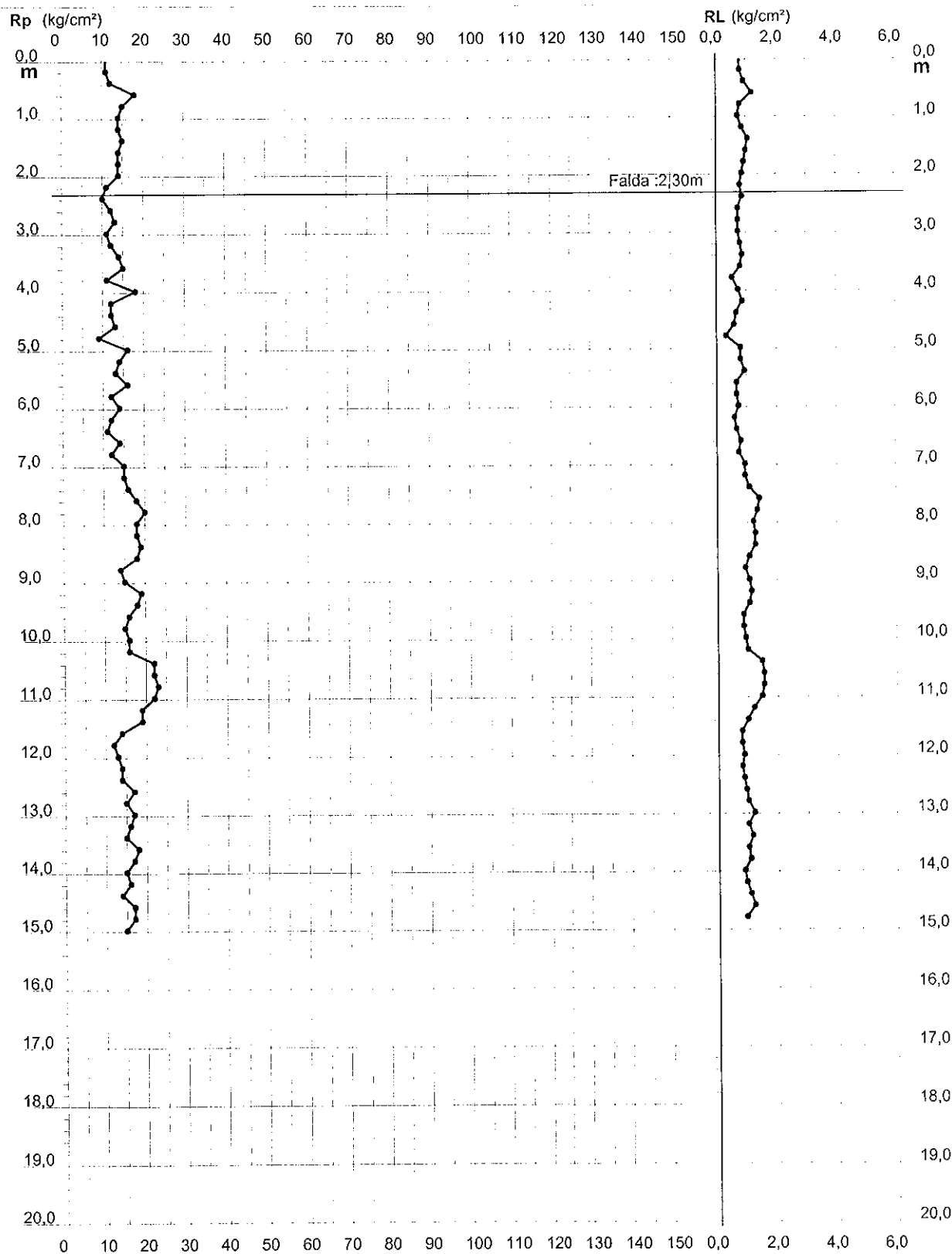
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

## CPT 2

2.010496-091

- committente : Ceccarelli Cambi Voglia Pierluigi  
- lavoro : Realizzazione di P.U.A.  
- località : Calabrina di Cesena, via Mariana angolo via Cervese

- data : 12/12/2006  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 2,30 m da quota inizio  
- scala vert.: 1 : 100





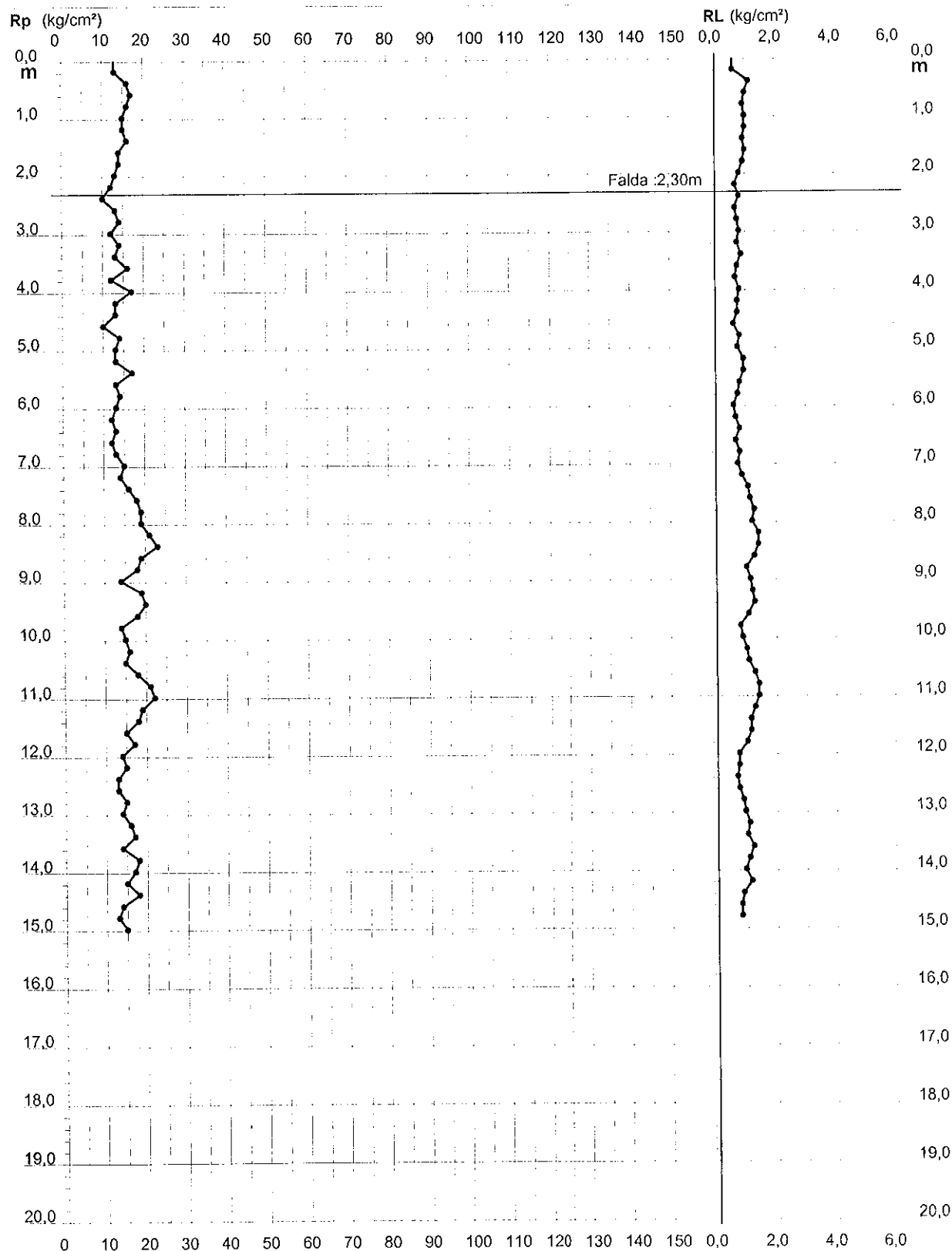
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

**CPT 3**

2.010496-091

- committente : Ceccarelli Cambi Voglia Pierluigi  
 - lavoro : Realizzazione di P.U.A.  
 - località : Calabrina di Cesena, via Mariana angolo via Cervese

- data : 12/12/2006  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : 2,30 m da quota inizio  
 - scala vert.: 1 : 100



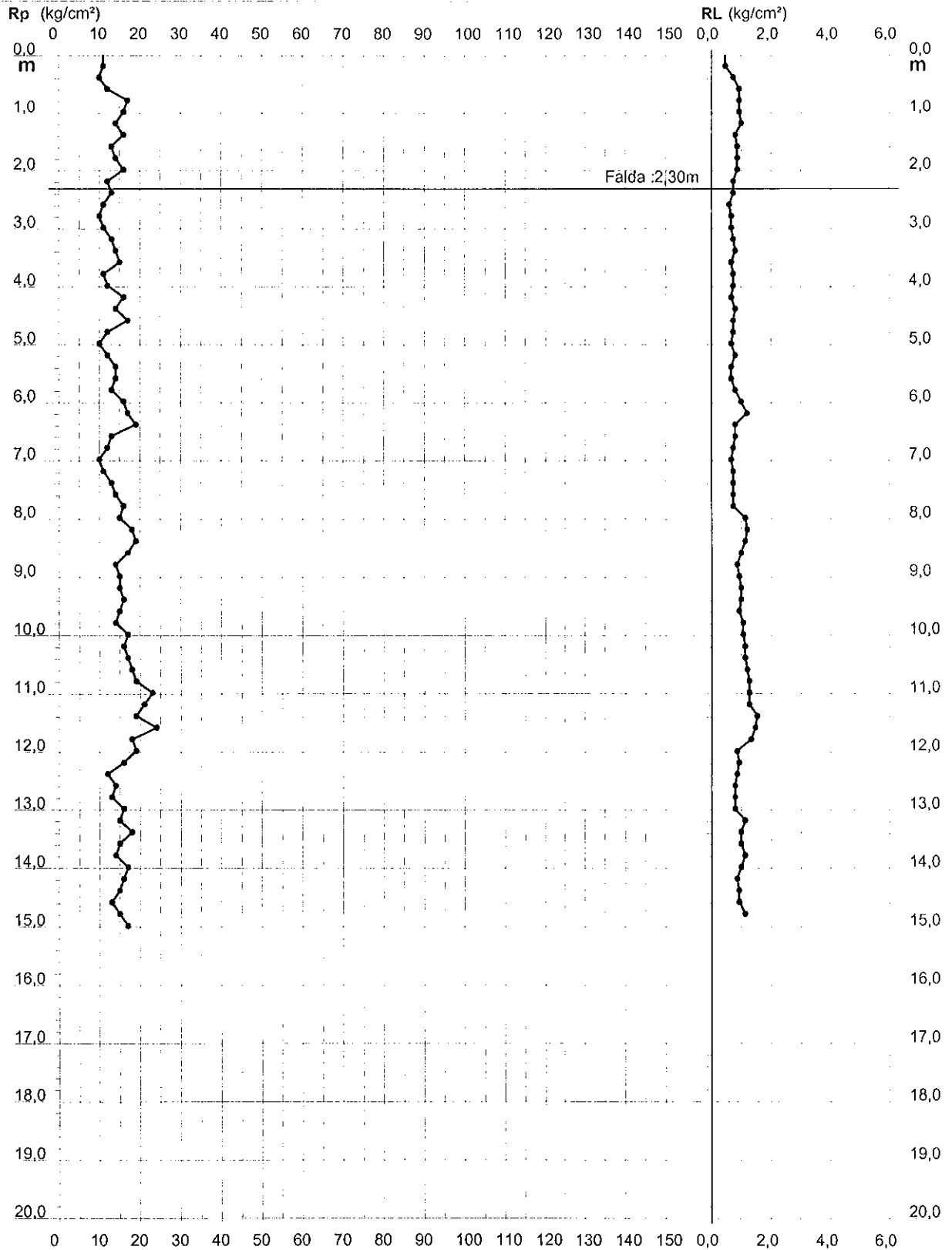
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

## CPT 4

2.010496-091

- committente : Ceccarelli Cambi Voglia Pierluigi  
- lavoro : Realizzazione di P.U.A.  
- località : Calabrina di Cesena, via Mariana angolo via Cervese

- data : 12/12/2006  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 2,30 m da quota inizio  
- scala vert.: 1 : 100



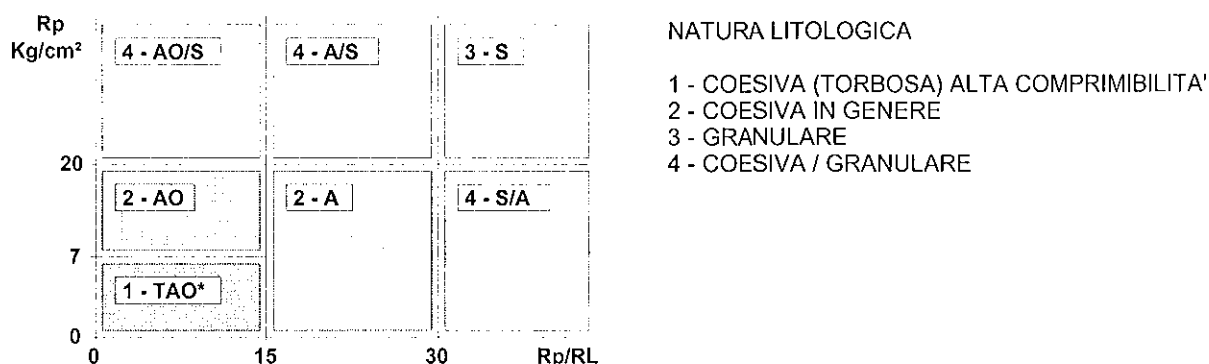
## LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI

### SCELTE LITOLOGICHE ( validità orientativa )

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al rapporto  $R_p / R_L$   
 ( Begemann 1965 -Raccomandazioni A.G.I. 1977 ), prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :

$R_p \leq 20 \text{ kg/cm}^2$  : possibili terreni COESIVI anche se  $( R_p / R_L ) > 30$

$R_p \geq 20 \text{ kg/cm}^2$  : possibili terreni GRANULARI anche se  $( R_p / R_L ) < 30$



### PARAMETRI GEOTECNICI ( validità orientativa ) - simboli - correlazioni - bibliografia

- $\gamma'$  = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [ correlazioni :  $\gamma'$  -  $R_p$  - natura ]  
 ( Terzaghi & Peck 1967 -Bowles 1982 )
- $\sigma'_{vo}$  = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno ( valutata in base ai valori di  $\gamma'$  )
- $C_u$  = coesione non drenata (terreni coesivi ) [ correlazioni :  $C_u$  -  $R_p$  ]
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi ) [ correlazioni : OCR -  $C_u$  -  $\sigma'_{vo}$  ]  
 ( Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983 )
- Eu = modulo di deformazione non drenato (terr.coes.) [ correl. : Eu -  $C_u$  - OCR -  $I_p$   $I_p$ = ind.plast.]  
 Eu50 - Eu25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976 )
- $E'$  = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [ correlazioni :  $E'$  -  $R_p$  ]  
 $E'_{50}$  -  $E'_{25}$  corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (coeff. di sicurezza  $F = 2 - 4$  rispettivamente )  
 (Schmertmann 1970 / 1978 - Jamiolkowski et al. 1983 )
- Mo = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [ correl. : Mo -  $R_p$  - natura]  
 (Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973 )
- Dr = densità relativa (terreni gran. N. C. - normalmente consolidati)  
 [ correlazioni : Dr -  $R_p$  -  $\sigma'_{vo}$  ] (Schmertmann 1976 )
- $\phi'$  = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C. ) [ correl. :  $\phi'$  - Dr -  $R_p$  -  $\sigma'_{vo}$  ]  
 (Schmertmann 1978 - Durgunoglu & Mitchell 1975 - Meyerhof 1956 / 1976)  
 $\phi'_{1s}$  - (Schmertmann) sabbia fine uniforme       $\phi'_{2s}$  - sabbia media unif./ fine ben gradata  
 $\phi'_{3s}$  - sabbia grossa unif./ media ben gradata       $\phi'_{4s}$  - sabbia-ghiaia poco lim./ ghiaietto unif.  
 $\phi'_{dm}$  - ( Durgunoglu & Mitchell ) sabbie N.C.       $\phi'_{my}$  - (Meyerhof) sabbie limose
- Amax = accelerazione al suolo che può causare liquefazione ( terreni granulari )  
 (  $g$  = acc.gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976 ) [ correlazioni : (Amax/ $g$ ) - Dr]



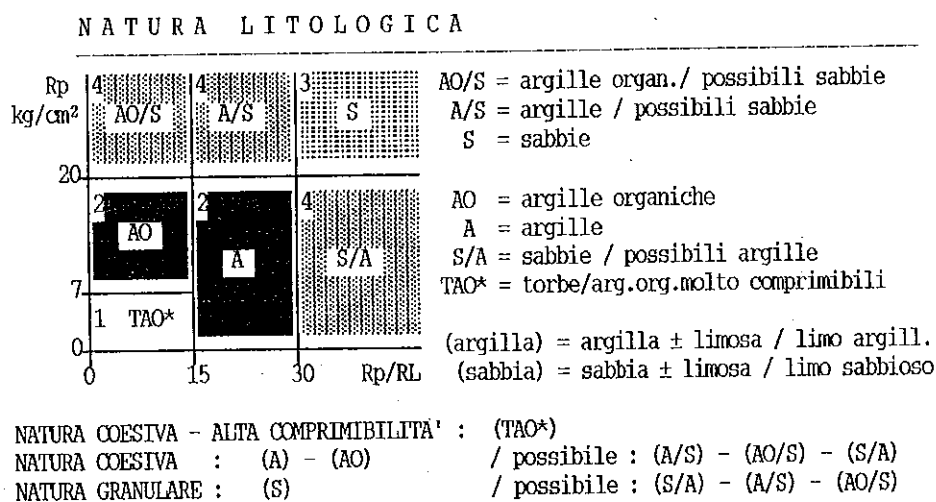






## STRATIGRAFIA DELL'AREA

Come già accennato si è in presenza di depositi continentali tardo-quadernari costituiti da terreni prevalentemente argillosi e raramente limoso-sabbiosi, normalconsolidati e in prevalenza di consistenza da modesta a media, quindi ancora sensibili alle sollecitazioni di carico che si avranno con i fabbricati in progetto. In dettaglio per ognuna delle penetrometrie realizzate si è rilevata la successione dei litotipi presenti, litotipi il cui riconoscimento è stato ottenuto utilizzando il rapporto Rp/Rl (Begemann 1965 - raccomandazioni A.G.I.) e in base alla relazione fra i valori di Rp ed il rapporto FR = (Rl/Rp)% (Schmertmann 1977).



RIEPILOGO : NATURA LITOLOGICA TIPI LITOLOGICI

1	COESIVA-ALTA COMPR.	(TAO*)
2	COESIVA	(A) - (AO)
3	GRANULARE	(S)
4	COESIVA/GRANULARE	(A/S) - (AO/S) - (S/A)

### Penetrometria n°1

Dal p.c. a m-0.60 : terreno agrario

Da m-0.60 a m-1.80 : argille raramente limose di consistenza media

Da m-1.80 a m-7.20 : alternanza di argille e argille limose con livelli limoso-argillosi, raramente sabbiosi, sedimenti alternativamente di media e di modesta consistenza

Da m-7.20 a m-11.00 : argille e argille limose di buona e di media consistenza

Da m-11.00 a m-15.00 : argille e argille limose in prevalenza di media consistenza



### **Penetrometria n°2**

Dal p.c a m-0.60 : terreno agrario

Da m-0.60 a m-2.00 : argille limose e argille di media consistenza

Da m-2.00 a m-6.80 : argille passanti ad argille limose e a limi argillosi, raramente sabbiosi, sedimenti in prevalenza di modesta consistenza

Da m-6.80 a m-11.40 : argille raramente limose, da medie a compatte

Da m-11.40 a m-15.00 : argille e argille limose di media consistenza

### **Penetrometria n°3**

Dal p.c. a m-0.80 : terreno agrario

Da m-0.80 a m-1.80 : argille debolmente limose, di media consistenza

Da m-1.80 a m-7.00 : argille e argille limose, raramente limi argillosi, sedimenti di modesta e di media consistenza

Da m-7.00 a m-11.80 : argille raramente limose da medie a compatte

Da m-7.00 a m-15.00 : argille limose e argille, rari limi argillosi, sedimenti in prevalenza di media consistenza

### **Penetrometria n°4**

Dal p.c. a m-0.60 : terreno agrario

Da m-0.60 a m-2.00 : argille e argille limose, di media consistenza

Da m-2.00 a m-7.80 : argille, argille limose e limi argilloso-sabbiosi, sedimenti di consistenza da modesta a buona

Da m-7.80 a m-12.00 : argille raramente limose, da medie a compatte

Da m-12.00 a m-15.00 : argille, argille limose e limi argillosi, di media consistenza

Si è in presenza di sedimenti recenti, normalconsolidati, sostanzialmente coesivi e con caratteristiche litologiche e meccaniche sostanzialmente.

### **ALLEGATI**

N° 4 colonne stratigrafiche relative alle penetrometrie

N° 1 sezione stratigrafica

## LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

Valutazioni in base al rapporto:  $F = (R_p / R_L)$

( Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977 )

valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

$F = R_p / R_L$	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
$F < 15$	TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
$15 < F \leq 30$	LIMI ED ARGILLE	COESIVE
$30 < F \leq 60$	LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	GRANULARI
$F > 60$	SABBIE E SABBIE CON GHIAIA	GRANULARI

Vengono inoltre riportate le valutazioni stratigrafiche fornite da Schmertmann (1978), ricavabili in base ai valori di  $R_p$  e di  $FR = (R_L / R_p) \% :$

- AO = argilla organica e terreni misti
- Att = argilla (inorganica) molto tenera
- At = argilla (inorganica) tenera
- Am = argilla (inorganica) di media consistenza
- Ac = argilla (inorganica) consistente
- Acc = argilla (inorganica) molto consistente
- ASL = argilla sabbiosa e limosa
- SAL = sabbia e limo / sabbia e limo argilloso
- Ss = sabbia sciolta
- Sm = sabbia mediamente addensata
- Sd = sabbia densa o cementata
- SC = sabbia con molti fossili, calcareniti

Secondo Schmertmann il valore della resistenza laterale da usarsi, dovrebbe essere pari a:

- $1/3 \pm 1/2$  di quello misurato , per depositi sabbiosi
- quello misurato ( inalterato ) , per depositi coesivi.

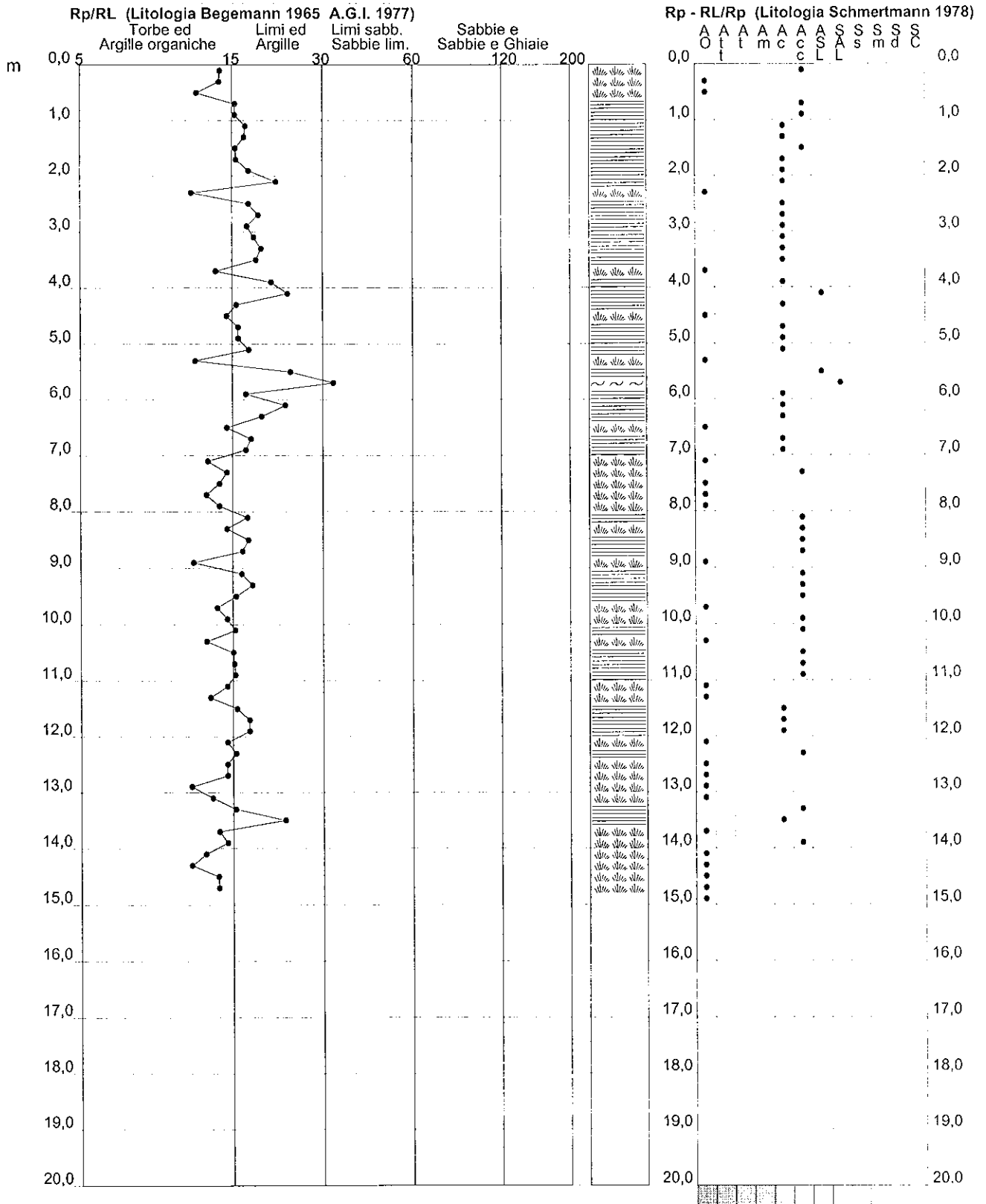
# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

## CPT 1

2.010496-091

- committente : Ceccarelli Cambi Voglia Pierluigi
- lavoro : Realizzazione di P.U.A.
- località : Calabrina di Cesena, via Mariana angolo via Cervese
- note :

- data : 12/12/2006
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 2,30 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 100



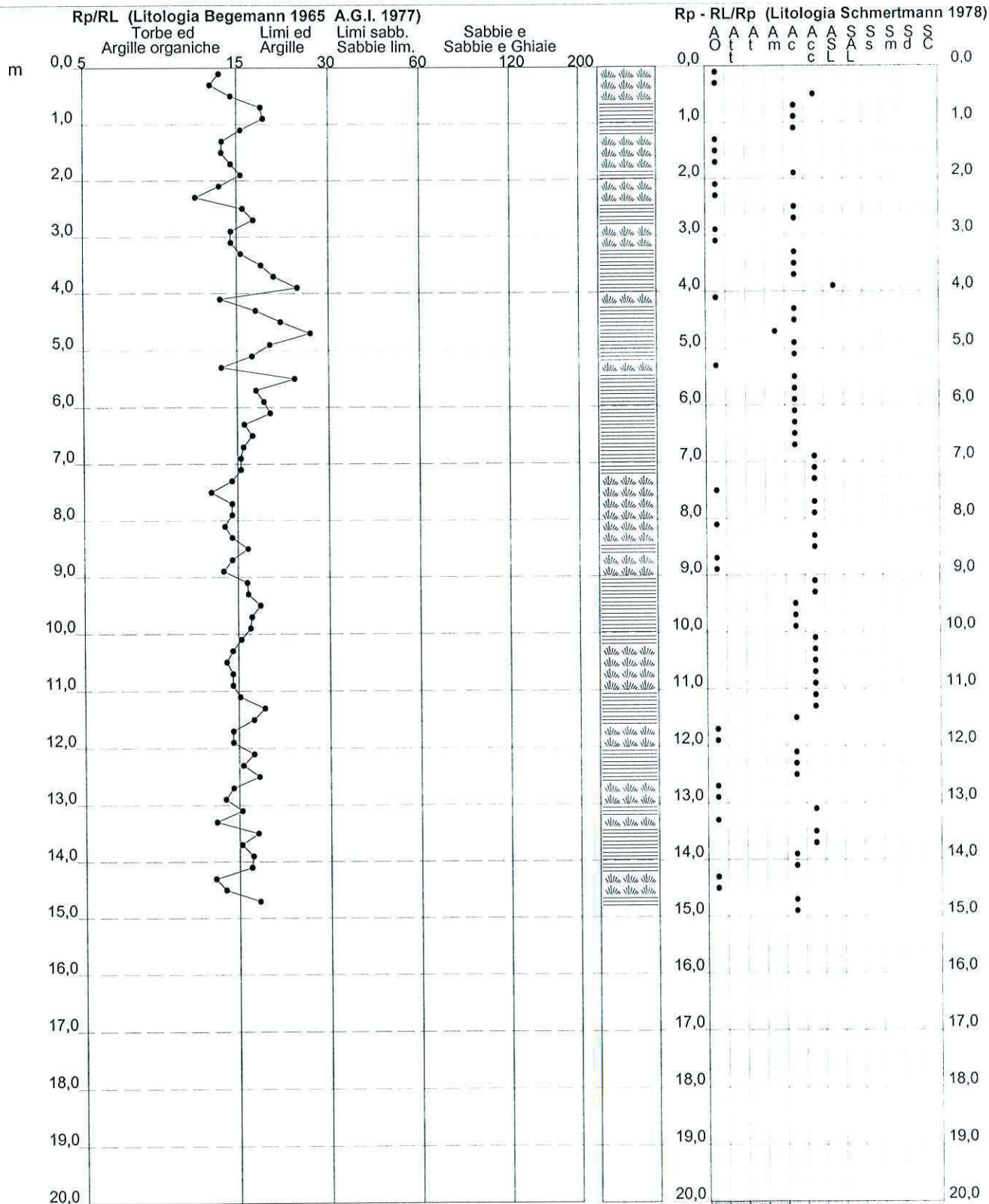
# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

## CPT 2

2.010496-091

- committente : Ceccarelli Cambi Voglia Pierluigi  
 - lavoro : Realizzazione di P.U.A.  
 - località : Calabrina di Cesena, via Mariana angolo via Cervese  
 - note :

- data : 12/12/2006  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : 2,30 m da quota inizio  
 - scala vert.: 1 : 100



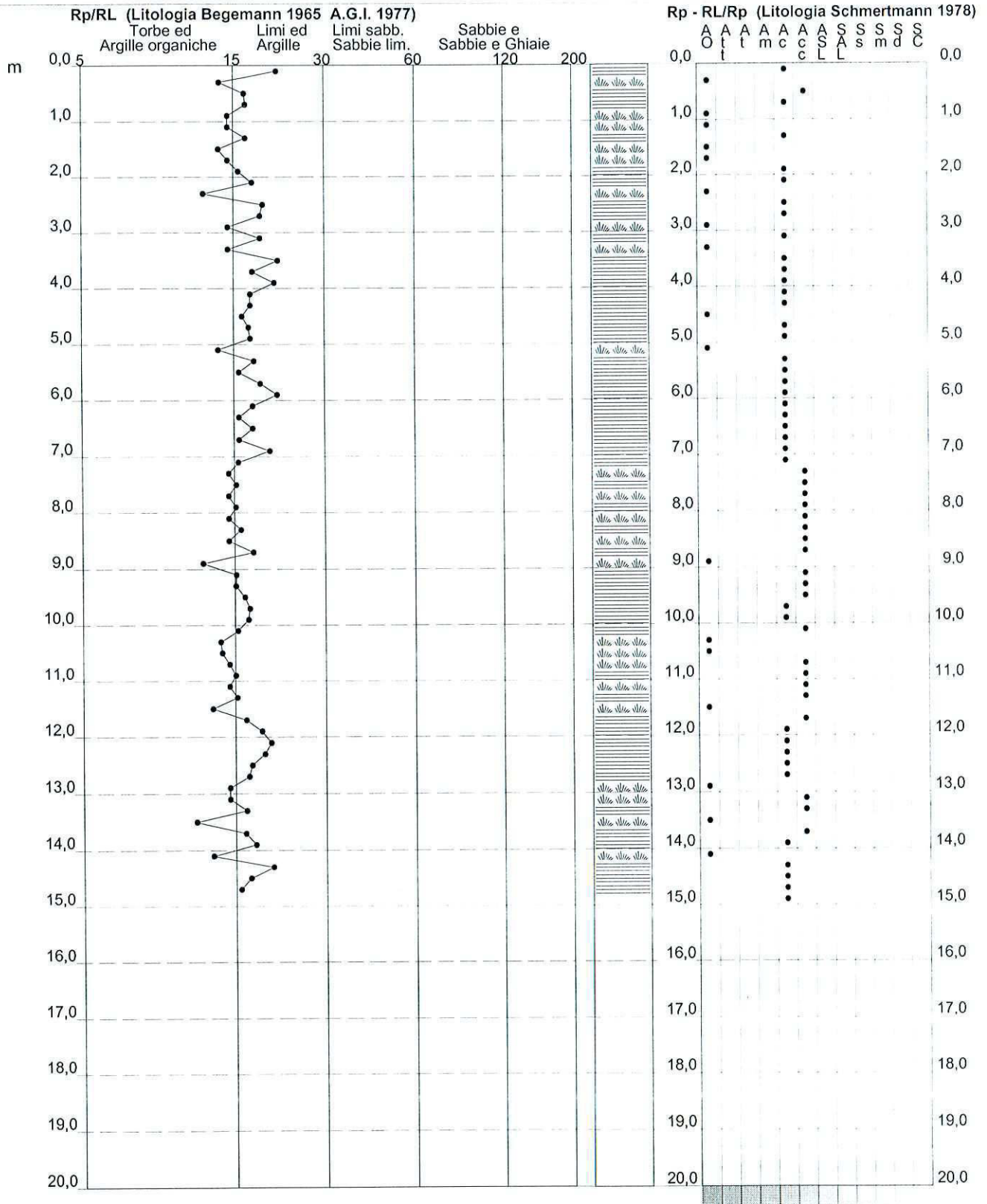
# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

**CPT 3**

2.010496-091

- committente : Ceccarelli Cambi Voglia Pierluigi  
 - lavoro : Realizzazione di P.U.A.  
 - località : Calabrina di Cesena, via Mariana angolo via Cervese  
 - note :

- data : 12/12/2006  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : 2,30 m da quota inizio  
 - scala vert.: 1 : 100



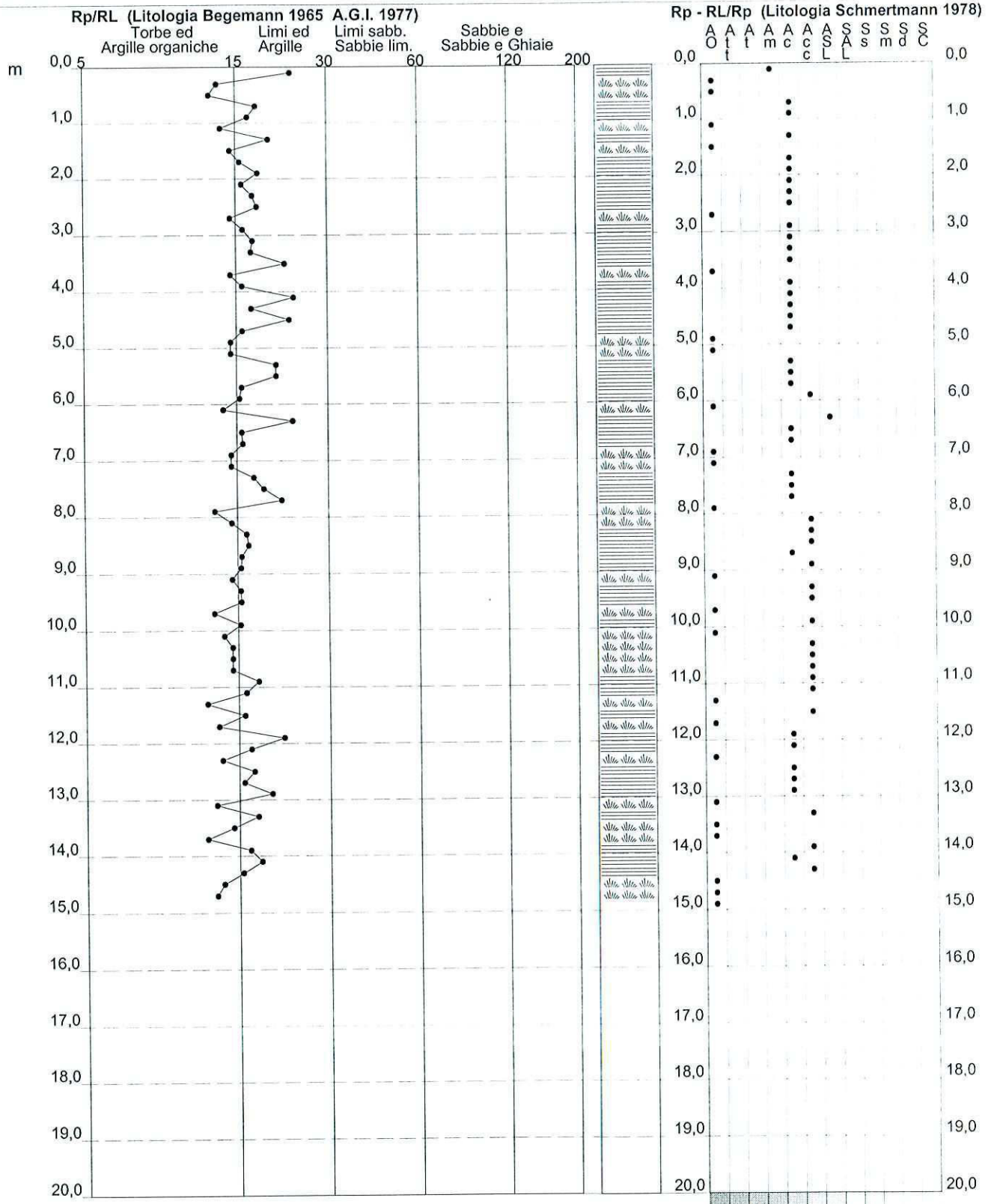
# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

**CPT 4**

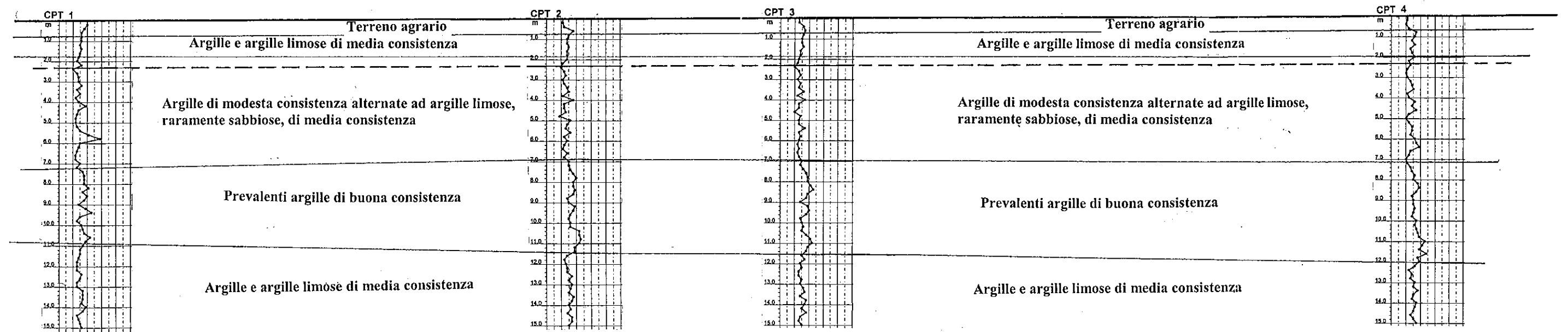
2.010496-091

- committente : Ceccarelli Cambi Voglia Pierluigi  
 - lavoro : Realizzazione di P.U.A.  
 - località : Calabrina di Cesena, via Mariana angolo via Cervese  
 - note :

- data : 12/12/2006  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : 2,30 m da quota inizio  
 - scala vert.: 1 : 100



**Sezione stratigrafica con profili penetrometrici (CPT)**  
(Distanze scala 1:500 – Profondità scala 1:200)



----- Profondità falda idrica rilevata nei fori di sondaggio all'atto dell'indagine

### **ACQUE DI SUPERFICIE E SOTTERRANEE, RISCHIO IDRAULICO**

**Falda idrica** - In zona è presente una falda idrica superficiale alimentata in massima parte dalle precipitazioni meteoriche e dalle perdite dai fossi circostanti, falda confinata nei primi metri di terreno e soggetta a oscillazioni stagionali relativamente modesta, con oscillazione di livello compresa fra m-1.00 e m-3.00 dal piano di campagna attuale. Al momento dell'indagine la falda è stata rilevata ad una profondità di m-2.30 dal p.c. A profondità superiori è presente una prima falda idrica a circa m-18,00 dal p.c.(quota m-5.00 sul livello del mare) con scarse comunicazioni con la falda di superficie, in quanto separate da terreni argillosi praticamente impermeabili.

**Rischio di alluvionamento della zona** - Nell'area in esame il drenaggio delle acque meteoriche è riconducibile in parte all'assorbimento diretto del terreno (area indicata ad alta permeabilità, come risulta nella carta tematica allegata e derivata dalla Tavola B del foglio n°2 della "Carta Idrogeologica" del P.T.C.P. della provincia di Forlì-Cesena) ed in parte alla presenza di numerosi fossi interpoderali diretti da sud verso nord e tributari del fosso consorziale Rio della Valle, fosso stradale al ciglio est della via Cervese e di confine con un lato dell'area. confine settentrionale dell'area in esame. In sostanza si è in presenza di uno sistema scolante in grado di allontanare completamente le acque meteoriche dell'area anche in periodi di elevate precipitazioni.

**Interventi da prevedersi in relazione alla impermeabilizzazione dell'area** - L'attuazione di quanto richiesto porterà alla impermeabilizzazione di parte dell'area, quindi per mantenere l'invarianza idraulica della zona e cioè per evitare l'incremento del deflusso delle acque meteoriche nella rete scolante circostante, si dovrà operare in modo che la portata d'acqua attuale non aumenti dopo l'intervento e il deflusso dovrà essere controllato in modo da non superare l'attuale stato di carico durante il tempo in cui si verificano precipitazioni meteoriche. A tale scopo si dovrà provvedere la rete fognante di opportune opere di stoccaggio (vasche o laghetti di laminazione) da dimensionarsi sulla base di una capienza minima da valutarsi secondo quanto disposto dagli uffici competenti.

### **ALLEGATI**

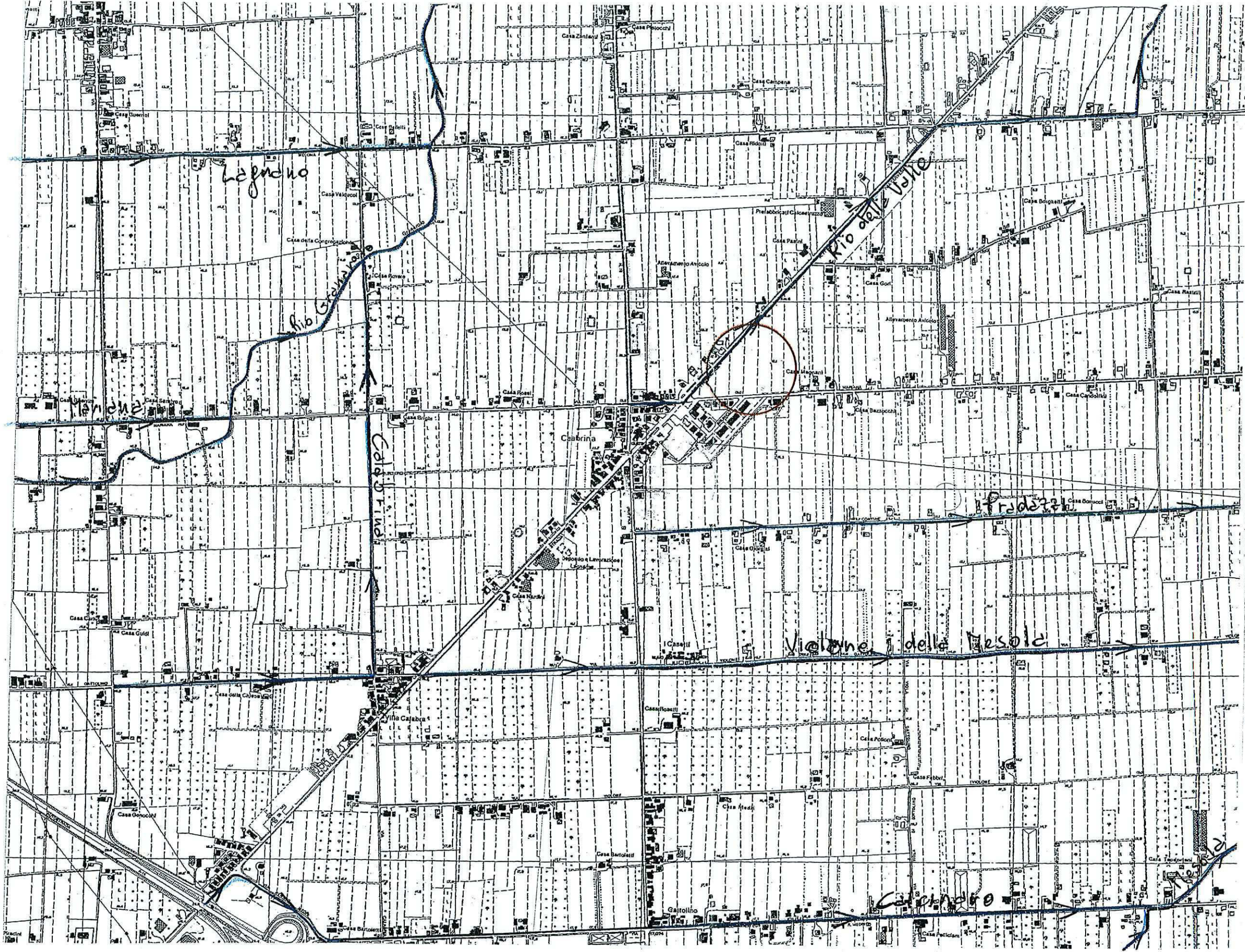
Carta in scala 1:10.000 con indicati i canali di scolo consorziali presenti in zona

Carta in scala 1:10.000 della falda idrica superficiale, con isofreatiche e pozzi rilevati

Carta in scala 1:10.000 con indicata permeabilità dei terreni e isofreatiche della prima falda profonda per l'anno 1993 (IDROSER)

Carta in scala 1:10.000 con indicate le aree a rischio di alluvionamento



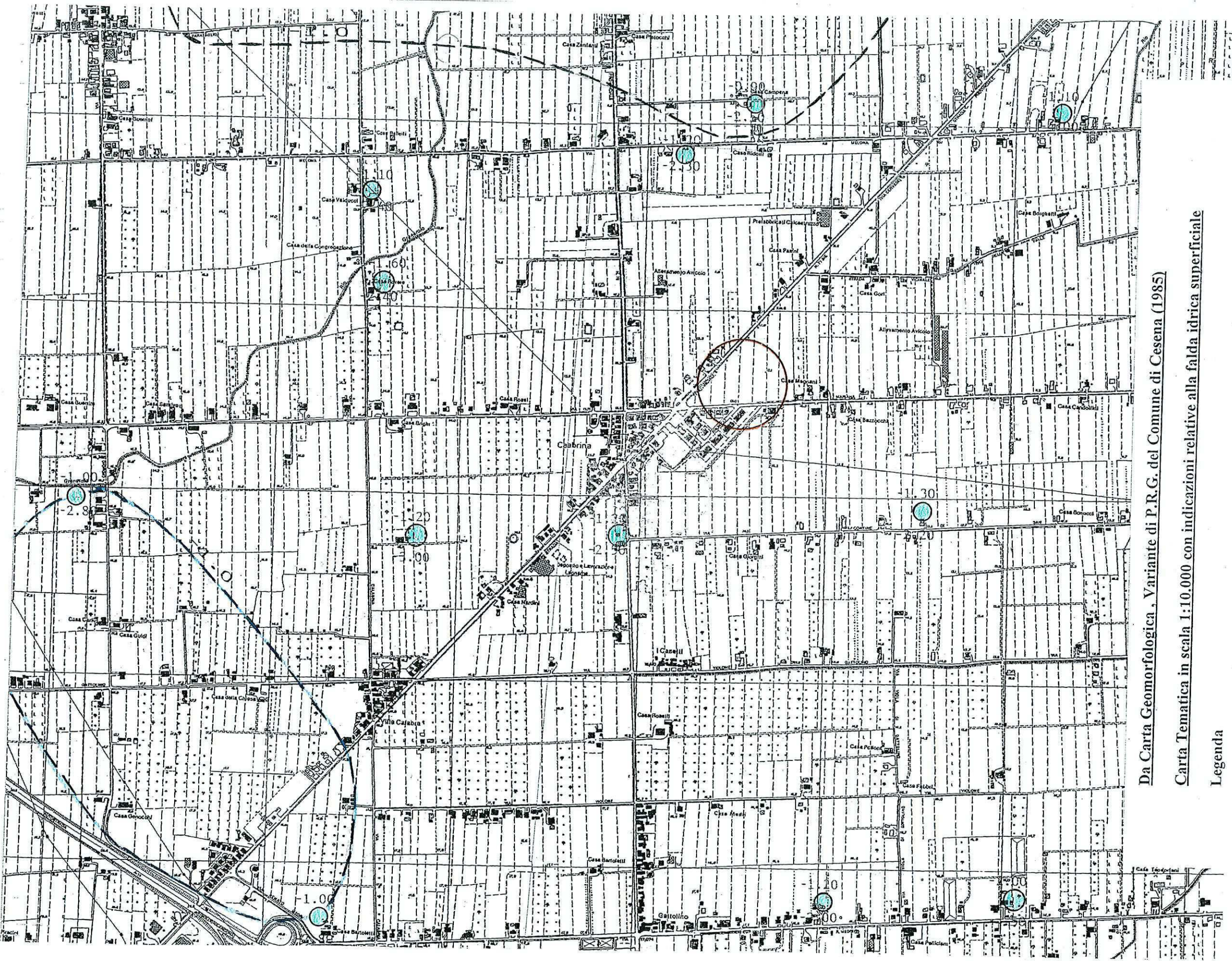


Carta tematica in scala 1:10.000  
(Da carta in scala 1:25.000 redatta da Consorzio di Bonifica Savio-Rubicone)

↑ Canali consorziali a deflusso naturale



Area d'indagine



Da Carta Geomorfologica, Variante di P.R.G. del Comune di Cesena (1985)  
 Carta Tematica in scala 1:10.000 con indicazioni relative alla falda idrica superficiale

Legenda



Isofreatiche (Condizioni di massimo ravvenamento)

massimo

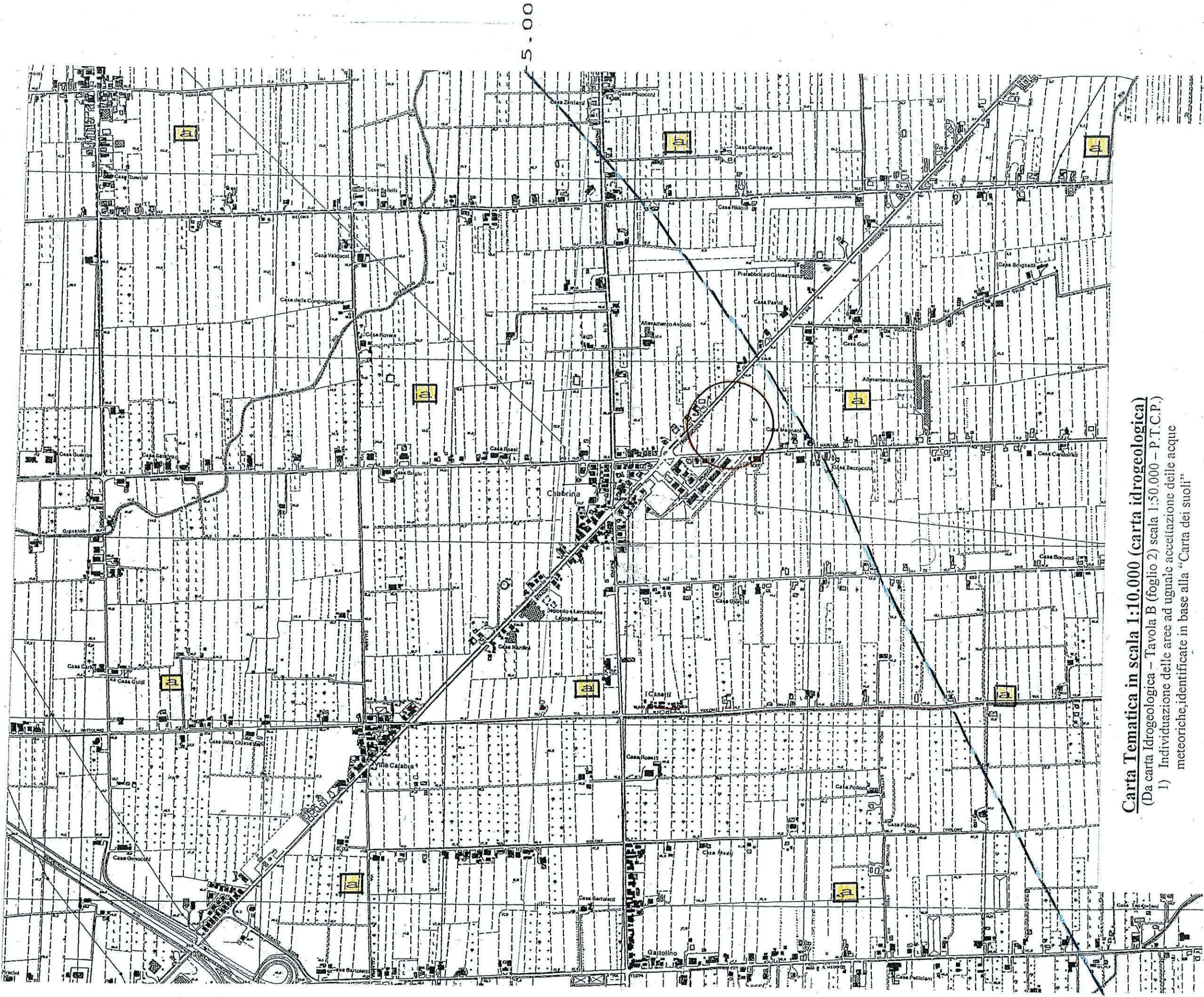


minimo

Pozzi con indicato livello massimo e minimo della falda idrica superficiale




area d'indagine



**Carta Tematica in scala 1:10.000 (carta idrogeologica)**  
(Da carta Idrogeologica - Tavola B (foglio 2) scala 1:50.000 - P.T.C.P.)

- 1) Individuazione delle aree ad uguale accettazione delle acque meteoriche, identificate in base alla "Carta dei suoli"
- 2) Piezometria: Isofreatiche relative alla piezometria media dell'acquifero più superficiale nell'anno 1993 - in m. sul livello del mare, fonte IDROSER/ARPA

 Alta

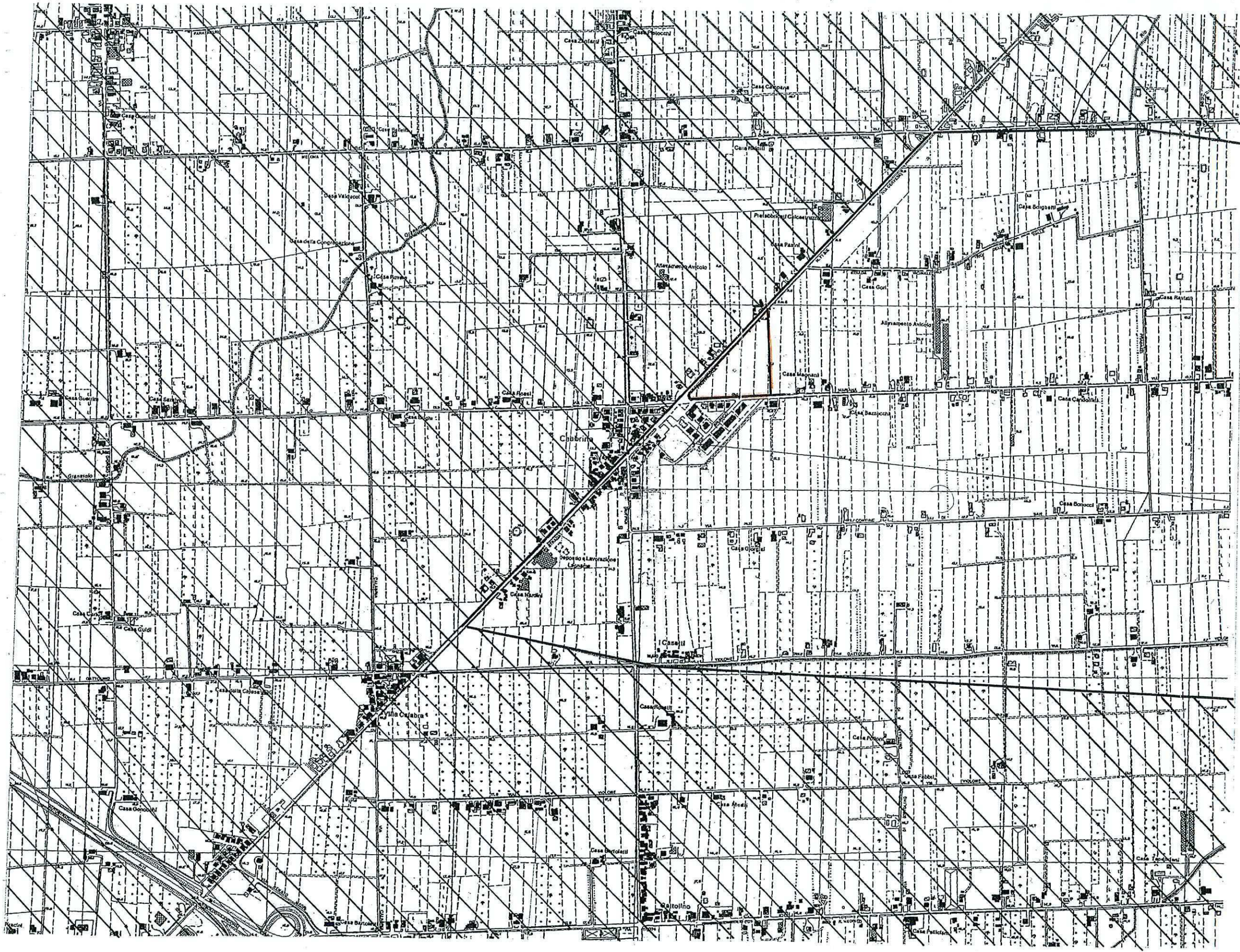
- 5.00  - 5.00



Area oggetto d'indagine

5.00

5.00



Carta Tematica in scala 1:10.000 con perimetrazione aree a rischio di alluvionamento  
 (Da Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico - Autorità dei Bacini regionali Romagnoli)

Legenda



Art.6 - Aree di Potenziale Allagamento

— Area oggetto d'indagine

## CONSIDERAZIONI RELATIVE ALLA SISMICITÀ DELL' AREA IN ESAME E AL RISCHIO DI LIQUEFAZIONE DEI TERRENI DI FONDAZIONE

### Sismicità dell'area in esame

Il territorio del comune di Cesena, era precedentemente classificato sismico di II categoria, con grado di sismicità  $S = 9$ , coefficiente di intensità orizzontale  $C = 0.07$ , intensità macrosismica massima ipotizzabile fra l'VIII e il IX grado della scala Mercalli – Cancani – Sieberg, magnitudo  $M = 7.5$  e massima accelerazione al suolo pari a  $0.25 g$  e attualmente, come risulta nell'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274 del 20 Marzo 2003, recante “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica” (G.U. n°105 del 8.5.2003) è inserito in zona 2 con sismicità media ( $S=9$ ) e quindi mantiene inalterati tutti gli altri parametri precedentemente citati, in particolare in relazione alla accelerazione massima al suolo come peraltro risulta nella carta di P.T.C.P. Tav. A “Carta dei Fattori di Pericolosità Geoambientale” con riportate curve di attenuazione della intensità sismica che delimitano parti di territorio caratterizzate da accelerazione al suolo omogenea (PGA), classificazione effettuata attraverso l'analisi storica degli eventi sismici con periodo di ritorno di 474 anni, calcolato usando il modello di distribuzione probabilistica detto dei “valori estremi” di Gumbel – fonte CNR anno 1998.

In particolare per quanto attiene all'area in esame, area posta in pianura e priva di discontinuità strutturali quali faglie, sovrascorrimenti ecc., l'unico elemento in grado di incrementare la velocità al suolo delle onde sismiche longitudinali, è dato dalla superficialità della falda idrica. Per quanto riguarda invece il coefficiente sismico di fondazione  $\varepsilon$ , da utilizzare nella valutazione degli sforzi sismici orizzontali, nelle norme attuali risultano abbastanza vaghe le indicazioni sui criteri di scelta del valore da attribuire a tale parametro, infatti la vigente normativa prevede unicamente che esso sia diverso dalla unità, con valori pari a 1.3 nel caso di stratigrafie caratterizzate da depositi alluvionali di spessore variabile da 5 a 20 metri, sovrastanti terreni coesivi o litoidi con caratteristiche geomeccaniche nettamente superiori.

Nel caso in esame si è in presenza di depositi alluvionali recenti con caratteristiche meccaniche omogenee di spessore nettamente superiore a 20 metri, pertanto si ritiene possibile utilizzare un coefficiente sismico di fondazione  $\varepsilon = 1.0$

### Considerazioni relative al rischio di liquefazione dei terreni di fondazione

La letteratura scientifica indica come procedimenti per la valutazione del potenziale di liquefazione alcuni metodi definiti "empirici" ed altri definiti semiempirici.

Per le valutazioni il metodo più frequentemente utilizzato e raccomandato dall'Applied Technology Council (USA) è quello semplificato di Seed-Idriss in cui, per tenere conto del carattere sporadico dei picchi di accelerazione massima, il rapporto di sforzo ciclico indotto dal terremoto viene valutato con riferimento, anziché al valore massimo  $\tau_{max}$ , ad un valore medio  $\tau_{av} = 0.65\tau_{max}$ .

Il fattore di resistenza alla liquefazione è quindi fornito dall'espressione :

$$F = (\tau/\sigma_v')_{lim}/(\tau_{av}/\sigma_v')$$

$$\text{dove : } \tau_{av} / \sigma_v' = 0.65(a_{max} / g)rd(\sigma_v / \sigma_v'),$$

dove :  $\tau$  = sforzo di taglio

$\sigma_v$  = pressione litostatica

$\sigma_v' = \sigma_v - u$  = pressione di confinamento efficace

con :  $u = (h + z)\gamma_w$  pressione interstiziale dell'acqua,

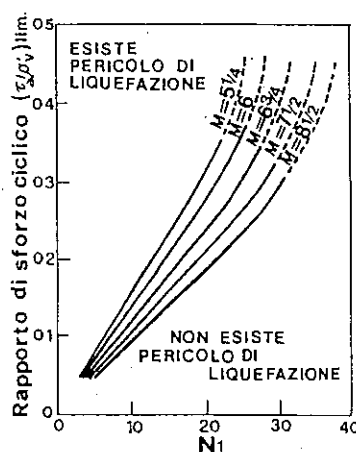
$g$  = accelerazione di gravità

$rd = 1 - 0.015 z$  coefficiente correttivo variabile con la profondità,

$z$  (profondità dello strato)

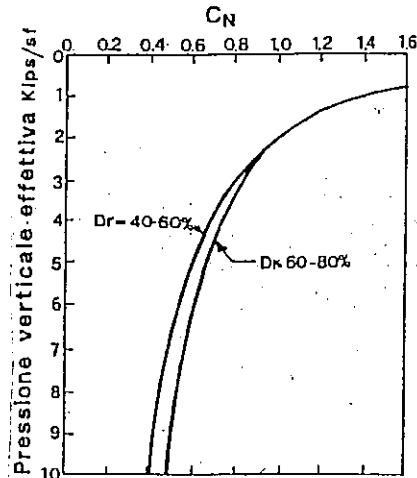
Il termine al numeratore, cioè la resistenza alla liquefazione, viene valutato in funzione dei seguenti parametri: magnitudo numero dei colpi  $N_{spt}$ , pressione verticale efficace, densità relativa, utilizzando il grafico sottoriportato:

Correlazione fra il rapporto di sforzo ciclico e il numero di colpi standard



Il calcolo si fa utilizzando il grafico sottoriportata, con il quale viene valutato, alla quota desiderata, il numero dei colpi corretto ( $N_1$ ) per valutare l'effetto della pressione litostatica :

$$N_1 = C_N N_{spt}$$



Con il valore  $N_1$  per un dato valore di magnitudo e utilizzando il grafico si ottiene il valore del rapporto di sforzo ciclico che provoca liquefazione.

Se  $F > 1.3$  il deposito viene considerato non liquefacibile.

E' da osservare che per un terremoto di magnitudo 7.5 è stato dimostrato che :

$$(\tau_{av}/\sigma_v')_{lim} \approx N_1/90$$

Nel caso poi di sabbie argillose, Seed e Idriss consigliano di correggere ulteriormente il valore di  $N_1$ , ponendo  $N_1 = (N_1) + 7.5$

Peraltro nell'area in esame, come chiaramente evidenziato nelle sezioni allegate, si è in presenza di rari e sottili livelli limosi interposti fra terreni coesivi non liquefacibili. In relazione a quanto dimostrato da Ishiara (1985) e cioè che per terremoti con accelerazioni al suolo prossime a 200 gal (indicando con  $H_1$  lo spessore dello strato superiore non liquefacibile e con  $H_2$  lo spessore dello strato liquefacibile), se si ha:

$H_1 > 3$  m e  $H_2 > 3$  m : una eventuale liquefazione dello strato sabbioso non comporta danni per la liquefazione, in quanto la trasmissione del fenomeno dal basso verso l'alto è impedita dallo strato superiore non liquefacibile (Considerazioni tratte da "La liquefazione del terreno in condizioni sismiche" Zanichelli - Autori, T. Crespellani, R. Nardi, C. Simoncini)

Si può pertanto affermare che nell'area oggetto della presente indagine non è ipotizzabile, in caso di sisma, il rischio della liquefazione dei terreni di fondazione.

### ALLEGATI

Carta in scala 1:25.000 con riportata curva di attenuazione



**Carta tematica in scala 1:25.000 (Carta di pericolosità sismica)**

(Da Carta dei fattori di pericolosità geoambientale - Tavola A foglio 2 - scala 1:50.000 - P.T.C.P.)

260

P.G.A. con periodo di ritorno di 474 anni



Area d'indagine



### CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE RELATIVE AI TERRENI DI FONDAZIONE

A titolo indicativo e basandosi sui dati penetrometrici, per ciascuno dei punti sondati (prove CPT) si è calcolata la capacità portante del terreno di fondazione ( $q_{amm}$ ), valutata ipotizzando fondazioni continue e plinti con piani di posa a m-1.00 dal p.c. attuale, profondità minima prescritta alle nostre latitudini per superare lo strato superficiale di terreno maggiormente soggetto alle variazioni stagionali di umidità e di volume. Il calcolo delle pressioni ammissibili è stato fatto utilizzando un programma di calcolo automatico basato sulla metodologia sotto descritta :

Prefissato lo spessore  $H_c$  del banco comprimibile è stata effettuata la verifica allo schiacciamento dei diversi strati del sottosuolo (spessore cm 20) nei confronti delle tensioni verticali indotte dal carico agente in superficie e valutato secondo la teoria della elasticità (Boussinesq). La pressione ammissibile  $q_{amm}$  del terreno di fondazione è quel valore del carico unitario (inteso come incremento netto di pressione in corrispondenza del piano di posa delle fondazioni) che determina nel sottosuolo tensioni verticali massime (al centro della superficie di carico) compatibili con la resistenza allo schiacciamento ammissibile  $R_{amm}$  dei vari strati del banco comprimibile. La resistenza allo schiacciamento  $R_{amm}$  dello strato generico è stata valutata mediante correlazioni del tipo (L'Herminier, Meyerhof, Sanglerat)  
 $R_{amm} = R_p/K$  (K funzione di  $R_p$ ). Utilizzando un coefficiente di sicurezza nei confronti della rottura dei terreni di fondazione pari a  $F = 3$ , si sono ottenuti i seguenti valori ottimali di pressione ammissibile :

Per plinto di lati pari a m 2.00 x 2.00 :  $q_{amm} = 1.20 \text{ kg/cm}^2$

Per fondazione continua larga m 1.00 :  $q_{amm} = 1.20 \text{ kg/cm}^2$

La validità delle capacità portanti indicate è stata verificata valutando i cedimenti del terreno ipotizzabili per carichi d'esercizio uguali alle portanze indicate.

I cedimenti sono stati calcolati facendo le seguenti considerazioni:

**Ipotesi:** Consolidazione monodimensionale (schema edometrico).

Tensioni verticali nel sottosuolo secondo la teoria della elasticità

Valutazione dei cedimenti nell'ambito della profondità  $H_c$  del banco comprimibile

Modulo edometrico  $M_o = \alpha R_p$  valutato in base alla litologia

Il calcolo dei cedimenti è stato condotto per strati successivi ( $h = 20 \text{ cm}$ ), valutando per ciascuno la tensione verticale  $\sigma_v$  e il valore del modulo edometrico  $M_o$ , in base alla espressione: **cedimento S** =  $n \sum (h \sigma_v / M_o)$ .

Si sono ottenuti i seguenti valori dei cedimenti (S) :

plinto isolato con pianta da m 2.00x2.00 (carico d'esercizio 1.20 kg/cm<sup>2</sup>)

penetrometria n°1 (cm 3.20), n°2 (cm 3.35), n°3 (cm 3.28), n°4 (cm 3.28)

fondazione continua larga m 1.00 (carico d'esercizio 1.20 kg/cm<sup>2</sup>)

penetrometria n°1 (cm 2.37), n°2 (cm 2.47), n°3 (cm 2.43), n°4 (cm 2.38)

I valori massimi di cedimenti tollerabili, secondo Skempton e McDonald (1955) sono :

- per travi continue, plinti : S<sub>max</sub> = cm 5.0 (sabbie)                      S<sub>max</sub> = cm 7.5 (argille)

- per platea semirigida :    S<sub>max</sub> = cm 7.5 (sabbie)                      S<sub>max</sub> = cm 12.5 (argille)

E' quindi evidente che con i carichi di esercizio consigliati si avranno cedimenti contenuti e facilmente assimilabili .

### **Pressione critica P<sub>crit</sub> (Frolich)**

Come ulteriore verifica della validità dei valori di q<sub>amm</sub> consigliati, si è valutato il carico limite critico P<sub>crit</sub>, carico oltre il quale si presentano i primi fenomeni di plasticizzazione nei terreni a contatto con la base delle fondazioni. Secondo la teoria di Frolich in terreni coesivi saturi la pressione critica è data da  $P_{crit} = \pi \cdot C_u$ , dove C<sub>u</sub> è la coesione non drenata dei terreni a contatto con le fondazioni. Per fondazioni con piano di posa a m-1.00 dal p.c. il valore più basso di coesione non drenata è risultato pari a C<sub>u</sub> = 0.64 kg/cm<sup>2</sup> (penetrometria n°2), da cui risulta una pressione critica P<sub>crit</sub> = 2.00 kg/cm<sup>2</sup>, valore molto superiore al carico consigliato.

### **Modulo di reazione Kw (Winkler)**

Per una corretta valutazione del modulo di reazione dei terreni Kw (kg/cm<sup>3</sup>) si consiglia di utilizzare la relazione semplificata di Vesic :  $Kw = Et/B \cdot (1 - \mu^2)$

Dove : B = larghezza fondazioni,  $\mu$  = coefficiente di Poisson del terreno, assunto pari a 1/3

Et = modulo di elasticità del terreno (valore medio drenato e ponderato) valutato nell'ambito della profondità 2B sotto le fondazioni e ricavato dai valori del modulo edometrico Mo, in base alla relazione  $Et = 2Mo/3$ . Nel nostro caso con piano di posa a m-1.00 il valore minimo delle medie di Mo è pari a 47 kg/cm<sup>2</sup> (prova n°2) da cui risulta un valore di Et = 31 kg/cm<sup>2</sup> e per una fondazione continua larga m 1.00 si ha **Kw = 0.35 kg/cm<sup>3</sup>**

**ALLEGATI**    N° 4 valutazioni delle pressione ammissibile e dei cedimenti

## LEGENDA CAPACITA' PORTANTE / CEDIMENTI FONDAZIONI

### CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONI SUPERFICIALI (Validità orientativa)

Prefissato lo spessore  $H_c$  del banco comprimibile (entro il quale condurre le valutazioni della capacità portante dei cedimenti), viene condotta la verifica allo schiacciamento dei diversi strati del sottosuolo (spessore 20 cm) nei confronti delle tensioni verticali indotte dal carico agente in superficie e valutate secondo la teoria dell'elasticità (Boussinesq).

La pressione ammissibile del terreno di fondazione  $q_{amm}$  è quel valore che determina nel sottosuolo tensioni verticali massime (al centro della superficie di carico) compatibili con la resistenza allo schiacciamento  $R_{amm}$  dei vari strati del banco comprimibile, sia con i cedimenti della struttura.

La resistenza allo schiacciamento  $R_{amm}$  (ammissibile) del generico livello (spessore 20cm) viene valutata con le usuali correlazioni del tipo : (L'Herminier 1953 - Meyerhof 1956/65 - Sanglerat 1972)

$$R_{amm} = R_p / K \quad (K \text{ funzione di } R_p)$$

dove :

- $K = 10$  per  $R_p \leq 10 \text{ kg/cm}^2$
- $K = 15$  per  $R_p \geq 30 \text{ kg/cm}^2$

### CEDIMENTI FONDAZIONI SUPERFICIALI (valutazioni orientative)

IPOTESI : - consolidazione monodimensionale (schema edometrico)

- tensioni verticali nel sottosuolo secondo la teoria dell'elasticità (Boussinesq)
- valutazione dei cedimenti nell'ambito della profondità  $H_c$  del banco comprimibile
- modulo edometrico  $M_o = \alpha R_p$  valutato in base alla natura litologica (presunta).

Il calcolo dei cedimenti (esteso all'intera profondità  $H_c$  del banco comprimibile) viene condotto per strati successivi (spessore  $h = 20 \text{ cm}$ ), valutando per ciascuno strato la tensione verticale  $\sigma_v$  (al centro della superficie di carico), nonché il relativo valore del modulo edometrico  $M_o$ , in base all'espressione :

$$\text{cedimento } S = n \sum (h \sigma_v / M_o)$$

ove :  $n$  = eventuale coeffic. di riduzione ( $n \leq 1$ ) che tiene conto della rigidità strutturale .

## PROVA PENETROMETRICA STATICA CAPACITA' PORTANTE / CEDIMENTI FONDAZIONI

CPT 1

2.010496-091

- committente : Ceccarelli Cambi Voglia Pierluigi  
- lavoro : Realizzazione di P.U.A.  
- località : Calabrina di Cesena, via Mariana angolo via Cervese  
- note :  
- data : 12/12/2006  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 2,30 m da quota inizio

- FONDAZIONI SUPERFICIALI ISOLATE - Profondità massima prova : Hmax = 15,00 m

- Fondazione tipo: **PLINTO a base QUADRATA**

- Larghezza Fondazione : **B = 2,00 m** - Piano posa Fondazione : **H = 1,00 m** (da quota inizio)  
- Lunghezza Fondazione : **L = 2,00 m** - Profondità banco compr. : **Hc = 3,00 m** (da quota inizio)

Valutazioni su: **PRESSIONE AMMISSIBILE ALLO SCHIACCIAMENTO** **CEDIMENTI DEL SOTTOSUOLO**

- Coefficiente di sicurezza : **F = 3,0** - Coefficiente riduzione : **n = 0,85** rigidezza struttura

- 1° minimo assoluto : q.amm = **1,34 kg/cm<sup>2</sup>** (strato prof: 1,20 m) - cedim. corrisp. a q.amm : **3,58 cm**  
- 2° minimo : q.amm = **1,39 kg/cm<sup>2</sup>** (strato prof: 1,00 m) - cedim. corrisp. a q.amm : **3,71 cm**  
- 3° minimo : q.amm = **1,45 kg/cm<sup>2</sup>** (strato prof: 1,40 m) - cedim. corrisp. a q.amm : **3,87 cm**

**PRESSIONE AMMISSIBILE (incremento netto)** q.amm = **1,20 kg/cm<sup>2</sup>** - cedim. corrisp. a q.amm : **3,20 cm**

- FONDAZIONI SUPERFICIALI ISOLATE - Profondità massima prova : Hmax = 15,00 m

- Fondazione tipo: **TRAVE CONTINUA**

- Larghezza Fondazione : **B = 1,00 m** - Piano posa Fondazione : **H = 1,00 m** (da quota inizio)  
- Lunghezza Fondazione : **L = infinita m** - Profondità banco compr. : **Hc = 2,50 m** (da quota inizio)

Valutazioni su: **PRESSIONE AMMISSIBILE ALLO SCHIACCIAMENTO** **CEDIMENTI DEL SOTTOSUOLO**

- Coefficiente di sicurezza : **F = 3,0** - Coefficiente riduzione : **n = 0,85** rigidezza struttura

- 1° minimo assoluto : q.amm = **1,36 kg/cm<sup>2</sup>** (strato prof: 1,20 m) - cedim. corrisp. a q.amm : **2,69 cm**  
- 2° minimo : q.amm = **1,39 kg/cm<sup>2</sup>** (strato prof: 1,00 m) - cedim. corrisp. a q.amm : **2,75 cm**  
- 3° minimo : q.amm = **1,58 kg/cm<sup>2</sup>** (strato prof: 1,40 m) - cedim. corrisp. a q.amm : **3,12 cm**

**PRESSIONE AMMISSIBILE (incremento netto)** q.amm = **1,20 kg/cm<sup>2</sup>** - cedim. corrisp. a q.amm : **2,37 cm**

CORRELAZIONI ADOTTATE:

Modulo edometrico  $M_o = \alpha R_p$  : Natura TORBOSA (1)  $\alpha = 1,50$  \* Natura COESIVA (2)  $\alpha = 5,00 - 4,00 - 3,30 - 3,00$   
: Natura GRANULARE (3)  $\alpha = 3,00$

$R_{amm} = R_p / K$  = resistenza ammissibile schiacciamento [  $K = 10,00$  ( $R_p \leq 10 \text{ kg/cm}^2$ ) -  $K = 15,00$  ( $R_p \geq 30 \text{ kg/cm}^2$ ) ]

## PROVA PENETROMETRICA STATICA CAPACITA' PORTANTE / CEDIMENTI FONDAZIONI

CPT 2

2.010496-091

- committente : Ceccarelli Cambi Voglia Pierluigi  
- lavoro : Realizzazione di P.U.A.  
- località : Calabrina di Cesena, via Mariana angolo via Cervese  
- note :  
- data : 12/12/2006  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 2,30 m da quota inizio

- FONDAZIONI SUPERFICIALI ISOLATE - Profondità massima prova : Hmax = 15,00 m

- Fondazione tipo: **PLINTO a base QUADRATA**  
- Larghezza Fondazione : **B = 2,00 m** - Piano posa Fondazione : **H = 1,00 m** (da quota inizio)  
- Lunghezza Fondazione : **L = 2,00 m** - Profondità banco compr. : **Hc = 3,00 m** (da quota inizio)  
Valutazioni su: **PRESSIONE AMMISSIBILE ALLO SCHIACCIAMENTO** **CEDIMENTI DEL SOTTOSUOLO**  
- Coefficiente di sicurezza : **F = 3,0** - Coefficiente riduzione : **n = 0,85** rigidità struttura  
- 1° minimo assoluto : q.amm = **1,27** kg/cm<sup>2</sup> (strato prof: 1,00 m) - cedim. corrisp. a q.amm : **3,55** cm  
- 2° minimo : q.amm = **1,28** kg/cm<sup>2</sup> (strato prof: 1,20 m) - cedim. corrisp. a q.amm : **3,57** cm  
- 3° minimo : q.amm = **1,39** kg/cm<sup>2</sup> (strato prof: 1,40 m) - cedim. corrisp. a q.amm : **3,87** cm  
**PRESSIONE AMMISSIBILE (incremento netto)** q.amm = **1,20** kg/cm<sup>2</sup> - cedim. corrisp. a q.amm : **3,35** cm

- FONDAZIONI SUPERFICIALI ISOLATE - Profondità massima prova : Hmax = 15,00 m

- Fondazione tipo: **TRAVE CONTINUA**  
- Larghezza Fondazione : **B = 1,00 m** - Piano posa Fondazione : **H = 1,00 m** (da quota inizio)  
- Lunghezza Fondazione : **L = infinita m** - Profondità banco compr. : **Hc = 2,50 m** (da quota inizio)  
Valutazioni su: **PRESSIONE AMMISSIBILE ALLO SCHIACCIAMENTO** **CEDIMENTI DEL SOTTOSUOLO**  
- Coefficiente di sicurezza : **F = 3,0** - Coefficiente riduzione : **n = 0,85** rigidità struttura  
- 1° minimo assoluto : q.amm = **1,27** kg/cm<sup>2</sup> (strato prof: 1,00 m) - cedim. corrisp. a q.amm : **2,62** cm  
- 2° minimo : q.amm = **1,30** kg/cm<sup>2</sup> (strato prof: 1,20 m) - cedim. corrisp. a q.amm : **2,68** cm  
- 3° minimo : q.amm = **1,51** kg/cm<sup>2</sup> (strato prof: 1,40 m) - cedim. corrisp. a q.amm : **3,11** cm  
**PRESSIONE AMMISSIBILE (incremento netto)** q.amm = **1,20** kg/cm<sup>2</sup> - cedim. corrisp. a q.amm : **2,47** cm

### CORRELAZIONI ADOTTATE:

Modulo edometrico  $M_o = \alpha R_p$  : Natura TORBOSA (1)  $\alpha = 1,50$  \* Natura COESIVA (2)  $\alpha = 5,00 - 4,00 - 3,30 - 3,00$   
: Natura GRANULARE (3)  $\alpha = 3,00$   
 $R_{amm} = R_p / K$  = resistenza ammissibile schiacciamento [  $K = 10,00$  ( $R_p \leq 10$  kg/cm<sup>2</sup>) -  $K = 15,00$  ( $R_p \geq 30$  kg/cm<sup>2</sup>) ]

## PROVA PENETROMETRICA STATICA CAPACITA' PORTANTE / CEDIMENTI FONDAZIONI

CPT 3

2.010496-091

- committente : Ceccarelli Cambi Voglia Pierluigi  
- lavoro : Realizzazione di P.U.A.  
- località : Calabrina di Cesena, via Mariana angolo via Cervese  
- note :  
- data : 12/12/2006  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 2,30 m da quota inizio

### - FONDAZIONI SUPERFICIALI ISOLATE - Profondità massima prova : Hmax = 15,00 m

- Fondazione tipo: **PLINTO a base QUADRATA**

- Larghezza Fondazione : **B = 2,00 m** - Piano posa Fondazione : **H = 1,00 m** (da quota inizio)

- Lunghezza Fondazione : **L = 2,00 m** - Profondità banco compr. : **Hc = 3,00 m** (da quota inizio)

Valutazioni su: **PRESSIONE AMMISSIBILE ALLO SCHIACCIAMENTO** **CEDIMENTI DEL SOTTOSUOLO**

- Coefficiente di sicurezza : **F = 3,0** - Coefficiente riduzione : **n = 0,85** rigidezza struttura

- 1° minimo assoluto : q.amm = **1,33** kg/cm<sup>2</sup> (strato prof: 1,00 m) - cedim. corrisp. a q.amm : **3,65** cm

- 2° minimo : q.amm = **1,34** kg/cm<sup>2</sup> (strato prof: 1,20 m) - cedim. corrisp. a q.amm : **3,67** cm

- 3° minimo : q.amm = **1,43** kg/cm<sup>2</sup> (strato prof: 1,60 m) - cedim. corrisp. a q.amm : **3,90** cm

**PRESSIONE AMMISSIBILE (incremento netto)** q.amm = **1,20** kg/cm<sup>2</sup> - cedim. corrisp. a q.amm : **3,28** cm

### - FONDAZIONI SUPERFICIALI ISOLATE - Profondità massima prova : Hmax = 15,00 m

- Fondazione tipo: **TRAVE CONTINUA**

- Larghezza Fondazione : **B = 1,00 m** - Piano posa Fondazione : **H = 1,00 m** (da quota inizio)

- Lunghezza Fondazione : **L = infinita m** - Profondità banco compr. : **Hc = 2,50 m** (da quota inizio)

Valutazioni su: **PRESSIONE AMMISSIBILE ALLO SCHIACCIAMENTO** **CEDIMENTI DEL SOTTOSUOLO**

- Coefficiente di sicurezza : **F = 3,0** - Coefficiente riduzione : **n = 0,85** rigidezza struttura

- 1° minimo assoluto : q.amm = **1,33** kg/cm<sup>2</sup> (strato prof: 1,00 m) - cedim. corrisp. a q.amm : **2,70** cm

- 2° minimo : q.amm = **1,36** kg/cm<sup>2</sup> (strato prof: 1,20 m) - cedim. corrisp. a q.amm : **2,76** cm

- 3° minimo : q.amm = **1,58** kg/cm<sup>2</sup> (strato prof: 1,40 m) - cedim. corrisp. a q.amm : **3,19** cm

**PRESSIONE AMMISSIBILE (incremento netto)** q.amm = **1,20** kg/cm<sup>2</sup> - cedim. corrisp. a q.amm : **2,43** cm

### CORRELAZIONI ADOTTATE:

Modulo edometrico  $M_o = \alpha R_p$  : Natura TORBOSA (1)  $\alpha = 1,50$  \* Natura COESIVA (2)  $\alpha = 5,00 - 4,00 - 3,30 - 3,00$   
: Natura GRANULARE (3)  $\alpha = 3,00$

$R_{amm} = R_p / K$  = resistenza ammissibile schiacciamento [  $K = 10,00$  ( $R_p \leq 10$  kg/cm<sup>2</sup>) -  $K = 15,00$  ( $R_p \geq 30$  kg/cm<sup>2</sup>) ]

## PROVA PENETROMETRICA STATICA CAPACITA' PORTANTE / CEDIMENTI FONDAZIONI

CPT 4

2.010496-091

- committente : Ceccarelli Cambi Voglia Pierluigi  
- lavoro : Realizzazione di P.U.A.  
- località : Calabrina di Cesena, via Mariana angolo via Cervese  
- note :  
- data : 12/12/2006  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 2,30 m da quota inizio

### - FONDAZIONI SUPERFICIALI ISOLATE - Profondità massima prova : Hmax = 15,00 m

- Fondazione tipo: **PLINTO a base QUADRATA**

- Larghezza Fondazione : **B = 2,00 m** - Piano posa Fondazione : **H = 1,00 m** (da quota inizio)  
- Lunghezza Fondazione : **L = 2,00 m** - Profondità banco compr. : **Hc = 3,00 m** (da quota inizio)

Valutazioni su: **PRESSIONE AMMISSIBILE ALLO SCHIACCIAMENTO** **CEDIMENTI DEL SOTTOSUOLO**

- Coefficiente di sicurezza : **F = 3,0** - Coefficiente riduzione : **n = 0,85** rigidezza struttura

- 1° minimo assoluto : q.amm = **1,28** kg/cm<sup>2</sup> (strato prof: 1,20 m) - cedim. corrisp. a q.amm : **3,50** cm  
- 2° minimo : q.amm = **1,36** kg/cm<sup>2</sup> (strato prof: 1,60 m) - cedim. corrisp. a q.amm : **3,71** cm  
- 3° minimo : q.amm = **1,39** kg/cm<sup>2</sup> (strato prof: 1,00 m) - cedim. corrisp. a q.amm : **3,80** cm

**PRESSIONE AMMISSIBILE (incremento netto)** q.amm = **1,20** kg/cm<sup>2</sup> - cedim. corrisp. a q.amm : **3,28** cm

### - FONDAZIONI SUPERFICIALI ISOLATE - Profondità massima prova : Hmax = 15,00 m

- Fondazione tipo: **TRAVE CONTINUA**

- Larghezza Fondazione : **B = 1,00 m** - Piano posa Fondazione : **H = 1,00 m** (da quota inizio)  
- Lunghezza Fondazione : **L = infinita m** - Profondità banco compr. : **Hc = 2,50 m** (da quota inizio)

Valutazioni su: **PRESSIONE AMMISSIBILE ALLO SCHIACCIAMENTO** **CEDIMENTI DEL SOTTOSUOLO**

- Coefficiente di sicurezza : **F = 3,0** - Coefficiente riduzione : **n = 0,85** rigidezza struttura

- 1° minimo assoluto : q.amm = **1,30** kg/cm<sup>2</sup> (strato prof: 1,20 m) - cedim. corrisp. a q.amm : **2,58** cm  
- 2° minimo : q.amm = **1,39** kg/cm<sup>2</sup> (strato prof: 1,00 m) - cedim. corrisp. a q.amm : **2,75** cm  
- 3° minimo : q.amm = **1,58** kg/cm<sup>2</sup> (strato prof: 1,40 m) - cedim. corrisp. a q.amm : **3,13** cm

**PRESSIONE AMMISSIBILE (incremento netto)** q.amm = **1,20** kg/cm<sup>2</sup> - cedim. corrisp. a q.amm : **2,38** cm

### CORRELAZIONI ADOTTATE:

Modulo edometrico  $M_o = \alpha R_p$  : Natura TORBOSA (1)  $\alpha = 1,50$  \* Natura COESIVA (2)  $\alpha = 5,00 - 4,00 - 3,30 - 3,00$   
: Natura GRANULARE (3)  $\alpha = 3,00$

$R_{amm} = R_p / K$  = resistenza ammissibile schiacciamento [  $K = 10,00$  ( $R_p \leq 10$  kg/cm<sup>2</sup>) -  $K = 15,00$  ( $R_p \geq 30$  kg/cm<sup>2</sup>) ]

### CONCLUSIONI

La realizzazione di quanto previsto in progetto non comporta variazioni significative dell'ambiente fisico circostante, si avranno movimentazioni di terreno relativamente modeste, i terreni presentano caratteristiche meccaniche tali da permettere l'utilizzo di fondazioni superficiali, si esprime pertanto parere geologico favorevole alla realizzazione di quanto richiesto.

In base alla Circ.Reg. 1288 dell'11/02/83, si rinvia alla fase di progetto esecutivo il definitivo approfondimento geologico-tecnico necessario per le opere di fondazione (D.M. 11/03/88).

Cesena Novembre 2006

Magnani dott Andrea

