

REGIONE TOSCANA  
PROVINCIA DI PISA  
COMUNE DI PISA

PIANO PER L'EDILIZIA ECONOMICA E  
POPOLARE (PEEP - 1995)

RELAZIONE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA  
DELL'AREA 9

Ospedaletto - Via Emilia  
(Settore 6 - Pisa Sud)



*Merla*

Settembre, 1995

INDICE

2

1. PREMESSA
2. GENERALITA' DELL'INTERVENTO
3. CLASSE DI PERICOLOSITA' DELL'AREA
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-MORFOLOGICO
5. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI
6. ASSETTO IDROGEOLOGICO
7. CONCLUSIONI

ALLEGATI

- All. 1 Corografia ed ubicazione del sondaggio
- All. 2 Pericolosità geologica (ai sensi della DCR 94/85)
  
- All. A Tabelle ed istogrammi interpretativi della prova penetrometrica

## 1. PREMESSA

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Pisa (Servizio Pianificazione Urbanistica) è stata eseguita un'Indagine Geologica su un'area da destinare a Edilizia Economica e Popolare (Piano PEEP, 1995) sita in fregio a Via Emilia-Via Le Rene, in località Ospedaletto, Comune di Pisa, (All.1).

La presente relazione ha lo scopo di fornire le indicazioni di Fattibilità Generali dell'area, secondo quanto previsto dalla D.C.R. n.94 del 12/02/85 (Norme per la formazione e l'adeguamento degli strumenti urbanistici al fine della prevenzione del rischio sismico).

La parametrizzazione geotecnica dei terreni interessati dall'opera, con riferimento al dimensionamento delle fondazioni, alla valutazione di eventuali cedimenti e alla stabilità dell'insieme opera-terreno e zone circostanti, sarà oggetto di Indagine Geotecnica specifica da realizzare in fase di progettazione esecutiva, in ottemperanza a quanto previsto dal DM 11/03/88.

Nel corso della presente indagine è stato eseguito 1 sondaggio geotecnico, con Penetrometro Dinamico Leggero tipo SUNDA DL-030, spinto a 10.7 m dal piano campagna.

## 2. GENERALITA' DELL'INTERVENTO

L'area d'intervento impegna terreni di proprietà comunali e privati ed è composta di due parti. La prima parte che comprende un lungo edificio a 2 livelli con porticato, passaggio pedonale, aree verdi contigue e parcheggio, andrà ad occupare un'area attualmente adibita a parcheggio con accesso dalla via Emilia. La seconda parte invece è attestata lungo Via Le Rene e comprende 4 edifici di modesta grandezza e una piazza sulla quale dovrebbe sorgere la Chiesa di Ospedaletto.

La zona, destinata dal vigente PRG a parcheggio, scuola elementare e verde pubblico, risulta di proprietà mista comunale e privata; ha una superficie territoriale (S.t.) di 13.800 mq. con uso del suolo attuale verde pubblico-stato d'abbandono.

Il nuovo progetto PEEP-95 prevede la costruzione di 18 alloggi, per un volume complessivo di 8.400 mc e una superficie fondiaria (S.f.) di 4.200 mq.

Le aree pubbliche (verde pubblico, nuova viabilità e parcheggi) assommano invece a 9.600 mq.

### 3. CLASSE DI PERICOLOSITA' DELL'AREA

4

Ai sensi della DCR 94/85, la Relazione Geologica di supporto alla Variante Generale del PRG del Comune di Pisa inseriva l'area in esame in una Classe di Pericolosità 2, cioè a "pericolosità bassa". Questa classe definisce aree con caratteristiche geologico-tecniche apparentemente stabili sulle quali però permangono dubbi che comunque potranno essere chiariti a livello di indagine geognostica di supporto alla progettazione edilizia (All.2).

### 4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E MORFOLOGICO

L'area è sub-pianeggiante, ad una quota media di 2.0 m slm. ed allo stato attuale è parzialmente incolta o utilizzata per scopi agricoli.

Il sottosuolo della zona sud orientale di Pisa è caratterizzato da terreni di origine alluvionale a dominante limo-sabbiosa riconducibili ad episodi di esondazioni naturali del fiume Arno e a momenti di colmate artificiali. Vista la vicinanza all'Arno la facies limo-sabbiosa è da considerarsi dominante.

La successione stratigrafica generale del sottosuolo pisano è conosciuta a grande linee e sino a discrete profondità.

Da un punto di vista litotecnico i terreni limo-sabbiosi e sabbiosi di origine fluviale possiedono caratteristiche meccaniche variabili, generalmente medie. Per contro i terreni di tipo lacustre argilloso, meno presenti nella zona, sono caratterizzati da proprietà meccaniche assai più scadenti.

### 5. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

Sebbene al momento non siano noti i dettagli progettuali esecutivi e le tipologie di fondazioni prescelte per la realizzazione dei numerosi fabbricati, si ipotizza che verranno adottate fondazioni superficiali di tipo continuo, con piano di posa a circa 2 m dal pc.

L'indagine geotecnica caratterizza, in via preliminare, i primi metri di terreno sui quali insisteranno le pressioni fondazionali.

Il sondaggio, ubicato in All.1, ha raggiunto la profondità di 10.7 m (S-9.1).

Le specifiche tecnico-costruttive dell'attrezzo utilizzato sono le seguenti:

- Peso del maglio (M) = 30 Kg.
- Altezza di caduta (h) = 20 cm
- Sezione della punta (A) = 10 cm<sup>2</sup>.
- Peso delle aste (P) = 2.4 Kg cadauna.

I dati ottenuti vengono elaborati su grafici (vedere allegati A) nei quali in ordinate si riporta la profondità in m dal p.c. ed in ascisse il numero di colpi inferti dal maglio per decimetro di infissione. La nota Formula "degli Olandesi" permette di ricavare dal numero di colpi per decimetro, la resistenza dinamica alla punta ed il numero di colpi Nspt.

Mediante elaborazioni e correlazioni si ottengono poi i parametri geotecnici dei terreni interessati dal sondaggio.

I terreni della zona, di natura alluvionale, sono rappresentati prevalentemente da sabbie e sabbie limose con diverso grado di addensamento.

La successione litotecnica è caratterizzata da:

Strato 1	(0.0-0.7m)	- terreno vegetale
Strato 2	N=2 (0.7-4.6m)	- limi giallastri molli saturi
Strato 3	N=5 (4.6-5.7m)	- limo sabb. giallo mod. consistente
Strato 4	N=15 (5.7-7.3m)	- sabbia limosa med. addensata
Strato 5	N=16 (7.3-8.8m)	- argille grigio azzurre molto consistenti
Strato 6	N=13 (8.8-10.7m)	- argilla grigio azzurra consistente.

Il sondaggio S-9.1 in particolare ha incontrato terreni saturi d'acqua a partire dalla profondità di circa 2m dal pc.

La capacità portante dello strato 2 (limo giallastro molle e saturo) è stata calcolata con formule (Terzaghi) che correlano direttamente il numero di colpi Nspt con la pressione ammissibile ( $q_a$ , con coefficiente di sicurezza=3) per fondazioni di tipo superficiale ( $B=1.5m$ ).

Le verifiche effettuate hanno consentito di stimare un carico ammissibile sullo strato 2 di circa 0.4 Kg/cmq.

## 6. ASSETTO IDROGEOLOGICO

La bassa piana pisana a sud dell'Arno è attraversata da un denso reticolo di canali e fossi secondari (a scolo naturale e meccanico) costituenti il complesso sistema di bonifica idraulica dell'area. I fossi principali confluiscono al canale dell'Arnaccio dopo alcuni chilometri di percorso.

Il fiume Arno è completamente arginato, pensile e privo di scambi superficiali con il reticolo minore.

L'area in esame è posta a sud dell'Arno in una zona che in epoca storica è stata riempita e bonificata con il metodo delle colmate (zona delle Bocchette). Il preesistente reticolo di fossi è stato tombato ed inglobato nella rete fognaria cittadina. Molti fabbricati non risultano essere serviti da collettori e si avvalgono ancora di sistemi di smaltimento locali. Nell'area

di fabbricazione le acque superficiali si disperdono liberamente infiltrandosi nel terreno vegetale.

L'area non è soggetta a vincolo idrogeologico (RD 3267/1923).

Da un punto di vista idrogeologico la zona è caratterizzata da terreni a permeabilità molto variabile sia laterale che verticale. Questa variabilità è legata alla eterogeneità dei differenti litotipi che costituiscono i depositi alluvionali superiori.

Le sabbie medie e fini possiedono valori di permeabilità variabili tra  $K=10E-04$  e  $10E-06$  m/s; i limi sabbiosi  $K=10E-07$  m/s ed i limi argillosi arrivano a valori di  $K=10E-08$  m/s.

In genere i litotipi limo-sabbiosi possono ospitare falde libere con connessioni idrauliche (naturali o indotte) con acque superficiali e risultano pertanto ad elevata vulnerabilità idrogeologica.

Gli acquiferi confinati sottostanti sono invece da considerare a vulnerabilità medio-bassa in quanto protetti dagli inquinamenti superficiali da un franco argilloso impermeabile spesso alcuni metri.

E' stato misurato il livello dell'acqua in un pozzo romano ubicato a circa 17 m dal sondaggio S-9.1. Al momento del sopralluogo la tavola d'acqua è stata incontrata a circa -2m dal piano campagna mentre la profondità totale del pozzo misura alcuni metri. Il pozzo attinge con probabilità dalla falda freatica localizzata nei limi sabbiosi e sabbie limose superiori a permeabilità medio-bassa.

Da un punto di vista idrogeologico, si dovrà evitare che le acque di falda possa essere richiamate durante gli scavi fondazionali e che eventuali scarichi civili siano dispersi liberamente nel terreno in quanto l'acquifero freatico è ad elevata vulnerabilità idrogeologica ("risorsa" esposta).

## 7. CONCLUSIONI

- I sondaggi geotecnici hanno evidenziato la presenza di uno strato di limi giallastri molli saturi (0.7-4.6m) con carico ammissibile dell'ordine di 0.4 kg/cmq, sovrastante sabbie limose ed argille grigie-azzurre.
- L'accertata presenza di una falda freatica, ospitata nei livelli limo-sabbiosi superiori, implica che le strutture fondali potranno essere saltuariamente interessate dalla falda, nel periodo di sua massima ricarica.

L'area, sostanzialmente stabile, era già stata classificata a pericolosità bassa (Classe di Pericolosità 2) ai sensi della DCR n.94/85, (Norme per la

formazione e l'adeguamento degli strumenti urbanistici al fine della prevenzione del rischio sismico).

La presente relazione fornisce le indicazioni di Fattibilità Generali, sempre secondo quanto previsto dalla DCR.94/85.

L'area viene classificata a Fattibilità 2 (Fattibilità con normali vincoli da precisare a livello di progettazione edilizia) sebbene sussistano alcune riserve in relazione alle caratteristiche geotecniche ed idrogeologiche (presenza d'acqua) dei terreni.

La precisa parametrizzazione geotecnica dei terreni interessati dall'opera, sarà oggetto di Indagine Geotecnica specifica da realizzare in fase di progettazione esecutiva, (ai sensi del DM 11/03/88). Il tipo di progetto suggerisce di realizzare approfondite ed estese indagini geotecniche, con prelievo di campioni indisturbati e relative analisi di laboratorio ed inoltre di valutare con attenzione la componente idrogeologica attrezzando la zona con piezometri per il controllo del livello della falda.

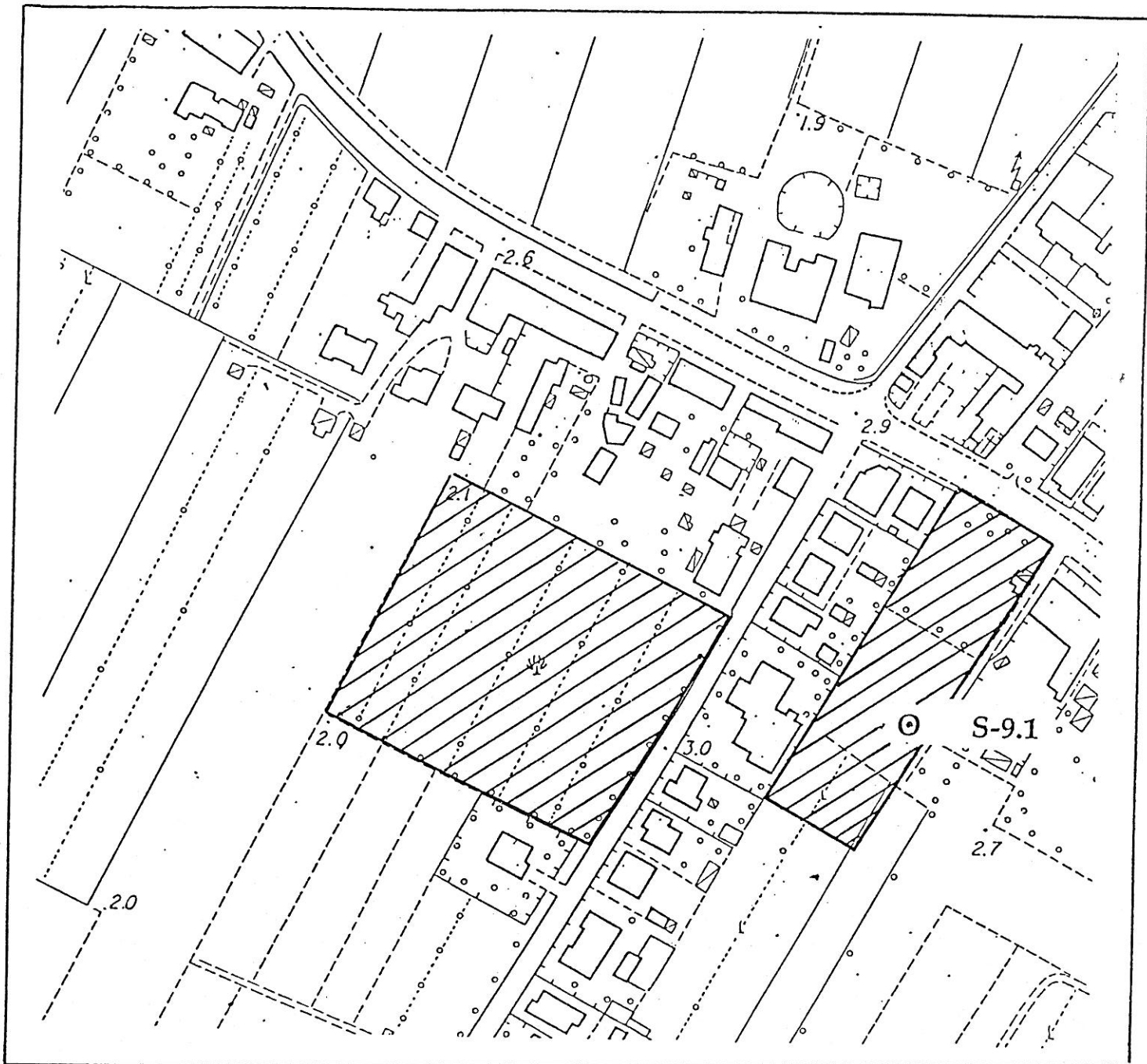
La relazione geologico-tecnica esecutiva dovrà inoltre ottemperare alle prescrizioni della DCR 230/94 in materia di riduzione del rischio idraulico e dell'impermeabilizzazione del territorio, integrata dalla classificazione dell'area in base alla sua vulnerabilità idrogeologica, ai sensi della LR 5/95.

Lo studio è stato eseguito in collaborazione con il Dr. Geol. Marcello Ghigliotti



Dr. Geol. Andrea Merla

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Merla".



All. 1 Corografia dell'Area d'intervento ed ubicazione del sondaggio (Scala 1:2.000)



## LEGENDA DELLE CLASSI DI PERICOLOSITA':

### Classe 1 Pericolosità irrilevante

"aree in cui sono assenti limitazioni, derivanti da caratteristiche geologico-tecniche e morfologiche e non si ritengono probabili fenomeni di amplificazione o instabilità indotta dalla sollecitazione sismica".

### Classe 2 Pericolosità bassa

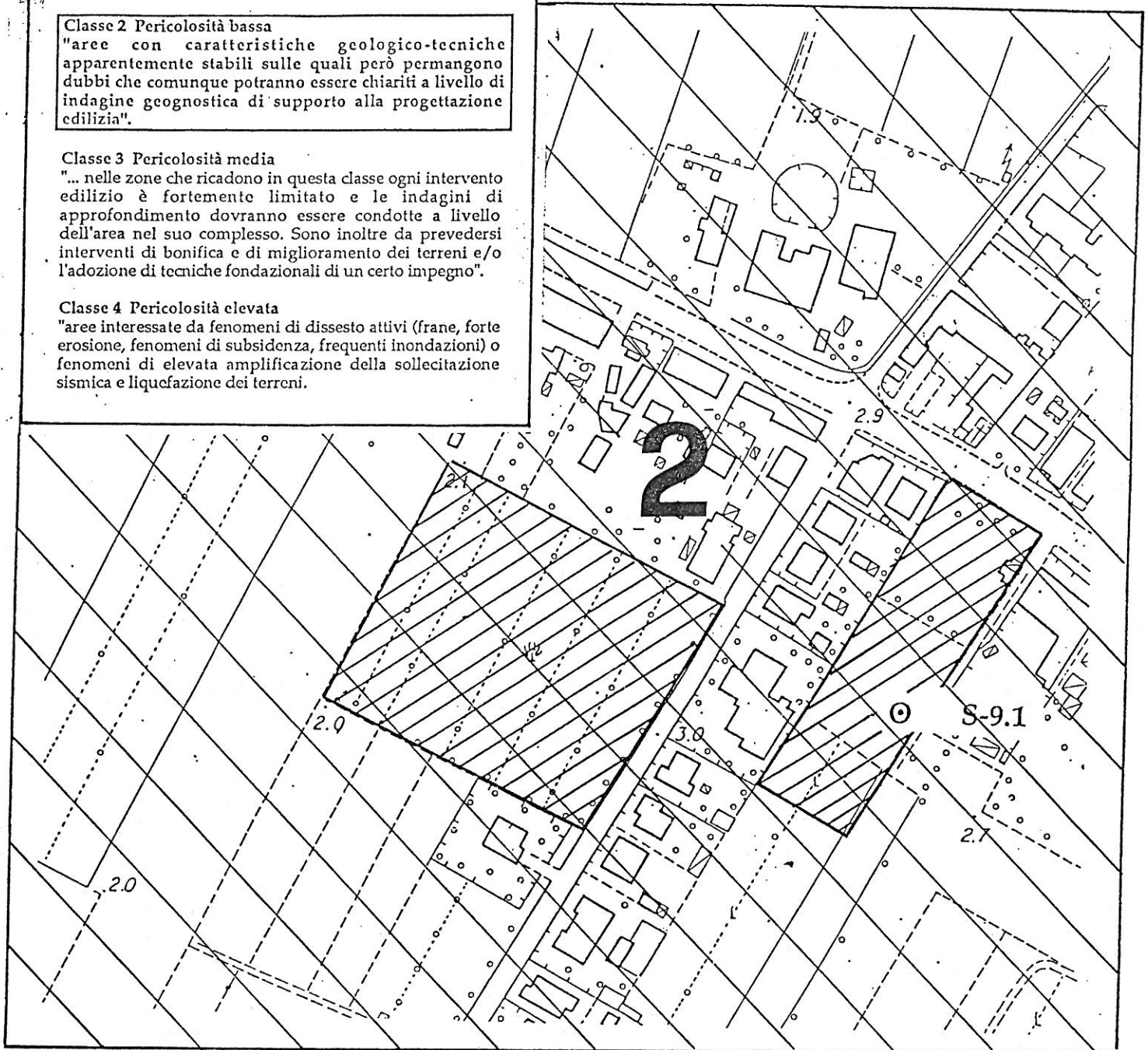
"aree con caratteristiche geologico-tecniche apparentemente stabili sulle quali però permangono dubbi che comunque potranno essere chiariti a livello di indagine geognostica di supporto alla progettazione edilizia".

### Classe 3 Pericolosità media

"... nelle zone che ricadono in questa classe ogni intervento edilizio è fortemente limitato e le indagini di approfondimento dovranno essere condotte a livello dell'area nel suo complesso. Sono inoltre da prevedersi interventi di bonifica e di miglioramento dei terreni e/o l'adozione di tecniche fondazionali di un certo impegno".

### Classe 4 Pericolosità elevata

"aree interessate da fenomeni di dissesto attivi (frane, forte erosione, fenomeni di subsidenza, frequenti inondazioni) o fenomeni di elevata amplificazione della sollecitazione sismica e liquefazione dei terreni.



All. 2 Pericolosità geologica dell'Area (ai sensi della D.C.R. 94/85).  
Stralcio della Carta di Pericolosità (Scala 1:10.000) di supporto alla  
Variante Generale del P.R.G. di Pisa, Settembre 1994.

PROVA PENETROMETR. DINAMICA  
DIAGRAMMA NUM. COLPI PUNTA

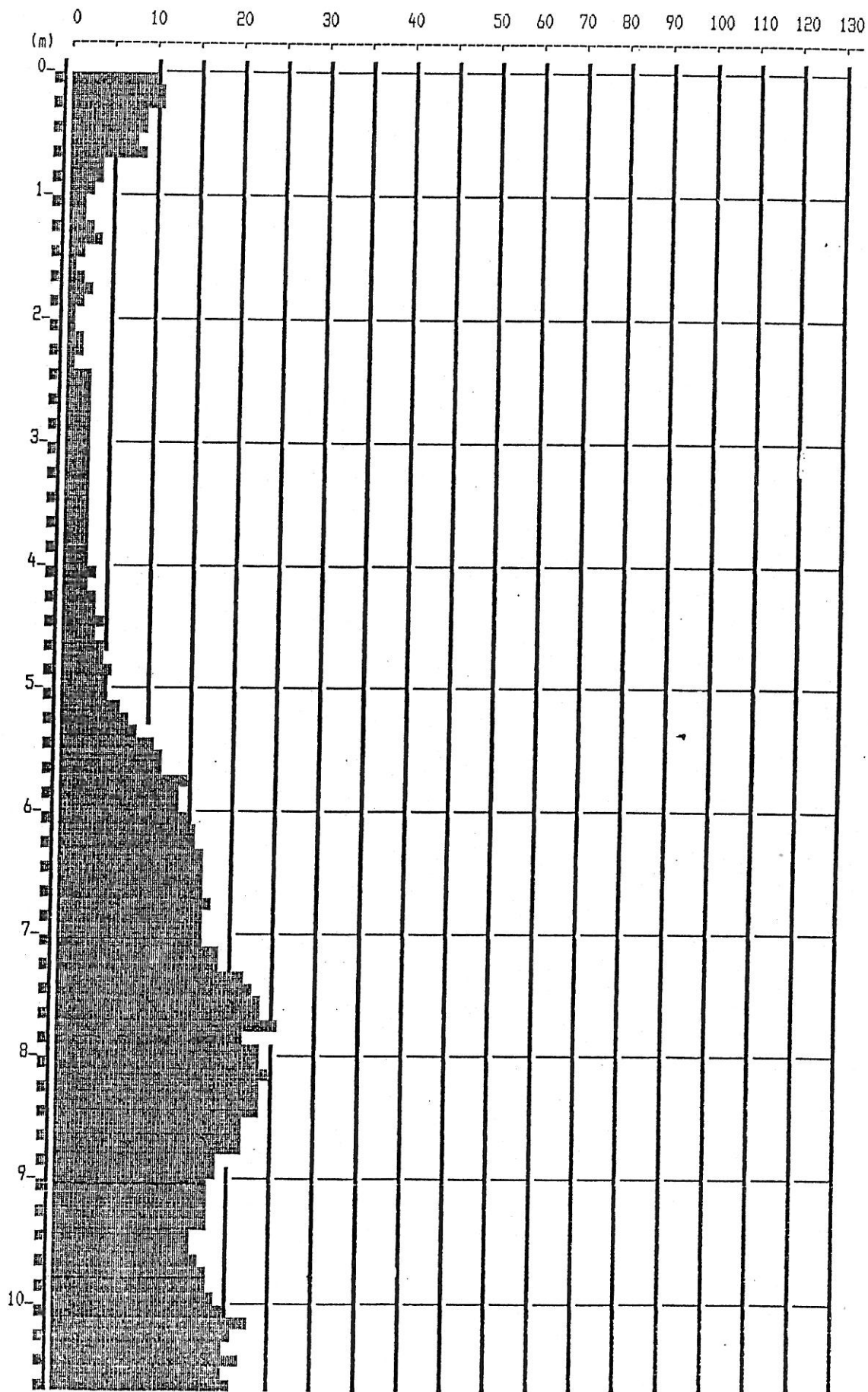
n. GPD-Z-92 S-9.1

PENETROMETRO DINAMICO tipo MEDIO - (DPM) ■  
M = 30.0 kq - H = 0.20 m - A = 10.00 cm<sup>2</sup> - D = 35.7 mm

uso rivestimento/fanghi iniezione : NO  
N = N(10) [δ = 10 cm]  
quota inizio : ---  
prof. falda = 1.50 m da quota inizio  
data : 30.8.95

Località : OSPEDALETTO - PISA

N=N10 numero di colpi penetrazione punta - avanzamento δ = 10 cm



All. A Tabelle ed istogrammi interpretativi della prova penetrometrica

**PROVA PENETROMETR. DINAMICA  
ELABORAZIONE STATISTICA**

n. S-9.1  
GPD-Z-92

PENETROMETRO DINAMICO tipo MEDIO - (DPM) ■  
M = 30.0 kg - H = 0.20 m - A = 10.00 cm<sup>2</sup> - D = 35.7 mm

uso rivestimento/fanghi iniezione : NO  
N = N(10) [δ = 10 cm]  
quota inizio : ---  
prof. falda = 2. m da quota inizio  
data : 30.8.95

Località : OSPEDALETTO - PISA

M = valore medio      min = valore minimo      Max = valore massimo      s = scarto quadratico medio

profond. (m)	PARAMETRO	elaborazione statistica							VALORE CARATTER. ASSUNTO	β	Nspt
		M	min	Max	½(M+min)	s	M-s	M+s			
0.00- 0.70	N	9.6	8.0	11.0	8.8	1.1	8.4	10.7	10	0.75	7
	Rpd	34	28	39	31	4	30	37	34		
0.70- 4.60	N	2.8	1.0	5.0	1.9	0.9	1.9	3.8	3	0.70	2
	Rpd	9	3	15	6	3	6	12	9		
4.60- 5.70	N	7.7	5.0	12.0	6.4	2.9	4.9	10.6	8	0.70	5
	Rpd	22	14	34	18	8	14	30	22		
5.70- 7.30	N	16.6	14.0	19.0	15.3	1.5	15.1	18.1	17	0.90	15
	Rpd	45	38	50	42	4	41	48	45		
7.30- 8.80	N	23.5	22.0	26.0	22.7	1.2	22.2	24.7	24	0.70	16
	Rpd	61	56	69	58	4	57	64	61		
8.80-10.70	N	19.0	16.0	23.0	17.5	1.9	17.1	20.9	19	0.70	13
	Rpd	46	39	55	43	4	42	50	46		

N = numero colpi (punta) prova penetrometrica dinamica (avanzamento δ = 10 cm)

Rpd = resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)

β = coefficiente di correlazione con la prova SPT (valore teorico βt = 0.77)

Nspt = numero di colpi prova SPT (avanzamento 30 cm) : Nspt = β N [ TENTATIVO DI CORRELAZIONE ]

All. A Continua