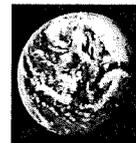


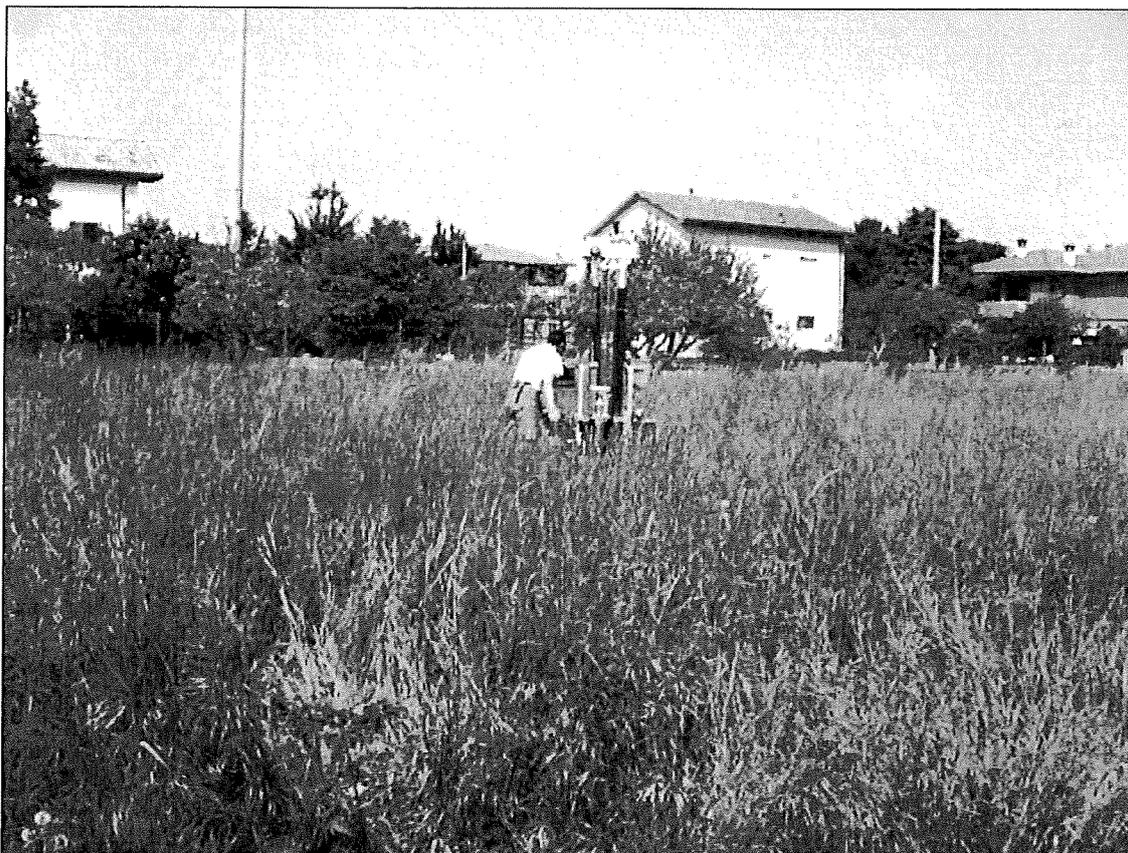
GEOPLANET

Geologia Applicata, Geotecnica, Idrogeologia, Geologia Ambientale,
Pianificazione Territoriale, Percorsi geologico-storico naturalistici

Via Edison 18/a; 23875 Osnago (LC) tel/fax 039-587201
Frazione Olgiasca; 23823 Colico (Lc) tel/fax 0341-931962 tel cell 338-2195909
E - Mail geoplanet@infinito.it studiogeoplanet@libero.it
C.F. e P.IVA: 02594240133



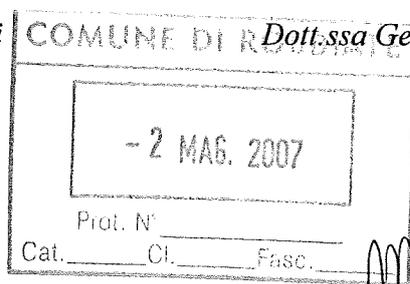
INDAGINE GEOLOGICO TECNICA AI SENSI DEL D.M. 11.3.88 PER REALIZZAZIONE EDIFICIO RESIDENZIALE, IN VIA CAROBBIO, NEL COMUNE DI ROBBIATE (LC)

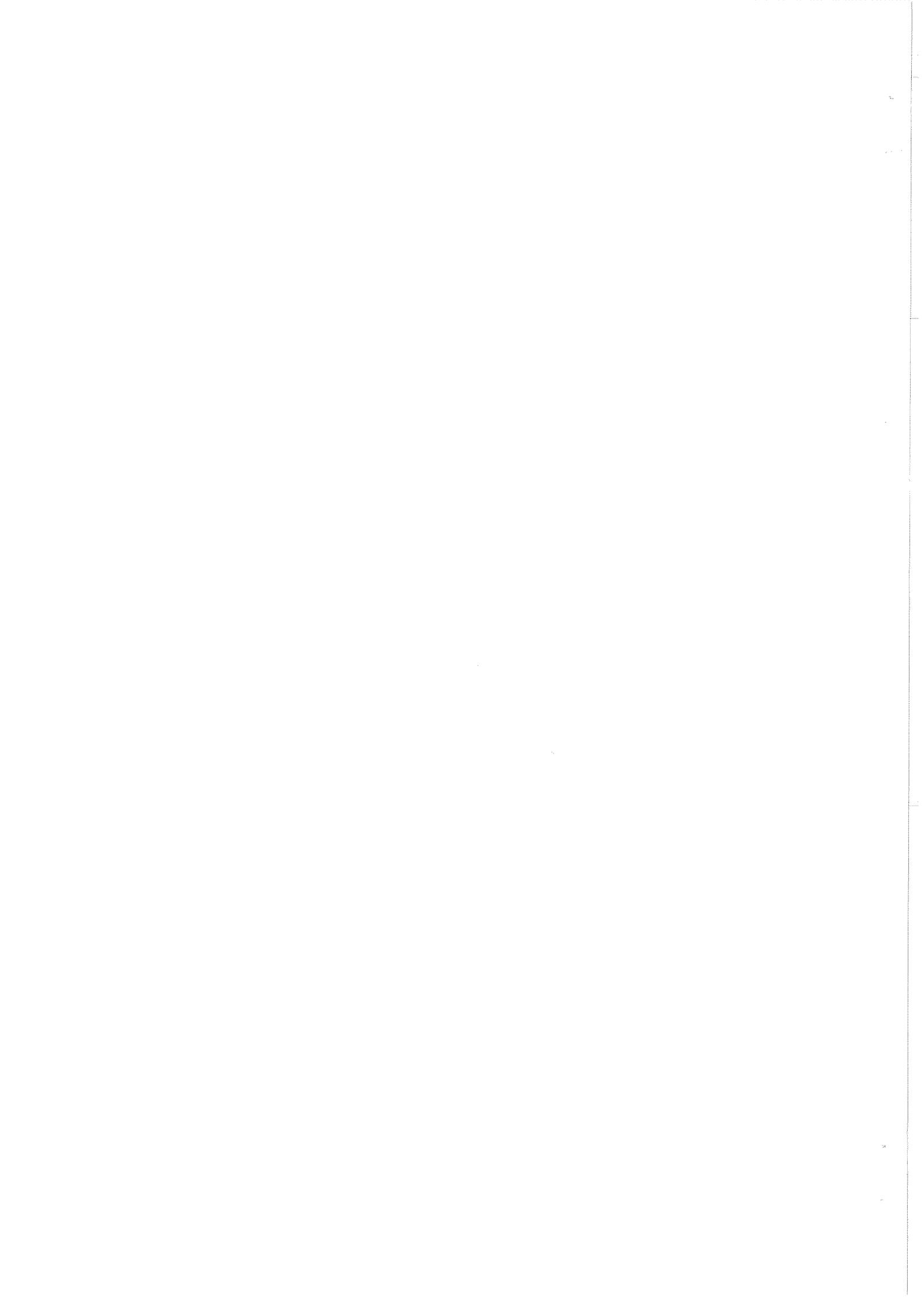


APRILE 2007

Dott. Geologo Maurizio Penati

COMUNE DI ROBBIATE Dott.ssa Geologo Marialuisa Todeschini





SOMMARIO

1. PREMESSA	2
2. CRITERI IN ZONE SISMICHE	4
3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CLIMATICO VEGETAZIONALE	7
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-MORFOLOGICO-IDROGEOLOGICO	8
5. INDAGINI ESEGUITE	15
5.1 Prove penetrometriche	15
6. STRATIGRAFIA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE	18
6.1 Stratigrafia	18
6.2 Caratteristiche geotecniche	20
7. CAPACITA' PORTANTE DEI TERRENI	20
8. STABILITÀ FRONTI DI SCAVO	22
9. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	23

Allegati a fine testo

ALLEGATO 1. Prove penetrometriche dinamiche pesanti SCPT: Grafici e tabelle

Allegati fuori testo

Tavola1: Carta geologica generale– Carta geomorfologica di dettaglio – Planimetria di progetto con ubicazione indagini - Sezione stratigrafica

1. PREMESSA

Con incarico del GEOM. ELVIRI, per conto CENTRO IMMOBILIARE EUROPEO S.R.L., è stato eseguita, in data 20.04.2007, un'indagine geologico tecnica ai sensi del D.M. 11.3.88 per realizzazione di un edificio residenziale, in Via Carobbio, nel territorio comunale di Robbiate (LC).



FIG. 1 Corografia generale - Estratto Carta Tecnica Regionale - Scala 1: 10.000

L'area si presenta degradante verso ovest è posta alla quota media di 263 m s.l.m.

Il progetto prevede la realizzazione di un edificio residenziale privo di un piano interrato.

Il piano di posa delle fondazioni in progetto è posto a circa -1.0 m da p.c. attuale.

Pertanto gli scavi avranno un'altezza massima di 1.0 m.

Di seguito si riporta l'estratto mappa catastale:

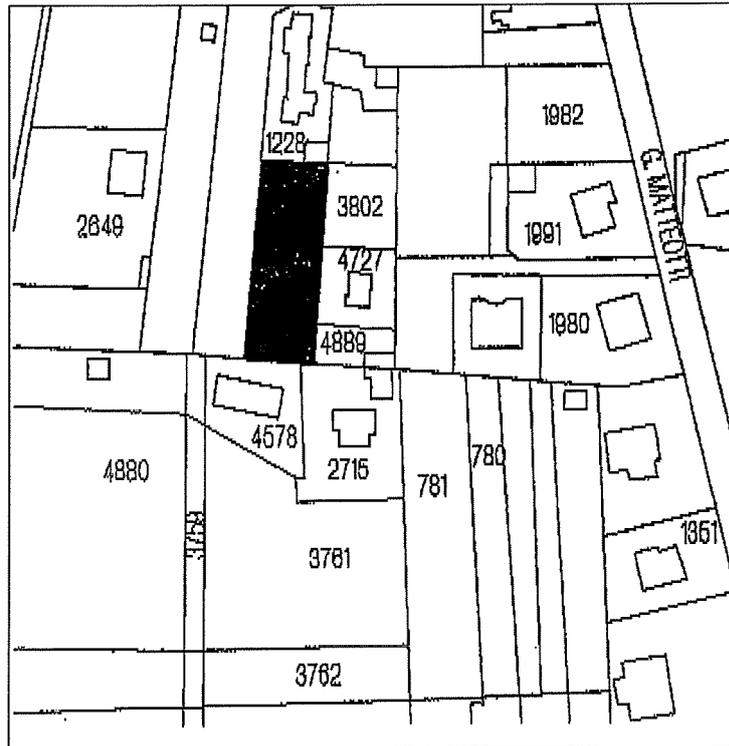


FIG. 2 Estratto Mappa catastale - Scala 1: 2.000

Di seguito si riporta l'estratto del Piano Regolatore Vigente:



FIG. 3 Estratto PRG - Scala 1: 2.000

L'indagine si è articolata nelle seguenti fasi:

- ↳ ricerca e analisi bibliografica;
- ↳ rilievo geomorfologico dell'area di edificazione e circostanti;
- ↳ realizzazione di **2 prove penetrometriche dinamiche** continue Scpt spinte fino a rifiuto alla penetrazione avvenuto alla profondità di **-3.6 m da p.c. attuale**;
- ↳ interpretazione dei dati raccolti;
- ↳ elaborazione e redazione della presente relazione.

La seguente indagine si prefigge i seguenti obiettivi:

- ✓ valutare la situazione geologico-morfologica locale per verificare la stabilità dell'area;
- ✓ definire la natura e la stratigrafia dei terreni interessati dall'intervento;
- ✓ individuare la presenza della falda acquifera e la relativa profondità;
- ✓ definire i parametri geotecnici necessari al dimensionamento delle strutture di fondazione in progetto;
- ✓ indicare i valori di portata ammissibile del terreno per le soluzioni di fondazione;
- ✓ indicare le modalità di apertura degli scavi in relazione all'altezza dello scavo e alle strutture limitrofe.

2. CRITERI IN ZONE SISMICHE

In seguito all'ordinanza n. 3274 del Presidente del consiglio dei Ministri del 20 marzo 2003, sono stati definiti i primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.

In particolare sono stati approvati i Criteri per l'individuazione delle zone sismiche-individuazione, formazione e aggiornamento degli elenchi nelle medesime zone (allegato 1 all'ordinanza), nonché le connesse Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici, Norme tecniche per progetto sismico dei ponti, Norme tecniche per il progetto sismico delle opere di fondazione e sostegno dei terreni (allegati 2, 3 e 4 dell'ordinanza). Ogni singola regione deve provvedere all'individuazione, formazione e aggiornamento dell'elenco delle zone sismiche. In prima applicazione le zone sismiche sono individuate sulla base del documento "Proposta di riclassificazione sismica del territorio nazionale".

Le norme tecniche indicano 4 valori di accelerazioni orizzontali (a_g/g) di ancoraggio dello spettro di risposta elastico e le norme progettuali e costruttive da applicare e pertanto il numero delle zone è fissato a 4. Sono state individuate quattro classi che identificano 4 zone a sismicità decrescente partendo da 1 a 4.

Il territorio comunale di ROBBIATE rientra in zona 4.

Di seguito si riporta una tabella che individua le 4 zone sismiche

ZONA	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% i 50 anni (a_g/g)	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (norme Tecniche) (a_g/g)
1	>0,25	0,35
2	0,15-0,25	0,25
3	0,05-0,15	0,15
4	<0,05	0,05

Lo spettro di risposta elastico è costituito da una forma spettrale, considerata indipendente dal livello di sismicità, moltiplicata per il valore della accelerazione massima $a_g \times S$ del terreno che caratterizza il sito, dove S è il fattore che tiene conto del profilo stratigrafico del suolo di fondazione. I parametri T_B , T_C , T_D di seguito riportati sono periodi che separano i diversi rami dello spettro, dipendenti dal profilo stratigrafico del suolo di fondazione.

CATEGORIA SUOLO	S	T_B	T_C	T_D
A	1.0	0.15	0.40	2.0
B,C, E	1.25	0.15	0.50	2.0
D	1.35	0.20	0.80	2.0

Sono previste 5 classi di terreni (A, B, C, D, E) identificabili sulla base delle caratteristiche stratigrafiche e delle proprietà geotecniche, rilevate nei primi 30 m e definite dai parametri indicati nell'EC8 e precisamente: velocità delle onde S; numero dei colpi della prova SPT, coesione non drenata. Le caratteristiche salienti delle 5 classi sono:

A. Formazioni litoidi o terreni omogenei caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m.

B. Depositi di sabbie e ghiaie molto addensate o di argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica $N_{Spt} > 50$, o coesione non drenata $c_u > 250$ kPa).

C. Depositi di sabbie e ghiaie molto addensate o di argille di media rigidezza con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s ($15 < N_{spt} < 50$, $70 < c_u < 250$ KPa).

D. Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da $V_{s30} < 180$ m/s ($N_{spt} < 15$, $C_u < 70$ KPa).

E. Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali con valori di V_{s30} simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido, con $V_{s30} > 800$ m/s.

In aggiunta a queste categorie per le quali vengono definite le azioni sismiche da considerare nella progettazione, se ne definiscono altre due (S1 e S2), per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare:

S1. Depositi costituiti da uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($PI > 40$) e contenuto di acqua, caratterizzati da valori di $V_{s30} < 100$ m/s ($10 < c_u < 20$ KPa).

S2. Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei precedenti tipi.

Nelle definizioni V_{s30} è la velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio.

A livello europeo è stato predisposto e già votato favorevolmente da tutti i paesi membri, un sistema integrato di norme per la progettazione antisismica di edifici, ponti, serbatoi, torri, fondazione ed opere geotecniche e per la valutazione della sicurezza e l'adeguamento di strutture esistenti (Eurocodice 8). I principi e i metodi adottati dall'EC8 sono in completa armonia con quelli contenuti nelle norme nei paesi a più alta sismicità, quali USA, America del Sud, Cina, Giappone ed Asia del Sud-est. In allegato 4 all'ordinanza vengono riportate le norme tecniche per il progetto sismico di opere di fondazione e di sostegno dei terreni soggette ad azioni sismiche, nonché i requisiti cui devono soddisfare i siti di costruzione e i terreni di fondazione in presenza di tali azioni. Il sito deve essere esente da pericoli di instabilità dei pendii, liquefazione, eccessivo addensamento in caso di terremoto, nonché di rottura di faglia in superficie.

Di norma deve essere adottato un tipo unico di fondazioni per una data struttura.

Le indicazioni riportate nelle norme tecniche devono essere applicate per le zone 1, 2 e 3; mentre per la zona 4 è a discrezione della Regione introdurre o meno l'obbligo della progettazione antisismica.

3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CLIMATICO VEGETAZIONALE

L'area in esame si trova nella parte meridionale del comune di Robbiate in Via Carobbio ad est di Via Milano (direttrice Robbiate-Bernareggio) e a N della linea ferroviaria Milano Bergamo, in prossimità del confine tra le province di Lecco, Milano e Bergamo.

La quota media è di 263 m s.l.m.

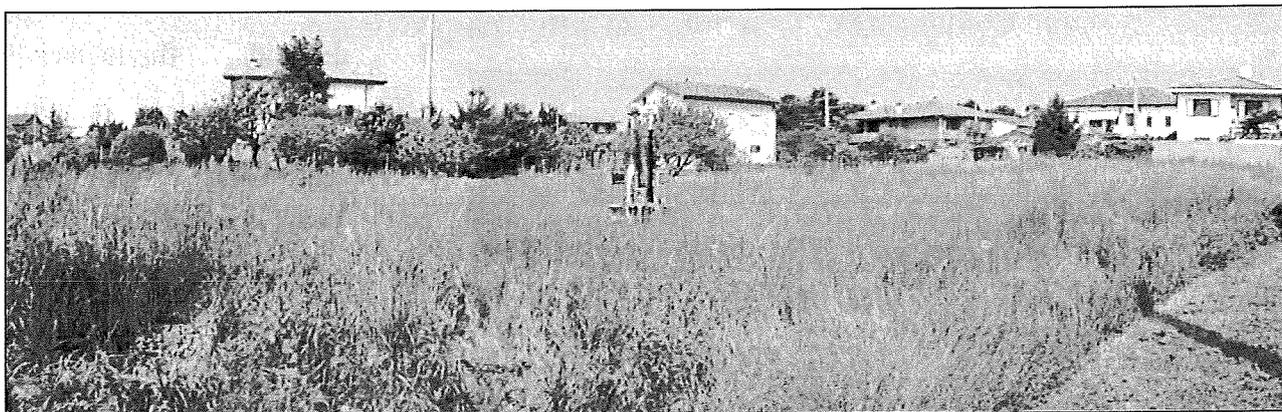


FIG.4 Panoramica area in oggetto

L'area presenta una debole vergenza verso SSW.

La zona appartiene alla Brianza orientale e all'alta pianura milanese, settore orientale.

L'uso del suolo è a insediamenti residenziali, mentre al contorno dell'area di intervento è a seminativo e seminativo arborato.

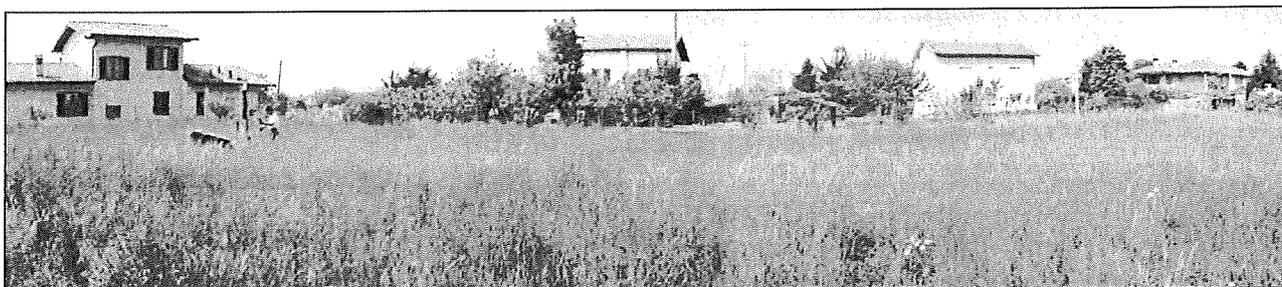


FIG.5 Panoramica area in oggetto

A S della ferrovia e a W della Via Milano si ha un residuo boscato a latifoglie, con ceduo a riposo invernale e densità colma. Si tratta di filari di alberi disposti parallelamente alla scarpata che contrassegna il passaggio tra i due diversi tipi di depositi fluvioglaciali.

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-MORFOLOGICO-IDROGEOLOGICO

L'area in esame si trova in corrispondenza di un'area degradante verso sud all'interno di una zona parzialmente urbanizzata alla quota media di 263 m s.l.m. Come si osserva dalla figura n.10, l'area in oggetto è caratterizzata da un punto di vista geologico da dal passaggio dai depositi fluvioglaciali di età Wurmiana a quelli di età Rissiana mentre più ad est affiorano i depositi fluvioglaciali Mindeliani.

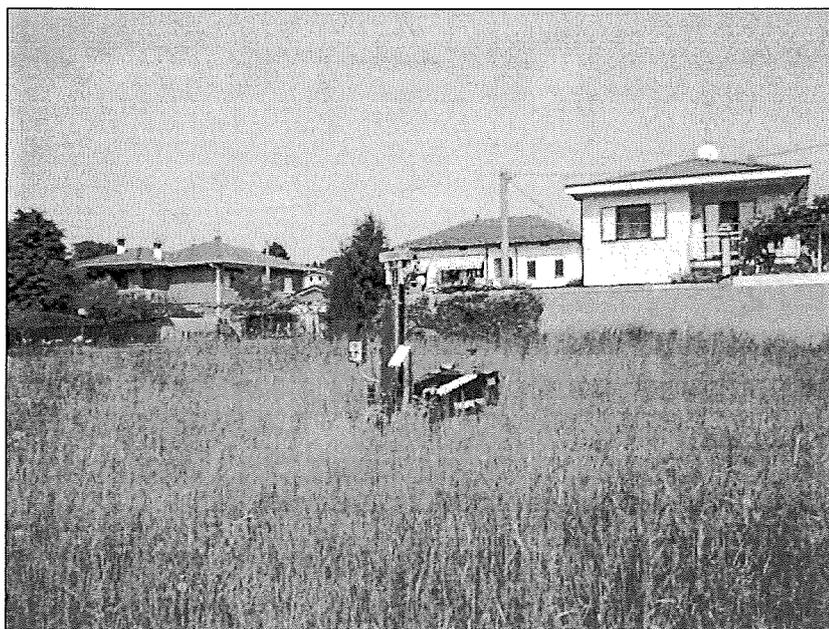


FIG. 6 *Panoramica area in oggetto*

ed hanno forma variabile da arrotondata a sub-arrotondata con dimensioni medie di 20x20x10 cm.



FIG. 7 *Panoramica area in oggetto*

I depositi fluvioglaciali affiorano estesamente in tutta l'area in progetto dando luogo ad una morfologia da subpianeggiante a collinare. Tali depositi sono costituiti prevalentemente da ciottoli e blocchi di natura metamorfica e sedimentaria in matrice sabbiosa limosa. La porzione fine (limo e sabbie limose) è presente in quantità abbondante mentre i blocchi sono in numero ridotto

All'interno dell'area in oggetto sono presenti depositi fluvioglaciali di età Rissiana (cfr. carta). Si tratta di terreni costituiti da materiale sabbioso-limoso di colore rossastro, molto alterato.



FIG. 8 *Panoramica area in oggetto*

Le analisi da foto aeree che hanno portato alla redazione della carta morfologica regionale, individuano dei paleo alvei aventi direzione NNE-SSW, all'interno sia dei depositi wurmiani sia mindeliani. Si tratta degli alvei che contenevano i torrenti interglaciali e post glaciali che scorrevano dalle lingue e dai fronti glaciali quaternari posti a N in direzione sud.

La successiva evoluzione morfologica dell'area ha portato al riempimento dei suddetti alvei con



FIG. 9 *Panoramica area in oggetto*

nuovo materiale alluvionale e fluvio glaciale. La traccia degli stessi è quindi poco visibile da rilievi di campagna mentre è ancora intuibile dall'esame a grande scala effettuabile mediante le fotografie aeree. Uno di questi paleo alvei risulta adiacente a circa 800 ad W, dell'area di studio, correndo lungo il contatto tra depositi mindelliani e wurmiani.

Il substrato roccioso costituito da alternanze di marne ed arenarie affiora a circa 180 m in direzione nord-ovest dall'area in oggetto.

Dal punto di vista idrografico non si segnala nelle immediate vicinanze dell'area studiata la presenza di aste fluviali o di piccole rogge ad utilizzo agricolo. Il sistema idrografico locale è praticamente assente entro e al contorno dell'area di edificazione. Per individuare gli assi drenanti

principali ci si deve spostare per circa 1.5 km verso E, ove corre, in senso NNW-SSE, la profonda incisione alluvionale dell'Adda, oppure per circa 4 km verso W, dove corre in senso N-S la meno depressa e più ampia valle del sistema Molgora-Molgoretta.

Di seguito è riportato uno stralcio della carta morfologica:

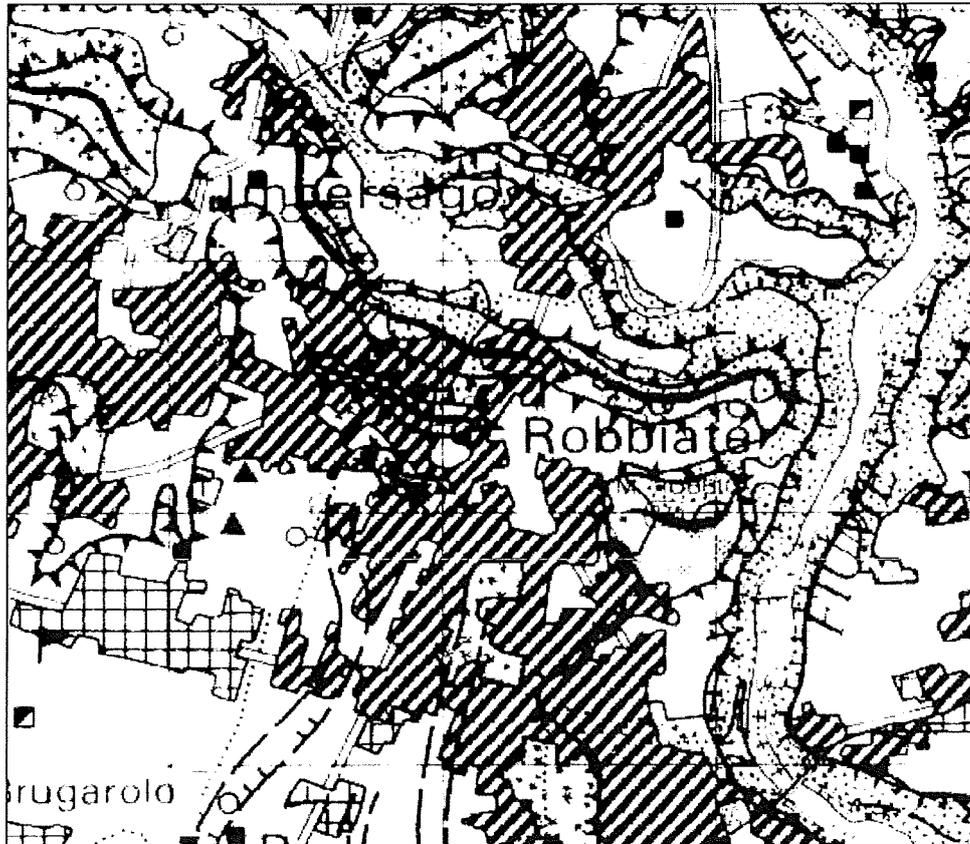


FIG.10 Ingrandimento della Carta Morfologica Regionale (scala 1: 25.000)

LEGENDA

Area edificata o urbanizzata: residenza, servizi o misto	a tipologia prev. residenziale, mista e servizi	
	area verde, parco-giardino	
Area edificata o urbanizzata: produttivo		
Case sparse		
Area in trasformazione		
Nucleo residenziale	■ Complesso industriale ▲	
Complesso agro-zootecnico	● Complesso commerciale ▼	
Impianto sportivo	▶ Servizi ★	
Cascina	○ Campeggio Δ	
Complesso misto residenziale-produttivo		
Area agricola	seminativo, pioppeto, prato-pascolo	
	legnose agrarie	
Bosco		
Area incolta o sterile		
Scarpata morfologica		
Orlo di terrazzo fluviale		
Circo glaciale		
Cresta di cordone morenico		
Golena		
Alveo abbandonato situato allo stesso livello del p.c.		
Alveo abbandonato incassato rispetto al p.c.		
Erosione di sporada		

Nicchia di frana recente	
Frana recente attiva	
Nicchia di frana antica	
Frana antica stabilizzata	
Area con franosità diffusa	
Frana di dimensioni non cartografabili	
Alveo abbandonato relativo a corsi minori	
Linea di accrescimento fluviale, vecchia linea di costa	
Conoidi di deiezione	
Detriti sciolti, "ghiaioni"	
Fenomeni carsici	
Erosione diffusa	
Erosione incanalata	
Faglia o frattura principale	
Linea spartiacque	
Linea di scorrimento di valanga	
Opera paravalanga	

Di seguito si riporta uno stralcio della carta geologica generale:

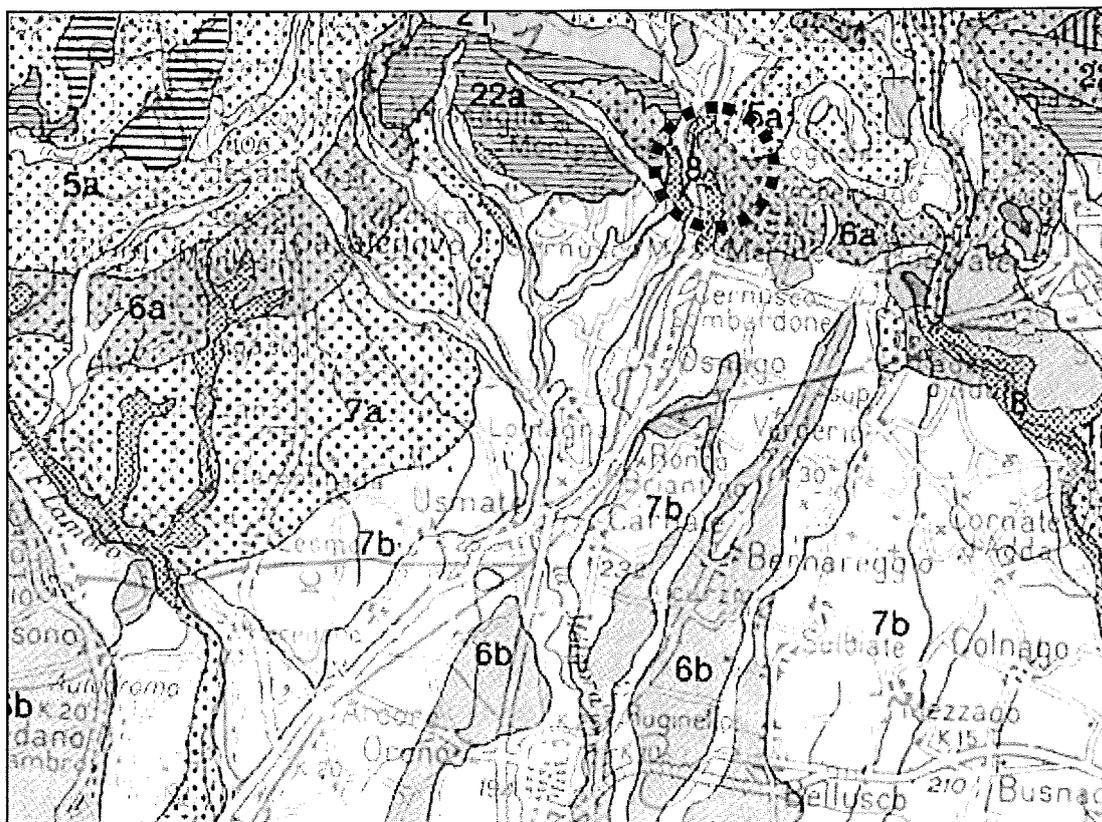


FIG.11- Ingrandimento della Carta Geologica della Lombardia CNR - Scala 1: 125.000

QUATERNARIO CONTINENTALE - "VILAFRANCIANO"

OLOCENE		1 - Depositi fluviali dei greti attuali (Alluvium attuale - a) e terrazzati (Alluvium medio - b, Alluvium antico - c): ghiaie, sabbie e limi.
		2 - Detriti di falda e frane.
		3 - Lacustre olocenico e tardoglaciale: argille e limi (a); torba (b).
PLEISTOCENE		4 - Morenico: ghiaie, sabbie, limi.
		5 - Morenico Würm: ghiaie, blocchi e limi (a); Fluvioglaciale e Fluviale Würm: ghiaie, sabbie (b). <i>PLEISTOCENE SUP.</i>
		6 - Morenico Riss: ghiaie, blocchi e limi ferrettizzati (a); Fluvioglaciale, Fluviale e Lacustre Riss: ghiaie, sabbie e argille ferrettizzate (b). <i>PLEISTOCENE MEDIO.</i>
		7 - Morenico Mindel: ghiaie, limi e rari blocchi fortemente ferrettizzati (a); Fluvioglaciale, Fluviale e Lacustre Mindel: ghiaie, limi e argille fortemente ferrettizzate (b). <i>PLEISTOCENE INF.</i>
PLIOCENE		8 - "Ceppo" e formazioni simili, facies "Villafranchiane": conglomerati, sabbie, argille. <i>PLEISTOCENE INF.-PLIOCENE SUP.</i>

Di seguito si riporta uno stralcio della carta geologica generale:

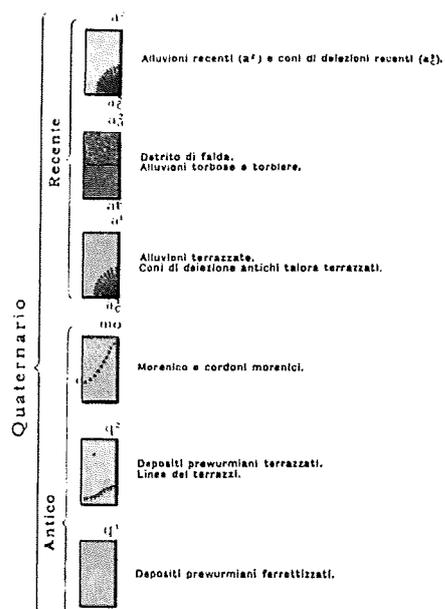
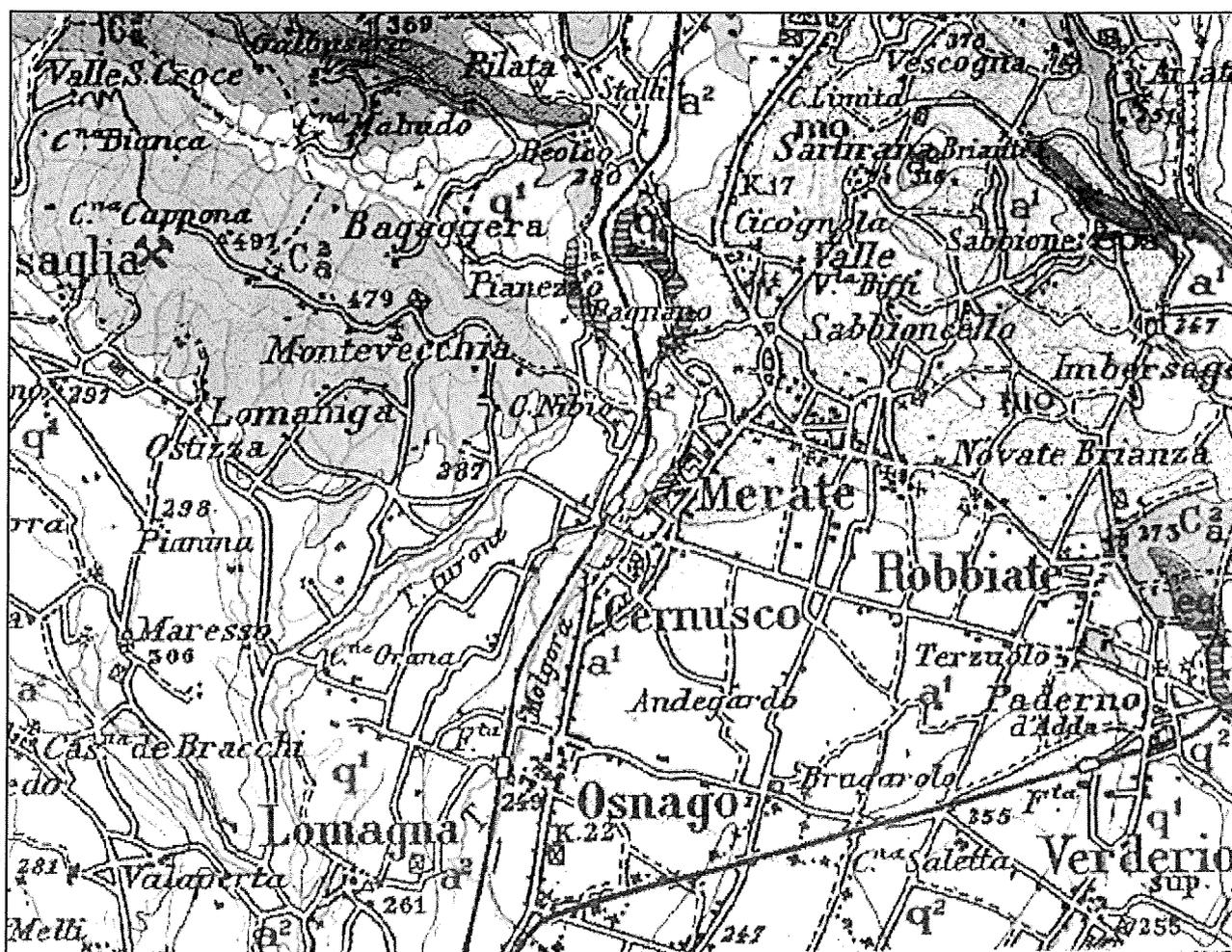


FIG.12 Ingrandimento della Carta Geologica d'Italia – Foglio COMO Scala 1: 50.000

Di seguito si riporta uno stralcio della carta geologica della Brianza:



CARTA GEOLITOLOGICA DELLA BRIANZA TRA IL T. SEVESO E IL T. MOLGORA

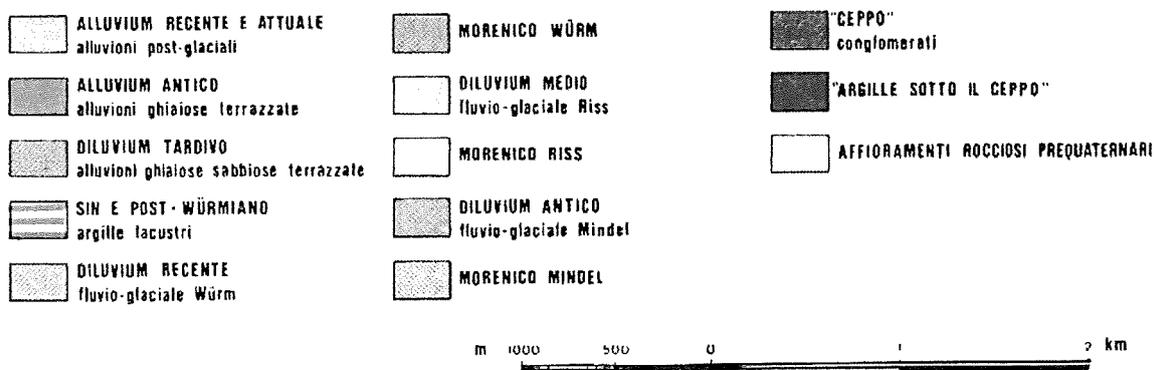


FIG.13 Ingrandimento della Carta Geologica della Brianza-Scala

Le acque superficiali non incanalate tendono comunque a dirigersi e concentrarsi, soprattutto a seguito di precipitazioni intense lungo il limite tra il terrazzo rissiano e la piana wurmiana occidentale e depressa, dove la coltre superficiale meno permeabile è meno spessa.

Non sono state rilevate evidenze di fenomeni geomorfici in atto riconducibili all'azione delle acque incanalate o non di particolare importanza.

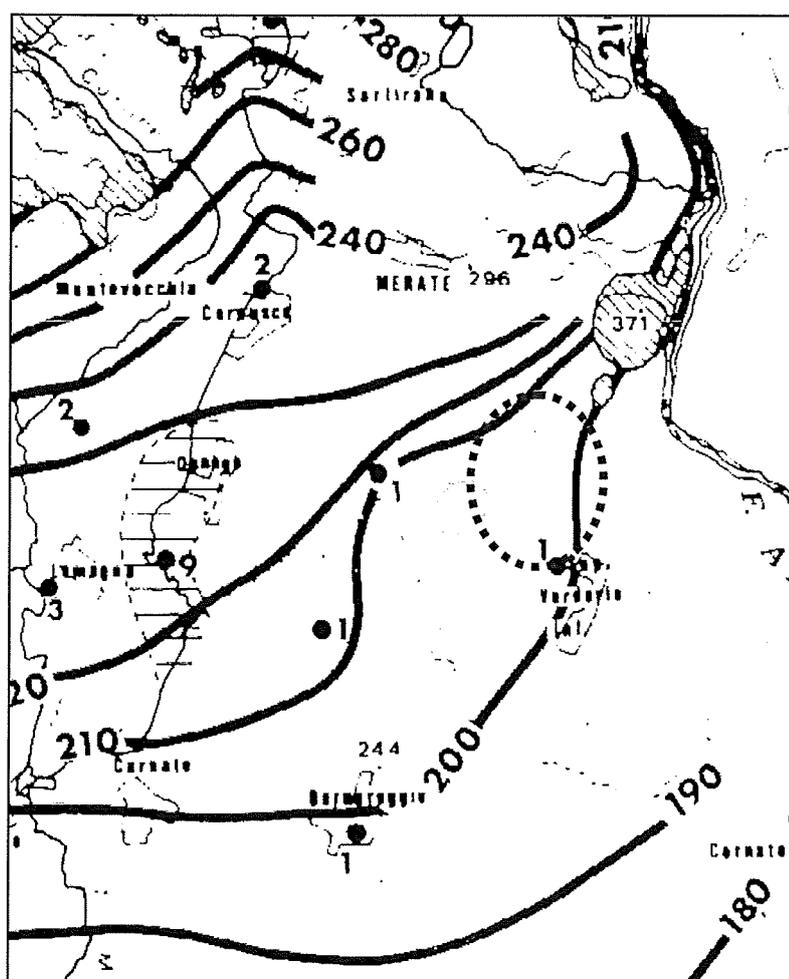


FIG. 14 Carta delle isopiezometriche – Beretta-Francani

La situazione idrogeologica locale è caratterizzata da una falda acquifera che defluisce da NW verso SE con pendenza media del 5% circa. La quota della superficie piezometrica in corrispondenza dell'area di studio è compresa tra 200 e 210 m slm, la quota dell'alveo del F. Adda in corrispondenza longitudinale con l'area in esame è compresa tra 190 e 195 m slm.

Da quanto sopra si deduce che la profondità della falda al di sotto dell'area di in oggetto (66-76 m) è minore del dislivello esistente tra l'area stessa e il fondo alveo dell'Adda (81-86 m) quindi la falda confluisce ed alimenta il Fiume Adda molto più a sud dell'area in

esame.

Durante l'esecuzione delle prove penetrometriche, non è stata individuata la presenza di per tutta la profondità di investigazione corrispondente a -3.6 m da p.c. esistente.

La direzione di deflusso idrico sotterraneo è posto al contatto tra depositi superficiali e substrato roccioso sottostante.

5. INDAGINI ESEGUITE

Per il presente studio, in data 20 aprile 2007, sono state realizzate 2 prove penetrometriche dinamiche continue per interpretare¹ la stratigrafia dei terreni in oggetto.



FIG. 15 Esecuzione prova penetrometrica dinamica scpt

5.1 Prove penetrometriche

La prova penetrometrica Scpt è stata eseguita con penetrometro dinamico superpesante DPSH le cui caratteristiche sono rigorosamente conformi alla normativa geotecnica vigente in materia.

Se ne riassumono di seguito i dati tecnici salienti:

DPSH		
MAGLIO	Massa M (Kg)	63.5
	Altezza di caduta H (mm)	750
CONO	Angolo di apertura ($^{\circ}$)	90
	Area di base A (cm ²)	20
	Diametro di base D (mm)	50.5
	Altezza cilindro di base cono (mm)	50.5
	Rasteremazione (parte alta) ($^{\circ}$)	11
	Altezza parte conica (mm)	25.3
ASTE	Massa minima (Kg/m)	6
	Diametro esterno massimo (mm)	32
PENETRAZIONE	Lunghezza aste (mm)	1000
	Numero di colpi penetrazione	N_{20}
	Campo di valori standard	5 ± 100
Lavoro specifico per colpo M^*g^*H/A (Kj/m ²)		234

¹ Dalle prove si determina direttamente lo stato di addensamento dei terreni e, tramite correlazioni, si risale alle caratteristiche geotecniche.

L'esecuzione di una prova penetrometrica consiste nell'infiggere verticalmente nel terreno una punta conica metallica posta all'estremità di un'asta d'acciaio prolungabile con l'aggiunta di aste successive. L'infissione della punta avviene per battitura, facendo cadere da un'altezza costante di 75 cm, un maglio del peso di 63.5 kg e registrando il numero di colpi di maglio (NScpt) necessari per approfondimenti costanti di 20 cm. La resistenza del terreno è funzione inversa della penetrazione per ciascun colpo e diretta del numero di colpi NScpt.

Di seguito vengono riportate le principali caratteristiche della prova condotta:

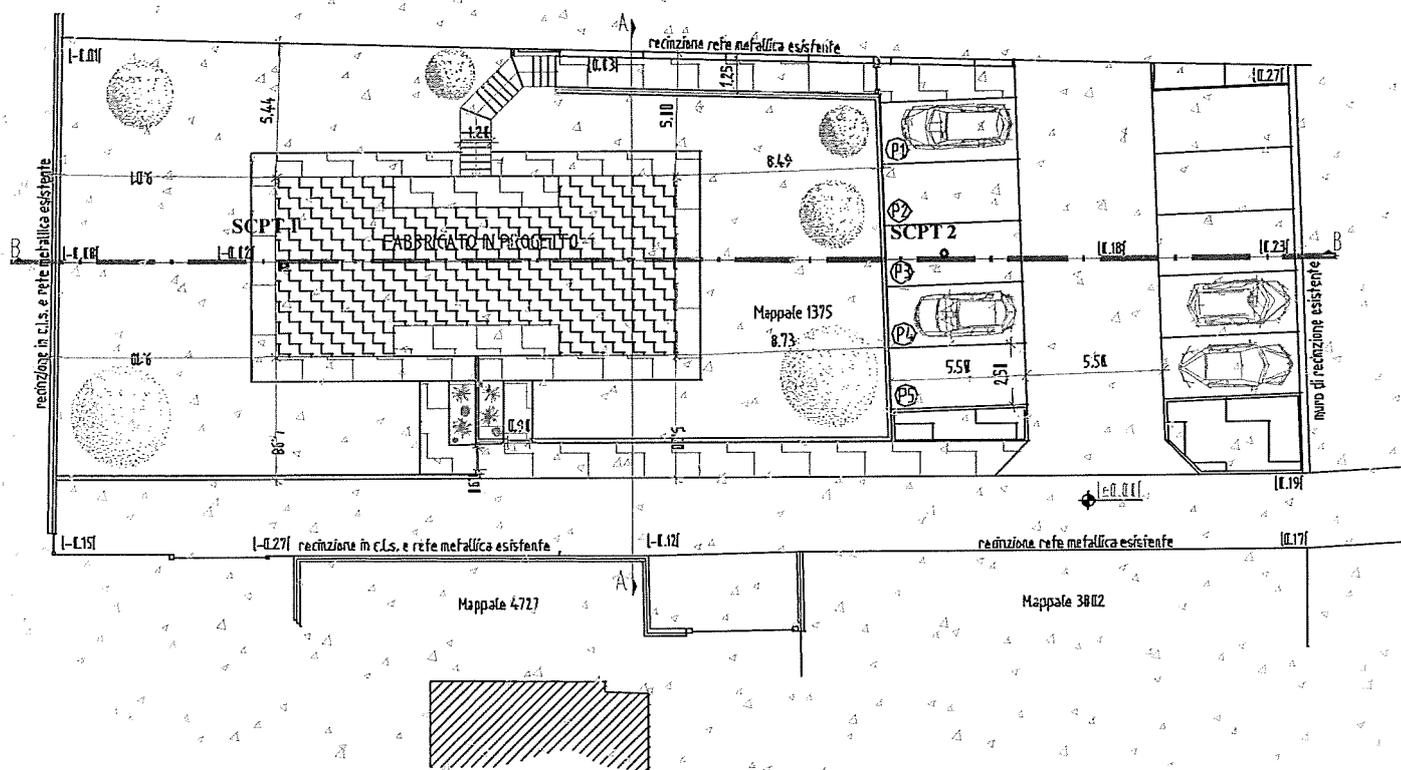
Prova n.	Profondità (m da p.c.)	Rifiuto¹	Tubo piezometrico (m)	Quota acqua (m da p.c.)
1	-3.6	si	//	Non rilevata
2	-3.0	si	//	Non rilevata

Non è stata individuata la presenza di acqua per tutta la profondità di investigazione corrispondente a -3.6 m da p.c. esistente. Il rifiuto alla penetrazione è avvenuto per la presenza di blocchi e ciottoli tipici dei depositi fluvioglaciali o probabilmente per la presenza dell'orizzonte superficiale alterato del substrato roccioso locale noto in letteratura come Ceppo Lombardo .

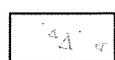
Le tabelle e i grafici relativi alla prova Scpt sono riportati in appendice.

Di seguito si riporta l'ubicazione delle prove penetrometriche dinamiche effettuate:

¹ Per rifiuto si intende l'interruzione della prova a causa del mancato avanzamento di 20 cm delle aste a seguito di 100 colpi del maglio



LEGENDA PLANIMETRIA

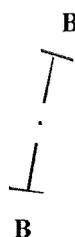


Depositi fluvio-glaciali

SCPT 1



Ubicazione prove penetrometriche dinamiche pesanti SCPT



Traccia della sezione stratigrafica

FIG. 16 Ubicazione prove penetrometriche dinamiche scpt

6. STRATIGRAFIA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

6.1 Stratigrafia

La natura dei terreni è stata dedotta dal numero di colpi necessari per l'avanzamento della punta e dall'osservazione dei residui litologici, durante il recupero delle aste. Lo stato di addensamento, è stato misurato direttamente, rilevando la resistenza all'avanzamento della punta nel terreno.

Le prove penetrometriche, eseguite in data 14-11-2006, all'interno dell'area in progetto, ha evidenziato la presenza di una zona, costituita in prevalenza da sabbie e ghiaie con grado di addensamento da molto sciolto a moderatamente addensato, ad addensato, fino a raggiungere il rifiuto alla penetrazione.

Di seguito vengono riportati i risultati di tali deduzioni in un modello stratigrafico mediato per l'intera area di progetto:

Profondità in m dal p.c.	Nspt	Orizzonte	Stato di addensamento / consistenza
da 0.0 a -0.6	8-11	1	Terreno da poco a moderatamente addensato
da -0.6 a -3.0	2-3	2	Terreno molto sciolto
da -3.0 a -3.6	13-15	3	Terreno moderatamente addensato
oltre -3.6	>100	4	Terreno molto addensato – Orizzonte superficiale regolitico del substrato roccioso locale

$$N_{spt} = 1.2 * N_{sept}$$

 = Orizzonte entro cui poggeranno le fondazioni in progetto

Come si può osservare dalla sezione stratigrafica riportata in Tavola unica allegata fuori testo, il piano di posa delle fondazioni dell'edificio previsto a circa -1.0 m da p.c. esistente, è situato all'interno dell'orizzonte 2 molto sciolto e dotato di scadenti caratteristiche geotecniche.

Di seguito si riporta la sezione stratigrafica individuata dalle prove SCPT.

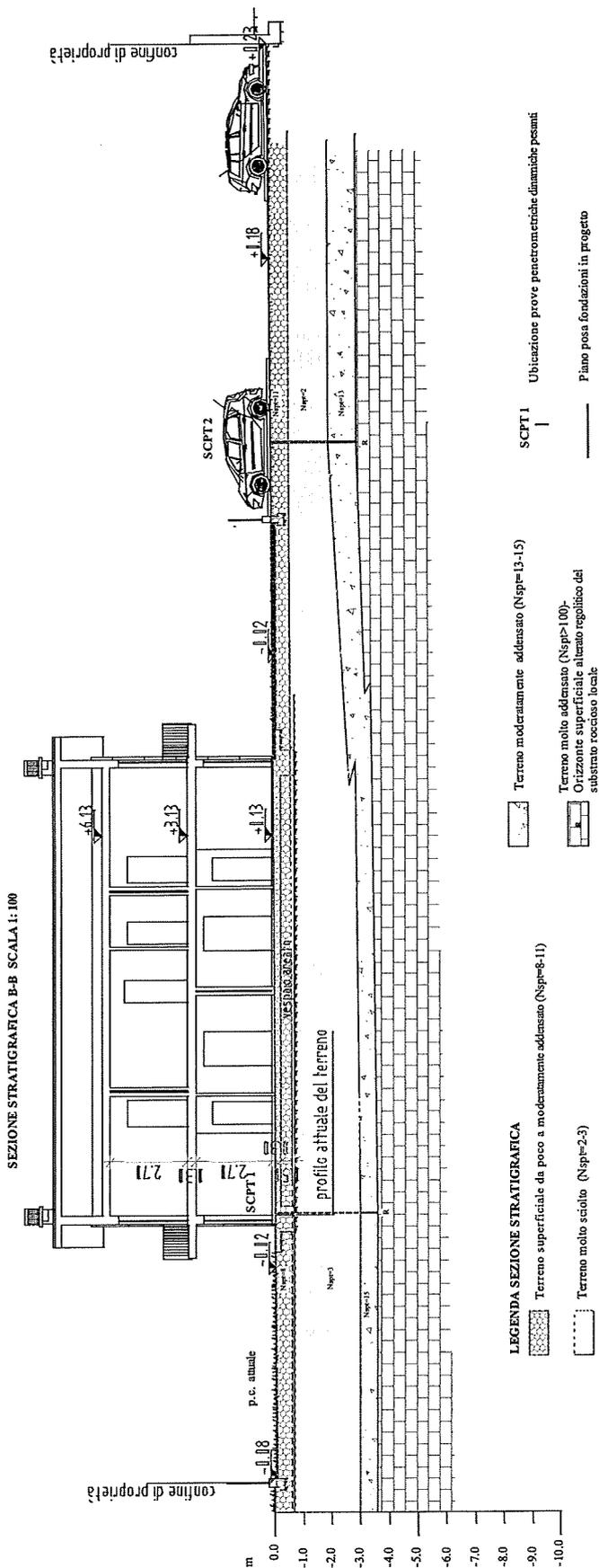


FIG.17-Sezione stratigrafica

6.2 Caratteristiche geotecniche

Le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione sono state determinate attraverso le correlazioni proposte dagli Autori a partire dai valori di resistenza di punta delle prove Scpt.

La tabella a seguire riassume le principali caratteristiche geotecniche individuate, con riferimento agli orizzonti stratigrafici descritti nel precedente paragrafo:

Profondità in m dal p.c.	Nspt	Orizzonte	Yt	φ	E	Kw
da 0.0 a -0.6	8-11	1	1.70-1.75	28°-30°	120-150	4.8-6.0
da -0.6 a -3.0	2-3	2	1.60-1.65	23°-24°	30-40	1.2-1.6
da -3.0 a -3.6	13-15	3	1.80-1.85	31°-32°	170-200	6.8-8.0
oltre -3.6	>100	4	2.0-2.2	>39°	>350	>14

dove:

Y_t = peso naturale terreno (t/m^3); φ = angolo di attrito (°); E = modulo elastico (kg/cm^2)
 K_w = modulo di reazione del terreno (kg/cm^3)

= Orizzonte entro cui poggeranno le fondazioni in progetto

7. CAPACITA' PORTANTE DEI TERRENI

Sulla base dei parametri geotecnici riportati nel precedente paragrafo, è stata calcolata la capacità portante per fondazioni dirette tipo trave, con rinterro di 0.7 m, larghezza B compresa tra 1.0 e 2.5 m, e fattore di sicurezza pari a 3. Il piano di posa delle fondazioni è posto alla seguente profondità:

EDIFICIO	Piano posa fondazioni (in m da pc. Attuale)	ORIZZONTE INTERESSATO
	-1.0	2

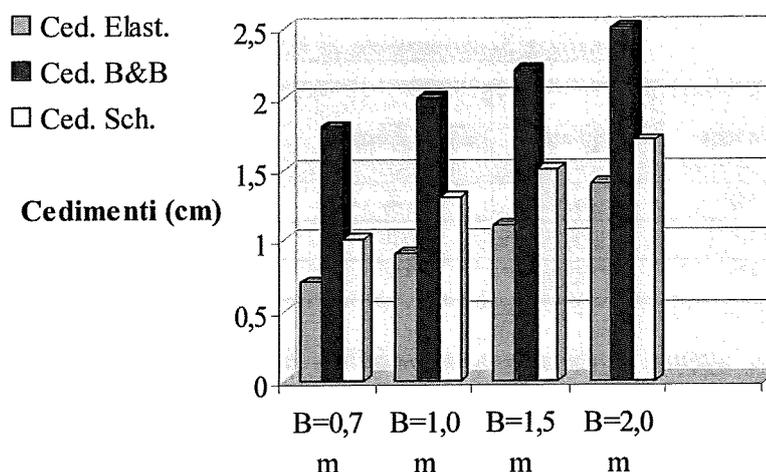
I valori di pressione ammissibile sono stati valutati secondo le relazioni di Terzaghi e di Brinch & Hansen, mentre i cedimenti sono stati previsti applicando le teorie dell'elasticità, di Burland e Burbidge e di Schmertmann per avere più termini di confronto.

**FONDAZIONE TIPO TRAVE PIANO POSA FONDAZIONI A -1.0 M DA P.C.
ESISTENTE-**

<i>B</i>	<i>Q_{amm}</i>	<i>Q_{tot}</i>	<i>Ced. Elast.</i>	<i>Ced. B & B</i>	<i>Ced. Sch.</i>
1.0	7.0	7.00	0.7	1.8	1.0
1.5	7.5	11.25	0.9	2.0	1.3
2.0	8.0	16.00	1.1	2.2	1.5
2.5	8.5	21.25	1.4	2.5	1.7

dove: *B* = larghezza trave (m); *Q_{amm}* = Portata ammissibile (t/m^2); *Q_{tot}* = Portata totale per metro lineare di trave compreso peso proprio (t/m); *S* = Cedimenti elastici relativi (cm)

CONFRONTO CEDIMENTI



I cedimenti sono evidentemente direttamente proporzionali al carico, alla dimensione dell'opera di fondazione e inversamente proporzionale al modulo elastico del terreno.

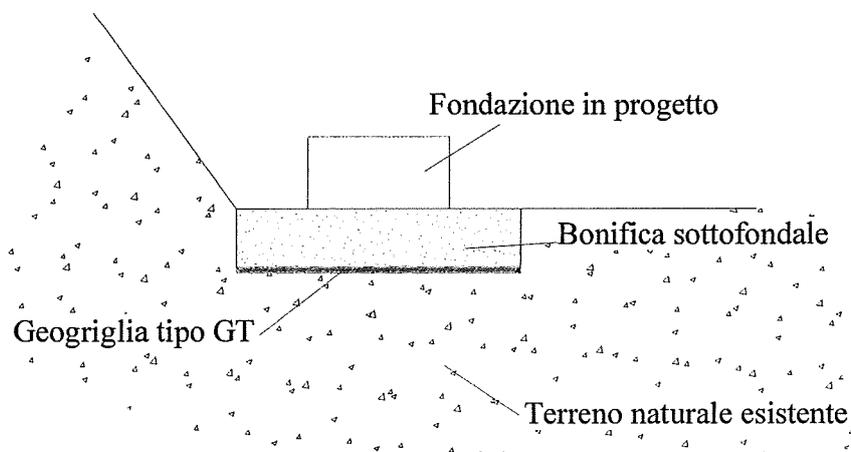
Al fine di migliorare la capacità portante e contenere i cedimenti **si consiglia di realizzare una bonifica sottofondale, in sezione ristretta, di almeno 0.6 m di spessore.**

In questo modo si ottiene il miglioramento delle relative caratteristiche geotecniche e quindi la riduzione dei cedimenti prevedibili e l'aumento della capacità portante.

Il metodo di bonifica più efficace consiste nella rimozione dello strato da bonificarsi e la sostituzione con materiale di buone caratteristiche granulometriche e geotecniche, da compattarsi in sito. Riporto di materiale granulare costipato ogni 0.20 m sarà sufficiente per garantire un modulo elastico simile a quello di un terreno moderatamente addensato ($250-300 \text{ kg/cm}^2$).

La granulometria di tali terreni dovrà essere compresa tra 5 e 13 cm e la compattazione dovrà essere eseguita con compattatore meccanico di almeno 20 ton.

Inoltre al fine di distribuire uniformemente i carichi di esercizio in progetto si consiglia la posa di una georete tipo TENAX GT 220 al di sotto delle fondazioni.



In questo caso i valori di capacità portante e i relativi cedimenti risultano essere i seguenti:

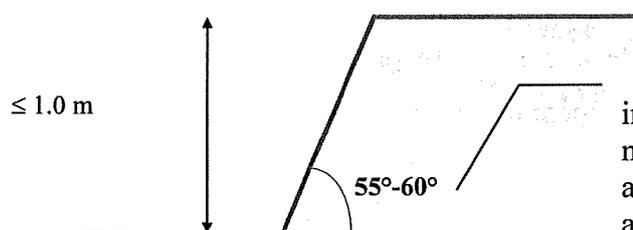
Bonifica Sottofondale di 0.6 m

<i>B</i>	<i>Q_{amm}</i>	<i>Q_{tot}</i>	<i>Ced. Elast.</i>	<i>Ced. B & B</i>	<i>Ced. Sch.</i>
1.0	10	10.0	1.4	1.1	1.5
1.5	11	16.5	2.1	1.6	2.3
2.0	12	24.0	2.5	2.2	2.6

dove:

B = larghezza trave (m); Q_{amm} = Pressione ammissibile (t/m²); Q_{tot} = Portata totale compreso peso proprio, per metro lineare di fondazione (t/m); S = Cedimenti relativi (cm)

8. STABILITÀ FRONTI DI SCAVO



Medio termine
inclinazioni
massime dovute
alla coesione e
all'angolo d'attrito
del terreno

La stabilità dei fronti di scavo è influenzata dall'altezza e inclinazione dei fronti, dall'angolo d'attrito, dalla coesione non drenata del terreno, dalla presenza di sovraccarichi, dalle condizioni meteorologiche (variazioni di temperatura e precipitazioni),

da eventuali venute di acqua dai fronti stessi e dal tempo nel quale lo scavo resterà aperto.

Sono stati distinti due casi in relazione alla distanza tra l'edificio in progetto e il confine di proprietà.

Nell'ambito della realizzazione del progetto, considerando una situazione a medio termine, al fine di garantire stabilità ai fronti e la sicurezza agli operatori, si suggerisce per altezze ≤ 1.0 m di realizzare fronti di scavo con inclinazioni massime di 55° - 60° , di lasciare il minor tempo possibile gli scavi aperti e di proteggere con coperture i fronti onde evitare erosioni dovute agli agenti meteorici.

9. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Con incarico del GEOM. ELVIRI, per conto CENTRO IMMOBILIARE EUROPEO S.R.L., è stato eseguita, in data 20.04.2007, un'indagine geologico tecnica ai sensi del D.M. 11.3.88 per realizzazione di un edificio residenziale, in Via Carobbio, nel territorio comunale di Robbiate (LC).

L'indagine geognostica, consistita nell'esecuzione di 2 prove penetrometriche dinamiche pesanti, spinte fino a rifiuto alla penetrazione avvenuto alla profondità di -3.6 m da p.c., ha individuato la presenza di depositi di origine fluvioglaciale.

Tali depositi, nell'area di studio, presentano oltre del livello superficiale da poco a moderatamente addensato, un orizzonte molto sciolto, seguito da un graduale aumento del grado di addensamento da moderatamente addensato fino a rifiuto alla penetrazione.

Non è stata individuata la presenza di acqua per tutta la profondità di investigazione corrispondente a -3.6 m da p.c. esistente. Il rifiuto alla penetrazione è avvenuto per la presenza di blocchi e ciottoli tipici dei depositi fluvioglaciali o probabilmente per la presenza dell'orizzonte superficiale alterato del substrato roccioso locale noto in letteratura come Ceppo Lombardo .

Il piano di posa delle fondazioni previsto a circa -1.0 m da p.c. esistente, si trova all'interno dell'orizzonte 2 molto sciolto e dotato di caratteristiche geotecniche scadenti.

La capacità portante calcolata per una fondazione superficiale tipo trave in funzione della larghezza della fondazione (1.0-1.5-2.0-2.5 m), con piano di posa a -1.0 m da p.c. esistente in

corrispondenza dell'orizzonte 2, risulta pari a 7-7.5-8-8.5 /m² e i relativi cedimenti compresi tra 0.7 cm e 2.5 cm.

Al fine di migliorare la capacità portante e contenere i cedimenti **si consiglia di realizzare una bonifica sottofondale, in sezione ristretta, di almeno 0.6 m di spessore.**

In questo modo si ottiene il miglioramento delle relative caratteristiche geotecniche e quindi la riduzione dei cedimenti prevedibili e l'aumento della capacità portante.

Il metodo di bonifica più efficace consiste nella rimozione dello strato da bonificarsi e la sostituzione con materiale di buone caratteristiche granulometriche e geotecniche, da compattarsi in sito. Riporto di materiale granulare costipato ogni 0.20 m sarà sufficiente per garantire un modulo elastico simile a quello di un terreno moderatamente addensato (250-300 kg/cm²).

La granulometria di tali terreni dovrà essere compresa tra 5 e 13 cm e la compattazione dovrà essere eseguita con compattatore meccanico di almeno 20 ton.

Inoltre al fine di distribuire uniformemente i carichi di esercizio in progetto si consiglia la posa di una georete tipo TENAX GT 220 al di sotto delle fondazioni.

In questo caso i valori di portata ammissibile ottenuti per le differenti tipologie di fondazione (travi con larghezza compresa tra 1 e 2 m, rinterro di 0.7 m e larghezza di 10 m) sono risultati compresi tra 10 e 12 t/m² con cedimenti massimi compresi tra 1.1 e 2.6 cm.

Nell'ambito della realizzazione del progetto, considerando una situazione a medio termine, al fine di garantire stabilità ai fronti e la sicurezza agli operatori, si suggerisce per altezze ≤1.0 m di realizzare fronti di scavo con inclinazioni di 55°-60°, di lasciare il minor tempo possibile gli scavi aperti e di proteggere con coperture i fronti onde evitare erosioni dovute agli agenti meteorici.

Si rimane comunque a disposizione per qualsiasi chiarimento.

Osnago, APRILE 2007

Dott. Geol. Maurizio Penati

Dott.ssa Geol. Marialuisa Todeschini



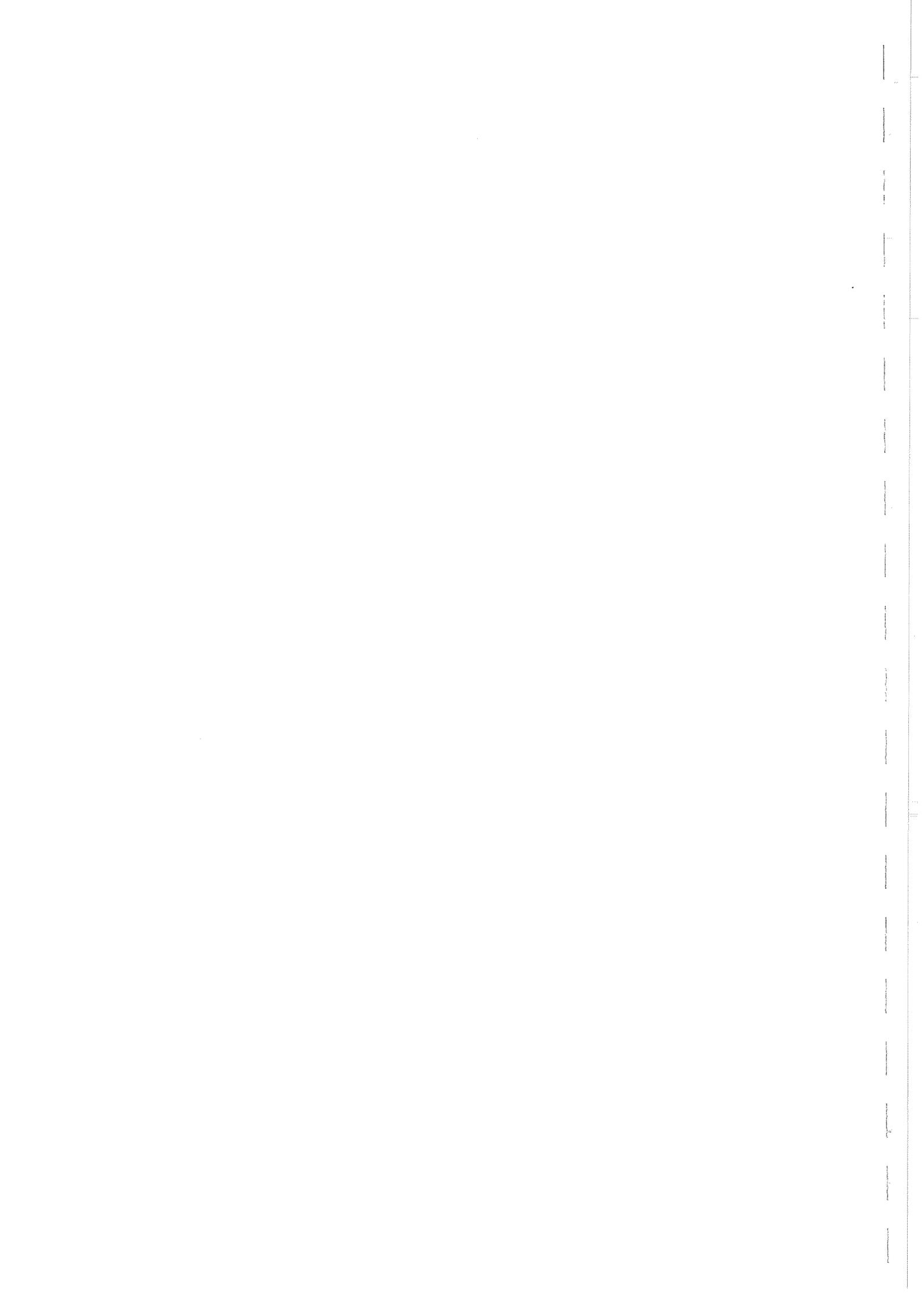


ALLEGATO 1

PROVE PENETROMETRICHE

DINAMICHE PESANTI SCPT:

Grafici e Tabelle



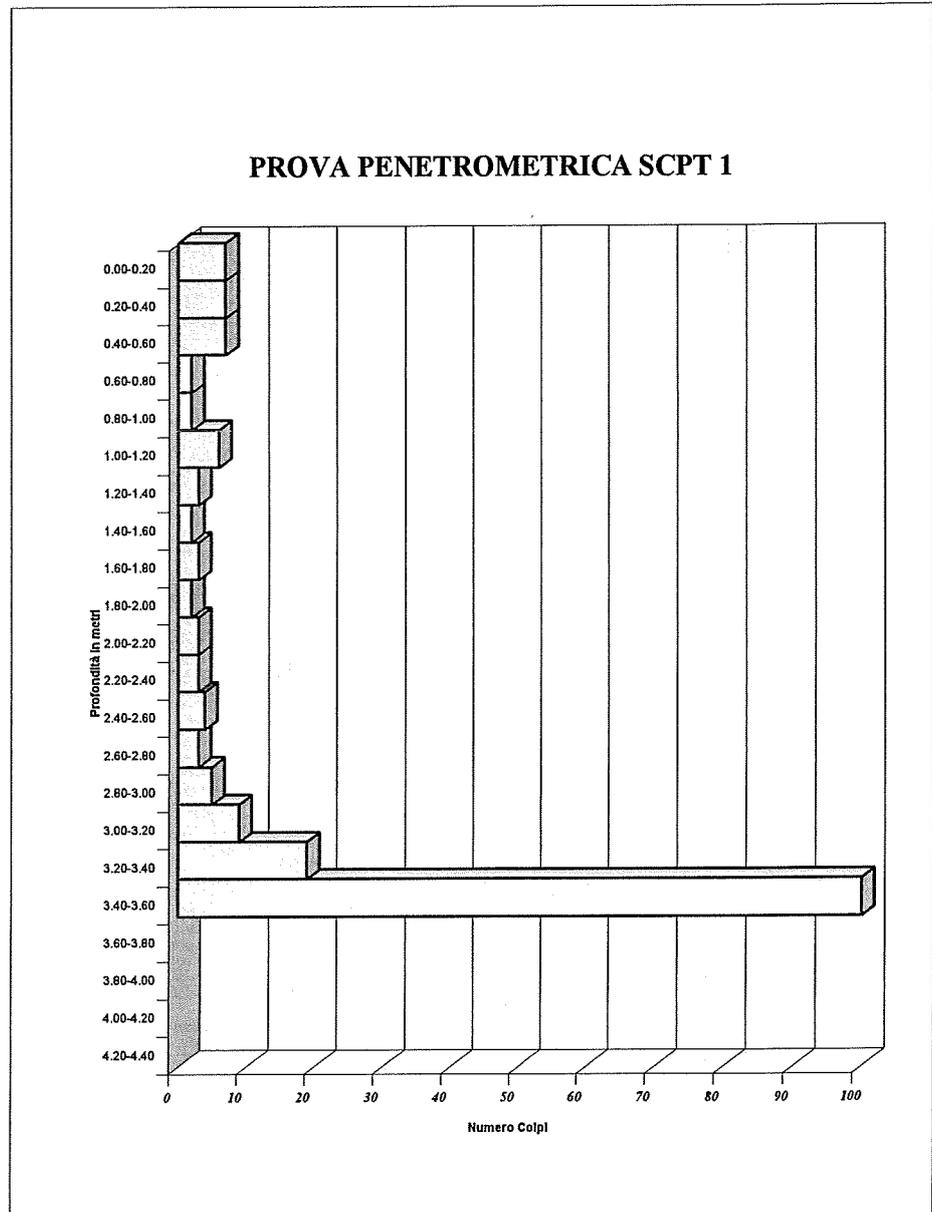
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT 1

LUOGO: ROBBIATE (LC)
Via Carobbio

Data: 20 aprile 2007
quota inizio: p.c.
Acqua: non rilevata

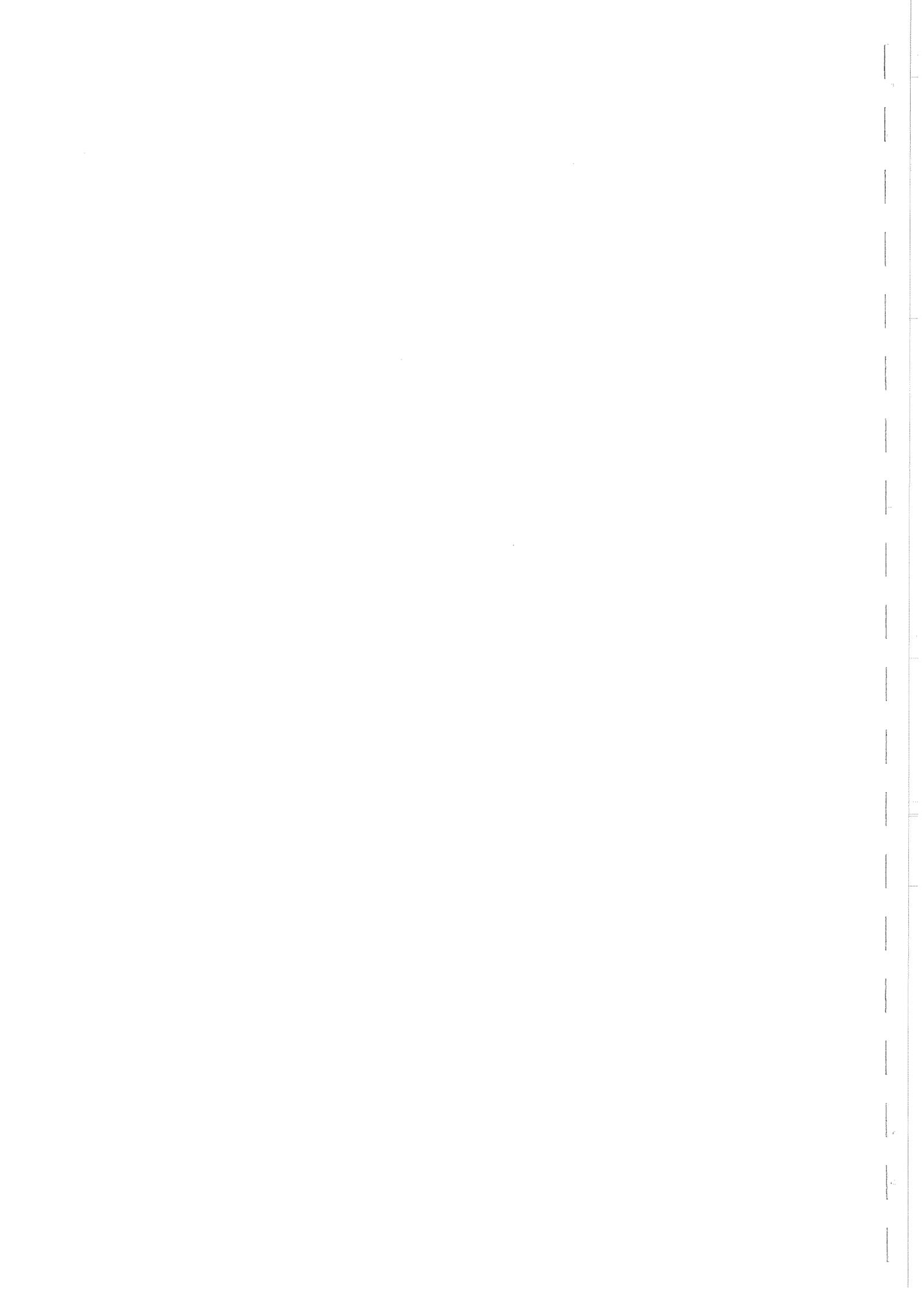
TABELLA VALORI DI RESISTENZA

prof. (m)	Np	Nr. asta
0.00-0.20	7	1
0.20-0.40	7	1
0.40-0.60	7	1
0.60-0.80	2	1
0.80-1.00	2	1
1.00-1.20	6	2
1.20-1.40	3	2
1.40-1.60	2	2
1.60-1.80	3	2
1.80-2.00	2	2
2.00-2.20	3	3
2.20-2.40	3	3
2.40-2.60	4	3
2.60-2.80	3	3
2.80-3.00	5	3
3.00-3.20	9	4
3.20-3.40	19	4
3.40-3.60	100	4



DPSH

MAGLIO Massa M (Kg) 63.5
 Altezza di caduta H (mm) 750
 CONO Angolo di apertura (°) 90
 Area di base A (cm²) 20
 Diametro di base D (mm) 50.5
 Altezza cilindro di base cono (mm) 50.5
 Rasteremazione (parte alta) (°) 11
 Altezza parte conica (mm) 25.3
 ASTE Massa minima (Kg/m) 6
 Diametro esterno massimo (mm) 32
 PENETRAZIONE Lunghezza aste (mm) 1000
 Numero di colpi penetrazione N20
 Campo di valori standard 5 ± 100
 Lavoro specifico per colpo M*g*H/A (Kj/m²) 234



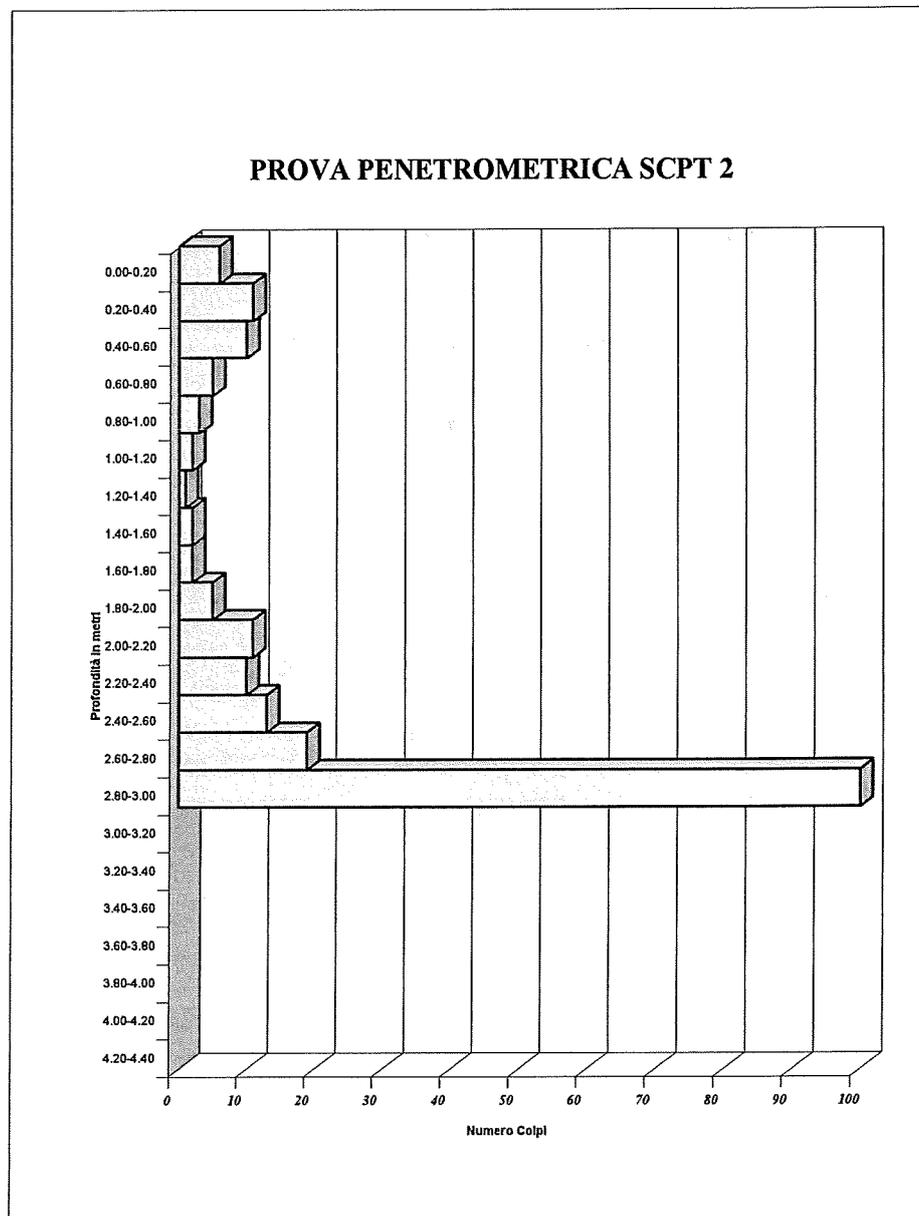
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT 2

LUOGO: ROBBIATE (LC)
Via Carobbio

Data: 20 aprile 2007
quota inizio: p.c.
Acqua: non rilevata

TABELLA VALORI DI RESISTENZA

prof. (m)	Np	Nr. asta
0.00-0.20	6	1
0.20-0.40	11	1
0.40-0.60	10	1
0.60-0.80	5	1
0.80-1.00	3	1
1.00-1.20	2	2
1.20-1.40	1	2
1.40-1.60	2	2
1.60-1.80	5	2
1.80-2.00	11	3
2.00-2.20	10	3
2.20-2.40	13	3
2.40-2.60	19	3
2.60-3.00	100	3



DPSH

MAGLIO Massa M (Kg) 63.5
 Altezza di caduta H (mm) 750
 CONO Angolo di apertura (°) 90
 Area di base A (cm²) 20
 Diametro di base D (mm) 50.5
 Altezza cilindro di base cono (mm) 50.5
 Rasteremazione (parte alta) (°) 11
 Altezza parte conica (mm) 25.3
 ASTE Massa minima (Kg/m) 6
 Diametro esterno massimo (mm) 32
 PENETRAZIONE Lunghezza aste (mm) 1000
 Numero di colpi penetrazione N20
 Campo di valori standard 5 ± 100
 Lavoro specifico per colpo $M \cdot g \cdot H / A$ (Kj/m²) 234

1GT 20