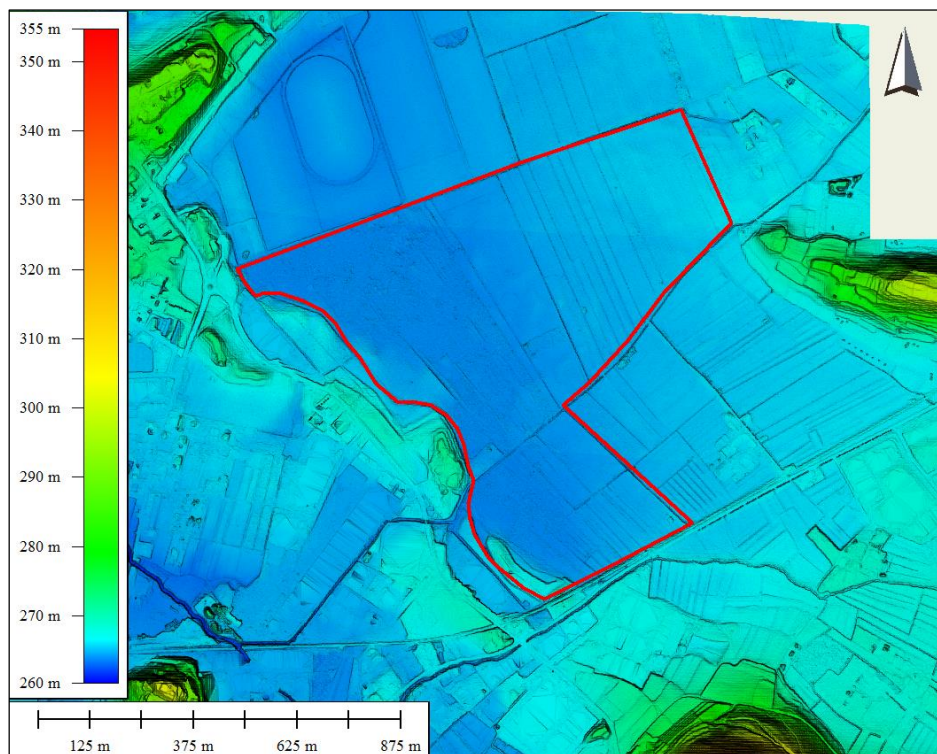


PARCO VALLE LAMBRO

UFFICIO RIQUALIFICA FLUVIALE



AREA DI LAMINAZIONE DELLE PIENE DEL TORRENTE GANDALOGGIO E ALTRI NEI COMUNI DI OGGIONO, SIRONE E ANNONE (LC)

CUP B38C15000460002 CIG Z36187CBD7

**INCARICO PER L'ESECUZIONE DI INDAGINI GEOGNOSTICHE E REDAZIONE
RELAZIONE GEOLOGICA-GEOTECNICA PROPEDEUTICA ALL'INTERVENTO**

Relazione n. R01-05-16

Data: 07 Aprile 2016



**Studio Georisk
Geol. Daniele Battaglia**

Via Stelvio 20
20844 Triuggio (MB)
Tel: 0362-972440
Fax: 0362-997695
Email: dbattaglia@georisk.it
Partita IVA: 02935280962



INDICE

1	INTRODUZIONE	4
2	NORMATIVA E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	6
3	INQUADRAMENTO GENERALE	7
4	ASSETTO GEOMORFOLOGICO	8
5	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	11
6	ASSETTO IDROGEOLOGICO	15
7	FATTIBILITA' GEOLOGICA E VINCOLI	17
8	CONDIZIONI DI RISCHIO SISMICO	18
9	INDAGINI GEOGNOSTICHE	22
9.1	Sondaggi	23
9.2	SPT	24
9.3	Lefranc	25
9.4	Prove di laboratorio	26
9.4.1	Analisi granulometrica	26
9.4.2	Peso di volume	27
9.4.3	Umidità naturale	27
9.4.4	Limiti di Atterberg	27
9.4.5	Prova edometrica	28
9.4.6	Prova triassiale UU	28
9.5	CPT	28
9.6	Indagine MASW	30
9.7	Pozzi e sondaggi banca dati Lombardia	31
10	ANALISI GEOTECNICA	33
10.1	Parametri geotecnici	33
10.2	Sezioni geotecniche di riferimento	35
10.3	Capacità portante	37
10.4	Cedimenti	38

11	FILTRAZIONI E CAPACITA' DI INVASO	39
11.1	Stima dei volumi di invaso	39
11.2	Filtrazione	40
12	RACCOMANDAZIONI E CONCLUSIONI	43
13	BIBLIOGRAFIA	45

Allegati:

- Allegato A: stratigrafie sondaggi
- Allegato B: SPT
- Allegato C: prove di permeabilità Lefranc
- Allegato D: prove di Laboratorio
- Allegato E: CPT
- Allegato F: indagini sismiche MASW
- Allegato G: capacità portante e cedimenti condizioni geotecniche

Elaborati cartografici:

- Tavola 1: Carta Geologica (scala 1:2500)
- Tavola 2: Sezioni geologiche A-A', B-B', C-C', D-D', E-E' (scala H 1:2500/V 1:250)

1 INTRODUZIONE

La perizia è stata condotta secondo quanto indicato nell'incarico conferito con Determinazione del Direttore Generale del Parco Valle Lambro del 04/03/2016 n. 93 Reg. Generale e n. 89 Re. Servizio.

Lo studio riguarda la determinazione delle condizioni geologiche, idrogeologiche e geotecniche di un'area sita in Comune di Oggiono (LC) sulla quale è prevista la realizzazione di una vasca di laminazione per le piene del Torrente Gandaloglio (Opera CUP B38C15000460002, CIG Z36187CBD7). L'intervento, in corso di progettazione da parte del Ufficio di Riqualificazione Fluviale del Parco, consiste nella costruzione di un argine perimetrale di circa altezza non ancora definita e di circa 4 km di lunghezza, che delimita un'area di estensione pari a circa 640'000 m².

L'Ufficio ha fornito nell'ambito della documentazione dell'incarico una planimetria con l'ubicazione dell'area di intervento, tuttavia non sono note le tipologie e geometrie delle opere e pertanto l'analisi geotecnica si configura come una valutazione preliminare sulle caratteristiche di resistenza e deformabilità dei terreni di fondazione.

La Figura 1 rappresenta l'estensione dell'area in esame su ortofoto 2011.

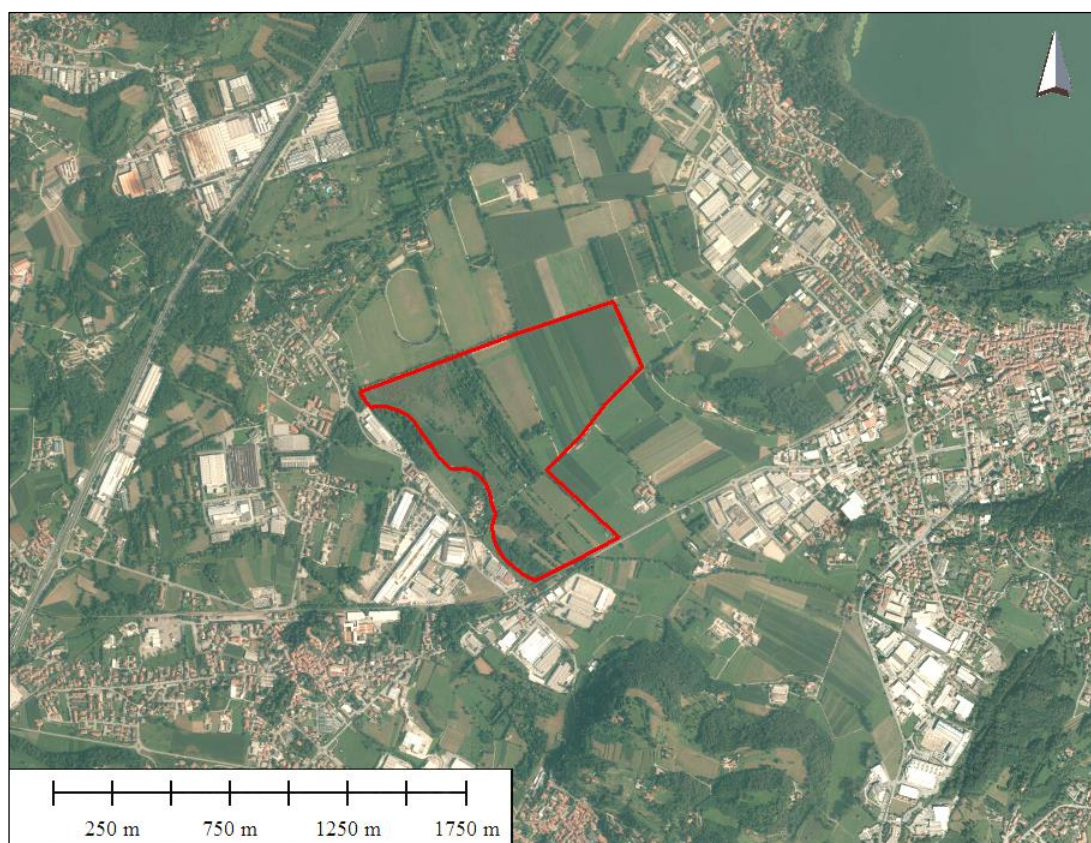


Figura 1: ubicazione dell'area di intervento fornita dal Parco Valle Lambro su immagine satellitare (Settembre 2011).

Nell'ambito della perizia sono state effettuate le seguenti attività:

- Analisi bibliografica del materiale disponibile;
- Rilievo geologico e geomorfologico in sito,

- Esecuzione di una campagna di indagine geognostica specifica per il problema in oggetto;
- Definizione del modello geologico e geotecnico di riferimento;
- Valutazione della capacità portante dei terreni di fondazione e dei cedimenti attesi;
- Analisi della filtrazione sotterranea lungo sezioni critiche;
- Redazione della relazione geologica-geotecnica, con incluse una serie di raccomandazioni sulla modalità di realizzazione dell'opera.

La relazione si completa con i seguenti allegati:

- Allegato A: Stratigrafie sondaggi
- Allegato B: Certificati prove SPT
- Allegato C: Certificati prove di permeabilità Lefranc
- Allegato D: Certificati prove di Laboratorio
- Allegato E: Certificati prove CPT
- Allegato F: Certificati indagini sismiche MASW
- Allegato G: Calcoli capacità portante e cedimenti

Inoltre sono stati redatti i seguenti elaborati cartografici:

- Tavola 1: Carta Geologica in scala 1:2500
- Tavola 2: Sezioni geologiche A-A', B-B', C-C', D-D', E-E' e scala H 1:2500/V 1:250

2 NORMATIVA E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

L'esecuzione delle indagini e la stesura della relazione con i rispettivi allegati tecnici, sono state condotte secondo i criteri generali stabiliti dalle norme in vigore e dagli standard di lavoro pubblicati. In particolare è stato fatto riferimento ai seguenti documenti normativi e legislativi:

- “Nuove Norme Tecniche per le costruzioni”, D.M. 14 Gennaio 2008, pubblicato sulla G.U. n. 29 del 04 febbraio 2008;
- D.M. 11 marzo 1988 “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e le rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”;
- Ordinanza Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003 e s.m.i. – primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zone sismiche.
- Decreto della Giunta Regionale della Lombardia dell'11 luglio 2014 n.X-2129, Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia.

E' stata eseguita una ricerca bibliografica mirata all'identificazione di materiale utile per approfondire le caratteristiche geologiche dell'area in esame. La documentazione reperita consiste in:

- Carta Geologica d'Italia, Progetto CARG, Fogli 96-Seregno, 97-Vimercate, 75-Como, 76-Lecco in scala 1:50.000 e note illustrative;
- Relazione Geologica generale allegata al PGT del Comune di Oggiono: “Studio per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio” ai sensi della DGR n.8/1566 del 22 dicembre 2005, aggiornamento Aprile 2012, redatta dal Dott. Geol. Egidio de Maron.
- Studio di verifica di compatibilità idraulica e idrogeologica e valutazione delle condizioni di rischio nelle aree del territorio comunale di Oggiono classificate “Zona I del P.S. L.267/98-Aree a rischio idrogeologico molto elevato”, redatto dal Dott. Geol. Walter Tavecchio.
- Geoportale Nazionale accessibile dal sito internet <http://www.pcn.minambiente.it/GN/>.
- Geoportale della Regione Lombardia accessibile dal sito <http://www.geoportale.regione.lombardia.it/>

Per quanto riguarda le indagini pregresse considerate nello studio, la committenza ha fornito il seguente materiale:

- Relazione geologico-geotecnica degli interventi di Sistemazione idraulica dei torrenti Bevera e Gandaloglio redatta dallo Studio Paoletti di Milano, su commissione della Regione Lombardia-Novembre 2001.

3 INQUADRAMENTO GENERALE

Il sito in esame si colloca all'interno del territorio comunale di Oggiono in provincia di Lecco, più specificatamente lungo il suo margine occidentale, al limite con il Comune di Annone Brianza a Nord, con Molteno a Ovest e con Sirone a Sud-Ovest (Figura 1). Esso è delimitato verso Nord dal Maneggio di cavalli La Nuova Poncia, verso Est da coltivazioni agricole prevalentemente di proprietà della Azienda Agricola Taschetti, verso Sud dalla Linea ferroviaria Monza-Molteno-Lecco e verso Ovest da un alto morfologico sul quale si sorge Cascina Brughello e le varie attività industriali di via dell'Industria.

L'area si estende tra le quote 260m e 270m slm, e comprende in gran parte un ambito palustre con ristagno perenne di acqua e in minor misura dei settori adibiti a coltivazione agricola. All'interno è stato realizzato un fitto reticolo di canali da bonifica che convogliano le acque meteoriche verso il Fosso dei Pascoli e da questo nel Torrente Gandaloglio che scorre attualmente ad Ovest di via dell'Industria.

Gli elementi antropici di maggior rilevanza presenti all'interno dell'area sono:

- Rete viaria composta dalla strada consorziale dei Pascoli, dalla Strada Comunale della Redaella e da accessi minori ad attività agricole.
- Rete gas metano di proprietà SNAM costituita da un collettore principale e da 2 diramazioni secondarie con annesse cabine di controllo.
- Pista di aeromodellismo.

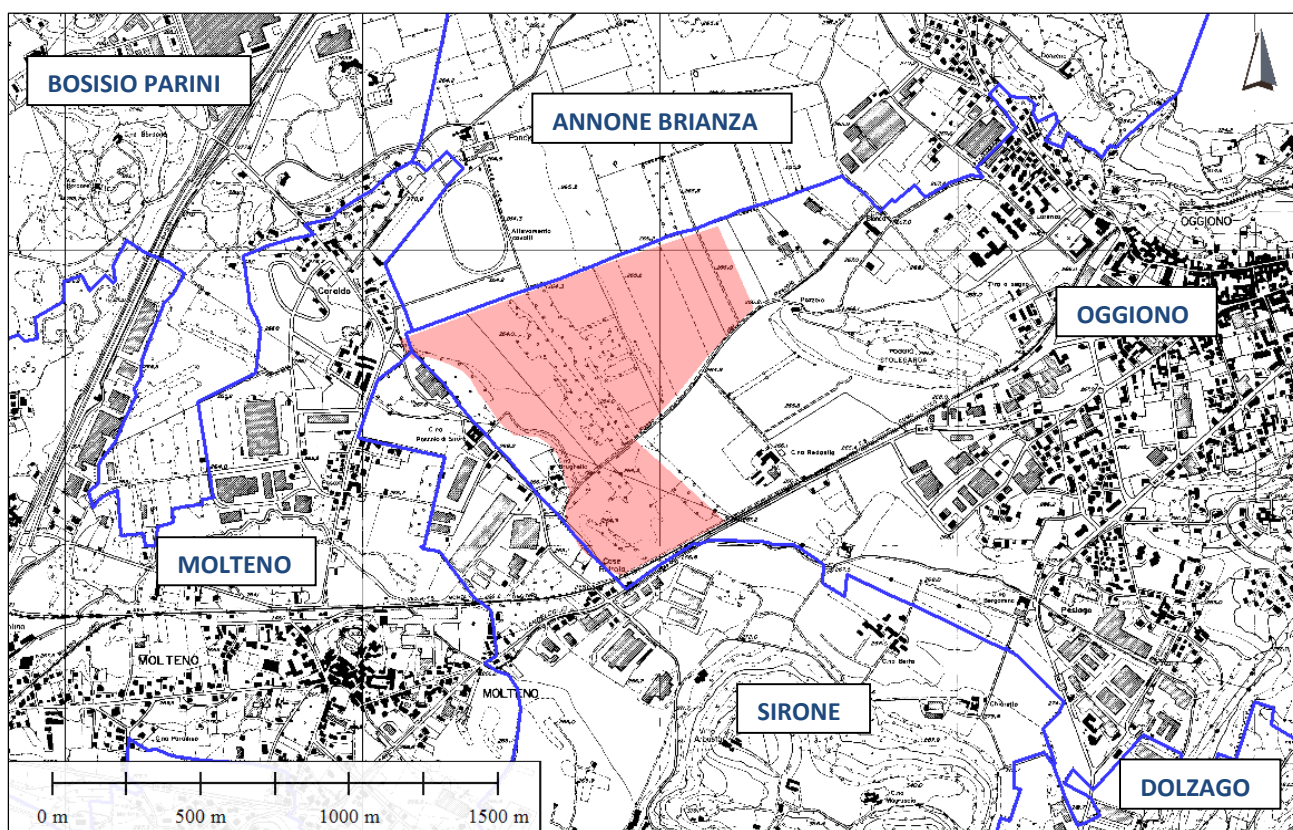


Figura 2: inquadramento dell'area in rosso su Carta Tecnica Regionale (sezioni B4c5, B4d5, B5c1, B5d1). In blu i limiti comunali.

4 ASSETTO GEOMORFOLOGICO

Il territorio di Oggiono si inserisce geograficamente al passaggio tra le Prealpi centrali lombarde e l'Alta Brianza, occupando il settore sud-orientale del Lago di Annone. Lo sguardo di insieme permette di distinguere evidenze morfologiche marcate sia dalla presenza del substrato roccioso che dalle fasi glaciali che si sono susseguite nel tempo.

L'influenza che l'assetto strutturale del substrato ha sui caratteri geomorfologici del territorio si manifesta prevalentemente nella parte più settentrionale, verso il rilievo montuoso del Cornizzolo, ossia prossima al margine prealpino e lungo il rilievo di San Genesio a SE; nel resto del territorio i caratteri morfologici predominanti sono invece legati alle recenti fasi glaciali e ai depositi ad esse connessi.

In dettaglio, la loro genesi deriva dalla presenza di lingue glaciali provenienti dal ramo del Lago di Lecco che trasfluiva in territorio brianteo (Lobo della Brianza), dando luogo ad apparati morenici disposti a semicerchio ed attraversati da una serie di elementi fluviali. Per quanto riguarda il settore NE invece, gli archi morenici sono soppiantati da estese piane lacustri intra e proglaciali.

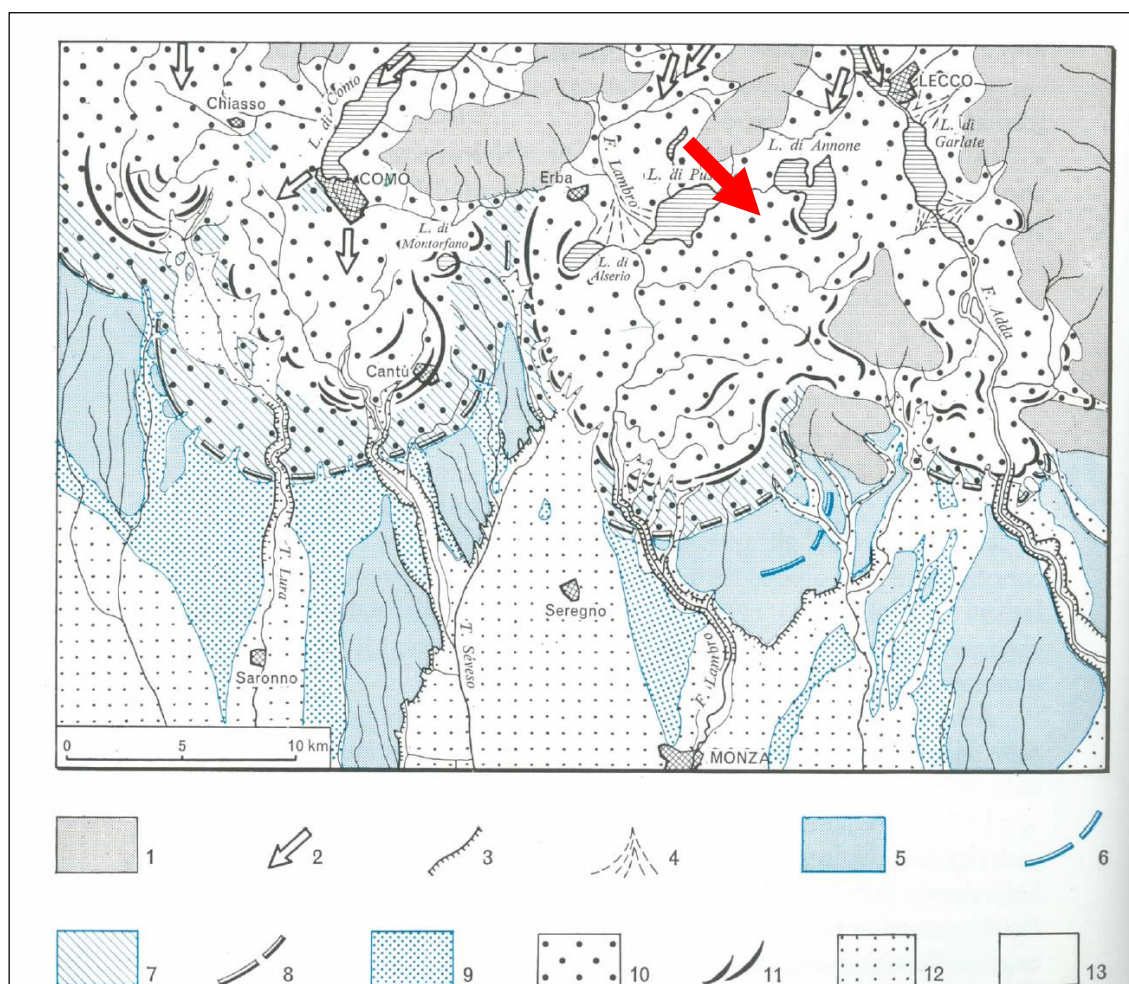


Figura 3: morfologie glaciali del settore brianzolo-Lombardia (A. Riva, 1957). La freccia rossa identifica il sito di studio. 1=rilievi emergenti, 2=direzioni di movimento delle colate glaciali, 3=orlo dei principali terrazzi, 4=conoidi postglaciali, 5=ripianti a ferretto del Mindel, 6=resti di cerchia morenica Mindel, 7=morenico Riss, 8=cerchie moreniche del Riss, 9=pianure fluvioglaciali del Riss, 10=glaciazioni Riss e Wurm, 11=cerchie moreniche Wurm, 12=Pianure fluvioglaciali del Wurm, 13=pianure alluvionali recenti.

L'immagine di Figura 4 è un estratto del Modello Digitale della Regione Lombardia a risoluzione del pixel di 1x1 metro, che permette di apprezzare in dettaglio la morfologia locale.

La vasca di laminazione in esame si colloca in una zona piana ad una quota compresa tra 264 e 268m slm con debole inclinazione verso N-W, bordata lungo il fianco orientale dalla propaggine di Poggio Stolegarda (quota max. 298m slm) e lungo il fianco occidentale dalla blanda dorsale della C.na Brughello che raggiunge elevazione massima di 270m slm. La dorsale è interessata da diverse scarpate e orli di terrazzo che sono resti morfologici di antiche attività antropiche di scavo e riporto.

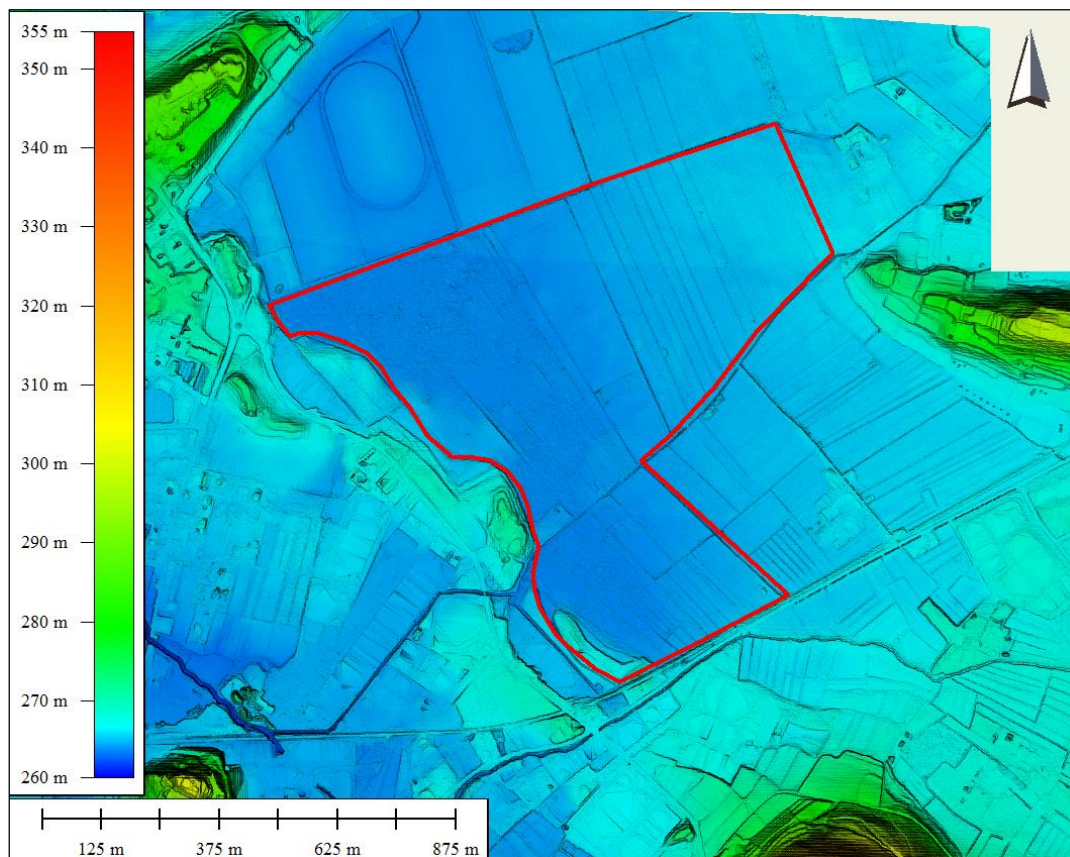


Figura 4: DEM dell'a vasca di laminazione in rosso.

Particolare attenzione è stata rivolta all'analisi della subsidenza locale per la quale sono stati visionati i dati interferometrici satellitari SAR (radar ad apertura sintetica) disponibili on-line sul Geoportale Nazionale (dati Envisat e ERS, ascending e descending). Il principio della tecnica SAR è quello di combinare più immagini radar satellitari acquisite in periodi successivi per misurare l'entità e la direzione dello spostamento di riflettori fissi al suolo (Permanent Scatters). All'interno della piana agricola in esame esistono solo pochi PS, tra questi quello identificato all'interno del maneggio La Poncia mostra range di abbassamento tra 5 e 10 mm/anno, mentre lungo la ferrovia Lecco-Molteno e nelle cascate circostanti si hanno abbassamenti inferiori a 1.5mm/anno. Si nota come la situazione maggiormente critica del fenomeno è individuata nell'area industriale di Peslago, a 2km a Sud-Est del sito, con valori di abbassamento annuo fino a 22 mm.

Infine si segnala che sia il rilievo di terreno che l'analisi del catalogo IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia) non indicano la presenza di frane attive che possano interessare direttamente il sito.

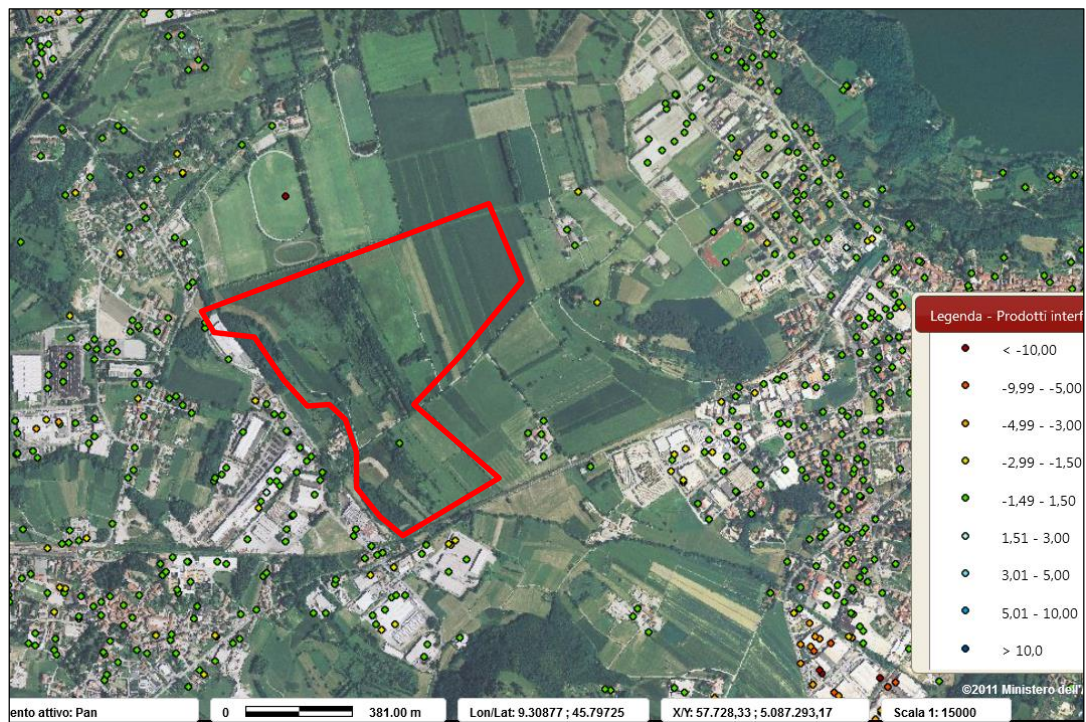


Figura 5: distribuzione dei Permanent Scatters nel settore di studio da immagini ERS ascending. Valori di spostamento in mm/anno.

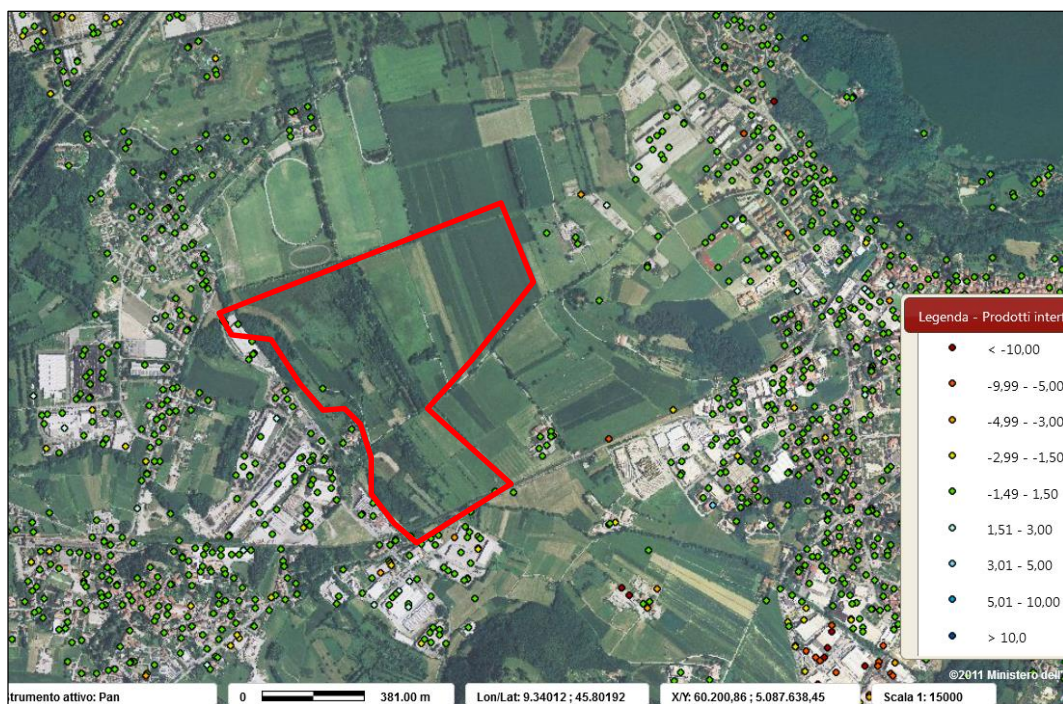


Figura 6: distribuzione dei Permanent Scatters nel settore di studio da immagini ERS descending. Valori di spostamento in mm/anno.

5 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il territorio del Comune di Oggiono si colloca in una zona collinare di transizione tra la fascia prealpina e il “Bacino Plio-Quaternario” della Pianura Padana. In questo dominio i rilievi, costituiti da un substrato roccioso sedimentario di origine torboidica, sono interessati da pieghe e sovrascorrimenti disposti in direzione E-W.

Durante il Quaternario, il territorio è stato interessato da fasi glaciali/interglaciali che hanno contribuito all'obliterazione del substrato roccioso depositando evidenti spessori di materiali, perlopiù trasportati, evidenziati oltretutto da massi erratici. L'evoluzione nel periodo tardo-glaciale prosegue dunque con la formazione di piccoli bacini lacustri e il loro progressivo riempimento da parte di terreni fini, costituiti prevalentemente da sabbie, limi e argille.

Infine, l'evoluzione del territorio si conclude nel periodo attuale, con modellamento od opera dell'azione erosiva e di trasporto del reticolo idrografico attuale, in gran parte modificato dall'attività antropica.

L'assetto geologico regionale è illustrato dalla Carta geologica del progetto CARG, Foglio 96-Seregno (estratto del mosaico in Figura 7), in cui nell'area risulta la presenza di un'ampia fascia di depositi Quaternari ascrivibili al Sintema di Cantù (LCN) a sua volta facente parte delle Unità del bacino del Fiume Adda. Si tratta di depositi prodotti durante l'ultima avanzata glaciale (Pleistocene superiore, circa 18000 anni fa) e costituiti da ghiaie e sabbie stratificate, limi di esondazione, diamicton massivi a supporto di matrice o clastico e depositi glaciolacustri di ghiaie, sabbie limose debolmente argillose, a grande variabilità di facies. L'alterazione è assente o scarsa con spessore massimo di 1-1.5 metri e le morfologie si presentano ben conservate.

Nel settore ad Est del territorio comunale l'assetto geologico è invece caratterizzato dalla presenza del substrato roccioso sub-affiorante lungo le pendici del Monte Crocione e San Genesio, antistante gli abitati di Galbiate ed Ello, composto da arenarie torboidiche con alternanze marnose, largamente mascherato dai depositi glaciali nella zona di pianura.

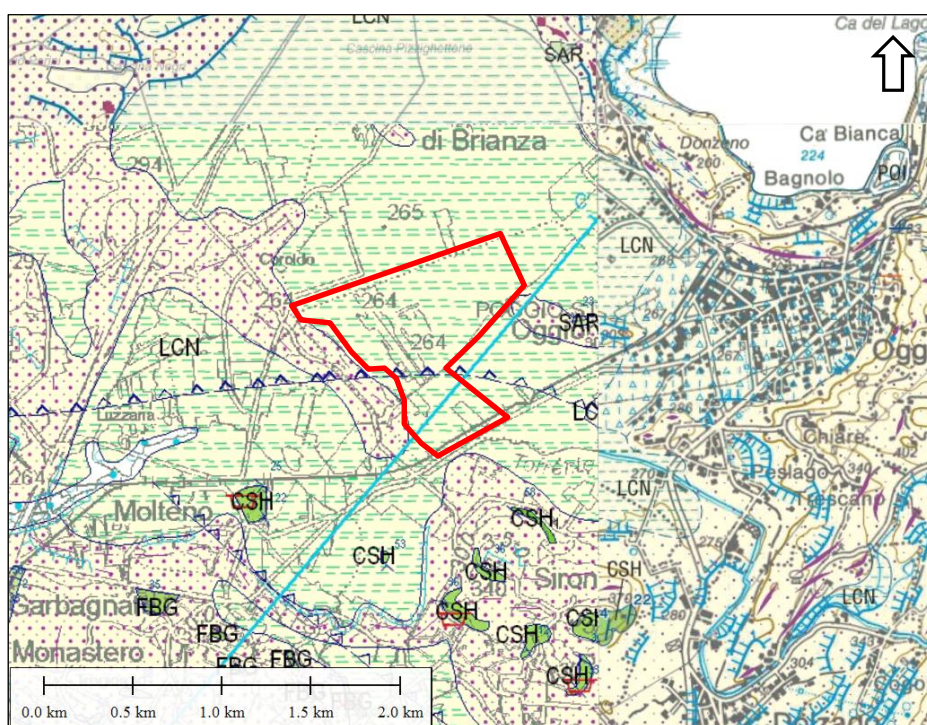


Figura 7: estratto della Carta Geologica d'Italia, CARG, mosaico Fogli 96-Seregno, 97-Vimercate, 75-Como, 76-Lecco, in scala 1:50.000. LCN=sintema di Cantù.

A livello locale, l'area si caratterizza da un bacino lacustre progressivamente riempito da materiali fini poco consolidati passanti in profondità e lateralmente a terreni glaciali e fluvioglaciali; tutti questi termini appartengono al già citato Sintema di Cantù.

Le risultanze del rilievo geologico in sito, unito alla campagna di indagine, hanno reso possibile l'individuazione dei seguenti depositi, descritti dal più giovane al più vecchio:

DEPOSITI RECENTI

- Riporti antropici: materiali costituiti da elementi caotici a caratteristiche granulometriche eterogenee, utilizzati come riempimenti di zone allagabili e lungo il rilevato ferroviario della linea Lecco-Molteno;
- Suoli agricoli: suoli organici (Mollic fluvisols classificazione FAO 1990) a prevalenza componente limosa a consistenza media-bassa con sabbie e ghiaie, interessati da limitato orizzonte superficiale, di colore marrone ad alto contenuto organico. Si estendono lungo tutta la zona agricola, con spessori che raggiungono il 1 metro.

SINTEMA DI CANTU'- Pleistocene superiore/Olocene

- Depositi organici: sabbie fini limose con evidenza di resti vegetali e torbosi, di colore nero, marrone scuro e con clasti largamente alterati; composto organico >50%. Nei sondaggi è stato rinvenuto con spessore fino a 90 centimetri;
- Depositi lacustri: compongono gran parte della piana interessata dall'intervento in oggetto e presentano granulometrie limose di colore grigio chiaro e intercalazioni di livelli sabbioso fini. La loro comparsa avviene a partire da 2 metri di profondità ed i sondaggi realizzati li individuano fino a 15m da p.c., si ritiene tuttavia che possano estendersi fino ad alcune decine di metri di profondità. Presente inoltre un livello metrico al top della sequenza con locali livelli sabbioso-limosi organici <50% e sporadici ciottoli sub-arrotondati.
- Depositi fluvioglaciali: alternanza di sabbie e sabbie fini con ghiaie e ghiaie sabbiose individuate nei sondaggi a partire da 7m da p.c. Compongono con spessori di diverse decine di metri i rilievi di Via dell'Industria a Ovest dell'area. Non si esclude la presenza al loro interno di trovanti.
- Depositi morenici: materiali clastici a granulometria eterogenea con trovanti di natura metamorfica e intrusiva in abbondante matrice limosa-sabbiosa. Si osservano sporadicamente lungo i rilievi topografici limitrofi alla vasca di laminazione. Non sono stati individuati direttamente dai sondaggi.

SUBSTRATO ROCCIOSO

- Arenarie di Sarnico (Cretacico Superiore): arenarie grigie torbiditiche in strati da sottili a molto spessi, alternanza di peliti in orizzonti al massimo centimetrici con stratificazione regolare e ritmica e minori intercalazioni marnose sottili; l'unità affiora limitatamente e in modo discontinuo nel settore NE costituendo l'ossatura del Poggio Stolegarda e dei rilievi di Bosisio. L'unità si approfondisce progressivamente verso N-O (10÷40° di inclinazione) e viene largamente mascherato nel settore in esame dalle spesse coltri dei depositi lacustri e fluvioglaciali sopra descritti.

Ai fini del presente studio, sono state realizzate due tavole per illustrare in pianta e sezioni la distribuzione delle litologie individuate, degli elementi geomorfologici e delle risultanze delle indagini geognostiche.

Nelle figure successive vengono illustrati gli estratti della Carta Geologica in scala 1:2500 e due relative sezioni in scala H 1:2500 / V 1:250.

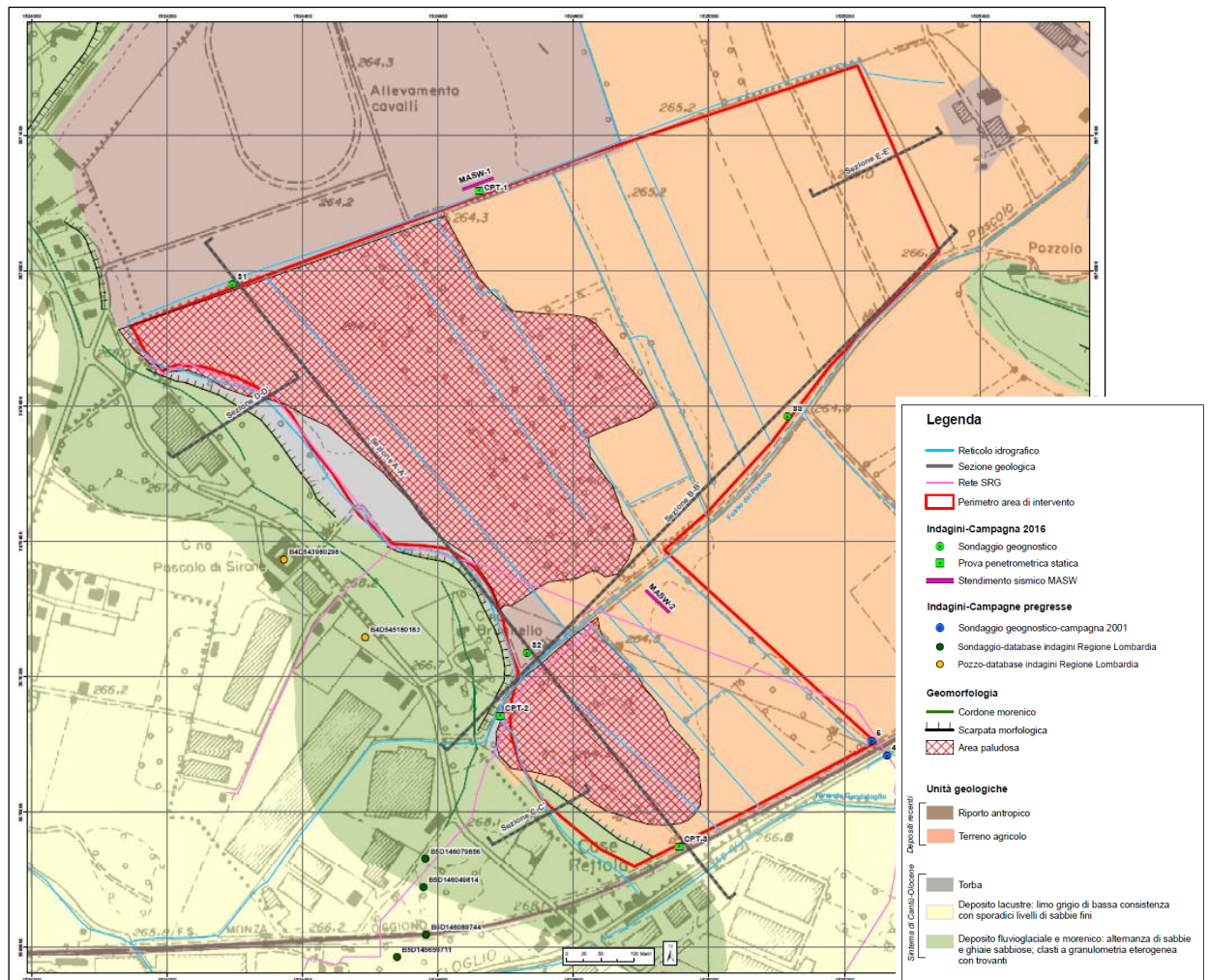


Figura 8: estratto della Carta Geologica in scala 1:2500 allegata al presente studio.

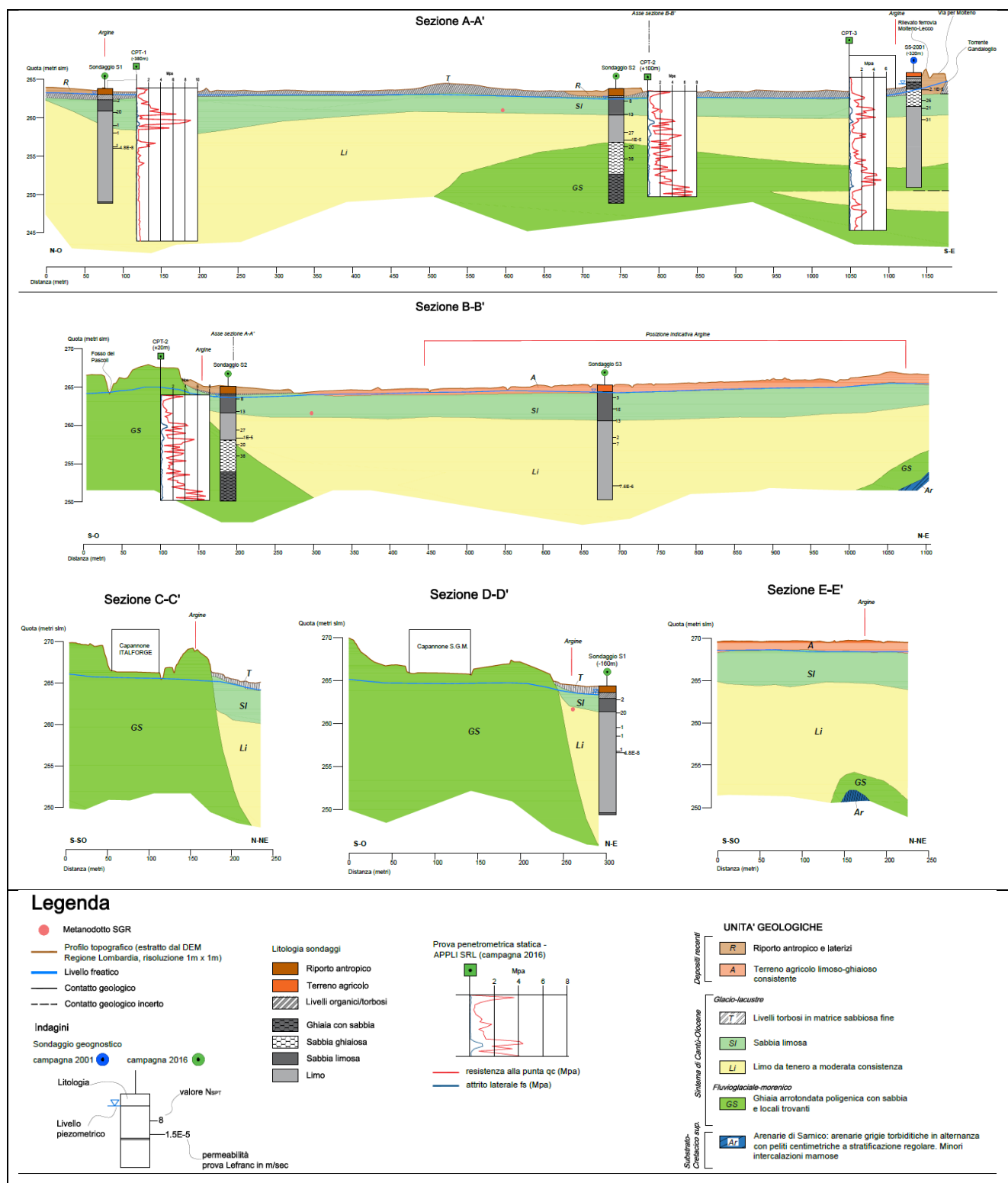


Figura 9: estratto delle sezioni geologiche A-A' e B-B' in scala H 1:2500 / V 1:250 allegato allo studio.

6 ASSETTO IDROGEOLOGICO

Il reticolo idrico del Comune di Oggiono è caratterizzato dalla presenza di così d'acqua sia con regime permanente che temporaneo. Tra i primi si riconoscono il Torrente Gandaloglio e il Fosso del Pascolo dal quale si dirama una fitta rete di solchi realizzati a fini irrigui all'interno della piana agricola (Fosso Redaella, Fosso Altobello, Fosso Rettola).

Il torrente Gandaloglio rappresenta il principale elemento fluviale tra quelli descritti precedentemente e le sue piene sono causa di inondazioni frequenti all'interno dell'area in oggetto. Il suo corso attraversa il territorio comunale lungo il confine nord-orientale, nascendo dal monte Regina, a monte dell'abitato del comune di Ello, per scorrere quindi nella piana tra Oggiono e Sirone costeggiando la Strada Provinciale 49 fino a raggiungere l'abitato di Molteno confluendo poi nel torrente Bevera all'interno di Molteno (400m ad Est del sito). Le sue acque sono alimentate da sorgenti perenni che, secondo quanto espresso nello studio del reticolo idrografico minore, garantiscono una portata minima di 4-5 l/min. In prossimità del sito di studio prosegue in direzione Est con pendenza ridotta (<2%).

Le caratteristiche morfometriche indicate nello Studio di compatibilità idraulica e idrogeologica allegato al PGT di Oggiono indicano una lunghezza dell'asta principale di 6.7 km e, considerando come sezione di chiusura il punto di uscita dal territorio comunale in Via per Molteno, il bacino del torrente copre una superficie pari a circa 9 km². La portata smaltibile indicata è di 12,5m³/sec mentre la portata di piena cinquantennale risulta essere di 22,5m³/sec.

Il confronto tra le portate di piena calcolate su differenti sezioni idrauliche lungo l'asta fluviale, rivela come il deflusso sia largamente impedito a causa dell'inadeguatezza della sezione fluente, come peraltro confermato dalle periodiche esondazioni verificatesi in passato durante periodi di grande piovosità. Al fine di contenere i fenomeni di esondazione è prevista la deviazione dell'asta fluviale poco a S dell'area in esame con la creazione di un nuovo collettore che, sottopassando la linea ferroviaria, possa scaricare nella vasca di laminazione in progetto. A partire da questa, le acque verranno riconvogliate all'asta naturale tramite il Fosso dei Pascoli.

Per quanto riguarda la situazione idrogeologica, sono presenti acquiferi multistrato all'interno dei depositi fluvio-glaciali e morenici, mentre i depositi lacustri a causa della loro bassa permeabilità fungono da acquiclude. La misurazione dei livelli di falda eseguita durante la campagna di indagine attuale e in quella realizzata nel 2001 indicano la presenza nella piana di una falda superficiale con soggiacenza media di 1 metro e nei settori paludosi a piano campagna, con direzione di flusso orientata generalmente verso Ovest con gradiente estremamente basso, circa 0.2%.

Punto di misura	Soggiacenza falda (m)	Quota falda (m slm)
Sondaggio S1 - 2016	0.80	263.30
Sondaggio S2 - 2016	1.42	263.28
Sondaggio S3 - 2016	0.78	264.32
Sondaggio 3 - 2001	1.48	264.42
Sondaggio 4 - 2001	1.45	263.90
Sondaggio 5 - 2001	1.55	263.87

Tabella 1: elenco delle quote della falda ricavate dalle indagini attuali e pregresse.

La falda è alimentata oltre che dalle acque meteoriche di infiltrazione, anche dagli afflussi sotterranei provenienti dai rilievi collinari orientali.

In base ai risultati delle prove di permeabilità, è possibile considerare un valore basso per i limi afferenti all'unità glacio-lacustre (10^{-7} m/sec) mentre per i livelli a granulometria più grossolana e per i terreni morenico-glaciali si stima una permeabilità moderata (10^{-5} m/sec).

I pozzi presenti nell'intorno dell'area che attingono dagli acquiferi impostati nei depositi fluvioglaciali. Non si ritiene che le opere in progetto possano causare interferenze con lo sfruttamento dei pozzi esistenti.

7 FATTIBILITA' GEOLOGICA E VINCOLI

Per quanto concerne la fattibilità geologica, secondo quanto indicato nello Studio Geologico allegato al PGT, il sito in esame ricade nelle seguenti classi:

- *Classe di Fattibilità 3 con consistenti limitazioni*: settori a Nord del Fosso del Pascolo, in cui viene indicata la presenza di aree subsidenti e con caratteristiche geotecniche scadenti.
- *Classe di Fattibilità 4 con gravi limitazioni-sottoclassi 4a, 4b*: appartengono i settori paludosi e di allagamento perenne, i fossi inerenti il reticolo idrico principale e minore e la zona a Sud di Fosso del Pascolo inserita nell'ambito PAI come area di esondazione.

Lo scenario di pericolosità sismica locale, sempre indicato dal PGT, indica che la zona della vasca di laminazione ricade in Classe Z2a e Z4a, rispettivamente soggette ad effetti di cedimenti e di amplificazioni litologiche e geometriche.

L'immagine seguente illustra tali considerazioni.

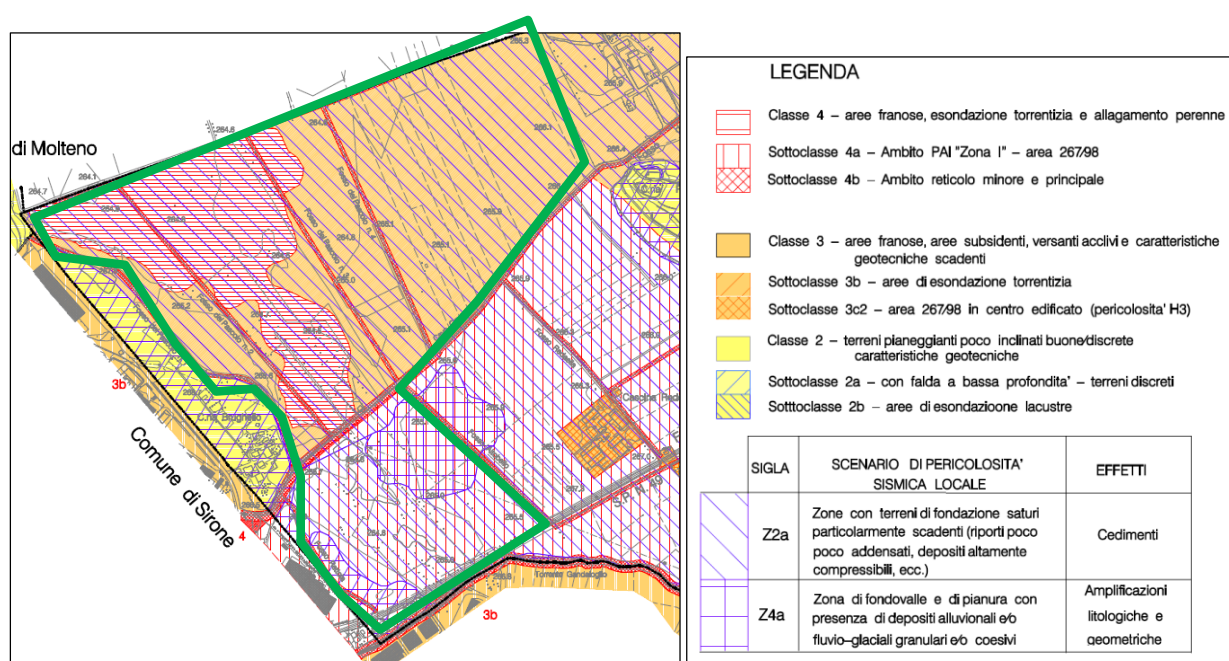


Figura 10: estratto della Carta di Fattibilità delle azioni di piano allegata al PGT di Oggiono. In verde il perimetro della vasca di laminazione.

L'area di esondazione del Torrente Gandaloglio, inserita nell' "Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici" dell'Autorità di Bacino del Fiume Po, è attualmente classificata come Area di esondazione "Zona I-Pericolosità Elevata" (L.267/98) ovvero potenzialmente interessata da inondazioni per eventi di piena con tempi di ritorno inferiore o uguale a 50 anni mentre il settore paludoso adiacente è classificato come "Pericolosità media o moderata-Em".

Essendo l'intervento in oggetto realizzato per la protezione idraulica nei confronti dei fenomeni di piena e di esondazione diffusa sul territorio in esame, si ritiene che esso sia compatibile con i vincoli e le limitazioni esistenti.

8 CONDIZIONI DI RISCHIO SISMICO

Il Decreto della Giunta Regionale della Lombardia dell'11 luglio 2014 n.X-2129, entrato in vigore il 15 Ottobre 2015, ha aggiornato le zone sismiche indicate nella Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20 marzo 2003 e s.m.i.

Il Comune di Oggiono è quindi classificato in Zona 3, ovvero a bassa sismicità (Figura 11). L'accelerazione massima A_g Max prevista è pari a 0,055299g.

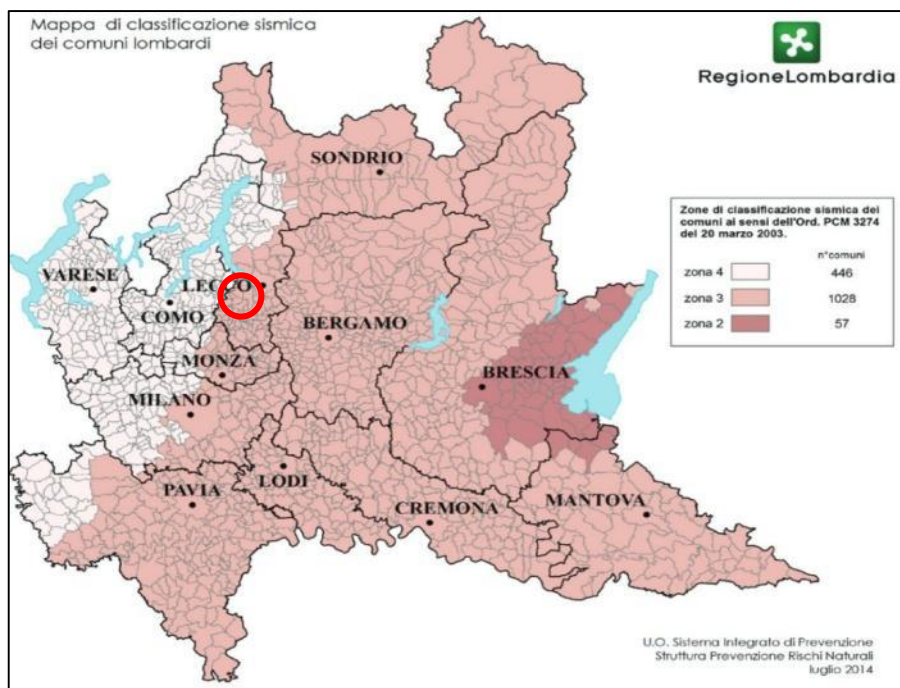


Figura 11: classificazione sismica della Regione Lombardia (D.G.R. 11/07/2014).

Per quanto concerne le categorie di sottosuolo definite nelle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni e riportate in Tabella 2, in base ai risultati delle due indagini MASW eseguite in sito ed alle caratteristiche geotecniche dei terreni presenti, si ritiene che il sottosuolo dell'area in esame ricada cautelativamente nella categoria D: *Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati e terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità.*

I parametri sismici di riferimento per l'amplificazione del terreno di fondazione sono riportati in Figura 12. I valori sono stati definiti considerando che l'area in esame ricade nella categoria di superficie topografica T1: *Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media inferiore a 15°* (Tabella 3), che il parametro della classe di costruzione di riferimento è la classe IV *"Funzioni pubbliche o strategiche importanti"* e che la vita nominale sia pari a 100 anni.

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Tabella 2: Categorie di sottosuolo secondo le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tabella 3: Categorie di superficie topografica secondo le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni.

Via

n°

Comune

Cap

Provincia

Cerca

WGS84 (°)

Latitudine

Longitudine

Cerca

Isole

-- Seleziona --

45.788592, 9.3182140

☒ Visualizza vertici della maglia di appartenenza

Parametri sismici

(1)* Il software converte i dati dal sistema WGS84 al sistema ED50, prima di elaborare i risultati e comunque possibile inserire direttamente le coordinate nel sistema ED50. I punti sulla mappa sono da considerarsi esclusivamente in coordinate WGS84.

(2)* Il file creato con "Salva file" può essere importato automaticamente negli applicativi GeoStru.

(1)* Coordinate WGS84 (°)

Latitudine

45.788592

Longitudine

9.318214

(1)* Coordinate ED50 (°)

Latitudine

45,789517

Longitudine

9,319276

Classe dell'edificio

IV. Funzioni pubbliche o strategiche importanti...

Cu = 2

Vita nominale

100

(Opere provvisorie <= 10, Opere ordinarie >= 50, Grandi opere >= 100)

Media ponderata

Calcola

Stato Limite	Tr [anni]	a _g [g]	Fo	Tc' [s]
Operatività (SLO)	120	0,033	2,595	0,220
Danno (SLD)	201	0,039	2,617	0,248
Salvaguardia vita (SLV)	1898	0,076	2,708	0,307
Prevenzione collasso (SLC)	2475	0,081	2,731	0,312
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	200			

CALCOLO COEFFICIENTI SISMICI

☐ Muri di sostegno
 ☐ Paratie

☒ Stabilità dei pendii e fondazioni

☐ Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m)

1

us (m)

0.1

Categoria sottosuolo

D

Categoria topografica

T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss * Amplificazione stratigrafica	1,80	1,80	1,80	1,80
Cc * Coeff. funz categoria	2,66	2,51	2,25	2,24
St * Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

☐ Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,012	0,014	0,027	0,029
kv	0,006	0,007	0,014	0,015
Amax [m/s²]	0,591	0,692	1,336	1,435
Beta	0,200	0,200	0,200	0,200

Calcola

* I valori di Ss, Cc ed St possono essere variati.

Figura 12: parametri di accelerazione sismica dei terreni di fondazione.

Per quanto concerne la valutazione sul potenziale liquefazione dei terreni, le NTC 2008 nel paragrafo 7.11.3.4 e successiva Circolare esplicativa n. 617/2009 nel paragrafo C7.11.3.4, viene indicato che tali analisi possono essere omesse quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
3. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
4. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
5. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

Per il caso in esame sono contemporaneamente verificati i punti 1 e 2 e pertanto non è richiesta la verifica a liquefazione.

9 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Le caratteristiche geologico-stratigrafiche e geotecniche del sottosuolo sono state definite in base alle risultanze di una campagna di indagini eseguita nel mese di Marzo 2016 e costituita da:

- 3 sondaggi a carotaggio continuo di 15m di profondità ciascuno con:
 - prove SPT ogni 3m,
 - 1 prova di permeabilità tipo lefranc
 - prelievo di 1 campione indisturbato con campionatore Shelby
- 3 prove penetrometriche CTP di lunghezza 20m.
- 2 MASW
- Prove di laboratorio geotecnico sui campioni indisturbati
 - 3 analisi di classificazione (umidità naturale, peso di volume naturale, peso di volume di granuli, granulometria setacci/sedimentazione, limiti di Atterberg)
 - 3 prove di consolidazione edometrica (ASTM D2435)
 - 3 prove di compressione triassiale UU (ASTM D2850)

I risultati delle prove sono inclusi negli Allegati da A ad F della relazione, mentre la loro ubicazione è indicata in Figura 13 e nella Carta Geologica allegata.

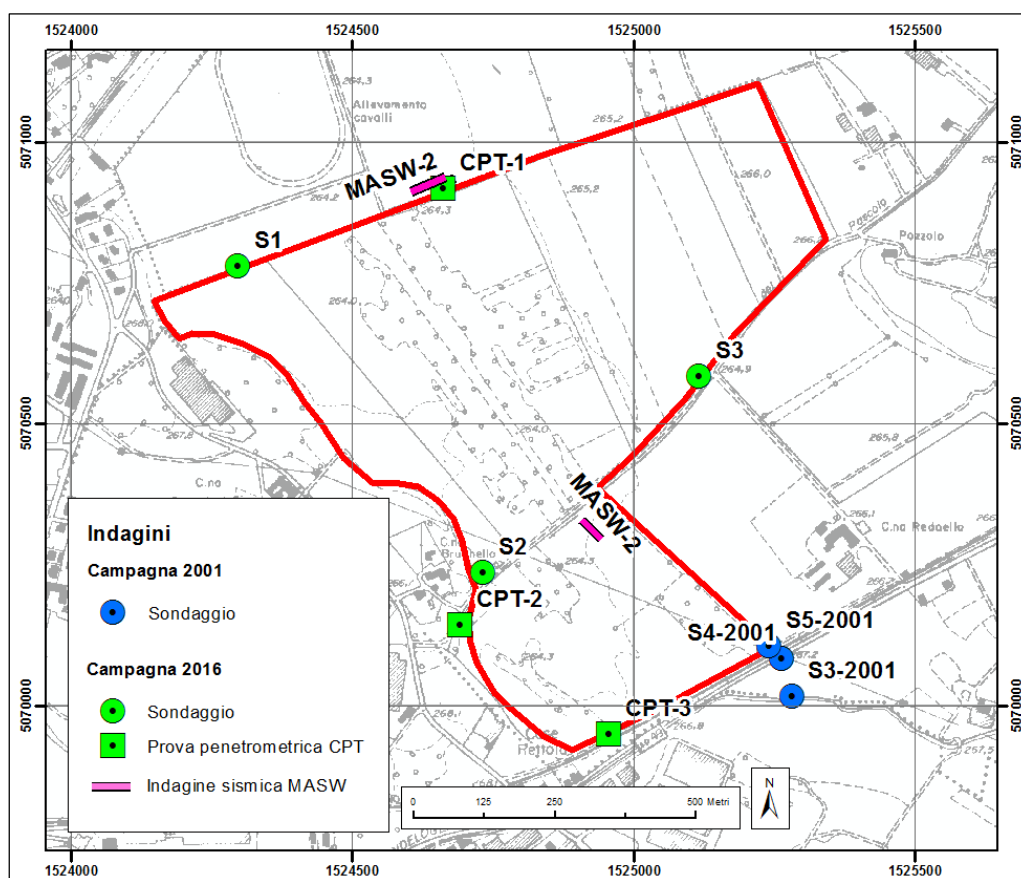


Figura 13: ubicazione delle indagini geognostiche.

Le risultanze delle indagini sono state integrate con i dati della campagna di indagine 2001 eseguita da Cogeo a supporto della progettazione del passaggio del nuovo collettore del Gandaloglio al di sotto della linea ferroviaria Monza – Molteno - Lecco.

9.1 Sondaggi

Un totale di 3 sondaggi verticali a carotaggio continuo sono stati eseguiti nel Marzo 2016 dalla società GeoSer di Pavia fino alla profondità di 15 metri con carotiere semplice di diametro di 101 mm. In Tabella 4 vengono illustrate le caratteristiche di ciascuno e il totale delle prove in foro realizzate. Vengono inoltre inseriti i dati relativi ai 3 sondaggi realizzati da Congeo nel 2001. Si noti come in quelli recenti siano stati prelevati due campioni di terreno indisturbati tramite campionatore Shelby, da sottoporre ad analisi di laboratorio mentre nei precedenti sono stati prelevati unicamente campioni disturbati.

CODICE	DATA	EST	NORD	QUOTA (m slm)	PROF. (m)	SOGG. FALDA (m)	n. SPT	n. CAMPIONI	n. LEFRANC
S1	16/03/2016	1524296	5070779	264.1	15.0	0.80	5	1 indisturbato	1
S2	14/03/2016	1524730	5070234	264.7	15.0	1.42	5	1 indisturbato	1
S3	15/03/2016	1525115	5070584	265.1	15.0	0.78	5	1 indisturbato	1
S3-2001	24/08/2001	1525281	5070014	265.9	15.0	265.9	2	2 disturbati	1
S4-2001	27/08/2001	1525264	5070082	265.4	15.0	265.4	3	2 disturbati	-
S5-2001	28/08/2001	1525241	5070104	265.4	15.0	265.4	3	3 disturbati	1

Tabella 4: sondaggi geognostici disponibili con le quantità di prove in foro eseguite.

Le carote recuperate mostrano, dall'altro verso il basso, la presenza di un primo strato di riporto/terreno agricolo con spessore massimo di 1 metro costituito da sabbie limose con ghiaia e laterizi, seguiti da uno strato di torba con contenuto organico di colore nero, in matrice sabbiosa fine, che si spinge nel settore paludoso e ne La Poncia fino a 3 metri di profondità. La successione comprende poi livelli sabbiosi medio-fini di colore grigio con grado di addensamento basso, localmente limosi, di spessore massimo di 5 metri seguiti da limo grigio con consistenza da media a bassa fino a fondo foro. Talvolta si rinvencono sabbie ghiaiose e ghiaie con sabbia grigia da 9 metri di profondità, con grado di addensamento variabile tra basso e medio. La falda si rinviene a partire da 0.8-1m da piano campagna. I log stratigrafici completi di tutte le informazioni correlate sono disponibili all'interno dell'Allegato A.

Sulle carote estratte sono state realizzate in situ, previa scarificazione della parte superficiale, misure di resistenza al taglio non drenata Cu e di resistenza a compressione UCS tramite Vane Shear e Pocket Penetrometer. Di seguito vengono riportati i risultati. Si deve comunque tener presente che tali prove sono state eseguite su campioni rimaneggiati e pertanto devono considerarsi come riferimento di massima per la caratterizzazione geotecnica.

	PROFONDITA'	UCS Pocket Penetrometer	PROFONDITA'	Vane shear Cu Picco	Vane shear Cu residuo
	(m)	(kPa)	(m)	(kPa)	(kPa)
S1	6	<25	1.65	11.76	3.92
	6.2	<25	6.1	5.88	1.96
	6.4	<25	6.5	14.70	3.92
	6.6	<25	7	11.76	5.88
	7	<25	7.5	31.36	9.80
	7.5	125	8.25	3.92	1.96
	-	-	10.15	7.84	4.90
S2	1.5	50	4.1	80.36	23.52
	3.65	225	4.6	70.56	19.60
	3.9	275	5	121.52	19.06
	4.2	550	-	-	-
	4.5	500	-	-	-
	4.8	300	-	-	-
	5	400	-	-	-
S3	5.2	25	5.05	9.8	<1.00
	5.4	12.5	5.5	11.76	1.96
	5.6	50	5.8	17.64	3.92
	5.7	25	10.25	13.72	4.90
	5.8	25	10.9	13.72	3.92
	5.9	10	11.4	19.60	2.94
	8.8	150	12.3	13.72	2.94
	8.9	225	13	5.88	1.96
	9.2	25	13.4	13.72	2.94
	9.3	150	-	-	-
	9.7	100	-	-	-
	10.15	75	-	-	-
	10.4	50	-	-	-
	11.3	<25	-	-	-
	11.8	<25	-	-	-
	12.2	25	-	-	-
	12.5	25	-	-	-
	13	25	-	-	-

Tabella 5: risultati delle misure effettuate con il Pocket Penetrometer e il Vane Test. I valori con simbolo < si riferiscono a prove al di sotto del limite minimo di rilevabilità dello strumento.

9.2 SPT

La prova penetrometrica standard (SPT) è una prova empirica standardizzata nelle norme ASTM D 1586 che viene effettuata a fondo foro durante l'esecuzione del sondaggio. La prova consiste nel contare in numero di colpi necessari al campionatore standard per l'infissione di 45 cm tramite battuta di un maglio di 63.5 kg in caduta libera da un'altezza di 76 cm. La somma dei valori necessari all'infissione da 15 cm a 45 cm viene di norma considerata per il valore di N_{SPT} . I primi 15cm vengono scartati in seguito al disturbo a fondo foro.

Un totale di 15 prove penetrometriche dinamiche SPT sono state eseguite all'interno dei fori dei nuovi sondaggi, 5 per ciascuno, a cui vengono aggiunte le 8 prove de realizzate nei sondaggi del 2001. Le profondità sono comprese tra 1.5 e 9.5 metri.

Le schede di prova sono raccolte in Allegato B mentre in tabella seguente vengono riassunte in toto. Si segnala che nei sondaggi S1 e S3, all'interno di alcuni livelli torbosi e limosi poco consistenti, l'utensile discendeva per il solo peso delle aste senza alcuna battuta del maglio: a queste prove è stato associato il valore di 1 colpo ogni 15 cm.

Nel grafico seguente viene illustrato l'andamento dei valori $N_{SPT}/30\text{cm}$ medi per ciascun sondaggio.

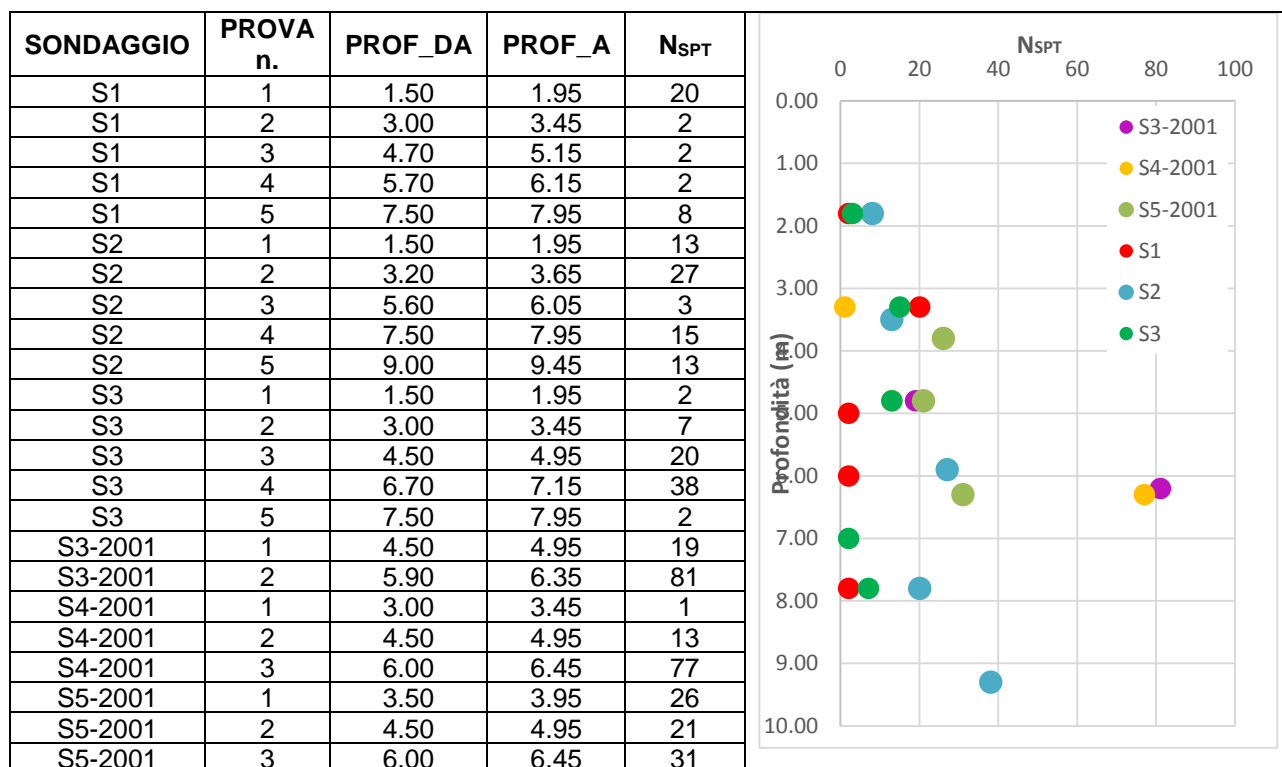


Tabella 6: elenco delle prove SPT e andamento dei valori di N_{SPT} di ciascun sondaggio con la profondità.

9.3 Lefranc

La prova Lefranc consente di determinare la permeabilità di terreni durante l'avanzamento della perforazione. La prova si esegue misurando gli assorbimenti di acqua da una tasca appositamente creata nel terreno a fondo foro.

La procedura adottata nelle 3 prove effettuate è a Carico Variabile, in cui, previa saturazione della tasca di prova per qualche minuto, sono stati misurati gli abbassamenti del livello di acqua nel rivestimento per una durata di 30 minuti.

I risultati, indicati in Tabella 7, indicano valori di permeabilità bassa per i terreni fini dell'unità lacustre e moderata per quanto concerne i suoli grossolani di origine fluvioglaciale.

Le schede di prova complete della campagna di Marzo 2016 sono raccolte in Allegato C.

I risultati vengono illustrati per tipo di deposito:

- Depositi glacio-lacustri: per i termini ghiaioso-sabbiosi debolmente limosi il valore di permeabilità media è pari a $2 \cdot 10^{-5}$ m/sec mentre per il limo è di $8 \cdot 10^{-6}$ (con minimo di $5 \cdot 10^{-8}$);
- Depositi fluvioglaciali: l'unico valore misurato equivale a $1.1 \cdot 10^{-5}$ m/sec in sabbia fine ghiaiosa.

Sondaggio	Tipologia	Deposito	Profondità (m)	Lunghezza tasca (m)	Livello statico (m)	K (m/s)
S1	Carico variabile	Limo debolmente argilloso	7.0-7.5	0.50	0.80	4.8E-08
S2	Carico variabile	Sabbia fine ghiaiosa	6.75-7.15	0.50	0.95	1.1E-05
S3	Carico variabile	Limo	12.9-13.40	0.50	0.78	7.6E-06
S3-2001	Carico variabile	Ghiaia sabbioso-limosa	2.50-3.00	0.50	1.48	1.8E-05
S5-2001	Carico variabile	Ghiaia sabbioso-limosa	2.00-2.50	0.50	1.55	2.1E-05

Tabella 7: risultati delle prove di permeabilità Lefranc.

9.4 Prove di laboratorio

Dai sondaggi recenti sono stati prelevati un totale di n.3 campioni indisturbati mediante campionatore Shelby, sottoposti successivamente alle prove del laboratorio Servizi Geotecnici Liguri SGL di Vado Ligure. In aggiunta, in fase di caratterizzazione, sono stati considerati anche i campioni disturbati prelevati dai sondaggi pregressi.

Codice campione	Sondaggio	Profondità prelievo (m)	Descrizione litologica	Tipologia campione
S1-1	S1	5.00-5.70	Limo con sabbia fine argillosa	Indisturbato
S2-1	S2	5.10-5.60	Limo con argilla	Indisturbato
S3-1	S3	6.00-6.70	Sabbia con limo argillosa	Indisturbato
S3-2001-1	3	3.80-4.40	Sabbia ghiaiosa limosa	Disturbato
S3-2001-2	3	5.50-6.00	Sabbia con limo e argilla	Disturbato
S4-2001-1	4	4.50-5.0	Sabbia debolmente limosa deb. ghiaiosa	Disturbato
S4-2001-2	4	5.70-6.00	Limo con argilla debolmente sabbioso	Disturbato
S5-2001-1	5	3.50-4.00	Sabbia limosa debolmente ghiaiosa	Disturbato
S5-2001-2	5	5.00-5.50	Limo ed argilla con sabbia	Disturbato
S5-2001-3	5	11.60-12.00	Limo con argilla	Disturbato

Tabella 8: elenco dei campioni prelevati dai sondaggi.

I paragrafi seguenti descrivono in dettaglio le tipologie di prova e i risultati ottenuti, mentre i certificati dei test recenti sono raccolti in Allegato D. Dovuto alla presenza di materiale sabbioso in fase di campionamento, esiste un leggero rimaneggiamento.

9.4.1 Analisi granulometrica

Gli standard utilizzati per la classificazione granulometrica corrispondono a ASTM D421-07/D422-07. I risultati delle analisi realizzate nella campagna del 2001 (7 prove) e del 2016 (3 prove) vengono riassunti in Tabella 9. I campioni, appartenenti alla litozona glacio-lacustre, presentano una preponderante presenza riferita sia a limi che a sabbie. La componente argillosa si presenta per circa il 27% mentre la percentuale ghiaiosa è limitata al 4% (massimo 16%).

Codice campione	GRANULOMETRIA			
	Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)
S1-1	0	28.4	53.9	17.8
S2-1	2.96	2.4	56.0	38.6
S3-1	0	48.3	34.0	17.7
S3-2001-1	15.9	71.1	13.0	
S3-2001-2	0	51.9	48.2	
S4-2001-1	6.9	85.6	7.6	
S4-2001-2	0	11.2	57.4	31.4
S5-2001-1	12	70.0	18.0	
S5-2001-2	0	29.2	70.8	
S5-2001-3	0	0.4	65.5	31.1

Tabella 9: risultati delle analisi granulometriche.

9.4.2 Peso di volume

I risultati inerenti le analisi del peso di volume vengono indicati nella tabella seguente. I valori illustrano una media di peso di volume naturale di 19.6 kN/m³ con peso specifico dei grani medio di 2.77 Mg/m³.

Codice campione	Peso di volume naturale γ_n (kN/m ³)	Peso specifico dei grani G_s (kN/m ³)
S1-1	19.27	2.75
S2-1	19.66	2.82
S3-1	19.84	2.74

Tabella 10: risultati analisi del peso di volume.

9.4.3 Umidità naturale

L'umidità naturale rappresenta il rapporto tra il peso di acqua contenuta nel terreno e il peso stesso del terreno secco. I risultati, illustrati nella tabella seguente, mostrano una certa uguaglianza tra loro, con intervallo compreso tra 20 e 24% e valore medio di 22.6%.

Codice campione	Umidità naturale (%)
S1-1	24.26
S2-1	23.48
S3-1	20.14

Tabella 11: risultati dell'analisi di umidità naturale.

9.4.4 Limiti di Atterberg

I limiti di Atterberg consentono di valutare le caratteristiche di consistenza delle terre coesive e la suscettività alle variazioni di contenuto d'acqua. Si dispone qui dei risultati delle due campagne i quali indicano valori medi di Limite Liquido di 33%, 21% di limite plastico. Per quanto riguarda l'indice di plasticità i valori indicano una media di 18.0% (terreno plastico). Si segnala che per il campione S1-1 e S3-1 non è stato possibile misurare il limite plastico. In base alla classificazione USCS i campioni sono compresi nelle classi ML e CL descritte come limi e argille a bassa plasticità.

Campione	Descrizione litologica	Limite liquido LL (%)	Limite plastico LP (%)	Indice di plasticità IP=LL-LP (%)
S1-1	Limo con sabbia fine argillosa	20.6	N.P.	N.P.
S2-1	Limo con argilla	41.3	22.2	19.1
S3-1	Sabbia con limo argillosa	20.5	N.P.	N.P.
S4-2001-2	Limo con argilla debolmente sabbioso	39	21	18
S5-2001-2	Limo ed argilla con sabbia	36	20	16
S5-2001-3	Limo con argilla	40	21	19

Tabella 12: limiti di Atterberg.

9.4.5 Prova edometrica

Le prove edometriche (standard ASTM D2435-96) sono state condotte per verificare l'entità dei cedimenti per consolidazione che potrebbero verificarsi a seguito del sovraccarico prodotto dal rilevato. I risultati indicano condizioni di normal consolidazione dei campioni e capacità di consolidamento relativamente contenute. La tabella seguente riporta i valori del modulo edometrico e del parametro C_v riferiti al gradino di carico da 50 a 100 kPa, che è quello più rappresentativo per la variazione di pressione indotta dall'argine.

Campione	Modulo edometrico a 100 kPa	C_v cm ² /sec
S1-1	4.35 Mpa	0.00076
S2-1	8.47 Mpa	0.01471
S3-1	11.36 Mpa	0.00106

Tabella 13: risultati delle prove edometriche.

9.4.6 Prova triassiale UU

Le prove triassiali sono state realizzate in condizioni non drenate-non consolidate (UU, standard ASTM D2850) con pressioni di confinamento laterale pari a 50, 100 e 150 KPa. Il parametro ricavato dal test è rappresentato dalla resistenza al taglio non drenata C_u ottenuta dalla media tra gli stress minimi e massimo applicati $(\sigma_1 - \sigma_3)/2$.

Nella tabella seguente vengono illustrati i risultati ottenuti.

Campione	Compressione triassiale UU
	C_u (kPa)
S1-1	85.9
S2-1	108.7
S3-1	123.0

Tabella 14: risultati delle prove triassiali non consolidate-non drenate (UU).

9.5 CPT

Un totale di 3 prove CPT sono state eseguite il giorno 22/03/2016 dalla società Appli srl di Seriate (BG) per mezzo di un Penetrometro Pagani TG63-200 secondo lo standard ISSMGE.

Una batteria di aste di lunghezza unitaria pari a 1m e munite di punta conica terminale, di dimensione standard (area pari a 10,00 cm²), viene infissa nel terreno per mezzo della azione di un dispositivo di spinta con velocità di penetrazione di 20±5mm/s. Tale spinta, generalmente, viene realizzata per mezzo di uno o due pistoni idraulici alimentati da un'apposita unità di compressione e regolazione dell'olio idraulico. Durante la prova si misura la resistenza incontrata durante l'avanzamento della punta e la resistenza d'attrito laterale lungo il manicotto nella sua prossimità. Da questi valori è possibile valutare le caratteristiche meccaniche del terreno.

Le caratteristiche delle prove sono riassunte in Tabella 15 mentre i certificati di prova sono elencati in Allegato E.

Prova	Est	Nord	Quota (m slm)	Profondità (m)
CPT-1	1524659	5070907	264.5	20.00
CPT-2	1524691	5070141	264.0	13.80
CPT-3	1524955	5069948	264.6	20.00

Tabella 15: riassunto delle prove CPT realizzate da Appli srl.

I risultati, diagrammati in Figura 14, indicano andamenti della resistenza alla punta della prova CPT-1 coerenti con l'assetto stratigrafico locale (sondaggio S1), ossia valori di qc fino a 8 Mpa a 5 metri di profondità; dai 6 metri l'andamento è costante sui 0,5 Mpa, indicando resistenze molto basse associate a terreni limosi. La qc nelle prove CPT-2 e CPT-3 si presenta molto variabile con la profondità, tra un minimo di 0.5 e un massimo 7 Mpa; la variabilità è possibilmente associata ad alternanze di termini fini con strati più grossolani. Tra i 14,50m e 16,50m le resistenze della CPT-3 individuano un livello limoso.

L'andamento della resistenza laterale presenta valore massimo di 1 Mpa a 4m di profondità nella prova CPT-2 e minimi associati alla prova CPT-1 con fs costante sul valore medio di 0.03 Mpa fino al fondo. Viene marcata una lente grossolana tra 12 e 14 metri dalle CPT-2 e CPT-3.

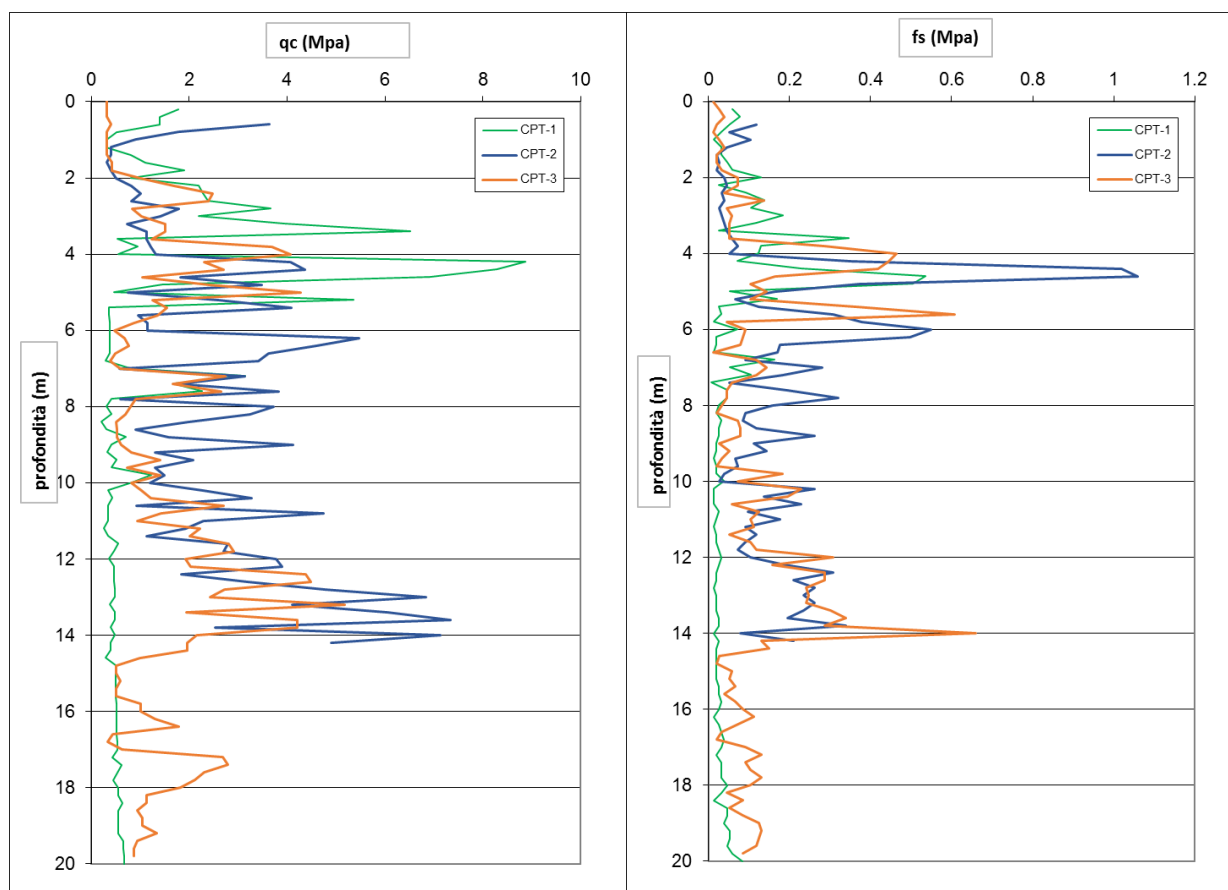


Figura 14: diagrammi di resistenza alla punta (sinistra) e di attrito laterale (destra) delle prove CPT.

9.6 Indagine MASW

L'indagine geofisica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) viene utilizzata per determinare il profilo di velocità delle onde di taglio V_s nei 30 metri di terreno. Sulla base del profilo di velocità è possibile ricavare una velocità media equivalente V_{s30} rappresentativa del sito in esame, che consente di classificare tale sito come suolo di tipo A, B, C, D, E, S1, S2 secondo la normativa sismica italiana O.P.C.M. n.3274/2003 e le NTC.

L'acquisizione dei dati avviene utilizzando un allineamento di 24 sensori (geofoni) collegati tramite cavi sismici al sismografo, collegato a suo volta ad una batteria.

I 24 geofoni vengono infissi a un passo di due metri, partendo dal punto 0 in cui viene infisso il primo geofono, in posizione verticale e solidamente collegati col terreno; il sismografo viene posto al centro dello stendimento.

L'ubicazione delle energizzazioni è standard: per una stesa di 24 geofoni vengono energizzati i punti a -10 a +56 in cui viene posizionata una piastra di alluminio che, al momento opportuno, viene battuta con una mazza da 5 kg. L'energizzazione avviene nel momento di minor rumore ambientale possibile; vengono effettuate 7 battute su ciascuno dei due punti di energizzazione.

Al momento della battuta il sismografo visualizza l'onda rifratta registrandola in un file.

Due stendimenti sismici sono stati eseguiti il giorno 16 Marzo 2016 dalla società Appli srl di Seriate (BG): la linea MASW-1 è stata ubicata all'interno del maneggio La Poncia lungo il suo confine meridionale, mentre la MASW-2 è stata ubicata in vicinanza al Fosso del Pascolo, al centro dell'area agricola.



Figura 15: localizzazione degli stendimenti sismici MASW-1 a sinistra e MASW-2 a destra.

Il processing dei dati indica valori di V_{s30} rispettivamente pari a 279 e 319 m/sec. Tali valori sono stati considerati in fase di classificazione sismica descritta nel Capitolo 8.

In Allegato F vengono riportati i risultati della prova con riportati i grafici relativi a:

- Spettro di velocità e curva di dispersione del terreno
- Modello del sottosuolo
- Profilo delle onde V_s e V_p con la profondità
- Grafico di dispersione onde di Raylight

9.7 Pozzi e sondaggi banca dati Lombardia

Al fine di ricostruire l'assetto geologico all'intorno dell'area in esame, sono state considerate anche le stratigrafie dei pozzi ad uso idropotabile e dei sondaggi presenti nei territori di Oggiono, Sirone e Annone Brianza, consultabili on-line nella banca dati geologica del sottosuolo della Regione Lombardia (<http://www.cartografia.regione.lombardia.it>).

Le stratigrafie indicano l'alternanza di terreni di natura fine (limi e argille) fino a circa 30-35 metri di profondità, intercalati con livelli più grossolani di ghiaie e sabbie a volte in matrice limosa. In molti casi sono presenti terreni di coltura nei primi metri ed eventuali riporti antropici. Il substrato roccioso è stato rinvenuto a partire dai 15-20 metri di profondità nella zona Nord-Est, mentre procedendo verso Ovest lo spessore quaternario supera talvolta i 70 metri.

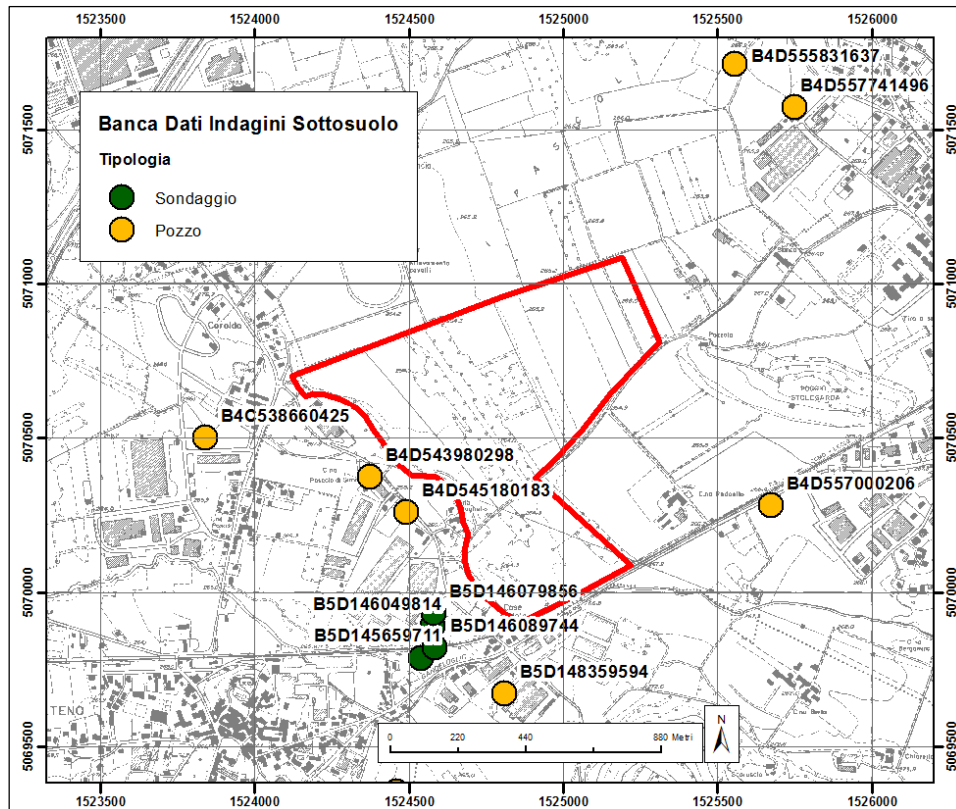


Figura 16: ubicazione dei pozzi e sondaggi disponibili nella Banca Dati Indagini nel Sottosuolo-Regione Lombardia.

10 ANALISI GEOTECNICA

Nel presente capitolo viene definita la caratterizzazione geotecnica del sito di studio, che consiste nella parametrizzazione delle proprietà fisico meccaniche dei terreni di fondazione degli argini e nel calcolo della relativa della capacità portante con la stima dei cedimenti attesi. Non essendo disponibili allo stato attuale del progetto le caratteristiche degli argini e le relative Azioni di Progetto richiesti dalla Nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni per la verifica delle fondazioni, i calcoli di capacità portante di seguito illustrati sono stati effettuati ai sensi del D.M. 11 marzo 1988. La verifica della capacità portante ai sensi delle NTC rimane in capo al progettista strutturale che dovrà comunque fare riferimento al modello geotecnico di seguito illustrato.

10.1 Parametri geotecnici

Le informazioni ottenute dal rilievo in sito e i risultati della campagna geognostica hanno consentito di definire 5 differenti unità geotecniche, costituite da strati suborizzontali variamente intercalati tra loro:

- Unità UG0 (torba, terreni superficiali e di riporto - T, A, R): da piano campagna a 0.80 metri di profondità, comprende materiali eterogenei tra cui riporti antropici con laterizi e calcinacci, livelli torbosi decimetrici teneri, suolo superficiale organico/agricolo; grado di addensamento medio-basso; insaturo.
- Unità UG1 (Depositi lacustri - SI): costituita da sabbie medio-fini limose grigie con spessori variabili tra 2 e 5 metri; grado di addensamento medio; satura.
- Unità UG2a (Depositi lacustri - Li): costituita da limi, limi sabbiosi e limi debolmente sabbiosi di colore grigio con spessori anche superiori a 15 metri; grado di consistenza molto basso; satura.
- Unità UG2b (Depositi lacustri - Li): costituita da limi, limi sabbiosi di colore grigio con locali livelli decimetrici di sabbia medio-fine avente anche superiori a 15 metri; grado di consistenza medio; satura.
- Unità UG3 (Depositi fluvioglaciali - GS): costituita da sabbie ghiaiose e ghiaie con sabbia arrotondate, con locali intercalazioni di matrice debolmente limosa. Si incontra a partire da profondità minime di 2 metri e con spessori fino ad alcune decine di metri. Grado di addensamento medio; satura.

I parametri geotecnici associati a ciascuna unità sono stati ricavati dalle prove di laboratorio e dai risultati delle indagini in sito. Di seguito viene descritto il procedimento di analisi.

I parametri fisici delle unità sono stati ricavati a partire dalle prove di laboratorio (UG1, UG2a e UG2b).

Unità geotecnica	Sondaggio/ Campione	Peso di volume naturale	Peso specifico dei grani	Contenuto di umidità	LL	LP	IP
	#	KN/m^3	Mg/m^3	%	%	%	%
UG1	S3-C1	19.84	2.74	20.14	20.5	-	-
UG2a	S1-C1	19.27	2.75	24.26	20.6	-	-
UG2b	S2-C1	19.66	2.82	23.48	39	21	18

Tabella 16: risultati medi delle prove di laboratorio per le unità geotecniche analizzate.

Le caratteristiche di resistenza e deformabilità delle unità sono state dedotte in base a correlazioni di letteratura con le prove SPT e penetrometriche.

Il valore medio di N_{SPT} definito dalla statistica dei dati relativi a ciascuna UG (Tabella 17) è stato utilizzato per ricavare il valore di densità relativa D_r e dell'angolo di attrito efficace ϕ' (Tabella 19) tramite correlazioni di proposte in letteratura (Skempton 1986, Yoshida 1988, Schmertmann 1977 e Peck 1974). Il valore di coesione efficace c' è stato sempre considerato pari a 0 per tutte le unità.

Unità geotecnica	N_{SPT}					
	N. prove	Profondità media (m)	Minimo	Media	Massimo	Dev. St.
UG0	1	1.8	-	2	-	-
UG1	11	4.0	1	15	31	9
UG2a	5	6.7	2	3	7	2
UG2b	3	5.7	21	24	27	4
UG3	2	8.6	20	29	38	13

Tabella 17: risultati statistici dei valori di N_{spt} ottenuti dalle prove penetrometriche dinamiche SPT per unità geotecnica.

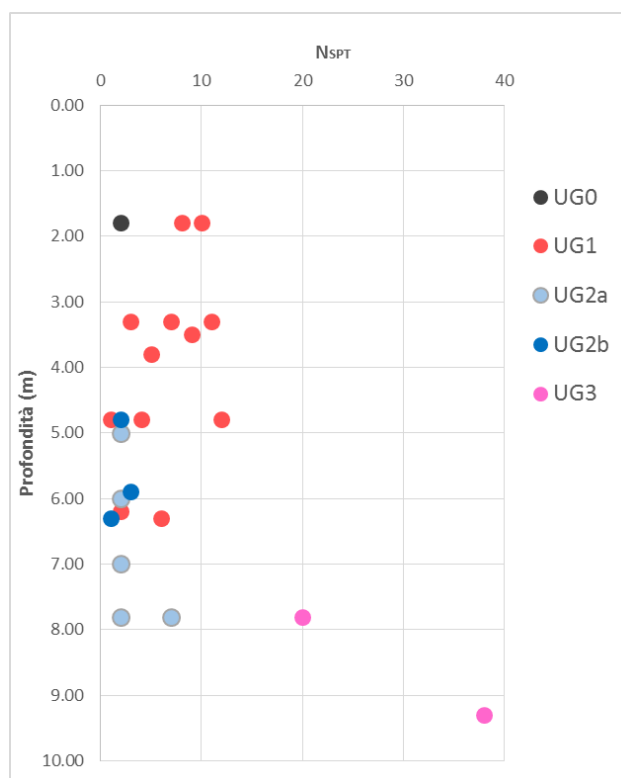


Figura 17: valori medi di N_{spt} inerenti le unità geotecniche proposte.

Le prove CPT sono state utilizzate per determinare il valore di resistenza al taglio non drenata C_u dei terreni coesivi secondo la formulazione di Searle (1979) a partire dalla statistica dei valori di resistenza alla punta e di attrito laterale (Tabella 18). La tabella seguente illustra tale processo.

Unità geotecnica	Qc (MPa)						fs (MPa)			
	N. intervalli	Profondità media (m)	Min.	Media	Max.	Dev. St.	Min.	Media	Max.	Dev. St.
UG0	29	1.1	0.31	0.81	3.64	0.74	0.01	0.04	0.13	0.03
UG1	35	3.7	0.36	2.65	8.88	2.22	0.03	0.16	0.54	0.15
UG2a	73	12.8	0.21	0.55	3.13	0.42	0.01	0.30	3.13	0.35
UG2b	41	10.5	0.39	1.00	2.70	0.60	0.01	0.70	6.20	0.84
UG3	91	10.7	0.33	2.50	7.33	1.60	0.02	1.55	10.80	1.71

Tabella 18: risultati statistici dei valori di Qc e fs ottenuti dalle prove penetrometriche statiche CPT.

I moduli di deformazione elastica E_y sono stati calcolati in base alla correlazione proposta da Janbu (1967) per le prove SPT, mentre i moduli edometrici E_d sono stati definiti a partire dai risultati delle prove di consolidazione eseguite in laboratorio.

I parametri geotecnici di riferimento ricavati per ciascuna unità vengono riportati nella tabella seguente.

Unità geotecnica	Peso di volume naturale	Peso di volume saturo	Contenuto d'acqua	Densità relativa	Coesione efficace	Angolo d'attrito efficace	Coesione non drenata	Modulo elastico	Modulo edometrico
	γ_n (kN/mc)	γ_{sat} (kN/mc)	(%)	D_r (%)	c' (kPa)	Φ' (°)	c_u (kPa)	E_y (MPa)	E_d (MPa)
UG0	18.5	19.5	5	18	0	30	27	9	-
UG1	19.8	19.8	20.14	50	0	32	105	25	11.36
UG2a	19.2	19.2	24.26	-	0	28	20	10	4.35
UG2b	19.6	19.6	23.48	-	0	32	65	20	8.47
UG3	19.5	19.5	10	60	0	34	-	50	20

Tabella 19: parametri geotecnici di riferimento.

10.2 Sezioni geotecniche di riferimento

La complessità e variabilità delle relazioni tra le diverse UG nell'area in esame ha reso necessario considerare diversi modelli geotecnici di riferimento per le fondazioni dell'argine di contenimento della vasca di laminazione.

Sono state distinte 4 sezioni geotecniche (Figura 18), la cui distribuzione planimetrica approssimativa viene indicata in Figura 19:

- Sezione A: costituita da uno strato di 1m di UG0, 3m di UG1 e 20m di UG2a;
- Sezione B: costituita da uno strato di 1m di UG0, 3m di UG1 e 20m di UG2b;
- Sezione C: costituita da uno strato di 1m di UG0, 2m di UG1 e 20m di UG3;
- Sezione D: costituita da condizioni variabili tra quelle sopra indicate.

In ciascuna sezione viene rappresentato un argine ipotetico di larghezza 14m, altezza da p.c di 2.5m, inclinazione dei paramenti di 30° fondato direttamente sulla unità UG1 e UG2b. Il livello della falda è considerato alla profondità di 1 metro nelle condizioni A, C e D e pari a 0,5 metri nella condizione B.

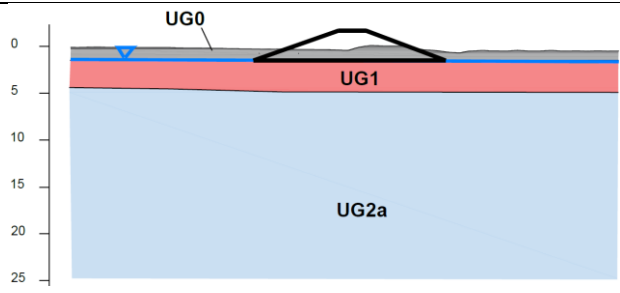
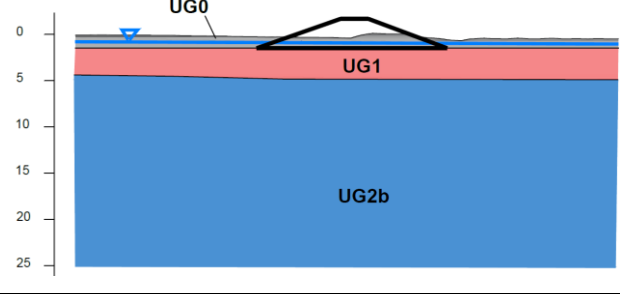
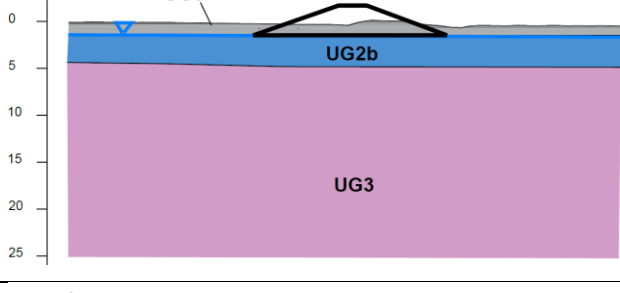
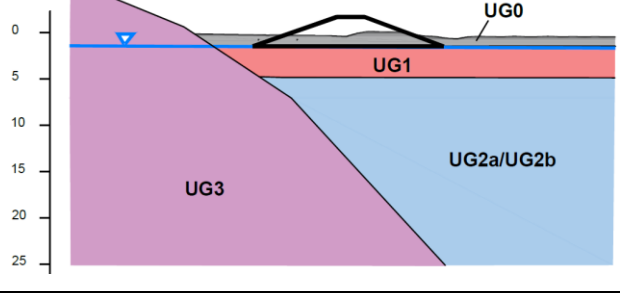
Sezione geotecnica tipo	Modello geotecnico di riferimento	Capacità portante ammissibile	Cedimenti elastici + consolidazione
A		65 KPa	6.6+8.1 cm
B		138 KPa	3.7+5.1 cm
C		151 KPa	1.8+2.8 cm
D		<i>Varibile tra i casi A, B e C in base alla posizione dell'argine</i>	

Figura 18: modelli geotecnici di riferimento e valutazione della capacità portante e cedimenti attesi inerenti ai tre settori tipo individuati nell'area di laminazione. In nero si rappresenta l'argine tipo (L 14m x H da p.c. 2,5m).

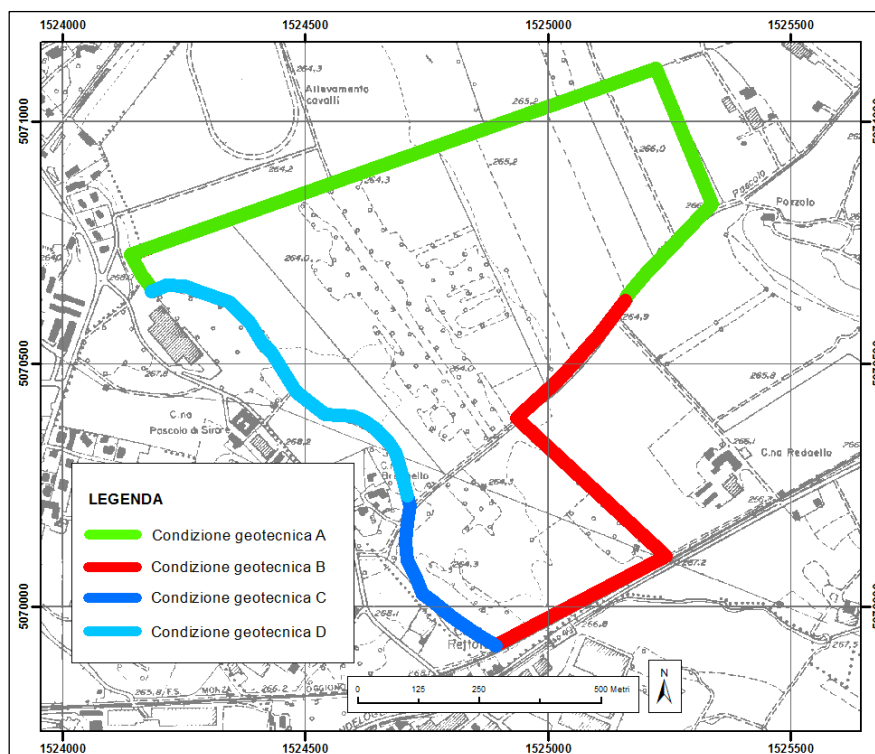


Figura 19: distribuzione approssimativa delle sezioni geotecniche lungo il perimetro dell'argine.

10.3 Capacità portante

La capacità portante ammissibile q_{amm} delle fondazioni è stata calcolata in termini di condizioni non drenate, che sono quelle più gravose per fondazioni su terreni coesivi. Per il calcolo è stato utilizzato il software Loadcap 2016 della società Geostru considerando la soluzione di Brich-Hansen per condizioni non drenate. Per la sezione C, costituita da uno strato coesivo a comportamento non drenato al di sopra di uno strato granulare drenato, si è considerato un incremento del parametro N_c dello strato coesivo secondo la formulazione di Skempton. I risultati dei calcoli sono riportati nell'Allegato G.

Si ricorda che secondo le indicazioni del DM 1988 la capacità portante ammissibile q_{amm} viene determinata a partire dalla capacità portante q_{ult} ultima applicando un fattore di sicurezza $FS=3$. Le analisi sono da considerarsi come valutazioni preliminari di riferimento per il dimensionamento dell'opera, non sostituiscono quindi le verifiche agli stati limite richieste dalle NTC, che dovranno essere eseguite dal progettista una volta definiti con esattezza i carichi e le dimensioni dell'opera.

I risultati delle analisi di capacità portante sono illustrati sinteticamente in Figura 18 e nella tabella successiva, mentre il dettaglio dei calcoli è riportato in Allegato G.

Sezione geotecnica	Capacità portante ultima	Capacità portante ammissibile
	Q_{ult} (kPa)	q_{amm} (kPa)
A	195	65
B	414	138
C	453	151
D	195-453	65-151

Tabella 20: capacità portanti ultime e ammissibili di ciascuna sezione geotecnica di riferimento.

10.4 Cedimenti

I cedimenti sono stati calcolati considerando un identico incremento di carico per tutte le sezioni geotecniche pari a 60 kPa.

I cedimenti elastici immediati sono stati derivati dalla teoria della elasticità secondo la soluzione di Boussinesq, riferita ad un modello di terreno elastico lineare di estensione infinita sollecitato in superficie da un carico uniformemente distribuito (striscia uniforme).

Il calcolo dei cedimenti per consolidazione è stato condotto tramite l'apposito modulo per rilevati del software LoadCap2016, considerando i moduli edometrici ottenuti dalle prove di laboratorio per il gradino di carico di 50-100 kPa. I cedimenti per consolidazione potranno svilupparsi in un periodo di riferimento di alcuni anni.

I risultati delle analisi di cedimento sono illustrati sinteticamente in Figura 18 e nel dettaglio in Allegato G.

I cedimenti totali risultano compresi tra 5 e 15 cm. Tuttavia, considerato il numero limitato di prove edometriche, si ritiene cautelativamente che nelle zone maggiormente sollecitate i cedimenti di consolidazione potrebbero raggiungere i 20 cm, per una deformazione complessiva fino a 30cm.

Sezione geotecnica	Cedimenti elastici (cm)	Cedimenti di consolidazione (cm)	Cedimenti totali (cm)
A	6.6	8.1	14.7
B	3.7	5.1	8.8
C	1.8	2.8	4.6
D	1.8-6.6	2.8-8.1	4.6-14.7

Tabella 21: Cedimenti elastici, di consolidazione e totali per ciascuna sezione geotecnica di riferimento.

11 FILTRAZIONI E CAPACITA' DI INVASO

Nel capitolo viene valutata la capacità di invaso della vasca di laminazione e quantificate le filtrazioni possibili che si potrebbero instaurare a seguito del suo completo riempimento.

11.1 Stima dei volumi di invaso

I volumi di acqua immagazzinabile nella vasca tramite la creazione di argini di contenimento sono stati stimati considerando come base topografica il modello DTM di risoluzione 1m/pixel e il perimetro indicato dalla committenza. Il calcolo è stato eseguito con software Globalmapper v17 considerando differenti altezze dell'argine, partendo da una quota del piano campagna di 263m slm fino a 268.3m (Figura 21).

La figura seguente illustra in forma tabulare e grafica i risultati del calcolo, da cui deriva che un volume di quasi 1 milione di metri cubi può essere contenuto con un argine impostato alla quota di 266m slm. In base alla topografia dell'area, tale argine avrebbe una altezza variabile tra un minimo di 0m nelle porzioni E e SW e un massimo di 2 lungo il margine N.

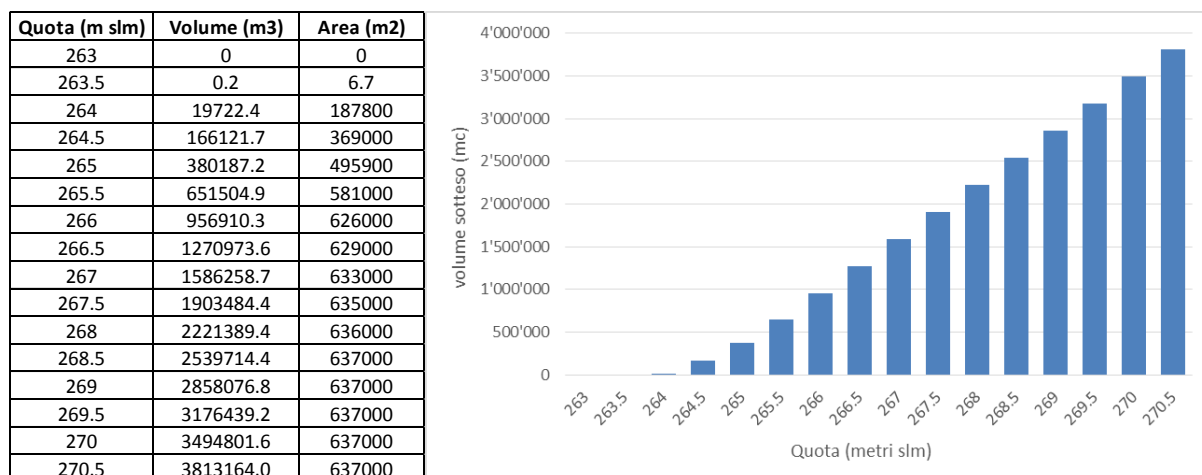


Figura 20: valutazione preliminare della capacità dell'invaso.

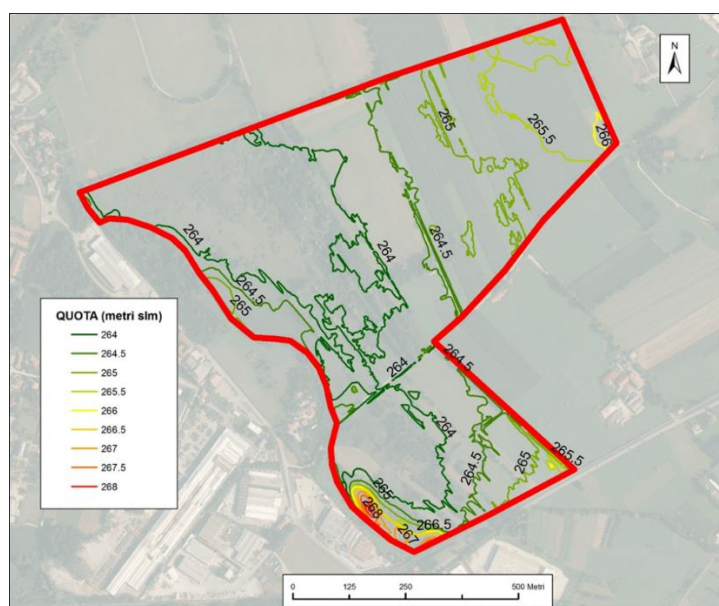


Figura 21: andamento delle quote all'interno della vasca di laminazione prelevate dal DEM Regione Lombardia con risoluzione 1m x 1m.

11.2 Filtrazione

Nell'ambito della perizia è stato valutato anche l'effetto delle filtrazioni verso l'esterno che si potranno generare in caso di riempimento completo della vasca di laminazione. Essendo mancanti i dati idraulici di progetto, l'analisi qui presentata è stata condotta considerando un battente idrico impostato alla quota di 266 m slm, con conseguente sommersione massima di circa 2 metri nelle zone più depresse.

In caso di tale evento si considera necessario quantificare le filtrazioni che potrebbero instaurarsi lungo il margine Ovest della vasca e causare venute d'acqua nelle aree industrializzate ed urbanizzate presenti immediatamente all'esterno della stessa. Sono state quindi analizzate le 2 sezioni idrogeologiche considerate maggiormente critiche ubicate nelle posizioni indicate in Figura 22.

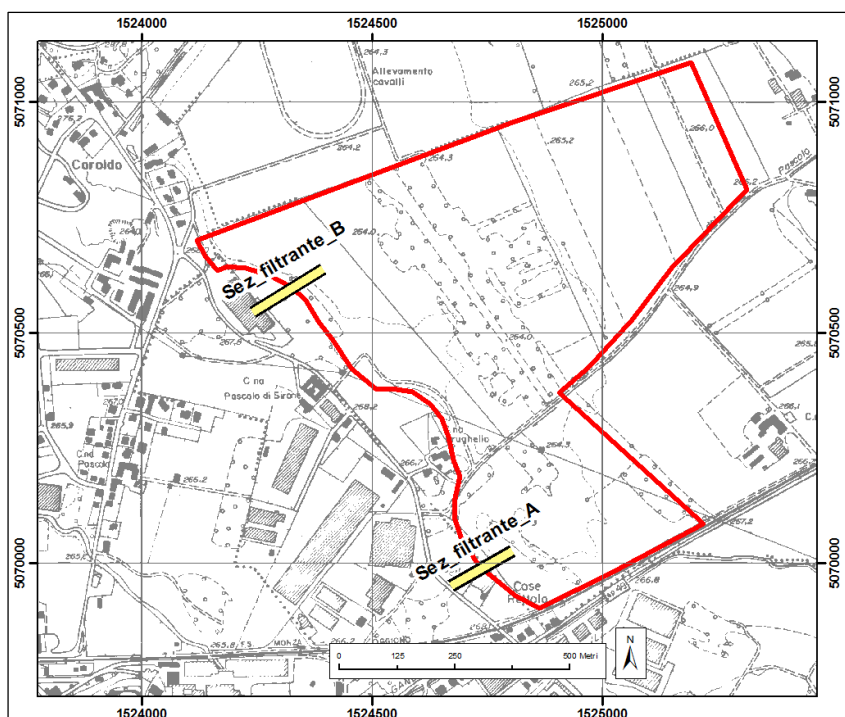


Figura 22: localizzazione delle sezioni di analisi della filtrazione.

Le sezioni idrogeologiche A e B di 130 e 170m di lunghezza rispettivamente, sono state analizzate per mezzo del software di calcolo agli elementi finiti Phase2 di Rocscience. La successione stratigrafica è stata definita in base al modello geologico del sito, mentre la permeabilità di ciascun deposito è stata definita in base ai risultati delle prove di permeabilità in foro o stimata in base alle caratteristiche granulometriche. Nella tabella seguente vengono riassunti valori di permeabilità adottati per il calcolo.

Unità	Permeabilità (m/s)
Torba	$5 \cdot 10^{-5}$
Sabbia limosa	$2 \cdot 10^{-5}$
Limo argilloso	$5 \cdot 10^{-8}$
Sabbie e ghiaie	$1 \cdot 10^{-4}$

Tabella 22: valori di permeabilità utilizzati per le analisi di filtrazione.

Ciascuna sezione è stata discretizzata mediante una maglia (mesh) uniforme di 5000 elementi triangolari aventi 3 nodi. L'analisi è quindi stata condotta considerando un carico idraulico all'interno della vasca impostato alla quota di 266 metri slm. A favore di sicurezza nel modello non è stata considerata la presenza dell'argine e pertanto le acque raccolte nella vasca di laminazione sono simulate a contatto diretto con la dorsale in depositi fluvioglaciali esistente lungo il margine ovest dell'area.

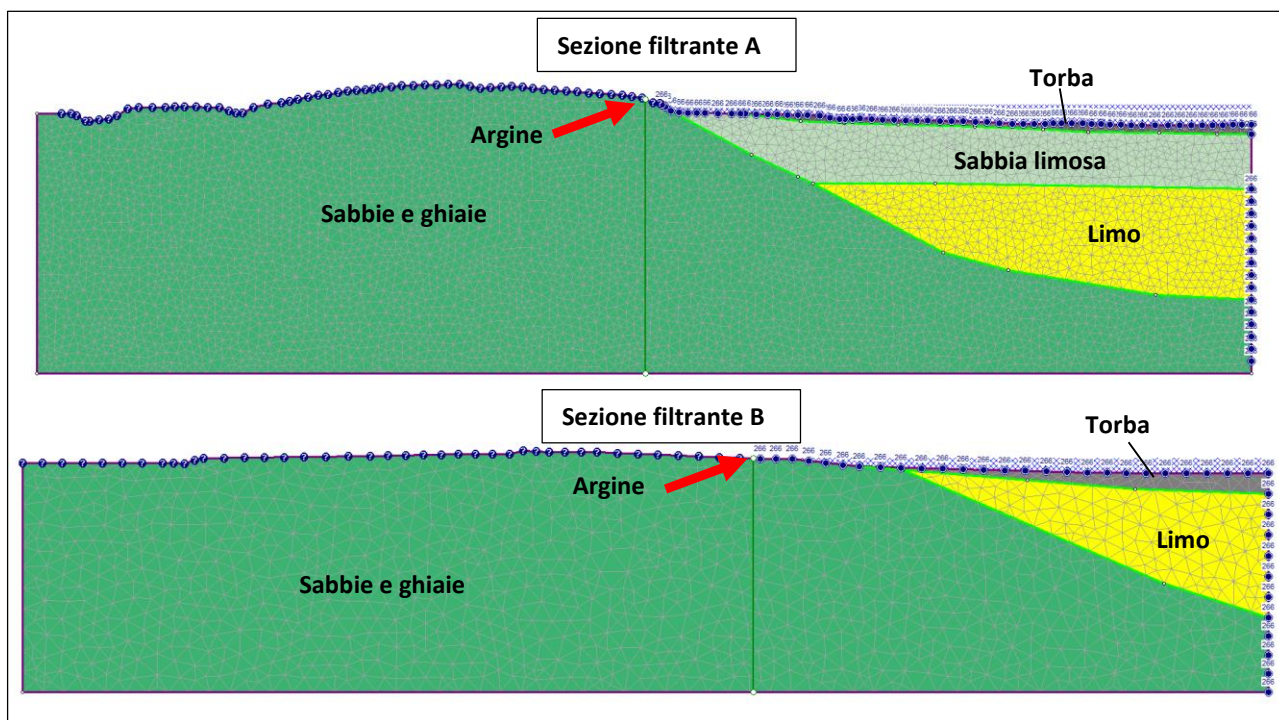


Figura 23: sezioni idrogeologiche di calcolo. La linea verticale in colore verde indica il transetto di misura dei deflussi impostato lungo il limite della vasca.

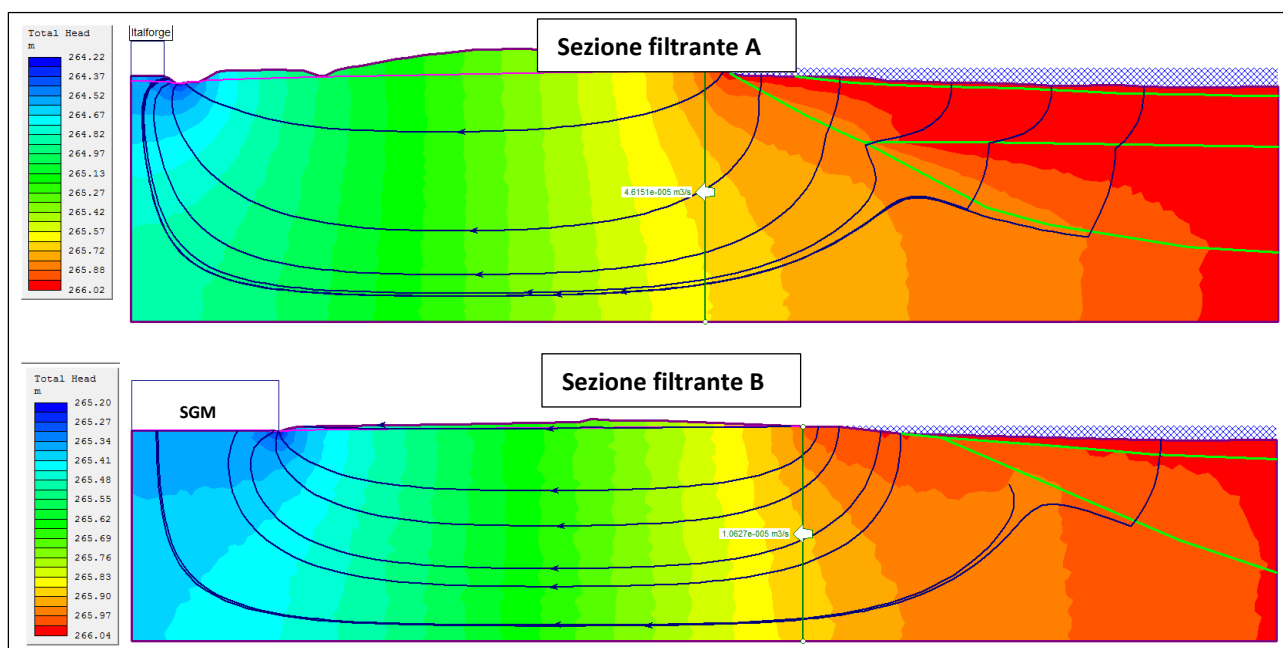


Figura 24: reticoli di filtrazione con indicati in blu le linee di flusso e in scala di colori il carico idraulico totale.

I risultati, rappresentati in tabella seguente, indicano che i flussi di filtrazione dalla vasca verso l'esterno dell'argine sono limitati a 0.01-0.02 l/s per metro di sezione. Considerando una lunghezza di circa 1000 metri del margine Ovest, si ottengono quindi valori di portata complessiva di 10-20 l/sec.

Il deflusso delle acque di filtrazione tende ad essere raccolto e drenato dai fossi di guardia già presenti al margine delle aree industriali. In fase di progettazione definitiva sarà necessario verificare lo stato di manutenzione e la funzionalità di tali ricettori.

Sezione	Portata	
	m ³ /sec*m	l/sec*m
Sezione filtrante A	2.35*10 ⁻⁵	0.02
Sezione filtrante B	1.06*10 ⁻⁵	0.01

Tabella 23: portate di filtrazione lungo le due sezioni di misura.

12 RACCOMANDAZIONI E CONCLUSIONI

Di seguito vengono riportate in sintesi gli aspetti salienti di ordine geologico e geotecnico che dovranno essere considerati durante le fasi di progettazione e di costruzione dell'opera.

- Geologicamente il sito d'esame si localizza all'interno di una antica conca lacustre ora quasi completamente colmata e bonificata. Sono presenti terreni limosi argillosi bordati e localmente intercalati a depositi fluvioglaciali sabbioso-ghiaiosi debolmente argillosi con sporadici ciottoli. In superficie si individuano locali riporti, terreni agricoli e livelli torbosi con spessori fino a 1 metro.
- La falda freatica si attesta ad una profondità media di 1 metro da piano campagna con direzione di flusso verso Ovest, mentre nel settore centrale, paludoso, risulta affiorante.
- La categoria di sottosuolo secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni è di tipo D: Depositi a grana grossa scarsamente addensati e terreni a grana fina scarsamente consistenti con spessori superiori a 30m caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità.
- In base all'aggiornamento del Decreto della Giunta Regionale della Lombardia dell'11 luglio 2014 l'area ricade in zona sismica 3, a bassa sismicità.
- La fondazione dell'argine interesserà quasi esclusivamente terreni coesivi per i quali le condizioni più gravose sono connesse ad un comportamento di tipo non drenato. La capacità portante ammissibile calcolata su 3 sezioni geotecniche di riferimento è relativamente ridotta e varia tra 65 e 151 kPa.
- I cedimenti indotti da un sovraccarico di 60 kPa saranno sia di tipo elastico immediato che progressivi nel tempo per consolidazione edometrica. I calcoli basati sui risultati delle prove di laboratorio indicano un cedimento complessivo nella sezione più deformabile di circa 15cm, tuttavia, considerato il numero limitato di dati e la complessità geotecnica del sito, si ritiene che nel caso peggiore potrebbero raggiungere anche i 30cm.
- Per la costruzione dell'argine si raccomanda in ogni caso di rimuovere il terreno torboso più superficiale (UG0) fino alla quota della falda che si attesta a circa 1m di profondità in modo da impostare la fondazione sulle sottostanti unità UG1, UG2b o UG3.
- Il sito è attraversato da una linea interrata di gas metano, incluse un paio di diramazioni e cabine di manovra, che verrà intersecata più volte dall'argine. E' necessario pertanto verificare con attenzione l'impatto dell'opera sulla linea esistente e viceversa. Si segnala in particolare che:
 - Lo scavo realizzato per l'alloggiamento della linea ed il suo successivo riempimento costituiscono una via di filtrazione/sifonamento preferenziale al di sotto dell'argine per le acque che verranno immagazzinate nella vasca di laminazione. Si raccomanda pertanto di prevedere nei punti di intersezione la sostituzione del terreno di riporto con terreno a bassa permeabilità, lo stesso utilizzato per la costruzione dell'argine.
 - Il sovraccarico prodotto dall'argine indurrà cedimenti significativi della fondazione con conseguente deformazione della linea gas metano. Va verificato l'impatto delle deformazioni indotte sulla integrità della struttura. Si raccomanda di evitare il più possibile l'intersezione tra la due opere e, nel caso, di mantenerle ortogonali tra loro.

- E' opportuno in ogni caso verificare con il gestore della linea l'effetto dell'inondazione completa della vasca rispetto alla salvaguardia del gasdotto e delle sue opere accessorie.
- Si segnala che lungo il margine Ovest l'argine potrebbe essere in parte omesso sfruttando l'effetto di contenimento favorito dalla dorsale naturale che si sviluppa lungo Via dell'Industria e la Cascina Brugello. In questo caso la filtrazione indotta verso i fabbricati esistenti sarebbe comunque contenuta (calcolato un totale di 10-20 l/s su 1km di argine) e facilmente gestibile dal drenaggio dei fossi di guardia esistenti, purché questi vengono mantenuti in condizioni operative. Nei tratti del margine Ovest in cui l'argine dovrà comunque essere realizzato si raccomanda di mantenerlo sui depositi fluvioglaciali indicati nella carta geologica in modo da evitare per quanto possibile la condizione rappresentata dalla Sezione Geotecnica D.
- Lungo il settore Nord coesistono le quote inferiori ed i terreni con minor capacità portante, situazione che impone un limite fisico all'altezza del rilevato e conseguentemente alla massima capacità della vasca di laminazione. Si raccomanda in questo tratto di sviluppare l'opera lungo la strada esistente all'interno del maneggio La Poncia in modo da sfruttare l'effetto di preconsolidazione già prodotto dalla strada e la facilità accesso all'area.

In conclusione si ritiene che l'intervento in progetto sia fattibile dal punto di vista geologico e geotecnico, fatte salve le raccomandazioni sopra riportate.



Triuggio, 07 aprile 2016


Geologo Daniele Battaglia

13 BIBLIOGRAFIA

- ASTM D 1586 Standard Test Method for Standard Penetration Test (SPT) and Split-Barrel Sampling of Soils.
- ASTM D421-07/D422-07 Standard practice for sieve analyses on soils and wet sieve analyses.
- ASTM D 2216-10 Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass.
- ASTM D 854-10 Standard Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer.
- Boussinesq, M. J. 1885, Application des potentiels a l'etude de l'equilibre et du mouvement des solides elastiques, principalement au calcul des deformations et des pressions que produisent, dans ces solides, des efforts quelconques exercees sur une petite partie de leur surface ou de leur interieur: Memoire suivi de notes etendues sur divers points de physique mathematique et d'analyse, GauthierVillars, Paris, pp. 722.
- Brich-Hansen, 1970 A revised and extended formula for bearing capacity. Geoteknisk Inst., Bulletin 28, pp. 5-11.
- BS 1377 Part 2 - Methods of test for soils for civil engineering purposes.
- FAO. 1990. Guidelines for Soil Profile Description. Third edition (revised). Soil Resources, Management and Conservation Service, Land and Water Development Division, FAO, Rome.
- Janbu (1967), settlement calculations based on the tangent modulus concept. University of Trondheim, Norwegian Institute of Technology, Geotechnical Institution, Bulletin 2, 57 p.
- Riva A., 1957. Gli anfiteatri morenici della Brianza, in Lombardia. Atti Ist. Geol. Univ. Di Pavia, 7.
- Schmertmann 1977, Guidelines for cone penetration test, performance, and design. U.S. Federal Highway Administration, Washington, Report FHWA-TS-78-209, 145 p.
- Peck, Hanson e Thornburn, 1974 Foundation Engineering, Second Edition. John Wiley and Sons Inc., New York, 514 p.
- Meyerhof, 1976, Bearing capacity and settlement of pile foundations. The Eleventh Terzaghi Lecture, November 5, 1975. American Society of Civil Engineers, ASCE, Journal of Geotechnical Engineering, Vol. 102, GT3, pp. 195 - 228.
- Schmertmann, 1978, Guidelines for Cone penetration Test Performance and design. Rep. FHWA-TS-78-209, U.S. Dep. Of Transport.; Federal Highway admin.

- Searle (1979), The interpretation of Begemann friction jacket cone results to give soil types and design parameters, Proc. European Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, 7th, Brighton, v.2, 265-270.
- Skempton 1986, Standard penetration test procedures and the effects in sands of overburden pressure, relative density, particle size, ageing and overconsolidation. Geotechnique 36, No. 3, 425-447.
- Whitlow R., 1990. Basic soil Mechanics.
- Yoshida 1988, Empirical Formulas of SPT Blow-Counts for Gravelly Soils. Proceedings of ISOPT-1, Orlando (US

ALLEGATO A
Stratigrafie sondaggi geognostici

<div></div> <div>Studio Georisk Dott. Daniele Battaglia</div> <div>via Stelvio 20 20050 Triuggio (MI) Tel: 0362-972440 Fax: 0362-997695 E-mail: dbattaglia@georisk.it</div>		PROFONDITA' FALDA DURANTE LA PERFORAZIONE		PROF. FORO		PROF. RIV.		SERA		MATTINA		OPERA: VASCA DI LAMINAZIONE TORRENTE GANDALOGGIO COMMITTENTE: PARCO REGIONALE VALLE LAMBRO UBICAZIONE: Maneggio La Poncia-Oggiono		QUOTA pc: 264.1 m COORDINATE X: 1524296 COORDINATE Y: 5070779 LUNGHEZZA: 15 m		SONDAGGIO S1						
				15 m	14 m	16/03	0.8 m															
		COMMESSA No. co05-16										SONDA: GEOMARK GM 1000 OPERATORE: Scuto Marcello RESPONSABILE: Dott. D. Battaglia		DATA INIZIO: 16/03/2016 DATA FINE: 16/03/2016		Pag. 1 di 1						
												DIREZIONE: -		INCLINAZIONE: 90°								
METODO DI PERFORAZIONE	ATTREZZO DI PERFORAZIONE	TIPO DI CORONA	RIVESTIMENTO	FLUIDO DI CIRCOLAZIONE	PROFONDITA' (m)	metri da p.c.	COLONNA STRATIGRAFICA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	CAROTAGGIO %	MANOVRA DI CAROTAGGIO	POCKET PENETROMETER (kPa)	SCISSOMETRO (kPa)	metri da p.c.	RQD	CAMPIONI	CASSE CATALOGATRICI	PROVE IN SITU		PROVE DI PERMEABILITA'		STRUMENTAZIONE INSTALLATA	NOTE
					0.00			Terreno di riporto, con laterizi.	20 40 60 80	0.50				20 40 60 80								
					0.80	1		Torba di colore grigio scuro/marrone scuro con presenza di materiale organico e livelli alterati in matrice sabbiosa fine-limosa, con sparsi ciottoli subarrotondati		1.00												
					1.50	2		Sabbia fine debolmente ghiaiosa di colore marrone/grigio scuro con locali ciottoli sub-arrotondati passante a sabbia fine di color grigio		1.50												
					3.00	3		Limo grigio debolmente argilloso di bassa consistenza. Da 3.0m a 3.10m sabbia finissima grigia.		3.00												
						4																
						5				5.00												
						6				5.70												
						7				6.00												
						8																
						9																
						10																
						11																
						12																
						13																
						14																
					14.80	15		Sabbia fine poco addensata di colore grigio		15.0												

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SONDAGGIO S1





DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SONDAGGIO S2





[illegible]

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SONDAGGIO S3





ALLEGATO B

SPT

PROVE STANDARD PENETRATION TEST (SPT) IN FORO DI SONDAGGIO

COMMESSA: CG-025-16

COMMITTENTE: Parco Valle Lambro

CANTIERE DI: Oggiono (LC) - Area LAM Gandaloglio

CARATTERISTICHE ATTREZZATURA UTILIZZATA

Peso del maglio SPT: 63,5 kg

Volata del maglio SPT: 75 cm

Passo di lettura SPT: 15 cm

Campionatore Raymond con scarpa: diametro interno 35 mm; diametro esterno 50 mm; peso campionatore 7,2 kg

Aste per SPT: diametro esterno 50mm; peso asta 7,2 kg/m

TABELLA SPT ESEGUITI

Nome sondaggio	Profondità in m	Colpi		
		N1	N2	N3
S1	1,5	1	1	1
	3	5	7	13
	4,7	1	1	1
	5,7	1	1	1
	7,5	1	1	1
S2	1,5	2	4	4
	3,2	4	5	8
	5,6	14	11	16
	7,5	7	10	10
	9	13	19	19
S3	1,5	4	2	1
	3	3	7	8
	4,5	10	7	6
	6,7	3	1	1
	7,5	10	4	3

ALLEGATO C

Prove di permeabilità Lefranc

PROVA DI PERMEABILITA' LEFRANC A CARICO VARIABILE

COMMESSA CG-025-16

COMMITTENTE Parco Valle Lambro

DATA 16.03.16

CANTIERE DI Oggiono (LC) - Area LAM Gandaloglio

SONDAGGIO N° S1

PROVA N°1

Profondità foro da p.c. = 7,50 m

Profondità rivestimento da p.c. = 7,00 m

Sporgenza testa tubo rivestimento da p.c. = 0,75 m

Livello statico di falda = 0,80 m da p.c.

Diametro esterno del tubo di rivestimento = 127 mm

Diametro del tratto di foro in prova = 101 mm

Livello dell'acqua nel rivestimento all'inizio della prova rispetto a p.c. = 0,75 m

Tempo	Abbassamento livello H₂O (cm)	Differenza (cm)	Tempo	Abbassamento livello H₂O (cm)	Differenza (cm)
30"	0,2	-	8'	0,7	0,1
1'	0,2	-	9'	0,8	0,1
2'	0,3	0,1	10'	1	0,2
3'	0,4	0,1	12'	1,1	0,1
4'	0,5	0,1	15'	1,2	0,1
5'	0,5	-	20'	1,3	0,2
6'	0,5	-	25'	1,5	0,2
7'	0,6	0,1	30'	1,8	0,3

$K = 4,8 \times 10^{-6} \text{ cm/sec}$

PROVA DI PERMEABILITA' LEFRANC A CARICO VARIABILE

COMMESSA CG-025-16

COMMITTENTE Parco Valle Lambro

DATA 14.03.16

CANTIERE DI Oggiono (LC) - Area LAM Gandaloglio

SONDAGGIO N° S2

PROVA N°1

Profondità foro da p.c. = 7,15 m

Profondità rivestimento da p.c. = 6,75 m

Sporgenza testa tubo rivestimento da p.c. = 0,80 m

Livello statico di falda = 0,95 m da p.c.

Diametro esterno del tubo di rivestimento = 127 mm

Diametro del tratto di foro in prova = 127 mm

Livello dell'acqua nel rivestimento all'inizio della prova rispetto a p.c. = 0,80 m

Tempo	Abbassamento livello H₂O (cm)	Differenza (cm)	Tempo	Abbassamento livello H₂O (cm)	Differenza (cm)
30"	30	-	8'	105	4
1'	42	12	9'	109	4
2'	59	17	10'	113	4
3'	71	12	12'	119	6
4'	81	10	15'	126	7
5'	88	7	20'	136	10
6'	95	7	25'	151	5
7'	101	6	30'	145	4

$K = 1,07 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$

PROVA DI PERMEABILITA' LEFRANC A CARICO VARIABILE

COMMESSA CG-025-16

COMMITTENTE Parco Valle Lambro

DATA 15.03.16

CANTIERE DI Oggiono (LC) - Area LAM Gandaloglio

SONDAGGIO N° S3

PROVA N°1

Profondità foro da p.c. = 13,40 m

Profondità rivestimento da p.c. = 12,90 m

Sporgenza testa tubo rivestimento da p.c. = 0,60 m

Livello statico di falda = 0,78 m da p.c.

Diametro esterno del tubo di rivestimento = 127 mm

Diametro del tratto di foro in prova = 127 mm

Livello dell'acqua nel rivestimento all'inizio della prova rispetto a p.c. = 0,60 m

Tempo	Abbassamento livello H₂O (cm)	Differenza (cm)	Tempo	Abbassamento livello H₂O (cm)	Differenza (cm)
30''	0,2	-	8'	7	1
1'	0,5	0,3	9'	8,5	1,5
2'	0,5	-	10'	9	0,5
3'	2	1,5	12'	10	1
4'	3	1	15'	10,1	0,1
5'	4	1	20'	10,3	0,2
6'	5	1	25'	10,6	0,3
7'	6	1	30'	10,8	0,2

$K = 7,6 \times 10^{-4} \text{ cm/sec}$

ALLEGATO D

Prove di laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE

VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241

e-mail: sgllabo@alice.it - www.servizigeotecniciliguri.it

SERVIZI GEOTECNICI**LIGURI**

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione
di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 05/04/16

Certificato n°: 849

DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL CAMPIONE

Committente: Parco Valle Lambro

Cantiere: Vasca di laminazione T. Gandaloglio

Località: Oggiono (LC)

Verbale di accettazione n°: 46

Data verbale: 21/03/16

Note:

Sondaggio: S1

Campione: C1

Profondità: 5.00-5.70 m

Data esecuzione prova: 21/03/16

Specifica di prova: ASTM D2488-09a- D4648-10

Rep: 16/046

Contenitore del campione	X	Inox		PVC
--------------------------	---	------	--	-----

		Vetro		Sacchetto
--	--	-------	--	-----------

Dimensioni del campione		<2"	X	<4"
-------------------------	--	-----	---	-----

		<3"		>4"
--	--	-----	--	-----

Condizioni del materiale	X	Buone		Rammollito
--------------------------	---	-------	--	------------

		Mediocri		Strati piegati
--	--	----------	--	----------------

		Cattive		Rimaneggiato
--	--	---------	--	--------------

Descrizione del campione

Qualità del campione: Q5

Campione di 58 cm di lunghezza

Limo con sabbia argilloso; colore grigio.

Consistenza (kPa)	cm	Scissometro		Penetrometro
		kPa		kPa
<div>Alto</div> <div></div> <div>Basso</div>	0-10	10		30
	10-20	15	ED	50
	20-30	15		80
	30-40	20	UU	100
	40-50	20	UU	90
	50-60	20	UU	100
	60-70			
	70-80			
	80-90			

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Dario Filippi

*Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione
di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001*

Data emissione: 05/04/16

Certificato n°: 855

DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL CAMPIONE

Committente: Parco Valle Lambro	Sondaggio: S2
Cantiere: Vasca di laminazione T. Gandaloglio	Campione: CI1
Località: Oggiono (LC)	Profondità: 5.10-5.60 m
Verbale di accettazione n°: 46	Data esecuzione prova: 21/03/16
Data verbale: 21/03/16	Specifica di prova: ASTM D2488-09a- D4648-10
Note:	Rep: 16/046

Contenitore del campione	X	Inox		PVC
--------------------------	---	------	--	-----

		Vetro		Sacchetto
--	--	-------	--	-----------

Dimensioni del campione		<2"	X	<4"
-------------------------	--	-----	---	-----


		<3"		>4"
--	--	-----	--	-----

Condizioni del materiale	X	Buone		Rammollito
--------------------------	---	-------	--	------------

		Mediocri		Strati piegati
--	--	----------	--	----------------

		Cattive		Rimaneggiato
--	--	---------	--	--------------

Descrizione del campione	Qualità del campione: Q5
Campione di 56 cm di lunghezza Limo con argilla rara ghiaia e sabbia; colore grigio.	

Consistenza (kPa)	cm	Scissometro		Penetrometro
<div style="text-align: center;"> Alto  Basso </div>		kPa		kPa
	0-10	60	ED-UU	380
	10-20	N.P.		>600
	20-30	N.P.		>600
	30-40	40	UU	580
	40-50	80	UU	500
	50-60	40		>600
	60-70			
	70-80			
	80-90			

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Dario Filippi

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE

VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241

e-mail: sgllabo@alice.it - www.servizigeotecniciliguri.it

SERVIZI GEOTECNICI**LIGURI**

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione
di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 05/04/16

Certificato n°: 861

DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL CAMPIONE

Committente: Parco Valle Lambro

Cantiere: Vasca di laminazione T. Gandaloglio

Località: Oggiono (LC)

Verbale di accettazione n°: 46

Data verbale: 21/03/16

Note:

Sondaggio: S3

Campione: CI1

Profondità: 6.00-6.70 m

Data esecuzione prova: 21/03/16

Specifica di prova: ASTM D2488-09a- D4648-10

Rep: 16/046

Contenitore del campione	X	Inox		PVC
--------------------------	---	------	--	-----

		Vetro		Sacchetto
--	--	-------	--	-----------

Dimensioni del campione		<2"	X	<4"
-------------------------	--	-----	---	-----

		<3"		>4"
--	--	-----	--	-----

Condizioni del materiale	X	Buone		Rammollito
--------------------------	---	-------	--	------------

		Mediocri		Strati piegati
--	--	----------	--	----------------

		Cattive		Rimaneggiato
--	--	---------	--	--------------

Descrizione del campione

Qualità del campione: Q5

Campione di 44 cm di lunghezza

Sabbia con limo argillosa; colore grigio.

Consistenza (kPa)	cm	Scissometro		Penetrometro
		kPa		kPa
<div>Alto</div> <div></div> <div>Basso</div>	0-10	15		40
	10-20	20	ED	60
	20-30	15		90
	30-40	25	UU	110
	40-50	20	UU	90
	50-60	25	UU	100
	60-70			
	70-80			
	80-90			

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Dario Filippi

**Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione
di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001**

Data emissione: 05/04/16

Certificato n° 850

ANALISI GRANULOMETRICA

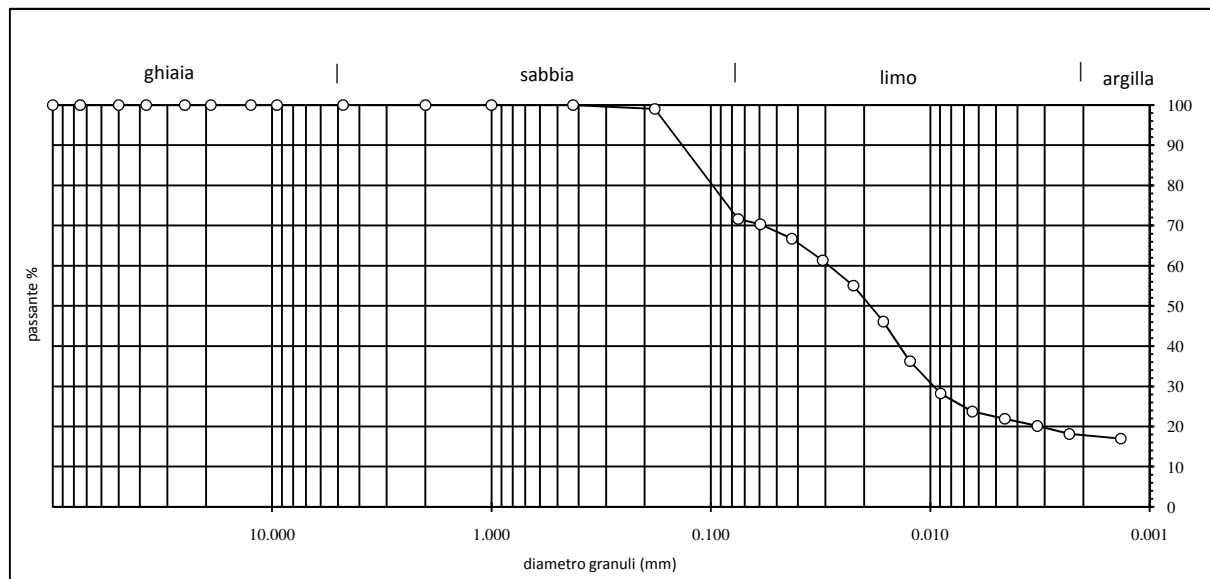
Committente: Parco Valle Lambro
Cantiere: Vasca di laminazione T. Gandaloglio
Località: Oggiono (LC)
Verbale di accettazione n°: 46
Data verbale: 21/03/16
Note:

Sondaggio: S1
Campione: C11
Profondità: 5.00-5.70 m
Data esecuzione prova: 24-25/03/2016
Specifiche di prova: ASTM D421-07/D422-07
Rep: 16/046

M (gr) = 178.65					Analisi con areometro	
Setacci ASTM Apertura maglie (mm)	Massa terreno trattenuto (gr)	Parziale dei trattenuti %	Totale dei trattenuti %	Totale dei passanti %	Areometro n° 1	
100	0.00	0.00	0.00	100.00	152 H Dispersivo <i>esametafosfato di sodio</i> Correz. dispersivo Cd -1 Correz. menisco Cm 0.5 Correz. temperatura Ct -4+0,25*T Campione secco Psp (g) 40	
75	0.00	0.00	0.00	100.00		
50	0.00	0.00	0.00	100.00		
37.5	0.00	0.00	0.00	100.00		
25	0.00	0.00	0.00	100.00		
19	0.00	0.00	0.00	100.00		
12.5	0.00	0.00	0.00	100.00		
9.50	0.00	0.00	0.00	100.00		
4.75	0.00	0.00	0.00	100.00		
2.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
1.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
0.425	0.00	0.00	0.00	100.00		
0.180	1.75	0.98	0.98	99.02		
0.075	48.93	27.39	28.37	71.63		
Fondo	127.97					
					Peso spec. f<0,074 (Gs) =	2.75
					Costante K =	1.000

Tempo min	Temperatura °C	Lettura R	Lettura corr. R'=R+Cm	Corr. Temp. Ct	f grani mm	Lettura ridotta R''=R'+Cd+Ct	% Parziale KR''	% Somma KR''X
0.5	19.0	39.0	39.5	0.75	0.0596	39.25	98.14	70.30
1	19.0	37.0	37.5	0.75	0.0428	37.25	93.14	66.72
2	19.0	34.0	34.5	0.75	0.0309	34.25	85.64	61.35
4	19.0	30.5	31.0	0.75	0.0224	30.75	76.89	55.08
8	19.0	25.5	26.0	0.75	0.0164	25.75	64.39	46.12
15	19.0	20.0	20.5	0.75	0.0124	20.25	50.64	36.27
30	19.0	15.5	16.0	0.75	0.0090	15.75	39.38	28.21
60	19.0	13.0	13.5	0.75	0.0064	13.25	33.13	23.73
120	19.0	12.0	12.5	0.75	0.0046	12.25	30.63	21.94
240	19.0	11.0	11.5	0.75	0.0032	11.25	28.13	20.15
480	18.5	10.0	10.5	0.63	0.0023	10.13	25.32	18.14
1440	18.0	9.5	10.0	0.50	0.0014	9.50	23.75	17.02

Classificazione	USCS ML	CNR-UNI	% ghiaia	% sabbia	% limo	% argilla
			0.00	28.37	53.87	17.76



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Dario Filippi

**Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione
di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001**

Data emissione: 05/04/16

Certificato n° 856

ANALISI GRANULOMETRICA

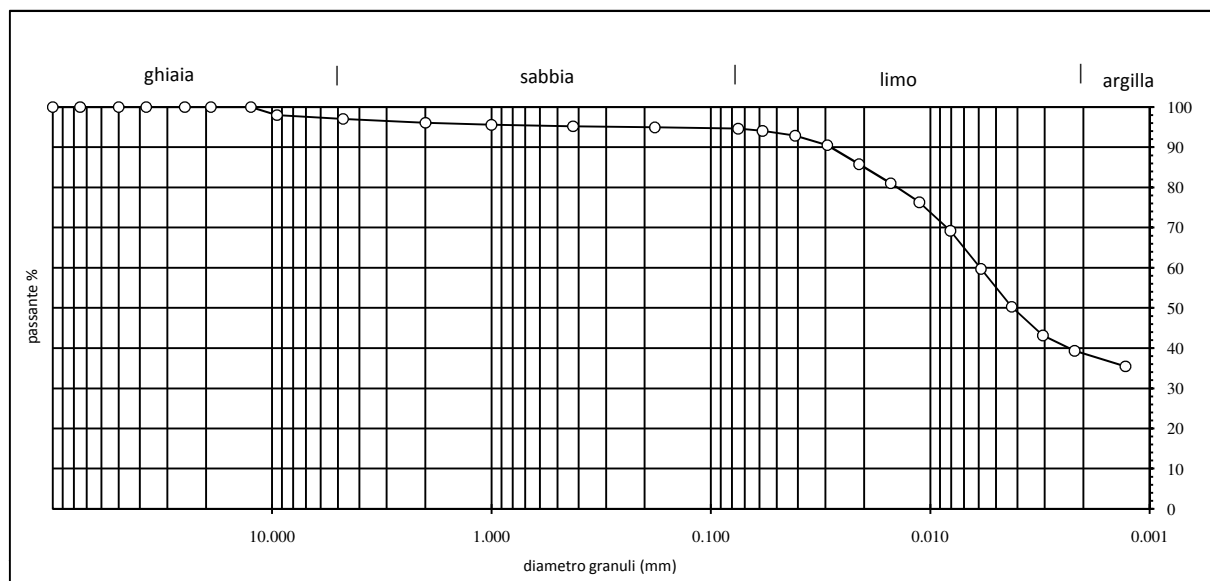
Committente: Parco Valle Lambro
Cantiere: Vasca di laminazione T. Gandaloglio
Località: Oggiono (LC)
Verbale di accettazione n°: 46
Data verbale: 21/03/16
Note:

Sondaggio: S2
Campione: C11
Profondità: 5.10-5.60 m
Data esecuzione prova: 24-25/03/2016
Specifiche di prova: ASTM D421-07/D422-07
Rep: 16/046

M (gr) = 222.28					Analisi con areometro	
Setacci ASTM Apertura maglie (mm)	Massa terreno trattenuto (gr)	Parziale dei trattenuti %	Totale dei trattenuti %	Totale dei passanti %	Areometro n° 1	
100	0.00	0.00	0.00	100.00	Areometro tipo 152 H Dispersivo esametafosfato di sodio Correz. dispersivo Cd -1 Correz. menisco Cm 0.5 Correz. temperatura Ct -4+0.25*T Campione secco Psp (g) 40	
75	0.00	0.00	0.00	100.00		
50	0.00	0.00	0.00	100.00		
37.5	0.00	0.00	0.00	100.00		
25	0.00	0.00	0.00	100.00		
19	0.00	0.00	0.00	100.00		
12.5	0.00	0.00	0.00	100.00		
9.50	4.48	2.02	2.02	97.98		
4.75	2.10	0.94	2.96	97.04		
2.00	2.14	0.96	3.92	96.08		
1.00	1.10	0.49	4.42	95.58	Peso spec. f<0,074 (Gs) = 2.82 Costante K = 1.000	
0.425	0.82	0.37	4.79	95.21		
0.180	0.62	0.28	5.07	94.93		
0.075	0.72	0.32	5.39	94.61		
Fondo	210.30					

Tempo min	Temperatura °C	Lettura R	Lettura corr. R'=R+Cm	Corr. Temp. Ct	f grani mm	Lettura ridotta R''=R'+Cd+Ct	% Parziale KR''	% Somma KR''X
0.5	19.0	39.5	40.0	0.75	0.0582	39.75	99.39	94.04
1	19.0	39.0	39.5	0.75	0.0413	39.25	98.14	92.86
2	19.0	38.0	38.5	0.75	0.0294	38.25	95.64	90.49
4	19.0	36.0	36.5	0.75	0.0211	36.25	90.64	85.76
8	19.0	34.0	34.5	0.75	0.0152	34.25	85.64	81.03
15	19.0	32.0	32.5	0.75	0.0112	32.25	80.64	76.29
30	19.0	29.0	29.5	0.75	0.0081	29.25	73.14	69.20
60	19.0	25.0	25.5	0.75	0.0059	25.25	63.14	59.73
120	19.0	21.0	21.5	0.75	0.0043	21.25	53.14	50.27
240	19.0	18.0	18.5	0.75	0.0031	18.25	45.63	43.17
480	18.5	16.5	17.0	0.63	0.0022	16.63	41.57	39.33
1440	18.0	15.0	15.5	0.50	0.0013	15.00	37.51	35.49

Classificazione	USCS CL	CNR-UNI	% ghiaia	% sabbia	% limo	% argilla
			2.96	2.43	56.12	38.49



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Dario Filippi

**Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione
di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001**

Data emissione: 05/04/16

Certificato n° 862

ANALISI GRANULOMETRICA

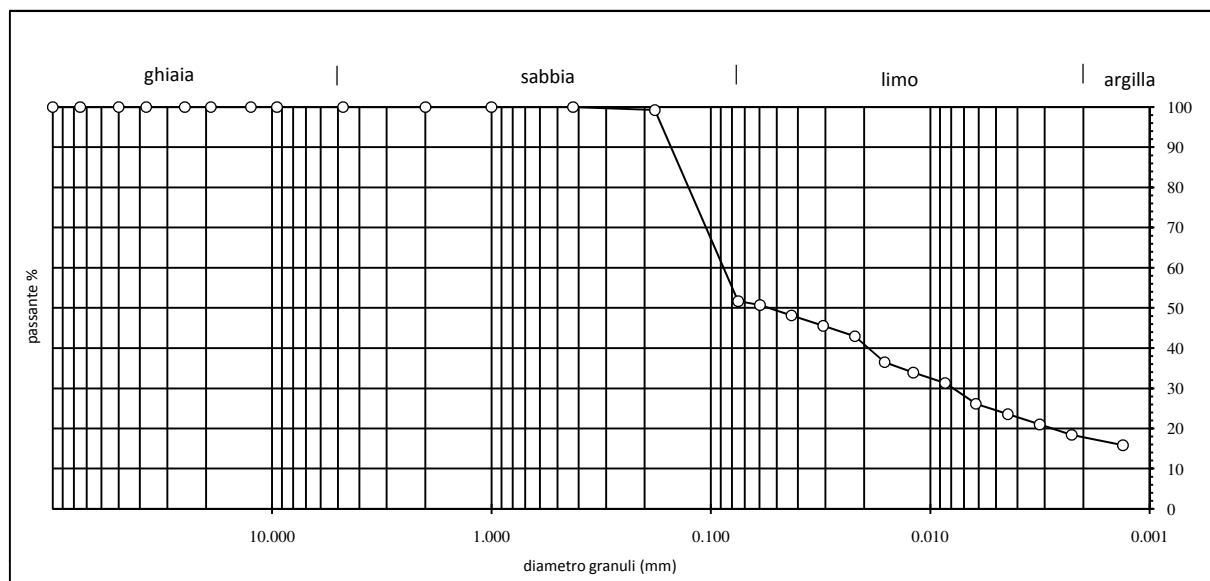
Committente: Parco Valle Lambro
Cantiere: Vasca di laminazione T. Gandaloglio
Località: Oggiono (LC)
Verbale di accettazione n°: 46
Data verbale: 21/03/16
Note:

Sondaggio: S3
Campione: C11
Profondità: 6.00-6.70 m
Data esecuzione prova: 24-25/03/2016
Specifiche di prova: ASTM D421-07/D422-07
Rep: 16/046

M (gr) = 119.29					Analisi con areometro	
Setacci ASTM Apertura maglie (mm)	Massa terreno trattenuto (gr)	Parziale dei trattenuti %	Totale dei trattenuti %	Totale dei passanti %	Areometro n° 1	
100	0.00	0.00	0.00	100.00	152 H Dispersivo <i>esametafosfato di sodio</i> Correz. dispersivo Cd -1 Correz. menisco Cm 0.5 Correz. temperatura Ct -4+0.25*T Campione secco Psp (g) 40	
75	0.00	0.00	0.00	100.00		
50	0.00	0.00	0.00	100.00		
37.5	0.00	0.00	0.00	100.00		
25	0.00	0.00	0.00	100.00		
19	0.00	0.00	0.00	100.00		
12.5	0.00	0.00	0.00	100.00		
9.50	0.00	0.00	0.00	100.00		
4.75	0.00	0.00	0.00	100.00		
2.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
1.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
0.425	0.00	0.00	0.00	100.00		
0.180	0.92	0.77	0.77	99.23		
0.075	56.71	47.54	48.31	51.69		
Fondo	61.66					
					Peso spec. f<0,074 (Gs) =	2.74
					Costante K =	1.000

Tempo min	Temperatura °C	Lettura R	Lettura corr. R'=R+Cm	Corr. Temp. Ct	f grani mm	Lettura ridotta R''=R'+Cd+Ct	% Parziale KR''	% Somma KR''X
0.5	19.0	39.0	39.5	0.75	0.0597	39.25	98.14	50.73
1	19.0	37.0	37.5	0.75	0.0429	37.25	93.14	48.15
2	19.0	35.0	35.5	0.75	0.0308	35.25	88.14	45.56
4	19.0	33.0	33.5	0.75	0.0221	33.25	83.14	42.98
8	19.0	28.0	28.5	0.75	0.0161	28.25	70.64	36.51
15	19.0	26.0	26.5	0.75	0.0119	26.25	65.64	33.93
30	19.0	24.0	24.5	0.75	0.0086	24.25	60.64	31.34
60	19.0	20.0	20.5	0.75	0.0062	20.25	50.64	26.17
120	19.0	18.0	18.5	0.75	0.0044	18.25	45.63	23.59
240	19.0	16.0	16.5	0.75	0.0032	16.25	40.63	21.00
480	19.0	14.0	14.5	0.75	0.0023	14.25	35.63	18.42
1440	19.0	12.0	12.5	0.75	0.0013	12.25	30.63	15.83

Classificazione	USCS ML	CNR-UNI	% ghiaia	% sabbia	% limo	% argilla
			0.00	48.31	34.00	17.69



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Dario Filippi

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione

di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 05/04/16

Certificato n° 851

LIMITI DI CONSISTENZA

Committente: Parco Valle Lambro

Cantiere: Vasca di laminazione T. Gandaloglio

Località: Oggiono (LC)

Verbale di accettazione n°: 46

Data verbale: 21/03/16

Note:
Sondaggio: S1

Campione: CI1

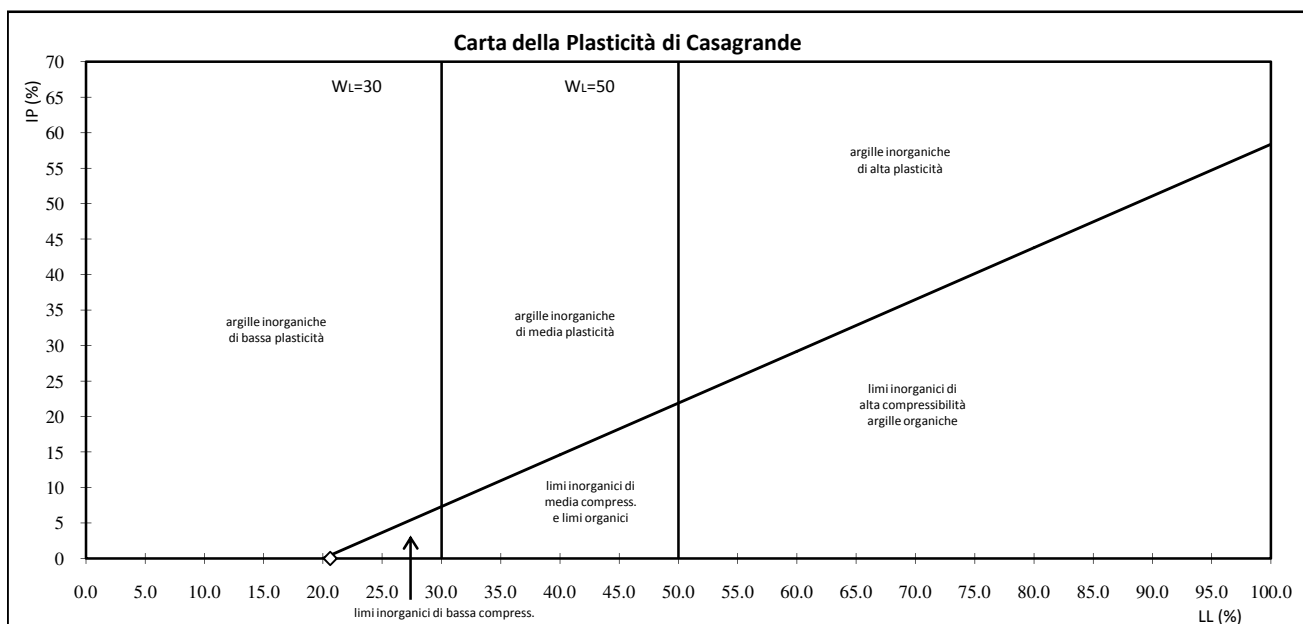
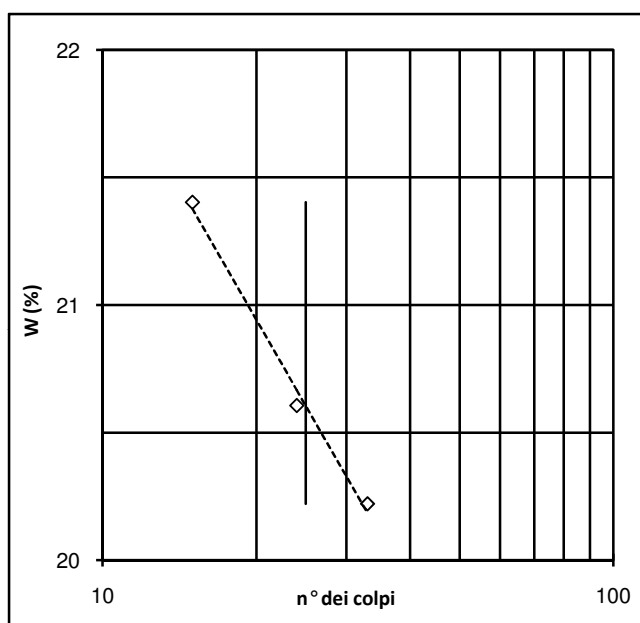
Profondità: 5.00-5.70 m

Data esecuzione prova: 24-25/03/2016

Specifiche di prova: ASTM D4318-10

Rep: 16/046

Limite liquido	LL (%) = 20.6		
Contenitore	27	8	15
Massa umida + t (g)	54.30	60.98	59.47
Massa secca + t (g)	52.53	57.85	57.64
Massa acqua contenuta (g)	1.77	3.13	1.83
Tara t (g)	44.26	42.66	48.59
Massa secca netta (g)	8.27	15.19	9.05
Contenuto d'acqua W (%)	21.40	20.61	20.22
Numero colpi	15	24	33
Limite plastico	LP (%) = N.P.		
Contenitore			
Massa umida + t (g)			
Massa secca + t (g)			
Massa acqua contenuta (g)			
Tara t (g)			
Massa secca (g)			
Contenuto d'acqua W (%)			
Indice di Plasticità	(LL-LP) = IP N.P.		



Lo Sperimentatore

 Il Direttore del Laboratorio
Dr. Dario Filippi

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione

di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 05/04/16

Certificato n° 857

LIMITI DI CONSISTENZA

Committente: Parco Valle Lambro

Cantiere: Vasca di laminazione T. Gandaloglio

Località: Oggiono (LC)

Verbale di accettazione n°: 46

Data verbale: 21/03/16

Note:
Sondaggio: S2

Campione: CI1

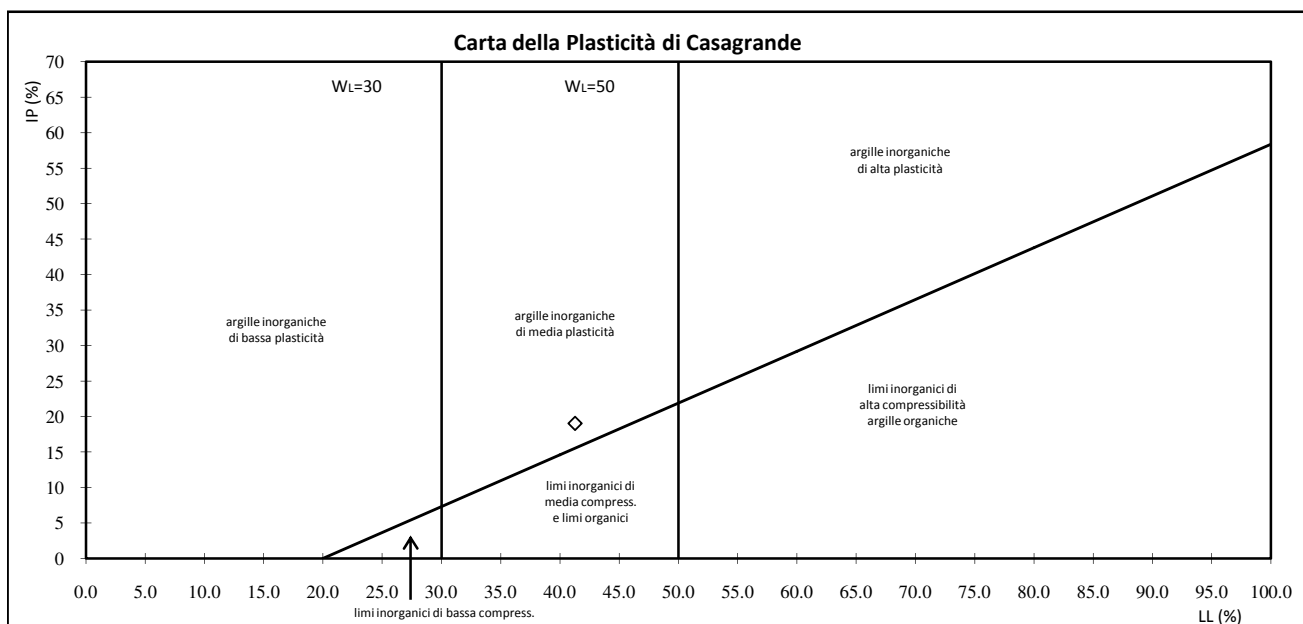
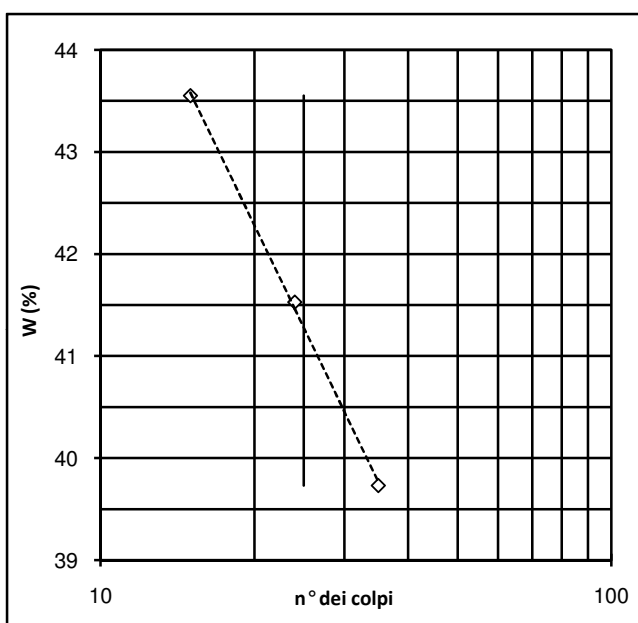
Profondità: 5.10-5.60 m

Data esecuzione prova: 24-25/03/2016

Specifica di prova: ASTM D4318-10

Rep: 16/046

Limite liquido	LL (%) = 41.3		
Contenitore	2	30	19
Massa umida + t (g)	55.86	59.54	60.43
Massa secca + t (g)	52.45	55.79	57.18
Massa acqua contenuta (g)	3.41	3.75	3.25
Tara t (g)	44.62	46.76	49.00
Massa secca netta (g)	7.83	9.03	8.18
Contenuto d'acqua W (%)	43.55	41.53	39.73
Numero colpi	15	24	35
Limite plastico	LP (%) = 22.2		
Contenitore	J	R	
Massa umida + t (g)	15.22	18.35	
Massa secca + t (g)	14.11	17.55	
Massa acqua contenuta (g)	1.11	0.80	
Tara t (g)	9.15	13.93	
Massa secca (g)	4.96	3.62	
Contenuto d'acqua W (%)	22.38	22.10	
Indice di Plasticità	(LL-LP) = IP 19.0		



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Dario Filippi

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione

di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 05/04/16

Certificato n° 863

LIMITI DI CONSISTENZA

Committente: Parco Valle Lambro

Cantiere: Vasca di laminazione T. Gandaloglio

Località: Oggiono (LC)

Verbale di accettazione n°: 46

Data verbale: 21/03/16

Note:
Sondaggio: S3

Campione: CI1

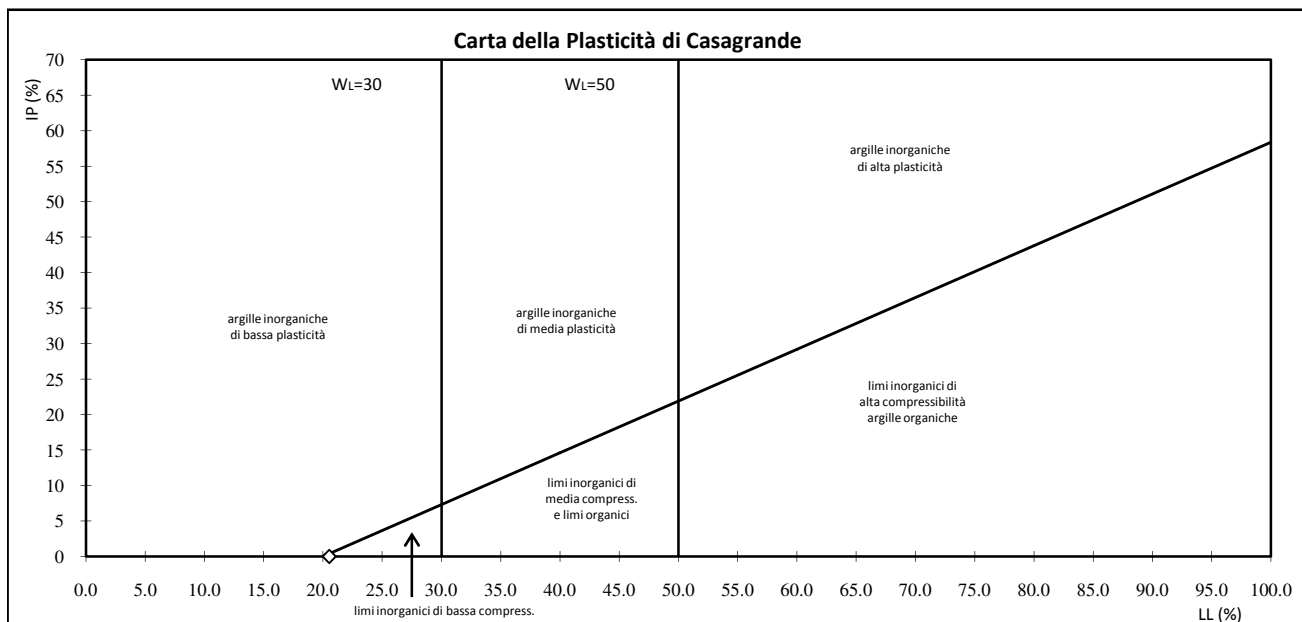
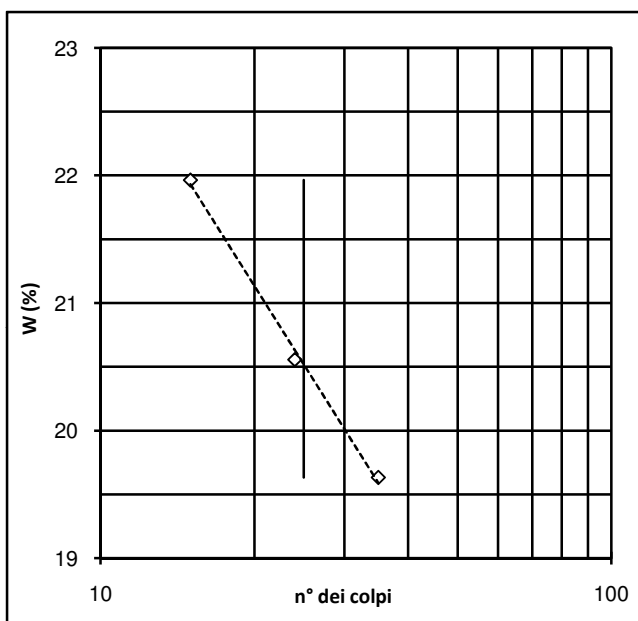
Profondità: 6.00-6.70 m

Data esecuzione prova: 24-25/03/2016

Specifiche di prova: ASTM D4318-10

Rep: 16/046

Limite liquido	LL (%) = 20.5		
Contenitore	27	8	15
Massa umida + t (g)	60.60	57.18	57.85
Massa secca + t (g)	57.67	55.63	55.61
Massa acqua contenuta (g)	2.93	1.55	2.24
Tara t (g)	44.33	48.09	44.20
Massa secca netta (g)	13.34	7.54	11.41
Contenuto d'acqua W (%)	21.96	20.56	19.63
Numero colpi	15	24	35
Limite plastico	LP (%) = N.P.		
Contenitore			
Massa umida + t (g)			
Massa secca + t (g)			
Massa acqua contenuta (g)			
Tara t (g)			
Massa secca (g)			
Contenuto d'acqua W (%)			
Indice di Plasticità	(LL-LP) = IP N.P.		



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Dario Filippi

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE

VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241

e-mail: sgllabo@alice.it - www.servizigeotecniciliguri.it

SERVIZI GEOTECNICI**LIGURI***Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti**con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione**di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001*

Data emissione: 05/04/16

UMIDITA', DENSITA', PESO SPECIFICO

Certificato n° 852

Committente: Parco Valle Lambro**Cantiere:** Vasca di laminazione T. Gandaloglio**Località:** Oggiono (LC)**Verbale di accettazione n°:** 46**Data verbale:** 21/03/16**Note:****Sondaggio:** S1**Campione:** CI1**Profondità:** 5.00-5.70 m**Data esecuzione prova:** 21-24/03/16**Specifica di prova:** ASTM e BS**Rep:** 16/046

Contenuto d'acqua	ASTM D 2216-10	W (%) = 24.26	
Contenitore	X	Y	Z
Massa lorda umida (g)	1259.21	908.70	324.71
Massa lorda secca (g)	994.70	745.00	265.63
Massa acqua contenuta (g)	264.51	163.70	59.08
Tara (g)	11.80	9.45	15.47
Massa netta secca (g)	982.90	735.55	250.16
Contenuto d'acqua W (%)	26.91	22.26	23.62

Peso di volume naturale	BS 1377 Part 2	γ_n (kN/m³) = 19.27	
Contenitore	A	B	C
Massa umida + stampo (g)	275.53	274.11	273.53
Massa dello stampo (g)	103.94	103.32	103.98
Massa terreno netta umida (g)	171.59	170.79	169.55
Volume dello stampo (cm ³)	86.86	86.86	86.86
Peso di volume naturale (kN/m ³)	19.37	19.28	19.14

Peso specifico dei grani	ASTM D 854-10	Gs (Mg/m³) = 2.75	
Prova n°	1	2	
Volume picnometro (cm ³)	541.47	229.67	
Massa picnometro (g)	249.22	130.87	
Massa picnometro + terra (g)	299.22	155.87	
Massa terra netta (g)	50.00	25.00	
Massa picn. + terra + acqua (g)	822.55	376.45	
Massa terra + acqua (g)	573.33	245.58	
Tempo di ebollizione (min)	20'	20'	
Peso specifico (Mg/m ³)	2.756	2.750	
Temperatura (°C)	19	19	
Densità acqua (Mg/m ³)	0.9984	0.9984	
Costante K	1.000200361	1.000200361	
Peso specifico T = 20°C	2.757	2.751	

PROPRIETA' E CARATTERISTICHE

Contenuto d'acqua naturale	W (%)	24.26
Peso di volume naturale	γ_n (kN/m³)	19.27
Peso di volume secco	γ_d (kN/m³)	15.50
Peso di volume saturo	γ_s (kN/m³)	19.87
Peso specifico dei grani	G_s (Mg/m³)	2.75
Porosità	n (%)	43.70
Indice dei pori	e	0.78
Grado di saturazione	S_r (%)	86.08

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Dario Filippi

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE

VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241

e-mail: sgllabo@alice.it - www.servizigeotecniciliguri.it

SERVIZI GEOTECNICI**LIGURI***Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti**con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione**di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001*

Data emissione: 05/04/16

UMIDITA', DENSITA', PESO SPECIFICO

Certificato n° 858

Committente: Parco Valle Lambro**Cantiere:** Vasca di laminazione T. Gandaloglio**Località:** Oggiono (LC)**Verbale di accettazione n°:** 46**Data verbale:** 21/03/16**Note:****Sondaggio:** S2**Campione:** CI1**Profondità:** 5.10-5.60 m**Data esecuzione prova:** 21-25/03/16**Specifiche di prova:** ASTM e BS**Rep:** 16/046

Contenuto d'acqua	ASTM D 2216-10	W (%) = 23.48	
Contenitore	X	Y	Z
Massa lorda umida (g)	377.63	981.54	564.13
Massa lorda secca (g)	304.46	809.37	457.39
Massa acqua contenuta (g)	73.17	172.17	106.74
Tara (g)	5.83	12.89	18.42
Massa netta secca (g)	298.63	796.48	438.97
Contenuto d'acqua W (%)	24.50	21.62	24.32

Peso di volume naturale	BS 1377 Part 2	γ_n (kN/m³) = 19.66	
Contenitore	A	B	C
Massa umida + stampo (g)	270.11	274.41	277.81
Massa dello stampo (g)	98.21	99.81	101.92
Massa terreno netta umida (g)	171.90	174.60	175.89
Volume dello stampo (cm ³)	86.86	86.86	86.86
Peso di volume naturale (kN/m ³)	19.41	19.71	19.86

Peso specifico dei grani	ASTM D 854-10	G_s (Mg/m³) = 2.82	
Prova n°	1	2	
Volume picnometro (cm ³)	229.67	556.09	
Massa picnometro (g)	130.91	194.97	
Massa picnometro + terra (g)	155.92	244.97	
Massa terra netta (g)	25.01	50.00	
Massa picn. + terra + acqua (g)	376.70	783.32	
Massa terra + acqua (g)	245.79	588.35	
Tempo di ebollizione (min)	20'	20'	
Peso specifico (Mg/m ³)	2.813	2.818	
Temperatura (°C)	19	19	
Densità acqua (Mg/m ³)	0.9984	0.9984	
Costante K	1.000200361	1.000200361	
Peso specifico T = 20°C	2.814	2.819	

PROPRIETA' E CARATTERISTICHE

Contenuto d'acqua naturale	W (%)	23.48
Peso di volume naturale	γ_n (kN/m³)	19.66
Peso di volume secco	γ_d (kN/m³)	15.92
Peso di volume saturo	γ_s (kN/m³)	20.27
Peso specifico dei grani	G_s (Mg/m³)	2.82
Porosità	n (%)	43.47
Indice dei pori	e	0.77
Grado di saturazione	S_r (%)	85.99

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Dario Filippi

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE

VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241

e-mail: sgllabo@alice.it - www.servizigeotecniciliguri.it

SERVIZI GEOTECNICI**LIGURI***Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti**con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione**di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001*

Data emissione: 05/04/16

UMIDITA', DENSITA', PESO SPECIFICO

Certificato n° 864

Committente: Parco Valle Lambro**Cantiere:** Vasca di laminazione T. Gandaloglio**Località:** Oggiono (LC)**Verbale di accettazione n°:** 46**Data verbale:** 21/03/16**Note:****Sondaggio:** S3**Campione:** CI1**Profondità:** 6.00-6.70 m**Data esecuzione prova:** 21-25/03/16**Specifiche di prova:** ASTM e BS**Rep:** 16/046

Contenuto d'acqua	ASTM D 2216-10	W (%) = 20.14	
Contenitore	X	Y	Z
Massa lorda umida (g)	462.89	352.15	194.15
Massa lorda secca (g)	386.40	294.15	163.25
Massa acqua contenuta (g)	76.49	58.00	30.90
Tara (g)	11.44	8.52	6.52
Massa netta secca (g)	374.96	285.63	156.73
Contenuto d'acqua W (%)	20.40	20.31	19.72

Peso di volume naturale	BS 1377 Part 2	γ_n (kN/m³) = 19.84	
Contenitore	A	B	C
Massa umida + stampo (g)	275.07	274.60	275.33
Massa dello stampo (g)	99.60	99.77	98.53
Massa terreno netta umida (g)	175.47	174.83	176.80
Volume dello stampo (cm ³)	86.86	86.86	86.86
Peso di volume naturale (kN/m ³)	19.81	19.74	19.96

Peso specifico dei grani	ASTM D 854-10	G_s (Mg/m³) = 2.74	
Prova n°	1	2	
Volume picnometro (cm ³)	584.08	229.67	
Massa picnometro (g)	228.00	131.75	
Massa picnometro + terra (g)	278.03	156.75	
Massa terra netta (g)	50.03	25.00	
Massa picn. + terra + acqua (g)	843.86	377.32	
Massa terra + acqua (g)	615.86	245.57	
Tempo di ebollizione (min)	20'	20'	
Peso specifico (Mg/m ³)	2.741	2.747	
Temperatura (°C)	19	19	
Densità acqua (Mg/m ³)	0.9984	0.9984	
Costante K	1.000200361	1.000200361	
Peso specifico T = 20°C	2.742	2.748	

PROPRIETA' E CARATTERISTICHE

Contenuto d'acqua naturale	W (%)	20.14
Peso di volume naturale	γ_n (kN/m³)	19.84
Peso di volume secco	γ_d (kN/m³)	16.51
Peso di volume saturo	γ_s (kN/m³)	20.50
Peso specifico dei grani	G_s (Mg/m³)	2.74
Porosità	n (%)	39.85
Indice dei pori	e	0.66
Grado di saturazione	S_r (%)	83.46

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Dario Filippi

Data emissione: 05/04/16

Certificato n° 859

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

Committente: Parco Valle Lambro

Cantiere: Vasca di laminazione T. Gandaloglio

Località: Oggiono (LC)

Verbale di accettazione n°: 46

Data verbale: 21/03/16

Note:

Sondaggio: S1

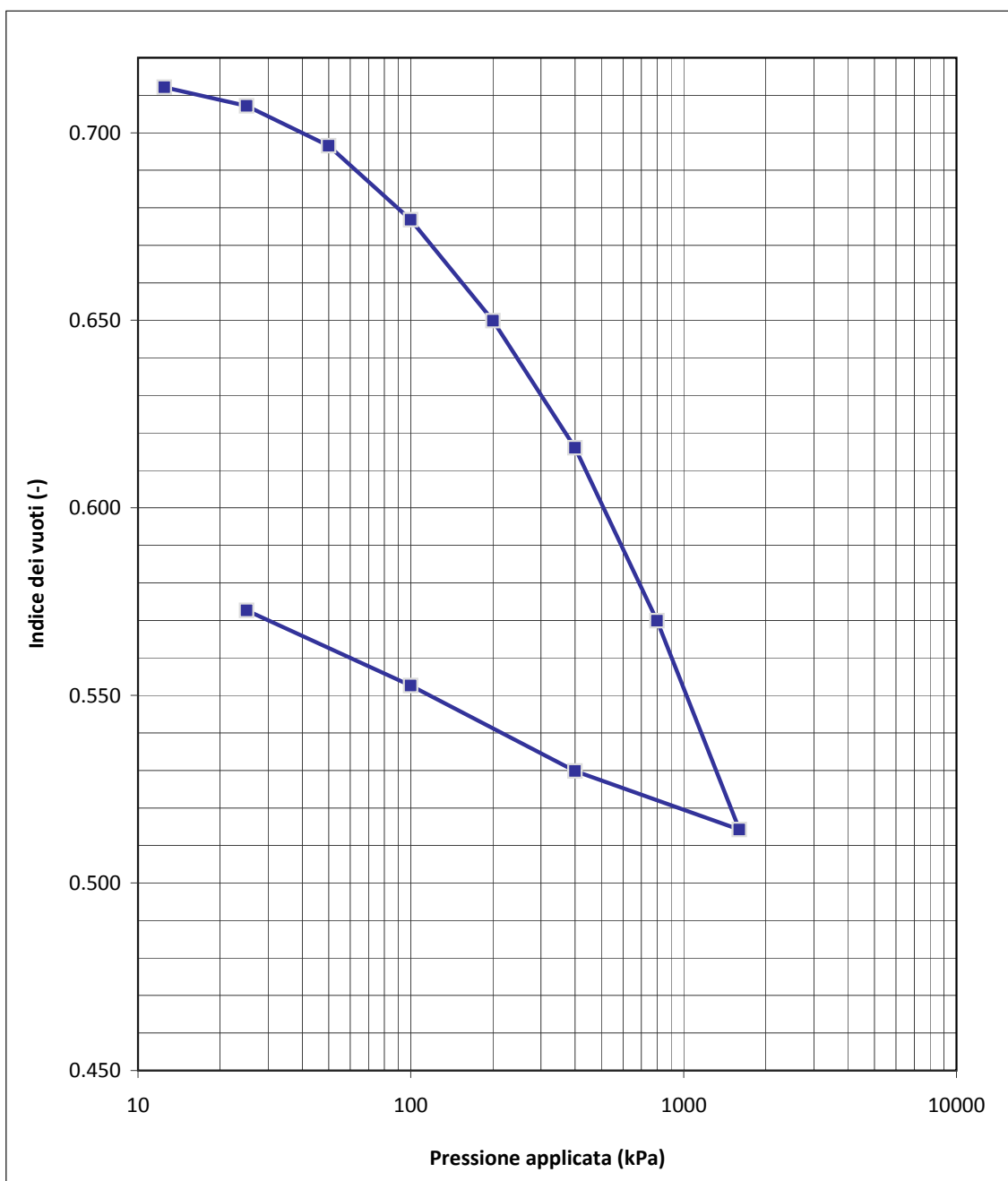
Campione: C11

Profondità: 5.00-5.70 m

Data esecuzione prova: 21-31/03/16

Specifiche di prova: ASTM D2435-96

Rep: 16/046



Data emissione: 05/04/16

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

Certificato n° 859

Committente: Parco Valle Lambro

Cantiere: Vasca di laminazione T. Gandaloglio

Località: Oggiono (LC)

Verbale di accettazione n°: 46

Data verbale: 21/03/16

Note:

Sondaggio: S1

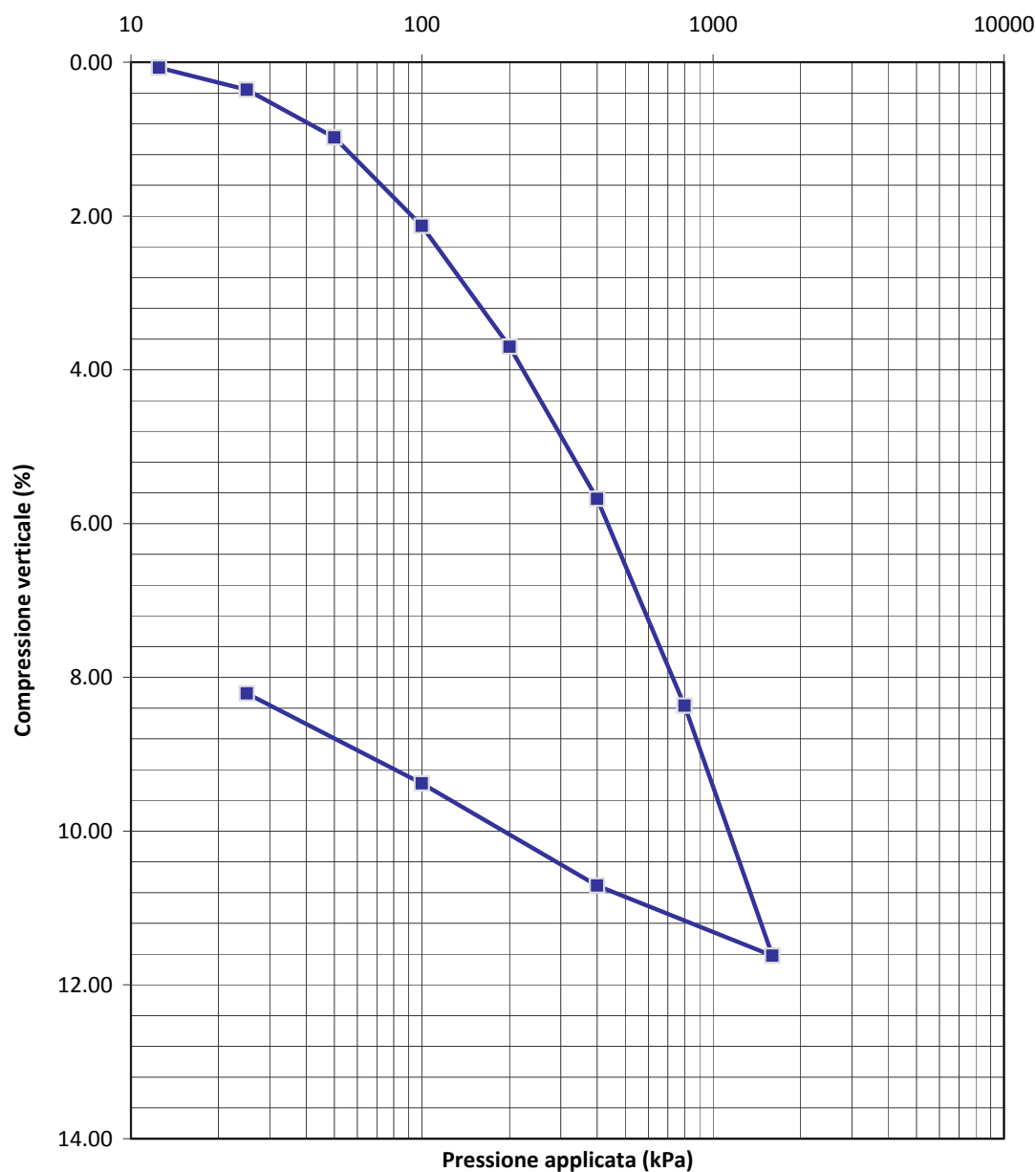
Campione: CI1

Profondità: 5.00-5.70 m

Data esecuzione prova: 21-31/03/16

Specifiche di prova: ASTM D2435-96

Rep: 16/046



Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione
di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 05/04/16

Certificato n° 859

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

Committente: Parco Valle Lambro

Cantiere: Vasca di laminazione T. Gandaloglio

Località: Oggiono (LC)

Verbale di accettazione n°: 46

Data verbale: 21/03/16

Note:

Sondaggio: S1

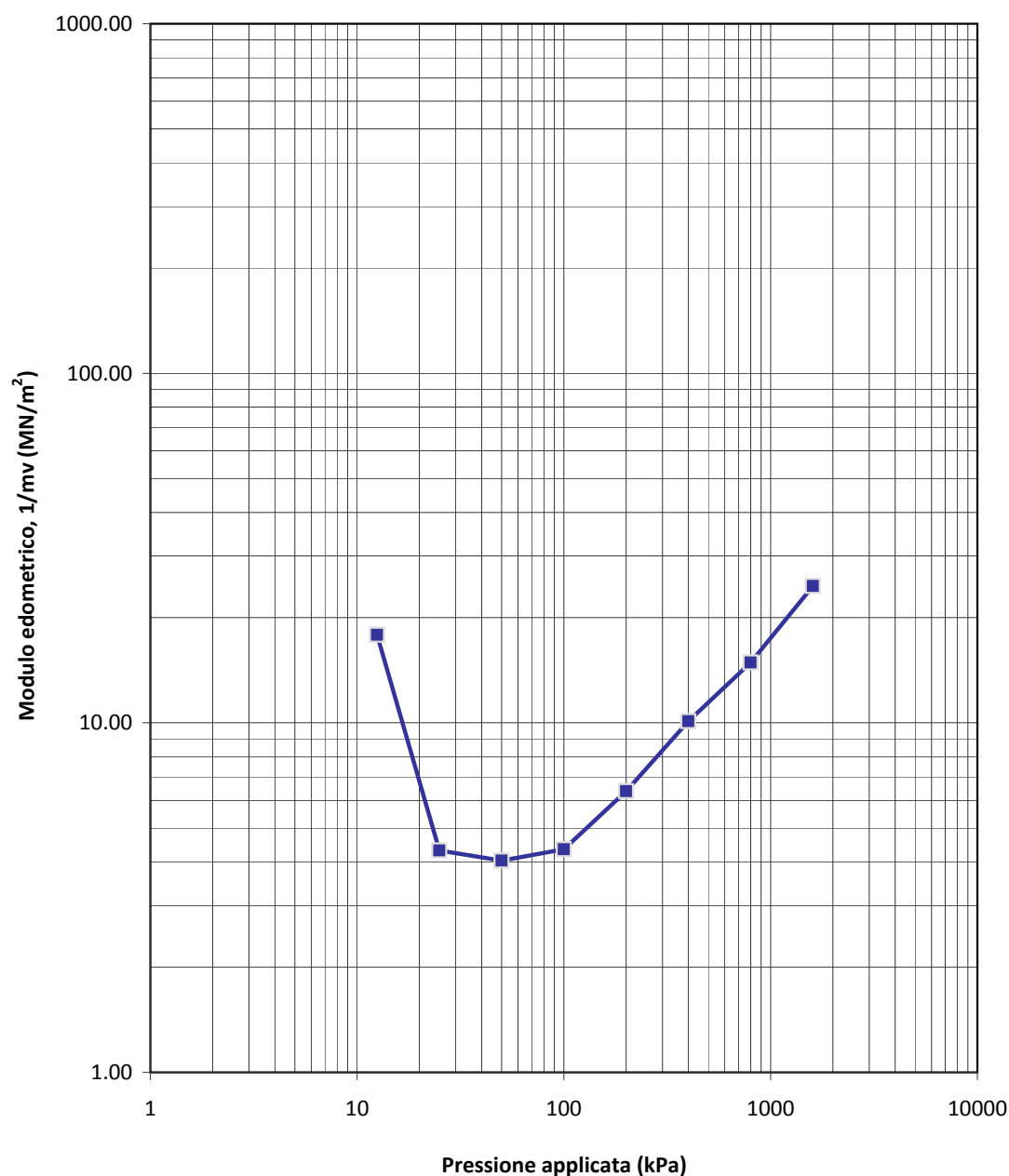
Campione: C11

Profondità: 5.00-5.70 m

Data esecuzione prova: 21-31/03/16

Specifiche di prova: ASTM D2435-96

Rep: 16/046



Data emissione: 05/04/16

Certificato n° 859

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

Committente: Parco Valle Lambro

Cantiere: Vasca di laminazione T. Gandaloglio

Località: Oggiono (LC)

Verbale di accettazione n°: 46

Data verbale: 21/03/16

Note:

Sondaggio: S1

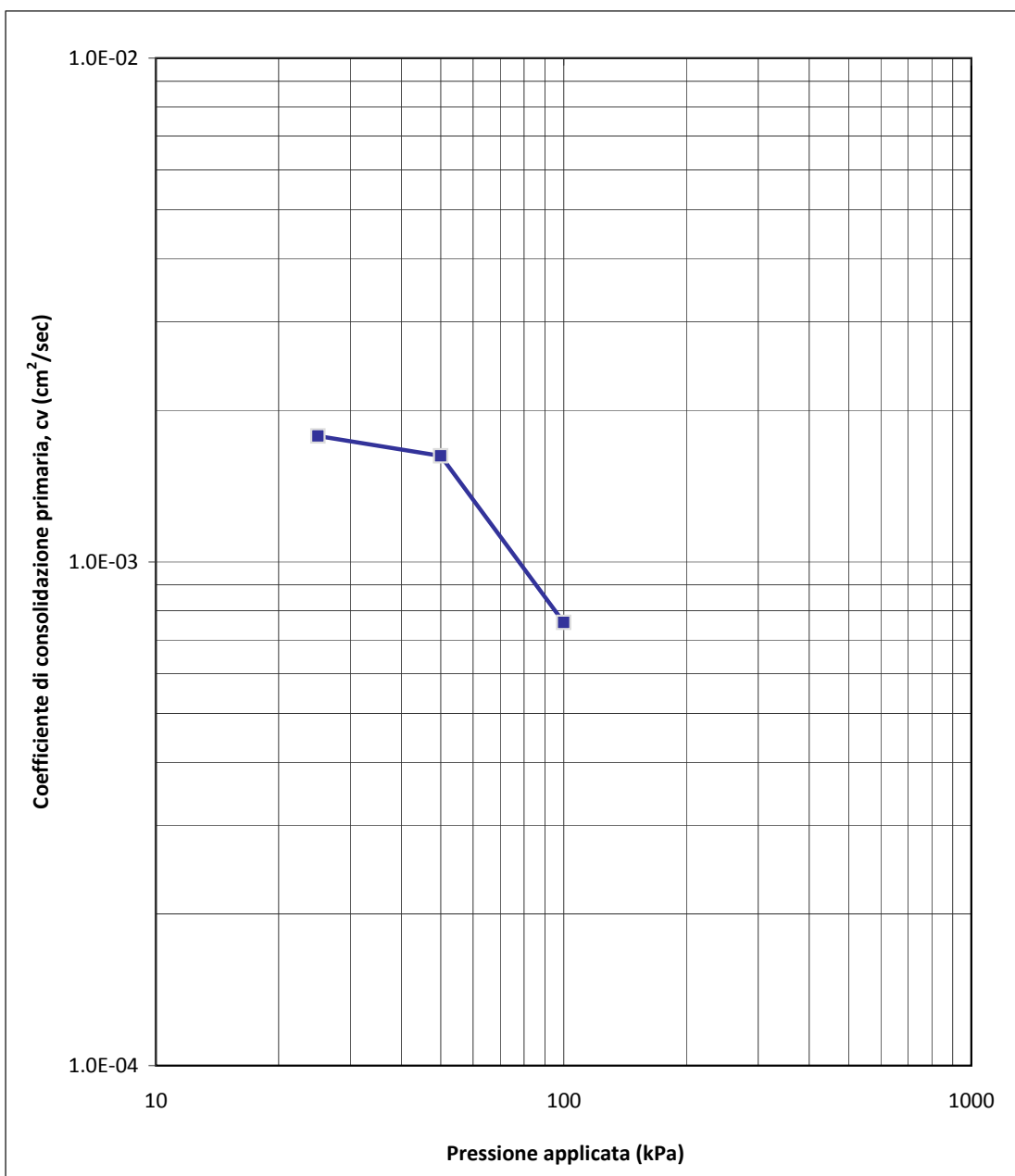
Campione: CI1

Profondità: 5.00-5.70 m

Data esecuzione prova: 21-31/03/16

Specifiche di prova: ASTM D2435-96

Rep: 16/046



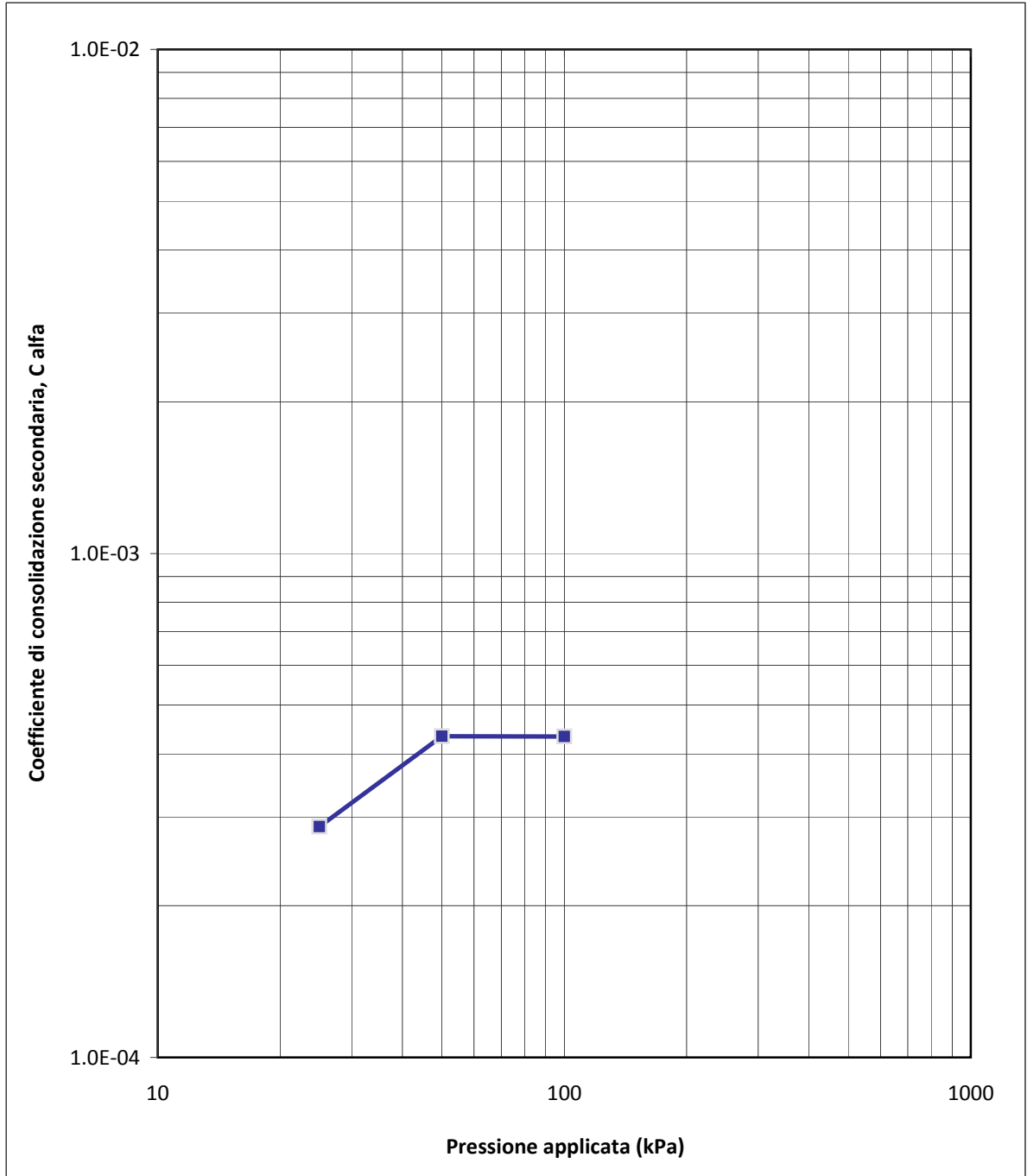


Data emissione: 05/04/16

Certificato n° 859

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

Committente: Parco Valle Lambro	Sondaggio: S1
Cantiere: Vasca di laminazione T. Gandaloglio	Campione: CI1
Località: Oggiono (LC)	Profondità: 5.00-5.70 m
Verbale di accettazione n°: 46	Data esecuzione prova: 21-31/03/16
Data verbale: 21/03/16	Specificazione di prova: ASTM D2435-96
Note:	Rep: 16/046



Data emissione: 05/04/16

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

Certificato n° 859

Committente: Parco Valle Lambro

Cantiere: Vasca di laminazione T. Gandaloglio

Località: Oggiono (LC)

Verbale di accettazione n°: 46

Data verbale: 21/03/16

Note:

Sondaggio: S1

Campione: CI1

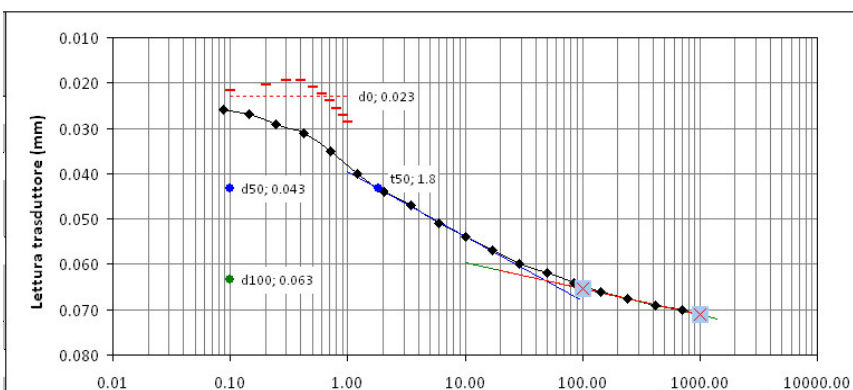
Profondità: 5.00-5.70 m

Data esecuzione prova: 21-31/03/16

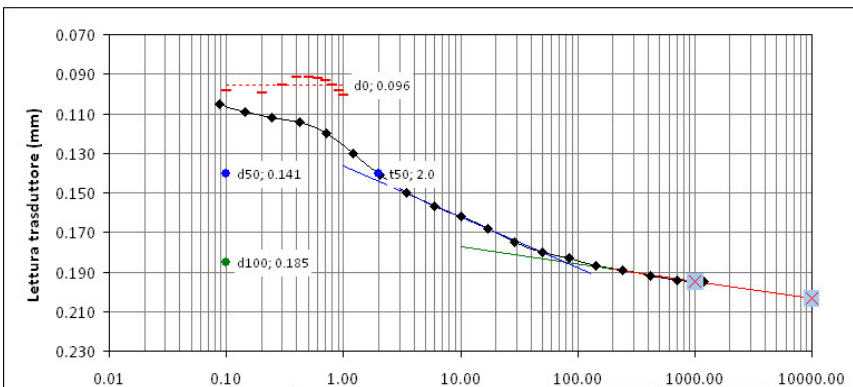
Specifiche di prova: ASTM D2435-96

Rep: 16/046

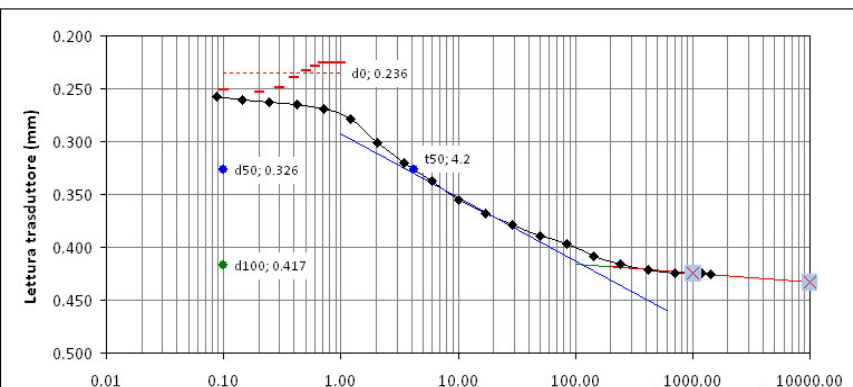
Numero passo 2 - Carico Pressione : 25 kPa Massa : 0.50 kg



Numero passo 3 - Carico Pressione : 50 kPa Massa : 1.00 kg



Numero passo 4 - Carico Pressione : 100 kPa Massa : 2.00 kg



Data emissione: 05/04/16

Certificato n° 865

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

Committente: Parco Valle Lambro

Cantiere: Vasca di laminazione T. Gandaloglio

Località: Oggiono (LC)

Verbale di accettazione n°: 46

Data verbale: 21/03/16

Note:

Sondaggio: S2

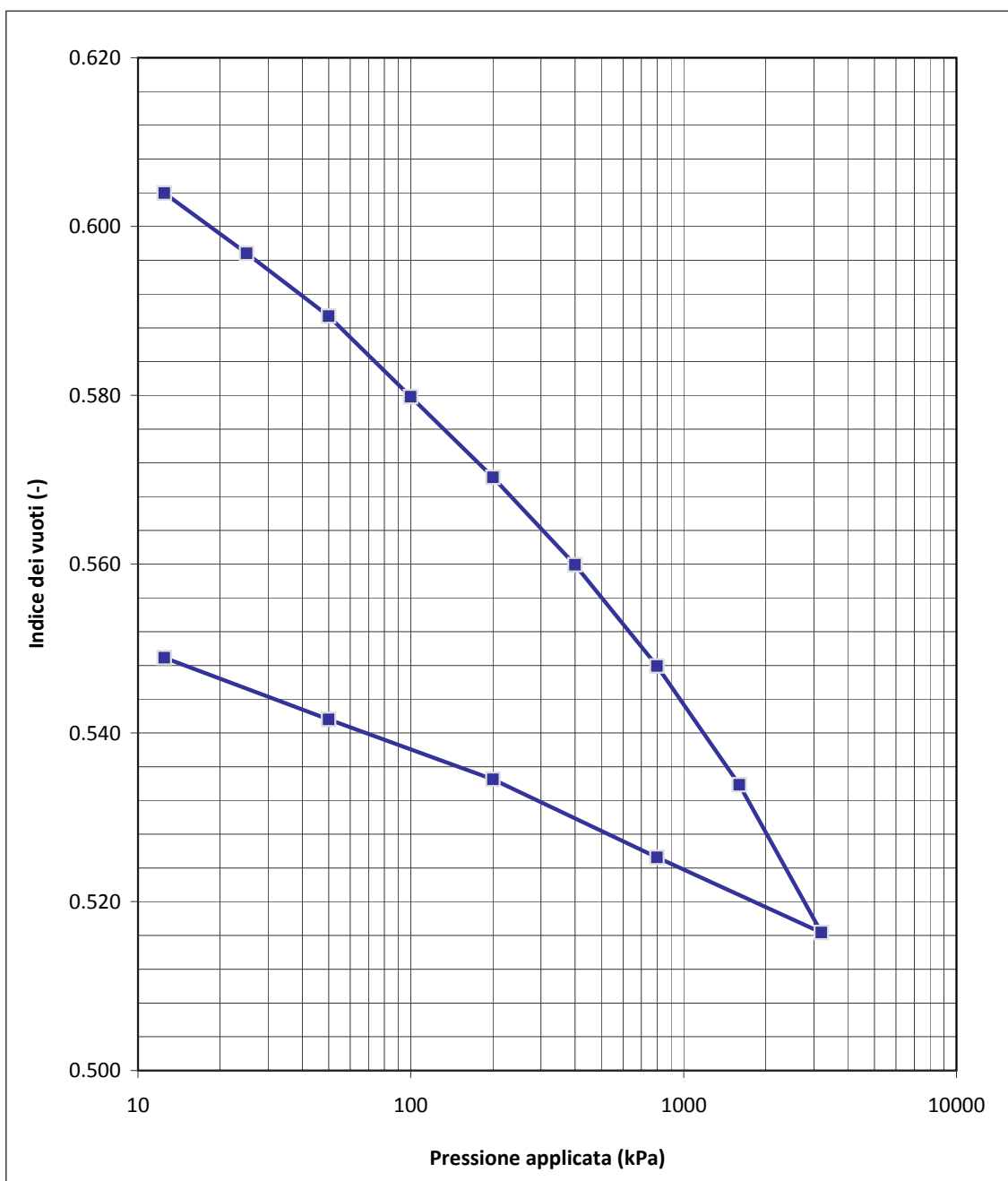
Campione: CI1

Profondità: 5.10-5.60 m

Data esecuzione prova: 21/03-4/04/16

Specifiche di prova: ASTM D2435-96

Rep: 16/046



Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione
di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 05/04/16

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

Certificato n° 865

Committente: Parco Valle Lambro

Cantiere: Vasca di laminazione T. Gandaloglio

Località: Oggiono (LC)

Verbale di accettazione n°: 46

Data verbale: 21/03/16

Note:

Sondaggio: S2

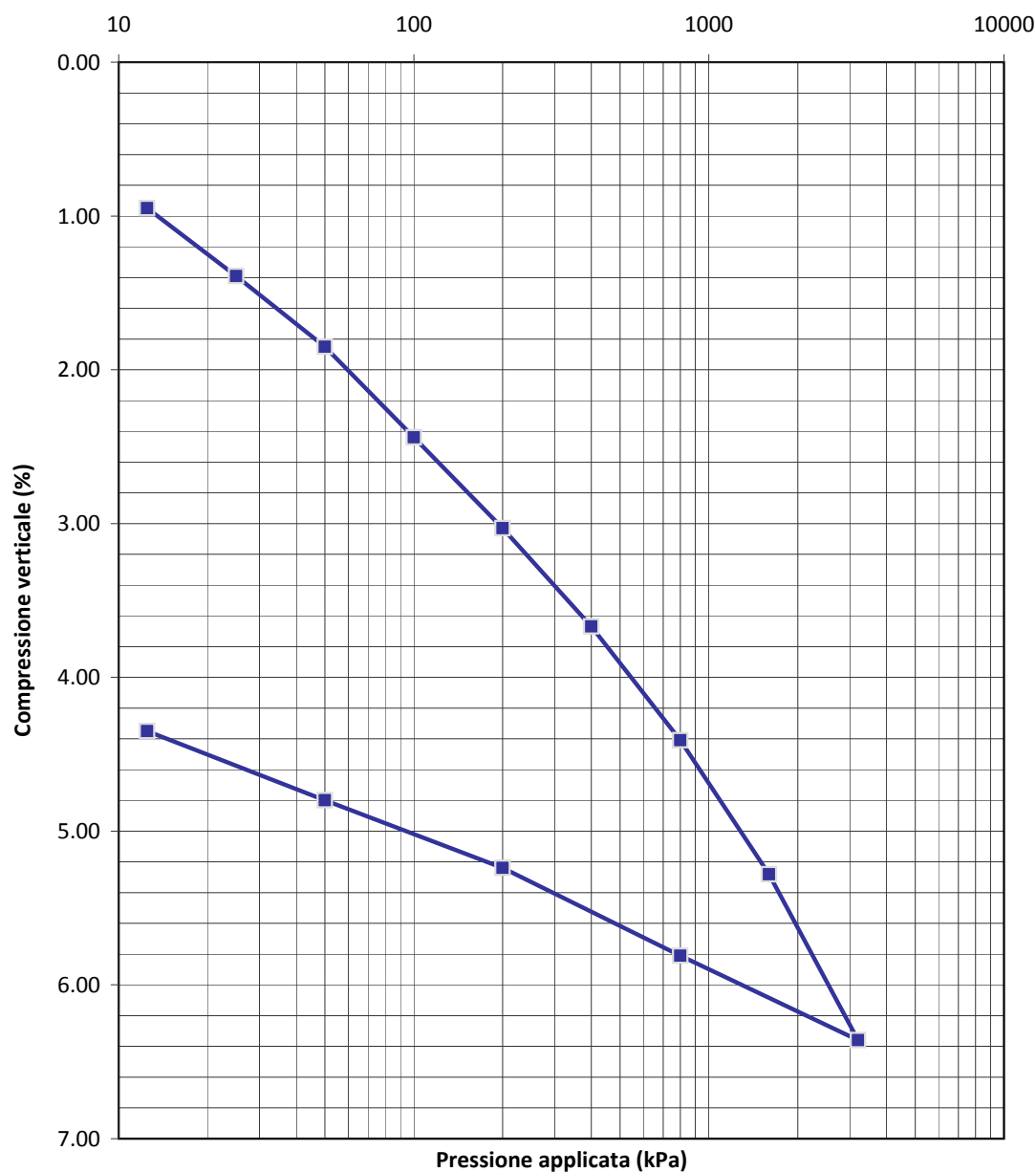
Campione: CI1

Profondità: 5.10-5.60 m

Data esecuzione prova: 21/03-4/04/16

Specifiche di prova: ASTM D2435-96

Rep: 16/046



Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione
di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 05/04/16

Certificato n° 865

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

Committente: Parco Valle Lambro

Cantiere: Vasca di laminazione T. Gandaloglio

Località: Oggiono (LC)

Verbale di accettazione n°: 46

Data verbale: 21/03/16

Note:

Sondaggio: S2

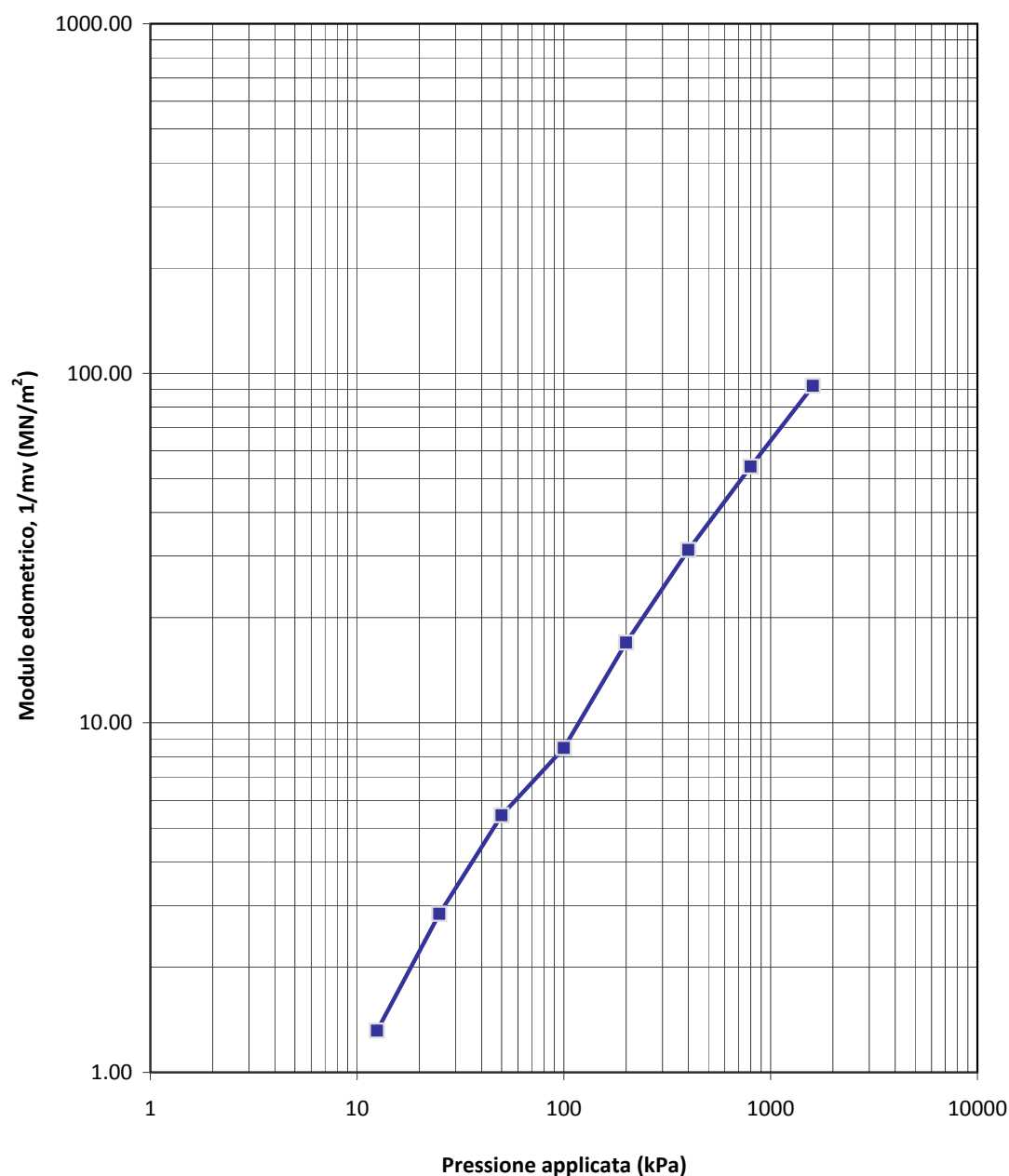
Campione: Cl1

Profondità: 5.10-5.60 m

Data esecuzione prova: 21/03-4/04/16

Specifiche di prova: ASTM D2435-96

Rep: 16/046



Data emissione: 05/04/16

Certificato n° 865

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

Committente: Parco Valle Lambro

Cantiere: Vasca di laminazione T. Gandaloglio

Località: Oggiono (LC)

Verbale di accettazione n°: 46

Data verbale: 21/03/16

Note:

Sondaggio: S2

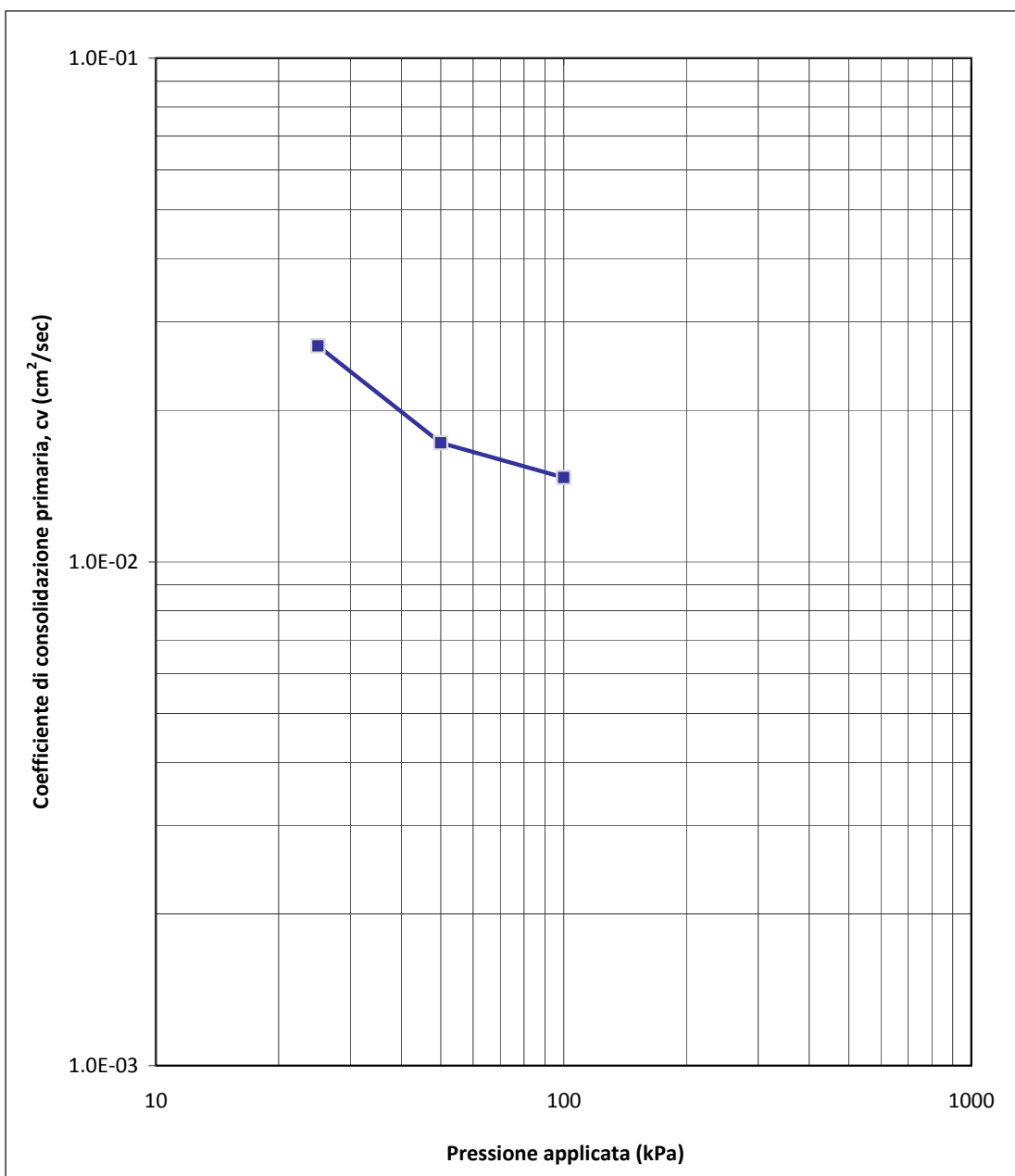
Campione: CI1

Profondità: 5.10-5.60 m

Data esecuzione prova: 21/03-4/04/16

Specifiche di prova: ASTM D2435-96

Rep: 16/046



Data emissione: 05/04/16

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

Certificato n° 865

Committente: Parco Valle Lambro

Cantiere: Vasca di laminazione T. Gandaloglio

Località: Oggiono (LC)

Verbale di accettazione n°: 46

Data verbale: 21/03/16

Note:

Sondaggio: S2

Campione: C11

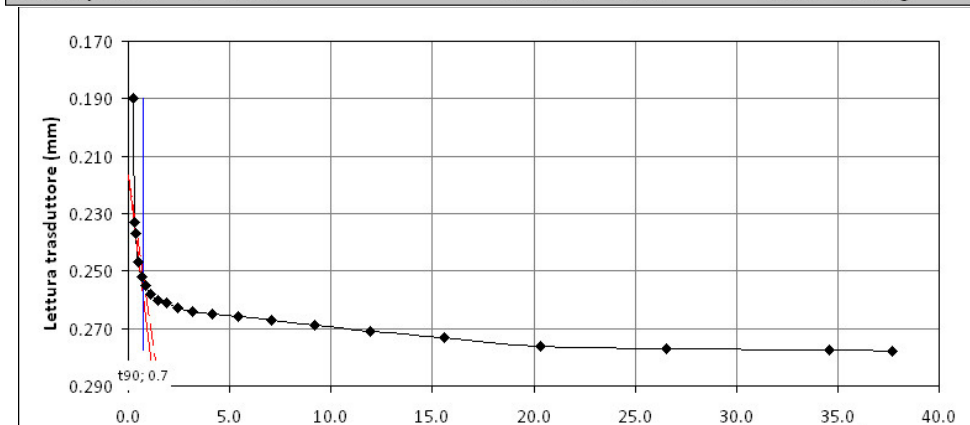
Profondità: 5.10-5.60 m

Data esecuzione prova: 21/03-4/04/16

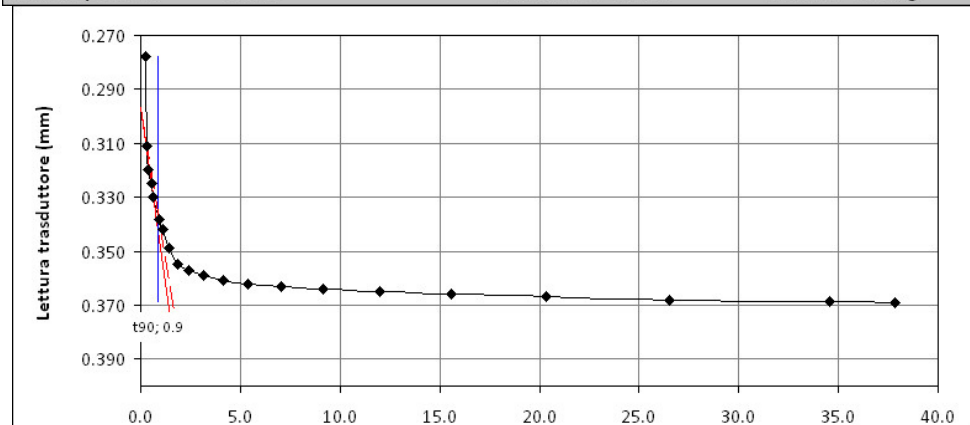
Specifiche di prova: ASTM D2435-96

Rep: 16/046

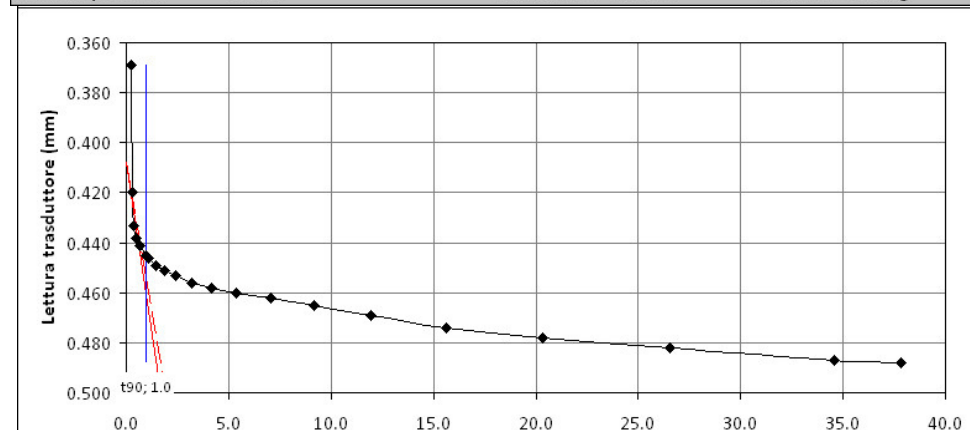
Numero passo 2 - Carico Pressione : 25 kPa Massa : 0.50 kg



Numero passo 3 - Carico Pressione : 50 kPa Massa : 1.00 kg



Numero passo 4 - Carico Pressione : 100 kPa Massa : 2.00 kg



Data emissione: 05/04/16

Certificato n° 853

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

Committente: Parco Valle Lambro

Cantiere: Vasca di laminazione T. Gandaloglio

Località: Oggiono (LC)

Verbale di accettazione n°: 46

Data verbale: 21/03/16

Note:

Sondaggio: S3

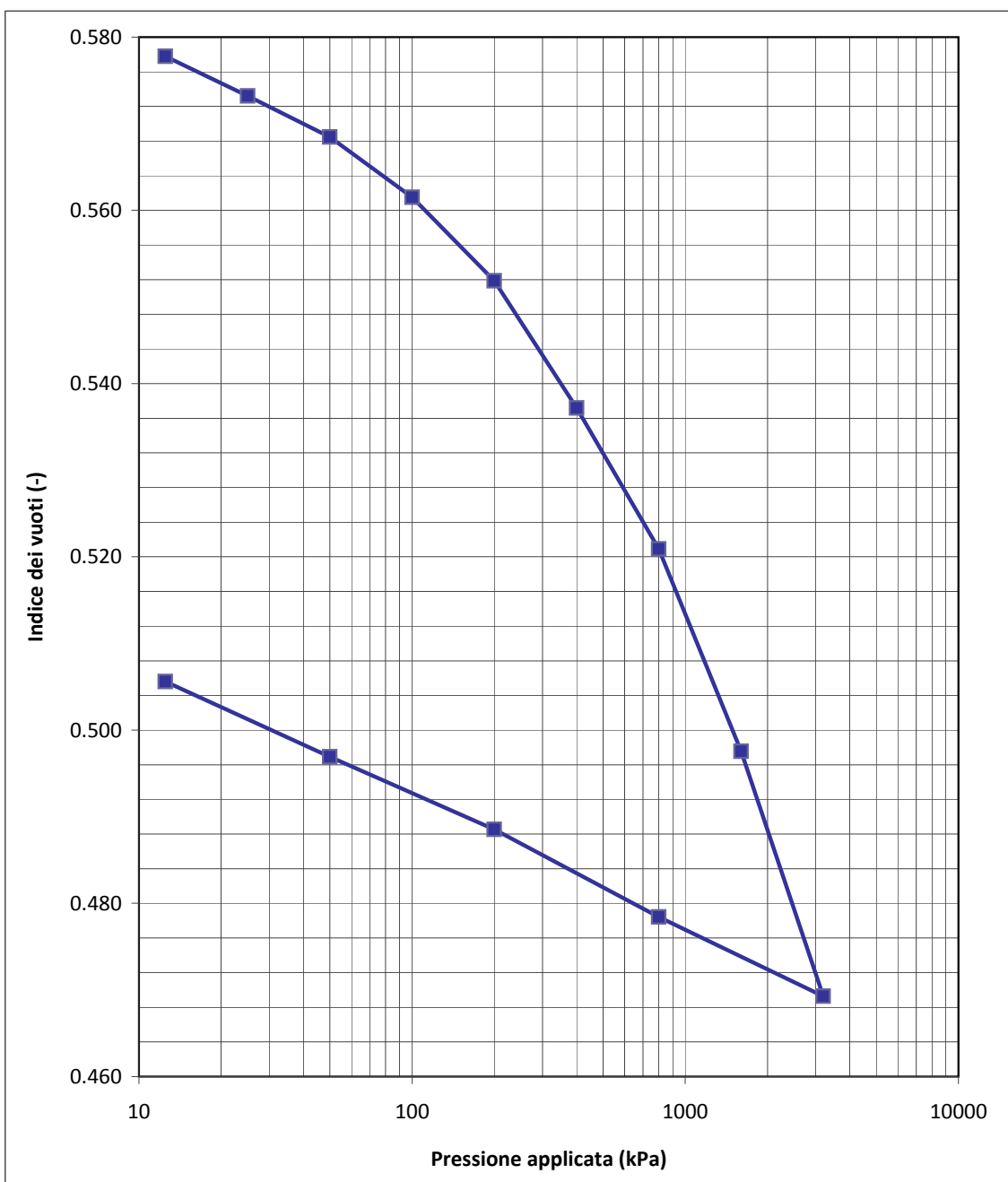
Campione: CI1

Profondità: 6.00-6.70 m

Data esecuzione prova: 21/03-04/04/16

Specifiche di prova: ASTM D2435-96

Rep: 16/046



Data emissione: 05/04/16

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

Certificato n° 853

Committente: Parco Valle Lambro

Cantiere: Vasca di laminazione T. Gandaloglio

Località: Oggiono (LC)

Verbale di accettazione n°: 46

Data verbale: 21/03/16

Note:

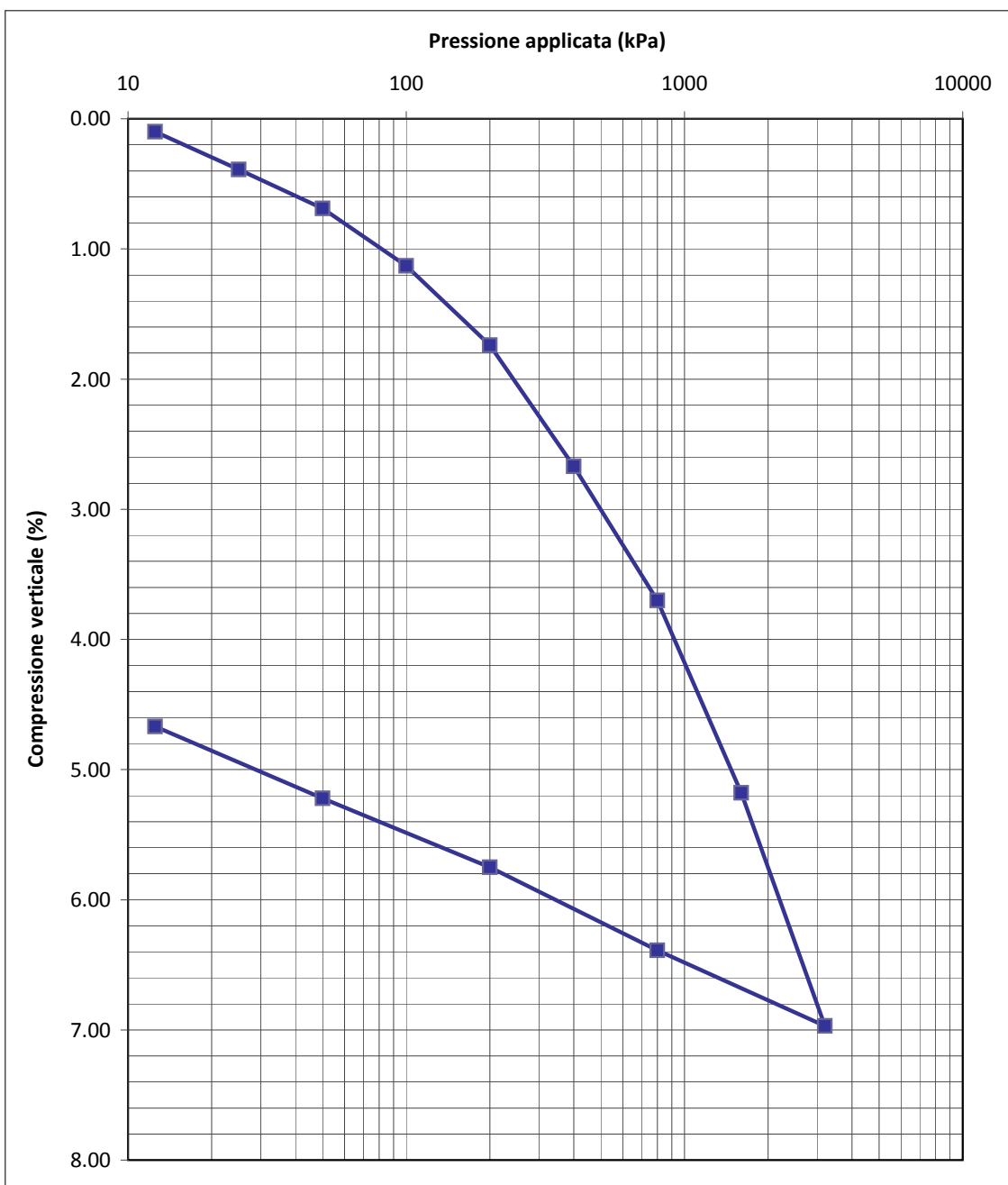
Sondaggio: S3

Campione: CI1

Profondità: 6.00-6.70 m

Data esecuzione prova: 21/03-04/04/16

Specifiche di prova: ASTM D2435-96 Rep:
16/046



Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione
di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 05/04/16

Certificato n° 853

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

Committente: Parco Valle Lambro

Cantiere: Vasca di laminazione T. Gandaloglio

Località: Oggiono (LC)

Verbale di accettazione n°: 46

Data verbale: 21/03/16

Note:

Sondaggio: S3

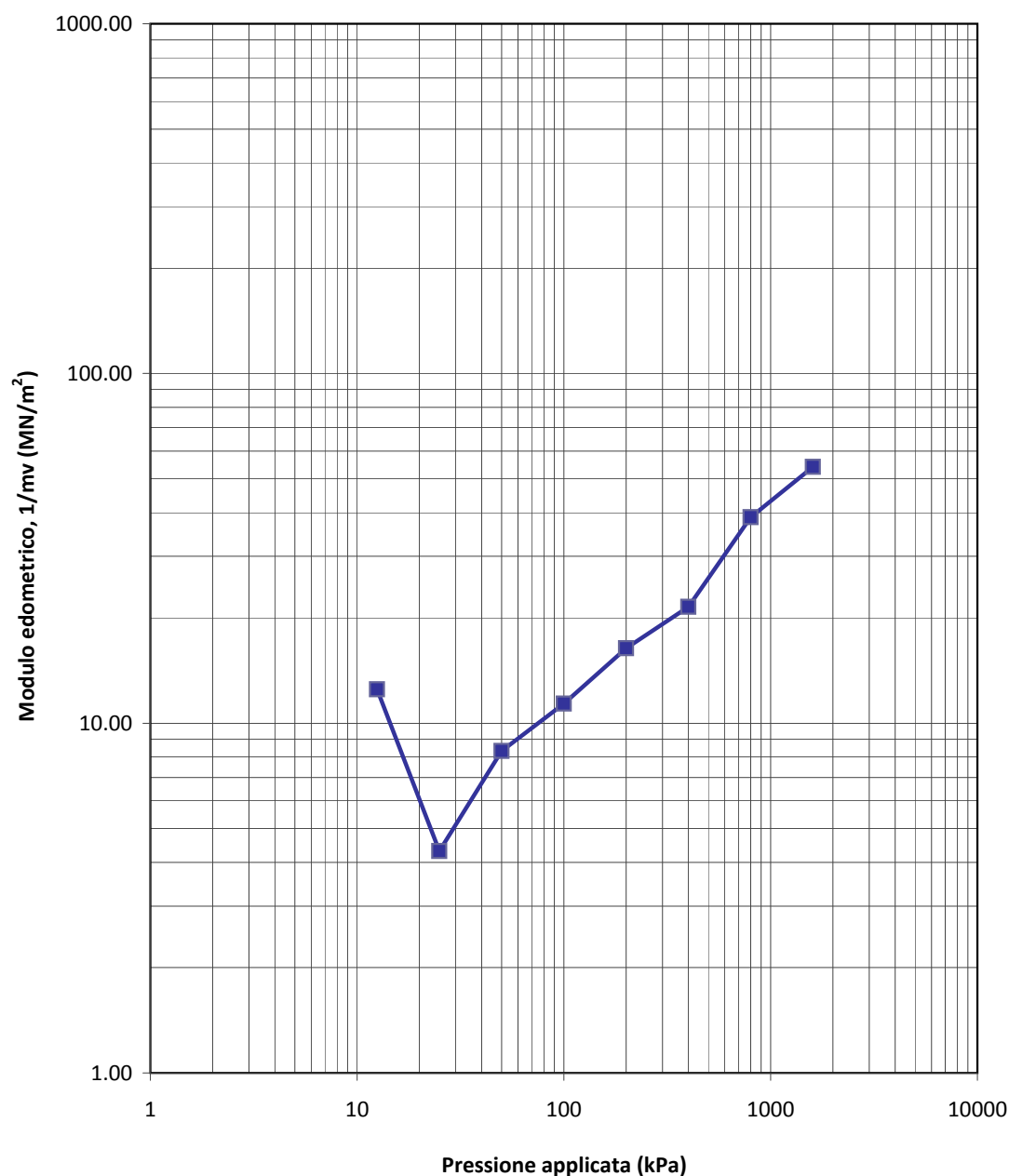
Campione: C11

Profondità: 6.00-6.70 m

Data esecuzione prova: 21/03-04/04/16

Specifiche di prova: ASTM D2435-96

Rep: 16/046



Data emissione: 05/04/16

Certificato n° 853

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

Committente: Parco Valle Lambro

Cantiere: Vasca di laminazione T. Gandaloglio

Località: Oggiono (LC)

Verbale di accettazione n°: 46

Data verbale: 21/03/16

Note:

Sondaggio: S3

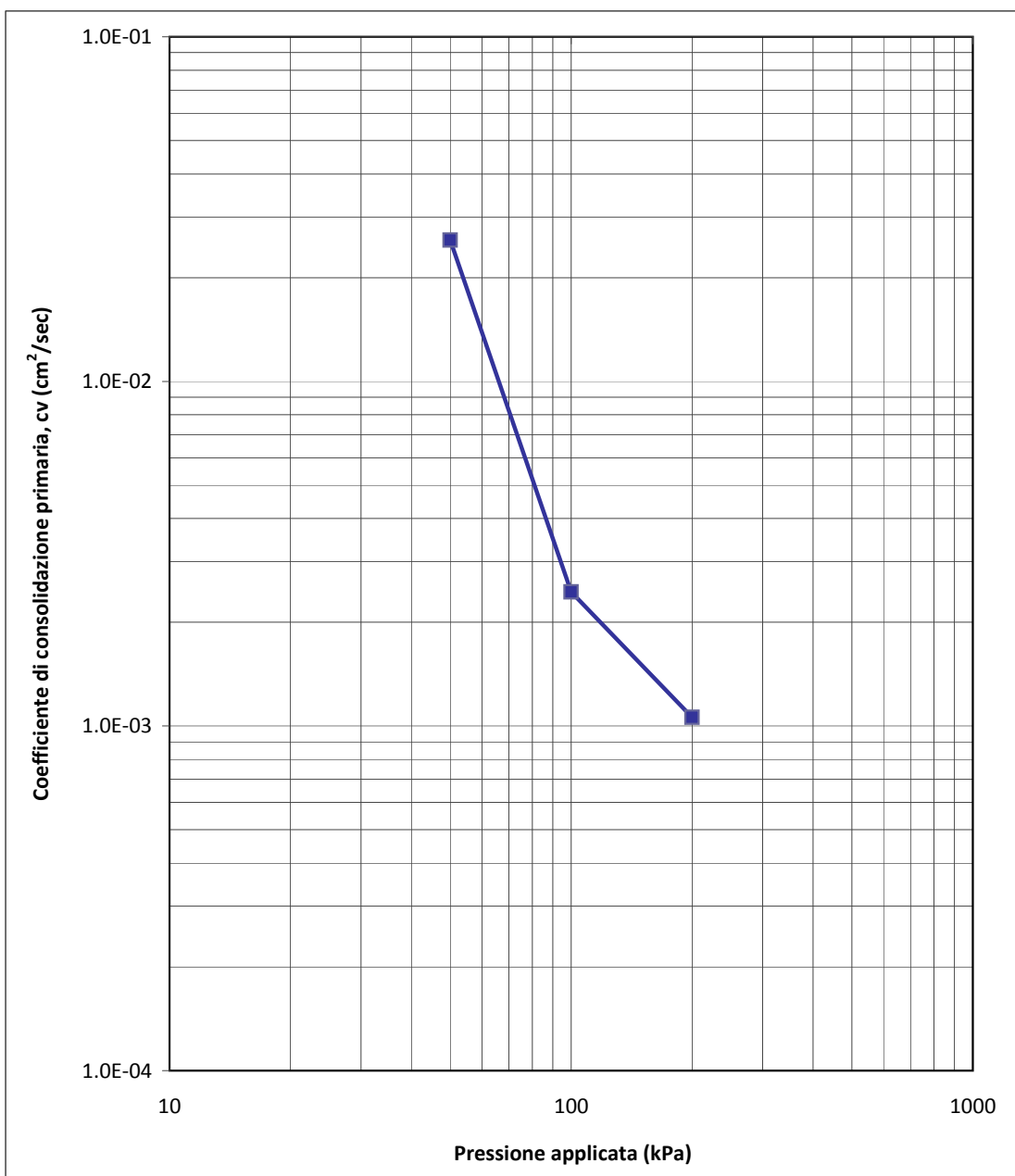
Campione: CI1

Profondità: 6.00-6.70 m

Data esecuzione prova: 21/03-04/04/16

Specifiche di prova: ASTM D2435-96

Rep: 16/046



Data emissione: 05/04/16

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

Certificato n° 853

Committente: Parco Valle Lambro

Cantiere: Vasca di laminazione T. Gandaloglio

Località: Oggiono (LC)

Verbale di accettazione n°: 46

Data verbale: 21/03/16

Note:

Sondaggio: S3

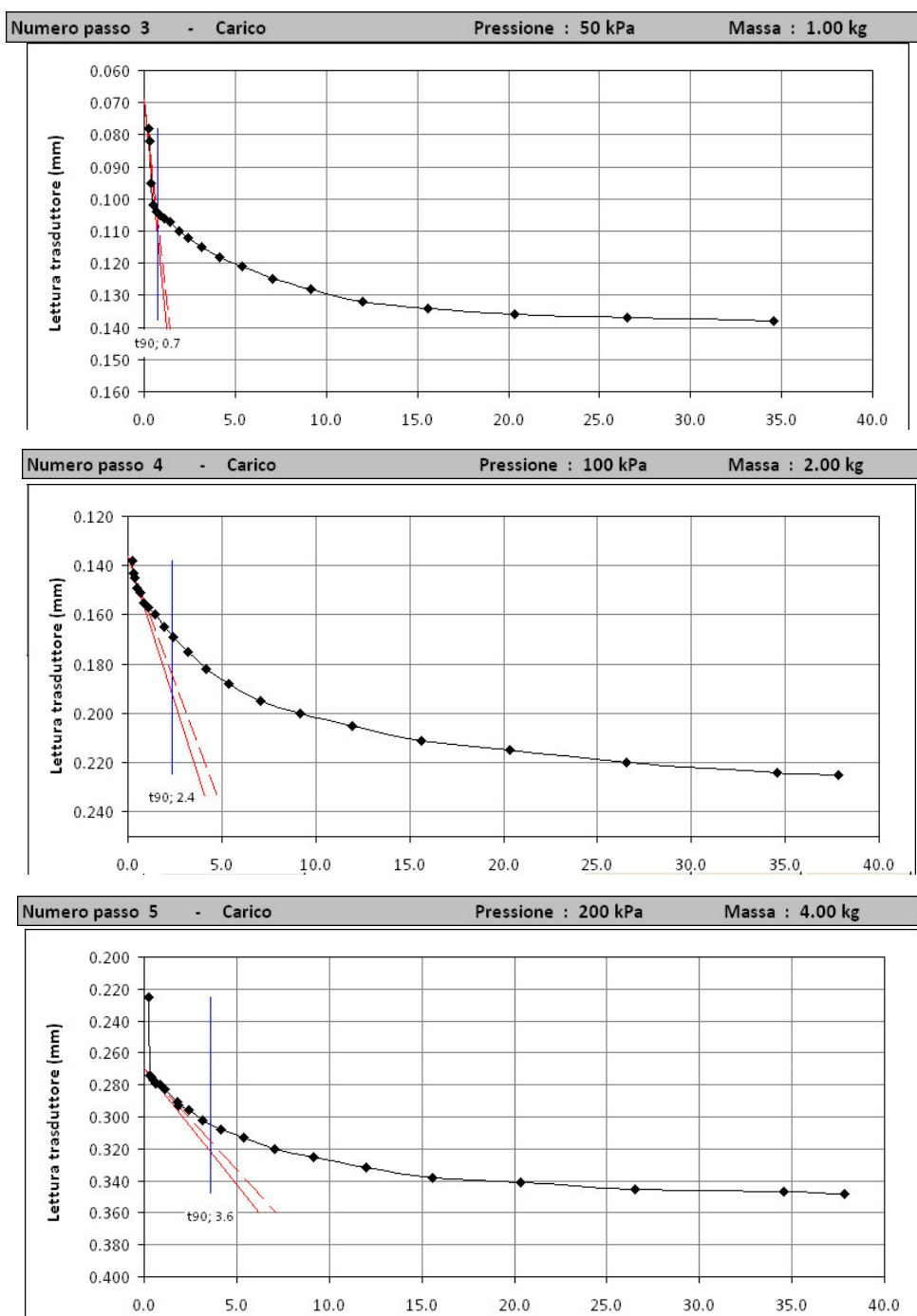
Campione: Cl1

Profondità: 6.00-6.70 m

Data esecuzione prova: 21/03-04/04/16

Specifica di prova: ASTM D2435-96

Rep: 16/046



Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove
su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA

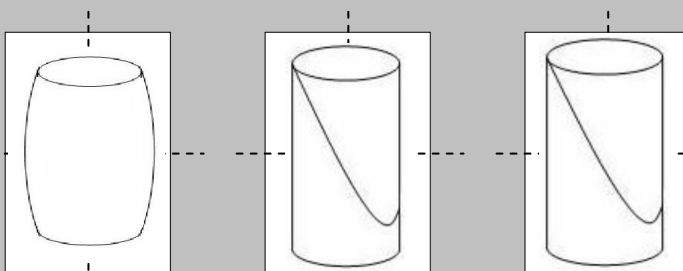
In conformità alla ASTM D 2850

RAPPORTO DI PROVA

Committente	Parco Valle Lambro
Cantiere	Oggiono (LC)
Sondaggio	S1_CI1
Certificato	854 del 05/04/16
Metodo di preparazione	indisturbato
Peso specifico	2.75 (Misurato)

CONDIZIONI INIZIALI	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Campione	1	2	3
Profondità di prelievo (m)	5.30	5.40	5.50
Altezza (mm)	76.20	76.20	76.20
Diametro (mm)	38.10	38.10	38.10
Densità secca (kN/m³)	15.07	15.83	15.59
Indice dei vuoti	0.788	0.702	0.729
Contenuto d'acqua (%)	26.9 ¹	22.3 ²	23.6 ³
Percentuale saturazione	94	87	89

FASE DI ROTTURA			
Velocità di deformazione (%/min)	0.66	0.66	0.66
Condizioni a rottura			
Criterio di Rottura	Massimo sforzo deviatorico		
Deformazione assiale (%)	6.89	3.61	3.58
Resistenza a compressione (kPa)	156.0	162.4	196.7
Correzione per la membrana (kPa)	0.0	0.0	0.0
Sforzo principale minore (kPa)	50	100	150
Sforzo principale maggiore (kPa)	206	262	347

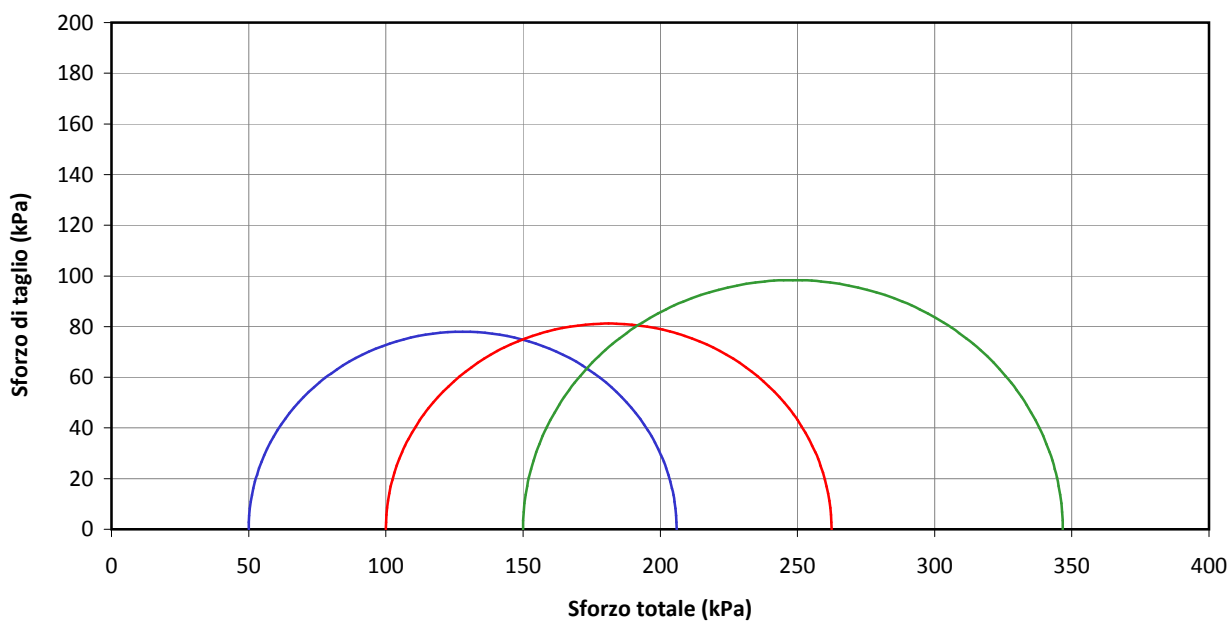
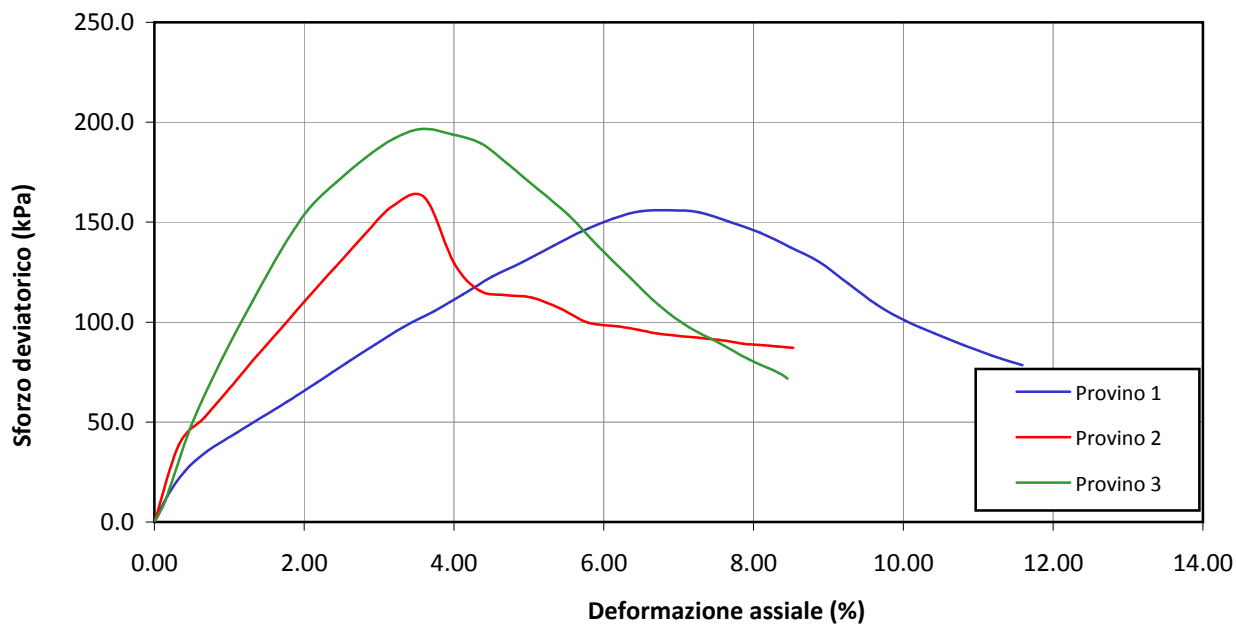
Coesione non drenata (Cu)	IMMAGINI PROVINI A ROTTURA		
Cu= 85.9 Kpa			
¹ Ottenuta da trimming	Provino 1	Provino 2	Provino 3
² Ottenuta da trimming			
³ Ottenuta da trimming			

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA

In conformità alla ASTM D 2850

RAPPORTO DI PROVA

Committente	Parco Valle Lambro	Numero Campione	1, 2, 3
Cantiere	Oggiono (LC)	Profondità provino (m)	5.30, 5.40, 5.50
Sondaggio	S1_C11		



PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA

In conformità alla ASTM D 2850

DATI DI PROVA

PROVINO 1

Pressione in cella (kPa) 50

Dati salvati			Dati calcolati				
Numero di lettura	Deformazione	Carico	Variazione di altezza	Variazione di carico	Deformazione assiale	Area	Sforzo deviatorico
	(mm)	(N)	(mm)	(N)	(%)	(mm ²)	(kPa)
1	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	1140.1	0.0
2	0.13	14.7	0.13	14.7	0.17	1142.0	12.9
3	0.31	28.7	0.31	28.7	0.40	1144.7	25.1
4	0.53	40.3	0.53	40.3	0.69	1148.0	35.1
5	0.83	51.3	0.83	51.3	1.09	1152.7	44.5
6	1.35	69.9	1.35	69.9	1.77	1160.7	60.2
7	1.66	81.5	1.66	81.5	2.18	1165.5	69.9
8	1.95	92.9	1.95	92.9	2.56	1170.0	79.4
9	2.25	104.5	2.25	104.5	2.95	1174.8	89.0
10	2.54	115.3	2.54	115.3	3.33	1179.4	97.8
11	2.85	125.0	2.85	125.0	3.74	1184.4	105.5
12	3.14	135.4	3.14	135.4	4.12	1189.1	113.9
13	3.44	146.7	3.44	146.7	4.51	1194.0	122.9
14	3.75	156.1	3.75	156.1	4.92	1199.1	130.2
15	4.06	166.4	4.06	166.4	5.33	1204.3	138.2
16	4.37	176.5	4.37	176.5	5.73	1209.5	145.9
17	4.67	184.3	4.67	184.3	6.13	1214.5	151.7
18	4.95	189.7	4.95	189.7	6.50	1219.3	155.6
19	5.25	191.0	5.25	191.0	6.89	1224.5	156.0
20	5.55	190.4	5.55	190.4	7.28	1229.7	154.8
21	5.85	185.5	5.85	185.5	7.68	1234.9	150.2
22	6.16	179.5	6.16	179.5	8.08	1240.4	144.7
23	6.47	171.2	6.47	171.2	8.49	1245.9	137.4
24	6.76	162.9	6.76	162.9	8.87	1251.1	130.2
25	7.06	150.0	7.06	150.0	9.27	1256.5	119.4
26	7.35	137.3	7.35	137.3	9.65	1261.8	108.8
27	7.64	127.7	7.64	127.7	10.03	1267.1	100.8
28	7.94	120.0	7.94	120.0	10.42	1272.7	94.3
29	8.23	113.1	8.23	113.1	10.80	1278.1	88.5
30	8.53	106.7	8.53	106.7	11.19	1283.8	83.1
31	8.83	101.1	8.83	101.1	11.59	1289.5	78.4

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove
su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA

In conformità alla ASTM D 2850

DATI DI PROVA

PROVINO 2

Pressione in cella (kPa) 100

Dati salvati			Dati calcolati				
Numero di lettura	Deformazione	Carico	Variazione di altezza	Variazione di carico	Deformazione assiale	Area	Sforzo deviatorico
	(mm)	(N)	(mm)	(N)	(%)	(mm ²)	(kPa)
1	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	1140.1	0.0
2	0.25	44.3	0.25	44.3	0.33	1143.8	38.7
3	0.51	60.2	0.51	60.2	0.67	1147.8	52.4
4	0.77	77.3	0.77	77.3	1.01	1151.7	67.1
5	1.05	96.4	1.05	96.4	1.38	1156.0	83.4
6	1.25	109.7	1.25	109.7	1.64	1159.1	94.6
7	1.53	128.5	1.53	128.5	2.01	1163.5	110.4
8	1.84	149.0	1.84	149.0	2.41	1168.3	127.5
9	2.13	168.1	2.13	168.1	2.80	1172.9	143.3
10	2.43	186.4	2.43	186.4	3.19	1177.6	158.3
11	2.75	192.1	2.75	192.1	3.61	1182.8	162.4
12	3.05	153.4	3.05	153.4	4.00	1187.6	129.2
13	3.31	138.1	3.31	138.1	4.34	1191.9	115.9
14	3.57	135.8	3.57	135.8	4.69	1196.1	113.5
15	3.84	134.8	3.84	134.8	5.04	1200.6	112.3
16	4.13	128.8	4.13	128.8	5.42	1205.4	106.9
17	4.41	120.8	4.41	120.8	5.79	1210.1	99.8
18	4.72	118.9	4.72	118.9	6.19	1215.4	97.8
19	4.93	117.2	4.93	117.2	6.47	1219.0	96.1
20	5.16	115.0	5.16	115.0	6.77	1222.9	94.1
21	5.74	112.3	5.74	112.3	7.53	1233.0	91.1
22	5.99	110.4	5.99	110.4	7.86	1237.4	89.2
23	6.15	109.8	6.15	109.8	8.07	1240.2	88.5
24	6.35	109.2	6.35	109.2	8.33	1243.7	87.8
25	6.50	108.5	6.50	108.5	8.53	1246.4	87.0

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA

In conformità alla ASTM D 2850

DATI DI PROVA

PROVINO 3

Pressione in cella (kPa) 150

Dati salvati			Dati calcolati				
Numero di lettura	Deformazione	Carico	Variazione di altezza	Variazione di carico	Deformazione assiale	Area	Sforzo deviatorico
	(mm)	(N)	(mm)	(N)	(%)	(mm ²)	(kPa)
1	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	1140.1	0.0
2	0.11	12.1	0.11	12.1	0.14	1141.7	10.6
3	0.38	56.2	0.38	56.2	0.50	1145.8	49.0
4	0.69	94.1	0.69	94.1	0.91	1150.5	81.8
5	1.00	127.7	1.00	127.7	1.31	1155.3	110.5
6	1.28	156.8	1.28	156.8	1.68	1159.6	135.2
7	1.56	181.6	1.56	181.6	2.05	1163.9	156.0
8	1.85	198.6	1.85	198.6	2.43	1168.5	170.0
9	2.15	213.8	2.15	213.8	2.82	1173.2	182.2
10	2.44	225.9	2.44	225.9	3.20	1177.8	191.8
11	2.73	232.6	2.73	232.6	3.58	1182.5	196.7
12	3.03	230.3	3.03	230.3	3.98	1187.3	194.0
13	3.32	225.8	3.32	225.8	4.36	1192.0	189.4
14	3.60	214.0	3.60	214.0	4.72	1196.6	178.8
15	3.90	200.2	3.90	200.2	5.12	1201.6	166.6
16	4.21	185.5	4.21	185.5	5.52	1206.8	153.7
17	4.52	167.0	4.52	167.0	5.93	1212.0	137.8
18	4.84	148.9	4.84	148.9	6.35	1217.4	122.3
19	5.14	132.4	5.14	132.4	6.75	1222.6	108.3
20	5.44	119.5	5.44	119.5	7.14	1227.7	97.3
21	5.74	110.5	5.74	110.5	7.53	1233.0	89.6
22	6.05	100.7	6.05	100.7	7.94	1238.4	81.3
23	6.35	92.8	6.35	92.8	8.33	1243.7	74.6
24	6.44	89.4	6.44	89.4	8.45	1245.3	71.8

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA

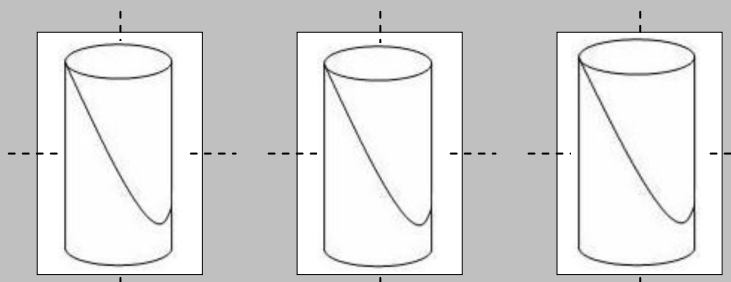
In conformità alla ASTM D 2850

RAPPORTO DI PROVA

Committente	Parco valle Lambro
Cantiere	Oggiono (LC)
Sondaggio	S2_C11
Certificato	860 del 05/04/16
Metodo di preparazione	indisturbato
Peso specifico	2.82 (Misurato)

CONDIZIONI INIZIALI	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Campione	1	2	3
Profondità di prelievo (m)	5.15	5.40	5.50
Altezza (mm)	76.20	76.20	76.20
Diametro (mm)	38.10	38.10	38.10
Densità secca (kN/m³)	15.58	16.20	15.96
Indice dei vuoti	0.774	0.706	0.732
Contenuto d'acqua (%)	24.5 ¹	21.6 ²	24.3 ³
Percentuale saturazione	89	86	94

FASE DI ROTTURA			
Velocità di deformazione (%/min)	0.66	0.66	0.66
Condizioni a rottura			
Criterio di Rottura	Massimo sforzo deviatorico		
Deformazione assiale (%)	3.45	6.51	8.25
Resistenza a compressione (kPa)	215.9	208.3	228.1
Correzione per la membrana (kPa)	0.0	0.0	0.0
Sforzo principale minore (kPa)	50	100	150
Sforzo principale maggiore (kPa)	266	308	378

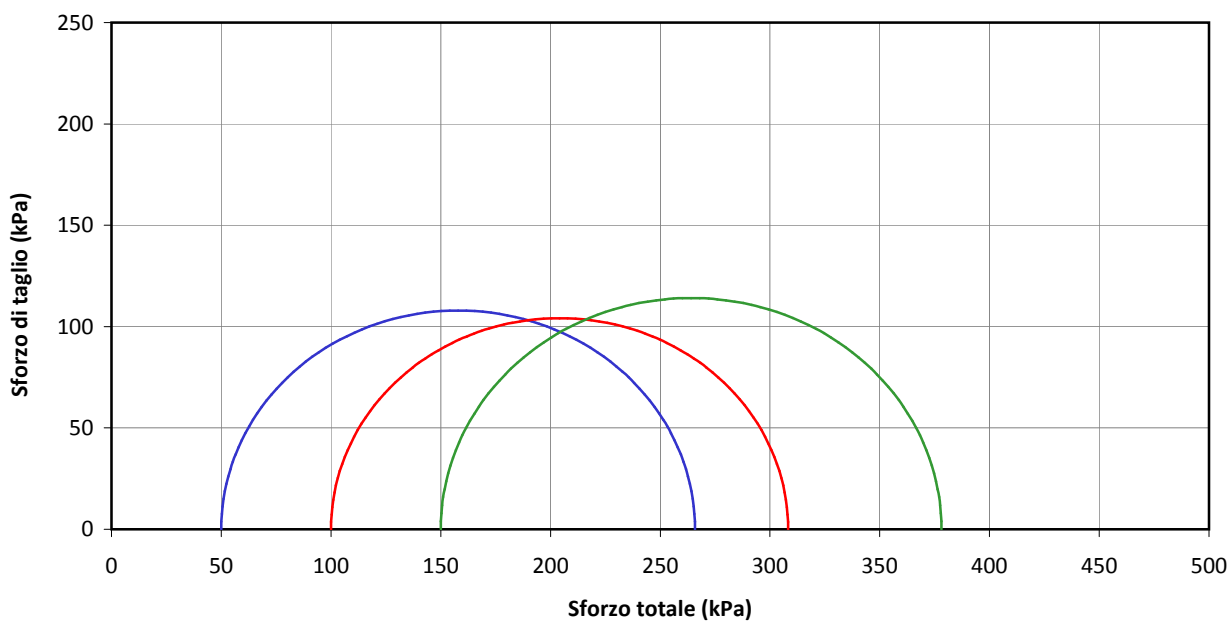
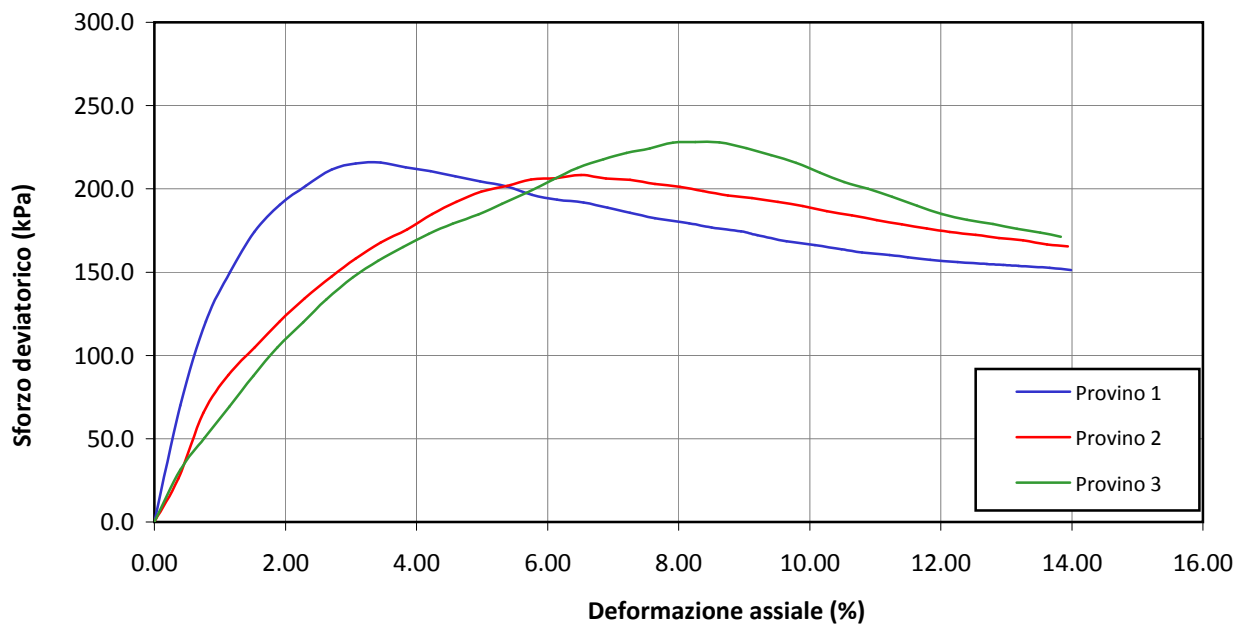
Coesione non drenata (Cu)	IMMAGINI PROVINO A ROTTURA		
Cu = 108.7 Kpa			
¹ Ottenuta da trimming	Provino 1	Provino 2	Provino 3
² Ottenuta da trimming			
³ Ottenuta da trimming			

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA

In conformità alla ASTM D 2850

RAPPORTO DI PROVA

Committente	Parco valle Lambro	Numero Campione	1, 2, 3
Cantiere	Oggiono (LC)	Profondità provino (m)	5.15, 5.40, 5.50
Sondaggio	S2_CI1		



Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove
su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA

In conformità alla ASTM D 2850

DATI DI PROVA

PROVINO 1

Pressione in cella (kPa) 50

Dati salvati			Dati calcolati				
Numero di lettura	Deformazione	Carico	Variazione di altezza	Variazione di carico	Deformazione assiale	Area	Sforzo deviatorico
	(mm)	(N)	(mm)	(N)	(%)	(mm ²)	(kPa)
1	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	1140.1	0.0
2	0.30	80.0	0.30	80.0	0.39	1144.6	69.9
3	0.60	138.5	0.60	138.5	0.79	1149.1	120.5
4	0.88	173.0	0.88	173.0	1.15	1153.4	150.0
5	1.16	201.6	1.16	201.6	1.52	1157.7	174.1
6	1.46	221.4	1.46	221.4	1.92	1162.4	190.5
7	1.76	235.4	1.76	235.4	2.31	1167.0	201.7
8	2.06	247.9	2.06	247.9	2.70	1171.8	211.6
9	2.34	253.1	2.34	253.1	3.07	1176.2	215.2
10	2.63	254.9	2.63	254.9	3.45	1180.8	215.9
11	2.92	252.4	2.92	252.4	3.83	1185.5	212.9
12	3.21	250.8	3.21	250.8	4.21	1190.2	210.7
13	3.50	248.1	3.50	248.1	4.59	1195.0	207.6
14	3.79	245.3	3.79	245.3	4.97	1199.8	204.5
15	4.10	242.6	4.10	242.6	5.38	1204.9	201.3
16	4.39	237.7	4.39	237.7	5.76	1209.8	196.5
17	4.68	235.0	4.68	235.0	6.14	1214.7	193.5
18	4.99	233.9	4.99	233.9	6.55	1220.0	191.7
19	5.27	231.2	5.27	231.2	6.92	1224.8	188.8
20	5.53	228.3	5.53	228.3	7.26	1229.3	185.7
21	5.82	225.1	5.82	225.1	7.64	1234.4	182.4
22	6.22	222.7	6.22	222.7	8.16	1241.4	179.4
23	6.48	220.2	6.48	220.2	8.50	1246.1	176.7
24	6.82	218.5	6.82	218.5	8.95	1252.2	174.5
25	7.01	216.1	7.01	216.1	9.20	1255.6	172.1
26	7.35	212.6	7.35	212.6	9.65	1261.8	168.5
27	7.68	210.9	7.68	210.9	10.08	1267.9	166.3
28	7.99	208.5	7.99	208.5	10.49	1273.6	163.7
29	8.23	206.9	8.23	206.9	10.80	1278.1	161.9
30	8.55	205.8	8.55	205.8	11.22	1284.2	160.3
31	8.76	204.7	8.76	204.7	11.50	1288.2	158.9
32	9.02	203.6	9.02	203.6	11.84	1293.2	157.4
33	9.34	202.8	9.34	202.8	12.26	1299.4	156.1
34	9.68	202.4	9.68	202.4	12.70	1306.0	155.0

*Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove
su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001*

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA

In conformità alla ASTM D 2850

DATI DI PROVA

PROVINO 1	Pressione in cella (kPa)	50
-----------	--------------------------	----

Dati salvati			Dati calcolati				
Numero di lettura	Deformazione	Carico	Variazione di altezza	Variazione di carico	Deformazione assiale	Area	Sforzo deviatorico
	(mm)	(N)	(mm)	(N)	(%)	(mm ²)	(kPa)
35	9.87	202.0	9.87	202.0	12.95	1309.7	154.2
36	10.05	201.9	10.05	201.9	13.19	1313.3	153.7
37	10.41	201.4	10.41	201.4	13.66	1320.5	152.5
38	10.66	200.6	10.66	200.6	13.99	1325.5	151.3

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA

In conformità alla ASTM D 2850

DATI DI PROVA

PROVINO 2

Pressione in cella (kPa) 100

Dati salvati			Dati calcolati				
Numero di lettura	Deformazione	Carico	Variazione di altezza	Variazione di carico	Deformazione assiale	Area	Sforzo deviatorico
	(mm)	(N)	(mm)	(N)	(%)	(mm ²)	(kPa)
1	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	1140.1	0.0
2	0.28	30.0	0.28	30.0	0.37	1144.3	26.2
3	0.57	75.2	0.57	75.2	0.75	1148.7	65.5
4	0.86	101.8	0.86	101.8	1.13	1153.1	88.3
5	1.17	121.6	1.17	121.6	1.54	1157.9	105.0
6	1.46	140.1	1.46	140.1	1.92	1162.4	120.5
7	1.75	156.8	1.75	156.8	2.30	1166.9	134.4
8	2.06	172.8	2.06	172.8	2.70	1171.8	147.5
9	2.34	186.1	2.34	186.1	3.07	1176.2	158.2
10	2.63	198.2	2.63	198.2	3.45	1180.8	167.8
11	2.94	208.3	2.94	208.3	3.86	1185.8	175.7
12	3.23	220.2	3.23	220.2	4.24	1190.6	185.0
13	3.51	229.6	3.51	229.6	4.61	1195.1	192.1
14	3.80	237.9	3.80	237.9	4.99	1199.9	198.3
15	4.10	243.2	4.10	243.2	5.38	1204.9	201.8
16	4.38	248.7	4.38	248.7	5.75	1209.6	205.6
17	4.67	250.8	4.67	250.8	6.13	1214.5	206.5
18	4.96	254.0	4.96	254.0	6.51	1219.5	208.3
19	5.25	252.6	5.25	252.6	6.89	1224.5	206.3
20	5.53	252.6	5.53	252.6	7.26	1229.3	205.5
21	5.82	250.5	5.82	250.5	7.64	1234.4	202.9
22	6.11	249.5	6.11	249.5	8.02	1239.5	201.3
23	6.38	247.2	6.38	247.2	8.37	1244.3	198.7
24	6.67	244.9	6.67	244.9	8.75	1249.5	196.0
25	6.95	244.0	6.95	244.0	9.12	1254.5	194.5
26	7.25	242.2	7.25	242.2	9.51	1260.0	192.2
27	7.54	240.0	7.54	240.0	9.90	1265.3	189.7
28	7.82	237.2	7.82	237.2	10.26	1270.5	186.7
29	8.11	235.0	8.11	235.0	10.64	1275.9	184.2
30	8.40	232.3	8.40	232.3	11.02	1281.3	181.3
31	8.69	230.0	8.69	230.0	11.40	1286.8	178.7
32	8.98	227.7	8.98	227.7	11.78	1292.4	176.2
33	9.25	225.9	9.25	225.9	12.14	1297.6	174.1
34	9.55	224.6	9.55	224.6	12.53	1303.5	172.3

*Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove
su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001*

In conformità alla ASTM D 2850

DATI DI PROVA

PROVINO 2

Pressione in cella (kPa)	100
--------------------------	-----

Dati salvati			Dati calcolati				
Numero di lettura	Deformazione	Carico	Variazione di altezza	Variazione di carico	Deformazione assiale	Area	Sforzo deviatorico
	(mm)	(N)	(mm)	(N)	(%)	(mm ²)	(kPa)
35	9.82	223.2	9.82	223.2	12.89	1308.8	170.5
36	10.10	222.3	10.10	222.3	13.25	1314.3	169.1
37	10.38	220.0	10.38	220.0	13.62	1319.9	166.7
38	10.62	219.1	10.62	219.1	13.94	1324.7	165.4

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA

In conformità alla ASTM D 2850

DATI DI PROVA

PROVINO 3

Pressione in cella (kPa) 150

Dati salvati			Dati calcolati				
Numero di lettura	Deformazione	Carico	Variazione di altezza	Variazione di carico	Deformazione assiale	Area	Sforzo deviatorico
	(mm)	(N)	(mm)	(N)	(%)	(mm ²)	(kPa)
1	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	1140.1	0.0
2	0.30	35.9	0.30	35.9	0.39	1144.6	31.4
3	0.58	57.8	0.58	57.8	0.76	1148.8	50.3
4	0.87	79.8	0.87	79.8	1.14	1153.3	69.2
5	1.15	101.4	1.15	101.4	1.51	1157.6	87.6
6	1.43	121.6	1.43	121.6	1.88	1161.9	104.7
7	1.73	140.0	1.73	140.0	2.27	1166.6	120.0
8	2.00	156.4	2.00	156.4	2.62	1170.8	133.6
9	2.31	172.8	2.31	172.8	3.03	1175.7	147.0
10	2.60	185.0	2.60	185.0	3.41	1180.4	156.7
11	2.89	195.7	2.89	195.7	3.79	1185.0	165.1
12	3.19	205.8	3.19	205.8	4.19	1189.9	173.0
13	3.47	213.9	3.47	213.9	4.55	1194.5	179.1
14	3.77	221.5	3.77	221.5	4.95	1199.4	184.7
15	4.04	229.9	4.04	229.9	5.30	1203.9	191.0
16	4.34	239.3	4.34	239.3	5.70	1208.9	197.9
17	4.63	249.4	4.63	249.4	6.08	1213.8	205.5
18	4.92	259.1	4.92	259.1	6.46	1218.8	212.6
19	5.22	266.4	5.22	266.4	6.85	1223.9	217.7
20	5.49	272.3	5.49	272.3	7.20	1228.6	221.6
21	5.76	276.6	5.76	276.6	7.56	1233.3	224.3
22	6.03	281.9	6.03	281.9	7.91	1238.1	227.7
23	6.29	283.5	6.29	283.5	8.25	1242.7	228.1
24	6.57	284.5	6.57	284.5	8.62	1247.7	228.0
25	6.88	281.4	6.88	281.4	9.03	1253.2	224.5
26	7.17	277.1	7.17	277.1	9.41	1258.5	220.2
27	7.46	272.4	7.46	272.4	9.79	1263.8	215.5
28	7.74	266.1	7.74	266.1	10.16	1269.0	209.7
29	8.02	260.0	8.02	260.0	10.52	1274.2	204.0
30	8.30	256.0	8.30	256.0	10.89	1279.5	200.1
31	8.58	250.8	8.58	250.8	11.26	1284.8	195.2
32	8.87	244.9	8.87	244.9	11.64	1290.3	189.8
33	9.16	239.7	9.16	239.7	12.02	1295.9	185.0
34	9.45	236.0	9.45	236.0	12.40	1301.5	181.3

*Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove
su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001*

In conformità alla ASTM D 2850

DATI DI PROVA

Pressione in cella (kPa)	150
--------------------------	-----

Dati salvati			Dati calcolati				
Numero di lettura	Deformazione	Carico	Variazione di altezza	Variazione di carico	Deformazione assiale	Area	Sforzo deviatorico
	(mm)	(N)	(mm)	(N)	(%)	(mm ²)	(kPa)
35	9.75	233.9	9.75	233.9	12.80	1307.4	178.9
36	10.03	231.2	10.03	231.2	13.16	1312.9	176.1
37	10.30	229.1	10.30	229.1	13.52	1318.3	173.8
38	10.54	226.5	10.54	226.5	13.83	1323.1	171.2

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove
su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA

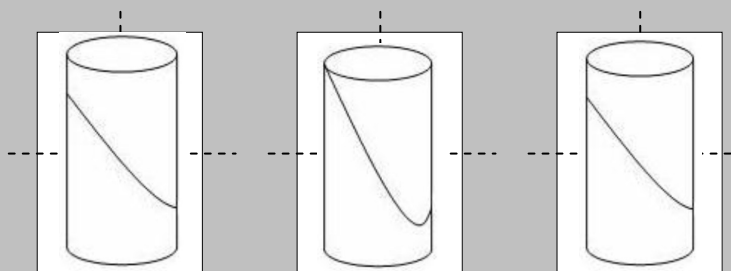
In conformità alla ASTM D 2850

RAPPORTO DI PROVA

Committente	Parco valle Lambro
Cantiere	Oggiono (LC)
Sondaggio	S3_C11
Certificato	866 del 05/04/16
Metodo di preparazione	indisturbato
Peso specifico	2.74 (Misurato)

CONDIZIONI INIZIALI	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Campione	1	2	3
Profondità di prelievo (m)	6.30	6.40	6.50
Altezza (mm)	76.20	76.20	76.20
Diametro (mm)	38.10	38.10	38.10
Densità secca (kN/m³)	16.44	16.39	16.66
Indice dei vuoti	0.633	0.638	0.612
Contenuto d'acqua (%)	20.4 ¹	20.3 ²	19.7 ³
Percentuale saturazione	88	87	88

FASE DI ROTTURA			
Velocità di deformazione (%/min)	0.66	0.66	0.66
Condizioni a rottura			
Criterio di Rottura	Massimo sforzo deviatorico		
Deformazione assiale (%)	7.15	3.83	4.12
Resistenza a compressione (kPa)	223.1	260.5	254.8
Correzione per la membrana (kPa)	0.0	0.0	0.0
Sforzo principale minore (kPa)	50	100	150
Sforzo principale maggiore (kPa)	273	360	405

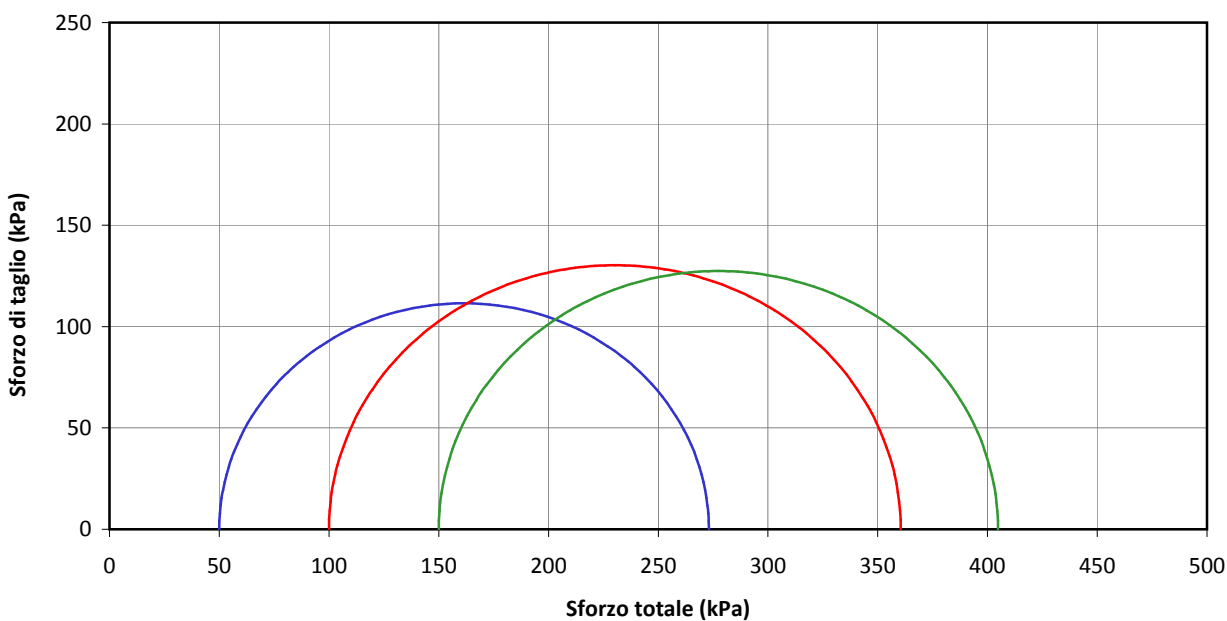
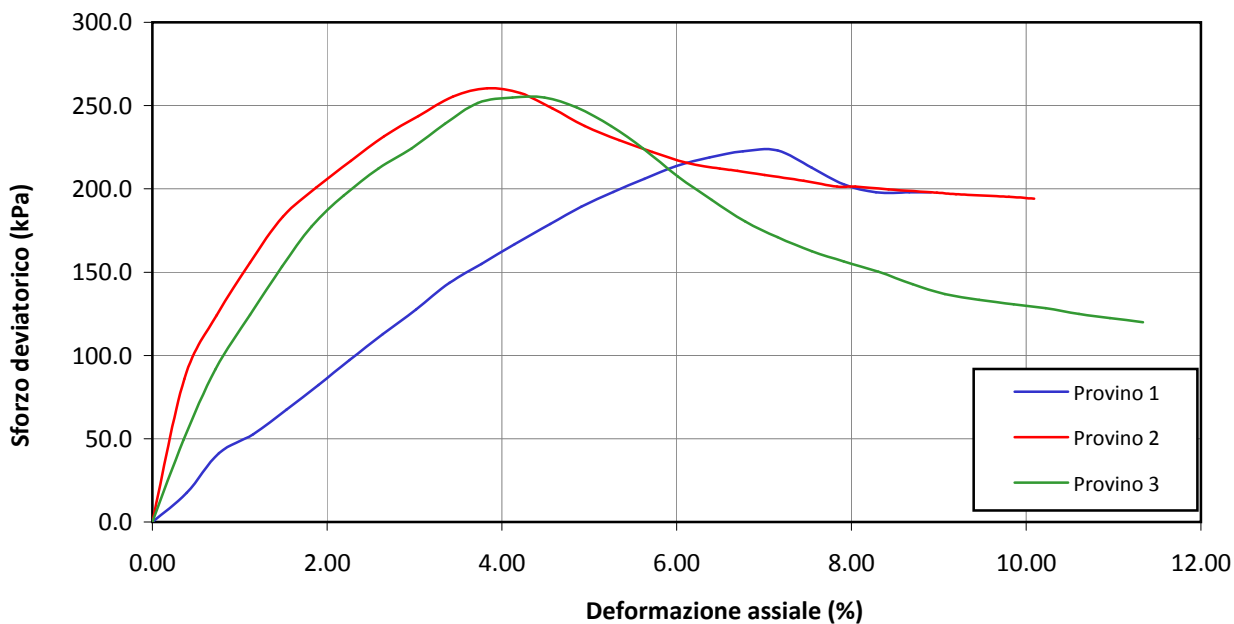
Coesione non drenata (Cu)	IMMAGINI PROVINO A ROTTURA		
Cu= 123.0 Kpa			
¹ Ottenuta da trimming	Provino 1	Provino 2	Provino 3
² Ottenuta da trimming			
³ Ottenuta da trimming			

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA

In conformità alla ASTM D 2850

RAPPORTO DI PROVA

Committente	Parco valle Lambro	Numero Campione	1, 2, 3
Cantiere	Oggiono (LC)	Profondità provino (m)	6.30, 6.40, 6.50
Sondaggio	S3_C11		



Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove
su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA

In conformità alla ASTM D 2850

DATI DI PROVA

PROVINO 1

Pressione in cella (kPa) 50

Dati salvati			Dati calcolati				
Numero di lettura	Deformazione	Carico	Variazione di altezza	Variazione di carico	Deformazione assiale	Area	Sforzo deviatorico
	(mm)	(N)	(mm)	(N)	(%)	(mm ²)	(kPa)
1	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	1140.1	0.0
2	0.30	20.0	0.30	20.0	0.39	1144.6	17.5
3	0.58	47.5	0.58	47.5	0.76	1148.8	41.3
4	0.88	60.8	0.88	60.8	1.15	1153.4	52.7
5	1.17	78.2	1.17	78.2	1.54	1157.9	67.5
6	1.45	95.6	1.45	95.6	1.90	1162.2	82.3
7	1.72	113.4	1.72	113.4	2.26	1166.4	97.2
8	2.01	132.2	2.01	132.2	2.64	1171.0	112.9
9	2.30	150.0	2.30	150.0	3.02	1175.6	127.6
10	2.59	169.5	2.59	169.5	3.40	1180.2	143.6
11	2.87	183.4	2.87	183.4	3.77	1184.7	154.8
12	3.16	198.4	3.16	198.4	4.15	1189.4	166.8
13	3.47	213.7	3.47	213.7	4.55	1194.5	178.9
14	3.74	226.9	3.74	226.9	4.91	1198.9	189.3
15	4.02	238.4	4.02	238.4	5.28	1203.6	198.1
16	4.29	248.9	4.29	248.9	5.63	1208.1	206.0
17	4.57	259.3	4.57	259.3	6.00	1212.8	213.8
18	4.86	266.6	4.86	266.6	6.38	1217.8	218.9
19	5.15	272.2	5.15	272.2	6.76	1222.7	222.6
20	5.45	273.9	5.45	273.9	7.15	1227.9	223.1
21	5.75	262.4	5.75	262.4	7.55	1233.1	212.8
22	6.03	251.0	6.03	251.0	7.91	1238.1	202.7
23	6.31	246.1	6.31	246.1	8.28	1243.0	198.0
24	6.60	247.1	6.60	247.1	8.66	1248.2	198.0
25	6.79	247.8	6.79	247.8	8.91	1251.6	198.0

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA

In conformità alla ASTM D 2850

DATI DI PROVA

PROVINO 2

Pressione in cella (kPa) 100

Dati salvati			Dati calcolati				
Numero di lettura	Deformazione	Carico	Variazione di altezza	Variazione di carico	Deformazione assiale	Area	Sforzo deviatorico
	(mm)	(N)	(mm)	(N)	(%)	(mm ²)	(kPa)
1	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	1140.1	0.0
2	0.28	98.2	0.28	98.2	0.37	1144.3	85.8
3	0.56	142.5	0.56	142.5	0.73	1148.5	124.1
4	0.85	179.4	0.85	179.4	1.12	1153.0	155.6
5	1.14	212.1	1.14	212.1	1.50	1157.4	183.3
6	1.43	233.4	1.43	233.4	1.88	1161.9	200.9
7	1.73	252.9	1.73	252.9	2.27	1166.6	216.8
8	2.02	271.3	2.02	271.3	2.65	1171.1	231.7
9	2.32	286.6	2.32	286.6	3.04	1175.9	243.7
10	2.62	301.6	2.62	301.6	3.44	1180.7	255.4
11	2.92	308.8	2.92	308.8	3.83	1185.5	260.5
12	3.21	306.5	3.21	306.5	4.21	1190.2	257.5
13	3.49	296.7	3.49	296.7	4.58	1194.8	248.3
14	3.77	285.1	3.77	285.1	4.95	1199.4	237.7
15	4.07	276.1	4.07	276.1	5.34	1204.4	229.2
16	4.36	268.7	4.36	268.7	5.72	1209.3	222.2
17	4.66	261.8	4.66	261.8	6.12	1214.4	215.6
18	4.95	258.7	4.95	258.7	6.50	1219.3	212.2
19	5.10	257.6	5.10	257.6	6.69	1221.9	210.8
20	5.34	255.5	5.34	255.5	7.01	1226.0	208.4
21	5.68	252.3	5.68	252.3	7.45	1231.9	204.8
22	5.97	249.2	5.97	249.2	7.83	1237.0	201.5
23	6.13	249.6	6.13	249.6	8.04	1239.8	201.3
24	6.42	248.5	6.42	248.5	8.43	1245.0	199.6
25	6.84	247.6	6.84	247.6	8.98	1252.5	197.7
26	7.01	247.2	7.01	247.2	9.20	1255.6	196.9
27	7.47	246.8	7.47	246.8	9.80	1264.0	195.3
28	7.69	246.2	7.69	246.2	10.09	1268.1	194.2

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove
su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA

In conformità alla ASTM D 2850

DATI DI PROVA


PROVINO 3


Pressione in cella (kPa) 150


Dati salvati			Dati calcolati				
Numero di lettura	Deformazione	Carico	Variazione di altezza	Variazione di carico	Deformazione assiale	Area	Sforzo deviatorico
	(mm)	(N)	(mm)	(N)	(%)	(mm ²)	(kPa)
1	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	1140.1	0.0
2	0.27	56.2	0.27	56.2	0.35	1144.1	49.1
3	0.55	105.2	0.55	105.2	0.72	1148.4	91.6
4	0.85	143.4	0.85	143.4	1.12	1153.0	124.4
5	1.13	177.4	1.13	177.4	1.48	1157.3	153.3
6	1.39	206.3	1.39	206.3	1.82	1161.3	177.6
7	1.67	228.5	1.67	228.5	2.19	1165.6	196.0
8	1.97	248.3	1.97	248.3	2.59	1170.3	212.2
9	2.26	263.6	2.26	263.6	2.97	1174.9	224.4
10	2.55	282.0	2.55	282.0	3.35	1179.6	239.1
11	2.84	298.0	2.84	298.0	3.73	1184.2	251.6
12	3.14	303.0	3.14	303.0	4.12	1189.1	254.8
13	3.42	304.1	3.42	304.1	4.49	1193.7	254.8
14	3.70	298.3	3.70	298.3	4.86	1198.3	248.9
15	4.00	286.1	4.00	286.1	5.25	1203.3	237.8
16	4.28	270.8	4.28	270.8	5.62	1207.9	224.2
17	4.58	251.8	4.58	251.8	6.01	1213.0	207.6
18	4.88	235.4	4.88	235.4	6.40	1218.1	193.3
19	5.17	220.7	5.17	220.7	6.78	1223.1	180.4
20	5.45	210.0	5.45	210.0	7.15	1227.9	171.0
21	5.75	200.6	5.75	200.6	7.55	1233.1	162.7
22	6.03	193.7	6.03	193.7	7.91	1238.1	156.5
23	6.33	186.9	6.33	186.9	8.31	1243.4	150.3
24	6.63	178.4	6.63	178.4	8.70	1248.7	142.9
25	6.91	171.6	6.91	171.6	9.07	1253.8	136.9
26	7.21	167.9	7.21	167.9	9.46	1259.2	133.3
27	7.51	165.2	7.51	165.2	9.86	1264.7	130.6
28	7.79	163.1	7.79	163.1	10.22	1269.9	128.4
29	8.08	159.4	8.08	159.4	10.60	1275.3	125.0
30	8.35	156.8	8.35	156.8	10.96	1280.4	122.5
31	8.64	154.1	8.64	154.1	11.34	1285.9	119.8

ALLEGATO E

CPT

Commissa: co05-16		Data: 22/03/2016				
<div><div></div><div>PROVA PENETROMETRICA STATICA N. 1</div></div>						
DATI GENERALI						
Cliente: Parco Regionale Valle Lambro		Comune: Oggiono				
Committente: Parco Regionale Valle Lambro		Opera: Vasca di laminazione torrente Gandaloglio				
UBICAZIONE						
Ubicazione: Maneggio La Poncia		Pianta:				
Quota: 264.5m slm						
Quota falda:						
CARATTERISTICHE ATTREZZATURA						
PENETROMETRO PAGANI TG 63-200						
Ø punta conica: 36 mm		Operatore: Dott. A. Velicogna				
Angolo apertura: 60 °						
Area punta: 10 cm2						
Velocità avanzam: 2 cm/sec						
Costante trasform: 10						
MISURE						
Profondita'	PP	PI	Qc	Fs	Rapporto Qc/Fs	Materiale
(m)	(kg/cm2)	(kg/10)	(Mpa)	(Mpa)		
0.2	18	27	1.78	0.06	30	limi sabbiosi e sabbie limose
0.4	14	26	1.39	0.08	18	argille e limi argillosi
0.6	14	22	1.39	0.05	27	argille e limi argillosi
0.8	5	10	0.50	0.03	15	argille e limi argillosi
1	3	5	0.31	0.01	24	argille e limi argillosi
1.2	3	8	0.31	0.03	9	torbe e argille organiche
1.4	8	13	0.80	0.03	24	argille e limi argillosi
1.6	11	18	1.09	0.05	24	argille e limi argillosi
1.8	19	28	1.89	0.06	32	limi sabbiosi e sabbie limose
2	8	28	0.81	0.13	6	torbe e argille organiche
2.2	22	26	2.18	0.03	84	sabbie e sabbie con ghiaia
2.4	23	37	2.28	0.09	25	argille e limi argillosi
2.6	24	45	2.38	0.14	17	argille e limi argillosi
2.8	37	53	3.67	0.10	35	limi sabbiosi e sabbie limose
3	22	50	2.20	0.18	12	torbe e argille organiche
3.2	40	58	3.96	0.12	34	limi sabbiosi e sabbie limose
3.4	66	70	6.51	0.03	249	sabbie e sabbie con ghiaia
3.6	5	58	0.53	0.35	2	torbe e argille organiche
3.8	9	29	0.94	0.13	7	torbe e argille organiche
4	5	24	0.54	0.12	4	torbe e argille organiche
4.2	90	101	8.88	0.07	123	sabbie e sabbie con ghiaia
4.4	84	119	8.29	0.23	36	limi sabbiosi e sabbie limose
4.6	70	152	6.92	0.54	13	torbe e argille organiche
4.8	14	91	1.44	0.50	3	torbe e argille organiche
5	4	12	0.46	0.05	9	torbe e argille organiche
5.2	54	80	5.36	0.17	32	limi sabbiosi e sabbie limose
5.4	3	7	0.36	0.03	14	torbe e argille organiche
5.6	3	8	0.36	0.03	11	torbe e argille organiche
5.8	3	5	0.38	0.01	29	argille e limi argillosi
6	3	14	0.38	0.07	5	torbe e argille organiche
6.2	3	6	0.38	0.02	19	argille e limi argillosi
6.4	3	6	0.38	0.02	19	argille e limi argillosi
6.6	3	5	0.38	0.01	29	argille e limi argillosi
6.8	2	27	0.29	0.16	2	torbe e argille organiche
7	7	15	0.78	0.05	15	torbe e argille organiche
7.2	31	47	3.13	0.10	30	argille e limi argillosi
7.4	16	17	1.66	0.01	254	sabbie e sabbie con ghiaia
7.6	22	29	2.25	0.05	49	limi sabbiosi e sabbie limose
7.8	3	10	0.40	0.05	9	torbe e argille organiche
8	2	6	0.30	0.03	12	torbe e argille organiche
8.2	3	6	0.40	0.02	21	argille e limi argillosi
8.4	1	6	0.21	0.03	6	torbe e argille organiche
8.6	2	6	0.30	0.03	12	torbe e argille organiche
8.8	6	10	0.71	0.03	27	argille e limi argillosi
9	3	6	0.42	0.02	21	argille e limi argillosi
9.2	2	5	0.32	0.02	16	argille e limi argillosi
9.4	4	6	0.51	0.01	39	limi sabbiosi e sabbie limose
9.6	3	6	0.42	0.02	21	argille e limi argillosi
9.8	11	14	1.21	0.02	62	sabbie e sabbie con ghiaia
10	7	13	0.82	0.04	21	argille e limi argillosi
10.2	2	4	0.33	0.01	25	argille e limi argillosi
10.4	3	5	0.43	0.01	33	limi sabbiosi e sabbie limose
10.6	2	4	0.33	0.01	25	argille e limi argillosi
10.8	2	6	0.34	0.03	13	torbe e argille organiche
11	2	5	0.34	0.02	18	argille e limi argillosi
11.2	1	3	0.25	0.01	19	argille e limi argillosi
11.4	2	5	0.34	0.02	18	argille e limi argillosi
11.6	4	7	0.54	0.02	28	argille e limi argillosi
11.8	3	7	0.46	0.03	17	argille e limi argillosi
12	2	7	0.36	0.03	11	torbe e argille organiche
12.2	3	7	0.46	0.03	17	argille e limi argillosi
12.4	3	6	0.46	0.02	23	argille e limi argillosi
12.6	3	6	0.46	0.02	23	argille e limi argillosi
12.8	3	5	0.47	0.01	36	limi sabbiosi e sabbie limose
13	3	6	0.47	0.02	24	argille e limi argillosi
13.2	2	5	0.37	0.02	19	argille e limi argillosi
13.4	3	6	0.47	0.02	24	argille e limi argillosi
13.6	3	7	0.47	0.03	18	argille e limi argillosi
13.8	2	6	0.39	0.03	15	torbe e argille organiche
14	3	5	0.48	0.01	37	limi sabbiosi e sabbie limose
14.2	2	6	0.39	0.03	15	torbe e argille organiche
14.4	2	5	0.39	0.02	20	argille e limi argillosi
14.6	1	4	0.29	0.02	15	torbe e argille organiche
14.8	3	6	0.50	0.02	25	argille e limi argillosi
15	3	6	0.50	0.02	25	argille e limi argillosi
15.2	3	6	0.50	0.02	25	argille e limi argillosi
15.4	3	7	0.50	0.03	19	argille e limi argillosi
15.6	3	7	0.50	0.03	19	argille e limi argillosi
15.8	3	8	0.51	0.03	16	argille e limi argillosi
16	3	7	0.51	0.03	20	argille e limi argillosi
16.2	3	5	0.51	0.01	39	limi sabbiosi e sabbie limose
16.4	3	7	0.51	0.03	20	argille e limi argillosi
16.6	3	8	0.51	0.03	16	argille e limi argillosi
16.8	3	9	0.52	0.04	13	torbe e argille organiche
17	3	8	0.52	0.03	16	argille e limi argillosi
17.2	2	5	0.43	0.02	22	argille e limi argillosi
17.4	4	9	0.62	0.03	19	argille e limi argillosi
17.6	3	8	0.52	0.03	16	argille e limi argillosi
17.8	2	7	0.44	0.03	13	torbe e argille organiche
18	3	10	0.54	0.05	12	torbe e argille organiche
18.2	3	8	0.54	0.03	16	argille e limi argillosi
18.4	4	6	0.64	0.01	49	limi sabbiosi e sabbie limose
18.6	3	10	0.54	0.05	12	torbe e argille organiche
18.8	3	10	0.55	0.05	12	torbe e argille organiche
19	3	9	0.55	0.04	14	torbe e argille organiche
19.2	3	11	0.55	0.05	11	torbe e argille organiche
19.4	4	12	0.65	0.05	12	torbe e argille organiche
19.6	4	11	0.65	0.05	14	torbe e argille organiche
19.8	4	13	0.66	0.06	11	torbe e argille organiche
20	4	17	0.66	0.08	8	torbe e argille organiche
Ora inizio: 8:00		Ora fine: 9:00		D. Battaglia		

Commissa: co05-16		Data: 22/03/2016				
<div><div></div><div>PROVA PENETROMETRICA STATICA N. 2</div></div>						
DATI GENERALI						
Cliente:	Parco Regionale Valle Lambro	Comune:	Oggiono			
Committente:	Parco Regionale Valle Lambro	Opera:	Vasca di laminazione torrente Gandaloglio			
UBICAZIONE						
Ubicazione:	Cascina Brughello	Pianta:				
Quota:	264.0m slm					
Quota falda:						
CARATTERISTICHE ATTREZZATURA						
PENETROMETRO PAGANI TG 63-200						
Ø punta conica:	36 mm	Operatore:	Dott. A. Velicogna			
Angolo apertura:	60 °					
Area punta:	10 cm2					
Velocità avanzam:	2 cm/sec					
Costante trasform:	10					
MISURE						
Profondita'	PP	PI	Qc	Fs	Rapporto Qc/Fs	Materiale
(m)	(kg/cm2)	(kg/10)	(Mpa)	(Mpa)		
0.2	37	55	3.64	0.12	31	limi sabbiosi e sabbie limose
0.4	18	26	1.78	0.05	34	limi sabbiosi e sabbie limose
0.6	9	25	0.90	0.10	9	torbe e argille organiche
0.8	4	11	0.41	0.05	9	torbe e argille organiche
1	4	7	0.41	0.02	21	argille e limi argillosi
1.2	3	7	0.31	0.03	12	torbe e argille organiche
1.4	4	7	0.41	0.02	21	argille e limi argillosi
1.6	5	11	0.50	0.04	13	torbe e argille organiche
1.8	8	15	0.81	0.05	18	argille e limi argillosi
2	10	15	1.01	0.03	31	limi sabbiosi e sabbie limose
2.2	8	14	0.81	0.04	21	argille e limi argillosi
2.4	18	22	1.79	0.03	69	sabbie e argille con ghiaia
2.6	14	19	1.40	0.03	43	limi sabbiosi e sabbie limose
2.8	7	13	0.73	0.04	19	argille e limi argillosi
3	11	18	1.12	0.05	24	argille e limi argillosi
3.2	11	20	1.12	0.06	19	argille e limi argillosi
3.4	12	23	1.22	0.07	17	argille e limi argillosi
3.6	13	21	1.32	0.05	25	argille e limi argillosi
3.8	41	95	4.07	0.35	12	torbe e argille organiche
4	44	200	4.37	1.02	4	torbe e argille organiche
4.2	18	180	1.82	1.06	2	torbe e argille organiche
4.4	35	92	3.49	0.37	9	torbe e argille organiche
4.6	7	32	0.74	0.16	5	torbe e argille organiche
4.8	26	36	2.62	0.07	40	limi sabbiosi e sabbie limose
5	41	60	4.09	0.12	33	limi sabbiosi e sabbie limose
5.2	9	56	0.95	0.31	3	torbe e argille organiche
5.4	11	69	1.15	0.38	3	torbe e argille organiche
5.6	11	95	1.15	0.55	2	torbe e argille organiche
5.8	55	131	5.47	0.50	11	torbe e argille organiche
6	46	73	4.59	0.18	26	argille e limi argillosi
6.2	36	62	3.61	0.17	21	argille e limi argillosi
6.4	34	48	3.42	0.09	37	limi sabbiosi e sabbie limose
6.6	5	48	0.57	0.28	2	torbe e argille organiche
6.8	31	59	3.13	0.18	17	argille e limi argillosi
7	17	25	1.76	0.05	34	limi sabbiosi e sabbie limose
7.2	38	68	3.82	0.20	19	argille e limi argillosi
7.4	5	54	0.59	0.32	2	torbe e argille organiche
7.6	37	61	3.72	0.16	24	argille e limi argillosi
7.8	32	46	3.25	0.09	35	limi sabbiosi e sabbie limose
8	19	32	1.97	0.08	23	argille e limi argillosi
8.2	8	26	0.89	0.12	8	torbe e argille organiche
8.4	15	55	1.58	0.26	6	torbe e argille organiche
8.6	41	58	4.13	0.11	37	limi sabbiosi e sabbie limose
8.8	12	34	1.30	0.14	9	torbe e argille organiche
9	20	30	2.08	0.07	32	limi sabbiosi e sabbie limose
9.2	12	23	1.30	0.07	18	argille e limi argillosi
9.4	14	20	1.49	0.04	38	limi sabbiosi e sabbie limose
9.6	11	15	1.20	0.03	46	limi sabbiosi e sabbie limose
9.8	22	62	2.29	0.26	9	torbe e argille organiche
10	32	53	3.27	0.14	24	argille e limi argillosi
10.2	8	43	0.92	0.23	4	torbe e argille organiche
10.4	47	62	4.74	0.10	48	limi sabbiosi e sabbie limose
10.6	22	49	2.29	0.18	13	torbe e argille organiche
10.8	18	32	1.91	0.09	21	argille e limi argillosi
11	10	28	1.13	0.12	10	torbe e argille organiche
11.2	27	41	2.80	0.09	31	limi sabbiosi e sabbie limose
11.4	26	37	2.70	0.07	38	limi sabbiosi e sabbie limose
11.6	37	53	3.78	0.10	36	limi sabbiosi e sabbie limose
11.8	38	67	3.89	0.19	21	argille e limi argillosi
12	17	64	1.83	0.31	6	torbe e argille organiche
12.2	31	63	3.20	0.21	15	argille e limi argillosi
12.4	47	87	4.77	0.26	18	argille e limi argillosi
12.6	68	104	6.83	0.24	29	argille e limi argillosi
12.8	40	80	4.10	0.26	16	argille e limi argillosi
13	60	96	6.06	0.24	26	argille e limi argillosi
13.2	73	103	7.33	0.20	37	limi sabbiosi e sabbie limose
13.4	24	76	2.53	0.34	7	torbe e argille organiche
13.6	71	83	7.14	0.08	91	sabbie e sabbie con ghiaia
13.8	48	80	4.90	0.21	23	argille e limi argillosi
Ora inizio: 10:30		Ora fine: 12:00		D. Battaglia		

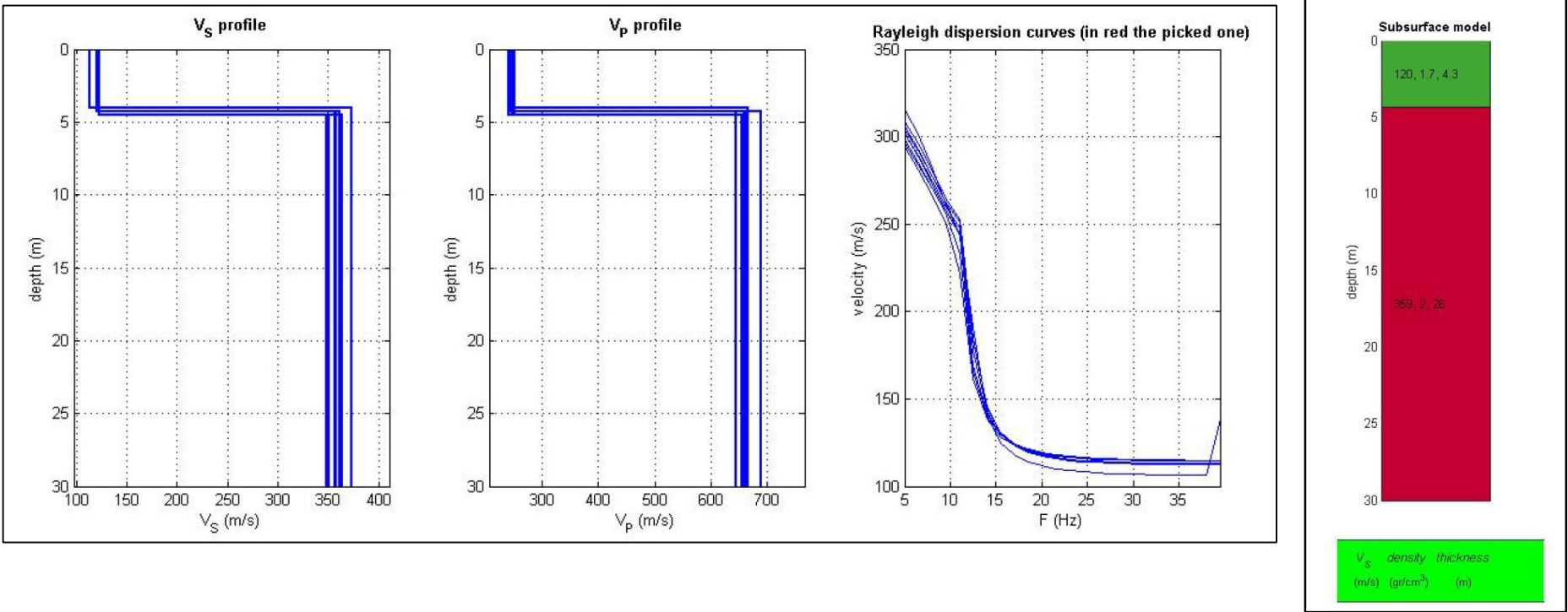
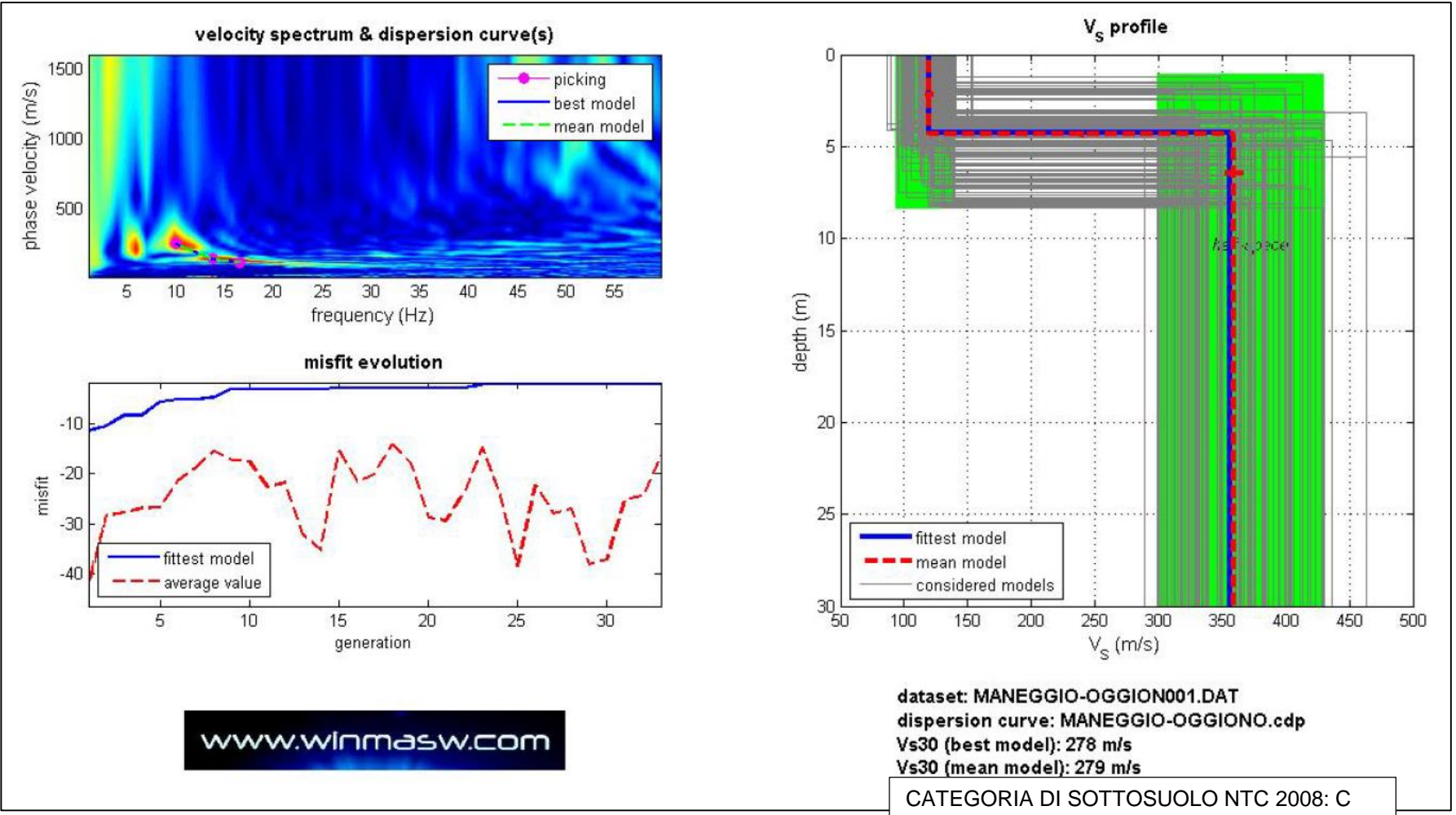
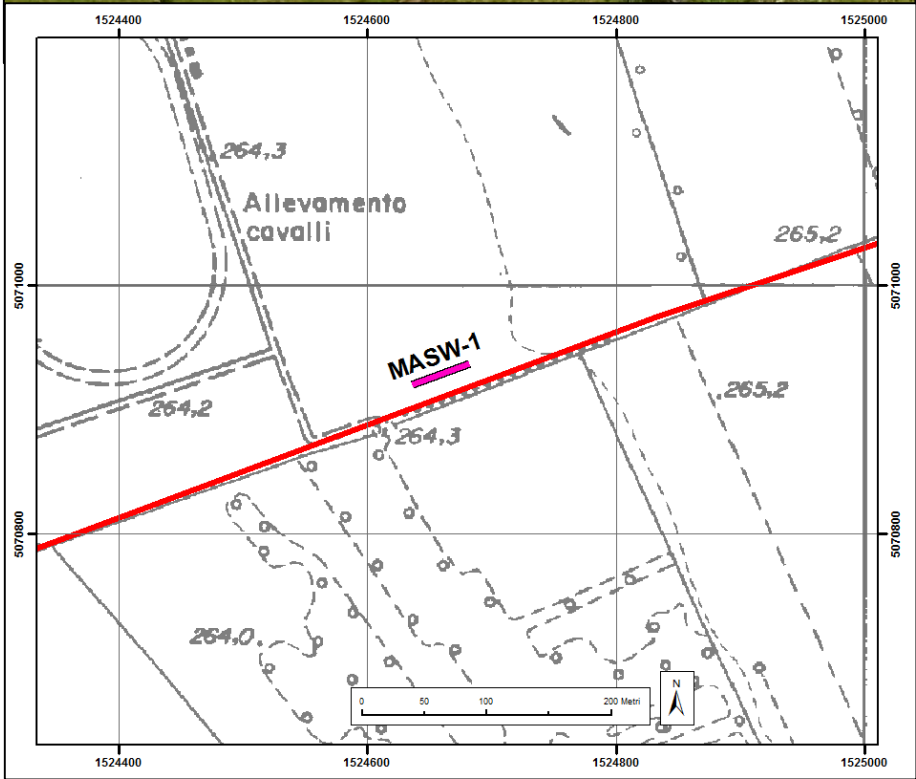
Commessa: co05-16		Data: 22/03/2016				
<div><div></div><div>PROVA PENETROMETRICA STATICA N. 3</div></div>						
DATI GENERALI						
Cliente:	Parco Regionale Valle Lambro	Comune:	Oggiono			
Committente:	Parco Regionale Valle Lambro	Opera:	Vasca di laminazione torrente Gandaloglio			
UBICAZIONE						
Ubicazione:	Ferrovia Lecco-Molteno	Pianta:				
Quota:	264.6m slm					
Quota falda:						
CARATTERISTICHE ATTREZZATURA						
PENETROMETRO PAGANI TG 63-200						
Ø punta conica:	36 mm	Operatore:	Dott. A. Velicogna			
Angolo apertura:	60 °					
Area punta:	10 cm2					
Velocità avanzam:	2 cm/sec					
Costante trasform:	10					
MISURE						
Profondita'	PP	PI	Qc	Fs	Rapporto Qc/Fs	Materiale
(m)	(kg/cm2)	(kg/10)	(Mpa)	(Mpa)		
0.2	3	5	0.31	0.01	24	argille e limi argillosi
0.4	3	7	0.31	0.03	12	torbe e argille organiche
0.6	3	9	0.31	0.04	8	torbe e argille organiche
0.8	4	7	0.41	0.02	21	argille e limi argillosi
1	3	5	0.31	0.01	24	argille e limi argillosi
1.2	3	7	0.31	0.03	12	torbe e argille organiche
1.4	3	9	0.31	0.04	8	torbe e argille organiche
1.6	3	6	0.31	0.02	16	argille e limi argillosi
1.8	4	7	0.42	0.02	21	argille e limi argillosi
2	4	9	0.42	0.03	13	torbe e argille organiche
2.2	10	21	1.01	0.07	14	torbe e argille organiche
2.4	17	28	1.69	0.07	24	argille e limi argillosi
2.6	25	31	2.48	0.04	63	sabbie e sabbie con ghiaia
2.8	24	45	2.39	0.14	17	argille e limi argillosi
3	8	15	0.83	0.05	18	argille e limi argillosi
3.2	10	19	1.02	0.06	17	argille e limi argillosi
3.4	15	23	1.51	0.05	29	argille e limi argillosi
3.6	15	23	1.51	0.05	29	argille e limi argillosi
3.8	12	20	1.23	0.05	24	argille e limi argillosi
4	37	81	3.68	0.29	13	torbe e argille organiche
4.2	41	112	4.07	0.46	9	torbe e argille organiche
4.4	23	91	2.31	0.44	5	torbe e argille organiche
4.6	27	91	2.70	0.42	6	torbe e argille organiche
4.8	10	35	1.05	0.16	6	torbe e argille organiche
5	24	40	2.42	0.10	23	argille e limi argillosi
5.2	43	65	4.28	0.14	30	argille e limi argillosi
5.4	12	28	1.24	0.10	12	torbe e argille organiche
5.6	15	71	1.54	0.37	4	torbe e argille organiche
5.8	13	106	1.36	0.61	2	torbe e argille organiche
6	8	15	0.87	0.05	19	argille e limi argillosi
6.2	4	18	0.47	0.09	5	torbe e argille organiche
6.4	6	19	0.67	0.08	8	torbe e argille organiche
6.6	7	19	0.77	0.08	10	torbe e argille organiche
6.8	4	6	0.49	0.01	37	limi sabbiosi e sabbie limose
7	3	21	0.39	0.12	3	torbe e argille organiche
7.2	5	27	0.59	0.14	4	torbe e argille organiche
7.4	27	45	2.74	0.12	23	argille e limi argillosi
7.6	16	25	1.66	0.06	28	argille e limi argillosi
7.8	26	33	2.66	0.05	58	limi sabbiosi e sabbie limose
8	8	15	0.89	0.05	20	argille e limi argillosi
8.2	7	12	0.79	0.03	24	argille e limi argillosi
8.4	6	9	0.70	0.02	36	limi sabbiosi e sabbie limose
8.6	4	15	0.50	0.07	7	torbe e argille organiche
8.8	4	16	0.51	0.08	7	torbe e argille organiche
9	4	16	0.51	0.08	7	torbe e argille organiche
9.2	5	9	0.61	0.03	23	argille e limi argillosi
9.4	7	15	0.81	0.05	15	argille e limi argillosi
9.6	13	18	1.40	0.03	43	limi sabbiosi e sabbie limose
9.8	6	9	0.72	0.02	37	limi sabbiosi e sabbie limose
10	13	41	1.41	0.18	8	torbe e argille organiche
10.2	7	18	0.82	0.07	11	torbe e argille organiche
10.4	9	44	1.02	0.23	4	torbe e argille organiche
10.6	11	41	1.21	0.20	6	torbe e argille organiche
10.8	26	35	2.70	0.06	46	limi sabbiosi e sabbie limose
11	13	32	1.42	0.12	11	torbe e argille organiche
11.2	8	24	0.93	0.10	9	torbe e argille organiche
11.4	21	38	2.21	0.11	20	argille e limi argillosi
11.6	19	27	2.01	0.05	38	limi sabbiosi e sabbie limose
11.8	27	43	2.81	0.10	27	argille e limi argillosi
12	28	46	2.91	0.12	25	argille e limi argillosi
12.2	18	65	1.93	0.31	6	torbe e argille organiche
12.4	19	43	2.03	0.16	13	torbe e argille organiche
12.6	43	87	4.38	0.29	15	argille e limi argillosi
12.8	44	88	4.49	0.29	16	argille e limi argillosi
13	26	63	2.73	0.24	11	torbe e argille organiche
13.2	23	61	2.43	0.25	10	torbe e argille organiche
13.4	51	88	5.18	0.24	21	argille e limi argillosi
13.6	18	64	1.94	0.30	6	torbe e argille organiche
13.8	41	93	4.21	0.34	12	torbe e argille organiche
14	41	85	4.21	0.29	15	torbe e argille organiche
14.2	20	121	2.15	0.66	3	torbe e argille organiche
14.4	18	38	1.95	0.13	15	torbe e argille organiche
14.6	18	41	1.95	0.15	13	torbe e argille organiche
14.8	8	12	0.99	0.03	38	limi sabbiosi e sabbie limose
15	3	6	0.50	0.02	25	argille e limi argillosi
15.2	3	12	0.50	0.06	8	torbe e argille organiche
15.4	4	12	0.60	0.05	11	torbe e argille organiche
15.6	3	13	0.50	0.07	8	torbe e argille organiche
15.8	3	9	0.51	0.04	13	torbe e argille organiche
16	8	18	1.00	0.07	15	argille e limi argillosi
16.2	8	21	1.00	0.08	12	torbe e argille organiche
16.4	11	28	1.30	0.11	12	torbe e argille organiche
16.6	16	27	1.79	0.07	25	argille e limi argillosi
16.8	2	7	0.43	0.03	13	torbe e argille organiche
17	1	4	0.33	0.02	17	argille e limi argillosi
17.2	4	18	0.62	0.09	7	torbe e argille organiche
17.4	25	45	2.68	0.13	21	argille e limi argillosi
17.6	26	40	2.78	0.09	30	limi sabbiosi e sabbie limose
17.8	21	37	2.30	0.10	22	argille e limi argillosi
18	19	39	2.11	0.13	16	argille e limi argillosi
18.2	16	32	1.81	0.10	17	argille e limi argillosi
18.4	9	16	1.13	0.05	25	argille e limi argillosi
18.6	9	22	1.13	0.08	13	torbe e argille organiche
18.8	7	15	0.94	0.05	18	argille e limi argillosi
19	8	21	1.04	0.08	12	torbe e argille organiche
19.2	8	27	1.04	0.12	8	torbe e argille organiche
19.4	11	31	1.34	0.13	10	torbe e argille organiche
19.6	7	26	0.94	0.12	8	torbe e argille organiche
19.8	6	24	0.86	0.12	7	torbe e argille organiche
20	6	19	0.86	0.08	10	torbe e argille organiche
Ora inizio: 14:00	Ora fine: 15:30		D. Battaglia			

ALLEGATO F
Indagini sismiche MASW

MASW-1

Ubicazione: Maneggio La Poncia-Oggiono (LC)

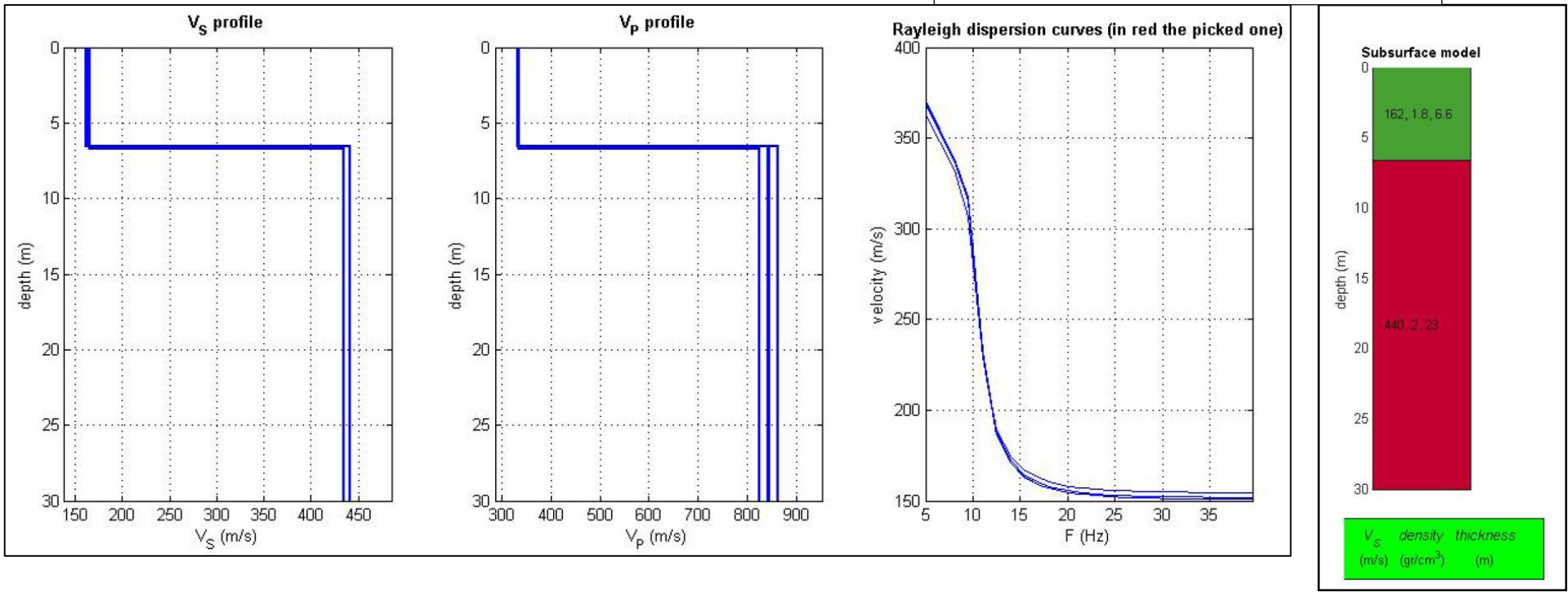
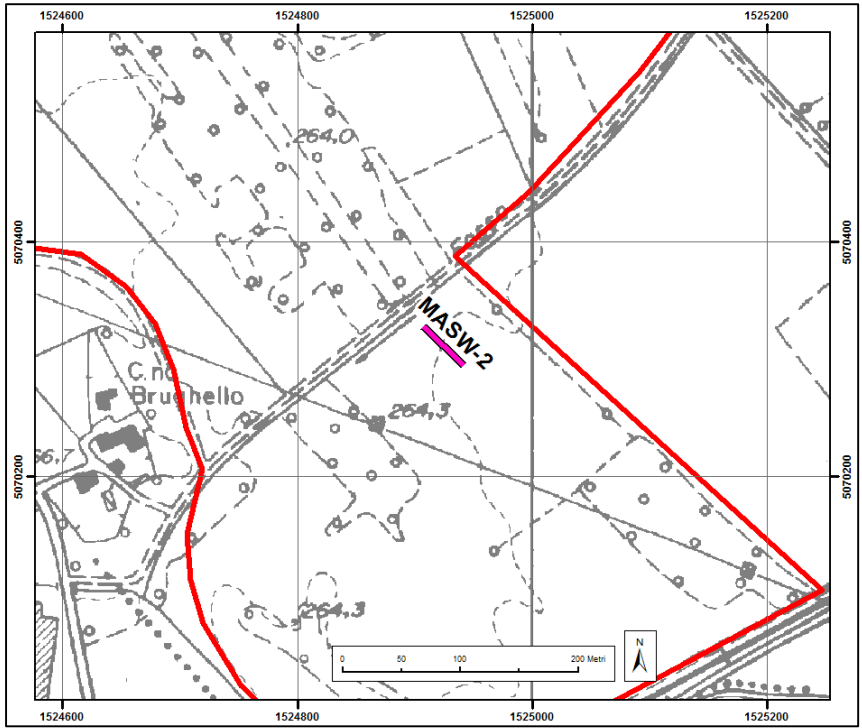
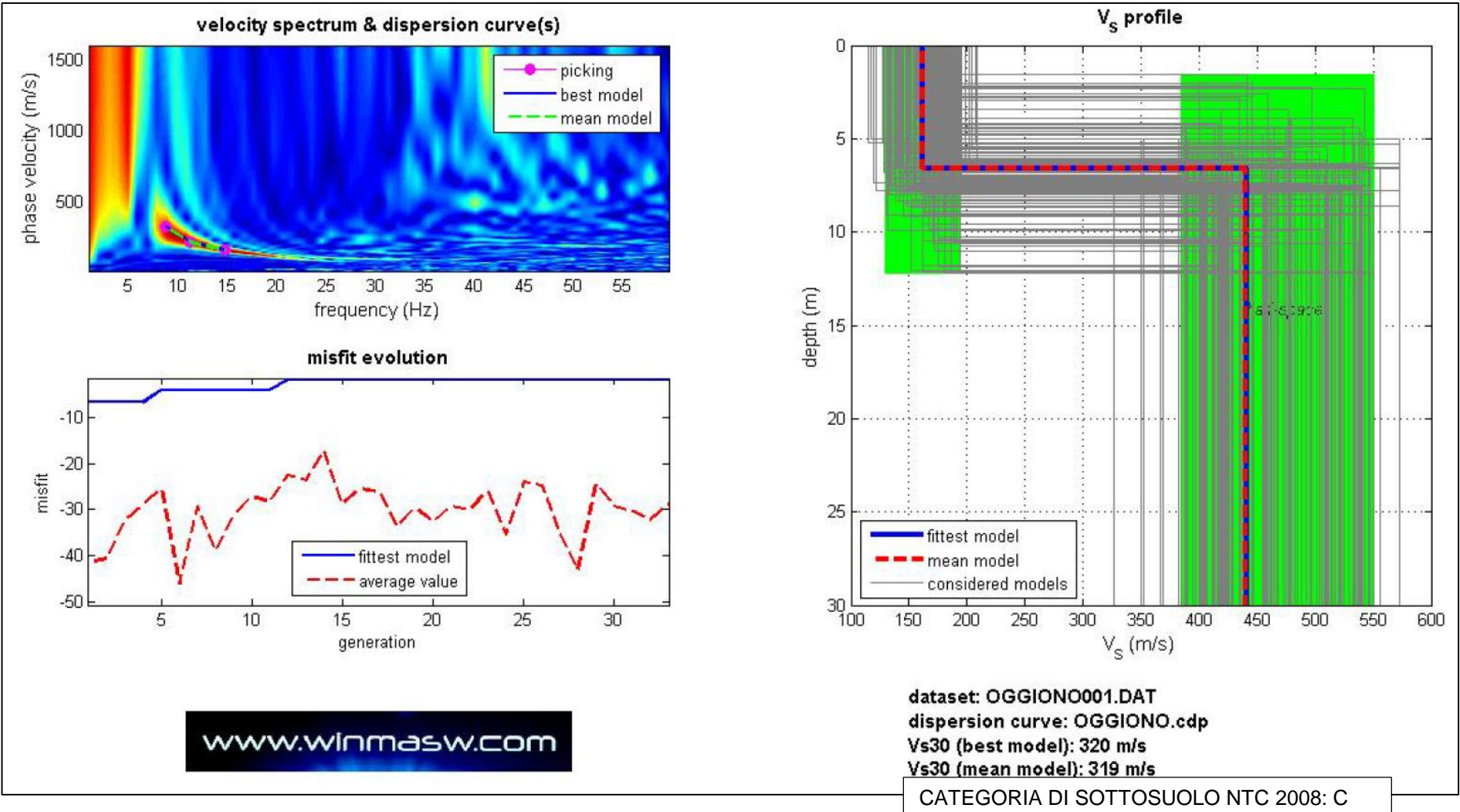
Impresa esecutrice: Appli Srl, Seriate (BG)



MASW-2

Ubicazione: Fosso del Pascolo-Oggiono (LC)

Impresa esecutrice: Appli Srl, Seriate (BG)



ALLEGATO G

Capacità portante e cedimenti condizioni geotecniche

CALCOLO PORTANZA – CONDIZIONE A

SOFTWARE: Geostru LoadCap 2016

DATI GENERALI

Azione sismica	D.M. 88/96
Larghezza fondazione	14.0 m
Lunghezza fondazione	500.0 m
Profondità piano di posa	1.0 m
Altezza di incastro	1.0 m
Profondità falda	1.0

STRATIGRAFIA TERRENO

Spessore strato [m]	Peso unità di volume [kN/m³]	Peso unità di volume saturo [kN/m³]	Angolo di attrito [°]	Coesione [kN/m²]	Coesione non drenata [kN/m²]	Modulo Elastico [kN/m²]	Poisson	Descrizione
1.0	18.5	19.5	30.0	0.0	27.0	9000.0	0.3	UG0
3.0	19.8	19.8	32.0	0.0	105.0	25000.0	0.25	UG1
12.0	19.2	19.2	28.0	0.0	20.0	10000.0	0.3	UG2a

Carichi di progetto agenti sulla fondazione

Nr.	Nome combinazione	Pressione normale di progetto [kN/m²]	N [kN]	Mx [kN·m]	My [kN·m]	Hx [kN]	Hy [kN]	Tipo
1	Carico limite	60.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef. Rid. Capacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	3	3

CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...Carico limite

Autore: Brinch - Hansen 1970

Carico limite [Qult]	226.25 kN/m²
Resistenza di progetto[Rd]	75.42 kN/m²
Tensione [Ed]	60.0 kN/m²
Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed]	3.77
Condizione di verifica [Ed<=Rd]	Verificata

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler	9049.88 kN/m³
---------------------	---------------

Carico limite

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione non drenata)

Fattore [Nq]	1.0
Fattore [Nc]	5.14
Fattore [Ng]	0.0
Fattore forma [Sc]	1.01
Fattore profondità [Dc]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	226.25 kN/m ²
Resistenza di progetto	75.42 kN/m ²

Condizione di verifica [Ed<=Rd]	Verificata
---------------------------------	------------

CALCOLO PORTANZA – CONDIZIONE B

SOFTWARE: Geostru LoadCap 2016

DATI GENERALI

Azione sismica	D.M. 88/96
Larghezza fondazione	14.0 m
Lunghezza fondazione	500.0 m
Profondità piano di posa	1.0 m
Altezza di incastro	1.0 m
Profondità falda	0.5

STRATIGRAFIA TERRENO

Spessore strato [m]	Peso unità di volume [kN/m³]	Peso unità di volume saturo [kN/m³]	Angolo di attrito [°]	Coesione [kN/m²]	Coesione non drenata [kN/m²]	Modulo Elastico [kN/m²]	Poisson	Descrizione
1.0	18.5	19.5	30.0	0.0	27.0	9000.0	0.3	UG0
3.0	19.8	19.8	32.0	0.0	105.0	25000.0	0.25	UG1
10.0	19.6	19.6	32.0	0.0	65.0	20000.0	0.4	UG2b

Carichi di progetto agenti sulla fondazione

Nr.	Nome combinazioni	Pressione normale di progetto [kN/m²]	N [kN]	Mx [kN·m]	My [kN·m]	Hx [kN]	Hy [kN]	Tipo
1	Carico limite	60.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef.Rid.Ca pacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	3	3

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 16383.52 kN/m³

Carico limite

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione non drenata)

Fattore [Nq]	1.0
Fattore [Nc]	5.14

Fattore [Ng]	0.0
Fattore forma [Sc]	1.01
Fattore profondità [Dc]	1.03
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0
=====	
Carico limite	415.09 kN/m ²
Resistenza di progetto	138.36 kN/m ²
Condizione di verifica [Ed<=Rd]	Verificata

CALCOLO PORTANZA – CONDIZIONE C

METODO DI CALCOLO: strato coesivo debole soprastante strato resistente.

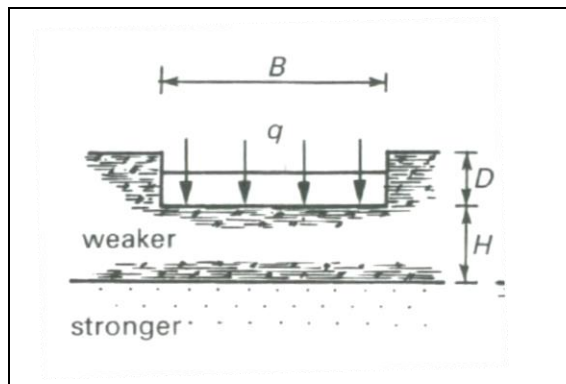


Figura 1: strato coesivo debole su strato resistente (fonte: Basic soil Mechanics-R. Whitlow)

FORMULAZIONE: $q_{u(net)} = c_u \cdot N_{cH}$

$q_{u(net)}$: capacità portante (KPa)

c_u : resistenza al taglio non drenata dello strato debole UG2b, pari a 65 KPa;

N_{cH} : fattore di capacità portante di Skempton modificato, come segue. In dettaglio è stato cautelativamente scelto un valore pari a 7:

B/H	<2	2-7	>7
N_{cH}	N_c	$N_c + (B/2H - 1)$	7.6

Dove B: larghezza della fondazione pari a 14m,

H: spessore dello strato UG2b in metri pari a 2m,

N_c : fattore di capacità portante secondo Terzaghi, pari a 5.14 per $\phi=0$;

STRATIGRAFIA TERRENO

Spessore strato [m]	Peso unità di volume [kN/m³]	Peso unità di volume saturo [kN/m³]	Angolo di attrito [°]	Coesione [kN/m²]	Coesione non drenata [kN/m²]	Modulo Elastico [kN/m²]	Poisson	Descrizione
1.0	18.5	19.5	30.0	0.0	27.0	9000.0	0.3	UG0
2.0	19.6	19.6	32.0	0.0	65.0	25000.0	0.25	UG2b
12.0	19.5	19.5	34.0	0.0	-	50000.0	0.25	UG3

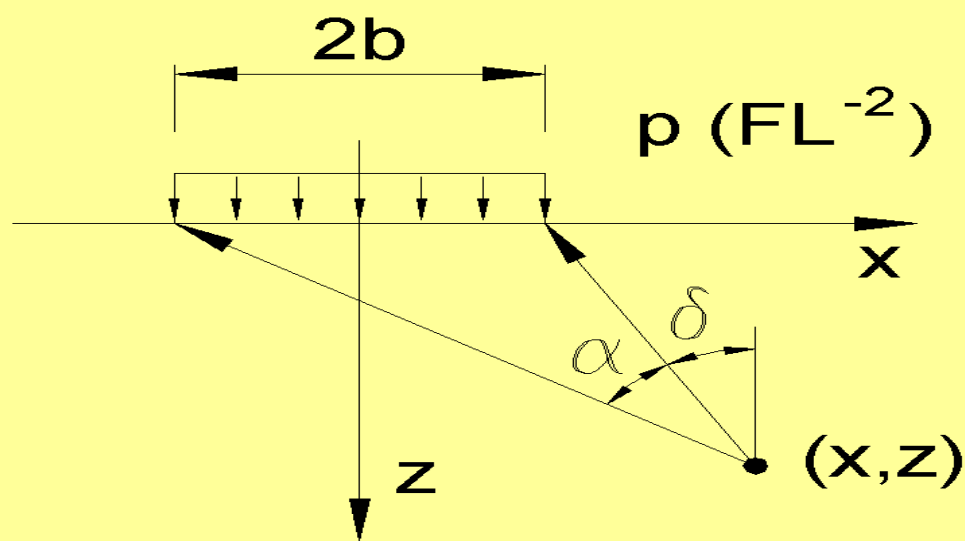
RISULTATI

$q_{u(net)}: 65 \text{ kPa} \cdot 7 = 455 \text{ KPa}$

$q_{amm} = 151.6 \text{ kPa}$

CEDIMENTI ELASTICI - CONDIZIONE A

ESTRISCIA DI CARICO INFINITA (CARICO UNIFORME)



$$\sigma_z = \frac{p}{\pi} \cdot [\alpha + \sin\alpha \cdot \cos(\alpha + 2\delta)]$$

DATI DI INGRESSO

p	carico applicato	60	(kPa)	Δh	altezza concio di calcolo	1.00	(m)
2b	larghezza della striscia di carico	14.00	(m)	D	approfondimento fondazione da p.c.	1.00	(m)
x	punto di applicazione del carico	0.00	(m)	z_w	profondità falda da p.c.	1.00	(m)
				α	Δσ _z < α σ' _{vo}	0.15	(-)

Strato	ΔH	H	γ _n	γ _{sat}	E	ΔH spessore strato i-esimo <i>(lo spessore del 1° strato è valutato a partire dalla quota di imposta della fondazione/striscia di carico)</i> γ_n peso di volume naturale γ_{sat} peso di volume saturo E modulo elastico
(-)	(m)	(m)	(kN/m³)	(kN/m³)	(MPa)	
1	3.00	3.00	19.8	19.8	25.0	
2	20.00	23.00	19.2	19.2	10.0	
3		23.00				
4		23.00				
5		23.00				
6		23.00				

RISULTATI

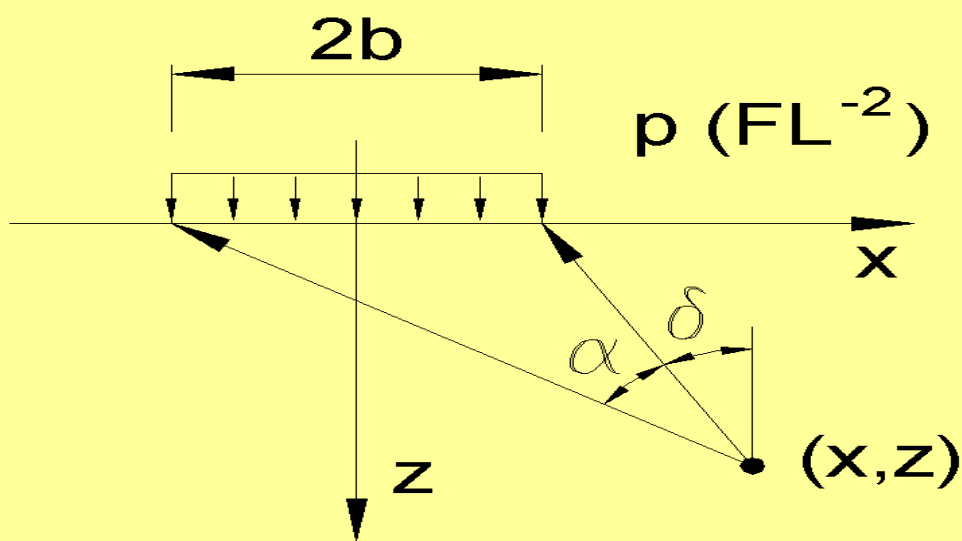
(il valore z=0 corrisponde alla quota del piano di imposta della fondazione/striscia di carico; il valore della pressione geostatica efficace alla quota z=0 è calcolato facendo riferimento ai parametri del 1° strato)						
z	σ' _{vo}	Δσ _z	σ' _{vo} +Δσ _z	Δw	w	ε
(m)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(cm)	(cm)	(%)
0.00	20	60	80	0.0	6.6	0.2
1.00	30	60	90	0.2	6.4	0.2
2.00	40	59	99	0.2	6.1	0.2
3.00	49	58	108	0.2	5.9	0.6
4.00	59	57	115	0.6	5.3	0.6
5.00	68	54	122	0.6	4.8	0.5
6.00	77	52	129	0.5	4.3	0.5
7.00	87	49	136	0.5	3.7	0.5
8.00	96	46	143	0.5	3.3	0.5
9.00	106	44	149	0.5	2.8	0.4
10.00	115	41	156	0.4	2.4	0.4
11.00	124	39	163	0.4	2.0	0.4
12.00	134	37	171	0.4	1.6	0.4
13.00	143	35	178	0.4	1.3	0.3
14.00	153	33	185	0.3	0.9	0.3
15.00	162	31	193	0.3	0.6	0.3
16.00	171	30	201	0.3	0.3	0.3
17.00	181	28	209	0.3	0.0	-
18.00	190	27	217	-	0.0	-
19.00	199	26	225	-	0.0	-
20.00	209	25	234	-	0	-

pressione (kPa)

— sigmav
— sigmav+deltastigmav

CEDIMENTI ELASTICI - CONDIZIONE B

STRISCIA DI CARICO INFINITA (CARICO UNIFORME)



σ_z = (p / π) · [α + sinα · cos(α + 2δ)]

DATI DI INGRESSO

p	carico applicato	60	(kPa)	Δh	altezza concio di calcolo	1.00	(m)
2b	larghezza della striscia di carico	14.00	(m)	D	approfondimento fondazione da p.c.	1.00	(m)
x	punto di applicazione del carico	0.00	(m)	z_w	profondità falda da p.c.	0.50	(m)
				α	Δσ _z < α σ' _{vo}	0.15	(-)

Strato	ΔH	H	γ _n	γ _{sat}	E	<div>ΔH spessore strato i-esimo</div> <div>(lo spessore del 1° strato è valutato a partire dalla quota di imposta della fondazione/striscia di carico)</div> <div>γ_n peso di volume naturale</div> <div>γ_{sat} peso di volume saturo</div> <div>E modulo elastico</div>
(-)	(m)	(m)	(kN/m³)	(kN/m³)	(MPa)	
1	3.00	3.00	19.8	19.8	25.0	
2	20.00	23.00	19.6	19.6	20.0	
3		23.00				
4		23.00				
5		23.00				
6		23.00				

RISULTATI

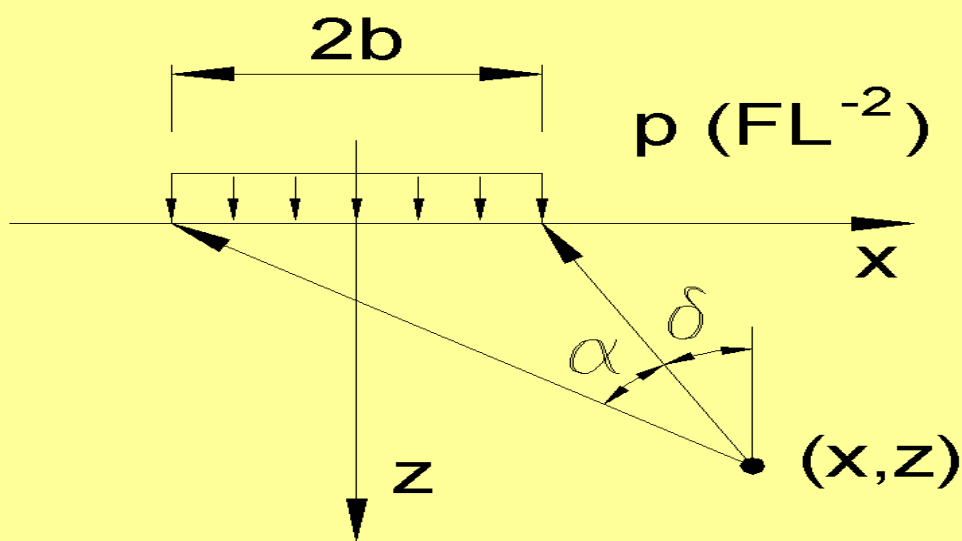
(il valore z=0 corrisponde alla quota del piano di imposta della fondazione/striscia di carico; il valore della pressione geostatica efficace alla quota z=0 è calcolato facendo riferimento ai parametri del 1° strato)						
z	σ' _{vo}	Δσ _z	σ' _{vo} +Δσ _z	Δw	w	ε
(m)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(cm)	(cm)	(%)
0.00	20	60	80	0.0	3.7	0.2
1.00	30	60	90	0.2	3.4	0.2
2.00	40	59	99	0.2	3.2	0.2
3.00	50	58	108	0.2	3.0	0.3
4.00	59	57	116	0.3	2.7	0.3
5.00	69	54	124	0.3	2.4	0.3
6.00	79	52	131	0.3	2.1	0.3
7.00	89	49	138	0.3	1.9	0.2
8.00	99	46	145	0.2	1.6	0.2
9.00	108	44	152	0.2	1.4	0.2
10.00	118	41	159	0.2	1.2	0.2
11.00	128	39	167	0.2	1.0	0.2
12.00	138	37	175	0.2	0.8	0.2
13.00	148	35	182	0.2	0.6	0.2
14.00	157	33	190	0.2	0.5	0.2
15.00	167	31	198	0.2	0.3	0.2
16.00	177	30	207	0.2	0.1	0.1
17.00	187	28	215	0.1	0.0	-
18.00	196	27	224	-	0.0	-
19.00	206	26	232	-	0.0	-
20.00	216	25	241	-	0	-

pressione (kPa)

— sigma_v
— sigma_v+delta sigma_v

CEDIMENTI ELASTICI - CONDIZIONE C

STRISCIA DI CARICO INFINITA (CARICO UNIFORME)



σ_z = (p / π) · [α + sinα · cos(α + 2δ)]

DATI DI INGRESSO

p	carico applicato	60	(kPa)	Δh	altezza concio di calcolo	1.00	(m)
2b	larghezza della striscia di carico	14.00	(m)	D	approfondimento fondazione da p.c.	1.00	(m)
x	punto di applicazione del carico	0.00	(m)	z_w	profondità falda da p.c.	1.00	(m)
				α	Δσ _z < α σ' _{vo}	0.15	(-)

Strato	ΔH	H	γ _n	γ _{sat}	E	<div>ΔH spessore strato i-esimo</div> <div>(lo spessore del 1° strato è valutato a partire dalla quota di imposta della fondazione/striscia di carico)</div> <div>γ_n peso di volume naturale</div> <div>γ_{sat} peso di volume saturo</div> <div>E modulo elastico</div>
(-)	(m)	(m)	(kN/m³)	(kN/m³)	(MPa)	
1	2.00	2.00	19.6	19.6	25.0	
2	20.00	22.00	19.5	19.5	50.0	
3		22.00				
4		22.00				
5		22.00				
6		22.00				

RISULTATI

(il valore z=0 corrisponde alla quota del piano di imposta della fondazione/striscia di carico; il valore della pressione geostatica efficace alla quota z=0 è calcolato facendo riferimento ai parametri del 1° strato)						
z	σ' _{vo}	Δσ _z	σ' _{vo} +Δσ _z	Δw	w	ε
(m)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(cm)	(cm)	(%)
0.00	20	60	80	0.0	1.8	0.2
1.00	29	60	89	0.2	1.5	0.2
2.00	39	59	99	0.2	1.3	0.1
3.00	49	58	107	0.1	1.2	0.1
4.00	58	57	115	0.1	1.1	0.1
5.00	68	54	123	0.1	1.0	0.1
6.00	78	52	130	0.1	0.9	0.1
7.00	88	49	137	0.1	0.7	0.1
8.00	97	46	144	0.1	0.7	0.1
9.00	107	44	151	0.1	0.6	0.1
10.00	117	41	158	0.1	0.5	0.1
11.00	126	39	165	0.1	0.4	0.1
12.00	136	37	173	0.1	0.3	0.1
13.00	146	35	181	0.1	0.3	0.1
14.00	155	33	188	0.1	0.2	0.1
15.00	165	31	196	0.1	0.1	0.1
16.00	175	30	205	0.1	0.1	0.1
17.00	184	28	213	0.1	0.0	-
18.00	194	27	221	-	0.0	-
19.00	204	26	230	-	0.0	-
20.00	214	25	238	-	0	-

pressione (kPa)

— sigma_v
— sigma_v+delta sigma_v

CALCOLO CEDIMENTI EDOMETRICI – CONDIZIONE A

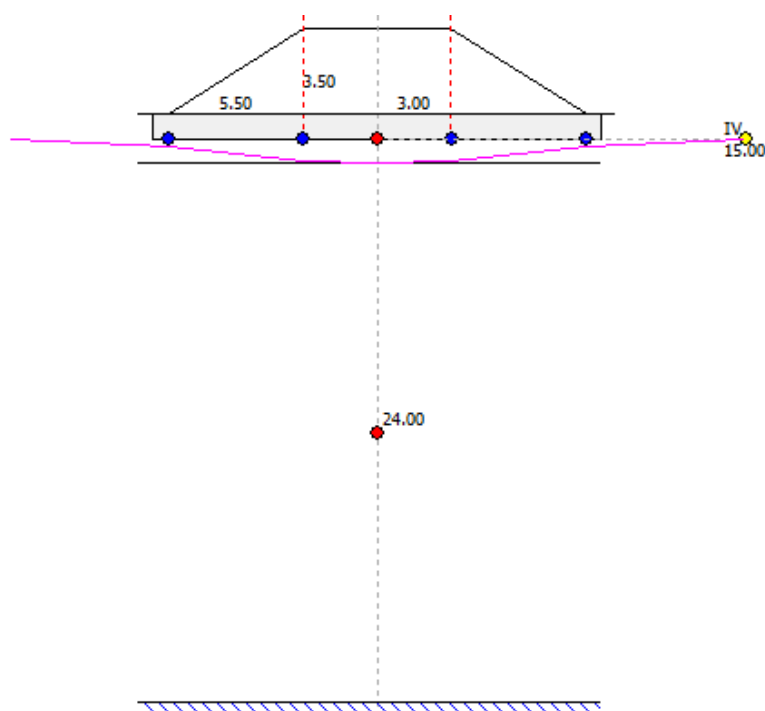
Riferimento zona	Condizione A
Carico statico sul rilevato	0 t/m ²
Carico dinamico sul rilevato	0 t/m ²
1/2 Larghezza rettangolo	3 m
Larghezza base triangolo	5.5 m
Imposta piano di posa sbancamento	1 m
Peso unità volume sbancamento	1.6 t/m ³
Incremento netto al piano di posa	4.5 t/m ²
Distanza asse - IV punto a scelta	15 m
DISTANZA PIANO DI POSA --> SUBSTRATO	24 m
Altezza rilevato	3.5 m
Peso unità volume rilevato	1.8 t/m ³
Peso unità volume fondazione rilevato	1.8 t/m ³

Cedimenti per ogni strato

Strato	Spessore DH strato m	Modulo edometrico Kg/cm ²	Grado di consolidazione OCR	Asse (cm)	Bordo esterno (cm)	Piede (cm)	IV Punto (cm)
1	3	114	1	1.192	1.133	0.114	0.007
2	20	43	1	6.912	6.291	3.584	0.795

Cedimenti totali

Asse	8.104 cm
Bordo	7.424 cm
Piede	3.698 cm
IV Punto	0.802 cm



CALCOLO CEDIMENTI EDOMETRICI- CONDIZIONE B

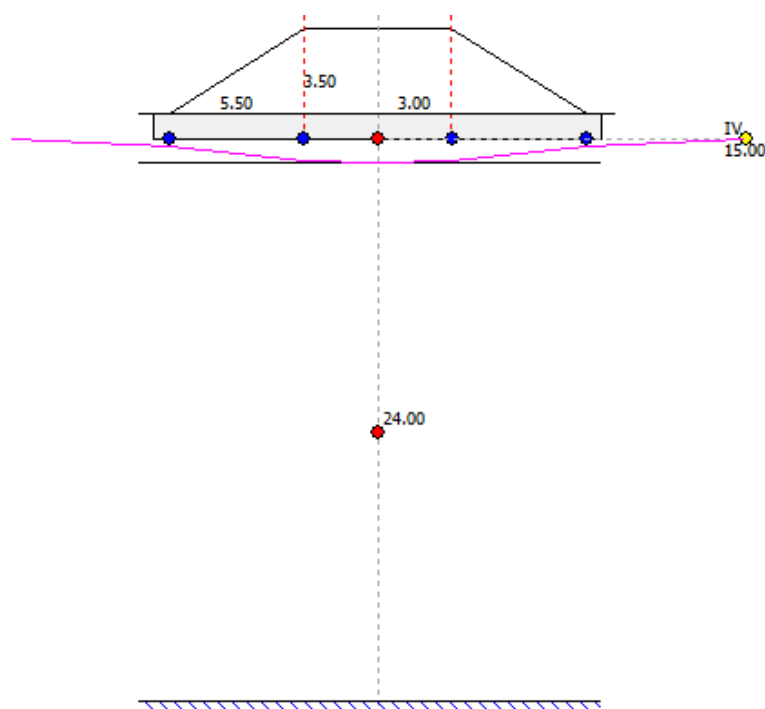
Riferimento zona	Condizione B
Carico statico sul rilevato	0 t/m ²
Carico dinamico sul rilevato	0 t/m ²
1/2 Larghezza rettangolo	3 m
Larghezza base triangolo	5.5 m
Imposta piano di posa sbancamento	1 m
Peso unità volume sbancamento	1.6 t/m ³
Incremento netto al piano di posa	4.5 t/m ²
Distanza asse - IV punto a scelta	15 m
DISTANZA PIANO DI POSA --> SUBSTRATO	24 m
Altezza rilevato	3.5 m
Peso unità volume rilevato	1.8 t/m ³
Peso unità volume fondazione rilevato	1.8 t/m ³

Cedimenti per ogni strato

Strato	Spessore DH strato m	Modulo edometrico Kg/cm ²	Grado di consolidazione OCR	Asse (cm)	Bordo esterno (cm)	Piede (cm)	IV Punto (cm)
1	4	114	1	1.61	1.438	0.188	0.01
2	20	85	1	3.497	3.183	1.813	0.402

Cedimenti totali

Asse	5.107 cm
Bordo	4.621 cm
Piede	2.001 cm
IV Punto	0.412 cm



CALCOLO CEDIMENTI EDOMETRICI – CONDIZIONE C

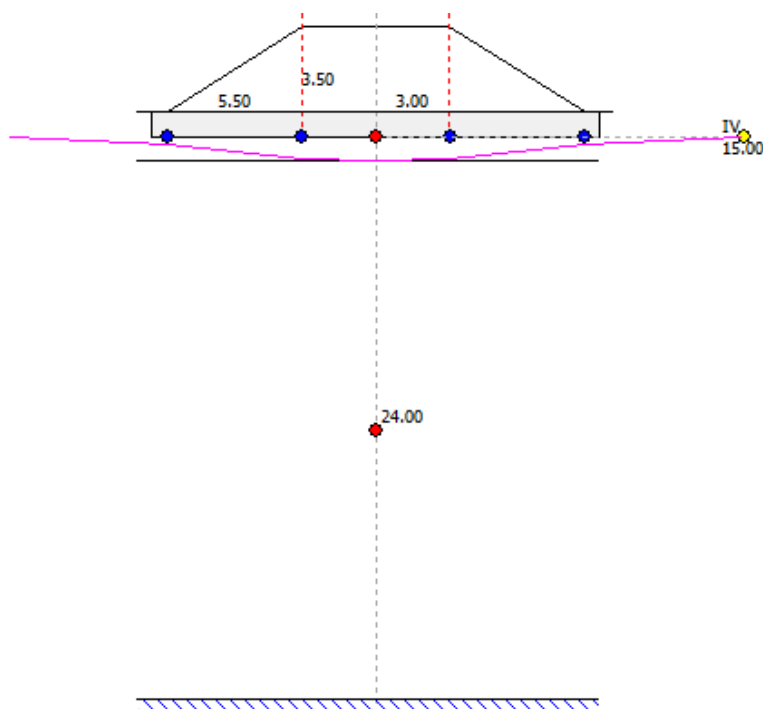
Riferimento zona	Condizione C
Carico statico sul rilevato	0 t/m ²
Carico dinamico sul rilevato	0 t/m ²
1/2 Larghezza rettangolo	3 m
Larghezza base triangolo	5.5 m
Imposta piano di posa sbancamento	1 m
Peso unità volume sbancamento	1.6 t/m ³
Incremento netto al piano di posa	4.5 t/m ²
Distanza asse - IV punto a scelta	15 m
DISTANZA PIANO DI POSA --> SUBSTRATO	24 m
Altezza rilevato	3.5 m
Peso unità volume rilevato	1.8 t/m ³
Peso unità volume fondazione rilevato	1.8 t/m ³

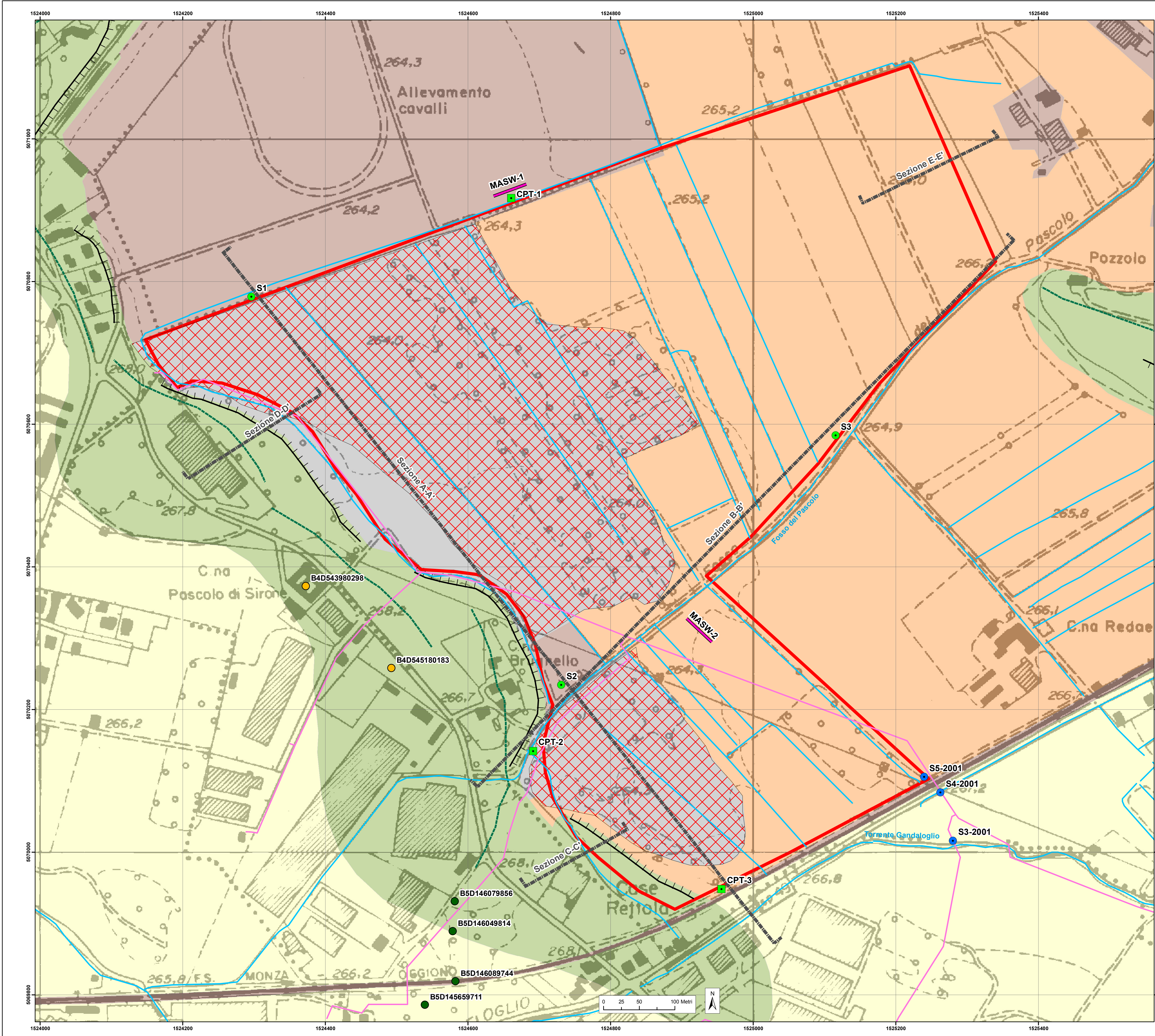
Cedimenti per ogni strato

Strato	Spessore DH strato m	Modulo edometrico Kg/cm ²	Grado di consolidazione OCR	Asse (cm)	Bordo esterno (cm)	Piede (cm)	IV Punto (cm)
1	2	85	1	1.055	1.052	0.073	0.005
2	22	200	1	1.739	1.588	0.876	0.176

Cedimenti totali

Asse	2.794 cm
Bordo	2.64 cm
Piede	0.949 cm
IV Punto	0.181 cm





Legenda

Reticolo idrografico

Sezione geologica

Metanodotto

Perimetro area di intervento

Indagini-Campagna 2016

Sondaggio geognostico

Prova penetrometrica statica

Stendimento sismico MASW

Indagini-Campagne pregresse

Sondaggio geognostico-campagna 2001

Sondaggio-database indagini Regione Lombardia

Pozzo-database indagini Regione Lombardia

Geomorfologia

Cordone morenico

Scarpata morfologica

Area paludosa

Unità geologiche

Depositi recenti

Riporto antropico

Terreno agricolo

Sistema di Canli-Olocene

Depositi organici: sabbie fini limose torbosc

Deposito lacustre: limo grigio e limi sabbiosi con sporadici livelli di sabbie fini

Deposito fluvioglaciale e morenico: alternanza di sabbie e ghiaie sabbiose; clasti a granulometria eterogenea con trovanti

Base cartografica: CTR Lombardia
Sistema di riferimento: Gauss-Boaga Monte Mario

Parco Valle Lambro
Ufficio Riqualifica Fluviale

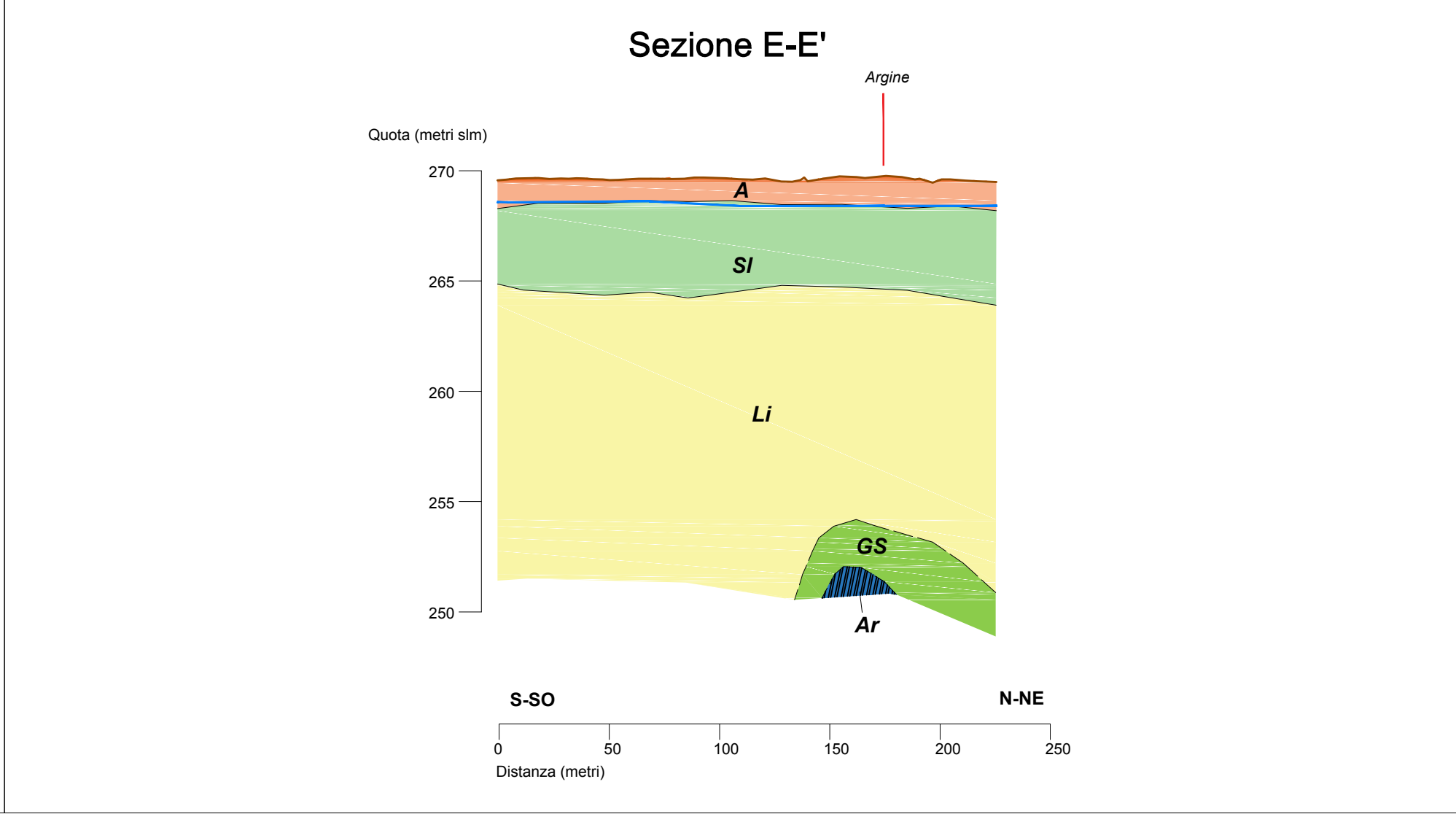
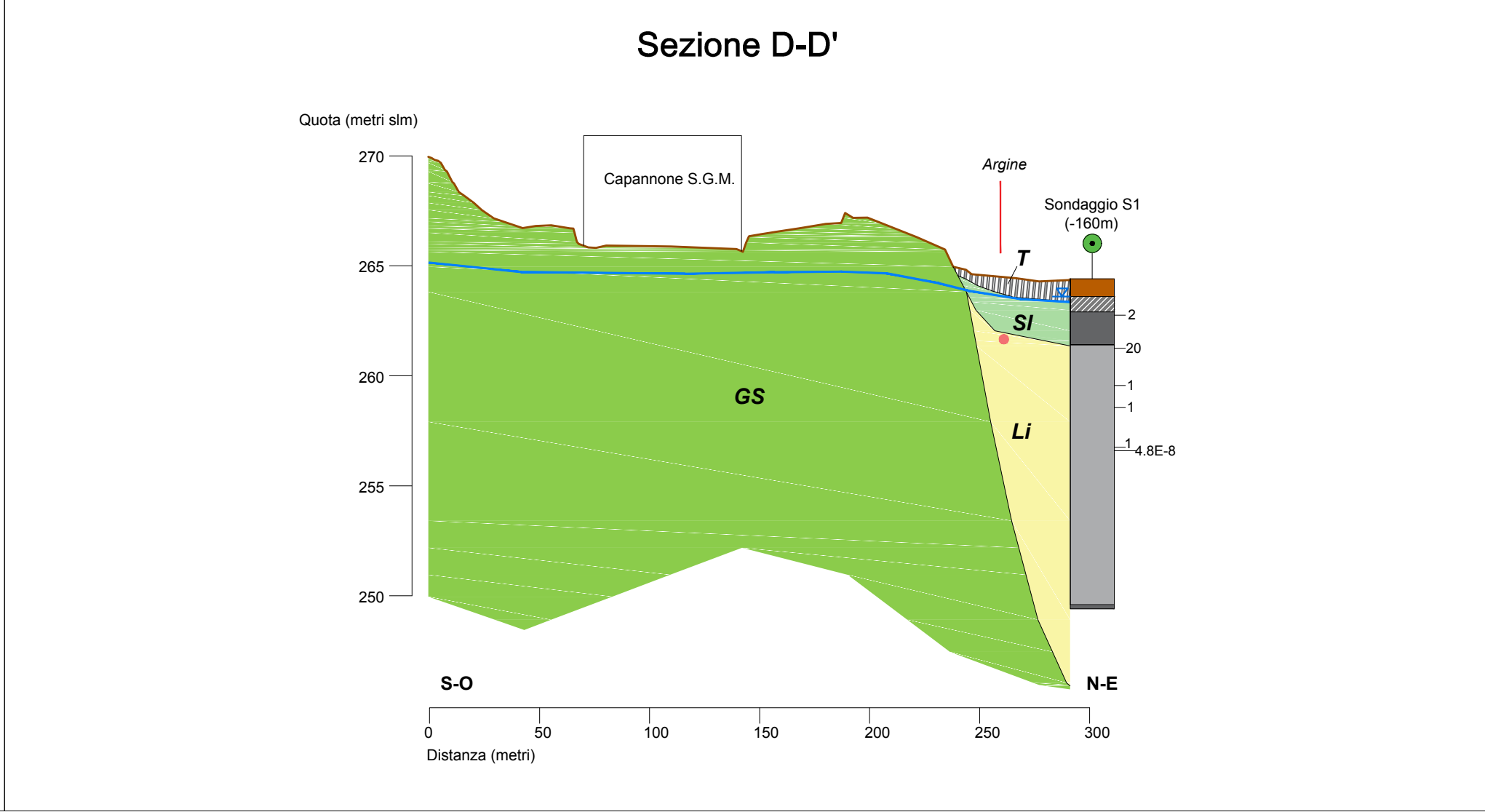
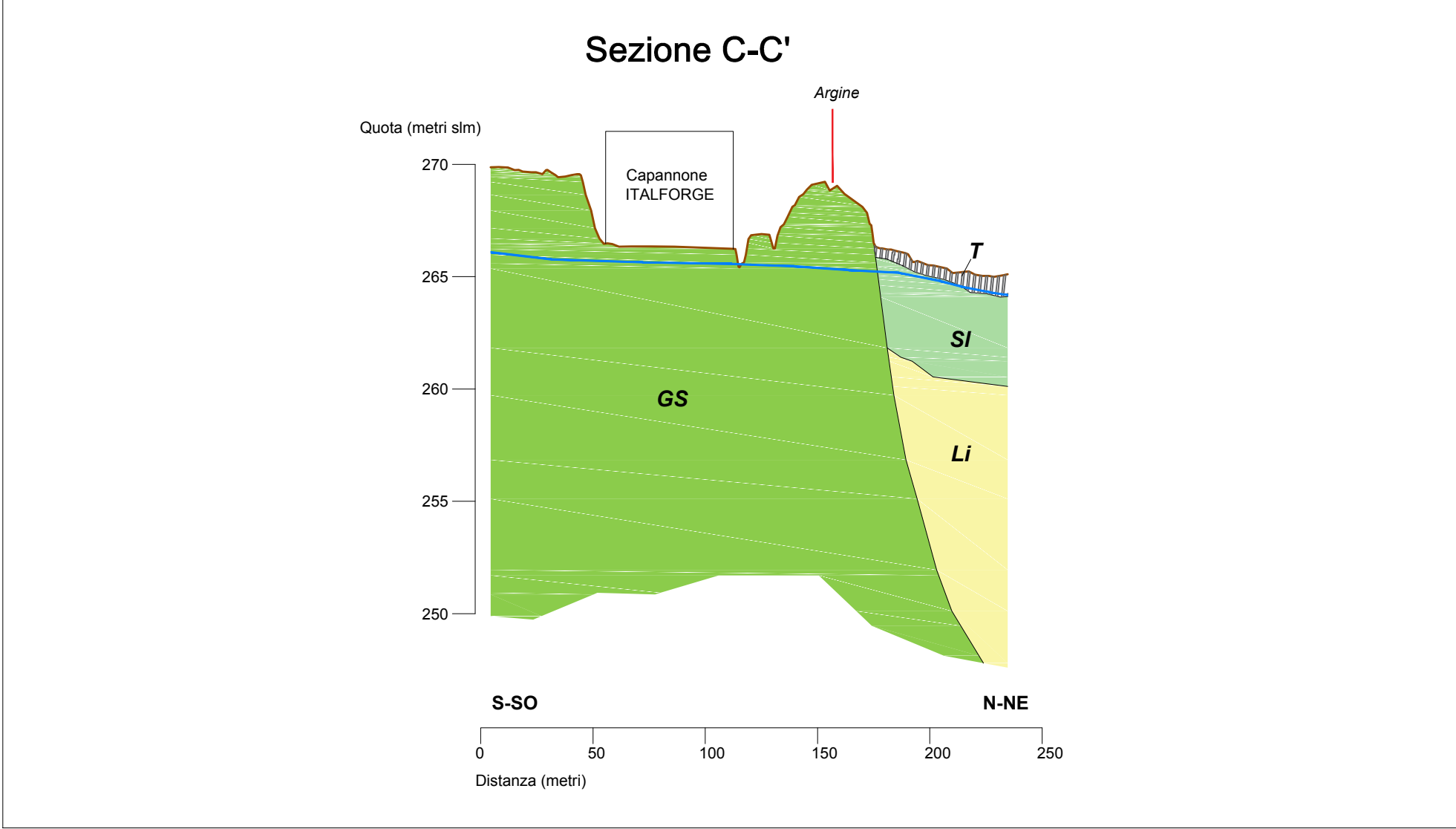
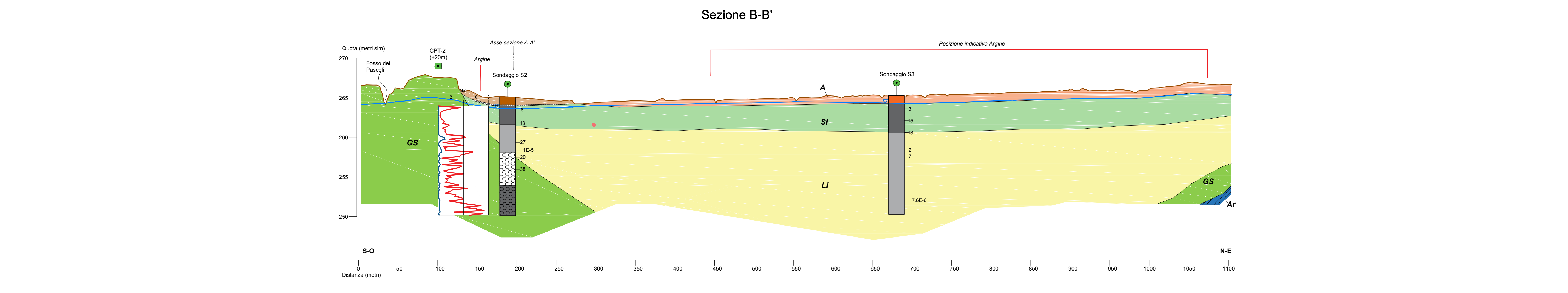
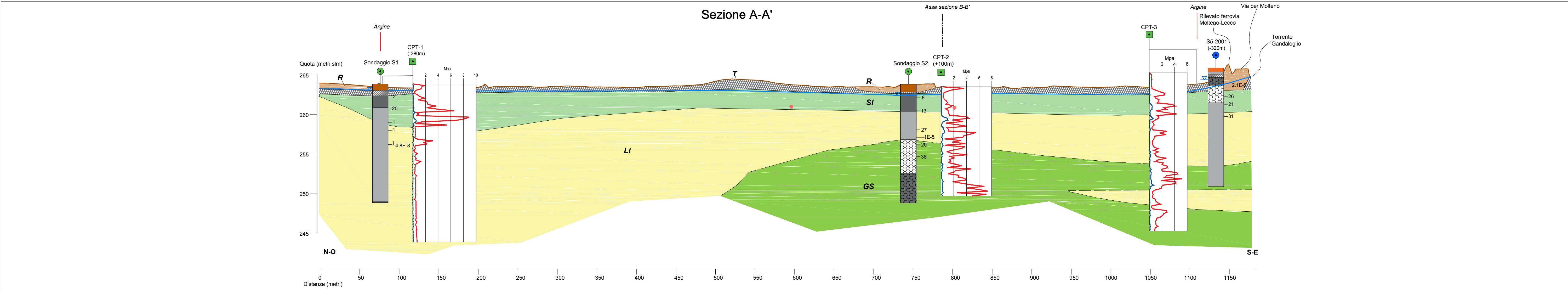
Commissa: co05-16
Cod. Relazione R01-05-16

Area di laminazione delle piene del Torrente Gandaloglio e altri nei Comuni di Oggiono, Sironi e Annone
CUP B38C15000460002
CIG Z36187CBD7

TAVOLA 1
CARTA GEOLOGICA

Scala (A1): H 1:2.500
V 1:250

Data: 07/04/2016



Legenda

● Metanodotto SGR

— Profilo topografico (estratto dal DEM Regione Lombardia, risoluzione 1m x 1m)

— Livello freatico

— Contatto geologico

--- Contatto geologico incerto

Indagini

Sondaggio geognostico

campagna 2001 ● campagna 2016 ●

Litologia

valore N_{SP}

Livello piezometrico

permeabilità prova Leffranc in m/sec

Litologia sondaggi

● Riporto antropico

● Terreno agricolo

▨ Livelli organici/torbosì

● Ghiaia con sabbia

● Sabbia ghiaiosa

● Sabbia limosa

● Limo

Prova penetrometrica statica - APPLI SRL (campagna 2016)

Mpa

— resistenza alla punta qc (Mpa)

— attrito laterale fs (Mpa)

UNITA' GEOLOGICHE

Depositi recenti

● Riporto antropico e laterizi

● Terreno agricolo limoso-ghiaioso

Glacio-lacustre

▨ Livelli torbosì in matrice sabbiosa fine

● Sabbia limosa

● Limo grigio con livelli debolmente sabbiosi

Fluvioglaciale-morenico

● Ghiaia arrotondata poligenica con sabbia e locali trovanti

Sistema di Canbi-Olocene

● Arenarie di Sarnico: arenarie grigie torbiditiche in alternanza con peliti centimetriche a stratificazione regolare. Minori intercalazioni marnose

Substrato-Cretacico sup.

NOTE:

La posizione delle prove proiettate segue la seguente nomenclatura:

+: prova posizionata davanti alla sezione

-: prova posizionata dietro la sezione

La posizione del metanodotto e la sua dimensione sono puramente indicative

Parco Valle Lambro
Ufficio Riqualifica Fluviale

Commissa: co05-16
Cod. Relazione R01-05-16



Area di laminazione delle piene del Torrente Gandaloglio e altri nei Comuni di Oggiono, Sirone e Annone

CUP B38C15000460002 CIG Z36187CBD7

TAVOLA 2
SEZIONI GEOLOGICHE

Scala (A1): H 1:2.500
V 1:250

Data: 07/04/2016