

Realizzazione di una residenza turistico-alberghiera in Via Marconi

Committente: Concentra s.r.l.



RELAZIONE GEOLOGICA-GEOTECNICA

Data
Maggio 2006

Il Tecnico

Dott. Geol. Rosanna Lentini
Ordine dei Geologi della Lombardia n° 1304



INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	3
3. IDROGEOLOGIA ED IDROGRAFIA.....	5
4. INTERVENTO DI PROGETTO	6
5. CAMPAGNA DI INDAGINE GEOGNOSTICA.....	6
6. NATURA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI.....	8
7. SISMICITÀ'	12
8. CAPACITA' PORTANTE-CEDIMENTI.....	15
9. OPERAZIONI DI SCAVO – INTERVENTI DI DRENAGGIO.....	19
10. PERMEABILITA' DEI TERRENI.....	19
11. PRECIPITAZIONI METEORICHE	20
12. DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE.....	20
13. CONCLUSIONI.....	22

1. PREMESSA

A seguito dei colloqui intercorsi con il Dott. Urb. Vittorangelo Archetti e con il Geom. Zampredi e su incarico della Concentra s.r.l., sono stati eseguiti un'indagine geognostica ed uno studio geologico nell'ambito di un progetto di edificazione R.T.A. e Centro Congressi con ristorante ed albergo (Lotti A e B) in Via Marconi a Padenghe sul Garda (BS).

In particolare il presente studio riguarda la realizzazione di una Residenza Turistico Alberghiera entro il lotto A, ed è finalizzato alla verifica della natura litologica dei terreni di fondazione presenti nell'area e, mediante la loro caratterizzazione geotecnica, alla determinazione della pressione limite e della capacità portante rispetto alla resistenza al taglio ed in funzione dei cedimenti.

Deve quindi essere inquadrato l'assetto idrogeologico della zona con particolare riguardo alla presenza di falde acquifere superficiali.

Sono stati eseguiti il rilievo geologico e geomorfologico di dettaglio dell'area. E' stata quindi eseguita una campagna d'indagine geognostica mediante prove penetrometriche dinamiche standard (S.C.P.T.), con avanzamento delle aste ogni 30 cm, e sondaggi a carotaggio continuo.

A seguito dell'Ordinanza Ministeriale n. 3274 del 20-03-2003 il Comune di Padenghe sul Garda, precedentemente non classificato come area sismica, è stato incluso in zona 3 come individuato dall'Allegato A della stessa ordinanza e dall'Allegato A della D.G.R. n° 7/14964 del 7/11/03.

Lo studio è stato pertanto condotto in prospettiva sismica, secondo le procedure e metodologie dettate dalle norme vigenti (D.M. del 16/01/96, Ord. 3274 del 20/03/03 e D.M. 14/09/05).

L'indagine geognostica si è svolta inoltre in ottemperanza alle normative di legge vigenti in materia geotecnica (D.M. 11.03.1988, D.M. 14/09/05) e secondo le prescrizioni e gli oneri contenuti nelle raccomandazioni A.G.I. (1977).

Sono stati eseguiti:

- n° 1 sondaggio a carotaggio continuo, con esecuzione di prove SPT in foro, e posa in opera di piezometro da 2".
- n° 4 prove penetrometriche dinamiche standard di cui n° 2 con posa di piezometro da 1/2"

Ulteriori indagini sono state eseguite entro il lotto B (n° 1 sondaggio a carotaggio continuo e n° 8 prove penetrometriche SCPT).

Si allega:

- Corografia (scala 1:10.000);
- Carta Geolitologica con elementi geomorfologici e del sistema idrografico (scala 1:2.000);
- Planimetria con ubicazione dei punti d'indagine (scala 1:500)
- Stratigrafie dei sondaggi
- Diagrammi prove penetrometriche
- Sezioni litologiche
- Tavole fotografiche

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

L'area d'intervento è ubicata in Via Marconi, ed è compresa tra la S.S. 572 e la linea di costa del lago, entro un ampio settore pianeggiante debolmente immergente verso il lago.

2.1 Lineamenti geologici

Il territorio di Padenghe è inserito all'interno della regione del **Basso Garda Bresciano** e si estende tra le cerchie moreniche originate nel Quaternario a seguito del ritiro dei ghiacciai alpini canalizzati nel solco strutturale gardesano preesistente e con andamento giudicariense.

La **geologia della zona** è caratterizzata dalla presenza di **depositi morenici di cordone** di età wurmiana degradanti verso il lago, che costituiscono le cerchie più interne del Garda e sono litologicamente rappresentati da alternanze di terreni grossolani ghiaioso-sabbiosi bene addensati e terreni più fini limoso-argillosi, sovraconsolidati.

Nelle piane interposte tra i cordoni morenici principali sono presenti **depositi** connessi agli scaricatori **fluvioglaciali**, sovrastanti il substrato morenico più antico, costituiti prevalentemente da ghiaie e sabbie con frazione limoso-argillosa variabile.

Nell'ambito dei terreni morenici e fluvioglaciali, si riscontrano in ogni caso accentuate variazioni litologiche sia laterali che verticali.

Lungo la linea di costa del lago, soprattutto in corrispondenza dello sbocco dei corsi d'acqua, possono essere presenti **depositi lacustri** piuttosto estesi, frequentemente interdigitati con i depositi fluvioglaciali.

2.2 Lineamenti geomorfologici

L'assetto geomorfologico della zona è determinato dalla presenza di **cerchie moreniche**, talvolta discontinue, cui si interpongono **piane fluvioglaciali** allungate nella medesima direzione.

Il modellamento dei rilievi morenici è avvenuto infatti ad opera degli scaricatori fluvioglaciali, in grado di smantellare parzialmente i cordoni precedentemente formati.

Con il passaggio verso le attuali condizioni climatiche i fenomeni geomorfici legati all'idrografia superficiale ed alla gravità si sostituirono a quelli glaciali, apportando modifiche al paesaggio. Si è così impostata gradualmente la rete idrografica diretta, limitatamente, verso il lago e più in generale verso il fronte esterno delle cerchie moreniche. In corrispondenza delle depressioni intramoreniche più marcate si formarono torbiere e stagni. Lungo la fascia costiera notevole influenza nel modellamento della superficie topografica ha avuto la dinamica litoranea, in relazione al moto ondoso ed alle variazioni del livello del lago.

Le modifiche antropiche, legate all'urbanizzazione ed alla realizzazione delle vie di comunicazione, hanno infine portato il paesaggio all'attuale configurazione.

Il sito di progetto è inserito in un ampio settore pianeggiante debolmente inclinato verso il lago che segue l'andamento della fascia costiera. Il settore sud-occidentale dell'area d'intervento, in fregio alla sede stradale risulta rialzato di circa 1,50-2,00 m dal p.c. originario.

L'area d'intervento non è interessata da fenomeni geomorfici in atto e risulta pertanto stabile.

2.3 Successione stratigrafica

La successione stratigrafica dell'area in esame può essere schematizzata, dall'alto verso il basso, come segue:

Materiali di Riporto

Localmente sono presenti materiali di riporto di natura eterogenea, accumulati in relazione alle attività antropiche, per lo più di scarsa consistenza.

Depositi Lacustri

Tali depositi possono essere correlati alla presenza, in fase post-glaciale, di un paleo-Garda la cui quota può essere ipotizzata intorno ai 69-70 m di quota. Possiedono estensione limitata all'area perilacustre compresa all'incirca tra la S.S. 572 ed il lago. Nell'area d'interesse sono costituiti prevalentemente da limi sabbioso-argillosi ed argilloso-sabbiosi con ghiaia da fine a media e possiedono uno spessore limitato.

Depositi Fluvioglaciali

Tali depositi occupano i settori pianeggianti interposti entro le diverse cerchie moreniche, possedendo estensione variabile ed andamento meandriforme. Presentano un minore assortimento granulometrico rispetto ai depositi morenici; la presenza di termini grossolani, quali ghiaie e sabbie, è da mettere in relazione alla selezione idraulica operata dall'ambiente deposizionale di tipo fluvioglaciale contraddistinto generalmente da corsi d'acqua competenti la cui genesi è connessa allo scioglimento delle masse glaciali.

Depositi Morenici

I depositi morenici formano l'ossatura delle cerchie moreniche, delineando per le avanzate delle masse glaciali i fronti di massima espansione in corrispondenza dei quali si aveva l'accumulo caotico dei materiali glaciali. Sono costituiti da materiali eterogenei per natura e granulometria, con sequenze grossolane (ghiaie e sabbie in matrice limoso-argillosa) alternate a sequenze più fini (limi argilloso-sabbiosi con ghiaia). Risultano frequentemente presenti ciottoli e anche grossi trovanti, con dimensioni fino a vari m³.

3. IDROGEOLOGIA ED IDROGRAFIA

La struttura idrogeologica del territorio in esame è rappresentata da acquiferi superficiali, cui corrispondono **falde sospese** circolanti nei depositi morenici, talora a scarsa profondità dal p.c., alimentate dalle precipitazioni meteoriche, con debole grado di artesianesimo e con direzione di flusso da monte verso valle. Questi acquiferi trovano circolazione entro livelli litologicamente grossolani, confinati in sequenze litologiche argillose e argilloso-limose semipermeabili o impermeabili e possono determinare emergenze idriche, quali venute sorgentizie, perlopiù di modesta entità.

Nelle piane fluvioglaciali e nella piana costiera è talora presente, a scarsa profondità dal p.c., una **falda di tipo freatico superficiale**, che permea i depositi grossolani di tipo fluvioglaciale, limitati alla base dal substrato morenico poco permeabile. Si tratta di una falda alimentata dalle precipitazioni meteoriche e dalle acque provenienti dalle falde sospese circolanti entro i depositi morenici presenti nei rilievi collinari. La presenza di livelli grossolani permeabili che si prolungano fino al lago determina inoltre un sostanziale collegamento tra le acque del bacino lacustre e quelle di falda, i cui livelli piezometrici risultano quindi in equilibrio. La falda è quindi soggetta ad oscillazioni stagionali piuttosto marcate legate alle precipitazioni meteoriche ed alle variazioni del livello del lago.

Al contrario le falde cui attingono i pozzi produttivi della zona afferiscono ad **acquiferi profondi di tipo multistrato**, posti a profondità elevate, che risultano avere un'alimentazione di tipo distale, non direttamente collegata alle precipitazioni meteoriche. Esse risultano piuttosto produttive e sono dotate di un notevole grado di artesianesimo. I corpi acquiferi sono costituiti anche in questi casi da intervalli più francamente sabbioso-ghiaiosi, dello spessore di una decina di metri, intercalati entro la sequenza morenica semipermeabile o impermeabile, che possiedono una certa continuità in profondità.

La **rete idrografica superficiale** nelle aree moreniche è di norma poco sviluppata. L'assetto idrogeologico e le caratteristiche orografiche del territorio determinano la presenza di corsi d'acqua con andamento irregolare che prendono origine da estese zone di affioramento della falda freatica in corrispondenza delle piane intramoreniche (torbiere e zone umide) o alla base dei versanti morenici (sorgenti). I tracciati dei corsi d'acqua attraversano le aree collinari e raggiungono la costa lacustre con tratti a caratteristiche molto differenti. Le pendenze delle aste fluviali risultano molto limitate all'interno delle piane fluvioglaciali, di conseguenza il deflusso delle acque avviene lentamente, con scarsa capacità erosiva e tendenza a fenomeni di esondazione ed allagamento. Al contrario nei tratti in cui i corsi d'acqua attraversano i cordoni morenici, le pendenze divengono notevoli, le sezioni fluviali risultano piuttosto incise, con flusso idrico notevolmente accelerato.

Il reticolo idrografico appare in ogni caso poco gerarchizzato con aste di lunghezza limitata che sottendono versanti da mediamente a poco acclivi, con conseguenti tempi di corrivazione piuttosto elevati.

Nelle piane fluvioglaciali è spesso presente una rete di fossi che convoglia le acque provenienti dai versanti verso l'asta principale.

L'area d'intervento afferisce al bacino idrografico del Rio di Maguzzano (o Fosso S.Giulia), che scorre poco a SE.

Il Rio di Maguzzano nasce in territorio di Lonato e, nel suo tratto terminale, attraversa il comune di Padenghe per sfociare a lago. La sezione risulta abbastanza ampia e l'alveo piuttosto inciso. I fossi trasversali al versante, che scorrono lateralmente alla Via S.Giulia, confluiscono nel corso d'acqua principale. Il Rio Maguzzano sottopassa quindi in più punti la rete viaria (Via S.Giulia e Via Marconi); questi attraversamenti presentano un cattivo stato di manutenzione, risultando parzialmente ostruiti e determinando dei punti critici della rete idrica. Lo sbocco a lago avviene per spaglio direttamente nella spiaggia.

Per il sito di intervento non sono individuate aree soggette a problematiche di tipo idraulico.

4.INTERVENTO DI PROGETTO

L'intervento di progetto prevede la realizzazione di due corpi di fabbrica con un piano interrato e due piani fuori terra. Il piano di calpestio del piano interrato risulta posto su tre quote differenti. La profondità di posa delle fondazioni è in ogni caso prevista a profondità superiori a -3,00 m dal p.c. p.c attuale.

5.CAMPAGNA DI INDAGINE GEOGNOSTICA

Vengono di seguito esposte le metodologie ed i risultati della campagna d'indagine geognostica, eseguita nel mese di Marzo c.a., che è stata finalizzata alla definizione dei seguenti punti:

- ricostruzione stratigrafica dei terreni presenti
- caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione
- presenza di falde acquifere superficiali
- stima della permeabilità dei terreni

5.1 Prove penetrometriche dinamiche

Per il controllo della litologia esistente e per la caratterizzazione geotecnica dei terreni presenti sono state eseguite **n. 4 prove penetrometriche dinamiche standard (S.C.P.T.) (P9, P10, P11,**

P12), con avanzamento alterno delle aste ogni 30 cm, mediante penetrometro DPHS “Pagani” TG 73/100 L.

L’ubicazione delle prove è stata scelta entro l’ingombro degli edifici di progetto ed in corrispondenza della piscina; la profondità massima raggiunta (prova P12) è di 12.30 m riferita al p.c. esistente.

Le prove penetrometriche, il cui andamento è riassunto nei diagrammi allegati, sono sufficientemente rappresentative dei terreni presenti e risultano correlabili tra loro e con le altre indagini eseguite nel lotto adiacente (vedi sezioni litologiche).

Dal valore di N_{SCPT} (numero di colpi per 30 cm di infissione delle aste) può essere ricavato il corrispondente valore di $N_{S.P.T.}$ mediante la relazione:

$$N_{DPSH} = 0.8 N_{S.P.T.}$$

Entro i fori delle prove sono stati riscontrati fenomeni di circolazione idrica sotterranea. Nel piezometro posto in opera entro il foro della prova P11, è stato riscontrato un livello piezometrico stabilizzato intorno a -2.30 m dal p.c.

5.2 Sondaggi a carotaggio continuo

E’ stato eseguito **n° 1 sondaggio a carotaggio continuo (S2)**, mediante perforatrice idraulica Beretta T41, con utilizzo di tecnica di carotaggio con carotiere semplice (diametro 101 mm) e con tubi di rivestimento (diametro 127 mm), di cui uno entro il Lotto B.

Entro i fori di sondaggio sono state eseguite a profondità diverse ed in avanzamento con la perforazione **n° 3 prove penetrometriche dinamiche standard (S.P.T.)**.

I sondaggi sono stati eseguiti mediante carotaggio continuo per l’intera lunghezza dei fori e con recupero del 100% dei materiali attraversati.

L’ubicazione del sondaggio, spinto alla profondità di 12 m dal p.c., è stata scelta lungo il lato nord-orientale dell’edificio di progetto, entro il Lotto A, in relazione anche alla distribuzione delle prove penetrometriche. Il sondaggio eseguito per l’intervento del lotto B, i cui dati sono stati utilizzati per il presente studio, è stato ubicato poco a monte della strada statale.

Le misure eseguite nei piezometri posti in opera entro i fori dei sondaggi S2 ed S1 hanno evidenziato un livello piezometrico rispettivamente posto a -1,65 m e - 2,70 dal p.c. attuale.

6. NATURA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Entro l'area d'intervento può essere distinto un settore sud-occidentale, posto in fregio a Via Marconi, rialzato di circa 1,5/1,8 m rispetto a quello centrale e nord-orientale, che si allunga verso la fascia costiera.

Viene schematizzata, in base a tutti i dati raccolti, la successione stratigrafica dei terreni presenti per settori omogenei:

Settore Nord-Orientale e Centrale (Sondaggio S2 e Prove P9-P10-P11)

Da 0,00 m a -0,60/-0,90 m dal p.c.: si ha dapprima il terreno vegetale limoso-sabbioso con ghiaia di colore marrone beige e quindi terreni rimaneggiati limoso-argilloso-sabbiosi di colore marrone con ghiaia e talora frammenti di laterizi. Questi terreni hanno scarso grado di consistenza e/o addensamento e possiedono caratteristiche geotecniche molto scadenti, non risultano idonei alla posa di strutture di fondazione.

Da -0,60/-0,90 m a -1,80/-2,70 m dal p.c.: depositi lacustri prevalentemente costituiti da limi sabbioso-argillosi ed argilloso-sabbiosi con ghiaia da fine a media, di colore da beige-marrone a beige, da mediamente a scarsamente addensati e/o consistenti. Sono presenti livelli più francamente ghiaioso-sabbiosi, debolmente limosi, mediamente addensati. Questo intervallo debolmente umido diviene alla base da umido a bagnato.

A questi terreni, nel complesso, possono essere assegnati i seguenti parametri geotecnici di resistenza:

γ	19 kN/m ³	Peso unitario del terreno
γ'	9 kN/m ³	Peso unitario del terreno in falda
Cu	0 kPa	Coesione non drenata
Dr	35 % - 55%	Densità relativa (Skempton)
ϕ	24°-28°	Angolo di resistenza al taglio

Da -1,80/-2,70 m a -4,50/-5,70 m dal p.c.: depositi fluvioglaciali costituiti da ghiaie, da medio-grossolane a grossolane, e sabbie da limose a debolmente limose, di colore beige, da addensate a molto addensate. Questo intervallo si presenta da bagnato a saturo.

A questi terreni possono essere assegnati i seguenti parametri geotecnici di resistenza:

γ	21 kN/m ³	Peso unitario del terreno
γ'	11 kN/m ³	Peso unitario del terreno in falda
Cu	0 kPa	Coesione non drenata
Dr	90% - 100%	Densità relativa (Skempton)
ϕ	40° - 42°	Angolo di resistenza al taglio
ϕ'	38° - 40°	Angolo di resistenza al taglio in condizioni dinamiche

Localmente (prova P9-P10) possono essere presenti, alla base, intervalli dello spessore massimo di 1,5 m più francamente sabbioso-limosi da mediamente addensati ad addensati. A questi terreni possono essere assegnati i seguenti parametri geotecnici di resistenza:

γ	20 kN/m ³	Peso unitario del terreno
γ'	10 kN/m ³	Peso unitario del terreno in falda
Cu	0 kPa	Coesione non drenata
Dr	65% - 75%	Densità relativa (Skempton)
ϕ	33° - 35°	Angolo di resistenza al taglio
ϕ'	31° - 33°	Angolo di resistenza al taglio in condizioni dinamiche

Da -4,50/-5,70 m a -6,60/-7,80 m dal p.c.: depositi fluvioglaciali rappresentati da sabbie ghiaiose debolmente limose, di colore beige da mediamente addensate a molto addensate. Questo intervallo si presenta da bagnato a umido. A questi terreni possono essere assegnati i seguenti parametri geotecnici di resistenza:

γ	20 kN/m ³	Peso unitario del terreno
γ'	10 kN/m ³	Peso unitario del terreno in falda
Cu	0 kPa	Coesione non drenata
Dr	65% - 85%	Densità relativa (Skempton)
ϕ	36° - 38°	Angolo di resistenza al taglio
ϕ'	34° - 36°	Angolo di resistenza al taglio in condizioni dinamiche

Da -6,60/-7,80 m a -9,00/-9,90 m dal p.c.: transizione tra depositi fluvioglaciali e depositi morenici rappresentata da limi debolmente sabbiosi, localmente debolmente argillosi, di colore da beige a grigio da scarsamente a mediamente addensati, debolmente umidi. A questi terreni possono essere assegnati i seguenti parametri geotecnici di resistenza:

γ	20 kN/m ³	Peso unitario del terreno
Cu	0 kPa	Coesione non drenata
Dr	35% - 55%	Densità relativa (Skempton)
ϕ	28°-30°	Angolo di resistenza al taglio

Da -9,00/-9,90 m a -11,30/-11,40 m dal p.c.: depositi morenici costituiti da limi debolmente sabbiosi e debolmente argillosi, di colore grigio, mediamente addensati, debolmente umidi. A questi terreni possono essere assegnati i seguenti parametri geotecnici di resistenza:

γ	20 kN/m ³	Peso unitario del terreno
Cu	0 kPa	Coesione non drenata
Dr	60 % - 70%	Densità relativa (Skempton)
ϕ	30°-32°	Angolo di resistenza al taglio

Da -11,30/-11,40 m a -12,00 m dal p.c.: depositi morenici costituiti da argille limose e limi argillosi debolmente sabbiosi con ghiaie da fini a medie, compatti e/o molto addensati. Più in profondità possono essere presenti livelli o lenti più francamente grossolane ghiaioso-sabbiose, molto addensate o di materiali fini limoso-argillosi in ogni caso sovraconsolidati e quindi compatti. A questi terreni possono essere assegnati i seguenti parametri geotecnici di resistenza:

γ	21 kN/m ³	Peso unitario del terreno
Cu	20-40 kPa	Coesione non drenata
Dr	80 % - 90%	Densità relativa (Skempton)
ϕ	34°-36°	Angolo di resistenza al taglio

Settore Sud-Occidentale (Sondaggio S1 e Prova P12)

Da 0,00 m a -1,50 m dal p.c.: si ha dapprima il terreno vegetale limoso-sabbioso con ghiaia di colore marrone beige e quindi terreni di riporto eterogenei con scarso grado di consistenza e/o addensamento. Questi terreni possiedono caratteristiche geotecniche molto scadenti e non risultano idonei alla posa di strutture di fondazione.

Da -1,50 m a -3,50/-4,50 m dal p.c.: depositi lacustri prevalentemente costituiti da limi sabbioso-argillosi ed argilloso-sabbiosi con ghiaia da fine a media, di colore beige talora con screziature grigie, da mediamente a scarsamente addensati e/o consistenti. Sono presenti livelli più francamente ghiaioso-sabbiosi, debolmente limosi, mediamente addensati. Questo intervallo si presenta da debolmente umido a bagnato. A questi terreni, nel complesso, possono essere assegnati i seguenti parametri geotecnici di resistenza:

γ	19 kN/m ³	Peso unitario del terreno
γ'	9 kN/m ³	Peso unitario del terreno in falda
Cu	0 kPa	Coesione non drenata
Dr	35 % - 55%	Densità relativa (Skempton)
ϕ	24°-26°	Angolo di resistenza al taglio

Da -3,50/-4,50 m a -5,50/-6,30 m dal p.c.: depositi fluvioglaciali costituiti da ghiaie, da medio-grossolane a grossolane, e sabbie da limose a debolmente limose, di colore da beige a grigio, molto addensate. Questo intervallo si presenta da umido a saturo. A questi terreni possono essere assegnati i seguenti parametri geotecnici di resistenza:

γ	21 kN/m ³	Peso unitario del terreno
γ'	11 kN/m ³	Peso unitario del terreno in falda
Cu	0 kPa	Coesione non drenata
Dr	90% - 100%	Densità relativa (Skempton)
ϕ	42° - 44°	Angolo di resistenza al taglio
ϕ'	40° - 42°	Angolo di resistenza al taglio in condizioni dinamiche

Da -5,50/-6,30 m a -7,10/-8,40 m dal p.c.: depositi fluvioglaciali rappresentati da sabbie ghiaiose debolmente limose, di colore beige-ocra da mediamente addensate ad addensate. Questo intervallo si presenta umido.

A questi terreni possono essere assegnati i seguenti parametri geotecnici di resistenza:

γ	20 kN/m ³	Peso unitario del terreno
γ'	10 kN/m ³	Peso unitario del terreno in falda
Cu	0 kPa	Coesione non drenata
Dr	65% - 85%	Densità relativa (Skempton)
ϕ	36° - 36°	Angolo di resistenza al taglio
ϕ'	34° - 36°	Angolo di resistenza al taglio in condizioni dinamiche

Da -7,10/-8,40 m a -10,00/-11,70 m dal p.c.: transizione tra depositi fluvioglaciali e depositi morenici rappresentata da limi debolmente sabbiosi di colore grigio da scarsamente a mediamente addensati, debolmente umidi. Possono essere presenti localmente intervalli più francamente ghiaioso-sabbiosi da scarsamente a mediamente addensati.

A questi terreni, nel complesso possono essere assegnati i seguenti parametri geotecnici di resistenza:

γ	20 kN/m ³	Peso unitario del terreno
Cu	0 kPa	Coesione non drenata
Dr	35% - 60%	Densità relativa (Skempton)
ϕ	28°-30°	Angolo di resistenza al taglio

Da -10,00/-11,70 m a -12,30 m dal p.c.: Da -11,30/-11,40 m a -12,00 m dal p.c.: depositi morenici costituiti da argille limose e limi argillosi debolmente sabbiosi con ghiaie da fini a medie, compatti e/o molto addensati. Più in profondità possono essere presenti livelli o lenti più francamente grossolane ghiaioso-sabbiose, molto addensate o di materiali fini limoso-argillosi in ogni caso sovraconsolidati e quindi compatti.

A questi terreni possono essere assegnati i seguenti parametri geotecnici di resistenza:

γ	21 kN/m ³	Peso unitario del terreno
Cu	20-40 kPa	Coesione non drenata
Dr	80 % - 90%	Densità relativa (Skempton)
ϕ	34°-36°	Angolo di resistenza al taglio

7. SISMICITÀ

La normativa sismica in Italia anteriormente al Marzo 2003 suddivideva il territorio nazionale in tre categorie di pericolosità (elevata, media e bassa). Per ciascuna categoria sono assegnati un grado di sismicità (S) ed un coefficiente di intensità sismica ($C=(S-2)/100$). Lo spettro di progetto $S_a(T)$ si ottiene moltiplicando il coefficiente C (pari a 0.10g - 0.07g - 0.04g in ordine decrescente di pericolosità sismica) per una forma spettrale $R(T)$ indipendente dalle condizioni del sottosuolo. Queste normative sismiche non tengono conto del ruolo del terreno sulla modifica di forme ed ordinate spettrali, se non con la moltiplicazione dello spettro per il coefficiente di fondazione ϵ che di regola è unitario, salvo che per “terreni particolarmente compressibili” per i quali si consiglia di incrementare ϵ fino a 1.3.

La nuova legislazione, Ordinanza n°3274 del 20/03/03 e Norme Tecniche allegate, che inserisce il territorio di **Padenghe s/G in zona sismica 3**, fa riferimento a metodologie più recenti in cui il moto sismico è caratterizzato anche in relazione alle condizioni locali. In tale direzione si è già mosso l'Eurocodice 8 (EC8) che stabilisce le regole per il progetto e la costruzione di strutture in zona sismica per i paesi membri della Comunità Europea. Secondo l'EC8, come anche secondo la nuova normativa, i territori nazionali vengono suddivisi in zone sismiche in funzione della pericolosità locale, descritta in termini di accelerazione orizzontale massima attesa alla superficie di un sito rigido di riferimento (a_g). I valori di accelerazione massima fissati nella nuova ordinanza per le zone 1, 2, 3 e 4 (rispettivamente 0.35g - 0.25g - **0.15g** - 0.05g) recepiscono la proposta del G.N.D.T. (1985) e risultano maggiori di quelli della precedente normativa.

Con la pubblicazione del nuovo Testo Unico, che definisce con D.M. del 14/09/05 le “Norme Tecniche per le costruzioni” è divenuta vigente la classificazione sismica del territorio definita dall'Ord. 3274.

Nella fase transitoria, pari a 18 mesi, per la progettazione delle strutture in esame non è previsto, in ogni caso, l'obbligo di attenersi alle Norme Tecniche allegate all'Ordinanza e/o al D.M.14/09/05, e si potrà fare riferimento alle precedenti normative sismiche.

Il progettista potrà quindi utilizzare i valori di a_g fissati dalla vecchia normativa per zone sismiche di terza categoria ($a_g = 0.04 g$); in questo caso per le strutture di fondazione potrà essere adottato, un coefficiente di fondazione ($g = 1.0$).

Nel caso in cui, a propria discrezione, si vorrà eseguire la progettazione secondo la nuova normativa, si potrà utilizzare un valore di **accelerazione sismica di base pari a 0.15 g**, come indicato per le zone 3. Si sottolinea che i valori di accelerazione sismica della nuova normativa risultano piuttosto elevati, in funzione di una maggiore cautelatività cui sono improntate le recenti modifiche legislative.

Viene di seguito fornita la classificazione e caratterizzazione dei terreni di fondazione secondo quanto indicato dalle norme tecniche per il progetto sismico allegate all'Ord.3274 ed al D.M. del 14/09/05.

Denominazione	Spessore	Classe di terreno	Vs (m/s)
Depositi ghiaioso-sabbiosi da addensati a mediamente addensati	~4-5 m	B-C	300-400
Depositi prevalentemente sabbioso-limosi e limoso argillosi da scarsamente a mediamente addensati	~1-3 m	C-D	150-250
Depositi morenici costituiti da limi argillosi sovraconsolidati e da ghiaie e sabbie bene addensate	> 20 m	B	400-500

Il terreno è stato classificato secondo le tabelle normative riportate di seguito:

Classe terreno	Descrizione	Spessore (m)	Vs (m/s)	Nspt	Cu (kPa)
A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi. Comprendono eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m.	Qualsiasi	≥ 800		
B	Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti. Caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità.	Decine di metri	≥ 360 ≤ 800	>50	>250
C	Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza.	Da decine fino a centinaia di metri	≥ 180 ≤ 360	>15 <50	>50 <250
D	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti.		< 180	<15	>70
E	Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, giacenti su un substrato rigido.	>5 <20	\approx C e D	\approx C e D	\approx C e D

Per la definizione degli **spettri di risposta elastici** e degli **spettri di progetto per lo stato limite di danno** potranno essere usati i valori indicati dalle tabelle normative (D.M. 14/09/05):

Spettro di risposta elastico - Fattori e periodi che tengono conto dell'amplificazione stratigrafica:

Tab 3.2.II - Valori dei parametri nelle espressioni dello spettro di risposta elastico delle componenti orizzontali.

Classe di Terreno	S	T _b	T _c	T _d
A	1	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

Tab 3.2.III - Valori dei parametri nelle espressioni dello spettro di risposta elastico della componente verticale.

Classe di Terreno	S	T _b	T _c	T _d
A-B-C-D-E	1	0,05	0,15	1,0

Spettro di progetto per lo stato limite di danno - Fattori e periodi che tengono conto dell'amplificazione stratigrafica:

Tab 3.2.IV - Valori dei parametri nelle espressioni dello spettro di risposta elastico delle componenti orizzontali.

Classe di Terreno	S	T _b	T _c	T _d
A	1	0,05	0,25	1,2
B-C-E	1,5	0,05	0,25	1,2
D	1,8	0,10	0,30	1,2

Tab 3.2. V - Valori dei parametri nelle espressioni dello spettro di risposta elastico della componente verticale.

Classe di Terreno	S	T _b	T _c	T _d
A-B-C-D-E	1	0,05	0,15	1,0

Il contesto morfologico non richiede un incremento dei valori del coefficiente S. L'area in esame non rientra in ogni caso in nessuno degli scenari morfologici di pericolosità sismica locale definiti nella tabella 1 dell'All. 5 della D.G.R. n° 8/1566 del 22/12/05.

Per una verifica indicativa del grado di protezione fornito dagli spettri della nuova normativa sismica rispetto a potenziali fenomeni di amplificazione sismica correlati alla litologia ed all'assetto stratigrafico dell'area di progetto, sono state applicate le procedure di 2° livello, indicate dallo stesso All. 5 della D.G.R. 8/1566 del 22/12/05. Per il sito d'interesse possono essere stimati valori di Fa inferiore ai valori di soglia individuati per il comune di Padenghe e per le categorie di suoli corrispondenti ai terreni di fondazione d'interesse.

Dai dati acquisiti, per l'area in esame e per la profondità di interesse fondazionale, si possono infine escludere fenomeni di liquefazione dei terreni di fondazione.

8. CAPACITA' PORTANTE-CEDIMENTI

La recente introduzione del D.M. del 14/09/05, che prevede una fase transitoria di 18 mesi a partire dal 23-10-2005, comporta la possibilità per il progettista delle strutture e delle opere di fondazione di avvalersi, a propria discrezione, delle nuove norme o di quelle ad esse precedenti.

Secondo i metodi ed i criteri richiesti dal D.M. 11/03/88, il calcolo della capacità portante (P_{amm}) dei terreni di fondazione, riferita alla resistenza al taglio, viene eseguito applicando al valore della pressione limite (P_{lim}) o pressione a rottura del terreno un coefficiente di sicurezza non inferiore a 3.

Il Testo Unico (D.M. 14/09/05), che definisce le nuove "Norme Tecniche per le costruzioni", comporta metodologie di calcolo articolate in maniera alquanto differente. In particolare vengono introdotte innovazioni riguardo la valutazione della sicurezza e delle prestazioni delle opere interagenti con i terreni e con le rocce. La valutazione della sicurezza è quindi intesa in termini di stati limite per tutte le ipotizzabili situazioni di funzionamento.

Nel caso in esame il calcolo della pressione limite (P_{lim}) è stato eseguito utilizzando il criterio di **Brinch-Hansen (1970)** considerando, cautelativamente, i terreni di fondazione unicamente granulari ($\phi > 0$, $c = 0$).

$$P_{lim} = 1/2 \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q$$

in cui:

- γ_1 = peso di volume del terreno di fondazione
- γ_2 = peso di volume medio del terreno sopra il piano di posa
- N_γ, N_q = fattori di capacità portante funzione di ϕ
- $q = \gamma_2 H$ = pressione esistente nel terreno alla quota d'imposta della fondazione
- H = profondità del piano di posa delle fondazioni
- B = lato minore della fondazione
- s_γ, s_q = fattori di forma
- d_q = fattori di profondità

Il calcolo della P_{lim} è stato eseguito in funzione di **fondazioni continue** e di **fondazioni a platea**, assumendo una **quota di imposta minima pari a circa -3.00 m dal p.c.**, ed **in ogni caso posta al di sotto del terreno vegetale e/o rimaneggiato e/o del terreno superficiale costituito da limi sabbioso-argillosi ed argilloso-sabbiosi da mediamente a scarsamente addensati**. **Le fondazioni dovranno quindi poggiare sui depositi ghiaioso-sabbiosi da addensati a molto addensati.**

FONDAZIONI NASTRIFORMI

Per diverse geometrie di fondazione, si ottengono i seguenti valori:

$B = 1.50 \text{ m}$	$P_{lim} = 5.1 \text{ kg/cm}^2 = 500 \text{ kPa}$
$B = 1.80 \text{ m}$	$P_{lim} = 6.0 \text{ kg/cm}^2 = 588 \text{ kPa}$
$B = 2.00 \text{ m}$	$P_{lim} = 6.6 \text{ kg/cm}^2 = 647 \text{ kPa}$

FONDAZIONI A PLATEA

Per diverse geometrie di fondazione, si ottengono i seguenti valori:

B = 14 m	L = 22 m	$P_{lim} > 30.0 \text{ kg/cm}^2 = 2940 \text{ kPa}$
B = 14 m	L = 27 m	$P_{lim} > 30.0 \text{ kg/cm}^2 = 2940 \text{ kPa}$
B = 14 m	L = 46 m	$P_{lim} > 30.0 \text{ kg/cm}^2 = 2940 \text{ kPa}$

Tali valori potranno essere utilizzati per la verifica di sicurezza allo SLU del complesso fondazione–terreno richiesta dal Cap.7 del D.M. 14/09/05 (paragrafo 7.3.1.1).

Il valore di P_{lim} può essere considerato, infatti, coincidente con la resistenza di progetto R_d , stimata applicando per i parametri del terreno i coefficienti (γ_m) del caso M1 (tab. 7.2 I del D.M. 14/09/05).

Il calcolo di R_d nel caso M2 (tab. 7.2.I del D.M. 14/09/05) richiede, altresì, l'applicazione di coefficienti riduttivi ($\gamma_m \geq 1$), ai parametri geotecnici del terreno. Procedendo nel calcolo si ottengono i seguenti valori:

FONDAZIONI NASTRIFORMI

Per diverse geometrie di fondazione, si ottengono i seguenti valori:

B = 1.50 m	$R_{d(M2)} = 1.8 \text{ kg/cm}^2 = 176 \text{ kPa}$
B = 1.80 m	$R_{d(M2)} = 2.1 \text{ kg/cm}^2 = 206 \text{ kPa}$
B = 2.00 m	$R_{d(M2)} = 2.3 \text{ kg/cm}^2 = 225 \text{ kPa}$

FONDAZIONI A PLATEA

Per diverse geometrie di fondazione, si ottengono i seguenti valori:

B = 14 m	L = 22 m	$R_{d(M2)} = 12.1 \text{ kg/cm}^2 = 1186 \text{ kPa}$
B = 14 m	L = 27 m	$R_{d(M2)} = 12.7 \text{ kg/cm}^2 = 1245 \text{ kPa}$
B = 14 m	L = 46 m	$R_{d(M2)} = 19.5 \text{ kg/cm}^2 = 1911 \text{ kPa}$

Il progettista potrà, a propria discrezione, considerare eventuali ulteriori coefficienti parziali di sicurezza ($\gamma_{R,d}$), da applicare ad R_d , che tengano conto delle incertezze nel modellare la resistenza ($\gamma_{R,d} \geq 1$).

Nel calcolo della capacità portante (P_{amm}) di un terreno, secondo il metodo delle tensioni ammissibili, sono stati considerati un fattore di sicurezza (F) pari a 3 da applicare alla P_{lim} , in conformità al D.M. dell'11/03/88.

FONDAZIONI NASTRIFORMI

Per diverse geometrie di fondazione, si ottengono i seguenti valori:

$B = 1.50 \text{ m}$	$P_{amm} = 1.7 \text{ kg/cm}^2 = 167 \text{ kPa}$
$B = 1.80 \text{ m}$	$P_{amm} = 2.0 \text{ kg/cm}^2 = 196 \text{ kPa}$
$B = 2.00 \text{ m}$	$P_{amm} = 2.2 \text{ kg/cm}^2 = 216 \text{ kPa}$

FONDAZIONI A PLATEA

Per diverse geometrie di fondazione, si ottengono i seguenti valori:

$B = 14 \text{ m}$	$L = 22 \text{ m}$	$P_{amm} > 10.0 \text{ kg/cm}^2 = 980 \text{ kPa}$
$B = 14 \text{ m}$	$L = 27 \text{ m}$	$P_{amm} > 10.0 \text{ kg/cm}^2 = 980 \text{ kPa}$
$B = 14 \text{ m}$	$L = 46 \text{ m}$	$P_{amm} > 15.0 \text{ kg/cm}^2 = 1470 \text{ kPa}$

Per il calcolo della capacità portante di un terreno, bisogna in ogni caso tener conto dei cedimenti massimi verificabili. Per il calcolo dei cedimenti è stato utilizzato il metodo di **Burland-Burbridge (1983)**:

$$s = f_s \cdot f_h \cdot f_t (q' - 2/3 \sigma'_{v0}) \cdot B^{0.7} \cdot I_c \text{ (Burland-Barbidge)}$$

in cui:

q' = pressione efficace lorda (kPa)

σ'_{v0} = tensione verticale efficace alla quota d'imposta delle fondazioni (kPa)

I_c = indice di compressibilità, funzione di N_{spt}

f_s, f_h, f_t = fattori correttivi di forma.

Il calcolo viene condotto tenendo di cedimenti differiti nel tempo (20 anni), limitando ove necessario i valori di P_{amm} allo scopo di riportare i valori massimi ottenuti entro i limiti di tollerabilità per le strutture.

Per il piano di posa di progetto e per le geometrie di fondazione considerate, si ottengono i seguenti valori:

Settore Nord-Orientale (intorno Sondaggio S2)

FONDAZIONI NASTRIFORMI

$B = 1.50 \text{ m}$	$P_{amm} = 1.70 \text{ kg/cm}^2 = 167 \text{ kPa}$	$s = 5 \text{ mm}$
$B = 1.80 \text{ m}$	$P_{amm} = 2.00 \text{ kg/cm}^2 = 196 \text{ kPa}$	$s = 6 \text{ mm}$
$B = 2.00 \text{ m}$	$P_{amm} = 2.20 \text{ kg/cm}^2 = 216 \text{ kPa}$	$S = 7 \text{ mm}$

FONDAZIONI A PLATEA

B = 14 m	$P_{amm} = 0.80 \text{ kg/cm}^2 = 78 \text{ kPa}$	S = 10 mm
L = 22 m	$P_{amm} = 1.00 \text{ kg/cm}^2 = 98 \text{ kPa}$	s = 14 mm

Settore Centrale (intorno Prova P10)

FONDAZIONI NASTRIFORMI

B = 1.50 m	$P_{amm} = 1.70 \text{ kg/cm}^2 = 167 \text{ kPa}$	s = 9 mm
B = 1.80 m	$P_{amm} = 2.00 \text{ kg/cm}^2 = 196 \text{ kPa}$	s = 10 mm
B = 2.00 m	$P_{amm} = 2.20 \text{ kg/cm}^2 = 216 \text{ kPa}$	s = 12 mm

FONDAZIONI A PLATEA

B = 14 m	$P_{amm} = 0.80 \text{ kg/cm}^2 = 78 \text{ kPa}$	s = 8 mm
L = 27 m	$P_{amm} = 1.00 \text{ kg/cm}^2 = 98 \text{ kPa}$	s = 11 mm

Settore Sud-Occidentale (intorno Prova P11-P12)

FONDAZIONI NASTRIFORMI

B = 1.50 m	$P_{amm} = 1.70 \text{ kg/cm}^2 = 167 \text{ kPa}$	s = 5 mm
B = 1.80 m	$P_{amm} = 2.00 \text{ kg/cm}^2 = 196 \text{ kPa}$	s = 6 mm
B = 2.00 m	$P_{amm} = 2.20 \text{ kg/cm}^2 = 216 \text{ kPa}$	s = 7 mm

FONDAZIONI A PLATEA

B = 14 m	$P_{amm} = 0.80 \text{ kg/cm}^2 = 78 \text{ kPa}$	s = 8 mm
L = 27 m	$P_{amm} = 1.00 \text{ kg/cm}^2 = 98 \text{ kPa}$	s = 11 mm

I valori di P_{amm} calcolati sono conformi al D.M. 11/03/1988 in cui per le strutture di fondazione viene prescritto al paragrafo "C.4.2", un fattore di sicurezza (F) non inferiore a 3, laddove $P_{amm} = 1/F \cdot P_{lim}$.

I cedimenti, calcolati per la stima della P_{amm} potranno, in ogni caso, essere utilizzati per le verifiche in condizioni di esercizio (SLE), in quanto dovranno risultare compatibili, nelle diverse condizioni di carico, con la funzionalità della struttura in elevato e con la durabilità e l'esercizio dell'opera.

Per i terreni di fondazione potranno essere utilizzati valori del coefficiente **k di Winkler** dell'ordine di **4-6 kg/cm³**.

9. OPERAZIONI DI SCAVO – INTERVENTI DI DRENAGGIO

Il piano di posa delle strutture di fondazione, previsto in progetto, interferisce con la falda acquifera riscontrata nei punti d'indagine. Tale falda risulta piuttosto continua nell'area ed è in sostanziale equilibrio con le acque del bacino lacustre. Di conseguenza presenta notevoli oscillazioni in funzione delle precipitazioni meteoriche e delle variazioni del livello de lago.

L'esecuzione degli scavi in condizioni di sicurezza e la posa delle strutture di fondazione, al di sotto del livello di falda, dovrà avvenire mediante specifiche tecniche realizzative, che prevedano la messa in opera di adeguati interventi di drenaggio, con la predisposizione di sistemi di abbattimento della falda, tipo well-point. Infatti l'escavazione di terreni sciolti in falda comporta possibili fenomeni di rifluimento e crollo delle pareti di scavo.

Per qualsiasi operazione di scavo e movimento terra, al fine di garantire la sicurezza per gli operatori, si raccomanda di mantenere sempre, anche localmente, altezze ed inclinazioni dei fronti di scavo rapportabili con le caratteristiche geotecniche dei materiali presenti. Fronti di scavo in condizioni subverticali e in presenza di materiali con caratteristiche geotecniche scadenti, potrebbero infatti innescare fenomeni di crollo.

Il piano interrato, successivamente alla fase realizzativa, interferirà in ogni caso con le acque di falda soprattutto in concomitanza di periodi piovosi, e si dovrà quindi prevedere la messa in opera di interventi di impermeabilizzazione (cartelle di bentonite sodica, ecc.) del piano di calpestio del piano interrato e dei muri laterali, associati ad un adeguato sistema di drenaggio con predisposizione di pompe che potranno essere utilizzate in concomitanza di periodi di innalzamento della falda.

L'utilizzo di fondazioni a platea potrà garantire in modo più efficace l'impermeabilizzazione del piano di calpestio del piano interrato.

10. PERMEABILITA' DEI TERRENI

La permeabilità di un terreno è essenzialmente funzione della sua porosità efficace e viene espressa dal coefficiente di permeabilità (k) che ha la dimensione di una velocità. La permeabilità dipende dalla granulometria dei terreni risultando maggiore per i terreni grossolani rispetto a quelli con caratteristiche granulometriche fini. L'eterogeneità granulometrica di un terreno riduce sensibilmente il valore della permeabilità poiché la presenza di matrice fine (limo), anche se subordinata in percentuale allo scheletro granulare, ostacola la filtrazione.

La permeabilità (k) dei terreni fluvio-glaciali ghiaioso-sabbiosi, stimata mediante prove in situ eseguite in aree omologhe a quella di intervento, risulta dell'ordine di $10^{-3}/10^{-4}$ m/s, valore indicativo di permeabilità elevata. Al contrario i depositi lacustri limoso-sabbioso-argillosi ed i depositi morenici possiedono una permeabilità complessivamente medio-bassa.

Entro l'area di intervento si hanno quindi condizioni litologiche idonee allo smaltimento delle acque meteoriche per subirrigazione a partire da circa -3.0/-3.5 m dal p.c.

Tuttavia la presenza della falda freatica con scarsa soggiacenza, in relazione alle normative vigenti (art.39 comma 4 del D.Lgs 152/99 come modificato dal D. Lgs. 258/00), rende il sito non idoneo allo smaltimento delle acque meteoriche mediante pozzi perdenti, a profondità superiori a circa -2.4 m dal p.c.

In alternativa alla dispersione per subirrigazione si consiglia quindi il recapito delle acque meteoriche alla rete fognaria o direttamente a lago mediante un'adeguata rete di collettamento e recapito.

11. PRECIPITAZIONI METEORICHE

La quantità d'acqua raccolta dalle superfici impermeabili realizzate entro l'area di intervento può essere stimata tenuto conto dell'intensità di pioggia attesa, con tempo di ritorno assegnato del periodo di 10 anni, ricavata dalla curva di possibilità climatica definita dalla stazione pluviografica di Peschiera del Garda (VR).

Dalla curva di possibilità climatica si ottiene pertanto l'altezza h delle precipitazioni piovose potenziali secondo la relazione:

$$h = 41.10 t^{0.24} \quad t = \text{durata pioggia in ore} \quad TR = 10 \text{ anni}$$

Assegnato un coefficiente di deflusso (c) pari a 0.90 per le superfici impermeabilizzate (tetti e piazzali in cemento o conglomerato bituminoso), potrà essere ricavato il volume d'afflusso. Tenuto conto delle condizioni pianeggianti dei luoghi di intervento i coefficienti di deflusso non sono modificati da parametri correttivi dipendenti da fattori geomorfologici (aree su versante, ecc.).

12. DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE

La scelta del sistema di smaltimento delle acque meteoriche è funzione delle condizioni litologiche e morfologiche del sito in esame, dell'assetto idrogeologico e delle esigenze di progetto.

Lo smaltimento delle acque dovrà essere operato mediante un idoneo sistema di raccolta con successivo recapito alla rete fognaria o direttamente entro il bacino lacustre. Per il recapito a lago potrà essere realizzata una tubazione interrata idoneamente dimensionata.

In relazione alle esigenze progettuali potrà essere realizzato un sistema che raccolga le acque provenienti dalle seguenti superfici impermeabili:

Superficie coperta	1980 m ²
Superficie parcheggi	1190 m ²

Il sistema di raccolta dovrà essere dotato di adeguati pozzetti di decantazione, muniti di filtri in grado di garantire nel tempo la funzionalità dei pozzi perdenti.

Per il dimensionamento del sistema di smaltimento di progetto è stato stimato, per un evento piovoso della durata teorica di 24 h, il valore del volume d'afflusso, funzione dell'altezza di pioggia (e quindi della curva pluviometrica) e dell'estensione delle superfici impermeabili.

Tempo (h)	Precipitazioni (altezza di pioggia in mm)	Superficie Coperta Volume afflussi (m ³)	Superficie Parcheggi Volume afflussi (m ³)
1	41,10	73,24	44,02
2	48,54	86,50	51,99
3	53,50	95,34	57,30
4	57,32	102,14	61,39
5	60,48	107,78	64,77
6	63,18	112,59	67,67
7	65,56	116,83	70,21
8	67,70	120,64	72,51
9	69,64	124,10	74,58
10	71,42	127,27	76,49
11	73,08	130,23	78,27
12	74,62	132,97	79,92
13	76,07	135,56	81,47
14	77,43	137,98	82,93
15	78,72	140,28	84,31
16	79,95	142,47	85,63
17	81,12	144,56	86,88
18	82,24	146,55	88,08
19	83,32	148,48	89,24
20	84,35	150,31	90,34
21	85,34	152,08	91,40
22	86,30	153,79	92,43
23	87,23	155,44	93,42
24	88,12	157,03	94,38

13.CONCLUSIONI

Sono state eseguite un'indagine geognostica ed uno studio geologico di un'area ubicata in Via Marconi, a Padenghe s/G (BS), in cui è prevista la realizzazione di residenze turistico alberghiere.

Sono state esaminate le caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche della zona in cui l'area di intervento è inserita.

Essendo il territorio comunale di Padenghe s/G, inserito in zona sismica 3, a seguito dell'Ordinanza Ministeriale n. 3274 del 20/03/03, lo studio è stato eseguito in prospettiva sismica.

L'area è stabile e non è interessata da alcun fenomeno geomorfico in atto.

Sulla scorta dei dati acquisiti mediante le indagini geognostiche, si è potuto accertare che nell'area d'intervento sono presenti terreni dapprima sabbioso-limosi e limoso-argillosi, scarsamente consistenti e quindi, a profondità di interesse fondazionale, depositi fluvioglaciali ghiaioso-sabbiosi da mediamente a bene addensati. Più in profondità è presente un livello prevalentemente limoso che rappresenta la transizione al substrato morenico costituito da terreni limoso-argillosi sovraconsolidati.

Sono state analizzate diverse tipologie e geometrie di fondazione allo scopo di ottenere dei valori di P_{lim} del terreno e di P_{amm} , riferita ai cedimenti, che potranno essere utilizzati nello studio progettuale.

Il quadro idrogeologico riconosciuto per l'area ha evidenziato la presenza di una falda superficiale, piuttosto continua ed in equilibrio con le acque del bacino lacustre, soggetta a notevoli oscillazioni in funzione della piovosità e del livello del lago. Tale falda trova circolazione nel livello ghiaioso-sabbioso ad elevata permeabilità, delimitati alla base dal substrato morenico semipermeabile o impermeabile.

Sono state quindi prese in esame le modalità esecutive per la realizzazione degli scavi di progetto che dovranno essere condotte in condizioni di sicurezza secondo i criteri descritti nel presente studio; l'escavazione di terreni sciolti in falda comporta infatti possibili fenomeni di rifluimento e crollo delle pareti di scavo.

Il piano interrato interferirà in ogni caso con le acque di falda, soprattutto in concomitanza di periodi piovosi e/o di innalzamento del livello del lago; si dovrà quindi prevedere la messa in opera di interventi di impermeabilizzazione, associati ad un adeguato sistema di drenaggio con eventuale predisposizione di pompe per la raccolta e l'allontanamento delle acque.

E' stata infine stimata la permeabilità dei terreni presenti, al fine di dimensionare in maniera idonea il sistema di smaltimento delle acque di pioggia raccolte dalle superfici impermeabili di progetto.

Essendo l'indagine geognostica eseguita necessariamente per punti, si dovrà in ogni caso verificare, in fase esecutiva, quanto ipotizzato nella presente relazione.

Lonato 10/05/06

Dott. Geol. Rosanna Lentini



Dr. Geologo
ROSANNA
LENTINI
n. 1034

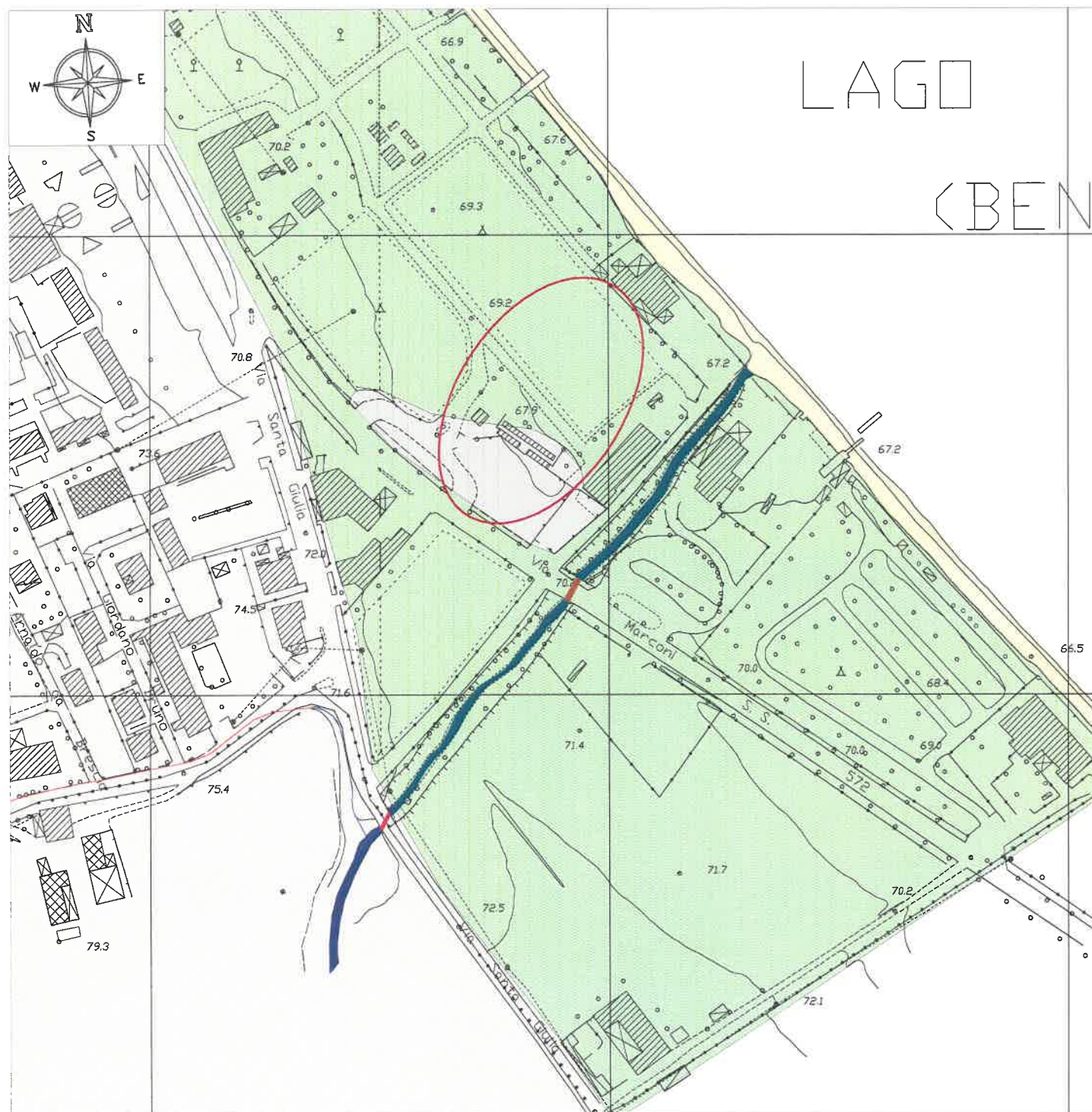
The map shows a coastal area with various landmarks and elevation points. Key features include:

- Topographic Features:** Contour lines indicating elevation, with points labeled such as 115.2, 101.9, 98.1, 102.9, 81.1, 105.5, 124.2, 129.4, 109.9, 97.6, 131.7, 104.8, 96.1, 95.2, 92.6, 84.5, 77.8, 74.3, 83.9, 86.2, 89.6, 96.9, 89.2, 85.6, 70.8, 70.3, 70.9, 75.3, 69.1, 69.2, 69.3, 69.4, 69.5, 69.6, 69.7, 69.8, 69.9, 70.0, 70.1, 70.2, 70.3, 70.4, 70.5, 70.6, 70.7, 70.8, 70.9, 71.0, 71.1, 71.2, 71.3, 71.4, 71.5, 71.6, 71.7, 71.8, 71.9, 72.0, 72.1, 72.2, 72.3, 72.4, 72.5, 72.6, 72.7, 72.8, 72.9, 73.0, 73.1, 73.2, 73.3, 73.4, 73.5, 73.6, 73.7, 73.8, 73.9, 74.0, 74.1, 74.2, 74.3, 74.4, 74.5, 74.6, 74.7, 74.8, 74.9, 75.0, 75.1, 75.2, 75.3, 75.4, 75.5, 75.6, 75.7, 75.8, 75.9, 76.0, 76.1, 76.2, 76.3, 76.4, 76.5, 76.6, 76.7, 76.8, 76.9, 77.0, 77.1, 77.2, 77.3, 77.4, 77.5, 77.6, 77.7, 77.8, 77.9, 78.0, 78.1, 78.2, 78.3, 78.4, 78.5, 78.6, 78.7, 78.8, 78.9, 79.0, 79.1, 79.2, 79.3, 79.4, 79.5, 79.6, 79.7, 79.8, 79.9, 80.0, 80.1, 80.2, 80.3, 80.4, 80.5, 80.6, 80.7, 80.8, 80.9, 81.0, 81.1, 81.2, 81.3, 81.4, 81.5, 81.6, 81.7, 81.8, 81.9, 82.0, 82.1, 82.2, 82.3, 82.4, 82.5, 82.6, 82.7, 82.8, 82.9, 83.0, 83.1, 83.2, 83.3, 83.4, 83.5, 83.6, 83.7, 83.8, 83.9, 84.0, 84.1, 84.2, 84.3, 84.4, 84.5, 84.6, 84.7, 84.8, 84.9, 85.0, 85.1, 85.2, 85.3, 85.4, 85.5, 85.6, 85.7, 85.8, 85.9, 86.0, 86.1, 86.2, 86.3, 86.4, 86.5, 86.6, 86.7, 86.8, 86.9, 87.0, 87.1, 87.2, 87.3, 87.4, 87.5, 87.6, 87.7, 87.8, 87.9, 88.0, 88.1, 88.2, 88.3, 88.4, 88.5, 88.6, 88.7, 88.8, 88.9, 89.0, 89.1, 89.2, 89.3, 89.4, 89.5, 89.6, 89.7, 89.8, 89.9, 90.0, 90.1, 90.2, 90.3, 90.4, 90.5, 90.6, 90.7, 90.8, 90.9, 91.0, 91.1, 91.2, 91.3, 91.4, 91.5, 91.6, 91.7, 91.8, 91.9, 92.0, 92.1, 92.2, 92.3, 92.4, 92.5, 92.6, 92.7, 92.8, 92.9, 93.0, 93.1, 93.2, 93.3, 93.4, 93.5, 93.6, 93.7, 93.8, 93.9, 94.0, 94.1, 94.2, 94.3, 94.4, 94.5, 94.6, 94.7, 94.8, 94.9, 95.0, 95.1, 95.2, 95.3, 95.4, 95.5, 95.6, 95.7, 95.8, 95.9, 96.0, 96.1, 96.2, 96.3, 96.4, 96.5, 96.6, 96.7, 96.8, 96.9, 97.0, 97.1, 97.2, 97.3, 97.4, 97.5, 97.6, 97.7, 97.8, 97.9, 98.0, 98.1, 98.2, 98.3, 98.4, 98.5, 98.6, 98.7, 98.8, 98.9, 99.0, 99.1, 99.2, 99.3, 99.4, 99.5, 99.6, 99.7, 99.8, 99.9, 100.0.
- Labels:** "Camping Campagnola", "Casina", "Lido di Lido", "Maguzzano", "Ex M.O. Reccigo", "S.S. N° 572 DI SALO".
- Other Features:** A red circle highlights a specific area near the "Casina" and the "Lido di Lido".

○ Area di intervento

CARTA GEOLITOLOGICA CON ELEMENTI GEOMORFOLOGICI
E DEL SISTEMA IDROGRAFICO

Scala 1:2.000



Legenda



Materiali di riporto



Depositi di spiaggia



Depositi lacustri



Depositi fluvioglaciali

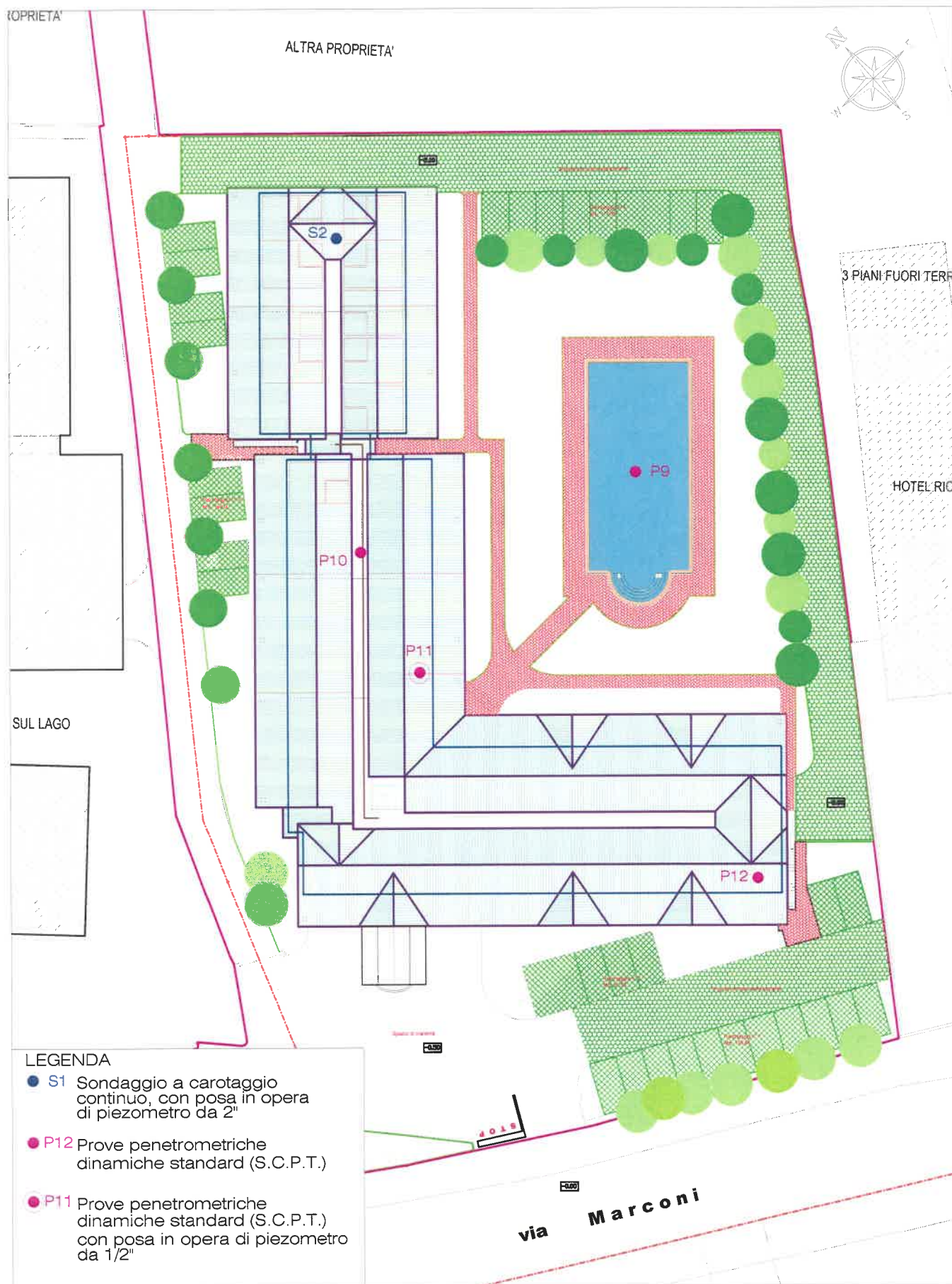


Reticolo idrografico superficiale



Tratti intubati

Corso d'acqua segnalato nella cartografia ufficiale
e non più rilevabile sul terreno

PLANIMETRIA CON UBICAZIONE DEI PUNTI DI INDAGINE
Scala 1:500

Dott. Geol. Rosanna Lentini**Studio di Geologia Tecnica ed Ambientale**

Sede legale: V. Tito Speri, 64 - 25080 Padenghe s/G (BS)

Sede operativa: Via Centenaro 166 - 25017 Lonato (BS)

Tel. 030 9102042 - Cell. 339 6012311 - E mail OILENT@tin.it

Località: Padenghe - Loc. Santa Giulia

DATA 23/03/2006

SCALA

1:60

SONDAGGIO

S1

☐ Campione rimaneggiato

LEFRANC

☐ Campione semidisturbato

Prova di permeabilità

☐ Campione indisturbato (Fustella)

LUGEON

☐ Campione S.P.T.

Piezometro cieco

Piezometro fessurato

LIVELLI ACQUA

PROFONDITA'

SERA

MATTINO

Rivestimento

Foro

Data

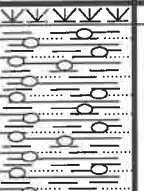
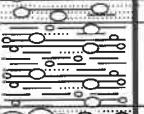
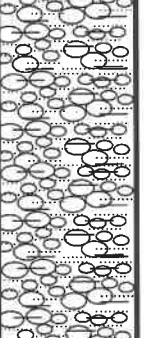
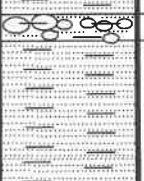


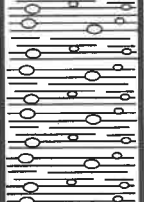
H

Data

H

10-04-06

-2,70

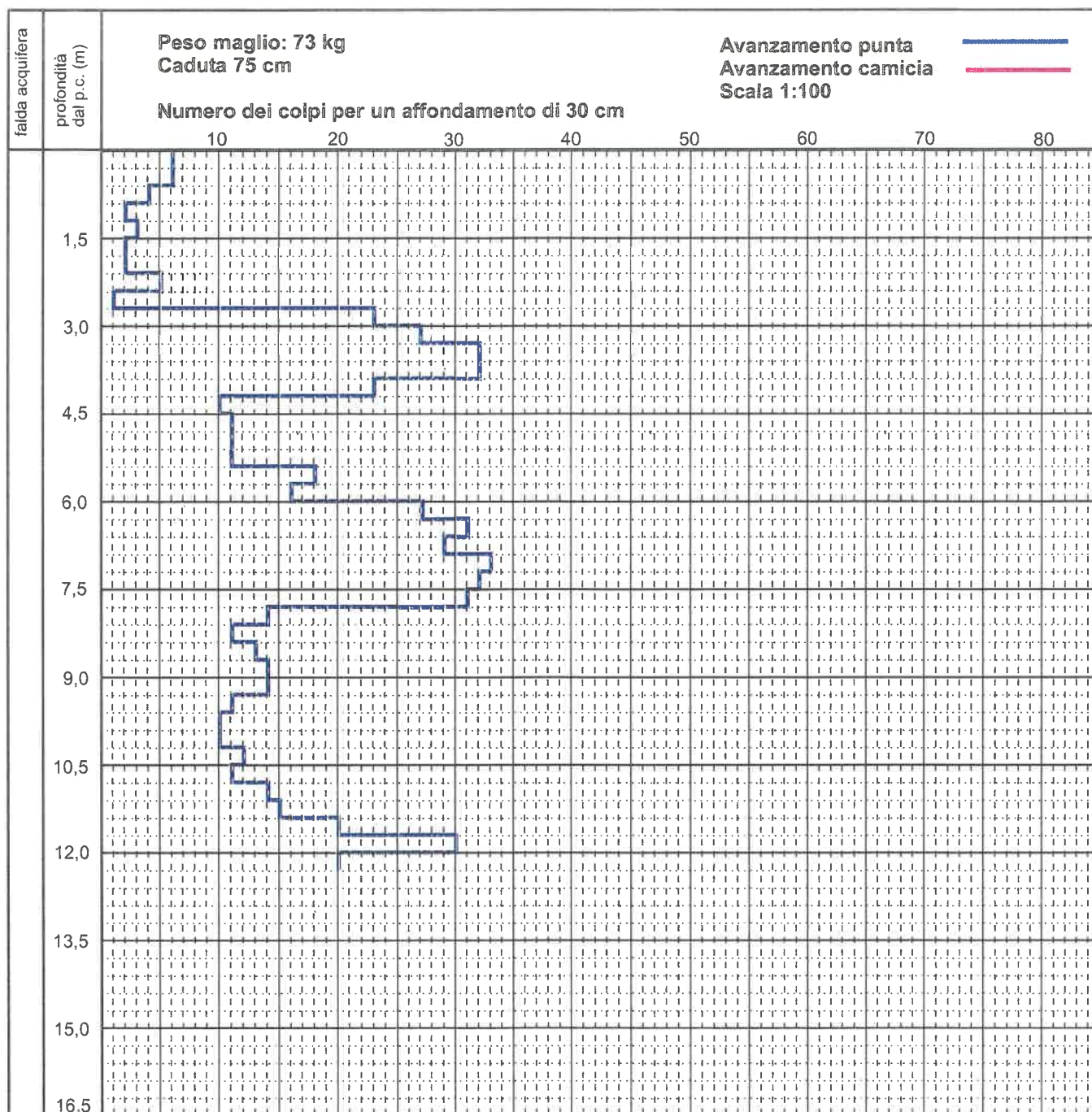
Quota di Riferimento	Profondità m	Sezione Terreno	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Carotiere	Rivestimento	Prove di permeabilità	Vane Test Kg/cmq		Profondità	S.P.T.	Falda Acquifera	Piezometro $\phi=2"$
								max.	res.				
	-0,15			Terreno vegetale: limo sabbioso argilloso di colore marrone beige. Limo sabbioso argilloso di colore beige con screziature grigie, con clasti di ghiaia media, mediamente consistente debolmente umida.									
	-1,65												
	-1,85			Sabbia limosa debolmente argillosa con ghiaia media di colore beige chiaro, scarsamente addensata, debolmente umida Limo argilloso sabbioso con ghiaia medio fine di colore beige marrone									
	-2,50												
				Ghiaia da medio grossolana a grossolana e sabbia in scarsa matrice limoso argillosa di colore da beige a grigio, bene addensata, umida fino a 3,50 m, molto umida fino a 4,00 m, quindi satura	101 mm	127 mm				-3,50	22 31 47		
	-5,50												
	-5,70			Sabbia debolmente limosa bagnata di colore beige ocra Ghiaia medio grossolana e sabbia limosa, bagnata, di colore beige ocra Sabbia debolmente limosa da mediamente addensata a addensata, di colore beige ocra, umida.						-6,00	18 23 20		
	-5,90												
	-7,10			Limo debolmente sabbioso di colore grigio, da scarsamente a mediamente addensato, bagnato.						-7,50	7 6 8		
	-9,00												
	-9,50			Ghiaia media e grossolana e sabbia limosa di colore grigio, bagnata, mediamente addensata. Sabbia ghiaiosa, debolmente limosa, di colore grigio scarsamente addensata, bagnata									
	-10,00												
				Argilla limosa di colore grigio, consistente, con ghiaia medio fine, debolmente umida.									
	-12,00									-12,00	10 14 20		

PROVA PENETROMETRICA N° 9

Data: 31/03/2006

Località: Santa Giulia - PADENGHE SUL GARDA (BS)

Committente: CONCENTRA s.r.l.

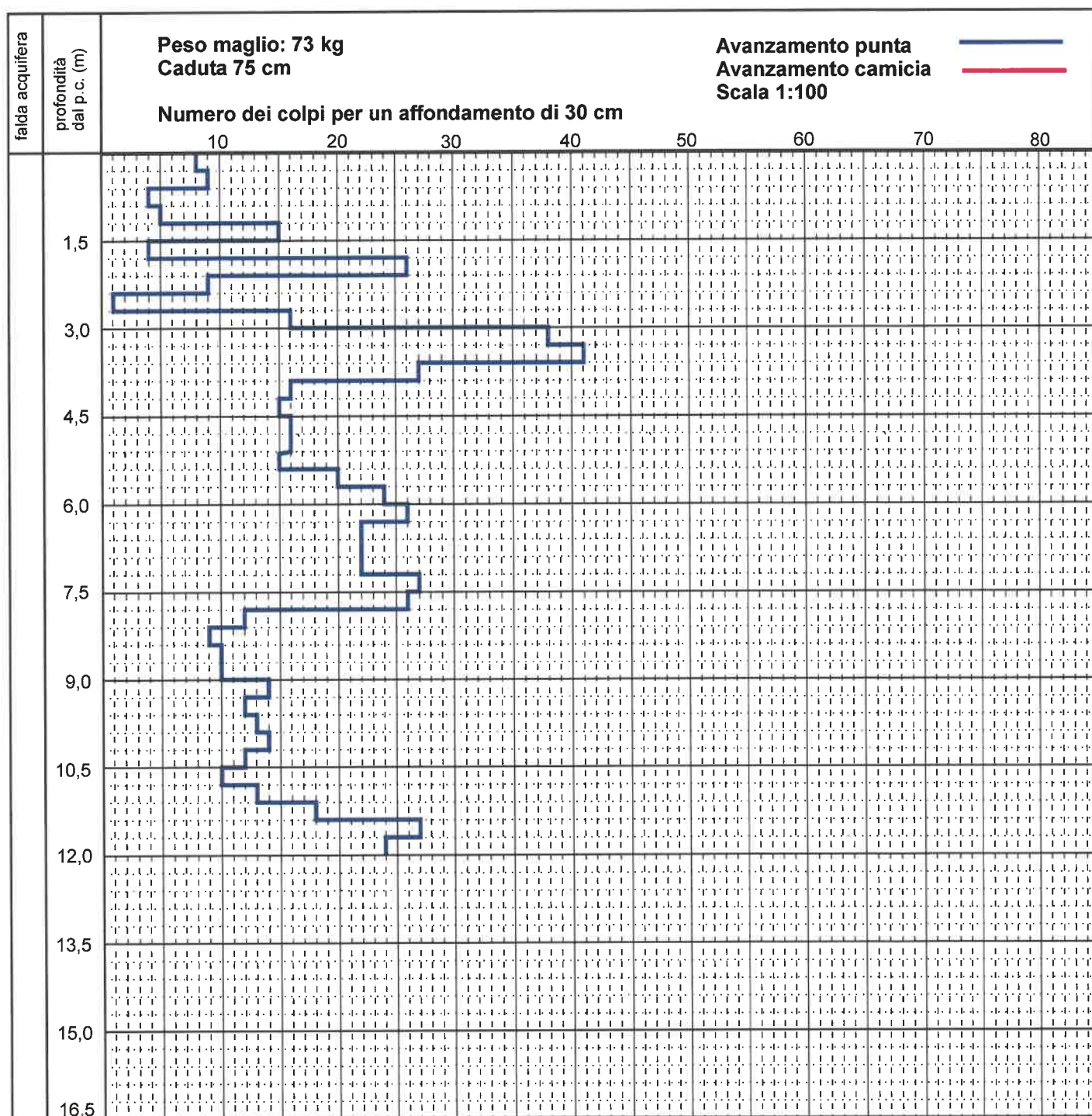


PROVA PENETROMETRICA N° 10

Data: 31/03/2006

Località: Santa Giulia - PADENGHE SUL GARDA (BS)

Committente: CONCENTRA s.r.l. -



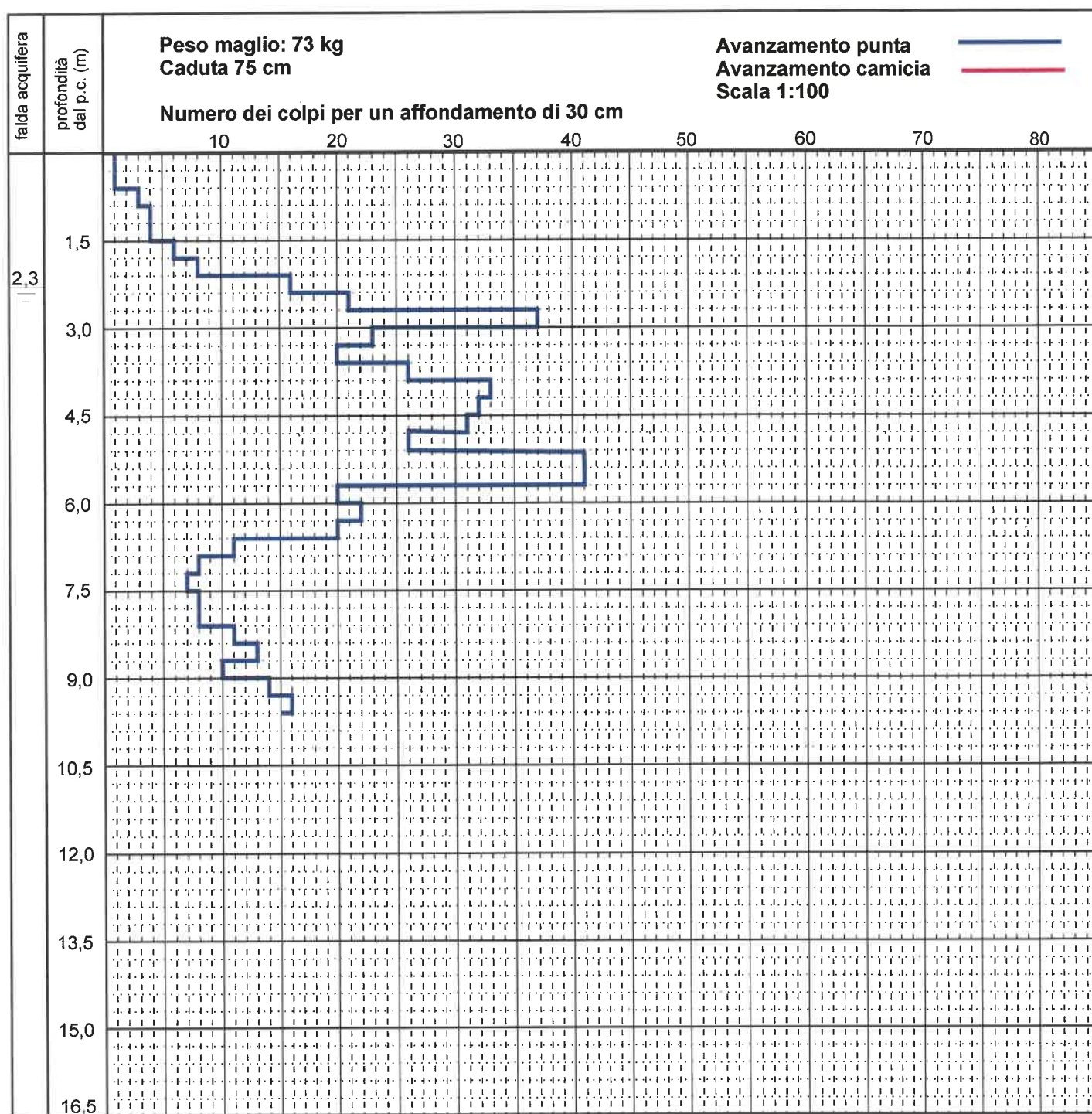
PROVA PENETROMETRICA N° 11

Data: 31/03/2006

Località: Santa Giulia - PADENGHE SUL GARDA (BS)

Committente: CONCENTRA s.r.l.

Nota: Posa in opera di piezometro da ½ "

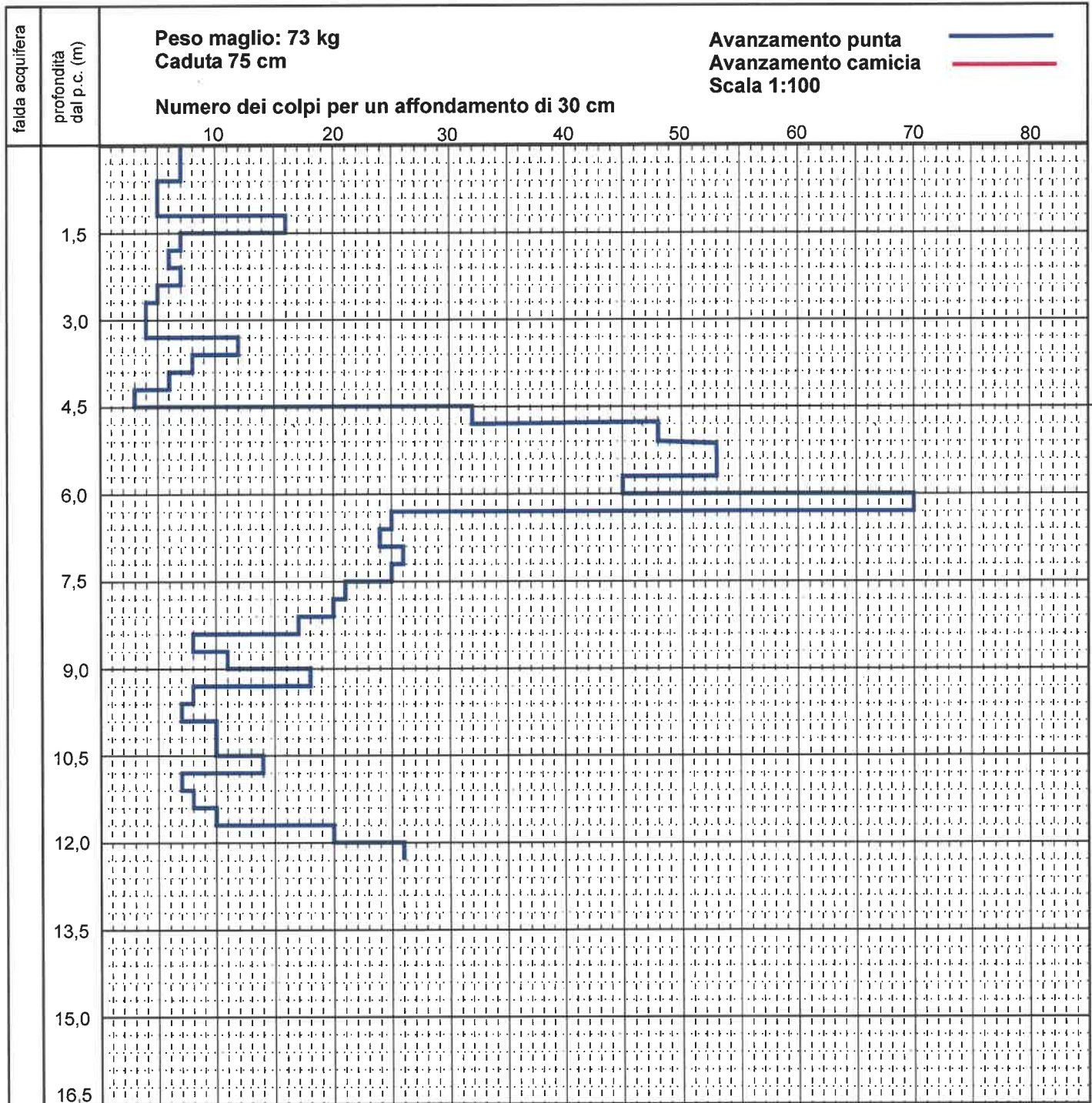


PROVA PENETROMETRICA N° 12

Data: 31/03/2006

Località: Santa Giulia - PADENGHE SUL GARDA (BS)

Committente: CONCENTRA s.r.l.



Esecuzione sondaggi a carotaggio continuo



-Postazione Sondaggio S1



Sondaggio S1 Cassa 1 da 0,00 a -5,00 m dal p.c.



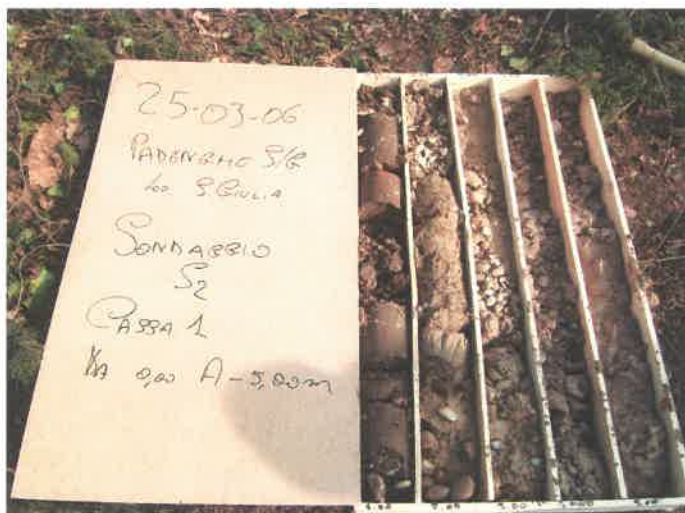
Sondaggio S1 Cassa 2 da -5,00 a -10,00 m dal p.c.



Sondaggio S1 Cassa 3 da -10,00 a -12,00 m dal p.c.



Postazione Sondaggio S2



Sondaggio S2 Cassa 1 da 0,00 a -5,00 m dal p.c.



Sondaggio S2 Cassa 2 da -5,00 a -10,00 m dal p.c.



Sondaggio S2 Cassa 3 da -10,00 a -12,00 m dal p.c.

Esecuzione prove penetrometriche dinamiche standard (SCPT)



Postazione Prova P 11



Postazione Prova P 9



Postazione Prova P 12