



Regione
Lombardia



Comune di Milano



AIPO

Agenzia Interregionale per il fiume Po

Ufficio Periferico di Milano

(MI-E-789)

VASCA DI LAMINAZIONE DEL FIUME SEVESO IN COMUNE DI SENAGO (MI)

PROGETTO ESECUTIVO

CUP. B19H12000270002

PROGETTISTA:



ambiente risorse territorio

strada Pietro Del Prato 15/A 43121 Parma tel. +39 0521 090911 fax +39 0521 090933
www.artambiente.it info@artambiente.it



via Pomba 23 - 10123 Torino Tel. +39 011 5592811 - Fax +39 011 5620620
www.hydrodata.it hydrodata@hydrodata.it



Il Progettista - Responsabile di progetto e delle integrazioni e prestazioni specialistiche:

Dott. Ing. Ivo FRESIA



Il Coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione:

Dott. Ing. Giuseppe CAMPI

Il Geologo:

Dott. Geol. Marco BERSANO



VISTO: Il Responsabile del procedimento

Dott. Ing. Marco La Veglia

02					
01					
00	EMISSIONE	Dicembre 2018	C. SOLDERA	G. CAMPI	I. FRESIA
rev.	descrizione	data	redatto	verificato	approvato

DOCUMENTAZIONE TECNICA ELABORATI GENERALI

RELAZIONE GEOLOGICA-IDROGEOLOGICA

elaborato **01.01.00.03**

1.	PREMESSA	1
2.	VERIFICA QUOTE FALDA DI PROGETTO	1
3.	VERIFICA DELLE MODALITÀ E PORTATE DI AGGOTTAMENTO NELLA FASE DI CANTIERE E POST-OPERAM	7
3.1.	Simulazione di scenari di aggottamento e di gestione della falda	8
3.1.1.	Caratteristiche del modello numerico utilizzato	8
3.1.2.	Implementazione del modello, schema stratigrafico e idrodinamico	9
3.2.	Simulazione della fase di corso d'opera	11
3.3.	Simulazione della fase post-operam	14
4.	CARATTERIZZAZIONE DEL MATERIALE DI SCAVO	18
5.	PARAMETRI GEOTECNICI	33
5.1.	MODELLO STRATIGRAFICO-GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO	33
5.2.	Definizione dei parametri di progetto	33
5.2.1.	Risultati delle indagini geognostiche del PE e comparazione con la caratterizzazione da P.D.	33
5.2.2.	Parametri geotecnici di progetto	36

ALLEGATO 1 - Stratigrafie dei sondaggi geognostici

ALLEGATO 2 - Risultati delle indagini di laboratorio geotecnico

ALLEGATO 3 - Relazione geologica-idrogeologica del Progetto Definitivo (Elaborato A.4.3 P.D.)

ALLEGATO 4 - Indagine geognostica e di laboratorio per la caratterizzazione merceologica del materiale da estrarre per la realizzazione delle vasche di Senago (MI) – Arethusa - 2017

1. PREMESSA

Con riferimento alla prevista realizzazione delle vasche di laminazione del fiume Seveso in Comune di Senago (MI), il presente report è finalizzato all'illustrazione ed analisi delle indagini condotte a supporto del Progetto Esecutivo delle opere, e conseguente verifica e validazione del modello geologico e dei parametri di progetto.

Il report è strutturato come addendum alla Relazione Geologica del Progetto Definitivo (Relaz. "Geologica-idrogeologica" Elab. A4.3 – cfr. Allegato 4), con l'assunzione delle parti e degli aspetti generali, e lo sviluppo e adeguamento, in conformità alle NTC2008, degli specifici aspetti relativi alla progettazione di livello esecutivo.

In particolare, dal quadro conoscitivo riferito alla fase definitiva di progettazione, sono stati sviluppati specifici approfondimenti e verifiche relative ai seguenti elementi di caratterizzazione geologica e geotecnica:

- quote falda di progetto, in presenza di una situazione dinamica, caratterizzata da un trend significativo di crescita negli ultimi anni, peraltro invertitosi nell'ambito dell'ultimo biennio;
- modalità e portate di aggettamento nella fase di cantiere e post-operam, sulla base di quote falda di progetto revisionate rispetto al P.D. e parametri idrodinamici sito specifici;
- caratteristiche del materiale di scavo (composizione del fuso granulometrico, classificazioni AASHTO, CNR-UNI, grado di alterazione e resistenza meccanica dei clasti);
- caratteristiche geotecniche dei depositi e relativi parametri di progetto.

2. VERIFICA QUOTE FALDA DI PROGETTO

L'assetto piezometrico del sito è descritto nella Relazione Geologica-Idrogeologica (Elaborato A.4.3 del Progetto Definitivo). Il campo piezometrico, e in particolare le quote massime della falda di progetto, sono parte del modello geotecnico del medesimo P.D. (Elaborato A.4.4 Relazione Geologico-Tecnica, cap. "6.0 MODELLO GEOLOGICO TECNICO DEL SOTTOSUOLO", al punto "Falda").

Per la definizione delle quote falda di progetto, nella relazione Geologica-Idrogeologica viene fatto riferimento alle misure eseguite nel piezometro S2 (settore SW dell'area di progetto, rif. punto cod. OS2 in Fig. 20 e sgg.), inserito anche nel Sistema Informativo Falda dell'ex Provincia di Milano con cod. SIF 0152060046 - COMUNE DI SENAGO.

In particolare nel P.D. la quota assoluta della falda misurata nel 2015 è considerata rappresentativa della massima quota falda dagli anni '70 (vedi relazione Geologica – Idrogeologica in allegato, cap. 5), **pari a circa 150 m. s.l.m.** (con quota di fondo finito delle vasche pari a 149 m. s.l.m.).

Peraltro per tale punto di controllo, si evidenzerebbe una risalita rilevante a perdurare nel corso del 2013-2014, fino a maggio 2015, termine della serie disponibile dal P.D..

In relazione a tale quadro, per una più dettagliata definizione dei trend in atto, nell'ambito degli approfondimenti per il Progetto Esecutivo, si è proceduto a:

- a - reperire i dati di rilievo mensili relativi ai 3 piezometri localizzati nell'area estrattiva immediatamente a E dell'area di progetto (rif. Figura 2), disponibili fino al luglio 2015 e comprensivi dunque delle massime quote falda annuali 2015 contestuali al periodo estivo irriguo);
- b - effettuare misurazioni dirette sui piezometri disponibili nell'area di progetto, e in particolare per aggiornamento al corrente 2018, il medesimo punto di misura a cui è riferita la serie storica già riportata negli elaborati di progetto (PIEZOMETRO cod. SIF 0152060046 - COMUNE DI SENAGO).

Le misure sono state eseguite inizialmente nel periodo giugno-luglio 2016, e poi aggiornate, nell'ambito dell'aggiornamento del Progetto esecutivo, nell'agosto del 2018 dal personale AIPO. Il periodo di osservazione risulta particolarmente significativo considerando, come detto, la tendenza nella pianura milanese a livelli piezometrici massimi nel periodo estivo per effetto della ricarica irrigua.

Sulla base dei dati piezometrici (punto a) rilevati nell'area estrattiva in adiacenza (rif. medesima Figura 2), non disponibili in ambito di Progetto Definitivo, si evidenzia un trend di risalita della quota falda particolarmente marcato anche per il 2015. Al netto di variazioni stagionali dell'ordine di non oltre 1.5 m, con massimi nel periodo di picco irriguo tardo estivo, si evidenzia un innalzamento dell'ordine di circa 3 m tra il 2014 e il primo semestre 2015. Tale trend non appare esaurito, e la quota falda in P3, circa corrispondente a quella dell'area in esame, risulterebbe già al termine della serie disponibile prossima ai valori di "quota falda di progetto" di P.D., pari a 150 m s.l.m. (Relazione Geologica-idrogeologica Elab. A.4.3). Nell'ambito dell'aggiornamento del Progetto esecutivo non è risultato possibile eseguire ulteriori monitoraggi dei piezometri della cava, per indisponibilità delle aree.

Le misurazioni (punto b) effettuate nei piezometri disponibili nell'area di progetto, e in particolare del piezometro S2 già inserito nella rete SIF, ha consentito l'aggiornamento dei dati al luglio 2016 (Diagramma II Fig. 1), con una nuova misura all'agosto 2018. Si può notare come nel periodo 2016, a seguito di un anno idrologico scarso, i livelli estivi si attestino approssimativamente sulle medesime quote piezometriche massime 2015, con valori estivi intorno alla quota 150 m s.l.m. Con riferimento invece alla lettura dell'agosto 2018 si rileva una significativa riduzione dei livelli della falda, ri-attestati alle quote di fine 2014.

Pertanto, il trend di risalita osservato nel 2014-2015, è correlabile a un andamento ciclico dei livelli piezometrici, come evidenziato anche dai grafici riportati al par. 5.3 della Relazione Geologica e idrogeologica del P.D. relativi ai rilievi in condizioni statiche nei pozzi CAP, a cui si rimanda.

Da tali grafici si è evidenziato come il trend 2013-2016 per l'area di progetto, faccia seguito a un periodo, a partire dal minimo piezometrico riscontrato nel 2008 per il pozzo CAP Senago (come per tutta la rete piezometrica nell'area nord milanese) con risalita della falda dell'ordine di oltre 10 m.

Sulla base di tali dati, la definizione di nuove quote falda di progetto non è immediata, anche in quanto la tendenza rilevata nel 2016, seppure rispondente a un trend generale dell'area, potrebbe risultare localmente correlata anche a riduzione dei prelievi nell'area industriale immediatamente a monte idrogeologico dell'area in esame.

Sulla base delle sole misure condotte nell'agosto del 2018, non si ritiene cautelativo ipotizzare che il trend di risalita 2008-2016 sia attualmente completato, non ritenendosi di conseguenza attendibile e cautelativo il valore di 150 m s.l.m. definito dal P.D. per la quota falda di riferimento, peraltro già raggiunto sul sito nel periodo 2015-2016 (Diagramma II Fig. 1).

A riguardo si fa inoltre notare come la quota falda 150 m da Progetto Definitivo risulti poco cautelativa anche in base al contesto idrogeologico di più ampia scala. Infatti, come si può notare dallo stralcio di cartografia geologica del Progetto CARG (Servizio Geologico Nazionale, scala 1:50.000), l'area di progetto è localizzata immediatamente a monte della storica "linea delle risorgive", che rappresenta la linea di affioramento della falda in corrispondenza del passaggio di permeabilità tra media e bassa pianura. Fermo restando che l'affioramento delle acque lungo tutta la linea è in realtà determinato dalla presenza di profonde trincee, la condizione pregressa rende non del tutto condivisibile e in ogni caso poco cautelativa l'assunzione di una quota di falda di progetto 150 m, coincidente già attualmente con i massimi estivi, e che è stata con certezza largamente superata in epoca storica, in base all'andamento della suddetta linea dei fontanili.

Al momento si ritiene peraltro opportuno, sulla base del trend in atto e del minimo piezometrico già riscontrato a inizio anni 2000, fare cautelativo riferimento a **quote piezometriche di progetto significativamente superiori, dell'ordine di 153 m s.l.m., per la gestione delle acque nella condizione post-operam.**

Per la condizione di corso d'opera, valutando condizioni transitorie dei massimi livelli e in funzione di tempi di cantiere di breve-medio termine, si ritiene di poter fare riferimento alle quote di Progetto Definitivo, intorno a **150 m s.l.m..**

Si sottolinea infine il riscontro, in fase di realizzazione delle attività preliminari finalizzate alla caratterizzazione del materiale di scavo, di condizioni di falda sospesa nel settore N dell'area di progetto, come visibile in **Fig. 5**. Tali falde sospese sono correlabili a riduzioni verticali di permeabilità in corrispondenza di livelli con più significativa frazione fine limoso-argillosa, e hanno verosimilmente carattere temporaneo risultando correlate, oltre che a leakage dal subalveo dei rii Garbogera e Pudiga, adiacenti all'area di progetto, al massimo apporto irriguo del periodo estivo (come nel caso in figura riferito a scavi eseguiti nei giorni 21-22 luglio 2016).

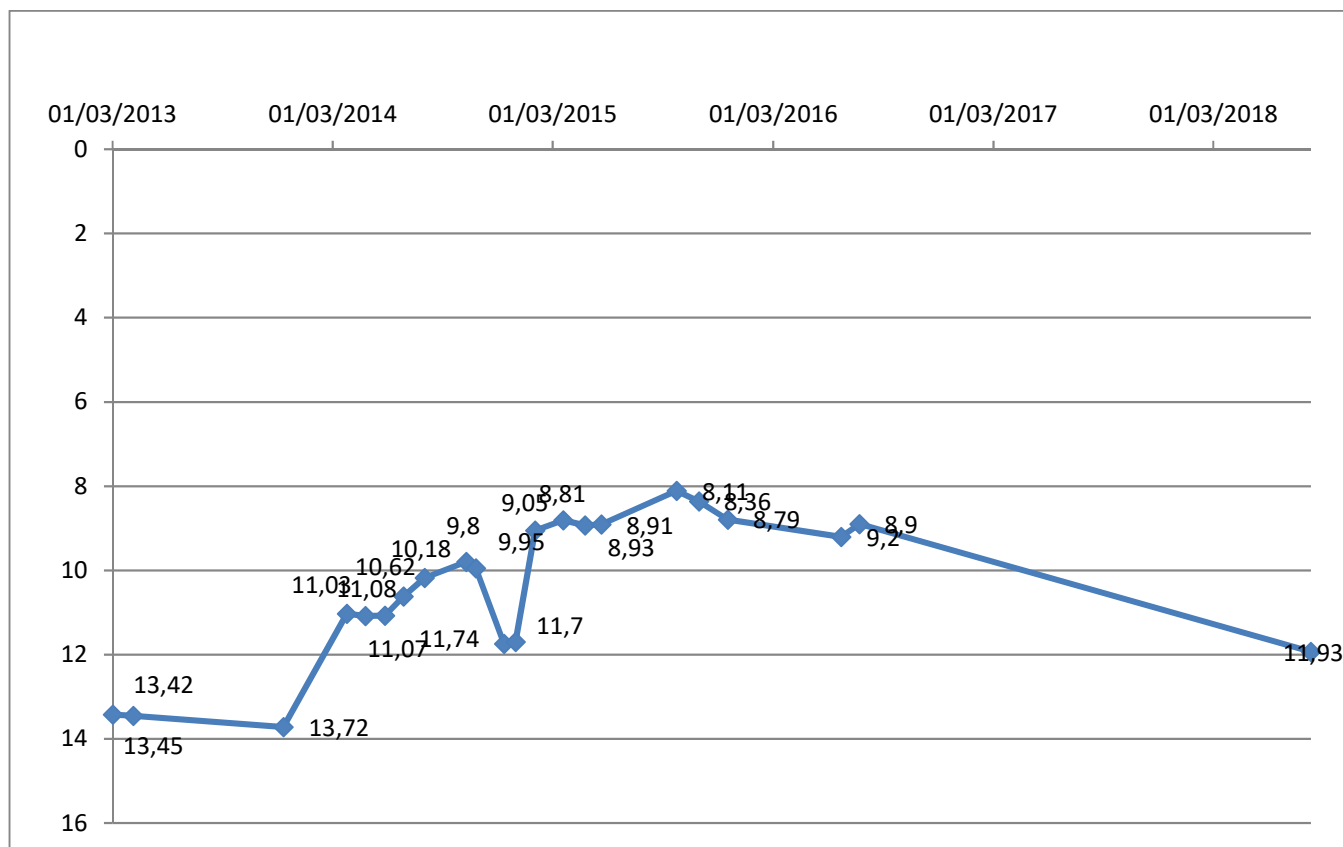


Diagramma I

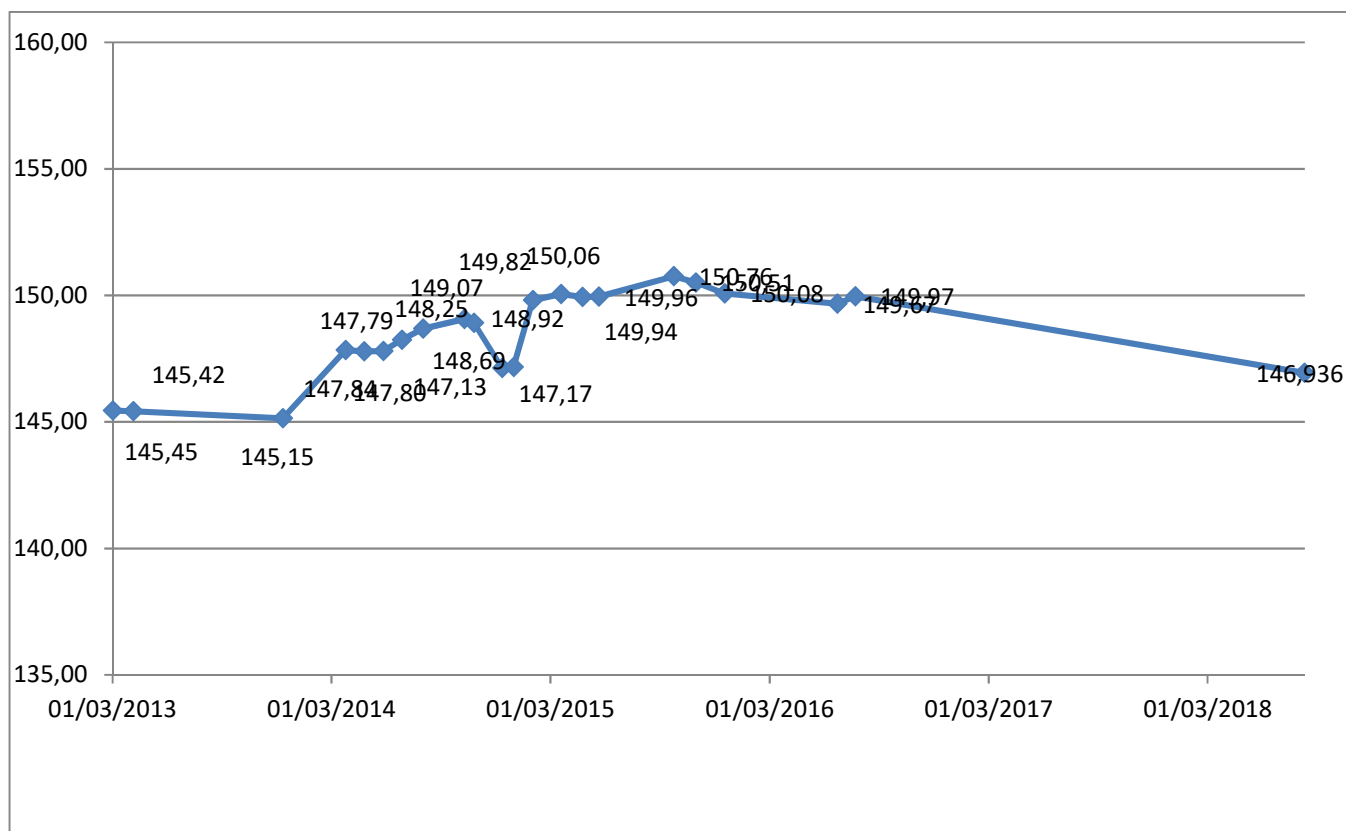


Diagramma II

Fig. 1 - Serie di soggiacenza da p.c. (I) e quota falda (II) relativi al piezometro S2 nell'area di progetto (cod. SIF 0152060046)

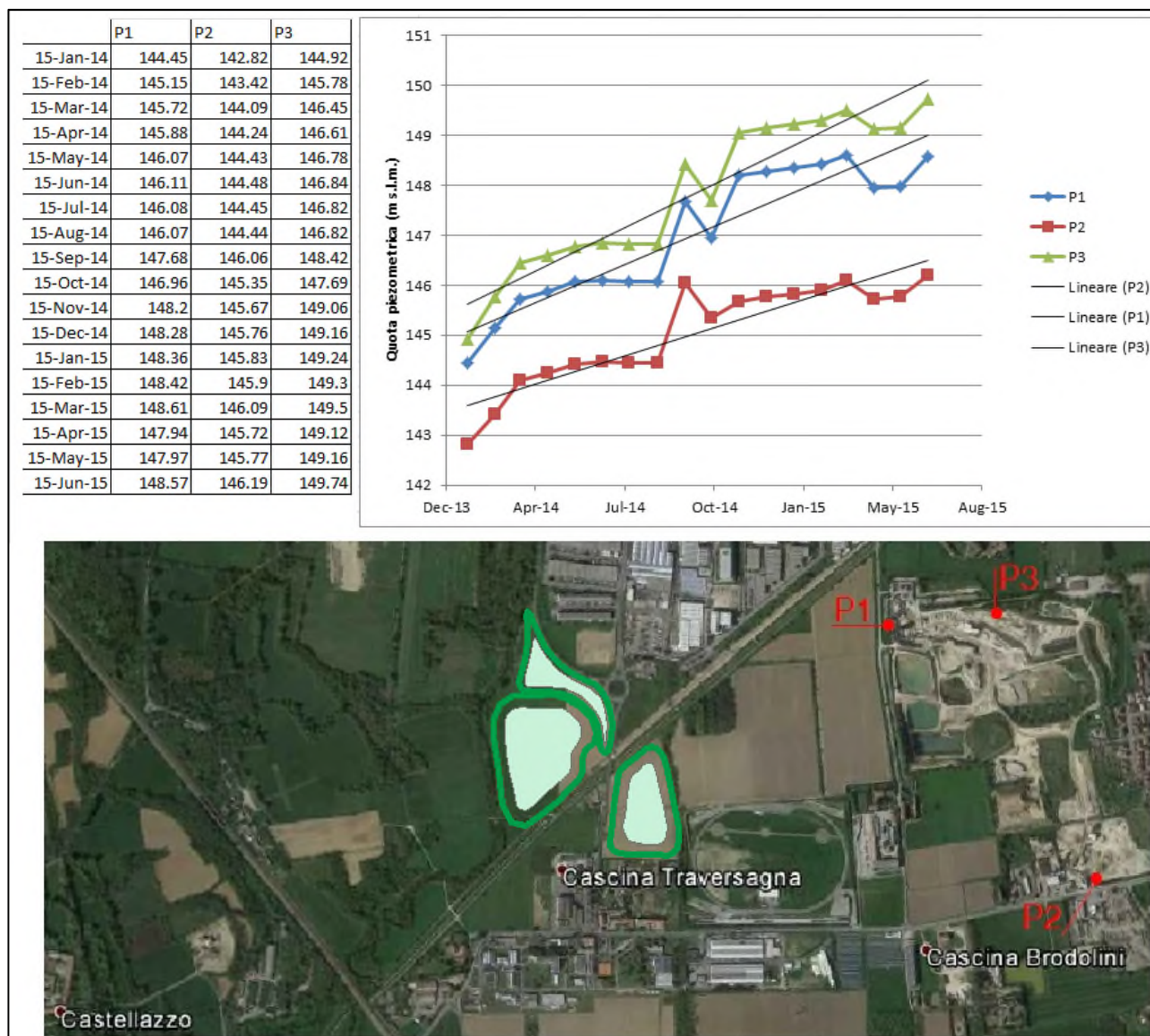


Fig. 2 - Trend recente delle quote piezometriche rilevate nei piezometri di controllo della cava, limitrofa all'area di progetto



Fig. 3 - Localizzazione dell'area di progetto in riferimento alla storica "linea delle risorgive", evidenza di quote falda pregresse significativamente più elevate rispetto alle attuali

Oscillazioni della soggiacenza della falda

[fonte dati: Sistema Informativo Ambientale - Provincia di Milano]

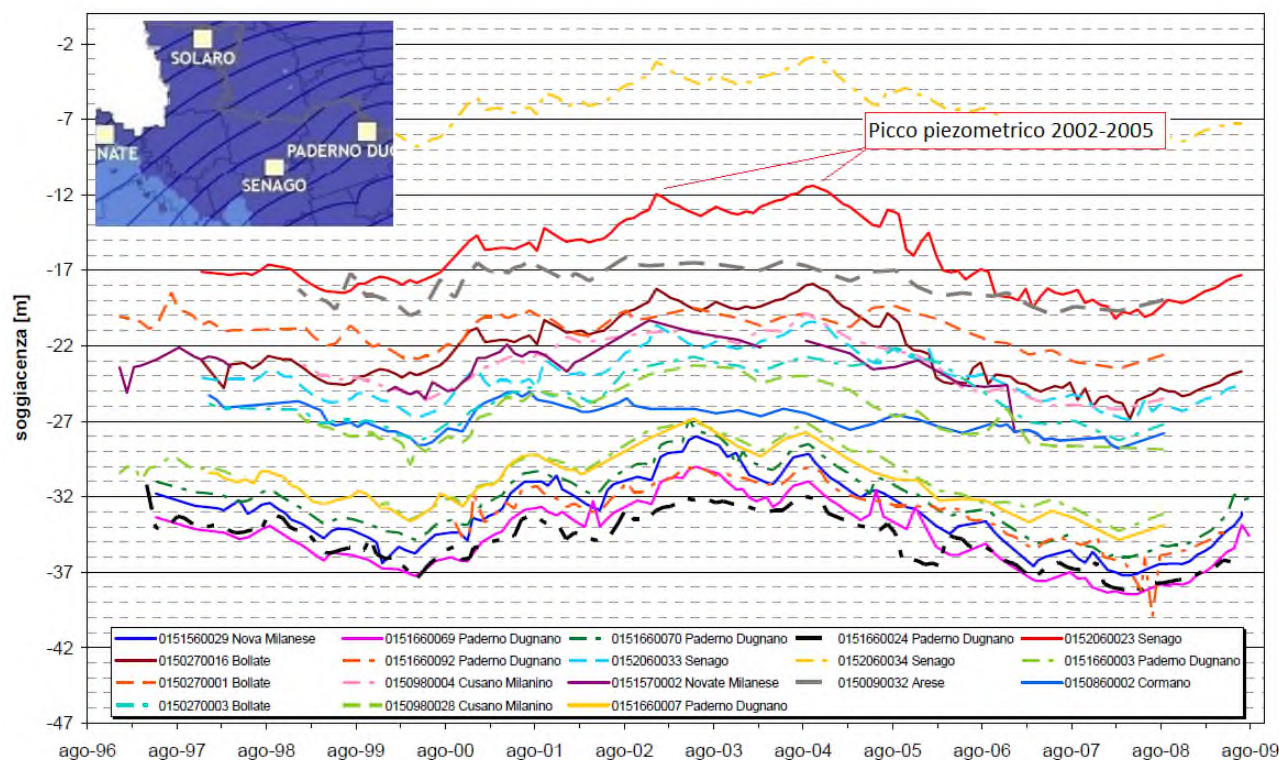


Figura 4 - Livelli piezometrici rilevati nel piezometro SIF (SISTEMA Informativo Falda, Ex Provincia di Milano) cod. 0152060023 "Senago", limitrofo all'area di progetto, da cui si evidenzia ulteriore picco piezometrico degli anni 2002-2005, con soggiacenze da p.c. intorno a 11 m.

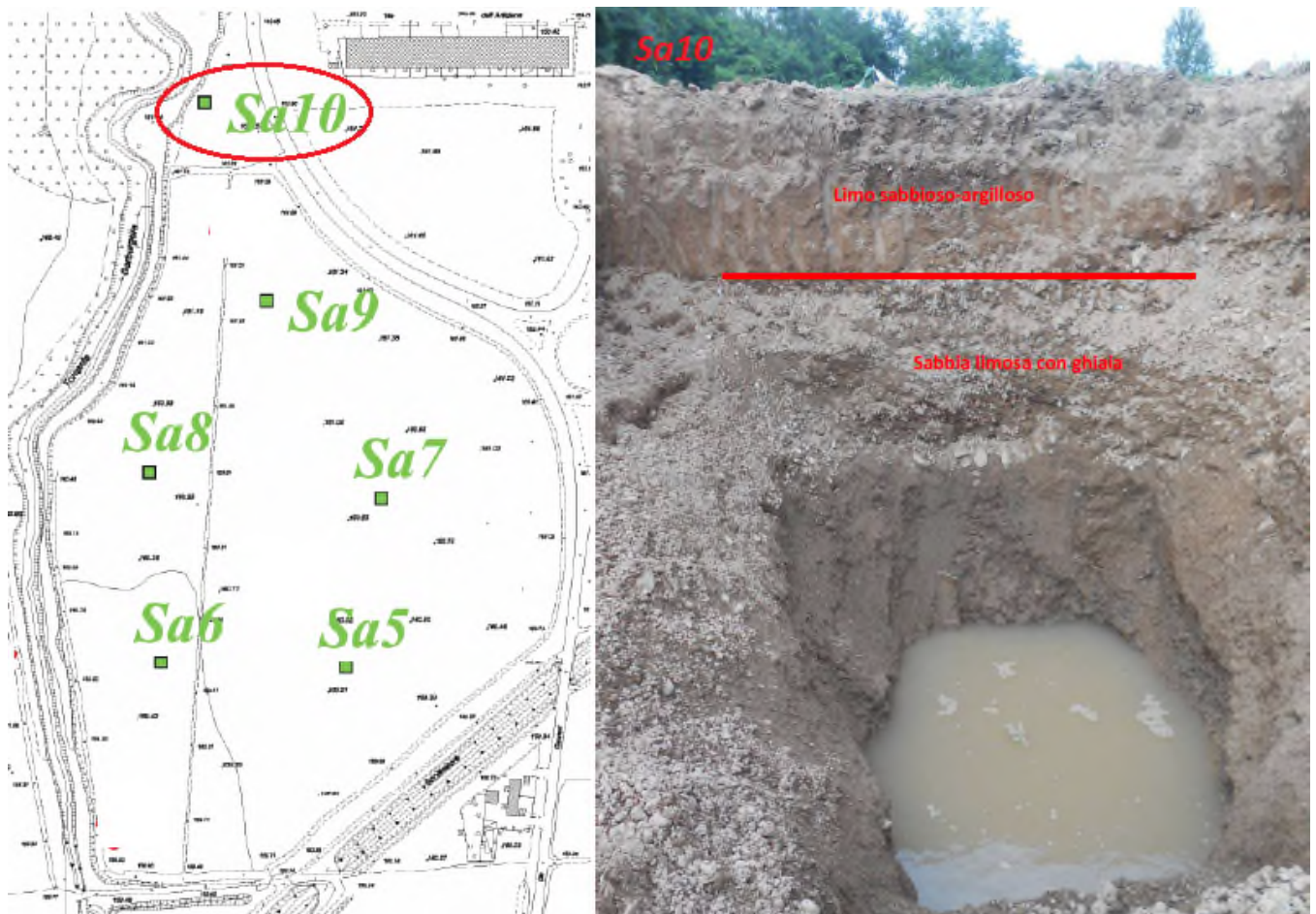


Fig. 5 - Condizioni di falda sospesa, alla profondità di 4.5 m circa da p.c., riscontrata nel saggio di scavo Sa10, al margine N della vasca 1

3. VERIFICA DELLE MODALITÀ E PORTATE DI AGGOTTAMENTO NELLA FASE DI CANTIERE E POST-OPERAM

Le condizioni di interferenza tra la falda e le opere in progetto sono descritte nella Relazione Geologica-Idrogeologica del Progetto Definitivo (Elaborato A.4.3) al punto 8. Nell'ambito dello specifico punto 8.1 viene sviluppata la simulazione con modello numerico relativa all'abbattimento della falda alle quote minime di lavorazione. Le elaborazioni sono effettuate in riferimento a quote minime di scavo pari a 147.0 m s.l.m. (fondo vasche finito q. 149.0 m s.l.m.). Per le simulazioni viene utilizzato il noto codice di calcolo MIDAS.

A livello di progettazione esecutiva lo studio e il dimensionamento del sistema di abbattimento della falda sono stati rivisti, in relazione a:

- modifica da p.e. della quota falda di progetto (153 m s.l.m., post-operam - cfr. precedente punto 2);
- verifica locale dei parametri idrodinamici utilizzati per il calcolo da P.D., questi ultimi derivanti da indagini e dati di larga scala;
- necessità di un abbattimento della falda in fase postrealizzativa, in riferimento alle quote di fondo scavo finito.

3.1. SIMULAZIONE DI SCENARI DI AGGOTTAMENTO E DI GESTIONE DELLA FALDA

Al fine di valutare le interferenze tra le opere in progetto, e le differenti opzioni per la gestione nelle fasi di cantiere e post-operam delle acque di falda, è stato realizzato un modello numerico tridimensionale con discretizzazione agli elementi finiti, in ambiente FEFLOW (Finite Element Flow, DHI-WASY). Il modello numerico costituisce un affinamento di maggiore dettaglio, comunque congruente con quanto sviluppato mediante semplice modellazione analitica, in sede di Progetto Definitivo.

Il modello idrodinamico si avvale di nuovi dati sperimentali, non disponibili nell'ambito del Progetto Definitivo, acquisiti a partire dalle indagini geognostiche del Progetto Esecutivo, e in particolare:

- indagini stratigrafiche (sondaggi PE) con adeguamento del modello geologico;
- monitoraggio piezometrico e relative nuove quote falda post-operam (rif. precedente par. 2)
- prove di emungimento con determinazione dei parametri idrodinamici realizzate su pozzo nella limitrofa cava di Senago.

A partire da tali dati è stato possibile definire scenari di maggiore dettaglio e attendibilità relativi al trend di evoluzione in atto delle quote piezometriche, e valori dei parametri idrodinamici di riferimento per il calcolo delle portate di drenaggio (fase di cantiere e scenari post-operam).

3.1.1. *Caratteristiche del modello numerico utilizzato*

Il modello è stato realizzato in ambiente FEFLOW 7 (DHI-WASY), tridimensionale con discretizzazione agli elementi finiti. FEFLOW (Finite Element subsurface FLOW system) è uno dei più sofisticati codici numerici ad oggi disponibili per la modellazione dei processi di flusso e trasporto in mezzi porosi e fratturati, in condizioni sia sature che insature.

Rimandando per il dettaglio alla letteratura tecnica disponibile, si riportano le seguenti caratteristiche generali del codice di calcolo:

- discretizzazione con mesh tridimensionale agli elementi finiti;
- simulazione in zona satura ed in zona non satura;
- simulazione in mezzi porosi e fratturati, con possibilità di assegnazione differenziata delle 3 componenti vettoriali dell'ellissoide di conducibilità idraulica;
- simulazione con fluidi di densità diverse per temperatura o concentrazione salina, flusso "density dependent";
- simulazione del flusso di calore, per conduzione, convezione, trasporto; simulazione di scambiatori di calore e sonde geotermiche;
- simulazione dei processi di trasporto degli inquinanti, con integrazione di un'estesa tipologia di reazioni chimiche e meccanismi di degradazione.

L'approccio agli elementi finiti è d'obbligo in presenza di forti irregolarità geometriche ed eterogeneità nel modello stratigrafico, non correttamente schematizzabili sulla base di grid regolari alle differenze finite, come nella condizione in oggetto, dove risulta necessario simulare l'inserimento di bacini di forma irregolare.

L'applicazione di FEFLOW, è adatta a simulare ogni condizione di progetto per lo specifico problema delle vasche di Senago, includendo il codice di calcolo moduli per l'inserimento di pozzi di pompaggio, pozzi di iniezione, barriere lineari semipermeabili o impermeabili, strutture impermeabilizzate sotto falda. FEFLOW consente inoltre l'inserimento di "elementi discreti" all'interno del modello di flusso, condizione che permette ad esempio di simulare tubazioni e condotte sotterranee per il trasferimento dei flussi in condizioni indipendenti dal flusso nel mezzo poroso.

3.1.2. Implementazione del modello, schema stratigrafico e idrodinamico

In Fig. 6 è rappresentato lo schema stratigrafico tridimensionale e la griglia di calcolo per il dominio di simulazione considerato. Il dominio di simulazione è stato definito con estensione largamente superiore a quello delle opere in progetto, al fine di valutare l'effetto a larga scala delle interferenze con la falda indotte dalle opere in progetto.

La griglia di calcolo (51528 nodi, 76851 elementi), si compone di 4 slices e 3 layer sul piano verticale. I layer verticali corrispondono livelli stratigrafici (cfr. Figure 1-2) descritti e caratterizzati dal punto di vista idrodinamico con riferimento alla seguente tabella 1.

Layer modello	Layer idrogeologico	Prof. Da p.c. (m)	$K_x = K_y = K_z$ (m/s)
1	Acquifero superficiale a falda libera (porzione superiore) - Layer stratigrafico 1 (Fig. 17)	0-32 (ricostruzione di dettaglio limite di separazione in Fig. 17)	1e-4
2	Acquifero superficiale a falda libera (porzione inferiore) - Layer stratigrafico 2 (Fig. 17)		5e-4
3	Acquitardo	32-45	1e-7
4	Acquifero semiconfinato profondo	45-90	1e-4

Tabella 1 – Modello stratigrafico di riferimento per il modello numerico FEFLOW

La schematizzazione, conformemente alla ricostruzione di progetto (rif. sezioni idrogeologiche, Elaborato D.2.3), si caratterizza dunque per la presenza di un acquifero superficiale a falda libera, e da un acquifero semiconfinato profondo, separati da un livello semipermeabile limoso argilloso. Sulla base degli elementi noti dal progetto definitivo, il livello semipermeabile di separazione è stato considerato continuo, ma con valori di K ($1e-7$ m/s) tipici di un mezzo semipermeabile, per considerare cautelativamente gli effetti di drenanza ("leakage") dal sistema semiconfinato a quello superficiale freatico.

In riferimento all'acquifero superficiale a falda libera, il modello idrogeologico di dettaglio è stato ricostruito sulla base delle indagini stratigrafiche integrative condotte in ambito di Progetto Esecutivo, e relativa elaborazione (rif. Fig. 17), con distinzione di un orizzonte superiore e un orizzonte inferiore, il primo caratterizzato da una maggiore presenza di matrice fine, rilevante ai fini dell'attribuzione del campo di conducibilità idraulica (rif. Tabella 1, Layer 1-2).

Per quanto riguarda la conducibilità idraulica (K , m/s), per l'acquifero superficiale si è fatto riferimento ai valori indicati al paragrafo 5.4 della relazione geologica di progetto. In tale sede si erano a nostro avviso correttamente presi a riferimento i valori da fonte CARG e dalle prove di emungimento disponibili, anche dove superiori a quelli delle numerose prove Lefranc realizzate in sito, test questi ultimi che risultano però meno attendibili per il ridotto volume specifico interessato dalla prova oltre che per la nota tendenza di tale tipo di indagine a sottostimare i valori di K in terreni clastici grossolani. Cautelativamente, in sede di P.D. è stata inoltre considerata una conducibilità idraulica isotropa ($K_x=K_y=K_z$), ovvero non è stata considerata una riduzione del parametro sull'asse verticale (K_z), come pratica comune in acquiferi eterogenei stratificati.

Un'ulteriore verifica della conducibilità idraulica, come indagine aggiuntiva rispetto a quanto condotto in sede di Progetto Definitivo, è derivata da una specifica prova di emungimento in regime di equilibrio eseguita dalla scrivente nelle date 21-22 settembre 2015 sul pozzo di servizio della limitrofa cava di Senago.

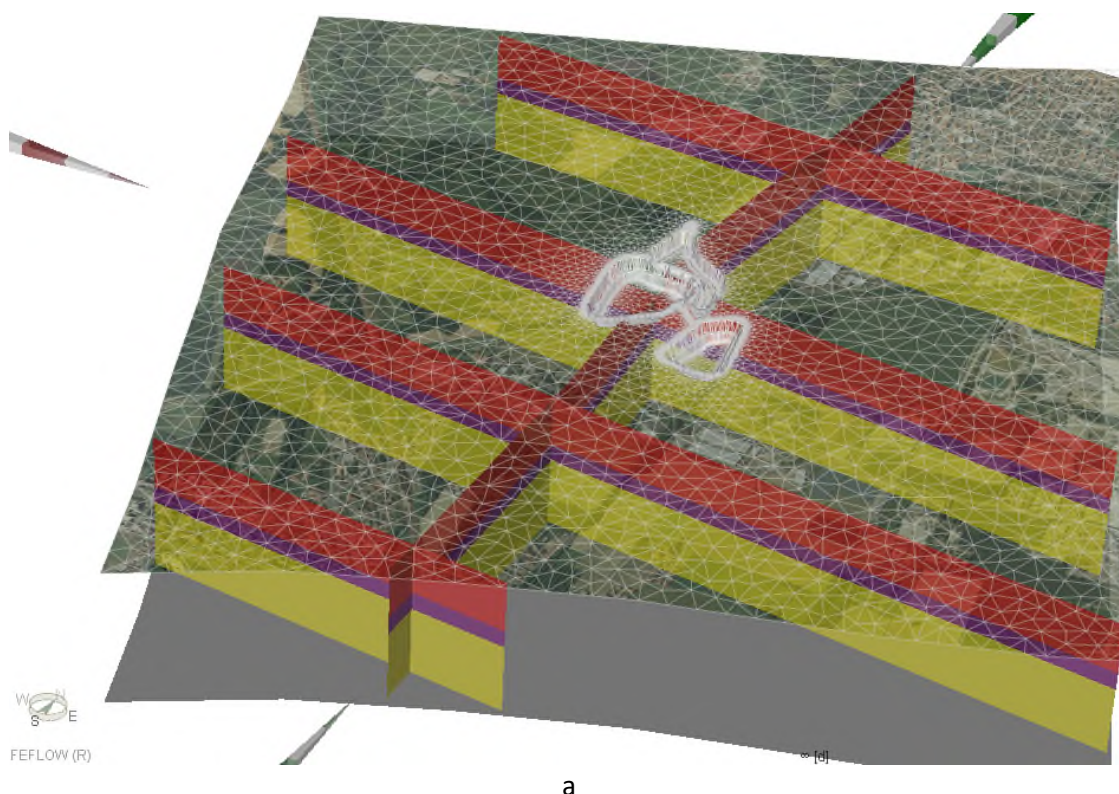
Si tratta di un pozzo che impegna in modo completo la falda freatica. La prova è stata eseguita a portata costante di 83 l/s, a cui è corrisposto all'equilibrio un abbassamento dinamico in asse pozzo $\Delta=7.1$ m (l.s. 8.3 m, l.d. = 15.40 m da p.c.).

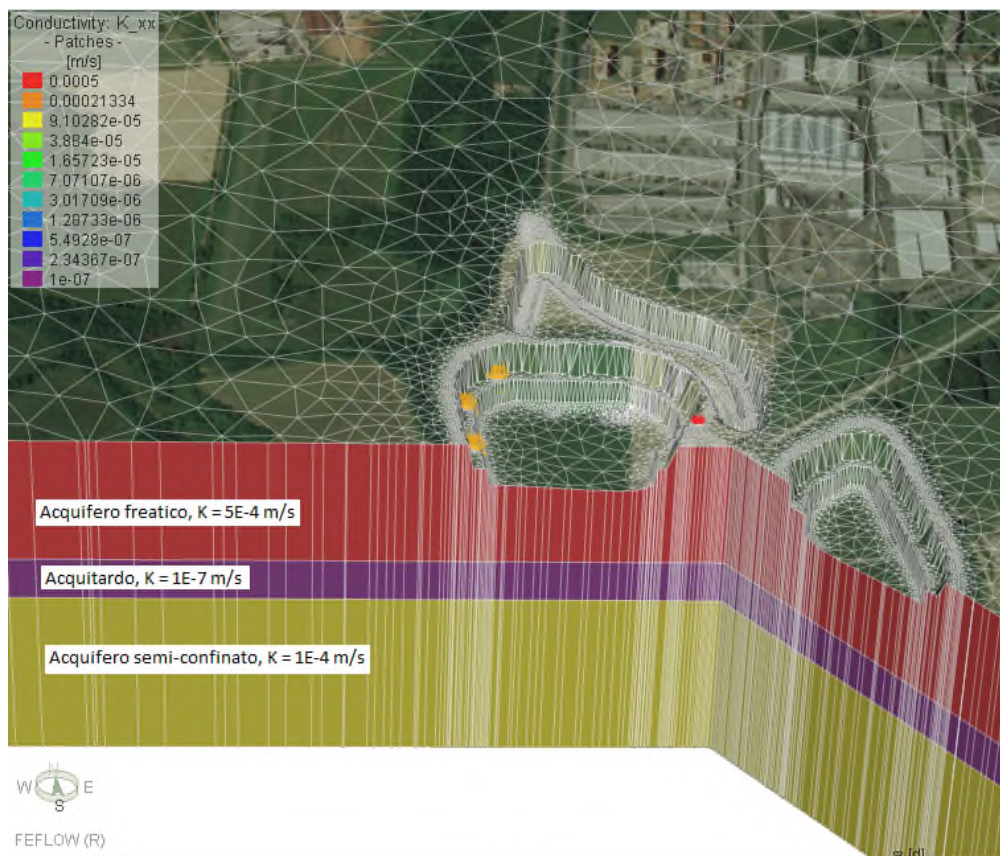
La prova ha consentito di calcolare un valore di trasmissività $T=1.5 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$, da cui, sulla base di uno spessore saturo medio di 18 m impegnato dal pozzo, una permeabilità $K=8.4 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$.

Tale valore conferma la scarsa significatività dei dati dalle prove Lefranc eseguite per il Progetto Definitivo, e che come atteso risultano fortemente sottostimati.

Il dato dalla prova di emungimento eseguita è superiore anche al valore di riferimento da fonte CARG, ed è comunque ritenuto più attendibile, in quanto specificamente basato sul settore in esame. Al contorno del modello è stata attribuita condizione di carico imposto, sulla base della piezometria riportata nell'Elaborato D.2.2 del Progetto Definitivo.

La geometria delle vasche è stata modellata conformemente al Progetto Definitivo (salvo semplificazione dell'assetto morfologico delle scarpate sopra falda).





Nota: l'acquifero superficiale (Livello 1 + Livello 2, rif. Tabella 1) è rappresentato per semplificazione come un unico livello, risultando il Livello 1 pressoché totalmente sopra falda e non influenzando dunque in modo significativo i risultati del modello saturo

Fig. 6 a,b – Griglia tridimensionale di modello e schema stratigrafico-idrogeologico

3.2. SIMULAZIONE DELLA FASE DI CORSO D'OPERA

La simulazione delle condizioni di corso d'opera è riferita a una quota di pelo libero falda di 146.5 m s.l.m.. La quota falda di riferimento definita dal Progetto Definitivo è pari a 150 m s.l.m.. Cautelativamente, sono state peraltro eseguite simulazioni anche riferite a un'ipotetica quota massima pari a 152 m s.l.m., per verificare l'efficacia e le portate attese di drenaggio nello scenario di ulteriore eventuale risalita della falda a breve termine.

Sono stati simulati i seguenti scenari per l'abbattimento della falda alla quota del piano di scavo:

- aggottamento diffuso con pompe in pozzetti a fondo scavo;
- emungimento con pozzi perimetrali;
- emungimento integrato con pozzi perimetrali e aggottamento dallo scavo (a+b);
- emungimento con trincea drenante e pozzi.

Tutte le simulazioni sono basate sullo scenario di mantenimento della quota falda di riferimento per tutti i settori dei bacini di scavo sotto falda. Si tratta di una condizione evidentemente cautelativa, tale da massimizzare le portate drenate e l'impatto sulla falda, che non tiene conto di uno sviluppo per fasi degli scavi stessi e la possibilità di operare in periodi stagionali di minima quota piezometrica.

Dall'osservazione dei risultati delle simulazioni nelle Fig. 7÷Fig. 10 si evidenzia quanto segue:

- la soluzione con aggettamento a fondo scavo (a, Fig. 7) determina le minime portate di drenaggio (circa 160 l/s), ma può essere considerata un'opzione teorica, in quanto si determinerebbero difficoltà cantieristiche evidenti per la contemporanea posa del materassino bentonitico;
- l'emungimento con pozzi perimetrali (b, Fig. 8) è una soluzione caratterizzata da una buona flessibilità, prestandosi il sistema ad adattamenti modificando portate e livelli in asse pozzo, anche in relazione a ulteriori risalite della quota falda; le portate nella configurazione simulata, per l'abbattimento in tutti i settori di scavo a fondo vasche, sono intorno a 170 l/s;
- soluzioni miste con pozzi perimetrali e locali aggettamenti a fondo scavo (c, Fig. 9) consentono, a parità circa di portata emunta rispetto alla soluzione precedente, una gestione più flessibile degli emungimenti, limitando l'abbattimento a specifici lotti di scavo sotto falda; vanno peraltro evidenziate le medesime problematiche cantieristiche sottolineate per l'opzione a, in relazione alla posa del materassino bentonitico a fondo scavo nei settori di aggettamento.

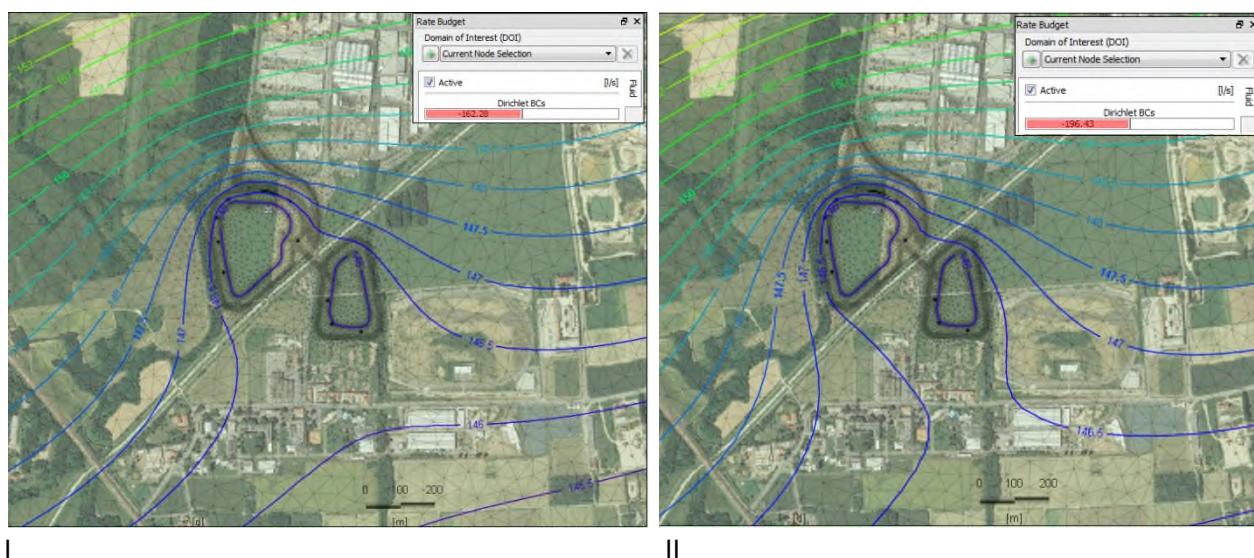
In relazione alle suddette verifiche e relative considerazioni tecnico-cantieristiche, è stata elaborata la soluzione di riferimento per il Progetto Esecutivo, nel seguito descritta.

Soluzione di Progetto Esecutivo – fase di cantiere

La Fig. 10 si riferisce alla soluzione di Progetto Esecutivo, caratterizzata da due trincee drenanti (scenario d); il sistema è integrato con il pozzo già previsto dal Progetto Definitivo nel settore tra le vasche SE e SW, oltre a un ulteriore punto di emungimento che potrà essere costituito da un pozzetto temporaneo al margine di valle della vasca principale.

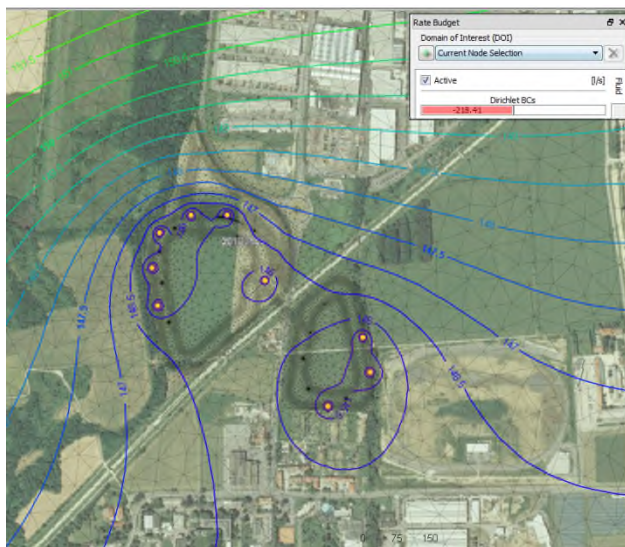
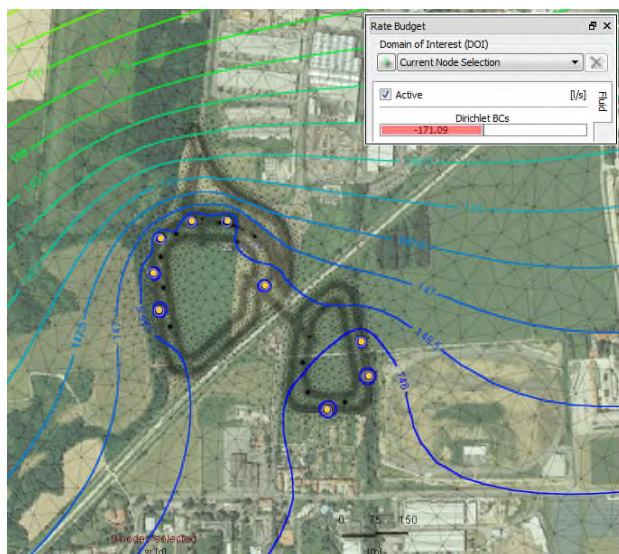
Il dettaglio delle opere è rappresentato negli elaborati di riferimento del presente del Progetto Esecutivo.

Le trincee drenanti sono funzionali al mantenimento di una quota idraulica in asse alle stesse pari a 146 m s.l.m. (con drenaggio circa 110 l/s). Il pompaggio da pozzi, che sarà necessario per determinate fasi e localizzazioni degli scavi profondi, è calcolato in complessivi circa 50 l/s).



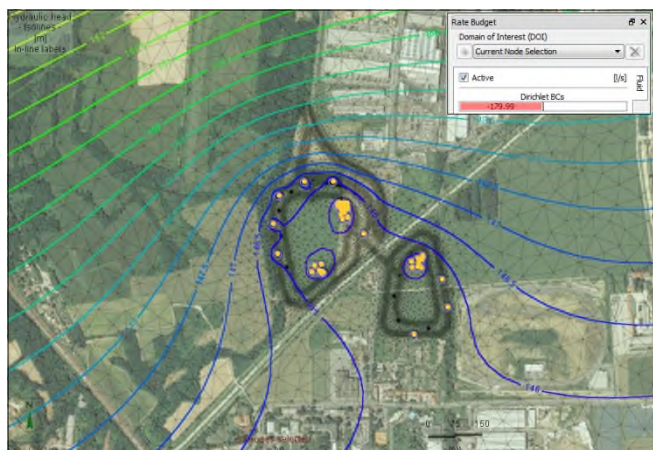
I: quota falda statica di progetto media 150 m (q drenata 162 l/s) II: quota falda statica 152 m (q drenata 196 l/s)

Fig. 7 – Scenario a di abbattimento della falda per aggettamento a fondo scavo



I: quota falda statica di progetto media 150 m (q drenata 171 l/s, l.d. asse pozzi 143.5 m s.l.m., $\Delta=6.5$ m) II: quota falda statica 152 m (q drenata 218 l/s, l.d. asse pozzi 142.5 m s.l.m., $\Delta=9.5$ m)

Fig. 8 – Scenario b di abbattimento della falda con emungimento da pozzi perimetrali



I: quota falda statica di progetto media 150 m (q drenata 180 l/s) II: quota falda statica 152 m (q drenata 208 l/s)

Fig. 9 – Esempio di soluzione “mista” (opzione b) con emungimenti da pozzi e aggettamento da fondo scavo

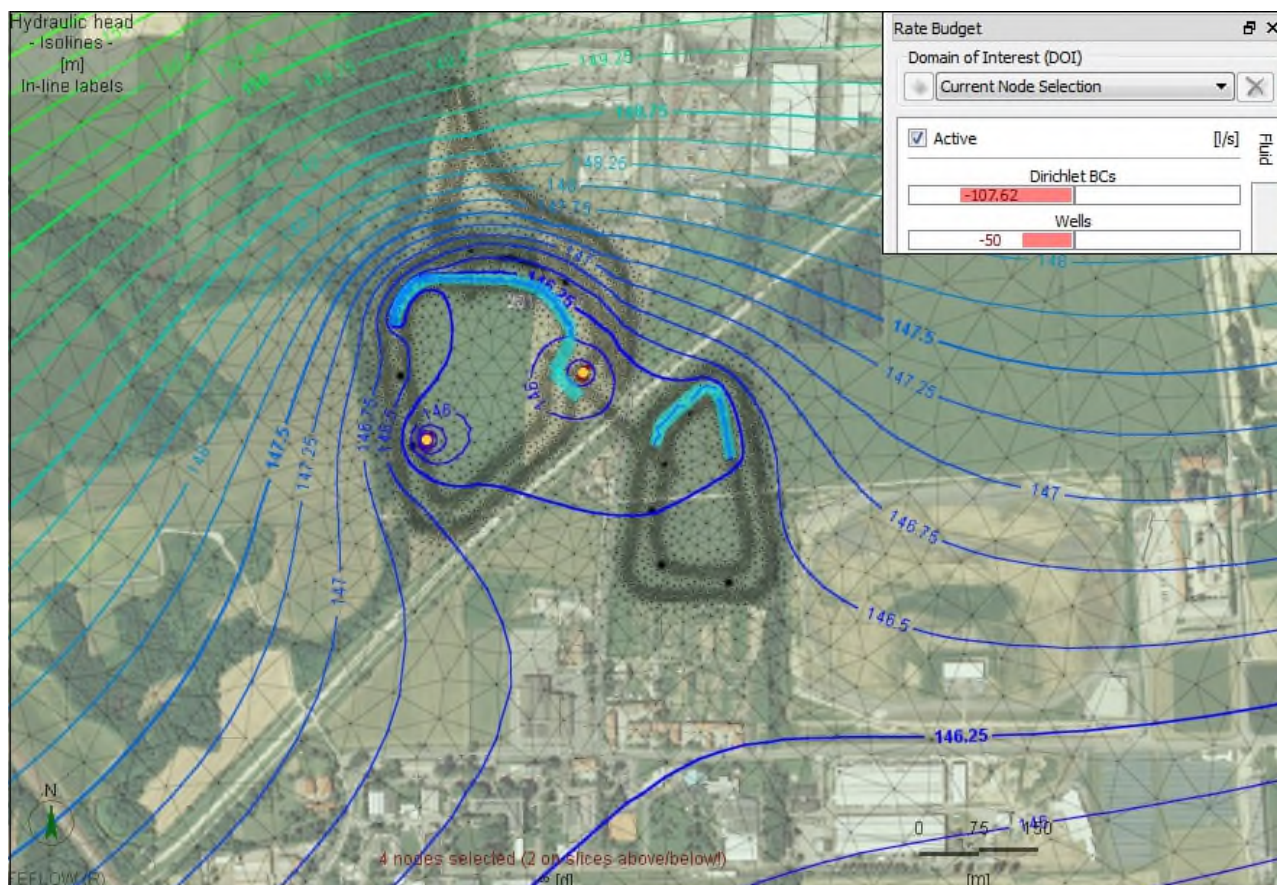


Fig. 10 – Abbattimento in fase di cantiere mediante trincea drenante e pozzi (soluzione di Progetto Esecutivo)

3.3. SIMULAZIONE DELLA FASE POSTOPERAM

Il modello è stato applicato per valutare differenti scenari di gestione delle acque di drenaggio nella condizione post realizzativa di esercizio delle opere in progetto.

In particolare sono stati verificati i seguenti scenari:

- opzione come da Progetto Definitivo, caratterizzato da “manufatti di interconnessione con la falda”, ovvero costituita da 7 tubi drenanti a T, della lunghezza di 40 m ciascuno, con quota idraulica in asse pari a 149.5 m, e da un pozzo di emungimento della portata di 20 l/s nel settore compreso tra le vasche SW e SE;
- trincea drenante continua, alla quota idraulica 149.8 lungo il perimetro interno delle vasche SW e SE;
- soluzione di Progetto Esecutivo**, basata sul medesimo sistema di trincee utilizzato per il drenaggio nella fase di cantiere; il sistema è integrato con il pozzo già previsto dal Progetto Definitivo nel settore tra le vasche SE e SW, Le trincee drenanti sono funzionali al mantenimento di una quota idraulica in asse trincea pari a 149.5 m s.l.m.

Sulla base delle valutazioni effettuate al precedente cap. 2 relativamente al trend di crescita dei livelli di falda, **per la gestione delle acque nella condizione post-operam si è fatto riferimento a una quota piezometrica statica di progetto di 153 m s.l.m..**

Nella Fig. 11 e Fig. 12 sono rappresentati il modello tridimensionale e il campo piezometrico simulato per l'opzione come da Progetto Definitivo. Si può notare come tale soluzione non consenta, per la quota piezometrica presa a riferimento da p.e. (153 m dunque superiore al valore di P.D.), di

mantenere livelli d'acqua a fondo vasca non superiori a 150 m, quota limite, indicata dal medesimo Progetto Definitivo, compatibile con le pressioni sul rivestimento di impermeabilizzazione del fondo vasche (cfr.

Fig. 13). In particolare nel settore a monte della vasca SE si raggiungono quote di falda intorno a 150.7 m.



Fig. 11 – Modello 3D relativo alla soluzione di drenaggio post-operam prevista dal Progetto Definitivo

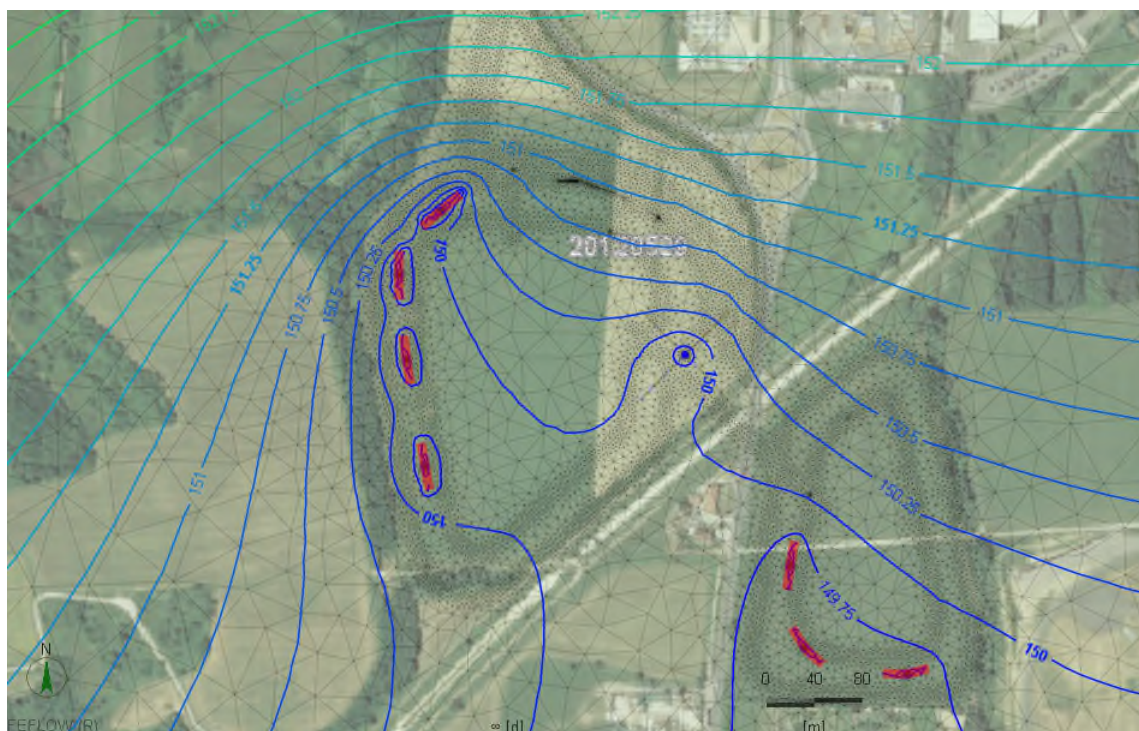


Fig. 12 - Simulazione del campo piezometrico relativo alla soluzione prevista dal Progetto Definitivo

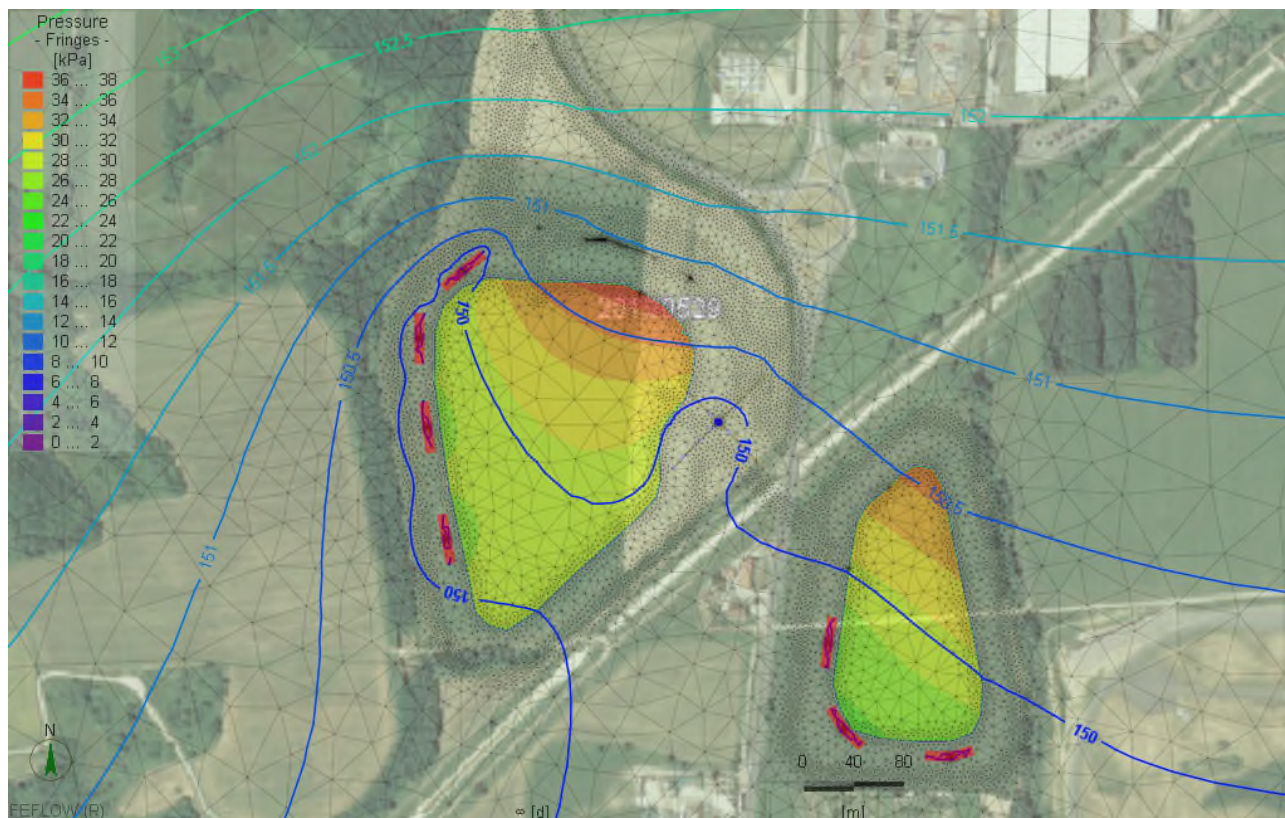


Fig. 13 - Pressione idraulica riferita al piano di posa del geocomposito (147 m), relativo alla soluzione di drenaggio post-operam prevista dal Progetto Definitivo

Il controllo dei livelli piezometrici richiede pertanto ulteriore abbattimento nei settori di monte delle vasche, non interessati dai dreni nello scenario di Progetto Definitivo.

A riguardo sono state verificate e comparate sia opzioni con trincea drenante perimetrale continua (Fig. 14 a, b) che con pozzi di drenaggio, con l'obiettivo di minimizzare i volumi di prelievo garantendo però la massima affidabilità del sistema anche nello scenario di una risalita alle quote massime di riferimento (153 m).

Come si evidenzia dal campo piezometrico simulato, tutte le soluzioni valutate con il modello sono funzionali ed efficaci in riferimento agli obiettivi di progetto, ovvero consentono il mantenimento del livello piezometrico a fondo vasche entro la quota limite di 150 m definita dal Progetto Definitivo, anche nello scenario di una risalita della falda statica alla quota 153 m. La soluzione di riferimento per il Progetto Esecutivo, nel seguito descritta, consente di utilizzare il medesimo sistema di trincee sia per il drenaggio in fase di cantiere che in quella post-operam.

Soluzione di Progetto Esecutivo – fase post realizzativa di esercizio

La simulazione è riferita alle opere rappresentate in dettaglio negli elaborati di riferimento del presente del Progetto Esecutivo.

Con riferimento ai risultati di simulazione in Fig. 15, **la soluzione di Progetto Esecutivo** presenta affidabilità e flessibilità di utilizzo in relazione al possibile trend piezometrico, consentendo di mantenere livelli di falda a fondo vasca entro i 150 m, anche nello scenario di risalita della falda statica a quota 153 m. La soluzione si basa come detto sul medesimo sistema di trincee utilizzato nella fase di cantiere, consentendo di realizzare un unico sistema di drenaggio utilizzabile in corso d'opera e per la gestione post-operam dei livelli di falda.

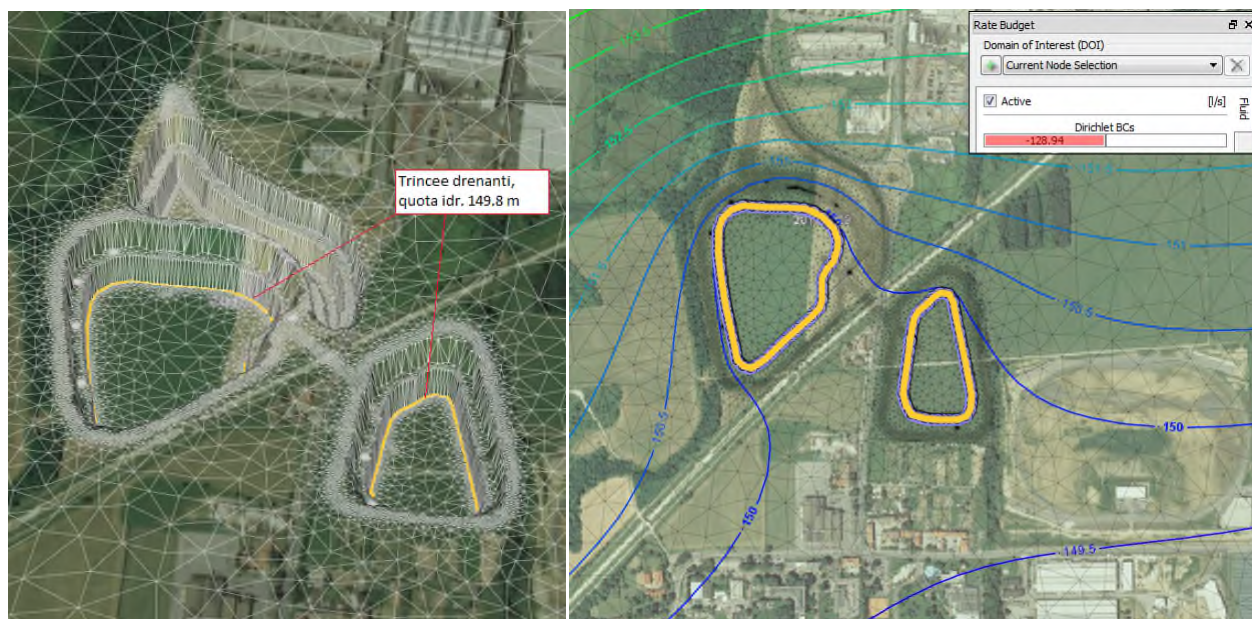


Fig. 14 – Scenario di drenaggio post-operam con trincea perimetrale continua (quota idraulica 149.8 m)

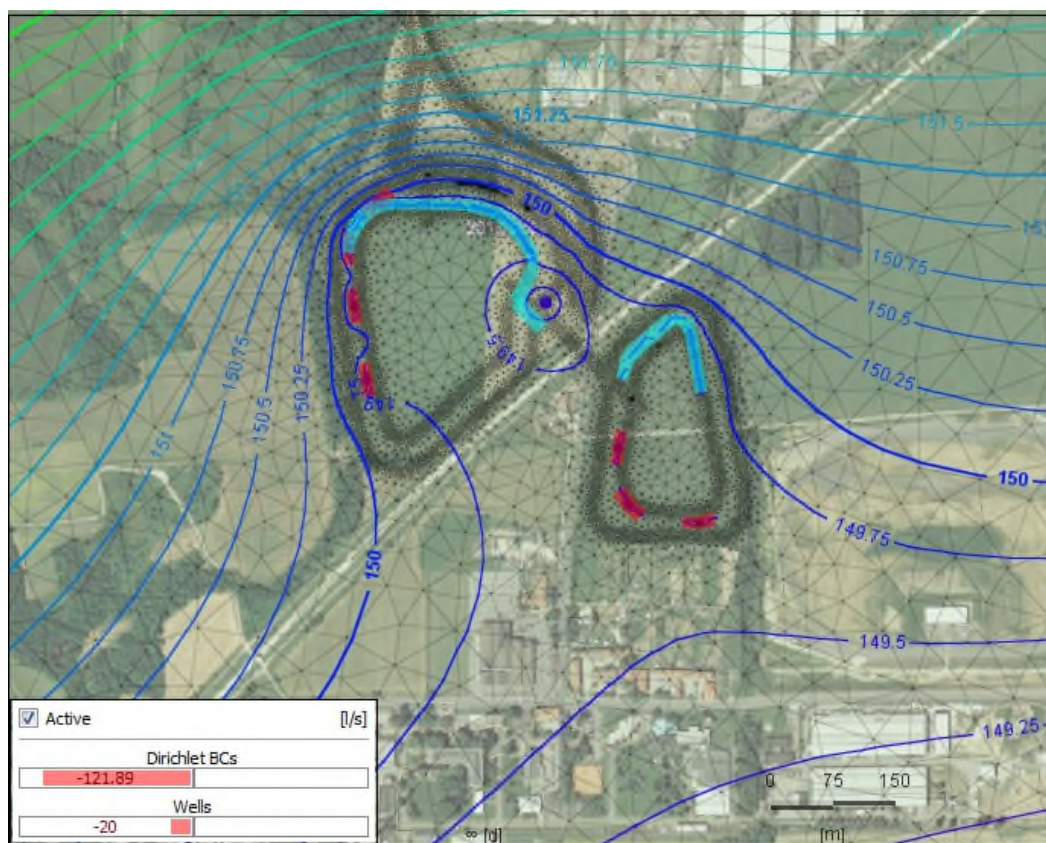


Fig. 15 - Soluzione post-operam di Progetto Esecutivo, basata sul medesimo sistema di trincee drenanti utilizzato per il drenaggio nella fase di cantiere

4. CARATTERIZZAZIONE DEL MATERIALE DI SCAVO

4.1. INDAGINI GEOGNOSTICHE CONDOTTE NELL'AMBITO DELLA REDAZIONE DEL PROGETTO ESECUTIVO ORIGINARIO

Il materiale di scavo è stato oggetto in sede di una caratterizzazione di maggiore dettaglio, a partire dalle indagini geognostiche specificamente condotte per la redazione del Progetto Esecutivo originario.

La caratterizzazione integrativa è in particolare finalizzata a una migliore definizione delle caratteristiche geotecniche dei materiali, con particolare riferimento ai parametri geotecnici di riferimento per il progetto.

La caratterizzazione ha inoltre riguardato aspetti relativi alla classificazione dei materiali in riferimento a specifici campi di utilizzo (classificazioni AASHTO, CNR-UNI 10006), e alla qualità chimica delle terre in riferimento ai limiti per specifiche destinazioni, definiti dal D.Lgs. 152/06 e s.m.i.. Questi ultimi aspetti sono stati sviluppati con maggiore dettaglio nella Relazione sulla Gestione delle Materie, a cui si rimanda per ogni approfondimento.

La caratterizzazione geologico-tecnica dei materiali si è basata sulle seguenti indagini:

- n. 30 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, a profondità comprese tra 10.0 ÷ 35 m da p.c., con prelievo di campioni rimaneggiati per indagini di laboratorio geotecnico (analisi granulometrica per vagliatura, limiti di Atterberg) – cfr. Allegato 1;
- indagini di laboratorio geotecnico (analisi granulometrica per vagliatura, limiti di Atterberg) su campioni rimaneggiati prelevati nel corso dei sondaggi – cfr. Allegato 2;
- prove penetrometriche dinamiche SPT (Standard Penetrometric Test) eseguite in avanzamento dei sondaggi;
- alcune trincee esplorative limitate ai primi strati superficiali antropizzati (in quanto non è stato possibile portarsi a profondità maggiori a causa della assenza della verifica preventiva della assenza di ordigni bellici).

I depositi entro le profondità di scavo previste dal progetto appartengono al corpo sedimentario noto in letteratura come "Unità di Cadorago" Carta geologica progetto CARG, 1:50.000, Servizio Geologico Nazionale. Si tratta in particolare di depositi fluvioglaciali "matrix supported" ovvero depositi clastici con ghiaie in matrice sabbiosa o sabbioso-limosa debolmente argillosa alternati a sabbie con ghiaia limose debolmente argillose.

Sulla base dei dati dei sondaggi, i depositi si presentano scarsamente differenziabili dal punto di vista stratigrafico. Risultano peraltro generalmente distinguibili, da stratigrafie e analisi granulometriche i seguenti orizzonti stratigrafici:

0. "V" Terreno vegetale sabbioso-limoso, fino alla profondità di 1 m circa, spesso seguito da un livello prevalentemente limoso-argilloso-sabbioso di alterazione fino a profondità di 2-2.5 m circa da p.c;
1. "SGL" Sabbia, ghiaia e limo, deb. argilloso; si tratta di depositi "matrix supported", ovvero con clasti anche non a contatto e "legati" ("supported") da matrice eterometrica fine; entro tale livello sembra osservarsi un incremento della matrice dall'alto verso il basso, e un'alterazione significativa dei clasti; il livello SGL, probabilmente per eteropie laterali, si estende a profondità comprese tra 3-4 m da p.c., fino a oltre 10 m da p.c. interessando gran parte dei volumi di scavo;
2. "S(L), G(L)" sabbie e ghiaie limose, meno frequentemente in matrice sabbioso-limosa (incremento della frazione clastica rispetto al soprastante livello 1 SGL) osservabile fino a 25-27 m circa da p.c. nei sondaggi più profondi realizzati;
3. "LS(A)" limi, limi sabbioso-argillosi, sabbie limose, osservabili fino alla massima profondità di indagine (35 m, sondaggio S1-2016). Dal punto di vista idrogeologico costituisce il livello acquitardo alla base dei livelli clastici superficiali, come da modello di flusso nel precedente punto 3

La distinzione per orizzonti stratigrafici si riscontra anche generalmente dai risultati delle indagini granulometriche, seppure in modo non univoco trattandosi di determinazioni puntuali nell'ambito della colonna stratigrafica. Una moderata riduzione della frazione fine (limi e argille) e incremento della frazione clastica (sabbie e ghiaie) tra i livelli 1 e 2 si osserva in particolare per S14, S15, S18, S21, S23, S27, S28.

I risultati della caratterizzazione stratigrafica sono riportati nelle rappresentazioni da Fig. 17 a Fig. 23.

In particolare dalla Fig. 17, e dalle sezioni e profili incrociati di Fig. 19, si può osservare come il livello stratigrafico 1 "matrix supported" sia caratterizzato da uno spessore maggiore, prossimo alla massima profondità di scavo, nella vasca 1 (NW) rispetto alla vasca 2 (SE), a conferma di quanto evidenziato già sulla base delle indagini del P.D., ovvero di una più rilevante matrice fine nei materiali di scavo in vasca 1.

Nelle successive Fig. 20 ÷ Fig. 23, sono mappate, per interpolazione dei dati puntuali delle analisi granulometriche, le frazioni percentuali per le classi granulometriche principali (ghiaie, sabbie, limi+argille). Con riferimento anche ai dati per singolo sondaggio e fasce di profondità, si può osservare in linea generale, a conferma di quanto precedentemente riportato, una maggiore frazione ghiaiosa e tendenzialmente inferiore matrice fine per il settore della vasca 2 (SE).

Per la classificazione complessiva degli insiemi granulometrici dei terreni campionati, si è fatto inoltre riferimento alle usuali classificazioni sviluppate anche per finalità di qualità tecnico-commerciale, con particolare riferimento alla nota classificazione AASHTO, CNR-UNI 10006. Rimandando per il dettaglio ad aspetti che sono come detto sviluppati in maggiore dettaglio nel Piano di Utilizzo delle terre di scavo, si riportano in sintesi le seguenti osservazioni:

- in relazione anche all'abbondante matrice fine la classe AASHTO più diffusa è la A2-4; si rileva peraltro frequentemente compatibilità in un campo di classi tra A1-b e A2-6 (Tabella 2);
- elemento rilevante, non focalizzabile sulla base della classifica AASHTO, è costituito dalla struttura dell'insieme granulometrico di tipo "matrix supported" con particolare riferimento al livello stratigrafico 1 "SGL"; in tale struttura, come detto, la frazione granulare è costituita da clasti anche non a contatto e "legati" ("supported") da matrice eterometrica fine, condizione sfavorevole per la separazione delle frazioni clastica e fine per vagliatura, anche per via umida;
- si osservano condizioni di significativa alterazione dei clasti, spesso estesa in profondità con significativa riduzione delle caratteristiche meccaniche rispetto ai clasti integri.

La profonda alterazione dei clasti, e la presenza di una matrice fine di alterazione (in un deposito appunto "matrix-supported") sono elementi normali nel contesto specifico. Infatti l'area, come da stralcio di cartografia CARG in Fig. 3 è parte dei depositi della c.d. "Unità di Cadorago", facenti parte nella distinzione classica, del "fluvioglaciale antico (Riss)", caratterizzato, al disotto di un livello rimaneggiato di limi eolici, da depositi con clasti profondamente alterati. A ovest del rio Pudiga, in adiacenza all'area di progetto, affiorano i depositi ancora più antichi (fluvioglaciale Mindel), totalmente alterati tanto da essere stati sfruttati in passato per la produzione di lateriti. I depositi Riss dell'area di progetto poggiano direttamente sul Mindel, probabilmente a un livello molto prossimo al piano di campagna nel settore occidentale dell'area di progetto (vasca 1), da cui anche le differenze nella frazione fine rilevate tra i depositi delle vasche 1 e 2, oltre che la citata presenza di falde sospese verosimilmente determinate proprio da tale situazione stratigrafica.

Si tratta in ogni caso di depositi molto differenti da quelli ghiaioso-sabbiosi, poco o nulla alterati, del fluvioglaciale recente (Wurm), oggetto di attività estrattiva immediatamente a est dell'area di progetto.

Codice campione	Sondaggio	profondità da p.c.	ghiaie (%)	sabbie (%)	limi + argille (%)	AASHTO	AASHTO (2)	AASHTO (3)
S09 2.50	S09	2.50	40	39.8	20.2	A1-b	A2-4	
S09 5.0	S09	5.0	41	36.3	22.7	A1-b	A2-4	
S09 7.50	S09	7.50	46.4	34.4	19.2	A1-b	A2-4	
S09 10.0	S09	10.0	41.3	43.4	15.3		A2-4	
S09 12.5	S09	12.5	39.5	37.5	23	A1-b	A2-4	
S11 2.5	S11	2.5	37.4	39.1	23.5	A1-b	A2-4	
S11 5.0	S11	5.0	46.4	34.1	19.5	A1-b	A2-4	
S11 7.5	S11	7.5	43.6	34.2	22.2	A1-b	A2-4	
S11 10.0	S11	10.0	40.7	38.5	20.8	A1-b	A2-4	
S11 12.5	S11	12.5	39.2	36.8	24	A1-b	A2-4	
S12 2.5	S12	2.5	51.7	33.7	14.6	A1-b	A2-4	
S12 5.0	S12	5.0	34.5	43.7	21.8	A1-b	A2-4	
S12 7.5	S12	7.5	53.9	27	19.1	A1-b	A2-4	
S12 10.0	S12	10.0	52.7	28.5	18.8	A1-b	A2-4	
S12 12.5	S12	12.5	51	30.5	18.5	A1-b	A2-4	
S15 2.5	S15	2.5	46.5	32.2	21.3	A1-b	A2-4	
S15 5.0	S15	5.0	45.9	39.2	14.9	A1-b	A2-4	
S15 7.5	S15	7.5	47.6	27.7	24.7	A1-b	A2-4	
S15 10	S15	10	5.6	74	20.4		A2-4	
S15 12.5	S15	12.5	53.9	30.7	15.4	A1-b	A2-4	
S18 2.5	S18	2.5	38.3	39.6	22.1	A1-b	A2-4	
S18 5.0	S18	5.0	48.8	33.7	17.5	A1-b	A2-4	
S18 7.5	S18	7.5	33.6	42.6	23.8	A1-b	A2-4	
S18 10.0	S18	10.0	50.2	30.7	19.1	A1-b	A2-4	
S18 12.5	S18	12.5	44.2	37.9	17.9	A1-b	A2-4	
S01 CG2 5.0	S01	5.0	61.2	25.9	12.9	A1-b	A2-4	
S01 CG2 2.5	S01	2.5	60.9	28.2	10.9	A1-b	A1-b	
S01 CG1 2.5	S01	2.5	61.7	23.9	14.4	A1-a	A1-b	A2-4
S05 CG2 5.0	S05	5.0	56.3	31.7	12	A1-a	A1-b	A2-4
S06 CG1 2.5	S06	2.5	64.5	21.3	14.2	A1-a	A1-b	A2-4
S06 CG2 5.0	S06	5.0	54.3	34	11.7	A1-a	A1-b	A2-4
S14 CG1 2.5	S14	2.5	55.6	32.8	11.6	A1-a	A1-b	A2-4
S14 CG2 5.0	S14	5.0	52.5	36.3	11.2	A1-a	A1-b	A2-4
S14 CG3 7.5	S14	7.5	53.6	36.5	9.9	A1-a	A1-b	A2-4
S14 CG4 10	S14	10	66.3	26	7.7	A1-a	A1-b	A2-4
S14 CG5 12.5	S14	12.5	57.6	36.2	6.2	A1-a	A1-b	A2-4
S21 CG1 2.5	S21	2.5	61.7	23.9	14.4	A1-a	A1-b	A2-4
S21 CG2 5.0	S21	5.0	58.1	31	10.9	A1-a	A1-b	A2-4
S21 CG3 7.5	S21	7.5	67.2	23.3	9.5	A1-a	A1-b	A2-4
S21 CG4 10.0	S21	10.0	51.3	39	9.7	A1-a	A1-b	A2-4
S21 CG5 12.5	S21	12.5	68.2	24.7	7.1	A1-a	A1-b	A2-4
S23 CG1 2.5	S23	2.5	59.7	26.9	13.4	A1-a	A1-b	A2-4
S23 CG2 5.0	S23	5.0	60.9	27.2	11.9	A1-a	A1-b	A2-4
S23 CG3 7.5	S23	7.5	55.5	34.5	10	A1-a	A1-b	A2-4
S23 CG4 10.0	S23	10.0	61.6	30.2	8.2	A1-a	A1-b	A2-4
S27 CG1 2.5	S27	2.5	58.5	26.7	14.8		A1-b	A2-4
S27 CG2 5.0	S27	5.0	61.1	28.5	10.4	A1-a	A1-b	A2-4
S27 CG3 7.5	S27	7.5	58	33.2	8.8	A1-a	A1-b	A2-4
S27 CG4 10.0	S27	10.0	59.5	30.6	9.9	A1-a	A1-b	A2-4
S28 CG1 2.5	S28	2.5	56.8	30.8	12.4		A1-b	A2-4
S28 CG2 5.0	S28	5.0	68.4	22.1	9.5	A1-a	A1-b	A2-4
S28 CG3 7.5	S28	7.5	66.1	22.7	11.2	A1-a	A1-b	A2-4
S28 CG4 10.0	S28	10.0	67.3	24	8.7	A1-a	A1-b	A2-4

Tabella 2 – Sintesi dei risultati delle prove di classificazione (campioni da sondaggi 2016 per PE)

Codice campione	Sondaggio	profondità da p.c.	ghiaie (%)	sabbie (%)	limi + argille (%)	AASHTO
S1-5.0	S1	5.0	54.14	31.23	14.63	A2-6
S1-12.0	S1	12.0	6	69.6	24.4	A2-4
S1-17.5	S1	17.5	28.3	40.85	30.85	A2-4
S1-23.0	S1	23.0	22.54	60.98	16.48	A2-4
S1-27.0	S1	27.0	32.25	37.54	30.21	A2-4
S2-7.0	OS2	7.0	24.3	45.56	30.14	A2-4
S2-13.5	S2	13.5	18.45	48.24	33.31	A2-4
S2-16.5	S2	16.5	4.96	69.66	25.38	A2-4
S2-22.0	S2	22.0	24.38	54.52	21.1	A2-4
S2-27.0	S2	27.0	23.35	62.11	14.54	A2-4
S2-32.0	S2	32.0	0.05	77.16	22.79	A2-4
S3-10.0	S3	10.0	37.91	44.91	17.18	A2-4
S3-17.0	S3	17.0	30.99	46.75	22.26	A1-b
S4-2.0	OS4	2.5	47.55	32.82	19.63	A2-4
S4-6.0	OS4	5.0	34.97	43.32	21.71	A2-6

Tabella 3 - Sintesi dei risultati delle prove di classificazione (campioni da sondaggi 2013 per P.D.)

Profondità m da p.c.	S01	S05	S09	S11	S12	S15	S18	S14	S21	S23	S27	S28	S1 (PD)	S2 (PD)	S3 (PD)	S4 (PD)
-2.5	12.9	14.4	20.2	23.5	14.6	21.3	22.1	11.6	14.4	13.4	14.8	12.4				19.6
-5.0	19.9	12.0	22.7	19.5	21.8	14.9	17.5	11.2	10.9	11.9	10.4	9.5	14.6			22.7
-7.5			19.2	22.2	19.1	24.7	23.8	9.9	9.5	10.0	8.8	11.2		30.1		
-10.0			15.3	20.8	18.8	20.4	19.1	7.7	9.7	8.2	9.9	8.7			17.2	
-12.5			23.0	24.0	18.5	15.4	17.9	6.2	7.1							

Tabella 4 – Percentuali della frazione fine (limi+argille, passante setaccio 0.063 mm) per fasce di profondità

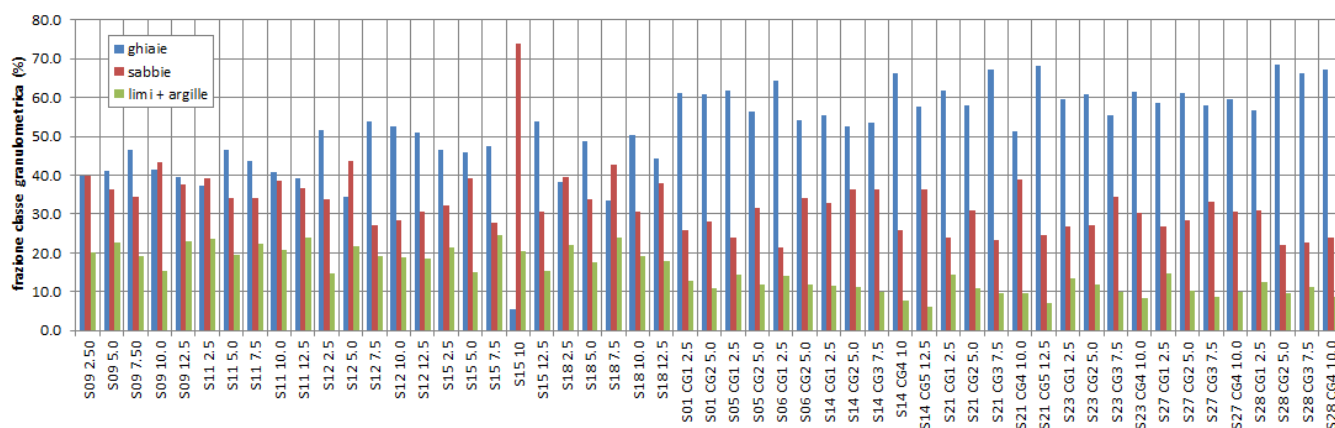


Fig. 16 – Classi granulometriche rappresentative dei campioni prelevati nel corso dei sondaggi (rif. Tabella 2)

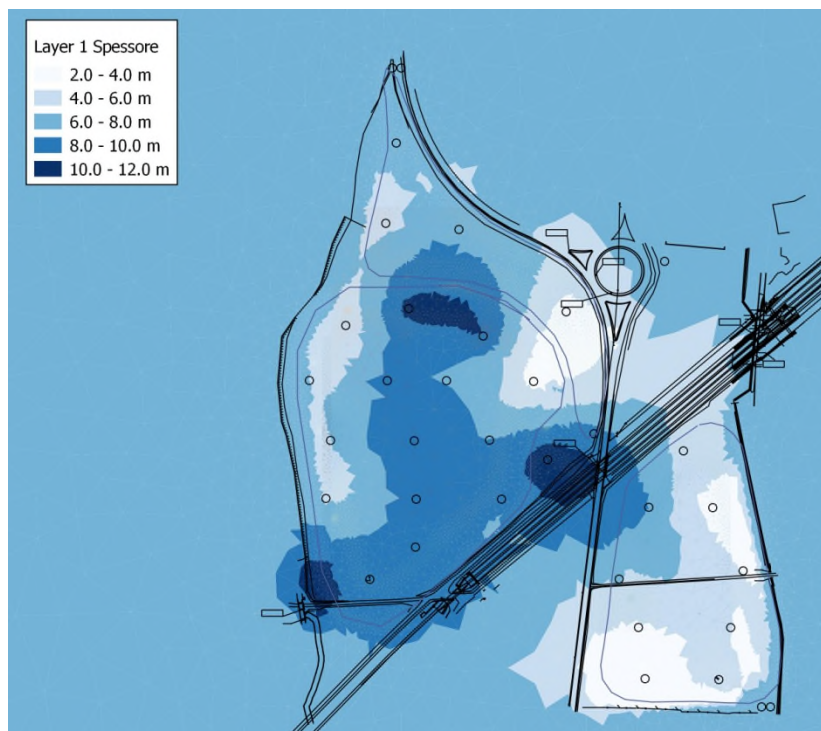


Fig. 17 - Spessore del livello stratigrafico superficiale (Layer 1) "matrix supported"

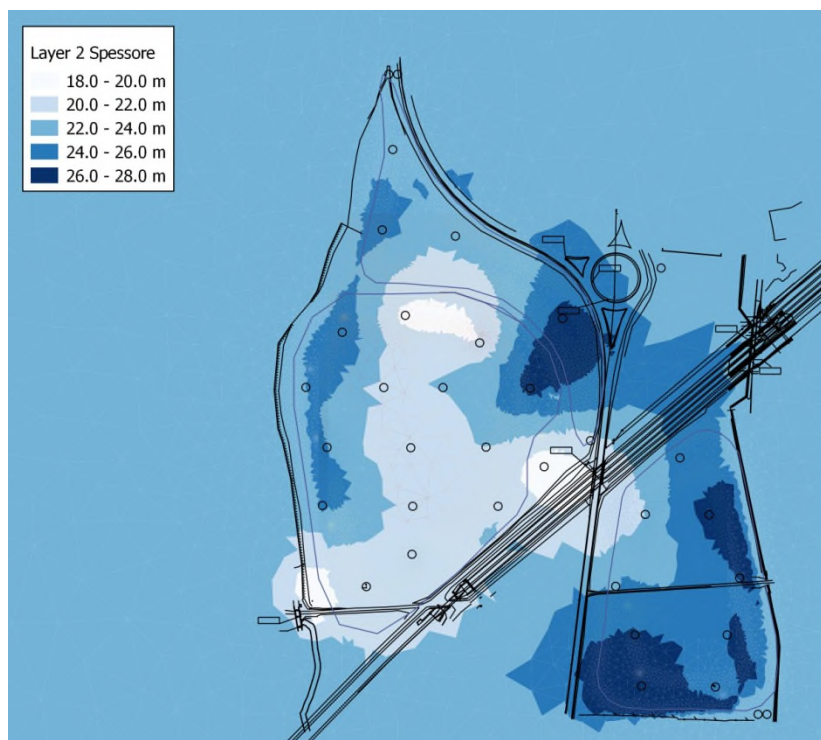


Fig. 18 - Spessore del livello stratigrafico intermedio (Layer 2)

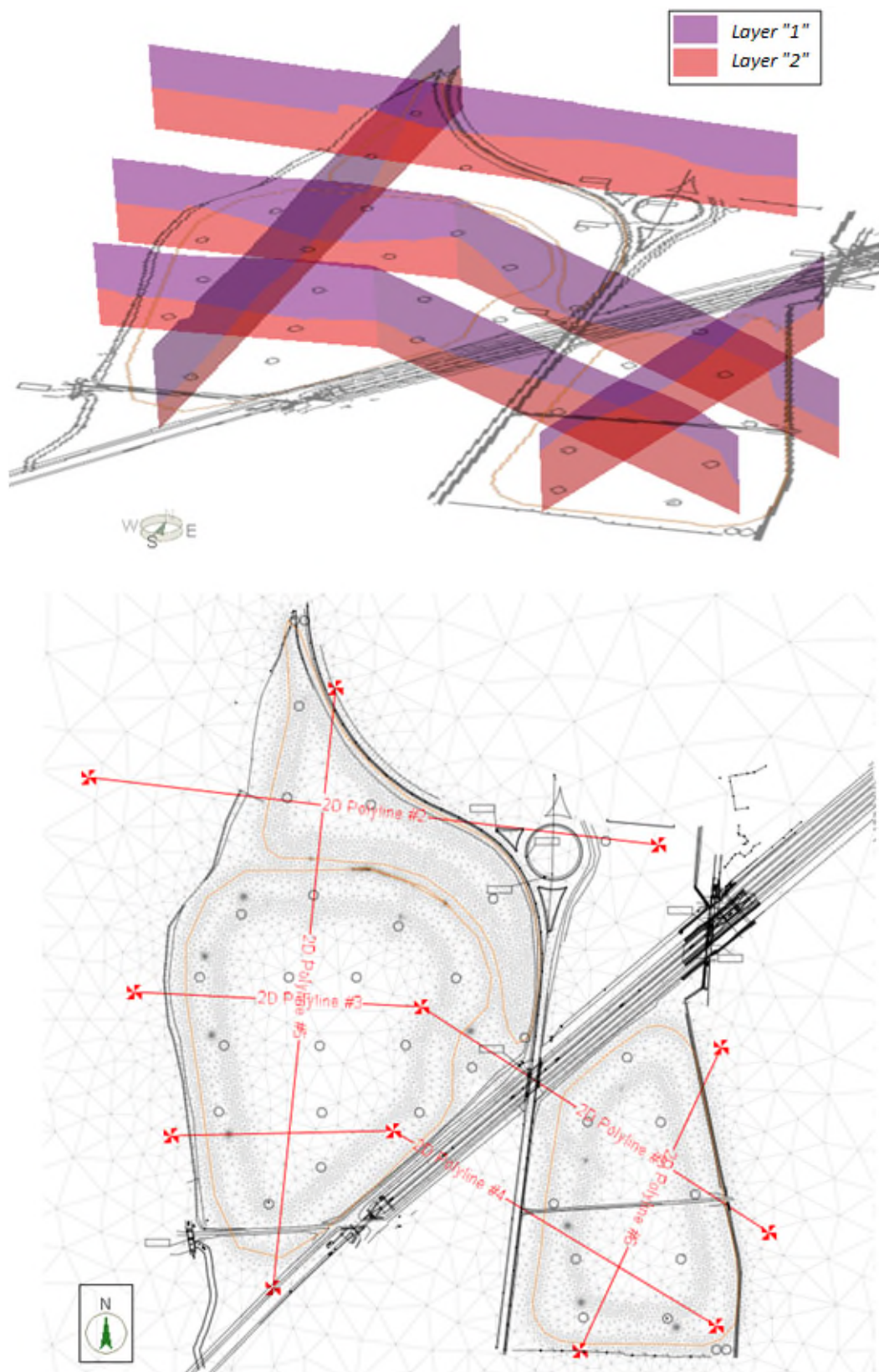
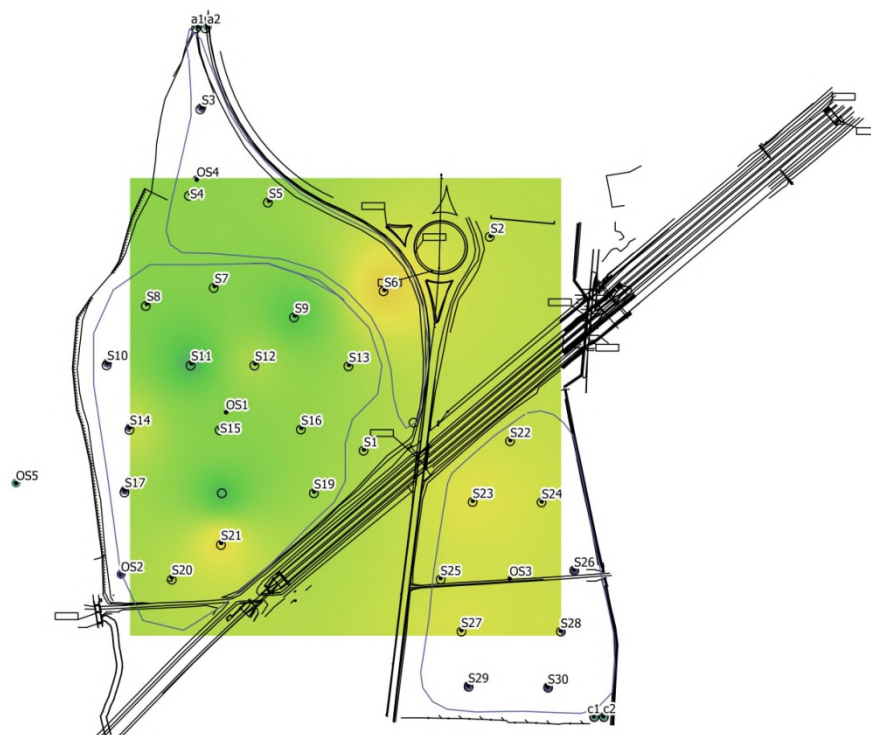
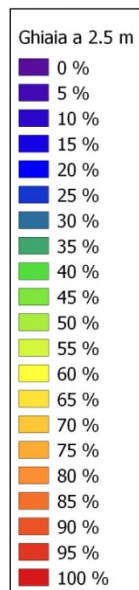
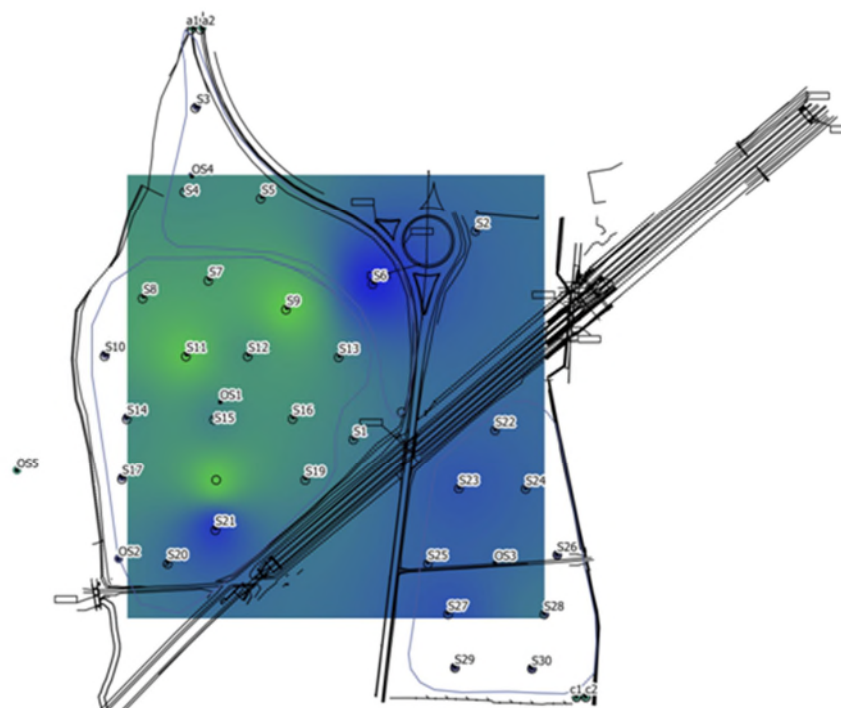
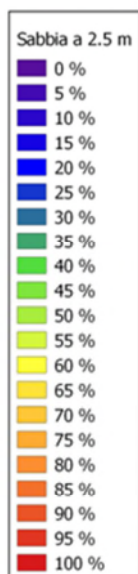


Fig. 19 - Profili incrociati con rappresentazione dei livelli stratigrafici Layer 1, Layer 2 (base ricostruzione alla quota di fondo scavo 148 m s.l.m.)

a) Composizione granulometrica a -2.5 m



a



b

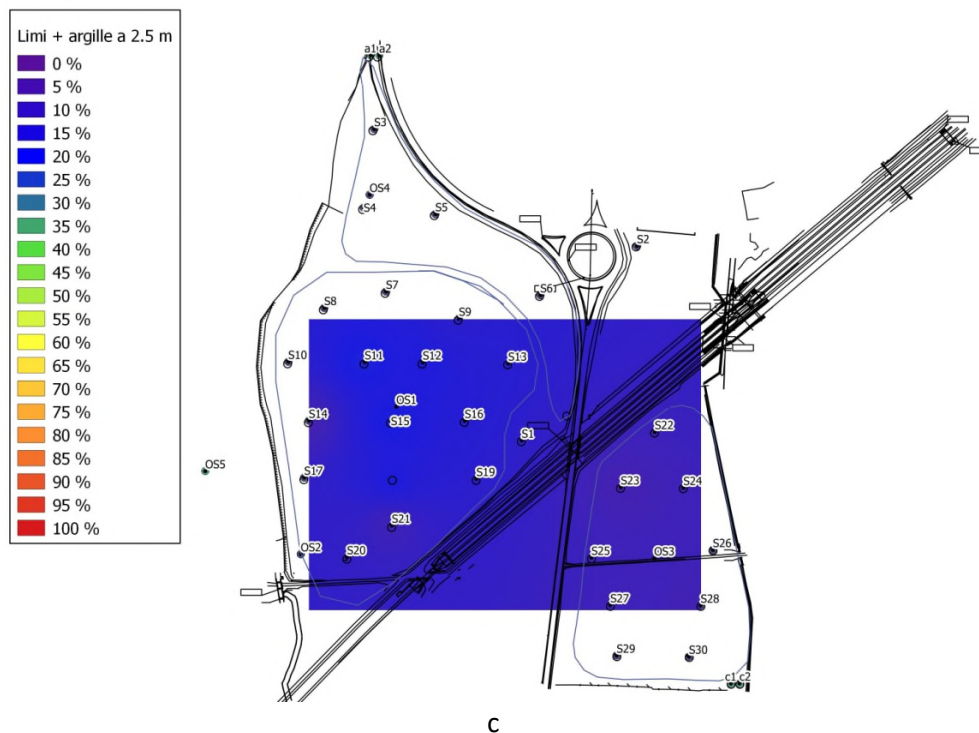
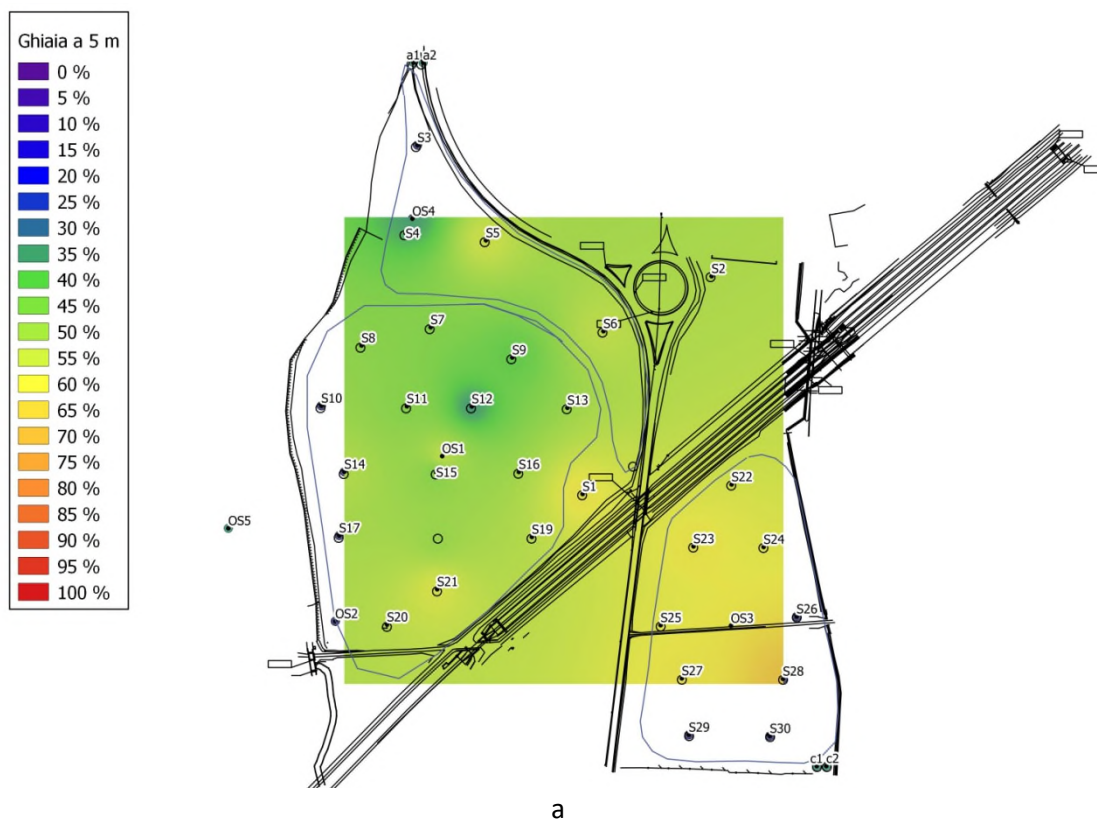


Fig. 20 a,b,c – Distribuzione % frazioni ghiaiosa, sabbiosa e limoso-argillosa alla profondità di 2.5 m da p.c.

b) Composizione granulometrica a -5 m



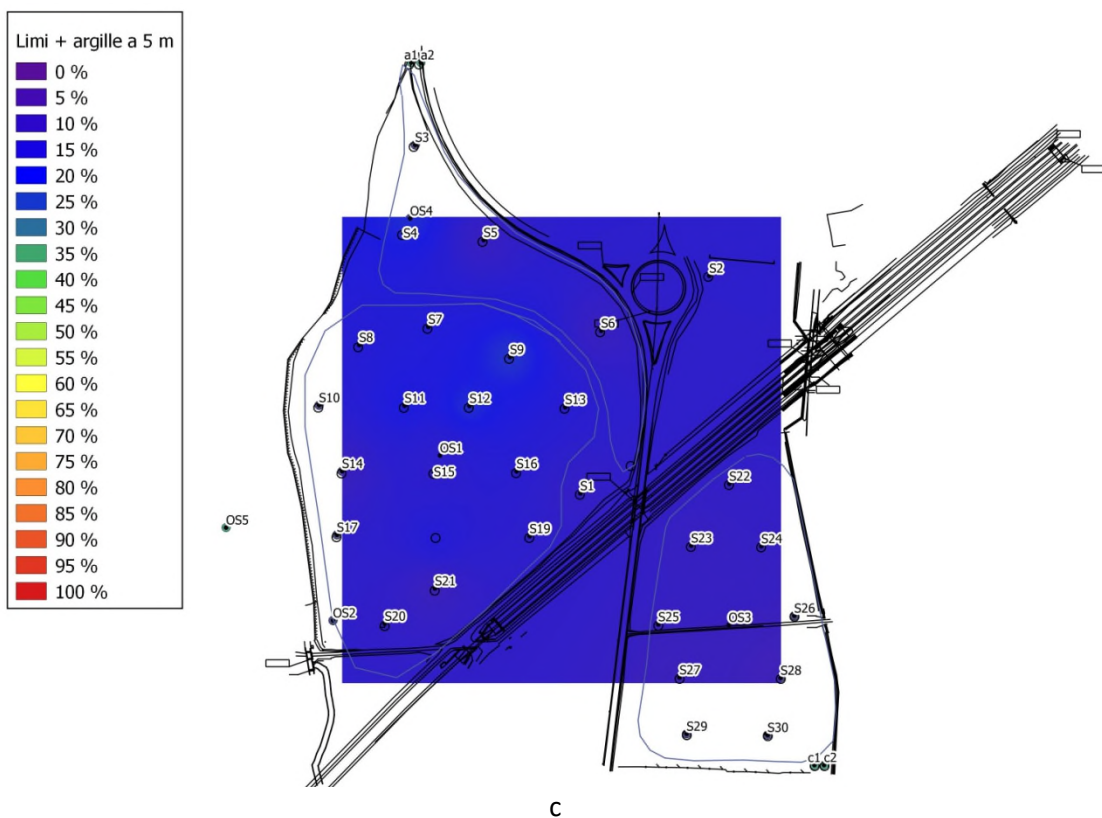
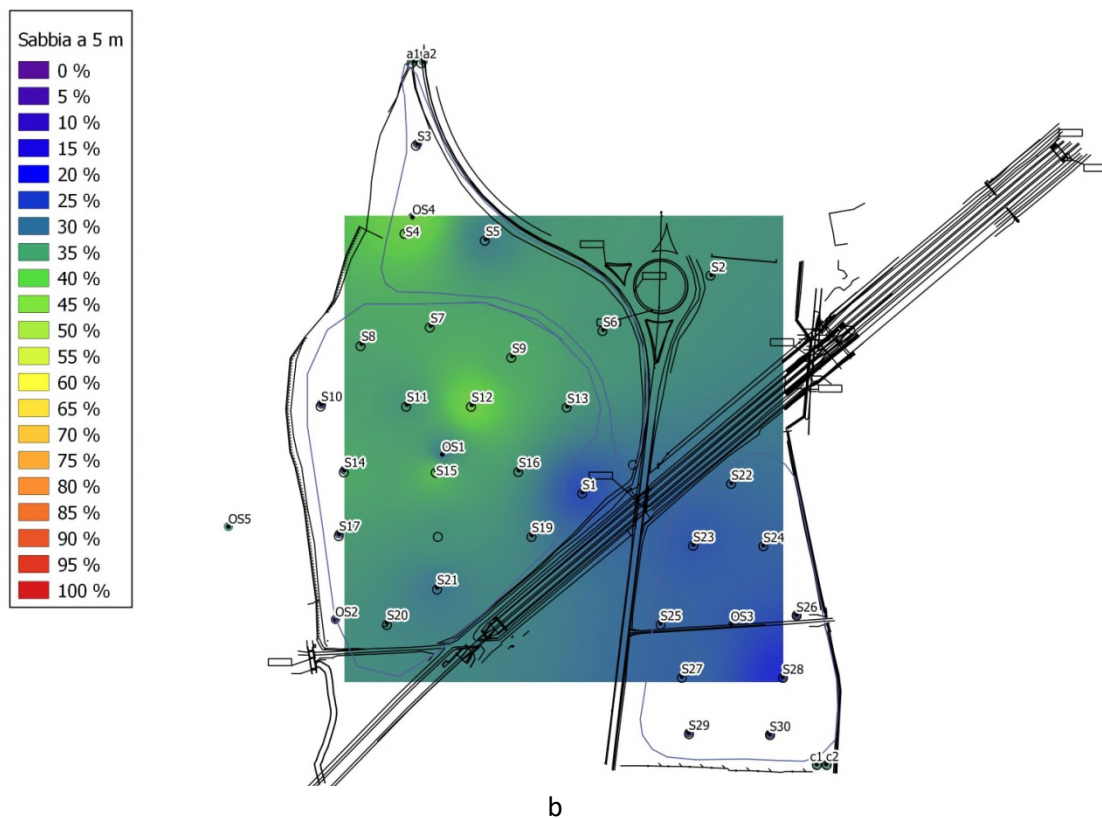
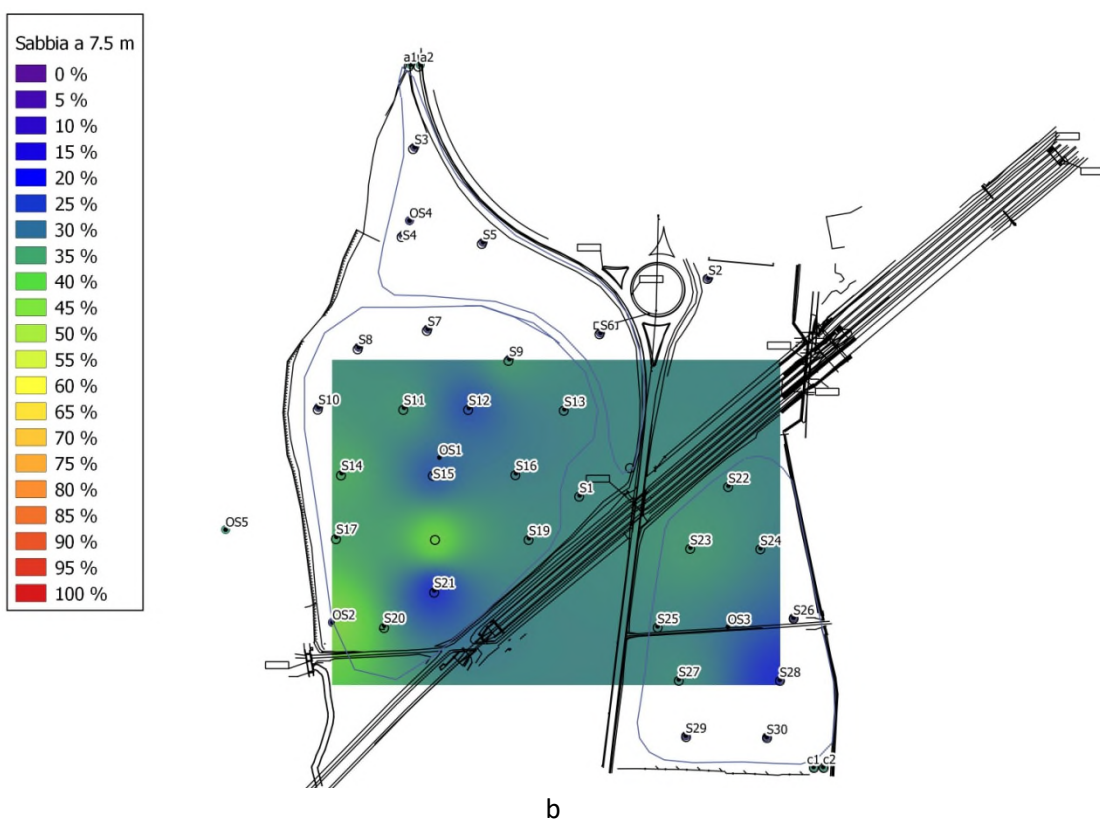
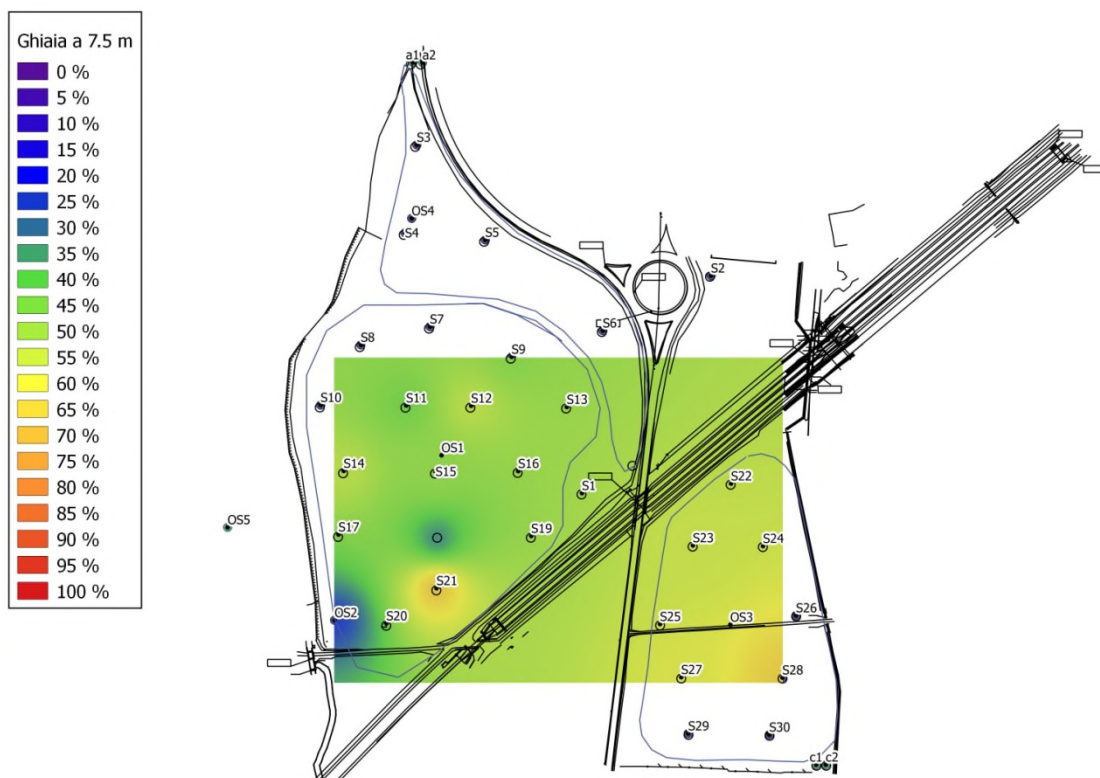


Fig. 21 - Distribuzione % frazioni ghiaiosa, sabbiosa e limoso-argillosa alla profondità di 5.0 m da p.c.

c) Composizione granulometrica a -7.5 m



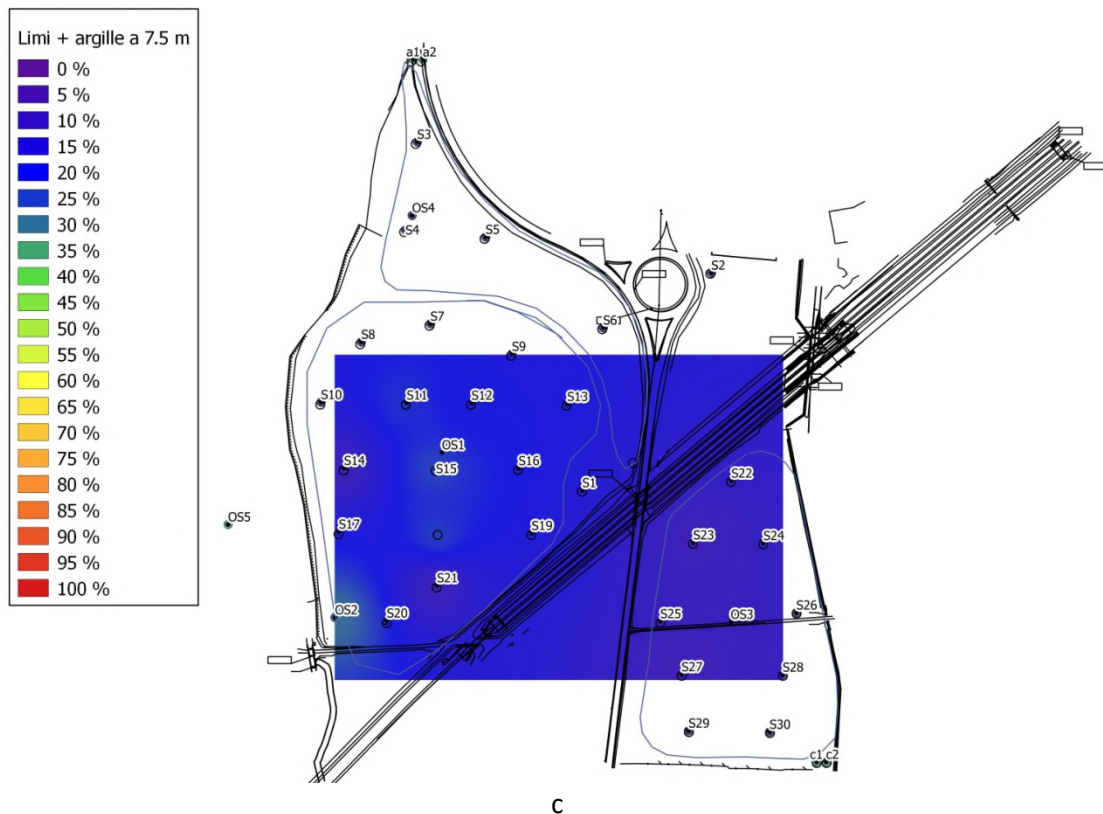
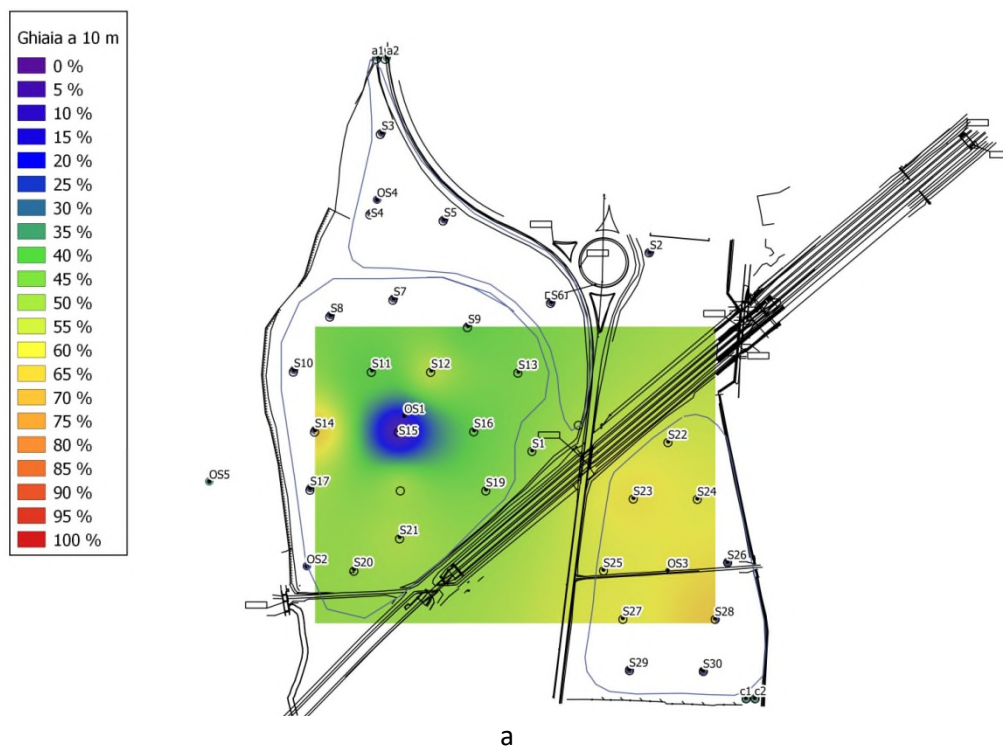


Fig. 22 - Distribuzione % frazioni ghiaiosa, sabbiosa e limoso-argillosa alla profondità di 7.5 m da p.c.

d) Composizione granulometrica a -10.0 m



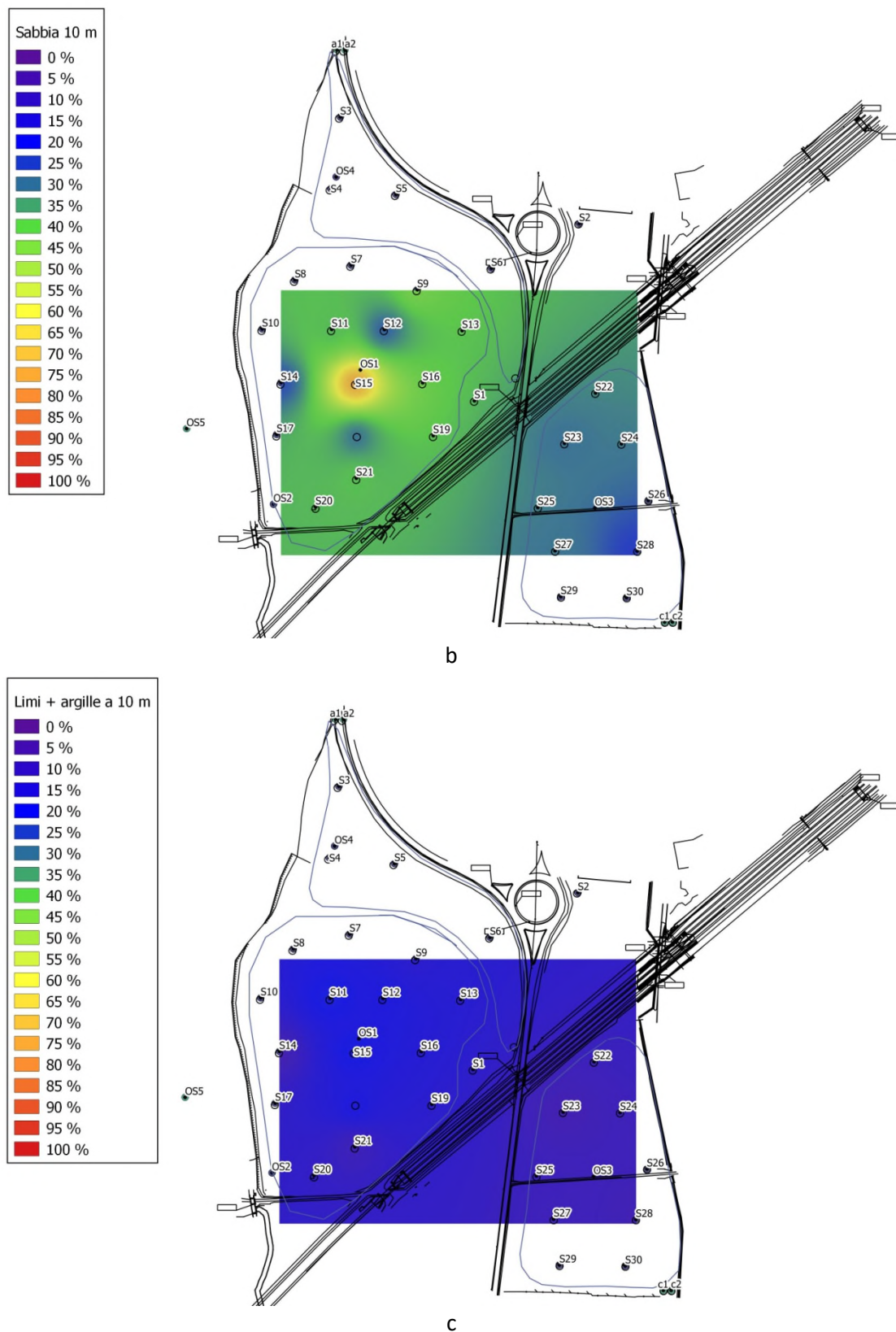


Fig. 23 - Distribuzione % frazioni ghiaiosa, sabbiosa e limoso-argillosa alla profondità di 10.0 m da p.c.

Classificazione generale	Terre ghiaia - sabbiosa							Terre limo - argillose					Torbe e terre organiche palustri
	Frazione passante al setaccio 0,075 UNI 2332 ≤ 35%							Frazione passante al setaccio 0,075 UNI 2332 >35%					
Gruppo	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7		A8
Sottogruppo	A1 a	A1 b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7						
Analisi granulometrica - Frazione passante al setaccio													
2 UNI 2332 %	≤ 80												
0,4 UNI 2332 %	≤ 30	≤ 80	≥80										
0,075 UNI 2332 %	≤15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	
Caratteristiche della frazione passante al setaccio 0,4 UNI 2332													
Limite liquido	0			≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	≤ 40	≤ 40	
Indice di plasticità	≤ 6		N.P.	≤ 10	≤10max	> 10	> 10	≤ 10	≤ 10	> 10	>10 (IP>LL30)	>10 (IP>LL30)	
Indice di gruppo	0		0	0		≤4		≤ 8	≤ 12	≤ 18	≤ 20		
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	ghiaia e breccia, sabbione, sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane		Sabbia fine	ghiaia e sabbia limosa e argillosa				Limi poco compressibili	Limi fort. compressibili	Argille poco compressibili	Argille fort. compressibili med. plastiche	Argille fort. compressibili fort. plastiche	Torbe di recente o remota formazione e, detriti organici di origine palustre
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	da eccellenti a buone						Da mediocri a scadenti						Da scartare come sottofondo
Azione del gelo sulla qualità portanti del terreno di sottofondo	Nessuna o lieve			Media				media	elevata	Media	elevata	Media	
Ritiro o rigonfiamento	Nullo			Nullo o lieve				Lieve o media		elevato	elevato	molto elevato	
Permeabilità	Elevata			Media o scarsa						Scarsa o nulla			
Identificazione dei territori in sito	Facilmente individuabili a vista		Aspri al tatto Incoerenti allo stato asciutto	La maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo - Aspri al tatto - Una tenacità media e elevata allo strato asciutto indica la presenza di argilla				Reagiscono alla prova di scuotimento - Polverulenti o poco tenaci allo stato asciutto - Non facilmente modellabili allo stato umido		Non reagiscono alla prova di scuotimento - Tenaci allo stato asciutto - Facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido			Fibrosi di colore bruno a nero - facilmente individuabili a vista

Tabella 5 – Classificazione dei terreni HRB-AASHTO (CNR-UNI 10006)

4.2. INDAGINI GEOGNOSTICHE CONDOTTE NELL'AMBITO DELLA ESECUZIONE DEI LAVORI DI CUI AL CONTRATTO APPALTO N° 3991 DEL 01.06.16

In fase di avvio dei lavori di cui al contratto di appalto n° 3991 del 01.06.16 furono condotte alcune indagini integrative che hanno interessato le aree di intervento, mediante la esecuzione di 6 trincee spinte fino alla profondità del fondo delle vasche in esame, permettendo il prelievo di campioni rappresentativi sui quali sono state eseguite le prove di laboratorio.

L'indagine ha consentito di:

- verificare la stratigrafia del terreno;
- effettuare una prima valutazione visiva della litologia;
- valutare lo stato di alterazione della componente grossolana;
- prelevare dei campioni, nei livelli litologici significativi, per l'esecuzione di prove di laboratorio finalizzate alla definizione delle qualità geotecniche degli aggregati specificando l'idoneità del materiale ai diversi impieghi.

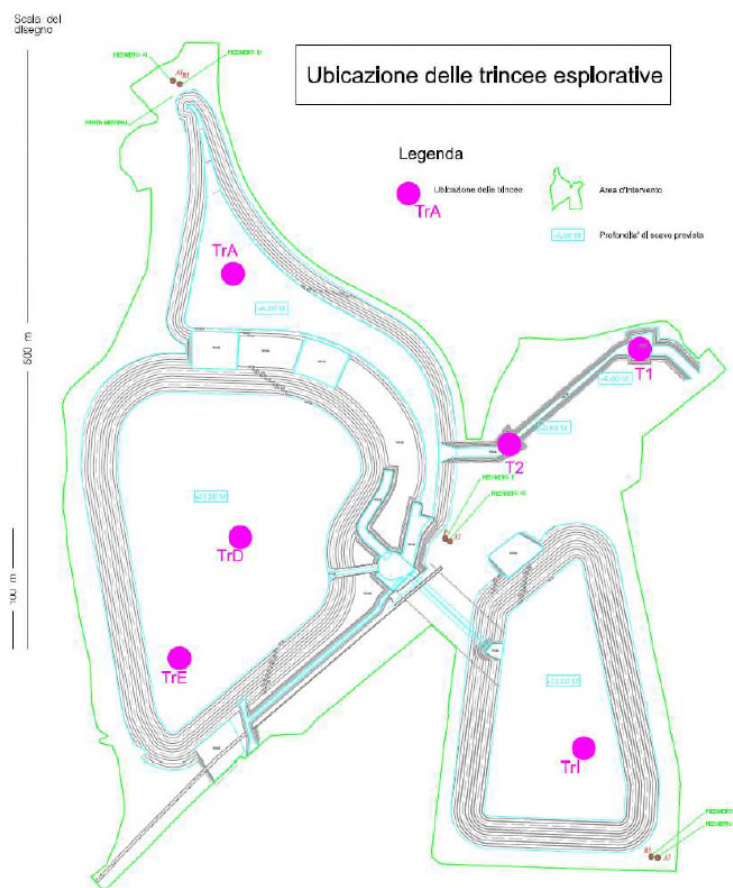


Fig. 24 – Ubicazione delle trincee esplorative

Rimandando per maggiori dettagli alla relazione tecnica trasmessa ad AIPo, nel seguito si riportano le conclusioni della suddetta indagine integrativa:

- il materiale che dovrà essere asportato per la realizzazione delle vasche è costituito dai depositi fluvioglaciali appartenenti all'Unità di Cadorago;
- dalle analisi granulometriche dei campioni prelevati risulta che si tratta, sulla base della classificazione AGI (Associazione Geotecnica Italiana) di ghiaie con sabbia limosa e ghiaie sabbiose limose a supporto di matrice sabbiosa o sabbioso-limosa debolmente argillosa alternati con ciottoli molto alterati;
- il grado di alterazione dei ciottoli costituenti la frazione grossolana del fuso granulometrico che caratterizza i terreni indagati, in tutte le sei trincee esplorative eseguite è stato definito preliminarmente in sito Elevato-Molto Elevato (cfr. tabella seguente);

GRADO DI ALTERAZIONE	DESCRIZIONE	SIMBOLI
Assente	Nessuna traccia di alterazione del clasto; è possibile una leggera decolorazione sulla superficie	WC1
Leggero	La decolorazione superficiale indica leggera alterazione sul clasto, che può essere localmente più debole che in condizioni non alterate	WC2
Medio	Meno del 50% del clasto è alterato	WC3
Elevato	Più del 50% del clasto è alterato. E' presente ancora in modo discontinuo roccia fresca o alterata	WC4
Molto elevato	Tutto il clasto è decomposto e/o degradato in una terra. La tessitura originale della roccia può essere ancora in gran parte riconoscibile	WC5

- le prove di resistenza alla frammentazione Los Angeles eseguite hanno confermato l'elevato grado di alterazione della componente ghiaiosa fornendo valori medi del coefficiente pari a 40 (cfr. tabella seguente),

TRINCEE	PROFONDITA' CAMPIONE (M)	ANALISI GRANULOMETRICA (DENOMINAZIONE AGI)	% FINE (LIMO+ARGILLA)	COEFFICIENTE LOS ANGELES
T1	4.0	ghiaia sabbiosa limosa	16.36	29.3
T2	3.5	ghiaia con sabbia limosa	17.65	32.7
TrA	6.5	ghiaia sabbiosa limosa	12.39	44.4
	8.5	ghiaia con sabbia limosa	14.02	43.7
TrD	9.0	ghiaia con sabbia limosa	16.15	/
	13.0	ghiaia sabbiosa limosa deb. ciottolosa	12.89	42.8
TrE	13.0	ghiaia con sabbia deb. limosa	7.06	42.6
TrI	9.0	ghiaia con sabbia limosa	15.02	39.6
	13.0	ghiaia con sabbia deb. limosa	7.97	40.7

- le ghiaie una volta movimentate, a causa dell'elevato grado di alterazione, si frantumano facilmente originando particelle ascrivibili al range delle sabbie, sbilanciando il fuso granulometrico in favore della componente sabbiosa, per tale motivo, alla luce dell'impiego, il materiale presente risulta deficitario della frazione più grossolana.
- le curve granulometriche del materiale proveniente dalle trincee esplorative si discostano abbondantemente dalla curva di Fuller.

In considerazione di quanto sopra verificato il materiale indagato con le trincee non risulta idoneo alla preparazione né di aggregati per conglomerati bituminosi né di calcestruzzo.

Il materiale tout court conseguentemente a quanto sopra può essere destinato in prima valutazione ad usi qualitativamente - intesi come standard di utilizzo - più bassi come:

- materiale da riempimento,
- preparazione ad esempio di dune per mascheramenti architettonici o ambientali;
- un uso in sintesi che non preveda l'interazione con carichi anche significativi, se non previo adeguato trattamento (p.e. stabilizzazione con legante idraulico).

5. PARAMETRI GEOTECNICI

5.1. MODELLO STRATIGRAFICO-GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO

Il modello stratigrafico-geotecnico del sottosuolo è coerente con le distinzioni effettuate nel precedente par. 4 (rif. Fig. 17÷Fig. 19), ovvero, limitatamente all'ambito di profondità interessato dagli scavi, costituito dai seguenti livelli:

0. V Terreno vegetale sabbioso-limoso, fino alla profondità di 1 m circa, spesso seguito da un livello prevalentemente limoso-argilloso-sabbioso di alterazione fino a profondità di 2-2.5 m circa da p.c;
1. SGL Sabbia, ghiaia e limo, deb. argilloso; si tratta di depositi "matrix supported", ovvero con clasti anche non a contatto e "legati" ("supported") da matrice eterometrica fine; entro tale livello sembra osservarsi un incremento della matrice dall'alto verso il basso, e un'alterazione significativa dei clasti; il livello SGL, probabilmente per eteropie laterali, si estende a profondità comprese tra 3-4 m da p.c., fino a oltre 10 m da p.c. interessando gran parte dei volumi di scavo;
2. S(L), G(L) sabbie e ghiaie limose, meno frequentemente in matrice sabbioso-limosa (incremento della frazione clastica rispetto al soprastante livello 1 SGL) osservabile fino a 25-27 m circa da p.c. nei sondaggi più profondi realizzati;

Al di sotto del livello 0 (terreno vegetale), il livello 1, il cui andamento è stato ricostruito in maggiore dettaglio in base ai sondaggi di corredo al Progetto Esecutivo, è assimilabile al livello 1AB del Progetto Definitivo (Relazione geologico-tecnica del PD – Elaborato A.4.4, cap. 6). Il livello presenta un grado di addensamento da medio-basso nell'orizzonte più superficiale, a medio. I depositi del livello 1, che può raggiungere anche spessori prossimi alle massime profondità di scavo (rif. Fig. 17), presentano una struttura tipicamente "matrix-supported", ovvero con clasti anche non a contatto e "legati" ("supported") da matrice eterometrica fine, presente in percentuali rilevanti nel fuso granulometrico. I clasti evidenziano, dall'osservazione dei sondaggi e delle indagini preliminari eseguite, generalmente con un elevato grado di alterazione e conseguenti scarse caratteristiche di resistenza meccanica.

Il livello 2, a partire dal campo di profondità corrispondente al limite ricostruito in Fig. 17, presenta una maggiore frazione clastica e una meno rilevante presenza di matrice (struttura "clast supported"). I depositi presentano un livello di addensamento da medio a medio-elevato. Il livello 2, il cui andamento è stato ricostruito in maggiore dettaglio in base ai sondaggi di corredo al Progetto Esecutivo, è assimilabile al livello 1AB del Progetto Definitivo (Relazione geologico-tecnica del PD – Elaborato A.4.4, cap. 6).

5.2. DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI PROGETTO

5.2.1. Risultati delle indagini geognostiche del PE e comparazione con la caratterizzazione da PD

La definizione dei parametri geotecnici di progetto si basa, nel campo di variabilità compatibile con la natura clastica eterogenea dei depositi interessati, sui risultati delle prove penetrometriche dinamiche eseguite nelle fasi di PD e PE.

Nel PD sono stati indagati in particolare 12 verticali con prove penetrometriche dinamiche continue (SCPT), i cui risultati sono riportati in Tabella 8.

In sede di PE sono state eseguite ulteriori indagini tramite SPT ogni 5m in fase di avanzamento dei sondaggi nella campagna 2016. Per valutare la congruenza tra i risultati delle indagini, e dunque la confermabilità o meno

dei parametri geotecnici di progetto valutati fin dalla fase di Progetto Definitivo, si è proceduto al raffronto tra i risultati delle prove continue SCPT con i risultati SPT ottenuti nell'ambito delle profondità di indagine sovrapponibili (5 m, 10 m, 15 m).

Per la correlazione tra il numero N (colpi/piede) di SPT e SCPT (con penetrometro superpesante DPSH), sono proposte differenti relazioni empiriche da testi tecnici oltre che da parte dei costruttori di strumentazione geotecnica.

Tali relazioni, in un ridotto campo di variabilità, introducono un coefficiente moltiplicativo nel campo 1÷3, crescente da terreni clastici grossolani a terreni fini limosi e argillosi, come riportato in Tabella 6.

Correlazione			Litologia
NSPT	= 1	x NSCPT	Ghiaie e ghiaie sabbiose
NSPT	= 1.25	x NSCPT	Sabbie e ghiaie con fine plastico
NSPT	= 1.5	x NSCPT	Sabbie con molto fine
NSPT	= 2	x NSCPT	Limi
NSPT	= 2.5	x NSCPT	Argille limose/sabbiose
NSPT	= 3	x NSCPT	Argille

Tabella 6 – Correlazione tra NSPT e NSCPT

Nel caso specifico si è fatto riferimento, in relazione all'insieme granulometrico prevalente nei sondaggi, ad un coefficiente pari a 1.3.

Prof. (m da p.c.)	SPT Progetto ESECUTIVO							SCPT Progetto DEFINITIVO	
	S1	S2	S7	S23	med	dev.st	media (come SCPT) NSPT = 1.3 NSCPT	media	media ±0.5 dev. (*)
5	71	39	10	30	38	25	29	21	12÷30
10	46	44	31	40	40	7	31	31	25÷37
15	37	46	33	R	39	7	30		
20	64	25	37	51	44	17	34		
25	72				72		55		
30	64				64		49		
35	75				75		58		

(*) Cfr. successiva Tabella 8

Tabella 7 - Risultati delle prove penetrometriche eseguite nel Progetto Esecutivo (NSPT espresse come NSCPT equivalenti) e definitivo (NSCPT)

Profondità (m da p.c.)	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	med	dev.st	med-0.5dev.st	med+0.5dev.st
0.3	9	2	2	2	6	3	2	3	3	2	2	5	3	2	2	5
0.6	14	3	7	5	14	2	2	3	2	6	3	4	5	4	3	8
0.9	13	2	7	3	10	2	6	4	5	5	3	16	6	4	4	9
1.2	8	3	5	4	4	10	5	5	5	4	3	5	5	2	4	6
1.5	5	3	3	5	10	12	5	4	4	3	3	7	5	3	4	7
1.8	9	4	3	6	10	8	3	3	3	3	2	7	5	3	4	6
2.1	6	4	2	3	4	11	3	5	5	4	18	5	6	4	4	8
2.4	3	4	6	4	5	9	4	4	4	7	22	3	6	5	4	9
2.7	4	3	5	5	4	6	5	6	3	5	11	16	6	4	4	8
3	3	4	5	3	4	7	4	3	3	4	6	18	5	4	3	7
3.3	5	9	7	5	5	5	3	6	5	3	22	19	8	6	5	11
3.6	5	13	7	22	4	8	3	4	24	4	33	28	13	11	7	18
3.9	5	23	16	38	5	7	5	8	21	10	37	37	18	13	11	24
4.2	5	33	33	27	6	18	3	31	15	14	23	61	22	16	14	31
4.5	4	36	43	27	4	32	4	18	15	13	8	41	20	15	13	28
4.8	5	28	40	25	5	11	6	27	16	16	7	66	21	18	12	30
5.1	5	21	56	27	6	8	11	34	10	20	6	57	22	19	12	31
5.4	7	24	25	7	7	8	23	12	19	11	27		15	8	11	20
5.7	6	33	22	11	8	6	24	18	39	8	9		17	11	11	22
6	6	60	32	28	8	4	22	6	22	8	8		19	17	10	27
6.3	5	25	37	40	8	6	19	5	27	11	13		18	13	11	24
6.6	6	7	38	30	9	5	18	6	12	14	11		14	11	9	20
6.9	12	8	25	37	15	12	34	6	24	17	10		18	10	13	23
7.2	10	7	43	40	16	11	29	7	30	15	11		20	13	13	27
7.5	10	9	16	22	14	11	33	11	43	12	19		18	11	13	24
7.8	44	12	7	13	10	11	25	8	61	15	15		20	17	12	29
8.1	16	10	6	10	10	15	24	9	18	16			13	5	11	16
8.4	26	17	12	22	19	25	23	7	17	20			19	6	16	22
8.7	31	16	14	13	19	20	16	15	21	23			19	5	16	21
9	58	17	16	16	27	20	13	25	63	33			29	18	20	38
9.3	57	19	23	21	38	23	15	21	37				28	13	22	35
9.6	39	17	30	22	41	22	20	24	23				26	8	22	31
9.9	17	22	32	37	56	30	28	20	37				31	12	25	37
10.2	9	20	19	38	59	33	31	27	41				31	15	23	38
10.5	9	30	19	33	34	19	28	47					27	12	22	33
10.8	15	29	24	43	41	31	27	69					35	16	27	43
11.1	18	22	23	62	19	58	15						31	20	21	41
11.4	18	32	22	43	52	54							37	15	29	44
11.7	23	38	24	40	39	72							39	18	30	48
12	21	43	40	48	37	66							43	15	35	50
12.3	33	44	71										49	20	40	59
12.6	40	50	58										49	9	45	54
12.9	40	69	65										58	16	50	66
13.2	60	55	63										59	4	57	61
13.5	68	58											63	7	59	67
13.8	71	60											66	8	62	69
14.1	66	67											67	1	66	67
14.4	74												74			

Tabella 8 - Sintesi dei risultati delle prove continue SCPT con penetrometro superpesante DPSH. Sono riportati i risultati in n colpi/piede per le profondità raggiunte fino a rifiuto, sulle verticali P1÷P12

Si può notare come alle profondità per cui le indagini sono sovrapponibili (5m, 10m) e comunque nell'ambito delle profondità di scavo per la formazione delle vasche, i risultati sono perfettamente confrontabili, con

coincidenza tra i valori medi (prof. 10 m) o comunque con valore medio da PE compreso entro il valore medio + 0.5 dev.st. rispetto ai valori da PD (cfr. Tabella 7).

Per profondità superiori, le indagini da PE evidenziano una progressiva crescita dei valori di NSPT, coerente con un incremento del grado di addensamento dei depositi.

In conseguenza, sulla base delle indagini geotecniche eseguite nell'ambito del PE si conferma la caratterizzazione geotecnica effettuata nel Progetto Definitivo, da cui il campo dei parametri di progetto riportati nel successivo par. 5.2.2.

5.2.2. Parametri geotecnici di progetto

Le NTC hanno introdotto, per i parametri geotecnici del terreno, il concetto di VALORE CARATTERISTICO: tale valore è associato al concetto di una prefissata probabilità di non superamento.

Per la definizione del valore caratteristico la norma prevede due differenti approcci:

- Approccio statistico
- Approccio geotecnico.

Nell'approccio statistico il valore caratteristico rappresenta la soglia al di sotto della quale si colloca non più del 5% dei valori desumibili da una serie di prove. E' evidente che per questo tipo di approccio serve un adeguato numero di dati su cui condurre l'analisi, secondo uno dei vari metodi disponibili nella letteratura scientifica.

L'approccio geotecnico è stato introdotto dalla circolare del Consiglio Superiore dei LLPP e assimila il valore caratteristico ad un valore operativo che è basato sul giudizio geotecnico, che tenga conto sia della variabilità del terreno che del tipo di problema da verificare. In particolare la circolare ritiene giustificato l'utilizzo di un valore medio del parametro quando il problema riguarda ampi volumi di terreno (stabilità versanti e fondazioni superficiali) mentre richiede l'uso di un valore minimo quando sono coinvolti volumi modesti (base di un palo, scorrimento di un muro, ecc.).

Nel caso specifico si rientra, per tipologia di problema, entità dei volumi coinvolti e per la sostanziale omogeneità del contesto geologico, nella prima casistica e quindi per il valore caratteristico si è fatto riferimento ai valori geotecnici medi del PD, par. 6.0.

Con riferimento alle distinzioni del modello geotecnico di riferimento (rif. par. 5.1 e Fig. 17÷Fig. 19) i terreni interessati dai lavori sono quelli del livello 1 (1AB del PD) e del livello 2 (1C del PD), per tutta la parte da realizzare in scavo, da p.c. fino a fondo vasca.

L'argine di regolarizzazione della quota esterna, che garantisce il franco di sicurezza di legge, sarà realizzato, previo necessario splateamento della porzione limoso argillosa superficiale (circa 1 metro), con i terreni di scavo di adeguata granulometria, rullati e costipati in opera.

Per tali terreni, è stato ipotizzato da P.D. un angolo di attrito minimo di 33° ed un peso di volume naturale minimo di 19 KN/mc: tali valori dovranno essere richiesti nelle prescrizioni di capitolato.

Il passaggio successivo richiesto dalla NTC è quello della definizione dei parametri di progetto, derivati dai parametri caratteristici, con l'applicazione dei fattori riduttivi dettagliati al par. 7.1.

Nel caso specifico il riepilogo dei parametri, in coerenza con quanto valutato nel P.D. è riportato nella seguente Tabella 9.

Parametri	Valore caratteristico	Coefficiente parziale M2	Valore di progetto
<i>Rilevato arginale – spessore medio 2,2 metri (circa da quota 160 a 162,20 m. s.l.m.)</i>			
Peso di volume (KN/mc)	19,0	1,0	19,0
Coesione	0	1,25	0
Angolo di attrito (°)	33	1,25 (sulla tg)	27,5
Livello 1 (1AB) – circa da quota 160 m. s.l.m. fino a quota 152 m. s.l.m. (spessore medio 8 m) <i>Dettaglio locale dello spessore nelle aree di scavo in Figura 20</i>			
Peso di volume (KN/mc)	17,5	1	17,5
Coesione	0	1,25	0
Angolo di attrito (°)	28	1,25 (sulla tg)	23
Livello 2 (1C) – circa da quota media 152 m. s.l.m. <i>(Nota: dettaglio profondità da p.c. del tetto Livello 2 in Figura 20) fino alla massima profondità investigata</i>			
Peso di volume (KN/mc)	19,0	1,0	19,0
Coesione	0	1,25	0
Angolo di attrito (°)	35	1,25 (sulla tg)	29

Tabella 9 – Parametri geotecnici di progetto

ALLEGATO 1 - Stratigrafie dei sondaggi geognostici

Committente: Impresa Edile Stradale ARTIFONI S.p.A.	Sondaggio: S1
Riferimento: Vasca di laminazione F. Seveso - Senago (MI)	Data: 11-12/04/2016
Coordinate:	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1:175

STRATIGRAFIA - S1

Pagina 1/1

Ø mm	R v	PzA	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RP	VT	Standard Penetration Test			Campioni
										m	S.P.T.	N	
			1		0,6	0,6	Terreno vegetale sabbioso-limoso, inglobante rari clasti di ghiaia ed apparati radicali, di colore marrone.						
			2		0,9	0,3	Limo argilloso-sabbioso, con rari clasti di ghiaia, di colore marrone scuro.						CA1) Rim 1,90 CR1) Rim 2,20 2,75
			3		2,6	1,7	Ghiaia e ciottoli in matrice sabbioso-limoso-argillosa, di colore marrone scuro.						
			4				Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati a subangolari, Ømax=8-10 cm.						CA2) Rim 4,15 CR2) Rim 4,35 4,75 5,25
			5				Sabbia limosa, da ghiaiosa a con ghiaia e ciottoli, di colore da marrone a grigio.			5,0	24-34-37	71	
			6				Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati a subangolari, Ømax>10 cm.						CA3) Rim 6,40 6,60
			7										
			8										
			9										
			10							10,0	11-14-32	46	
			11										
			12		12,0	9,4	Ghiaia con rari ciottoli in abbondante matrice sabbioso-limosa, localmente argillosa, di colore marrone-grigio.						
			13				Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati a subangolari, Ømax=8-10 cm.						
			14										
			15							15,0	15-18-19	37	
			16										
			17										
			18										
			19										
			20							20,0	18-29-35	64	
			21										
			22										
			23										
			24										
			25							25,0	23-32-40	72	
			26		25,7	13,7	Limo e sabbia fine, debolmente argilloso, di colore nocciola chiaro-giallastro.						
			27		26,9	1,2	Sabbia medio-fine limosa, con rari clasti di ghiaia, di colore marrone-grigio.						
			28										
			29										
			30							30,0	19-28-36	64	
			31										
			32		32,1	5,3	Limo sabbioso-argilloso, di colore nocciola chiaro-giallastro.						
			33		32,3	0,3	Sabbia media, debolmente ghiaiosa, debolmente limosa, di colore marrone-grigio.						
			34		34,0	1,7	Sabbia fine, debolmente limosa, con rari clasti di ghiaia, di colore marrone-grigio.						
101			35		35,0	1,0				35,0	23-31-44	75	

Committente: Impresa Edile Stradale ARTIFONI S.p.A.	Sondaggio: S2
Riferimento: Vasca di laminazione F. Seveso - Senago (MI)	Data: 07/04/2016
Coordinate:	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1:125

STRATIGRAFIA - S2

Pagina 1/1

Ø mm	R v	PZA	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RP	VT	Standard Penetration Test			Campioni		
										m	S.P.T.	N			
101			1		0,7	0,7	Terreno vegetale costituito da limo argilloso-sabbioso, di colore marrone.								
			2			Ghiaia e sabbia con ciottoli in abbondante matrice limoso-argillosa, di colore marrone. Clasti poligenici, arrotondati, Ømax=6-8 cm.						CA1) Rim 1,90 2,10			
			3												
			4		3,4	2,7	Ghiaia e ciottoli in matrice sabbioso-limosa, di colore marrone chiaro-grigio. Clasti poligenici, da subarrotondati ad subangolari, Ømax=6-8 cm.			5,0	20-18-21	39	CA2) Rim 4,15 4,35		
			5												
			6		6,4	3,0									CA3) Rim 6,40 6,60
			7		6,9	0,5	Limo sabbioso-ghiaioso, debolmente argilloso, di colore marrone.								
			8				Limo debolmente argilloso con sabbia, debolmente ghiaiosi, di colore marrone.								
			9		8,0	1,1	Sabbia con ghiaia e rari ciottoli, debolmente limosa, di colore da marrone chiaro a grigio. Clasti poligenici, da subarrotondati ad subangolari, Ømax=5 cm.			10,0	16-19-25	44			
			10												
			11												
			12		11,7	3,7	Ghiaia con sabbia, localmente debolmente limosa, di colore grigio-marrone. Clasti poligenici, da subarrotondati ad subangolari, Ømax=2-38 cm.								
			13												
			14		14,0	2,3	Ghiaia con sabbia, localmente debolmente limosa, di colore marrone chiaro-giallastro. Clasti poligenici, da subarrotondati ad subangolari, Ømax=2-38 cm.			15,0	21-24-22	46			
			15		15,0	1,0	Limo con sabbia, debolmente argilloso, inglobante ghiaia e rari ciottoli, di colore marrone.								
			16												
			17												
			18		17,6	2,6	Limo con sabbia, debolmente argilloso, inglobante ghiaia e rari ciottoli, di colore marrone chiaro-grigio.								
			19												
			20		20,0	2,4							20,0	13-14-11	25

Installazione piezometro a tubo aperto 2" da 20 m, fessurato da 9 m a 20 m.

Committente: Impresa Edile Stradale ARTIFONI S.p.A.	Sondaggio: S3
Riferimento: Vasca di laminazione F. Seveso - Senago (MI)	Data: 08/04/2016
Coordinate:	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1:125

STRATIGRAFIA - S3

Pagina 1/1

Ø mm	R v	PzA	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RP	VT	Standard Penetration Test			Campioni
										m	S.P.T.	N	
			1		0.7	0.7	Terreno vegetale costituito da argilla limosa, debolmente sabbiosa, inglobante rari clasti di ghiaia e ciottoli, di colore marrone.						
			2				Limo argilloso con sabbia, inglobante ghiaia e ciottoli, di colore marrone.						CA1) Rim 1.90 2.10
			3										
			4		4.0	3.3							
			5		4.7	0.7	Sabbia medio-grossolana, limosa, di colore marrone.						
			6		5.0	0.3	Argilla, debolmente ghiaiosa, di colore nocciola.						
			7				Sabbia ghiaiosa con rari ciottoli in abbondante matrice limosa, debolmente argillosa, di colore da marrone scuro a marrone chiaro.						
			8		7.0	2.0							
			9				Sabbia da con ghiaia a localmente debolmente ghiaiosa, debolmente limosa solo localmente limosa, di colore marrone chiaro-grigio. Clasti poligenici, angolari.						
			10		10.0	3.0							
			11				Sabbia medio-fine limosa, con rari clasti di ghiaia e rari ciottoli, di colore da marrone a grigio-marrone chiaro.						CA2) Rim 10.40 10.60
			12		12.0	2.0							
			13				Ghiaia e sabbia, localmente con ciottoli, in matrice limosa, di colore grigio-marrone chiaro. Clasti poligenici, arrotondati, Ømax=6-8 cm.						
			14										
			15		15.0	3.0							
			16				Sabbia da debolmente ghiaiosa a ghiaiosa, da debolmente limosa a localmente limosa, di colore grigio-marrone chiaro. Clasti poligenici, arrotondati, Ømax=2 cm.						
			17										
			18										
			19										CA3) Rim 18.90 19.10
101			20		20.0	5.0							

Installazione piezometro a tubo aperto 2" da 20 m, fessurato da 9 m a 20 m.

Committente: Impresa Edile Stradale ARTIFONI S.p.A.	Sondaggio: S4
Riferimento: Vasca di laminazione F. Seveso - Senago (MI)	Data: 04/04/2016
Coordinate:	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :50	STRATIGRAFIA - S4	Pagina 1/1
-------------	--------------------------	------------

ø mm	R v	PzA	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RP	VT	Standard Penetration Test			Campioni
										m	S.P.T.	N	
							Terreno vegetale costituito da sabbia debolmente limosa, inglobante clasti di ghiaia, di colore marrone.						
					0,5	0,5							
							Limo sabbioso, di colore marrone.						
					0,9	0,4							
			1				Ghiaia e ciottoli in matrice sabbioso-limosa, di colore marrone scuro. Clasti poligenici, arrotondati.						
					1,5	0,6							
			2				Ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa, di colore marrone chiaro-grigiastro. Clasti eterometrici, poligenici, arrotondati.						CA1) Rim< 1,90 2,10
					2,1	0,6							
			3				Sabbia limosa con ghiaia e rari ciottoli, di colore marrone scuro. Clasti di natura prevalentemente calcarea.						
			4				Sabbia limosa con ghiaia fine e rari ciottoli, di colore marrone chiaro. Clasti poligenici, arrotondati.						CA2) Rim< 4,15 4,35
					3,9	1,8							
			5										
			6										
			7										CA3) Rim< 6,40 6,60
101					7,5	3,6							

Committente: Impresa Edile Stradale ARTIFONI S.p.A.	Sondaggio: S5
Riferimento: Vasca di laminazione F. Seveso - Senago (MI)	Data: 04/04/2016
Coordinate:	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :50	STRATIGRAFIA - S5	Pagina 1/1
-------------	--------------------------	------------

Ø mm	R v	P Z	A	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RP	VT	Standard Penetration Test			Campioni
											m	S.P.T.	N	
						0,6	0,6	Terreno vegetale costituito da sabbia debolmente limosa, di colore marrone, inglobante rari clasti di ghiaia, apparati radicali e resti di laterizi.						
				1				Limo sabbioso, debolmente argilloso, di colore marrone.						
						1,5	0,9							
				2				Ghiaia e ciottoli in matrice sabbioso-limosa, debolmente argillosa, di colore marrone scuro. Clasti poligenici, arrotondati, Ømax=6-8 cm.						CA1) Rim< 1,90 2,10
														CR1) Rim< 2,25 2,75
				3										
				4		4,0	2,5							CA2) Rim< 4,15 4,35
								Sabbia limosa, localmente debolmente argillosa, ghiaiosa con rari ciottoli, di colore da grigio-marrone a marrone chiaro. Clasti poligenici, da subarrotondati a subangolari.						CR2) Rim< 4,75 5,25
				5										
				6										
				7										CA3) Rim< 6,40 6,60
101						7,5	3,5							

Committente: Impresa Edile Stradale ARTIFONI S.p.A.	Sondaggio: S6
Riferimento: Vasca di laminazione F. Seveso - Senago (MI)	Data: 04/04/2016
Coordinate:	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :50

STRATIGRAFIA - S6

Pagina 1/1

Ø mm	R v	P Z	A	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RP	VT	Standard Penetration Test			Campioni
											m	S.P.T.	N	
						0,4	0,4	Terreno vegetale costituito da sabbia limosa, di colore marrone, con clasti di ghiaia, arrotondati.						
								Limo sabbioso, di colore marrone.						
				1		0,9	0,5							
								Sabbia limosa e limo sabbioso, di colore marrone chiaro, inglobante ciottoli (Ømax>7cm) e ghiaia (Ømax=5-6 cm). Clasti eterometrici, poligenici.						
						1,6	0,7							
				2				Sabbia limosa e limo sabbioso, di colore marrone-grigio, inglobante ghiaia e rari ciottoli. Clasti eterometrici, poligenici, arrotondati, Ømax=11-12 cm).						CA1) Rim< 1,90 2,10
														CR1) Rim< 2,25 2,75
				3		3,1	1,5							
								Ghiaia e ciottoli in matrice sabbioso, debolmente limosa, di colore marrone chiaro. Clasti poligenici, arrotondati, Ømax=8-9 cm.						
				4										CA2) Rim< 4,15 4,35
				5										CR2) Rim< 4,75 5,25
				6										
				7										CA3) Rim< 6,40 6,60
101						7,5	4,4							

Committente: Impresa Edile Stradale ARTIFONI S.p.A.	Sondaggio: S7
Riferimento: Vasca di laminazione F. Seveso - Senago (MI)	Data: 06-07/04/2016
Coordinate:	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1:100

STRATIGRAFIA - S7

Pagina 1/1

Ø mm	R v	PzA	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RP	VT	Standard Penetration Test			Campioni
										m	S.P.T.	N	
					0,3	0,3	Terreno vegetale costituito da sabbia limosa, di colore marrone.						
			1				Limo argilloso-sabbioso, di colore marrone.						
					1,3	1,0							
			2				Ghiaia e ciottoli in matrice sabbioso-limosa, localmente abbondante, solo localmente argillosa, di colore marrone. Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati ad subangolari, Ømax=11-12 cm.						CA1) Rim 1,90 2,10
			3										
			4										
			5							5,0	6-5-5	110	
			6										
			7										
			8										CA2) Rim 7,40 7,60
			9										
			10							10,0	17-15-16	31	
			11		10,8	9,5							
			12				Sabbia medio-grossolana, con ghiaia e rari ciottoli, da debolmente limosa a localmente limosa, di colore da marrone a grigio. Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati ad subangolari, Ømax=6-7 cm.						
			13										CA3) Rim 12,90 13,10
			14		14,3	3,5							
			15		15,0	0,7	Sabbia fine limosa, di colore marrone chiaro-giallastro, con rari clasti di ghiaia.			15,0	14-16-17	33	
			16				Sabbia medio-grossolana, da debolmente ghiaiosa a ghiaiosa, di colore grigio scuro-marrone. Clasti poligenici, arrotondati, Ømax=5-6 cm.						
			17										
			18		18,0	3,0							
			19				Ghiaia e sabbia, debolmente limosa, di colore grigio-marrone chiaro. Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati ad subangolari, Ømax=2 cm.						
101			20		20,0	2,0				20,0	21-19-18	37	

Committente: Impresa Edile Stradale ARTIFONI S.p.A.	Sondaggio: S8
Riferimento: Vasca di laminazione F. Seveso - Senago (MI)	Data: 04/04/2016
Coordinate:	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :75

STRATIGRAFIA - S8

Pagina 1/1

ø mm	R v	PzA	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RP	VT	Standard Penetration Test			Campioni
										m	S.P.T.	N	
					0,4	0,4	Terreno vegetale sabbioso-limoso, di colore marrone.						
					0,7	0,4	Limo argilloso-sabbioso, di colore marrone.						
			1				Ghiaia e ciottoli in matrice sabbioso-limoso-argillosa, localmente abbondante, di colore marrone. Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati ad subangolari, Ømax=6-8 cm.						
			2										CA1) Rim 1,90 2,10
			3										
			4		4,4	3,7							
			5				Sabbia con ghiaia e rari ciottoli, da debolmente limosa a localmente limosa, di colore da marrone a grigio. Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati ad subangolari, Ømax=4-5 cm.						
			6										
			7										
			8										CA2) Rim 7,40 7,60
			9										
			10		10,0	5,6							
					10,4	0,4	Sabbia con ghiaia e ciottoli, di colore biancastro.						
			11				Sabbia da media a fine, di colore nocciola.						
					11,5	1,1							
			12				Ghiaia in matrice sabbioso-limosa, di colore marrone chiaro-grigio. Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati ad subangolari, Ømax=3-4 cm.						
			13										CA3) Rim 12,90 13,10
101			14		14,0	2,5							

Committente: Impresa Edile Stradale ARTIFONI S.p.A.	Sondaggio: S9
Riferimento: Vasca di laminazione F. Seveso - Senago (MI)	Data: 31/03/2016
Coordinate:	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

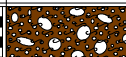


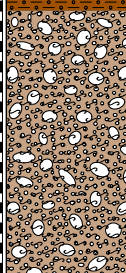
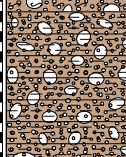

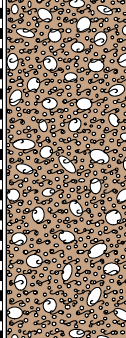
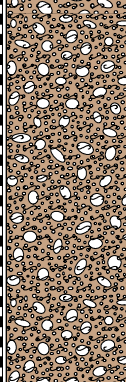

SCALA 1 :75

STRATIGRAFIA - S9

Pagina 1/1

Ø mm	R v	PzA	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RP	VT	Standard Penetration Test			Campioni
										m	S.P.T.	N	
			1		0.9	0.9	Limo sabbioso-argilloso, di colore marrone scuro.						
			2				Ghiaia in matrice sabbioso-limoso, localmente argillosa, localmente abbondante, di colore marrone. Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati ad subangolari, Ømax=4-5 cm.						CA1) Rim 1.90 2.10
			3										
			4		3.8	2.9	Ghiaia con rari ciottoli in matrice sabbioso-limoso, di colore marrone chiaro-grigio. Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati ad subangolari, Ømax=4-5 cm.						
			5										
			6										
			7										
			8										CA2) Rim 7.40 7.60
			9										
			10		10.0	6.2	Sabbia medio-grossolana con ghiaia, di colore grigio-marrone chiaro. Clasti eterometrici, poligenici, subarrotondati, Ømax=2 cm.						
			11										
			12										
			13										CA3) Rim 12.90 13.10
101			14		14.0	4.0							

Committente: Impresa Edile Stradale ARTIFONI S.p.A.	Sondaggio: S10
Riferimento: Vasca di laminazione F. Seveso - Senago (MI)	Data: 04/04/2016
Coordinate:	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :75				STRATIGRAFIA - S10				Pagina 1/1					
ø mm	R v	PzA	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RP	VT	Standard Penetration Test		Campioni	
										m	S.P.T.	N	
					0,6	0,6	Terreno vegetale sabbioso-ghiaioso, debolmente limoso, di colore marrone.						
			1		1,0	0,5	Limo sabbioso, debolmente argilloso, di colore marrone scuro.						
							Limo sabbioso, debolmente argilloso, di colore marrone.						
			2		1,8	0,8	Ghiaia in matrice sabbioso-limosa, di colore marrone chiaro-grigio. Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati ad subangolari, Ømax=2-3 cm.						CA1) Rim 1,90 2,10
			3										
			4										
					4,5	2,7	Limo argilloso-sabbioso, con ghiaia, di colore nocciola chiaro.						
			5										
			6		6,0	1,5	Argilla limoso-sabbiosa di colore nocciola chiaro con screziature arancione.						
					6,6	0,6	Ghiaia con sabbia, debolmente limosa, di colore da marrone chiaro a grigio. Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati ad subangolari, Ømax=2-3 cm.						CA2) Rim 7,40 7,60
			7										
			8										
			9										
			10										
					10,1	3,5	Sabbia medio-grossolana con ghiaia, debolmente limosa, di colore grigio-marrone chiaro. Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati ad angolari, Ømax=2 cm.						
			11										
			12										
			13										CA3) Rim 12,90 13,10
101			14										
					14,0	3,9							

Committente: Impresa Edile Stradale ARTIFONI S.p.A.	Sondaggio: S11
Riferimento: Vasca di laminazione F. Seveso - Senago (MI)	Data: 04/04/2016
Coordinate:	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :75

STRATIGRAFIA - S11

Pagina 1/1

Ø mm	R v	PZA	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RP	VT	Standard Penetration Test			Campioni
										m	S.P.T.	N	
							Terreno vegetale sabbioso-limoso, di colore marrone.						
			1		0,6	0,6	Limo sabbioso, debolmente argilloso, di colore marrone scuro.						
					1,3	0,7	Limo sabbioso, debolmente argilloso, con rari clasti di ghiaia, di colore marrone.						
			2		2,0	0,7	Trovante.						CA1) Rim 1,90
					2,2	0,2	Sabbia media limosa, con ghiaia, di colore marrone scuro						2,10
			3										
			4										
					4,3	2,1	Limo sabbioso, debolmente argilloso, di colore giallo oca.						
			5		5,0	0,7	Sabbia medio-fine, debolmente limosa, di colore marrone.						
			6										
			7										
			8										CA2) Rim 7,40
					8,5	3,5	Sabbia da con ghaia a ghiaiosa, con rari ciottoli, localmente debolmente limosa, di colore marrone chiaro-biancastro. Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati ad subangolari, Ømax=6 cm.						7,60
			9										
			10										
			11										
			12										
			13										CA3) Rim 12,90
													13,10
101			14		14,0	5,5							

Committente: Impresa Edile Stradale ARTIFONI S.p.A.	Sondaggio: S12
Riferimento: Vasca di laminazione F. Seveso - Senago (MI)	Data: 31/03/2016
Coordinate:	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :75

STRATIGRAFIA - S12

Pagina 1/1

Ø mm	R v	PzA	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RP	VT	Standard Penetration Test			Campioni
										m	S.P.T.	N	
					0,4	0,4	Terreno vegetale sabbioso-limoso, di colore marrone.						
							Limo sabbioso, debolmente argilloso, di colore marrone scuro.						
			1		1,0	0,6	Sabbia limosa, debolmente argillosa, da debolmente ghiaiosa a con ghiaia localmente abbondante, di colore marrone scuro.						
			2										CA1) Rim 1,90 2,10
			3										
			4										
			5										
			6										
			7		7,0	6,0	Sabbia ghiaiosa, debolmente limosa, di colore marrone chiaro-grigio.						CA2) Rim 7,40 7,60
			8		8,3	1,3							
					8,5	0,2	Sabbia fine limosa, di colore giallo ocra.						
			9				Sabbia da ghiaiosa a con ghaia, con rari ciottoli, localmente debolmente limosa, di colore marrone chiaro-grigio. Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati ad subangolari, Ømax=6 cm.						
			10										
			11										
			12										
			13										CA3) Rim 12,90 13,10
101			14		14,0	5,5							

SCALA 1 :75				STRATIGRAFIA - S13				Pagina 1/1					
ø mm	R v	PZA	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RP	VT	Standard Penetration Test			Campioni
										m	S.P.T.	N	
					0,5	0,5	Terreno vegetale sabbioso-limoso, di colore marrone.						
			1		1,0	0,5	Limo sabbioso, debolmente argilloso, di colore marrone scuro. Presenza di resti di laterizi.						
			2				Ghaia con ciottoli in matrice sabbioso-limoso, argillosa, di colore marrone scuro. Clasti eterometrici, poligenici, subarrotondati, Ømax=10 cm.						CA1) Rim 1,90 2,10
			3		3,0	2,1							
			4				Sabbia da ghiaiosa a con ghaia, con rari ciottoli, debolmente limosa, di colore da marrone-grigio a marrone. Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati ad subangolari, Ømax=6-8 cm.						
			5										
			6										
			7										
			8		8,6	5,6							CA2) Rim 7,40 7,60
			9		9,0	0,4	Limo sabbioso-argilloso, di colore nocciola.						
			10				Sabbia da ghiaiosa a con ghiaia, localmente debolmente limosa, di colore marrone chiaro-grigio. Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati ad subangolari, Ømax=2 cm.						
			11		11,0	2,0							
					11,3	0,3	Sabbia fine, debolmente limosa, di colore marrone-grigio.						
			12				Sabbia con ghiaia, debolmente limosa, di colore marrone chiaro-grigio. Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati ad subangolari, Ømax=2 cm.						
			13		13,2	1,9							CA3) Rim 12,90 13,10
			14		14,0	0,8	Sabbia limosa con ghaia, di colore giallo ocre. Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati ad subangolari, Ømax=3-4 cm.						

Committente: Impresa Edile Stradale ARTIFONI S.p.A.	Sondaggio: S14
Riferimento: Vasca di laminazione F. Seveso - Senago (MI)	Data: 01/04/2016
Coordinate:	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :75	STRATIGRAFIA - S14	Pagina 1/1
-------------	---------------------------	------------

Ø mm	R v	P Z	A	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RP	VT	Standard Penetration Test			Campioni
											m	S.P.T.	N	
				1		0.9	0.9	Terreno vegetale sabbioso-limoso, localmente debolmente argilloso, con resti di apparati radicali, di colore marrone scuro.						
						1.0	0.1	Limo sabbioso, debolmente argilloso, di colore marrone scuro.						
				2		1.8	0.8	Sabbia limosa, debolmente ghiaiosa, con resti di laterizi, di colore marrone scuro.						
								Sabbia limoso-argillosa, da debolmente ghiaiosa a localmente ghiaiosa, con rari ciottoli, di colore marrone.						CA1) Rim 1.90 CR1) Rim 2.10 2.25 2.75
				3										
				4										
				5										
														CR2) Rim 4.75 5.25
				6		6.0	4.2							
								Sabbia limoso-ghiaiosa, di colore marrone chiaro-grigio.						
				7										
				8										
				9		9.0	3.0							
								Sabbia fine, debolmente limosa, da ghiaiosa a con ghiaia e rari ciottoli, di colore marrone chiaro-grigio.						
				10										CR4) Rim 9.75 10.25
				11										
				12										
														CR5) Rim 12.25 12.75
				13										
														CA3) Rim 12.90 13.10
101				14		14.0	5.0							

Committente: Impresa Edile Stradale ARTIFONI S.p.A.	Sondaggio: S15
Riferimento: Vasca di laminazione F. Seveso - Senago (MI)	Data: 01/04/2016
Coordinate:	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :75

STRATIGRAFIA - S15

Pagina 1/1

Ø mm	R v	P Z	A	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RP	VT	Standard Penetration Test			Campioni
											m	S.P.T.	N	
								Terreno vegetale sabbioso-limoso, di colore marrone scuro.						
				1		0,7	0,7							
						1,0	0,4	Limo sabbioso, debolmente argilloso, di colore marrone scuro.						
				2				Ghiaia e rari ciottoli in matrice sabbioso-limoso, debolmente argillosa, localmente abbondante, di colore marrone chiaro-grigio. Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati a subangolari, Ømax=6-8 cm.						CA1) Rim 1,90 2,10
				3										
				4										
				5										
				6										
				7										
				8										
				9										
				10		9,6	8,6							CA2) Rim 7,40 7,60
				11				Sabbia fine, da debolmente limosa a limosa, localmente debolmente argillosa, con rara ghiaia, di colore marrone chiaro-grigio.						
				12										
				13										
				14										CA3) Rim 12,90 13,10
101				14		14,0	4,4							

Committente: Impresa Edile Stradale ARTIFONI S.p.A.	Sondaggio: S16
Riferimento: Vasca di laminazione F. Seveso - Senago (MI)	Data: 31/03/2016
Coordinate:	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :75

STRATIGRAFIA - S16

Pagina 1/1

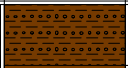

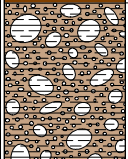
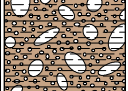
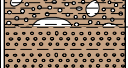

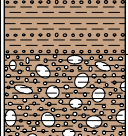
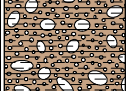
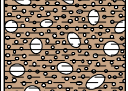
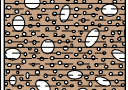
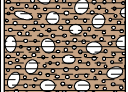
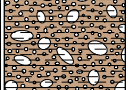
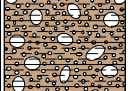
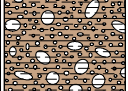
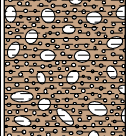
Ø mm	R v	PzA	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RP	VT	Standard Penetration Test			Campioni
										m	S.P.T.	N	
			1		0.9	0.9	Terreno vegetale sabbioso-limoso, di colore marrone scuro.						
			2				Ghiaia con rari ciottoli, in matrice sabbioso-limoso, di colore marrone.						CA1) Rim 1.90 2.10
			3		3.0	2.1							
			4				Sabbia fine limosa, debolmente ghiaiosa, di colore marrone.						
			5		4.3	1.3							
			6				Ghiaia in matrice sabbioso-limoso, localmente debolmente argillosa, di colore marrone. Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati a subangolari, Ømax=2-3 cm.						
			7		6.0	1.7							
			8				Sabbia fine limosa, localmente debolmente argillosa, con rara ghiaia, di colore marrone.						
			9		7.2	1.2							
			10				Ghiaia con ciottoli, localmente abbondanti, in matrice sabbioso-limoso, localmente debolmente argillosa, di colore marrone-grigio. Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati a subangolari, Ømax=6-8 cm.						CA2) Rim 7.40 7.60
			11										
			12										
			13										
			14										CA3) Rim 12.90 13.10
101			14		14.0	6.8							

Committente: Impresa Edile Stradale ARTIFONI S.p.A.	Sondaggio: S17
Riferimento: Vasca di laminazione F. Seveso - Senago (MI)	Data: 01/04/2016
Coordinate:	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :75

STRATIGRAFIA - S17

Pagina 1/1

Ø mm	R v	PzA	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RP	VT	Standard Penetration Test			Campioni
										m	S.P.T.	N	
			1		0.6	0.6	Terreno vegetale sabbioso-limoso, con resti di apparati radicali, di colore marrone scuro.						
			1		1.2	0.6	Limo sabbioso, debolmente argilloso, di colore marrone scuro.						
			2				Ghiaia con ciottoli, localmente abbondanti, in matrice sabbioso-limoso, localmente debolmente argillosa, di colore marrone chiaro. Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati a subangolari, Ømax=10 cm.						CA1) Rim 1.90 2.10
			3										
			4		3.9	2.7	Sabbia fine, debolmente limosa, con rari clasti di ghiaia, di colore marrone chiaro.						
			5		4.7	0.8	Argilla limoso-sabbiosa, di colore marrone chiaro, molle.						
			6		5.5	0.8	Ghiaia con rari ciottoli, in matrice sabbioso-limoso, localmente debolmente argillosa, di colore marrone-grigio. Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati a subangolari, Ømax=6 cm.						
			7										
			8										CA2) Rim 7.40 7.60
			9										
			10										
			11										
			12										
			13										CA3) Rim 12.90 13.10
101			14		14.0	8.5							

Committente: Impresa Edile Stradale ARTIFONI S.p.A.	Sondaggio: S18
Riferimento: Vasca di laminazione F. Seveso - Senago (MI)	Data: 30/03/2016
Coordinate:	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :75

STRATIGRAFIA - S18

Pagina 1/1

Ø mm	R v	PzA	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RP	VT	Standard Penetration Test			Campioni
										m	S.P.T.	N	
							Terreno vegetale sabbioso-limoso, con rari clasti di ghiaia e resti di apparati radicali, di colore marrone scuro.						
			1		0,5	0,5	Limo sabbioso, debolmente argilloso, di colore marrone scuro.						
					1,2	0,7	Ghiaia con rari ciottoli, in matrice sabbioso-limosa, localmente argillosa, di colore da marrone scuro a marrone chiaro-grigio. Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati a subangolari, Ømax=6-8 cm.						CA1) Rim 1,90 2,10
			2										
			3										
			4										
			5										
			6										
			7										
			8										CA2) Rim 7,40 7,60
			9										
			10										
			11										
			12										
			13										CA3) Rim 12,90 13,10
101			14		14,0	12,8							

Committente: Impresa Edile Stradale ARTIFONI S.p.A.	Sondaggio: S19
Riferimento: Vasca di laminazione F. Seveso - Senago (MI)	Data: 05/04/2016
Coordinate:	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :75

STRATIGRAFIA - S19

Pagina 1/1

Ø mm	R v	PzA	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RP	VT	Standard Penetration Test			Campioni
										m	S.P.T.	N	
							Terreno vegetale costituito da limo argilloso-sabbioso, di colore marrone scuro.						
			1		0.9	0.9							
			2				Ghiaia con ciottoli, in matrice sabbioso-limosa, debolmente argillosa, di colore marrone-grigio. Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati a subangolari, Ømax=6-8 cm.						CA1) Rim 1.90 2.10
			3										
			4		4.2	3.3							
			5				Ghiaia in matrice sabbiosa, da limosa a debolmente limosa, di colore marrone chiaro-grigio. Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati a subangolari, Ømax=2-3 cm.						
					5.6	1.4							
			6		5.8	0.2	Limo argilloso, debolmente sabbioso, di colore marrone scuro.						
							Sabbia limoso-ghiaiosa, solo localmente con ghiaia, di colore marrone chiaro-grigio.						
			7										
					7.5	1.7							CA2) Rim 7.40 7.60
			8		8.0	0.5	Limo sabbioso, debolmente argilloso, di colore marrone chiaro-ocra.						
			9				Ghiaia con rari ciottoli, in matrice sabbioso-limosa, di colore marrone chiaro-grigio. Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati a subangolari, Ømax=6 cm.						
			10										
			11										
			12										
			13										CA3) Rim 12.90 13.10
101			14		14.0	6.0							

Committente: Impresa Edile Stradale ARTIFONI S.p.A.	Sondaggio: S20
Riferimento: Vasca di laminazione F. Seveso - Senago (MI)	Data: 06/04/2016
Coordinate:	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1:125

STRATIGRAFIA - S20

Pagina 1/1

Ø mm	R v	PZA	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RP	VT	Standard Penetration Test			Campioni
										m	S.P.T.	N	
			1		0,5	0,5	Terreno vegetale sabbioso-limoso, con rari clasti di ghiaia, di colore marrone.						
					0,9	0,4	Limo sabbioso, debolmente argilloso, di colore marrone scuro.						
			2				Ghiaia con rari ciottoli, in abbondante matrice sabbioso-limoso, debolmente argillosa, di colore marrone scuro.						CA1) Rim 1,90
			3				Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati a subangolari, Ømax=5-6 cm.						2,10
			4		3,8	2,9							
			5				Sabbia limosa, da ghiaiosa a debolmente ghiaiosa, di colore marrone chiaro-grigio.						
			6				Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati ad angolari, Ømax=4-5 cm.						
			7		7,0	3,2							
					7,3	0,3	Limo argilloso-sabbioso, di colore nocciola.						CA2) Rim 7,40
			8				Sabbia limosa, da ghiaiosa a debolmente ghiaiosa, di colore marrone chiaro-grigio.						7,60
			9		8,9	1,7	Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati ad angolari, Ømax=2 cm.						
			10				Ghiaia con rari ciottoli, in abbondante matrice sabbioso-limoso, localmente argillosa, di colore marrone-grigio.						
			11				Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati a subangolari, Ømax=8-10 cm.						
			12										
			13										CA3) Rim 12,90
			14										13,10
			15										
			16										
			17										
			18										
			19										
101			20		20,0	11,1							

Installazione piezometro a tubo aperto 2" da 20 m, fessurato da 9 m a 20 m.

Committente: Impresa Edile Stradale ARTIFONI S.p.A.	Sondaggio: S21
Riferimento: Vasca di laminazione F. Seveso - Senago (MI)	Data: 30/03/2016
Coordinate:	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1:75	STRATIGRAFIA - S21	Pagina 1/1
------------	---------------------------	------------

Ø mm	R v	PZA	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RP	VT	Standard Penetration Test			Campioni
										m	S.P.T.	N	
					0,4	0,4	Terreno vegetale sabbioso-limoso, con rari clasti di ghiaia, di colore marrone scuro.						
			1		0,8	0,4	Limo argilloso-sabbioso, con rari clsti di ghiaia, di colore marrone scuro.						
					1,1	0,3	Sabbia limosa, con rari clsti di ghiaia, di colore marrone scuro.						
			2				Sabbia ghiaiosa, con rari ciottoli, debolmente limosa, di colore marrone-grigio.						CA1) Rim 1,90
					2,5	1,4	Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati a subangolari, Ømax=8 cm.						CR1) Rim 2,25
			3				Sabbia limoso-argillosa, di colore marrone.						
			4		4,0	1,5							
			5				Ghiaia in matrice sabbioso-limoso, debolmente argillosa, di colore marrone-grigio.						CR2) Rim 4,75
							Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati a subangolari, Ømax=2-4 cm.						5,25
			6										
			7										
			8										CA2) Rim 7,30
					8,6	4,6							7,80
			9				Sabbia fine limosa, di colore marrone chiaro-ocra.						CR3) Rim 8,00
					9,1	0,5							
			10				Ghiaia con ciottoli in matrice sabbioso-limoso, di colore marrone chiaro-grigio.						CR4) Rim 9,75
							Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati a subangolari, Ømax=6-8 cm.						10,25
			11										
			12										CR5) Rim 12,25
													12,75
			13										CA3) Rim 12,90
													13,10
101			14		14,0	4,9							


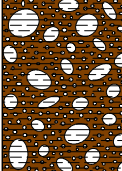
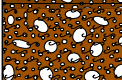
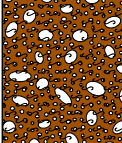

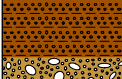
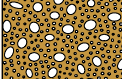


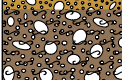
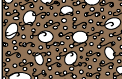
SCALA 1 :75				STRATIGRAFIA - S22				Pagina 1/1					
ø mm	R v	P Z	A metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RP	VT	Standard Penetration Test			Campioni
										m	S.P.T.	N	
					0.8	0.8	Terreno vegetale costituito da limo argilloso-sabbioso, con rari clasti di ghiaia, di colore marrone scuro.						
			1				Ghiaia con rari ciottoli, in matrice sabbioso-limosa-argillosa, di colore marrone scuro. Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati a subangolari, Ømax=6-8 cm.						CA1) Rim 1,90 2,10
			2		2.7	1.9							
			3				Ghiaia in matrice sabbioso-limosa, localmente debolmente argillosa, di colore marrone chiaro-grigio. Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati a subangolari, Ømax=4 cm.						
			4										
			5		5.5	2.8							
			6				Sabbia ghiaiosa con rari ciottoli, debolmente limosa, di colore marrone chiaro-grigio. Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati a subangolari, Ømax=6-8 cm.						CA2) Rim 6,65 6,85
			7										
			8										
			9										
			10										
			11										
			12										CA3) Rim 11,40 11,60
101					12.5	7.0							

Committente: Impresa Edile Stradale ARTIFONI S.p.A.	Sondaggio: S23
Riferimento: Vasca di laminazione F. Seveso - Senago (MI)	Data: 29/03/2016
Coordinate:	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1:100

STRATIGRAFIA - S23

Pagina 1/1

Ø mm	R v	PzA	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RP	VT	Standard Penetration Test			Campioni	
										m	S.P.T.	N		
101			1		1,0	1,0	Terreno vegetale costituito da limo sabbioso-argilloso, con rari clasti di ghiaia e resti di apparati radicali, di colore marrone.							
			2				Ghiaia con ciottoli in matrice sabbioso-limosa, debolmente argillosa, localmente abbondante, di colore marrone scuro. Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati ad subangolari, Ømax=10 cm.						CA1) Rim 1,90 2,10 2,25 CR1) Rim 2,75	
			3		3,4	2,4								
			4				Sabbia da ghiaiosa a con ghiaia, debolmente limosa, di colore marrone. Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati ad subangolari, Ømax=4 cm.			5,0	14-15-15	30	CR2) Rim 4,75 5,25	
			5											
			6		6,3	2,9								
			7				Sabbia media limosa, localmente debolmente argillosa, con rari clasti di ghiaia, di colore marrone.							CA2) Rim 6,65 6,85 CR3) Rim 7,25 7,75
			8		8,0	1,7								
			9				Sabbia media, da ghiaiosa a debolmente ghiaiosa, localmente debolmente limosa, di colore marrone chiaro-giallastro.			10,0	17-22-18	40	CR4) Rim 9,75 10,25	
			10											
			11											
			12		11,5	3,5								CA3) Rim 11,40 11,60
			13				Sabbia da ghiaiosa a con ghiaia, debolmente limosa, di colore marrone-grigio. Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati ad subangolari, Ømax=5 cm.							
			14											
			15							15,0	13-16-50/7cm	Rif		
			16											
			17											
			18		18,0	6,5								
			19				Ghiaia con rari ciottoli in matrice sabbioso-limosa, debolmente argillosa, di colore marrone-grigio. Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati ad subangolari, Ømax=7 cm.							
			20		20,0	2,0				20,0	18-21-30	51		

Committente: Impresa Edile Stradale ARTIFONI S.p.A.	Sondaggio: S24
Riferimento: Vasca di laminazione F. Seveso - Senago (MI)	Data: 29/03/2016
Coordinate:	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :75

STRATIGRAFIA - S24

Pagina 1/1

Ø mm	R v	P Z	A	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RP	VT	Standard Penetration Test			Campioni
											m	S.P.T.	N	
						0,4	0,4	Terreno vegetale costituito da limo argilloso-sabbioso, con rari clasti di ghiaia e ciottoli, di colore marrone scuro.						
				1				Sabbia limosa, debolmente argillosa, da debolmente ghiaiosa a ghiaiosa, con rari ciottoli, di colore marrone. Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati a subangolari, Ømax=6-8 cm.						
				2										CA1) Rim 1,90 2,10
				3		3,0	2,6							
				4				Ghiaia con rari ciottoli in matrice sabbioso-limosa, di colore marrone chiaro-giallastro. Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati a subangolari, Ømax=10-12 cm.						
				5										
				6										
				7										CA2) Rim 6,65 6,85
				8										
				9		9,0	6,0							
				10				Sabbia fine, da debolmente ghiaiosa a ghiaiosa, debolmente limosa, di colore marrone chiaro-giallastro. Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati a subangolari, Ømax=2-3 cm.						
				11										
				12										CA3) Rim 11,40 11,60
101						12,5	3,5							

Committente: Impresa Edile Stradale ARTIFONI S.p.A.	Sondaggio: S25
Riferimento: Vasca di laminazione F. Seveso - Senago (MI)	Data: 24/03/2016
Coordinate:	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :75				STRATIGRAFIA - S25				Pagina 1/1						
ø mm	R v	P Z	A	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RP	VT	Standard Penetration Test			Campioni
											m	S.P.T.	N	
						0,4	0,4	Terreno vegetale costituito da limo argilloso-sabbioso, con rari clasti di ghiaia, di colore marrone scuro.						
				1				Sabbia limoso-argillosa, da ghiaiosa a con ghiaia, di colore marrone scuro. Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati a subangolari, Ømax=5-6 cm.						
				2		2,0	1,6							CA1) Rim 1,90 2,10
				3				Sabbia limosa, da debolmente ghiaiosa a ghiaiosa, localmente argillosa, di colore da marrone a marrone chiaro. Presenza di rari ciottoli. Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati a subangolari, Ømax=10 cm.						
				4										
				5										
				6										
				7										CA2) Rim 6,65 6,85
				8										
				9										
				10										
				11										
				12										CA3) Rim 11,40 11,60
101						12,5	10,5							

Committente: Impresa Edile Stradale ARTIFONI S.p.A.	Sondaggio: S26
Riferimento: Vasca di laminazione F. Seveso - Senago (MI)	Data: 22/03/2016
Coordinate:	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :75

STRATIGRAFIA - S26

Pagina 1/1

Ø mm	R v	P Z	A	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RP	VT	Standard Penetration Test			Campioni
											m	S.P.T.	N	
				1		1,0	1,0	Terreno vegetale costituito da limo argilloso-sabbioso, con rari clasti di ghiaia, di colore marrone scuro.						
				2				Sabbia limoso-argillosa, da ghiaiosa a con ghiaia, di colore marrone scuro. Presenza di rari ciottoli. Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati a subangolari, Ømax=10 cm.						CA1) Rim 1,90 2,10
				3										
				4										
				5		5,0	4,0							
				6				Sabbia limosa, da debolmente ghiaiosa a ghiaiosa, localmente argillosa, di colore da marrone a marrone chiaro. Presenza di rari ciottoli. Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati a subangolari, Ømax>10 cm.						CA2) Rim 6,65 6,85
				7										
				8										
				9										
				10										
				11										
				12										CA2) Rim 11,40 11,60
101						12,5	7,5							

SCALA 1 :75				STRATIGRAFIA - S28				Pagina 1/1					
ø mm	R v	P Z	A metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RP	VT	Standard Penetration Test			Campioni
										m	S.P.T.	N	
							Terreno vegetale costituito da limo argilloso-sabbioso, con rari clasti di ghiaia, di colore marrone scuro.						
			1		1,0	1,0							
			2				Sabbia limosa, debolmente argillosa, da debolmente ghiaiosa a ghiaiosa, di colore marrone scuro. Clasti eterometrici, poligenici, subarrotondati, Ømax=2-3 cm.						CA1) Rim 1,90 2,10 CR1) Rim 2,25 2,75
			3										
			4		4,0	3,0							
			5				Sabbia con ghiaia, debolmente limosa, di colore marrone chiaro. Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati a subangolari, Ømax=3-4 cm.						CR2) Rim 4,75 5,25
			6										
			7										CA2) Rim 6,65 6,85
			8										CR3) Rim 7,25 7,75
			9										
			10										CR4) Rim 9,75 10,25
			11										
			12										CA3) Rim 11,40 11,60
101					12,5	8,5							

Committente: Impresa Edile Stradale ARTIFONI S.p.A.	Sondaggio: S29
Riferimento: Vasca di laminazione F. Seveso - Senago (MI)	Data: 24/03/2016
Coordinate:	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1 :75

STRATIGRAFIA - S29

Pagina 1/1

ø mm	R v	PzA	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RP	VT	Standard Penetration Test			Campioni
										m	S.P.T.	N	
					0,4	0,4	Terreno vegetale costituito da limo argilloso-sabbioso, con rari clasti di ghiaia, di colore marrone scuro.						
			1				Ghiaia con ciottoli in abbondante matrice sabbioso-limosa, debolmente argillosa, di colore marrone scuro. Clasti eterometrici, poligenici, subarrotondati, Ømax=8 cm.						
			2		2,0	1,6							CA1) Rim 1,90 2,10
			3				Sabbia da ghiaiosa a con ghiaia e ciottoli, debolmente limosa, di colore marrone chiaro. Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati a subangolari, Ømax>10 cm.						
			4										
			5										
			6										
			7										CA2) Rim 6,65 6,85
			8										
			9										
			10										
			11										
			12										CA3) Rim 11,40 11,60
101					12,5	10,5							

Committente: Impresa Edile Stradale ARTIFONI S.p.A.	Sondaggio: S30
Riferimento: Vasca di laminazione F. Seveso - Senago (MI)	Data: 30/03/2016
Coordinate:	Quota:
Perforazione: a carotaggio continuo	

SCALA 1:125

STRATIGRAFIA - S30

Pagina 1/1

Ø mm	R v	PzA	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RP	VT	Standard Penetration Test			Campioni
										m	S.P.T.	N	
					0,5	0,5	Terreno vegetale costituito da limo argilloso-sabbioso, con rari clasti di ghiaia, di colore marrone.						
			1				Ghiaia con ciottoli in abbondante matrice sabbioso-limosa, localmente debolmente argillosa, di colore da marrone a grigio.						
			2				Clasti eterometrici, poligenici, da subarrotondati a subangolari, Ømax=8-10 cm.						CA1) Rim 1,90 2,10
			3										
			4										
			5										
			6										
			7										
			8										
			9										
			10										
			11										CA2) Rim 10,40 10,60
			12										
			13										
			14										
			15										
			16		16,5	16,0							
			17		17,0	0,5	Argilla limosa, debolmente sabbiosa, con rari clasti di ghiaia, di colore nocciola-giallastro.						
			18		18,1	1,1	Sabbia medio-fine limosa, di colore marrone-grigio.						
			19		19,2	1,1	Limo argilloso con sabbia, con rari clasti di ghiaia, di colore marrone chiaro-grigio.						CA3) Rim 18,90 19,10
101			20		20,0	0,8	Sabbia medio-fine limosa, debolmente ghiaiosa, di colore marrone-grigio.						

Installazione piezometro a tubo aperto 2" da 20 m, fessurato da 9 m a 20 m.

ALLEGATO 2 - Risultati delle indagini di laboratorio geotecnico



ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa**

richiesta del **11-apr-16**

accettazione

Extra

identificazione del campione **S01 CG1 2,50**

cava di provenienza **Senago**

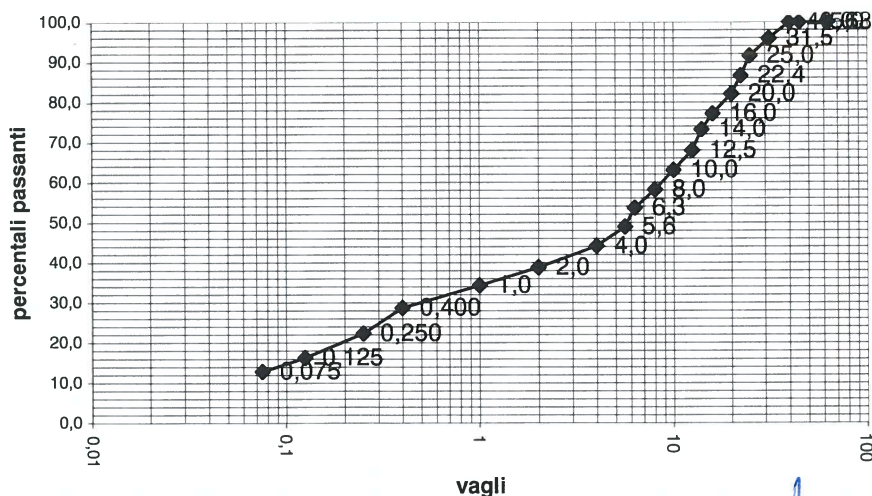
metodo usato **Lavaggio e stacciatura**

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	100,0
45,0	100,0
40,0	100,0
31,5	95,9
25,0	91,5
22,4	86,6
20,0	82,0
16,0	77,1
14,0	73,2
12,5	67,9
10,0	63,0
8,0	58,2
6,3	53,6
5,6	48,9
4,0	44,2
2,0	38,8
1,0	34,3
0,400	28,8
0,250	22,4
0,125	16,3
0,075	12,9

Umidità **8,9**

modulo di finezza **4,2**

passante allo staccio 0,063 **12,9**



Trescore B.rio, lì

13-giu-16

CERT.N° **827627**

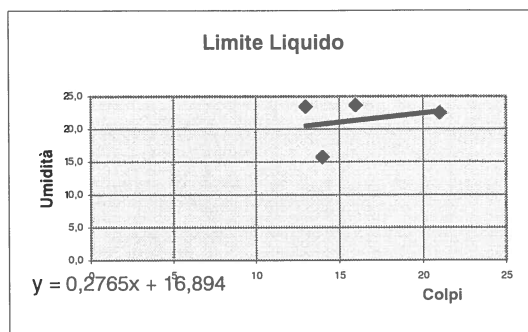
Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

Campione S01 CG1 2,50 **Committente/Produttore** Artifoni Spa
Luogo di prelievo Senago **Tipo di Materiale** Terre da Scavo
Data Prelievo 11/04/2016 **Data fine analisi** 13/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	16	52,3	42,3	23,6
2	14	41,9	36,2	15,7
3	21	63,8	52,1	22,5
4	13	43,2	35	23,4
5				



Limite Liquido: 23,8

Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	10,4	8	23,08
2	13,5	10,1	25,19

Limite Plastico: 24,1

Risultati

Limite Plastico WP	24,1 %
Limite Liquido WL	23,8 %
Indice di Plasticità Ip=WL-WP	0,0
Passante Staccio 2	38,8 %
Passante Staccio 0,4	28,8 %
Passante Staccio 0,075	12,9 %

CERT. N° 827655

Trescore B.rio, li 13/06/2016

Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

CLASSIFICA DELLE TERRE (AASHTO e CNR-UNI 10006)

COMMITTENTE: CAMPIONE:		Artioni Spa S01 CG2 5,00		DATA RICHIESTA: CAVA/CANTIERE:		11/04/2016 Senago		GRANULOMETRIA: ALTRI REPORT:		827628 827656		DEL: DEL:		13 giugno 2016 13 giugno 2016					
Classificazione Generale		Terre ghiaio-sabbiose										Terre limo - argillose							
		Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%										Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm > 35%							
Gruppo		A1		A3		A2		A4		A5		A6		A7		A8			
Sottogruppo		A1-a		A1-b		A2-1		A2-2		A2-3		A2-4		A2-5		A2-6		A2-7	
Analisi Granulometrica Passante al setaccio UNI 2332		≤50		OK		NC		≤50		OK		NC		≤50		OK		NC	
		≤30		NC		≤50		OK		NC		≤50		OK		NC		≤50	
		≤15		OK		≤10		OK		≤35		OK		≤35		OK		≤35	
		0,075mm(%)																	
Caratteristiche della frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,4mm																			
Limite liquido(WL %)																			
Indice di plasticità		≤6		OK		N.P.		≤10		OK		≤10		OK		≤10		OK	
Indice di Gruppo(IG)		0		OK		0		OK		≤4		OK		≤4		OK		≤4	
Conformità		NC		CONFORME		NC		CONFORME		NC		CONFORME		NC		CONFORME		NC	
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo		Ghiaia o breccia ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, scone vulcaniche, pozzolane		Sabbia fina		ghiaia e sabbia limosa o argillosa		limi poco compressibili		limi fortemente compressibili		argille poco compressibili		argille fortemente compressibili mediamente plastiche		argille fortemente compressibili fortemente plastiche		torbe di recente o remota formazione, eriti organici di origine palustre	
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza gelo		da eccellente a buono		da mediocre a scadente		da scartare come sottofondo													
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo		nessuno o lieve		media		molto elevata		media		elevata		media							
Ritiro o Rigonfiamento		nullo		nullo o lieve		media o scarsa		lieve o medio		elevato		scarsa o nulla		molto elevato					
Permeabilità		elevata																	
Identificazione dei terreni in sito		facilmente individuabile a vista		aspri al tatto - incoerenti allo stato asciutto		la maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo aspri al tatto - una tenacità media o elevata allo stato asciutto indica la presenza di argilla		reggiscono alla prova di scuotimento - polverulenti e poco tenaci allo stato asciutto non facilmente modellabili allo stato umido		non reagiscono alla prova di scuotimento - tenaci allo stato asciutto - facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido		fibrosi di color bruno o nero - facilmente individuabili a vista							

FORAT

LEGENDA: OK:Conforme NC: Non Conforme NE: Non Essauito



ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa**

richiesta del **11-apr-16**

accettazione

Extra

identificazione del campione **S01 CG2 5,00**

cava di provenienza **Senago**

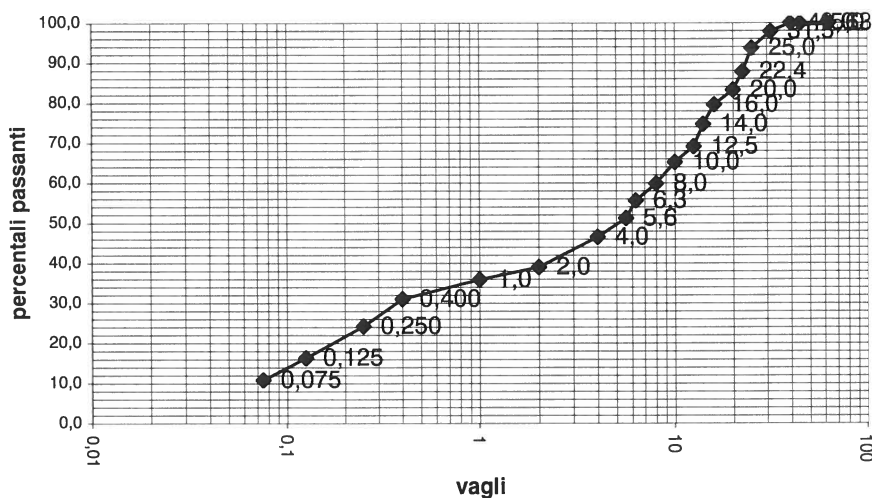
metodo usato **Lavaggio e stacciatura**

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	100,0
45,0	100,0
40,0	100,0
31,5	97,8
25,0	93,7
22,4	87,8
20,0	83,2
16,0	79,6
14,0	74,7
12,5	69,2
10,0	65,2
8,0	59,8
6,3	55,6
5,6	51,3
4,0	46,6
2,0	39,1
1,0	35,9
0,400	31,0
0,250	24,3
0,125	16,3
0,075	10,9

Umidità **9,0**

modulo di finezza **4,1**

passante allo staccio 0,063 **10,9**



Trescore B.rio, lì

13-giu-16

CERT.N° **827628**

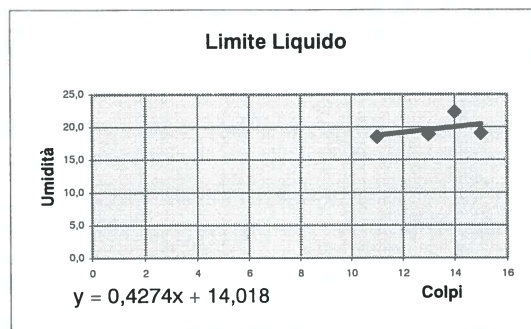
Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

Campione S01 CG2 5,00 **Committente/Produttore** Artifoni Spa
Luogo di prelievo Senago **Tipo di Materiale** Terre da Scavo
Data Prelievo 11/04/2016 **Data fine analisi** 13/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	11	59	49,8	18,5
2	15	26,9	22,6	19,0
3	13	47,8	40,2	18,9
4	14	29,6	24,2	22,3
5				



Limite Liquido: 24,7

Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	18,6	13,8	25,81
2	15,6	12,5	19,87

Limite Plastico: 22,8

Risultati

Limite Plastico WP	22,8 %
Limite Liquido WL	24,7 %
Indice di Plasticità Ip=WL-WP	1,9
Passante Staccio 2	39,1 %
Passante Staccio 0,4	31,0 %
Passante Staccio 0,075	10,9 %

CERT. N° 827656

Trescore B.rio, li 13/06/2016

Io Spedimentatore

il Responsabile di Laboratorio

CLASSIFICA DELLE TERRE (AASHTO e CNR-UNI 10006)

COMMITTENTE: Artifoni Spa		DATA RICHIESTA: 04/04/2016		GRANULOMETRIA: 827629		DEL: 13 giugno 2016	
CAMPIONE: S05 CG1 2,50		CAVA/CANTIERE: Senago		ALTRI REPORT: 827657		DEL: 13 giugno 2016	
Classificazione Generale		Terre ghiaio-sabbiose				Terre limo - argillose	
Gruppo		Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%				Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm > 35%	
Sottogruppo		A2				A7	
		A1		A3		A4	
		A1-a		A1-b		A5	
		A2-4		A2-5		A2-6	
		A2-7		A2-8		A2-9	
		A2-10		A2-11		A2-12	
		A2-13		A2-14		A2-15	
		A2-16		A2-17		A2-18	
		A2-19		A2-20		A2-21	
		A2-22		A2-23		A2-24	
		A2-25		A2-26		A2-27	
		A2-28		A2-29		A2-30	
		A2-31		A2-32		A2-33	
		A2-34		A2-35		A2-36	
		A2-37		A2-38		A2-39	
		A2-40		A2-41		A2-42	
		A2-43		A2-44		A2-45	
		A2-46		A2-47		A2-48	
		A2-49		A2-50		A2-51	
		A2-52		A2-53		A2-54	
		A2-55		A2-56		A2-57	
		A2-58		A2-59		A2-60	
		A2-61		A2-62		A2-63	
		A2-64		A2-65		A2-66	
		A2-67		A2-68		A2-69	
		A2-70		A2-71		A2-72	
		A2-73		A2-74		A2-75	
		A2-76		A2-77		A2-78	
		A2-79		A2-80		A2-81	
		A2-82		A2-83		A2-84	
		A2-85		A2-86		A2-87	
		A2-88		A2-89		A2-90	
		A2-91		A2-92		A2-93	
		A2-94		A2-95		A2-96	
		A2-97		A2-98		A2-99	
		A2-100		A2-101		A2-102	
		A2-103		A2-104		A2-105	
		A2-106		A2-107		A2-108	
		A2-109		A2-110		A2-111	
		A2-112		A2-113		A2-114	
		A2-115		A2-116		A2-117	
		A2-118		A2-119		A2-120	
		A2-121		A2-122		A2-123	
		A2-124		A2-125		A2-126	
		A2-127		A2-128		A2-129	
		A2-130		A2-131		A2-132	
		A2-133		A2-134		A2-135	
		A2-136		A2-137		A2-138	
		A2-139		A2-140		A2-141	
		A2-142		A2-143		A2-144	
		A2-145		A2-146		A2-147	
		A2-148		A2-149		A2-150	
		A2-151		A2-152		A2-153	
		A2-154		A2-155		A2-156	
		A2-157		A2-158		A2-159	
		A2-160		A2-161		A2-162	
		A2-163		A2-164		A2-165	
		A2-166		A2-167		A2-168	
		A2-169		A2-170		A2-171	
		A2-172		A2-173		A2-174	
		A2-175		A2-176		A2-177	
		A2-178		A2-179		A2-180	
		A2-181		A2-182		A2-183	
		A2-184		A2-185		A2-186	
		A2-187		A2-188		A2-189	
		A2-190		A2-191		A2-192	
		A2-193		A2-194		A2-195	
		A2-196		A2-197		A2-198	
		A2-199		A2-200		A2-201	
		A2-202		A2-203		A2-204	
		A2-205		A2-206		A2-207	
		A2-208		A2-209		A2-210	
		A2-211		A2-212		A2-213	
		A2-214		A2-215		A2-216	
		A2-217		A2-218		A2-219	
		A2-220		A2-221		A2-222	
		A2-223		A2-224		A2-225	
		A2-226		A2-227		A2-228	
		A2-229		A2-230		A2-231	
		A2-232		A2-233		A2-234	
		A2-235		A2-236		A2-237	
		A2-238		A2-239		A2-240	
		A2-241		A2-242		A2-243	
		A2-244		A2-245		A2-246	
		A2-247		A2-248		A2-249	
		A2-250		A2-251		A2-252	
		A2-253		A2-254		A2-255	
		A2-256		A2-257		A2-258	
		A2-259		A2-260		A2-261	
		A2-262		A2-263		A2-264	
		A2-265		A2-266		A2-267	
		A2-268		A2-269		A2-270	
		A2-271		A2-272		A2-273	
		A2-274		A2-275		A2-276	
		A2-277		A2-278		A2-279	
		A2-280		A2-281		A2-282	
		A2-283		A2-284		A2-285	
		A2-286		A2-287		A2-288	
		A2-289		A2-290		A2-291	
		A2-292		A2-293		A2-294	
		A2-295		A2-296		A2-297	
		A2-298		A2-299		A2-300	
		A2-301		A2-302		A2-303	
		A2-304		A2-305		A2-306	
		A2-307		A2-308		A2-309	
		A2-310		A2-311		A2-312	
		A2-313		A2-314		A2-315	
		A2-316		A2-317		A2-318	
		A2-319		A2-320		A2-321	
		A2-322		A2-323		A2-324	
		A2-325		A2-326		A2-327	
		A2-328		A2-329		A2-330	
		A2-331		A2-332		A2-333	
		A2-334		A2-335		A2-336	
		A2-337		A2-338		A2-339	
		A2-340		A2-341		A2-342	
		A2-343		A2-344		A2-345	
		A2-346		A2-347		A2-348	
		A2-349		A2-350		A2-351	
		A2-352		A2-353		A2-354	
		A2-355		A2-356		A2-357	
		A2-358		A2-359		A2-360	
		A2-361		A2-362		A2-363	
		A2-364		A2-365		A2-366	
		A2-367		A2-368		A2-369	
		A2-370		A2-371		A2-372	
		A2-373		A2-374		A2-375	
		A2-376		A2-377		A2-378	
		A2-379		A2-380		A2-381	
		A2-382		A2-383		A2-384	
		A2-385		A2-386		A2-387	
		A2-388		A2-389		A2-390	
		A2-391		A2-392		A2-393	
		A2-394		A2-395		A2-396	
		A2-397		A2-398		A2-399	
		A2-400		A2-401		A2-402	
		A2-403		A2-404		A2-405	
		A2-406		A2-407		A2-408	
		A2-409		A2-410		A2-411	
		A2-412		A2-413		A2-414	
		A2-415		A2-416		A2-417	
		A2-418		A2-419		A2-420	
		A2-421		A2-422		A2-423	
		A2-424		A2-425		A2-426	
		A2-427		A2-428		A2-429	
		A2-430		A2-431		A2-432	
		A2-433		A2-434		A2-435	
		A2-436		A2-437		A2-438	
		A2-439		A2-440		A2-441	
		A2-442		A2-443		A2-444	
		A2-445		A2-446		A2-447	
		A2-448		A2-449		A2-450	
		A2-451		A2-452		A2-453	
		A2-454		A2-455		A2-456	
		A2-457		A2-458		A2-459	
		A2-460		A2-461		A2-462	
		A2-463		A2-464		A2-465	
		A2-466		A2-467		A2-468	
		A2-469		A2-470		A2-471	
		A2-472		A2-473		A2-474	
		A2-475		A2-476		A2-477	
		A2-478		A2-479		A2-480	
		A2-481		A2-482		A2-483	
		A2-484		A2-485		A2-486	
		A2-487		A2-488		A2-489	
		A2-490		A2-491		A2-492	
		A2-493		A2-494		A2-495	
		A2-496		A2-497		A2-498	
		A2-499		A2-500		A2-501	
		A2-502		A2-503		A2-504	
		A2-505		A2-506		A2-507	
		A2-508		A2-509		A2-510	
		A2-511		A2-512		A2-513	
		A2-514		A2-515		A2-516	
		A2-517		A2-518		A2-519	
		A2-520		A2-521		A2-522	
		A2-523		A2-524		A2-525	
		A2-526		A2-527		A2-528	
		A2-529		A2-530		A2-531	
		A2-532		A2-533		A2-534	
		A2-535		A2-536		A2-537	
		A2-538		A2-539		A2-540	
		A2-541		A2-542		A2-543	
		A2-544		A2-545		A2-546	
		A2-547		A2-548		A2-549	
		A2-550		A2-551		A2-552	
		A2-553		A2-554		A2-555	
		A2-556		A2-557		A2-558	
		A2-559		A2-560		A2-561	
		A2-562		A2-563		A2-564	
		A2-565		A2-566		A2-567	
		A2-568		A2-569		A2-570	
		A2-571		A2-572		A2-573	
		A2-574		A2-575		A2-576	
		A2-577		A2-578		A2-579	
		A2-580		A2-581		A2-582	
		A2-583		A2-584		A2-585	
		A2-586		A2-587		A2-588	
		A2-589		A2-590		A2-591	
		A2-592		A2-593		A2-594	
		A2-595		A2-596		A2-597	
		A2-598		A2-599		A2-600	
		A2-601		A2-602		A2-603	
		A2-604		A2-605		A2-606	
		A2-607		A2-608		A2-609	
		A2-610		A2-611		A2-612	
		A2-613		A2-614		A2-615	
		A2-616		A2-617		A2-618	
		A2-619		A2-620		A2-621	
		A2-622		A2-623		A2-624	
		A2-625		A2-626		A2-627	
		A2-628		A2-629		A2-630	
		A2-631		A2-632		A2-633	
		A2-634		A2-635		A2-636	
		A2-637		A2-638		A2-639	
		A2-640		A2-641		A2-642	
		A2-643		A2-644		A2-645	
		A2-646		A2-647		A2-648	
		A2-649		A2-650		A2-651	
		A2-652		A2-653		A2-654	
		A2-655		A2-656		A2-657	
		A2-658		A2-659		A2-660	
		A2-661		A2-662		A2-663	
		A2-664		A2-665		A2-666	
		A2-667		A2-668		A2-669	
		A2-670		A2-671		A2-672	
		A2-673		A2-674		A2-675	
		A2-676		A2-677		A2-678	
		A2-679		A2-680		A2-681	
		A2-682		A2-683		A2-684	
		A2-685		A2-686			

DESMA LABORATORIO TECNOLOGICO
ESITO: OK: Conforme NC: Non Conforme NE: Non Eseguito

ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa**

richiesta del **04-apr-16**

accettazione

Extra

identificazione del campione **S05 CG1 2,50**

cava di provenienza **Senago**

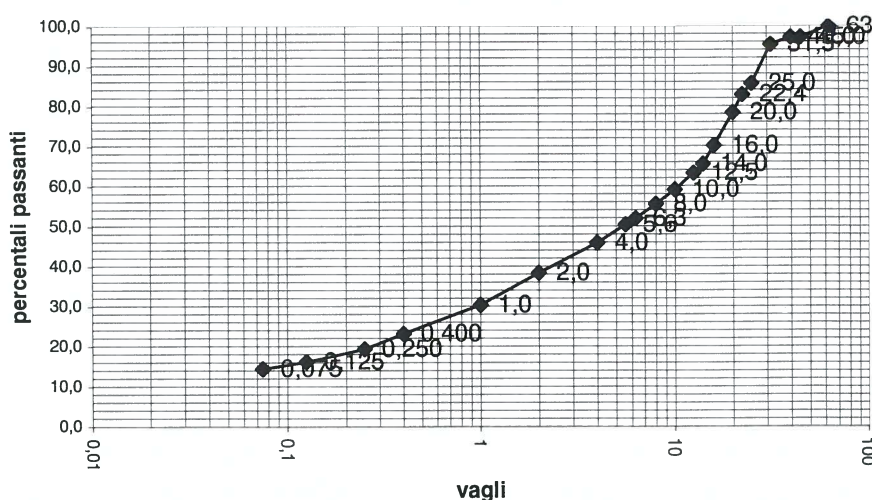
metodo usato **Lavaggio e stacciatura**

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	100,0
45,0	97,2
40,0	97,2
31,5	95,3
25,0	85,6
22,4	82,8
20,0	78,3
16,0	70,1
14,0	65,5
12,5	63,2
10,0	59,1
8,0	55,5
6,3	51,9
5,6	50,3
4,0	45,8
2,0	38,3
1,0	30,3
0,400	23,1
0,250	19,3
0,125	16,2
0,075	14,4

Umidità **13,0**

modulo di finezza **4,3**

passante allo staccio 0,063 **14,4**



Trescore B.rio, lì

13-giu-16

CERT.N° **827629**

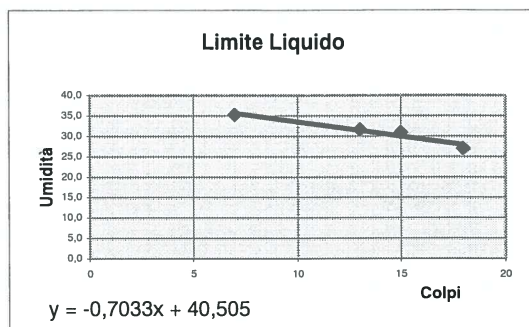
lo Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

Campione S05 CG1 2,50 **Committente/Produttore** Artifoni Spa
Luogo di prelievo Senago **Tipo di Materiale** Terre da Scavo
Data Prelievo 04/04/2016 **Data fine analisi** 13/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	18	39,5	31,1	27,0
2	13	60,8	46,2	31,6
3	7	64,9	48	35,2
4	15	65,2	49,8	30,9
5				



Limite Liquido: 22,9

Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	16	12,3	23,13
2	21	16,8	20,00

Limite Plastico: 21,6

Risultati

Limite Plastico WP	21,6 %
Limite Liquido WL	22,9 %
Indice di Plasticità Ip=WL-WP	1,4
Passante Staccio 2	38,3 %
Passante Staccio 0,4	23,1 %
Passante Staccio 0,075	14,4 %

CERT. N° 827657

Trescore B.rio, lì 13/06/2016

lo Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

CLASSIFICA DELLE TERRE (AASHTO e CNR-UNI 10006)

COMMITTENTE: Artifoni Spa	DATA RICHIESTA: 04/04/2016	GRANULOMETRIA: 827630	DEL: 13 giugno 2016
CAMPIONE: S05 CG2 5,00	CAVA/CANTIERE: Senago	ALTRI REPORT: 827658	DEL: 13 giugno 2016

Classificazione Generale	Terre ghiaio-sabbiose										Terre limo - argillose			
	Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%										Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm > 35%			
	A1	A1-b	A3	A2-4	A2-5	A2	A2-6	A2-7	A4	A5	A6	A7-5	A7-6	A8
Analisi Granulometrica Passante al setaccio UNI 2332														
2 mm(%)	OK													
0,4mm(%)	OK	OK	NC											
0,075mm(%)	OK	OK	NC	OK	OK	OK	OK	OK	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Caratteristiche della frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,4mm														
Limite liquido(WL%)														
Indice di plasticità	OK	OK	N.P.											
Indice di Gruppo(IG)	0	OK	0	OK	0	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Conformità	CONFORME	CONFORME	NC	CONFORME	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Tipi usuali dei materiali costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, sctorie vulcaniche, pozzolane		Sabbia fina			ghiaia e sabbia limosa o argillosa			limi poco compressibili	limi fortemente compressibili	argille poco compressibili	argille fortemente compressibili medianamente plastiche	argille fortemente compressibili fortemente plastiche	torbe di recente o remota formazione, detriti organici di origine palustre
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza gelo	da eccellente a buono										da mediocre a scadente			
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	nessuno o lieve										media			
Ritiro o Rigonfiamento	nullo										molto elevata			
Permeabilità	elevata										lieve o medio			
Identificazione dei terreni in sito	facilmente individuabile a vista										reagiscono alla prova di scuotimento - polverulenti e poco tenaci allo stato asciutto non facilmente modellabili allo stato umido			
	aspri al tatto - incoerenti allo stato asciutto										non reagiscono alla prova di scuotimento - tenaci allo stato asciutto - facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido			
	fibrosi di color bruno o nero - facilmente individuabili a vista													

LEGENDA: OK: Conforme NC: Non Conforme NE: Non Eseguito



desma srl - società unipersonale - sede operativa e laboratorio:

via g. galilei, 92 - 24069 trescore balneario - tel. 035.4258567 - fax 035.4271932 - laboratorio@desmasrl.it - www.desmasrl.it

sede legale: via ponchielli, 51 - 24125 bergamo - c.f. e p.iva 03871530162 - rea bg 415559 - capitale sociale 10.000,00 € i.r.v.

ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa**

richiesta del **04-apr-16**

accettazione

Extra

identificazione del campione

S5 CG2 5,00

cava di provenienza

Senago

metodo usato

Lavaggio e stacciatura

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	
45,0	100,0
40,0	98,4
31,5	96,6
25,0	94,9
22,4	93,0
20,0	90,9
16,0	88,5
14,0	83,6
12,5	80,0
10,0	73,4
8,0	68,5
6,3	63,9
5,6	60,5
4,0	55,4
2,0	43,7
1,0	33,3
0,400	24,4
0,250	18,8
0,125	13,2
0,075	12,0

Umidità

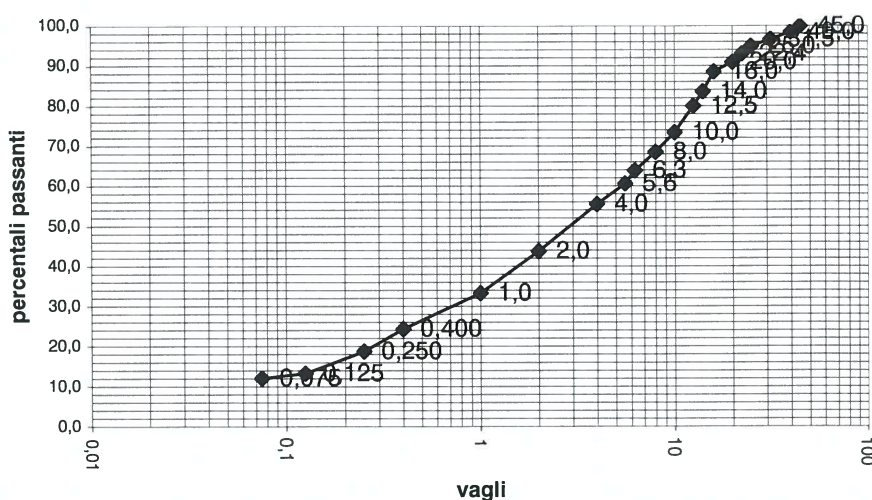
11,6

modulo di finezza

4,1

passante allo staccio 0,063

12,0



Trescore B.rio, lì

13-giu-16

CERT.N° **827630**

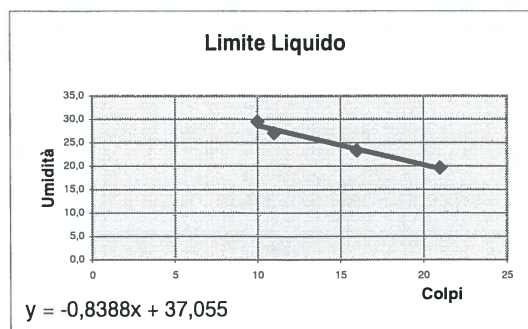
Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

Campione S05 CG2 5,00 **Committente/Produttore** Artifoni Spa
Luogo di prelievo Senago **Tipo di Materiale** Terre da Scavo
Data Prelievo 04/04/2016 **Data fine analisi** 13/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	11	63,9	50,3	27,0
2	16	61,2	49,6	23,4
3	10	61,9	47,8	29,5
4	21	60,9	50,9	19,6
5				



Limite Liquido: 16,1

Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	15,9	12,6	20,75
2	16,8	13,5	19,64

Limite Plastico: 20,2

Risultati

Limite Plastico WP	20,2 %
Limite Liquido WL	16,1 %
Indice di Plasticità $I_p = WL - WP$	0,0
Passante Staccio 2	43,7 %
Passante Staccio 0,4	24,1 %
Passante Staccio 0,075	12,0 %

CERT. N° 827658

Trescore B.rio, lì 13/06/2016

Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

COMMITTENTE:	Artifoni Spa	DATA RICHIESTA:	04/04/2016	GRANULOMETRIA:	827631	DEL:	13 giugno 2016
CAMPIONE:	S06 CG1 2,50	CAVA/CANTIERE:	Senago	ALTRI REPORT:	827659	DEL:	13 giugno 2016

Classificazione Generale		Terre ghiaio-sabbiose Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%										Terre limo - argillose Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm > 35%													
Gruppo		A1		A3		A2						A4	A5	A6	A7	A8									
Sottogruppo		A1-a	A1-b	A3		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7	A4	A5	A6	A7-5	A7-6	A8										
Analisi Granulometrica Passante al setaccio UNI 2332	2 mm(%)	≤50	OK																						
	0,4mm(%)	≤30	OK	≤50	OK	NC																			
		≤15	OK	≤25	OK	NC	≤10	NC	≤35	OK	≤35	OK	>35	NC	>35	NC									
	0,075mm(%)																								
Caratteristiche della frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,4mm																									
Limite liquido(WL%)						≤40	OK	>40	NC	≤40	OK	>40	NC	>40	NC	>40	NC								
Indice di plasticità		≤6	OK	≤6	OK	N.P.				≤10	OK	>10	NC	≤10	OK	>10	NC								
Indice di Gruppo(IG)		0	OK	0	OK	0	OK	0	OK	0	OK	0	OK	0	OK	0	OK								
Conformità		CONFORME		CONFORME		NC		CONFORME		NC		NC		NC		NC									
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo		Ghiaia o breccia ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, scone vulcaniche, pozzolane				Sabbia fina				ghiaia e sabbia limosa o argillosa				limi poco compressibili		limi fortemente compressibili		argille poco compressibili		argille fortemente compressibili mediamente plastiche		argille fortemente compressibili fortemente plastiche		torbe di recente o remota formazione, di eerti organici di origine palustre	
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza gelo		da eccellente a buono				da mediocre a scadente				da scartare come sottolondo															
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo		nessuno o lieve				media				molto elevata				media		elevata		media							
Ritiro o Rigonfiamento		nulla elevata				nulla o lieve media o scarsa				lieve o medio				elevato		molto elevato									
Permeabilità														scarsa o nulla											
Identificazione dei terreni in sito		facilmente individuabile a vista				la maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo poco tenaci allo stato asciutto indica la presenza di argilla				registano alla prova di scuotimento - polverulenti e poco tenaci allo stato asciutto non facilmente modellabili allo stato umido				non reagiscono alla prova di scuotimento - tenaci allo stato asciutto - facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido		fibrosi di color bruno o nero - facilmente individuabili a vista									



ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa**

richiesta del **04-apr-16**

accettazione

Extra

identificazione del campione **S06 CG1 2,50**

cava di provenienza **Senago**

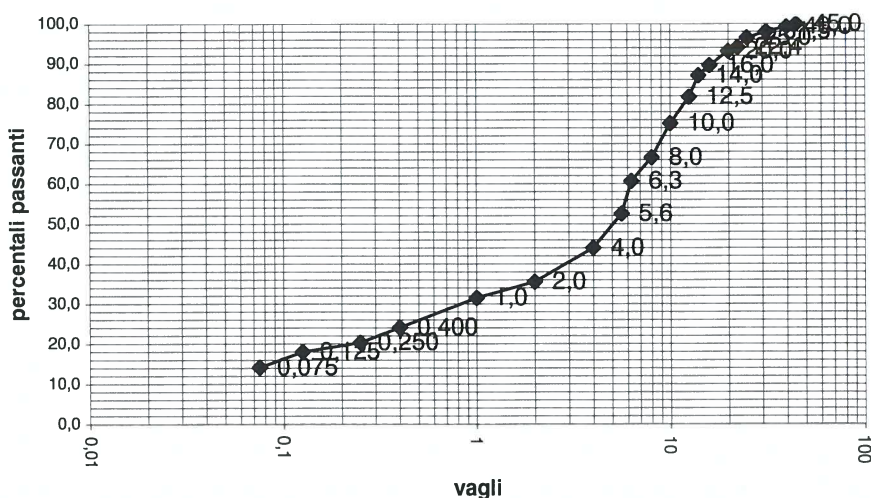
metodo usato **Lavaggio e stacciatura**

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	
45,0	100,0
40,0	99,3
31,5	98,0
25,0	96,5
22,4	94,1
20,0	93,1
16,0	89,6
14,0	87,1
12,5	81,7
10,0	75,1
8,0	66,5
6,3	60,7
5,6	52,5
4,0	44,0
2,0	35,5
1,0	31,5
0,400	24,1
0,250	20,3
0,125	18,0
0,075	14,2

Umidità **17,4**

modulo di finezza **4,3**

passante allo staccio 0,063 **14,2**



Trescore B.rio, lì

13-giu-16

CERT.N° **827631**

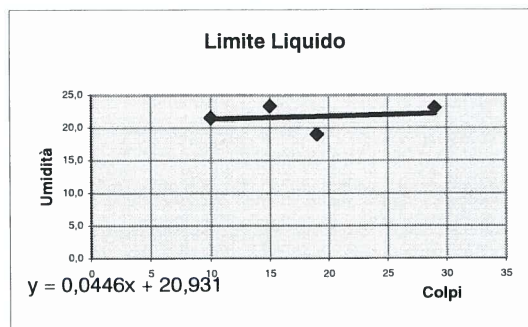
Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

Campione S06 CG1 2,50 **Committente/Produttore** Artifoni Spa
Luogo di prelievo Senago **Tipo di Materiale** Terre da Scavo
Data Prelievo 04/04/2016 **Data fine analisi** 13/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	15	64,5	52,3	23,3
2	10	60,9	50,1	21,6
3	19	63,2	53,1	19,0
4	29	62,4	50,7	23,1
5				



Limite Liquido: 22,0

Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	16,2	13,2	18,52
2	17,5	13,7	21,71

Limite Plastico: 20,1

Risultati

Limite Plastico WP	20,1 %
Limite Liquido WL	22,0 %
Indice di Plasticità $I_p = WL - WP$	1,9
Passante Staccio 2	35,5 %
Passante Staccio 0,4	24,1 %
Passante Staccio 0,075	14,2 %

CERT. N° 827659

Trescore B.rio, lì 13/06/2016

Lo Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa**

richiesta del **04-apr-16**

accettazione

Extra

identificazione del campione **S06 CG2 5,00**

cava di provenienza **Senago**

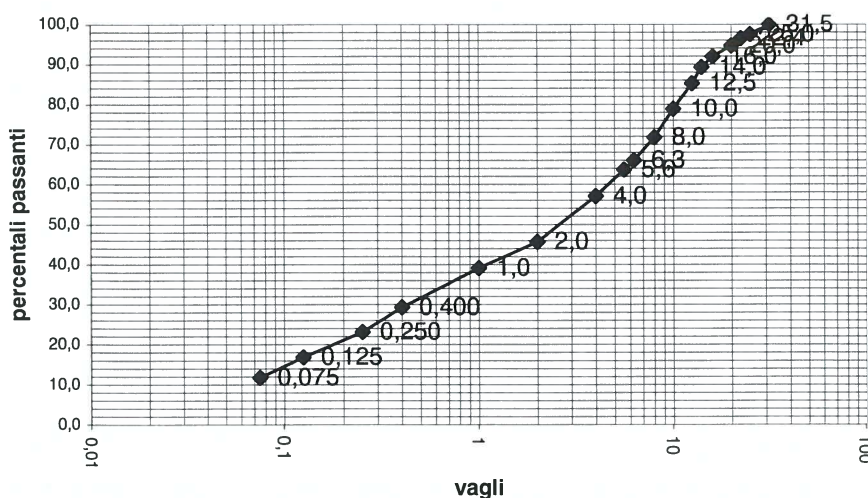
metodo usato **Lavaggio e stacciatura**

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	
45,0	
40,0	
31,5	100,0
25,0	97,5
22,4	96,5
20,0	94,6
16,0	91,9
14,0	89,3
12,5	85,3
10,0	78,8
8,0	71,8
6,3	66,0
5,6	63,7
4,0	57,0
2,0	45,7
1,0	39,1
0,400	29,3
0,250	23,2
0,125	16,9
0,075	11,7

Umidità **10,0**

modulo di finezza **3,9**

passante allo staccio 0,063 **11,7**



Trescore B.rio, lì

13-giu-16

CERT.N°

827632

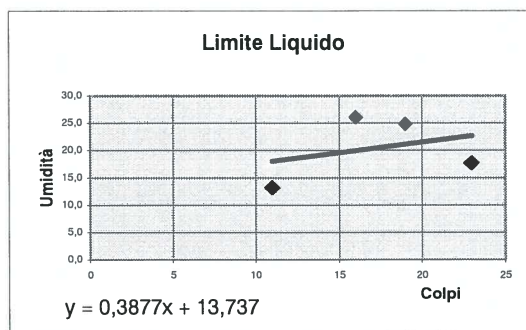
Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

Campione S06 CG2 5,00 **Committente/Produttore** Artifoni Spa
Luogo di prelievo Senago **Tipo di Materiale** Terre da Scavo
Data Prelievo 04/04/2016 **Data fine analisi** 13/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	23	65,4	55,6	17,6
2	19	63,9	51,2	24,8
3	11	60,1	53,1	13,2
4	16	66,7	52,9	26,1
5				



Limite Liquido: 22,4

Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	17,2	13,6	20,93
2	15,4	11,9	22,73

Limite Plastico: 21,8

Risultati

Limite Plastico WP	21,8 %
Limite Liquido WL	22,4 %
Indice di Plasticità $I_p = WL - WP$	0,6
Passante Staccio 2	45,7 %
Passante Staccio 0,4	29,3 %
Passante Staccio 0,075	11,7 %

CERT. N° 827660

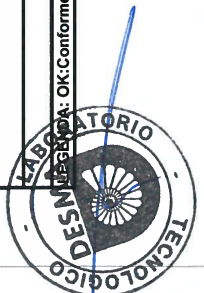
Trescore B.rio, lì 13/06/2016

Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

CLASSIFICA DELLE TERRE (AASHTO e CNR-UNI 10006)

COMMITTENTE:	Artifoni Spa	DATA RICHIESTA:	04/04/2016	GRANULOMETRIA:	827633	DEL:	13 giugno 2016
CAMPIONE:	S14 CG1 2,50	CAVA/CANTIERE:	Senago	ALTRI REPORT:	827661	DEL:	13 giugno 2016
Terre limo - argillose							
Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%							
Terre ghiaio-sabbiose							
Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%							
Terre limo - argillose							
Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm > 35%							
Classificazione Generale	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Gruppo	A1-a	A1-b	A2-1	A2-2	A2-3	A2-4	A2-5
Sottogruppo	A1-a	A1-b	A2-1	A2-2	A2-3	A2-4	A2-5
Analisi Granulometrica							
Passante al setaccio UNI 2332							
2 mm(%)	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
0,4mm(%)	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
0,075mm(%)	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Caratteristiche della							
frazione passante al							
setaccio UNI 2332 -							
0,4mm							
Limite liquido(WL%)							
Indice di plasticità							
Indice di Gruppo(IG)	0	0	0	0	0	0	0
Conformità	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME
Tipi usuali dei materiali	Ghiaia o breccia ghiaia o	Sabbia fina	ghiaia e sabbia limosa o argillosa	limi poco compressibili	argille fortemente compressibili	argille fortemente compressibili	argille fortemente compressibili
caratteristici costituenti il	breccia sabbiosa sabbia						
gruppo	grossa, pomice, scorie						
	vulcaniche, pozzolane						
Qualità portanti quale	da eccellente a buono	da mediocre a scadente					
terreno di sottofondo in							
assenza gelo							
Azione del gelo sulle	nessuno o lieve	media	molto elevata	media	elevata	media	
qualità portanti del terreno							
di sottofondo							
Ritiro o Rigonfiamento	nullo	nullo o lieve	media o scarsa	lieve o medio	elevato	molto elevato	
Permeabilità	elevata						
Identificazione dei terreni	aspri al tatto -	la maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo	reagiscono alla prova di	scuotimento - polverulenti e	non reagiscono alla prova di scuotimento - tenaci allo	fibrosi di	
in sito	facilmente individuabile a vista	aspri al tatto - una tenacità media o elevata allo stato asciutto	indica la presenza di argilla	poco tenaci allo stato asciutto	stato asciutto - facilmente modellabili in bastoncini	color bruno o	
		stato asciutto		non facilmente modellabili allo	sottili allo stato umido	nero -	
						facilmente	
						individuabili a	
						vista	



ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa**

richiesta del **04-apr-16**

accettazione

Extra

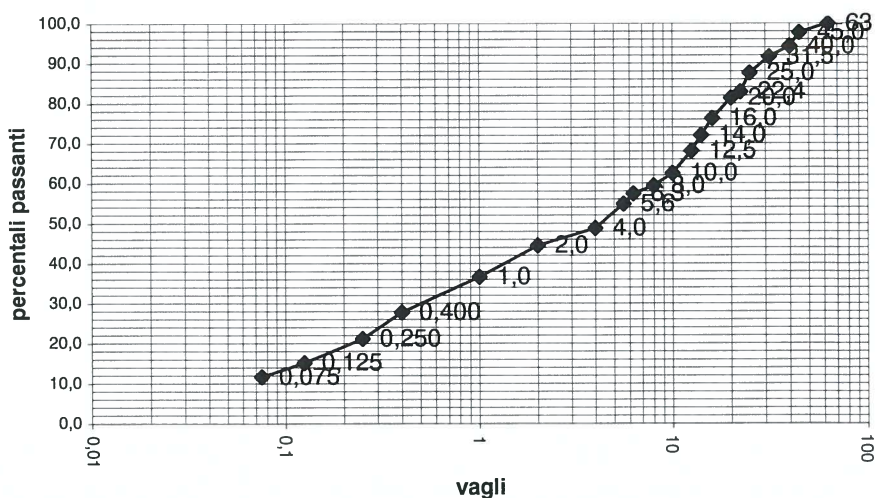
identificazione del campione **S14 CG1 2,50**

cava di provenienza **Senago**

metodo usato **Lavaggio e stacciatura**

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	100,0
45,0	97,7
40,0	94,2
31,5	91,6
25,0	87,6
22,4	82,8
20,0	81,3
16,0	76,2
14,0	71,9
12,5	68,1
10,0	62,5
8,0	59,4
6,3	57,4
5,6	54,8
4,0	48,8
2,0	44,4
1,0	36,6
0,400	27,8
0,250	21,1
0,125	15,2
0,075	11,6

Umidità **11,8**
modulo di finezza **4,1**
passante allo staccio 0,063 **11,6**



Trescore B.rio, lì

13-giu-16

CERT.N° **827633**

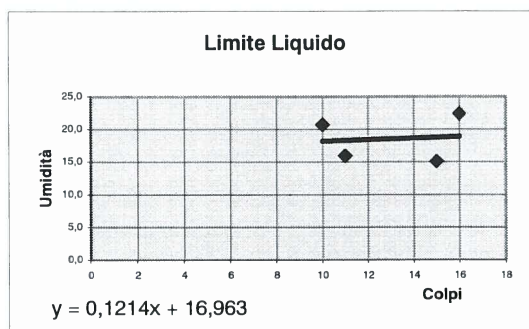
Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

Campione S14 CG1 2,50 **Committente/Produttore** Artifoni Spa
Luogo di prelievo Senago **Tipo di Materiale** Terre da Scavo
Data Prelievo 04/04/2016 **Data fine analisi** 13/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	11	58,9	50,8	15,9
2	16	64,5	52,7	22,4
3	10	66,9	55,4	20,8
4	15	54,2	47,1	15,1
5				



Limite Liquido: 20,0

Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	15,1	11,8	21,85
2	13,4	10,2	23,88

Limite Plastico: 22,9

Risultati

Limite Plastico WP	22,9 %
Limite Liquido WL	20,0 %
Indice di Plasticità $I_p = WL - WP$	0,0
Passante Staccio 2	44,4 %
Passante Staccio 0,4	27,8 %
Passante Staccio 0,075	11,6 %

CERT. N° 827661

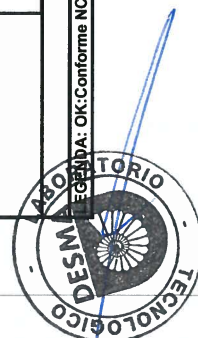
Trescore B.rio, lì 13/06/2016

Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

CLASSIFICA DELLE TERRE (AASHTO e CNR-UNI 10006)

COMMITTENTE:	Artifoni Spa	DATA RICHIESTA:	04/04/2016	GRANULOMETRIA:	827634	DEL:	13 giugno 2016
CAMPIONE:	S14 CG2 5,00	CAVA/CANTIERE:	Senago	ALTRI REPORT:	827662	DEL:	13 giugno 2016
Terre limo - argillose							
Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%							
Terre ghiaio-sabbiose							
Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%							
Classificazione Generale	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Gruppo	A1-a	A1-b	A2-4	A2-5	A2-6	A2-7	A7-5
Sottogruppo	A1-a	A1-b	A2-4	A2-5	A2-6	A2-7	A7-5
Analisi Granulometrica							
Passante al setaccio UNI 2332							
2 mm(%)	≤50	OK					
0,4mm(%)	≤30	OK					
0,075mm(%)	≤15	OK					
Caratteristiche della frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,4mm							
Limite liquido(WL%)							
Indice di plasticità	≤6	OK					
Indice di Gruppo(IG)	0	OK					
Conformità	CONFORME	CONFORME	CONFORME	NC	NC	NC	NC
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, sctorie vulcaniche, pozzolane	Sabbia fina	ghiaia e sabbia limosa o argillosa	limi poco compressibili	limi fortemente compressibili	argille poco compressibili	argille fortemente compressibili
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza gelo	da eccellente a buono			da mediocre a scadente			
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	nessuno o lieve	media	molto elevata	media	elevata	media	
Ritiro o Rigonfiamento	nullo	nullo o lieve	media o scarsa	lieve o medio	elevato	molto elevato	
Permeabilità	elevata				scarsa o nulla		
Identificazione dei terreni in sito	facilmente individuabile a vista	aspri al tatto - incoerenti allo stato asciutto	la maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo poco tenaci allo stato asciutto indica la presenza di argilla	reagiscono alla prova di scuotimento - polverulenti e poco tenaci allo stato asciutto non facilmente modellabili allo stato umido	non reagiscono alla prova di scuotimento - tenaci allo stato asciutto - facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido	fibrosi di color bruno o nero - facilmente individuabili a vista	



ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa**

richiesta del **04-apr-16**

accettazione

Extra

identificazione del campione **S14 CG2 5,00**

cava di provenienza **Senago**

metodo usato **Lavaggio e stacciatura**

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	
45,0	100,0
40,0	95,3
31,5	92,6
25,0	87,7
22,4	83,0
20,0	81,9
16,0	76,0
14,0	72,5
12,5	68,9
10,0	62,6
8,0	59,0
6,3	57,1
5,6	54,2
4,0	47,5
2,0	44,3
1,0	35,5
0,400	26,8
0,250	20,0
0,125	14,0
0,075	11,2

Umidità

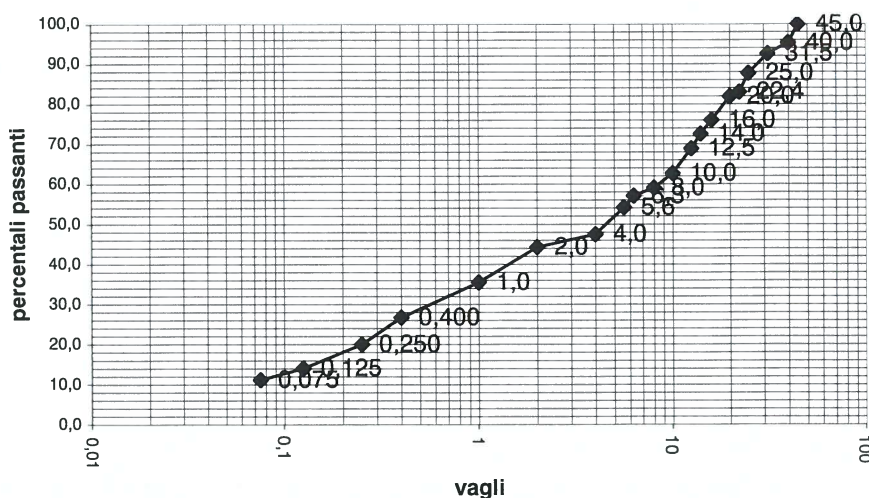
10,3

modulo di finezza

4,1

passante allo staccio 0,063

11,2



Trescore B.rio, lì

13-giu-16

CERT.N° **827634**

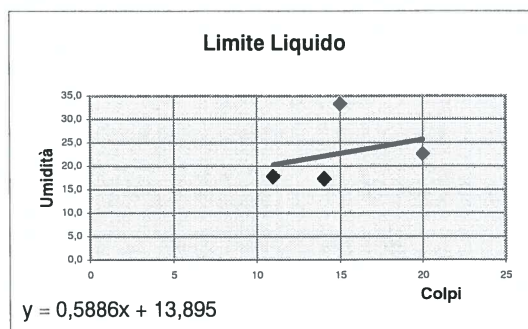
Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

Campione S14 CG2 5,00 **Committente/Produttore** Artifoni Spa
Luogo di prelievo Senago **Tipo di Materiale** Terre da Scavo
Data Prelievo 04/04/2016 **Data fine analisi** 13/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	20	45,6	37,2	22,6
2	15	74,1	55,6	33,3
3	14	62,3	53,1	17,3
4	11	41,2	35	17,7
5				



Limite Liquido: 27,6

Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	18,9	13,2	30,16
2	15,3	12,5	18,30

Limite Plastico: 24,2

Risultati

Limite Plastico WP	24,2 %
Limite Liquido WL	27,6 %
Indice di Plasticità $I_p = WL - WP$	3,4
Passante Staccio 2	47,5 %
Passante Staccio 0,4	26,8 %
Passante Staccio 0,075	11,2 %

CERT. N° 827662

Trescore B.rio, lì 13/06/2016

lo Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

CLASSIFICA DELLE TERRE (AASHTO e CNR-UNI 10006)

COMMITTENTE: CAMPIONE:	Artifoni Spa S14 CG3 7,50	DATA RICHIESTA: CAVA/CANTIERE:	04/04/2016 Senago	GRANULOMETRIA: ALTRI REPORT:	827635 827663	DEL: DEL:	13 giugno 2016 13 giugno 2016
Terre limo - argillose							
Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%							
Terre ghiaio-sabbiose							
Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%							
Classificazione Generale	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Gruppo	A1-a	A1-b	A2-1	A2-2	A2-3	A2-4	A2-5
Analisi Granulometrica Passante al setaccio UNI 2332	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
2 mm(%)	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
0,4mm(%)	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
0,075mm(%)	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Caratteristiche della frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,4mm	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Limite liquido(WL%)	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Indice di plasticità	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Indice di Gruppo(G)	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Conformità	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME
Tipi usuali dei materiali costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia ghiaia o breccia sabbiosa sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane	Sabbia fina	ghiaia e sabbia limosa o argillosa	limi poco compressibili	limi fortemente compressibili	argille poco compressibili	argille fortemente compressibili
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza gelo	da eccellente a buono			da mediocre a scadente			
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	nessuno o lieve	media	molto elevata	media	elevata	media	media
Ritiro o Rigonfiamento	nullo	nullo o lieve	media o scarsa	lieve o medio	elevato	molto elevato	molto elevato
Permeabilità	elevata	media o scarsa	media o scarsa	media o scarsa	media o scarsa	media o scarsa	media o scarsa
Identificazione dei terreni in sito	facilmente individuabile a vista	aspri al tatto - incoerenti allo stato asciutto	la maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo aspri al tatto - una tenacità media o elevata allo stato asciutto indica la presenza di argilla	reagiscono alla prova di scuotimento - polverulenti e poco tenaci allo stato asciutto non facilmente modellabili allo stato umido	non reagiscono alla prova di scuotimento - tenaci allo stato asciutto - facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido	fibrosi di color bruno o nero - facilmente individuabili a vista	fibrosi di color bruno o nero - facilmente individuabili a vista

LEGENDA: OK: Conforme NC: Non Conforme NE: Non Eseguito



ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa**

richiesta del **04-apr-16**

accettazione

Extra

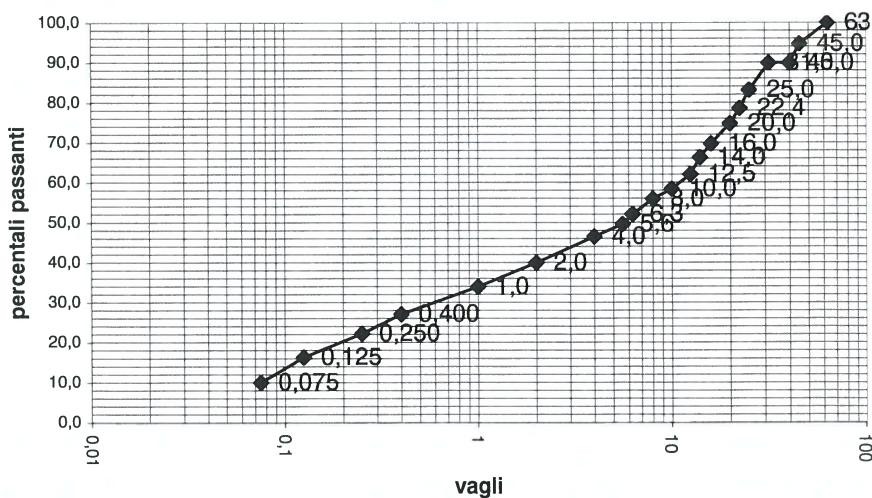
identificazione del campione **S14 CG3 7,50**

cava di provenienza **Senago**

metodo usato **Lavaggio e stacciatura**

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	100,0
45,0	94,7
40,0	89,8
31,5	89,8
25,0	83,1
22,4	78,5
20,0	74,7
16,0	69,6
14,0	66,3
12,5	62,0
10,0	58,4
8,0	55,9
6,3	52,0
5,6	49,6
4,0	46,4
2,0	39,9
1,0	34,0
0,400	27,1
0,250	22,2
0,125	16,3
0,075	9,9

Umidità **7,7**
modulo di finezza **4,1**
passante allo staccio 0,063 **9,9**



Trescore B.rio, li

13-giu-16

CERT.N° **827635**

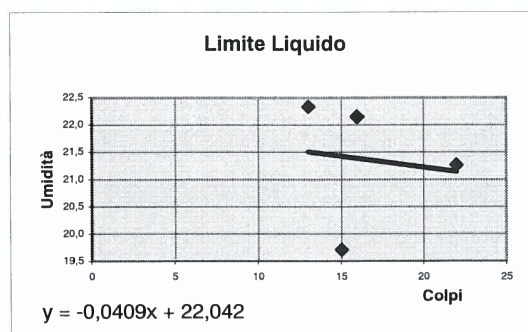
Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

Campione S14 CG3 7,50 **Committente/Produttore** Artifoni Spa
Luogo di prelievo Senago **Tipo di Materiale** Terre da Scavo
Data Prelievo 04/04/2016 **Data fine analisi** 13/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	15	56,5	47,2	19,7
2	16	41,9	34,3	22,2
3	22	59,3	48,9	21,3
4	13	47,1	38,5	22,3
5				



Limite Liquido: 21,0

Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	16,2	13,4	17,28
2	18,9	14,5	23,28

Limite Plastico: 20,3

Risultati

Limite Plastico WP	20,3 %
Limite Liquido WL	21,0 %
Indice di Plasticità $I_p = WL - WP$	0,7
Passante Staccio 2	46,4 %
Passante Staccio 0,4	27,1 %
Passante Staccio 0,075	9,9 %

CERT. N° 827663

Trescore B.rio, lì 13/06/2016

Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

CLASSIFICA DELLE TERRE (AASHTO e CNR-UNI 10006)

COMMITTENTE:	Artifoni Spa	DATA RICHIESTA:	04/04/2016	GRANULOMETRIA:	827636	DEL:	13 giugno 2016
CAMPIONE:	S14 CG4 10,00	CAVA/CANTIERE:	Senago	ALTRI REPORT:	827664	DEL:	13 giugno 2016

Classificazione Generale	Terre ghiaio-sabbiose										Terre limo - argillose					
	Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%										Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm > 35%					
	A1	A1-b	A1-a	A3	A2-4	A2-5	A2	A2-6	A2-7	A4	A5	A6	A7-5	A7-6	A8	
Gruppo																
Analisi Granulometrica																
Passante al setaccio UNI 2332																
2 mm(%)	OK															
0,4mm(%)	OK	≤50	OK	>50	NC											
0,075mm(%)	OK	≤25	OK	≤10	OK	≤35	OK	≤35	OK	>35	NC	>35	NC	>35	NC	
Caratteristiche della frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,4mm																
Limite liquido(WL%)					≤40	OK	>40	NC	OK	≤40	OK	>40	NC	>40	NC	
Indice di plasticità	≤6	OK	N.P.	OK	≤10	OK	>10	NC	OK	≤10	OK	>10	NC	>10	NC	
Indice di Gruppo(IG)	0	OK	0	OK	0	OK	≤4	OK	≤4	OK	≤8	OK	≤16	OK	≤20	
Conformità	CONFORME	CONFORME	NC	CONFORME	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia,ghiaia o breccia sabbiosa,sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane	Sabbia fina	ghiaia e sabbia limosa o argillosa							limi poco compressibili	limi fortemente compressibili	argille poco compressibili	argille fortemente compressibili mediamente plastiche	argille fortemente compressibili fortemente plastiche	torbe di recente o remota formazione,di erinti organici di origine palustre	
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza gelo	da eccellente a buono			da mediocre a scadente			da scartare come sottofondo									
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	nessuno o lieve			media			molto elevata			media			elevata			
Ritiro o Rigonfiamento	nullo			nullo o lieve			media o scarsa			lieve o medio			elevato			
Permeabilità	elevata												scarsa o nulla			
Identificazione dei terreni in sito	facilmente individuabile a vista			aspri al tatto - incoerenti allo stato asciutto			la maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo poco tenaci allo stato asciutto indica la presenza di argilla			reagiscono alla prova di scuotimento - polverulenti e poco tenaci allo stato asciutto non facilmente modellabili allo stato umido			non reagiscono alla prova di scuotimento - tenaci allo stato asciutto - facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido			
	fibrosi di color bruno o nero - facilmente individuabili a vista															

ESSENDA: OK:Conforme NC: Non Conforme NE: Non Eseguito

LEGENDA: OK: Conforme NC: Non Conforme NE: Non Eseguito

ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa**

richiesta del **04-apr-16**

accettazione

Extra

identificazione del campione **S14 CG4 10,0**

cava di provenienza **Senago**

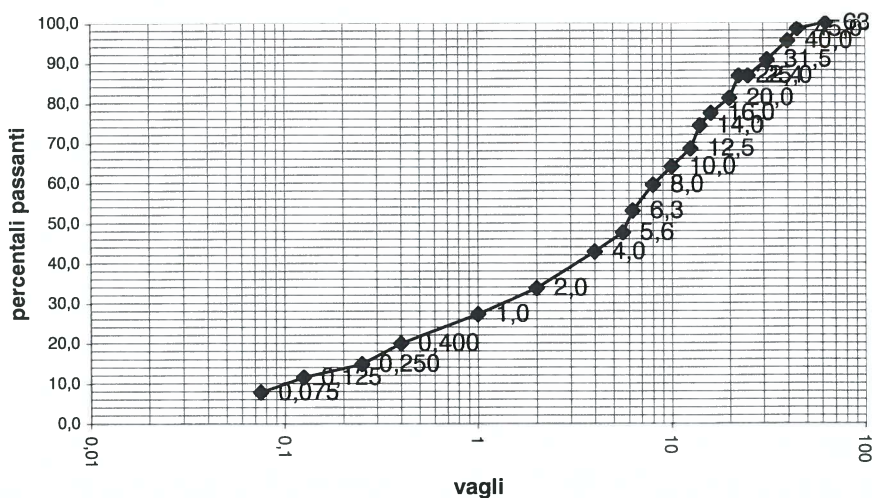
metodo usato **Lavaggio e stacciatura**

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	100,0
45,0	98,4
40,0	95,4
31,5	90,7
25,0	86,7
22,4	86,7
20,0	81,1
16,0	77,3
14,0	74,2
12,5	68,5
10,0	64,0
8,0	59,4
6,3	53,0
5,6	47,6
4,0	42,8
2,0	33,7
1,0	27,2
0,400	19,9
0,250	14,8
0,125	11,5
0,075	7,7

Umidità **12,7**

modulo di finezza **4,5**

passante allo staccio 0,063 **7,7**



Trescore B.rio, lì

13-giu-16

CERT.N° **827636**

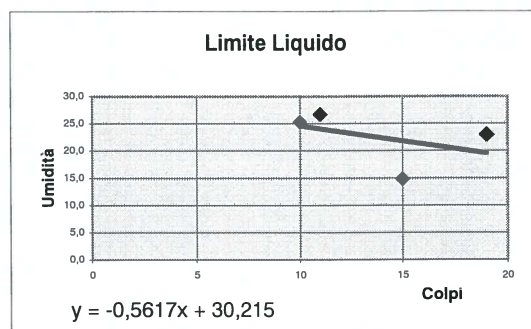
Io Sperimentatore

Il Responsabile di Laboratorio

Campione S14 CG4 10,00 **Committente/Produttore** Artifoni Spa
Luogo di prelievo Senago **Tipo di Materiale** Terre da Scavo
Data Prelievo 04/04/2016 **Data fine analisi** 13/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	11	66,3	52,3	26,8
2	19	48,5	39,4	23,1
3	10	49,1	39,2	25,3
4	15	55,7	48,5	14,8
5				



Limite Liquido: 16,2

Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	20,9	17,2	17,70
2	16,7	14,3	14,37

Limite Plastico: 16,0

Risultati

Limite Plastico WP	16,0 %
Limite Liquido WL	16,2 %
Indice di Plasticità $I_p = WL - WP$	0,1
Passante Staccio 2	33,7 %
Passante Staccio 0,4	19,9 %
Passante Staccio 0,075	7,7 %

CERT. N° 827664

Trescore B.rio, li 13/06/2016

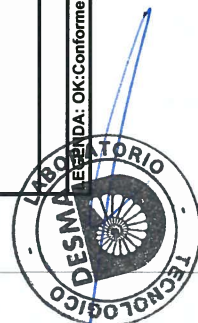
Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

CLASSIFICA DELLE TERRE (AASHTO e CNR-UNI 10006)

COMMITTENTE:	Artifoni Spa	DATA RICHIESTA:	04/04/2016	GRANULOMETRIA:	827637	DEL:	13 giugno 2016
CAMPIONE:	S14 CG5 12,50	CAVA/CANTIERE:	Senago	ALTRI REPORT:	827665	DEL:	13 giugno 2016

Classificazione Generale	Terre ghiaio-sabbiose										Terre limo - argillose											
	Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%										Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm > 35%											
	A1		A3		A2		A4		A5		A6		A7-5		A7-6		A8					
Gruppo	A1-a	A1-b			A2-4	A2-5	A2-6	A2-7														
Sottogruppo																						
Analisi Granulometrica Passante al setaccio UNI 2332																						
	2 mm(%)	≤50	OK																			
	0,4mm(%)	≤30	OK																			
0,075mm(%)	≤15	OK																				
Caratteristiche della frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,4mm																						
	Limite liquido(WL%)																					
	Indice di plasticità	≤6	OK																			
Indice di Gruppo(G)	0	OK	0	OK	0	OK	0	OK	≤4	OK	≤4	OK	≤8	OK	≤12	OK	≤16	OK				
Conformità	CONFORME	CONFORME	NC	CONFORME	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC				
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane	Sabbia fina	ghiaia e sabbia limosa o argillosa	limi poco compressibili	limi fortemente compressibili	argille poco compressibili	argille fortemente compressibili	argille fortemente compressibili	argille fortemente compressibili	argille fortemente compressibili	argille fortemente compressibili	argille fortemente compressibili	argille fortemente compressibili	argille fortemente compressibili	argille fortemente compressibili	argille fortemente compressibili	argille fortemente compressibili	argille fortemente compressibili				
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza gelo	da eccellente a buono					da mediocre a scadente													da scartare come sottofondo			
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	nessuno o lieve					media					molto elevata					media						
Ritiro o Rigonfiamento	nullo					nullo o lieve					lieve o medio					molto elevato						
Permeabilità	elevata					media o scarsa					scarsa o nulla											
Identificazione dei terreni in sito	facilmente individuabile a vista					aspri al tatto - incoerenti allo stato asciutto					la maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo					non reagiscono alla prova di scuotimento - tenaci allo stato asciutto - facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido					fibrosi di color bruno o nero - facilmente individuabili a vista	



ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa**

richiesta del **04-apr-16**

accettazione

Extra

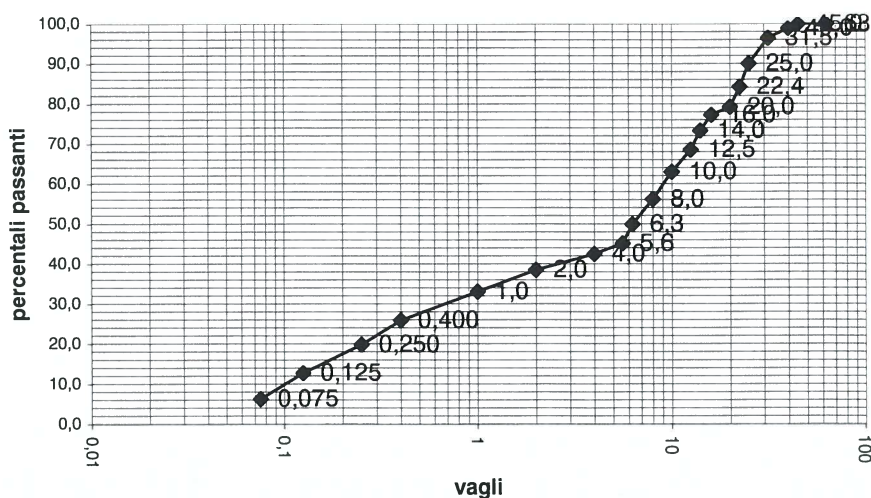
identificazione del campione **S14 CG5 12,5**

cava di provenienza **Senago**

metodo usato **Lavaggio e stacciatura**

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	100,0
45,0	100,0
40,0	98,8
31,5	96,4
25,0	90,0
22,4	84,2
20,0	79,2
16,0	77,2
14,0	73,3
12,5	68,4
10,0	63,0
8,0	56,1
6,3	49,9
5,6	45,1
4,0	42,4
2,0	38,4
1,0	33,0
0,400	25,9
0,250	19,8
0,125	12,7
0,075	6,2

Umidità **10,0**
modulo di finezza **4,3**
passante allo staccio 0,063 **6,2**



Trescore B.rio, li

13-giu-16

CERT.N° **827637**

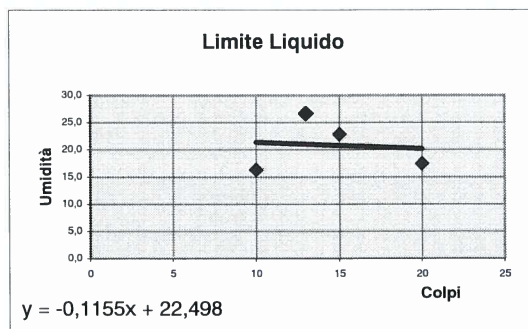
Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

Campione S14 CG5 12,50 **Committente/Produttore** Artifoni Spa
Luogo di prelievo Senago **Tipo di Materiale** Terre da Scavo
Data Prelievo 04/04/2016 **Data fine analisi** 13/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	20	65,3	55,6	17,4
2	15	59,7	48,6	22,8
3	10	45,6	39,2	16,3
4	13	52,7	41,6	26,7
5				



Limite Liquido: 19,6

Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	15,1	12,7	15,89
2	13,2	10,9	17,42

Limite Plastico: 16,7

Risultati

Limite Plastico WP	16,7 %
Limite Liquido WL	19,6 %
Indice di Plasticità Ip=WL-WP	3,0
Passante Staccio 2	42,4 %
Passante Staccio 0,4	25,9 %
Passante Staccio 0,075	6,2 %

CERT. N° 827665

Trescore B.rio, lì 13/06/2016


Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

CLASSIFICA DELLE TERRE (AASHTO e CNR-UNI 10006)

COMMITTENTE:	Artifoni Spa	DATA RICHIESTA:	11/04/2016	GRANULOMETRIA:	827638	DEL:	13 giugno 2016
CAMPIONE:	S21 CG1 2,50	CAVA/CANTIERE:	Senago	ALTRI REPORT:	827666	DEL:	13 giugno 2016

Classificazione Generale	Terre ghiaio-sabbiose										Terre limo - argillose									
	Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%										Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm > 35%									
	A1	A1-b	A1-a	A3	A2-4	A2-5	A2	A2-6	A2-7	A4	A5	A6	A7-5	A7-6	A7	A8				
Analisi Granulometrica Passante al setaccio UNI 2332																				
2 mm(%)	≤50	OK																		
0,4mm(%)	≤30	OK	≤50	NC																
0,075mm(%)	≤15	OK	≤25	OK	≤35	OK	≤35	OK	≤35	OK	>35	NC	>35	NC	>35	NC				
Caratteristiche della frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,4mm																				
Limite liquido(WL%)					≤40	OK	>40	NC	≤40	OK	>40	NC	≤40	OK	>40	NC				
Indice di plasticità	≤6	OK	≤6	N.P.	≤10	OK	>10	NC	≤10	OK	>10	NC	>10	NC	>10	NC				
Indice di Gruppo(G)	0	OK	0	OK	0	OK	≤4	OK	≤4	OK	≤12	OK	≤20	OK	≤20	OK				
Conformità	CONFORME	CONFORME	NC	CONFORME	CONFORME	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC				
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia,ghiaia o breccia sabbiosa,sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane	Sabbia fina	ghiaia e sabbia limosa o argillosa	limi poco compressibili	limi fortemente compressibili	argille poco compressibili	argille fortemente compressibili mediamente plastiche	argille fortemente compressibili plastiche	argille fortemente compressibili plastiche	torbe di recente o remota formazione,di eretti organici di origine palustre										
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza gelo	da eccellente a buono										da mediocre a scadente									
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	nessuno o lieve										media									
Ritiro o Rigonfiamento	nessuno o lieve										molto elevata									
Permeabilità	nessuno o lieve										molto elevata									
Identificazione dei terreni in sito	facilmente individuabile a vista										reagiscono alla prova di scottimento - polverulenti e poco tenaci allo stato asciutto non facilmente modellabili allo stato umido									
fibrosi di color bruno o nero - facilmente individuabili a vista																				



ABOR

GiUDA: OK;Conforme NC: Non Conforme NE: Non Eseguito



ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa**

richiesta del **11-apr-16**

accettazione

Extra

identificazione del campione **S21 CG1 2,50**

cava di provenienza **Senago**

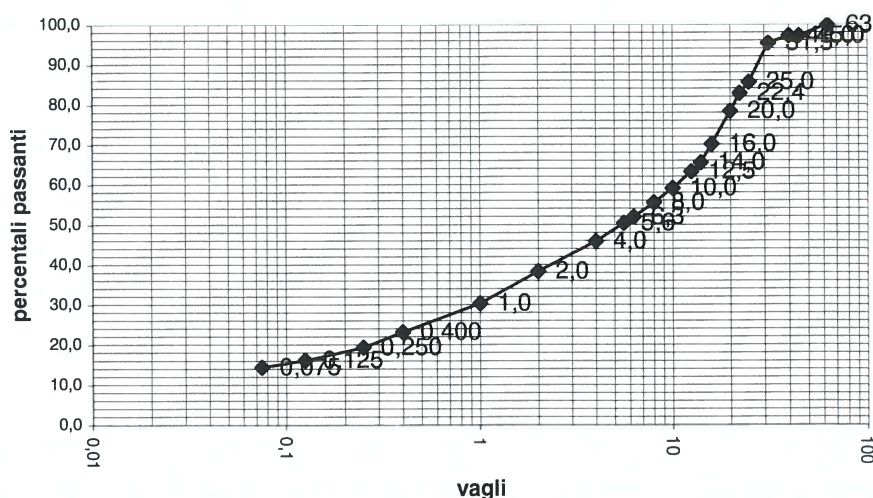
metodo usato **Lavaggio e stacciatura**

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	100,0
45,0	97,2
40,0	97,2
31,5	95,3
25,0	85,6
22,4	82,8
20,0	78,3
16,0	70,1
14,0	65,5
12,5	63,2
10,0	59,1
8,0	55,5
6,3	51,9
5,6	50,3
4,0	45,8
2,0	38,3
1,0	30,3
0,400	23,1
0,250	19,3
0,125	16,2
0,075	14,4

Umidità **6,4**

modulo di finezza **4,3**

passante allo staccio 0,063 **14,4**



Trescore B.rio, lì

13-giu-16

CERT.N° **827638**

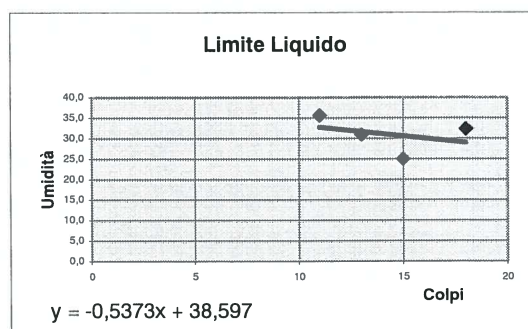
Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

Campione S21 CG1 2,50 **Committente/Produttore** Artifoni Spa
Luogo di prelievo Senago **Tipo di Materiale** Terre da Scavo
Data Prelievo 11/04/2016 **Data fine analisi** 13/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	13	65,2	49,8	30,9
2	11	22,1	16,3	35,6
3	15	45,6	36,5	24,9
4	18	30,7	23,2	32,3
5				



Limite Liquido: 25,2

Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	8,4	6	28,57
2	4,6	3,8	17,39

Limite Plastico: 23,0

Risultati

Limite Plastico WP	23,0 %
Limite Liquido WL	25,2 %
Indice di Plasticità Ip=WL-WP	2,2
Passante Staccio 2	38,3 %
Passante Staccio 0,4	23,1 %
Passante Staccio 0,075	14,4 %

CERT. N° 827666

Trescore B.rio, lì 13/06/2016

Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

desma srl - società unipersonale - **sede operativa e laboratorio:**
via g. galilei, 92 - 24069 trescore balneario - tel. 035.4258567 - fax 035.4271932 - laboratorio@desmasrl.it - www.desmasrl.it
sede legale: via ponchielli, 51 - 24125 bergamo - c.f. e p.iva 03871530162 - rea bg 415559 - capitale sociale 10.000,00 € i.v.

ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa**

richiesta del **11-apr-16**

accettazione

Extra

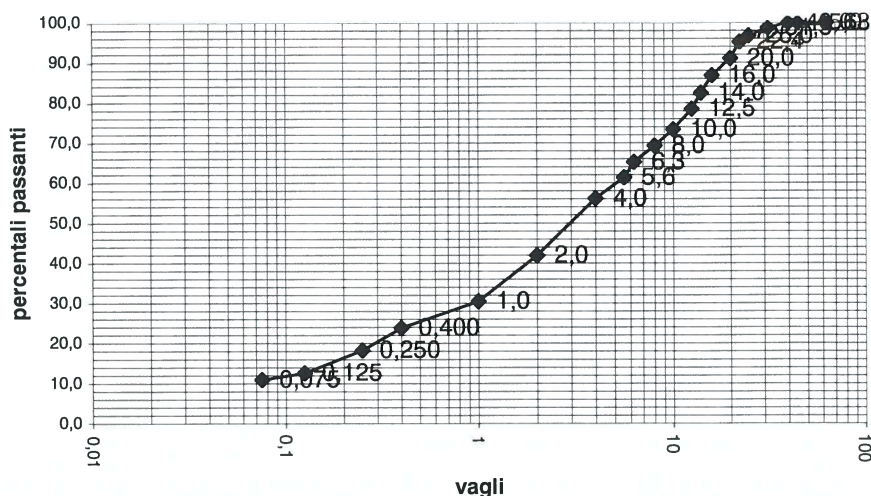
identificazione del campione **S21 CG2 5,00**

cava di provenienza **Senago**

metodo usato **Lavaggio e stacciatura**

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	100,0
45,0	100,0
40,0	100,0
31,5	98,7
25,0	96,7
22,4	95,2
20,0	91,0
16,0	86,8
14,0	82,4
12,5	78,5
10,0	73,3
8,0	69,2
6,3	65,2
5,6	61,4
4,0	56,1
2,0	41,9
1,0	30,5
0,400	23,9
0,250	18,3
0,125	12,6
0,075	10,9

Umidità **10,8**
modulo di finezza **4,2**
passante allo staccio 0,063 **10,9**



Trescore B.rio, lì

13-giu-16

CERT.N° **827639**

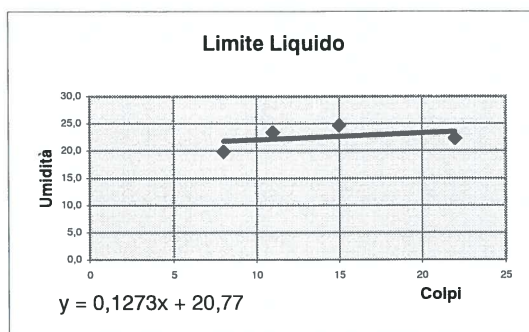
Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

Campione S21 CG2 5,00 **Committente/Produttore** Artifoni Spa
Luogo di prelievo Senago **Tipo di Materiale** Terre da Scavo
Data Prelievo 11/04/2016 **Data fine analisi** 13/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	11	63,9	51,8	23,4
2	8	69,4	57,9	19,9
3	22	67,4	55,1	22,3
4	15	65,2	52,3	24,7
5				



Limite Liquido: 24,0

Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	4,1	3,3	19,51
2	15,2	11,5	24,34

Limite Plastico: 21,9

Risultati

Limite Plastico WP	21,9 %
Limite Liquido WL	24,0 %
Indice di Plasticità $I_p = WL - WP$	2,0
Passante Staccio 2	41,9 %
Passante Staccio 0,4	23,9 %
Passante Staccio 0,075	10,9 %

CERT. N° 827667

Trescore B.rio, li 13/06/2016

Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

CLASSIFICA DELLE TERRE (AASHTO e CNR-UNI 10006)

COMMITTENTE:	Artifoni Spa	DATA RICHIESTA:	11/04/2016	GRANULOMETRIA:	827640	DEL:	13 giugno 2016
CAMPIONE:	S21 CG3 7,50	CAVA/CANTIERE:	Senago	ALTRI REPORT:	827668	DEL:	13 giugno 2016

Classificazione Generale	Terre ghiaio-sabbiose										Terre limo - argillose			
	Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%										Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm > 35%			
	A1-a	A1-b	A3	A2-4	A2-5	A2-6	A2-7	A4	A5	A6	A7-5	A7-6	A7	A8
Analisi Granulometrica														
Passante al setaccio UNI 2332														
2 mm(%)	≤50													
0,4mm(%)	≤30	OK	>50											
0,075mm(%)	≤15	OK	≤10	OK	≤35	OK	≤35	OK	>35	NC	>35	NC	>35	NC
Caratteristiche della														
frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,4mm														
Limite liquido(WL%)														
Indice di plasticità	≤6	OK	N.P.											
Indice di Gruppo(IG)	0	OK	0	OK	0	OK	≤4	OK	≤12	OK	≤20	OK	≤20	OK
Conformità	CONFORME	CONFORME	NC	CONFORME	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, sorie vulcaniche, pozzolane	Sabbia fina	ghiaia e sabbia limosa o argillosa	limi poco compressibili	limi fortemente compressibili	argille poco compressibili	argille fortemente compressibili mediamente plastiche	argille fortemente compressibili plastiche	torbe di recente o remota formazione, detriti organici di origine palustre					
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza gelo	da eccellente a buono										da mediocre a scadente			
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	nessuno o lieve										media			
Ritiro o Rigonfiamento	nullo										elevato			
Permeabilità	elevata										scarsa o nulla			
Identificazione dei terreni in sito	facilmente individuabile a vista	aspri al tatto - incoerenti allo stato asciutto	la maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo	media o scarsa	reagiscono alla prova di scuotimento - polverulenti e poco tenaci allo stato asciutto non facilmente modellabili allo stato umido	non reagiscono alla prova di scuotimento - tenaci allo stato asciutto - facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido	fibrosi di color bruno o nero - facilmente individuabili a vista							



desma srl - società unipersonale - sede operativa e laboratorio:

via g. galilei, 92 - 24069 trescore balneario - tel. 035.4258567 - fax 035.4271932 - laboratorio@desmasrl.it - www.desmasrl.it

sede legale: via ponchielli, 51 - 24125 bergamo - c.f. e p.iva 03871530162 - rea bg 415559 - capitale sociale 10.000,00 € i.v.

ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa**

richiesta del **11-apr-16**

accettazione

Extra

identificazione del campione **S21 CG3 7,50**

cava di provenienza **Senago**

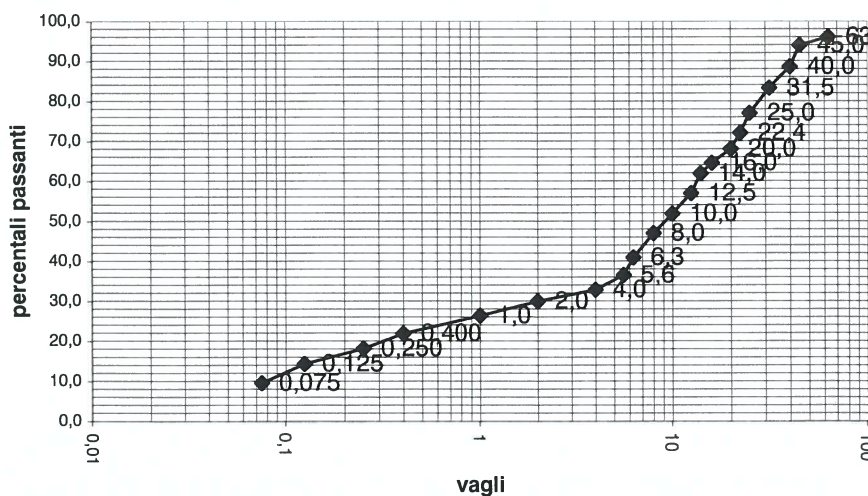
metodo usato **Lavaggio e stacciatura**

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	96,0
45,0	93,9
40,0	88,6
31,5	83,3
25,0	76,9
22,4	72,0
20,0	68,0
16,0	64,5
14,0	61,9
12,5	56,9
10,0	51,8
8,0	47,0
6,3	40,9
5,6	36,5
4,0	32,8
2,0	30,0
1,0	26,3
0,400	21,9
0,250	18,2
0,125	14,3
0,075	9,5

Umidità **11,1**

modulo di finezza **4,6**

passante allo staccio 0,063 **9,5**



Trescore B.rio, li

13-giu-16

CERT.N° **827640**

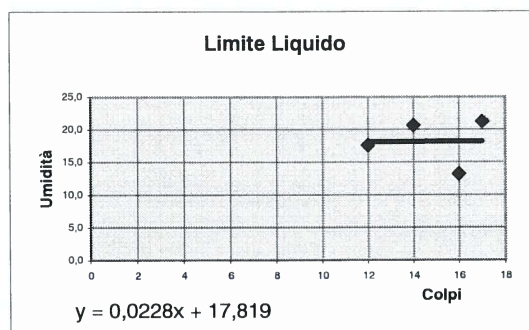
Io Sperimentatore

Il Responsabile di Laboratorio

Campione S21 CG3 7,50 **Committente/Produttore** Artifoni Spa
Luogo di prelievo Senago **Tipo di Materiale** Terre da Scavo
Data Prelievo 11/04/2016 **Data fine analisi** 13/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	16	51,6	45,6	13,2
2	12	87,4	74,3	17,6
3	14	66,2	54,9	20,6
4	17	29,1	24	21,3
5				



Limite Liquido: 18,4

Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	13,7	10,9	20,44
2	19,2	15,6	18,75

Limite Plastico: 19,6

Risultati

Limite Plastico WP	19,6 %
Limite Liquido WL	18,4 %
Indice di Plasticità $I_p = WL - WP$	0,0
Passante Staccio 2	32,8 %
Passante Staccio 0,4	21,9 %
Passante Staccio 0,075	9,5 %

CERT. N° 827668

Trescore B.rio, lì 13/06/2016

Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

CLASSIFICA DELLE TERRE (AASHTO e CNR-UNI 10006)

COMMITTENTE:	Artifoni Spa	DATA RICHIESTA:	11/04/2016	GRANULOMETRIA:	827641	DEL:	13 giugno 2016
CAMPIONE:	S21 CG4 10,00	CAVA/CANTIERE:	Senago	ALTRI REPORT:	827669	DEL:	13 giugno 2016

Classificazione Generale	Terre ghiaio-sabbiose										Terre limo - argillose			
	Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%					Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm > 35%								
	A1	A1-b	A3	A2-4	A2-5	A2-6	A2-7	A4	A5	A6	A7-5	A7-6	A7	A8
Gruppo	A1-a													
Sottogruppo														
Analisi Granulometrica														
Passante al setaccio UNI 2332														
2 mm(%)	≤50	OK												
0,4mm(%)	≤30	OK	>50	NC										
0,075mm(%)	≤15	OK	≤10	OK	≤35	OK	≤35	OK	>35	NC	>35	NC	>35	NC
Caratteristiche della frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,4mm														
Limite liquido(WL%)														
Indice di plasticità	≤6	OK	N.P.											
Indice di Gruppo(G)	0	OK	0	OK	0	OK	≤4	OK	≤12	OK	≤20	OK	≤20	OK
Conformità	CONFORME	CONFORME	NC	CONFORME	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia ghiaia o breccia sabbiosa sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane	Sabbia fina	ghiaia e sabbia limosa o argillosa											
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza gelo	da eccellente a buono					da mediocre a scadente					da scartare come sottofondo			
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	nessuno o lieve	media												
Ritiro o Rigonfiamento	nessuno o lieve	media												
Permeabilità	nullo	media												
Identificazione dei terreni in sito	facilmente individuabile a vista	aspri al tatto - incoerenti allo stato asciutto	la maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo aspri al tatto - una tenacità media o elevata allo stato asciutto indica la presenza di argilla	reagiscono alla prova di scudimento - polverulenti e poco tenaci allo stato asciutto non facilmente modellabili allo stato umido	non reagiscono alla prova di scudimento - tenaci allo stato asciutto - facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido	fibrosi di color bruno o nero - facilmente individuabili a vista								

LEGENDA: OK: Conforme NC: Non Conforme NE: Non Eseguito

ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa**

richiesta del **11-apr-16**

accettazione

Extra

identificazione del campione **S21 CG4 10,00**

cava di provenienza **Senago**

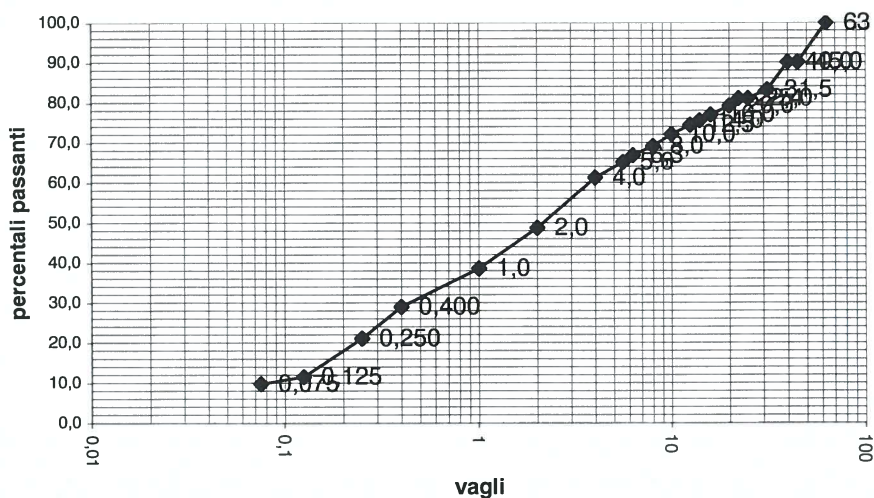
metodo usato **Lavaggio e stacciatura**

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	100,0
45,0	90,1
40,0	90,1
31,5	83,1
25,0	81,0
22,4	81,0
20,0	79,2
16,0	76,9
14,0	75,5
12,5	74,3
10,0	72,1
8,0	69,1
6,3	66,8
5,6	65,1
4,0	61,2
2,0	48,7
1,0	38,6
0,400	29,0
0,250	21,1
0,125	11,5
0,075	9,7

Umidità **8,3**

modulo di finezza **3,9**

passante allo staccio 0,063 **9,7**



Trescore B.rio, li

13-giu-16

CERT.N° **827641**

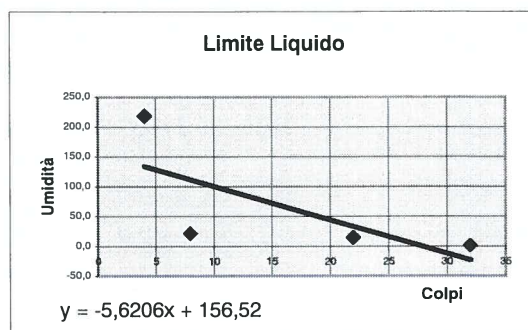
Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

Campione S21 CG4 10,00 **Committente/Produttore** Artifoni Spa
Luogo di prelievo Senago **Tipo di Materiale** Terre da Scavo
Data Prelievo 11/04/2016 **Data fine analisi** 13/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	4	83,6	26,3	217,9
2	32	56,5	55,9	1,1
3	22	65,3	56,8	15,0
4	8	70,3	58	21,2
5				



Limite Liquido: 16,0

Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	3,8	3,1	18,42
2	16,9	13,9	17,75

Limite Plastico: 18,1

Risultati

Limite Plastico WP	18,1 %
Limite Liquido WL	16,0 %
Indice di Plasticità $I_p = WL - WP$	0,0
Passante Staccio 2	48,7 %
Passante Staccio 0,4	29,0 %
Passante Staccio 0,075	9,7 %

CERT. N° 827669

Trescore B.rio, lì 13/06/2016

Il Sperimentatore

Il Responsabile di Laboratorio

CLASSIFICA DELLE TERRE (AASHTO e CNR-UNI 10006)

COMMITTENTE:	Artifoni Spa	DATA RICHIESTA:	11/04/2016	GRANULOMETRIA:	827642	DEL:	13 giugno 2016
CAMPIONE:	S21 CG5 12,50	CAVA/CANTIERE:	Senago	ALTRI REPORT:	827670	DEL:	13 giugno 2016

Classificazione Generale	Terre ghiaio-sabbiose										Terre limo - argillose			
	Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%					Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm > 35%								
	A1	A1-b	A3	A2-4	A2-5	A2-6	A2-7	A4	A5	A6	A7-5	A7-6	A7	A8
Analisi Granulometrica Passante al setaccio UNI 2332														
2 mm(%)	OK													
0,4mm(%)	OK	OK	NC											
0,075mm(%)	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Caratteristiche della frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,4mm														
Limite liquido(WL%)														
Indice di plasticità	OK	OK	N.P.											
Indice di Gruppo(G)	0	OK	0	OK	0	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Conformità	CONFORME	CONFORME	NC	CONFORME	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia ghiaia o breccia sabbiosa sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane	Sabbia fina	ghiaia e sabbia limosa o argillosa											
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza gelo	da eccellente a buono					da mediocre a scadente					da scartare come sottofondo			
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	nessuno o lieve	media												
Ritiro o Rigonfiamento	nullo	nullo o lieve	media o scarsa											
Permeabilità	elevata													
Identificazione dei terreni in sito	facilmente individuabile a vista	aspri al tatto - incoerenti allo stato asciutto	la maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo aspri al tatto - una tenacità media o elevata allo stato asciutto indica la presenza di argilla											
			reagiscono alla prova di scuotimento - polverulenti e poco tenaci allo stato asciutto non facilmente modellabili allo stato umido											
			non reagiscono alla prova di scuotimento - tenaci allo stato asciutto - facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido											
			fibrosi di color bruno o nero - facilmente individuabili a vista											



desma srl - società unipersonale - sede operativa e laboratorio:

via g. galilei, 92 - 24069 trescore balneario - tel. 035.4258567 - fax 035.4271932 - laboratorio@desmasrl.it - www.desmasrl.it

sede legale: via ponchielli, 51 - 24125 bergamo - c.f. e p.iva 03871530162 - rea bg 415559 - capitale sociale 10.000,00 € i.v.

ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa**

richiesta del **11-apr-16**

accettazione

Extra

identificazione del campione **S21 CG5 12,50**

cava di provenienza **Senago**

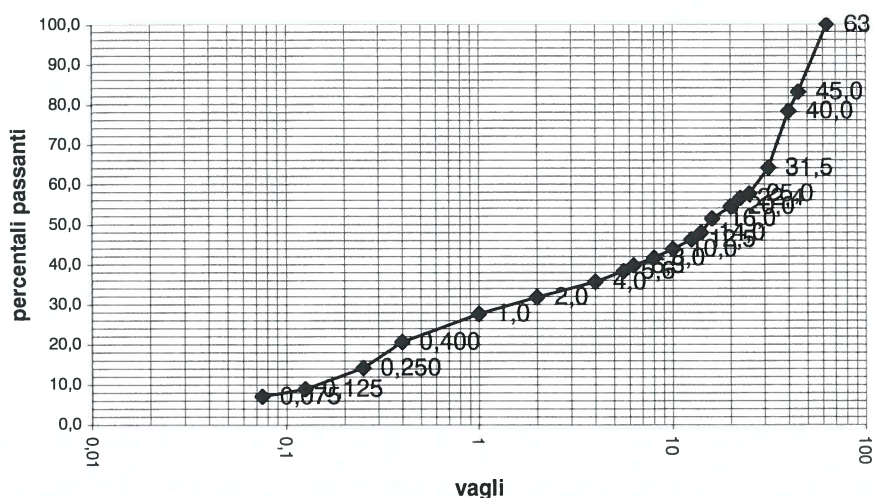
metodo usato **Lavaggio e stacciatura**

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	100,0
45,0	83,0
40,0	78,2
31,5	64,0
25,0	57,7
22,4	56,5
20,0	54,4
16,0	51,4
14,0	47,9
12,5	46,2
10,0	43,9
8,0	41,7
6,3	39,7
5,6	38,3
4,0	35,7
2,0	31,8
1,0	27,7
0,400	20,7
0,250	14,2
0,125	9,0
0,075	7,1

Umidità **13,0**

modulo di finezza **4,6**

passante allo staccio 0,063 **7,1**



Trescore B.rio, lì

13-giu-16

CERT.N° **827642**

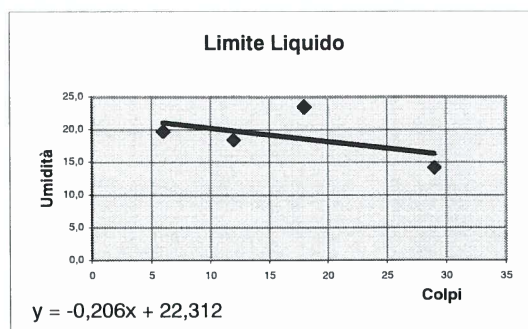
lo Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

Campione S21 CG5 12,50 **Committente/Produttore** Artifoni Spa
Luogo di prelievo Senago **Tipo di Materiale** Terre da Scavo
Data Prelievo 11/04/2016 **Data fine analisi** 13/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	12	48,8	41,2	18,4
2	6	65,4	54,6	19,8
3	18	56,3	45,6	23,5
4	29	66,9	58,6	14,2
5				



Limite Liquido: 17,2

Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	4,5	3,9	13,33
2	15,8	13,1	17,09

Limite Plastico: 15,2

Risultati

Limite Plastico WP	15,2 %
Limite Liquido WL	17,2 %
Indice di Plasticità $I_p = WL - WP$	2,0
Passante Staccio 2	31,8 %
Passante Staccio 0,4	20,7 %
Passante Staccio 0,075	7,1 %

CERT. N° 827670


Trescore B.rio, lì 13/06/2016

Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

COMMITTENTE:	Arifoni Spa	DATA RICHIESTA:	04/04/2016	GRANULOMETRIA:	827643	DEL:	13 giugno 2016
CAMPIONE:	S23 CG1 2,50	CAVA/CANTIERE:	Senago	ALTRI REPORT:	827671	DEL:	13 giugno 2016

Classificazione Generale	Terre ghiaio-sabbiose										Terre limo - argillose									
	Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%										Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm > 35%									
	A1		A3	A2		A4	A5	A6	A7	A8										
Gruppo	A1-a	A1-b	A3	A2-4	A2-5	A2-6	A2-7	A4	A5	A6	A7-5	A7-6	A8							
Analisi Granulometrica Passante al setaccio UNI 2332																				
	≤50 OK																			
	≤30 OK	≤50 OK	NC																	
0,4mm(%)	≤15 OK	≤25 OK	NC	≤35 OK	≤35 OK	≤35 OK	≤35 OK	NC	>35 NC	>35 NC	>35 NC	>35 NC	NC							
0,075mm(%)																				
Caratteristiche della frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,4mm																				
Limite liquido(WL%)				≤40 OK	>40 NC	≤40 OK	>40 NC	≤40 OK	>40 NC	≤40 OK	>40 NC	>40 NC	NC							
Indice di plasticità	≤6 OK	≤6 OK	N.P.	≤10 OK	≤10 OK	>10 NC	>10 NC	≤10 OK	≤10 OK	>10 NC	>10 NC	>10 NC	NC							
Indice di Gruppo(G)	0 OK	0 OK	0 OK	0 OK	0 OK	≤4 OK	≤4 OK	≤8 OK	≤12 OK	≤16 OK	≤20 OK	≤20 OK	OK							
Conformità	CONFORME	CONFORME	NC	CONFORME	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC							
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane	Sabbia fina		ghiaia e sabbia limosa o argillosa				limi poco compressibili	limi fortemente compressibili	argille poco compressibili	argille fortemente compressibili	argille fortemente compressibili	torbe di recente o remota formazione, detriti organici di origine palustre							
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza gelo	da eccellente a buono												da mediocre a scadente		da scartare come sottofondo					
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	nessuno o lieve		media		molto elevata		media		elevata		media									
Ritiro o Rigonfiamento	nullo		nullo o lieve		media o scarsa		lieve o medio		elevato		molto elevato									
Permeabilità	elevata																			
Identificazione dei terreni in sito	facilmente individuabile a vista		aspri al tatto - incoerenti allo stato asciutto		la maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo poco tenaci allo stato asciutto indica la presenza di argilla		regiscono alla prova di scuotimento - polverulenti e poco tenaci allo stato asciutto non facilmente modellabili allo stato umido		non reagiscono alla prova di scuotimento - tenaci allo stato asciutto - facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido		fibrosi di color bruno o nero - facilmente individuabili a vista									



IDENTIFICAZIONE: Conforme NC; Non Conforme NE; Non Eseguito



ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa**

richiesta del **04-apr-16**

accettazione

Extra

identificazione del campione **S23 CG1 2,50**

cava di provenienza **Senago**

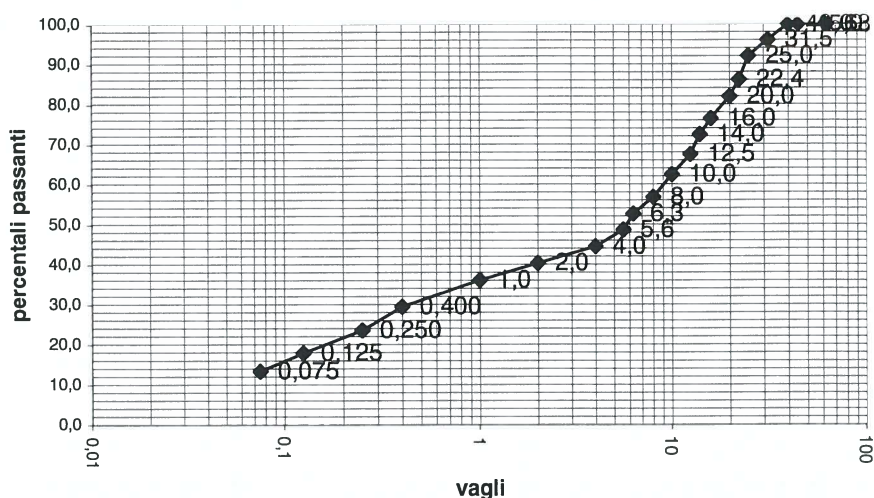
metodo usato **Lavaggio e stacciatura**

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	100,0
45,0	100,0
40,0	100,0
31,5	96,0
25,0	92,0
22,4	86,1
20,0	81,8
16,0	76,4
14,0	72,4
12,5	67,5
10,0	62,4
8,0	56,7
6,3	52,6
5,6	48,6
4,0	44,4
2,0	40,3
1,0	36,1
0,400	29,5
0,250	23,6
0,125	17,8
0,075	13,4

Umidità **14,2**

modulo di finezza **4,1**

passante allo staccio 0,063 **13,4**



Trescore B.rio, li

13-giu-16

CERT.N° **827643**

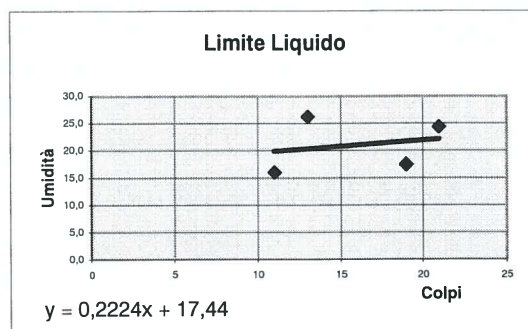
Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

Campione S23 CG1 2,50 **Committente/Produttore** Artifoni Spa
Luogo di prelievo Senago **Tipo di Materiale** Terre da Scavo
Data Prelievo 04/04/2016 **Data fine analisi** 13/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	13	58,7	46,5	26,2
2	19	55,4	47,2	17,4
3	11	47,8	41,2	16,0
4	21	53,6	43,1	24,4
5				



Limite Liquido: 23,0

Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	16,7	12,7	23,95
2	13,1	9,8	25,19

Limite Plastico: 24,6

Risultati

Limite Plastico WP	24,6 %
Limite Liquido WL	23,0 %
Indice di Plasticità Ip=WL-WP	0,0
Passante Staccio 2	40,3 %
Passante Staccio 0,4	29,5 %
Passante Staccio 0,075	13,4 %

CERT. N° 827671

Trescore B.rio, lì 13/06/2016

Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

CLASSIFICA DELLE TERRE (AASHTO e CNR-UNI 10006)

COMMITTENTE:	Artifoni Spa	DATA RICHIESTA:	04/04/2016	GRANULOMETRIA:	827644	DEL:	13 giugno 2016
CAMPIONE:	S23 CG2 5,00	CAVA/CANTIERE:	Senago	ALTRI REPORT:	827672	DEL:	13 giugno 2016

Classificazione Generale	Terre ghiaio-sabbiose										Terre limo - argillose							
	Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%										Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm > 35%							
	A1		A3		A2		A4		A5		A6		A7		A8			
Gruppo	A1-a	A1-b	A1	A3	A2-4	A2-5	A2-6	A2-7	A4	A5	A6	A7-5	A7-6					
Analisi Granulometrica Passante al setaccio UNI 2332																		
	≤50 OK																	
	≤30 OK	≤50 OK	>50 NC															
2 mm(%)	OK																	
0,4mm(%)	OK	≤25 OK	≤10 NC		≤35 OK	≤35 OK	≤35 OK	≤35 OK	>35 NC	>35 NC	>35 NC	>35 NC	>35 NC					
0,075mm(%)	OK																	
Caratteristiche della frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,4mm																		
	≤6 OK	≤6 OK	N.P.		≤40 OK	>40 NC	≤40 OK	>40 NC	≤40 OK	>40 NC	≤40 OK	>40 NC	>40 NC					
	OK	OK	OK		OK	OK	OK	>10 NC	OK	≤10 OK	>10 NC	>10 NC	>10 NC					
Limite liquido(WL%)																		
Indice di plasticità																		
Indice di Gruppo(IG)	0 OK	0 OK	0 OK	NC	0 OK	0 OK	≤4 OK	≤4 OK	≤8 OK	≤12 OK	≤16 OK	≤20 OK	≤20 OK					
Conformità	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC					
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia ghiaia o breccia sabbiosa sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane	Sabbia fina	ghiaia e sabbia limosa o argillosa						limi poco compressibili	limi fortemente compressibili	argille poco compressibili	argille fortemente compressibili mediamente plastiche	argille fortemente compressibili plastiche			torbe di recente o remota formazione, di eiriti organici di origine palustre		
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza gelo	da eccellente a buono			da mediocre a scadente			da scartare come sottofondo											
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	nessuno o lieve			media			molto elevata			media			elevata			media		
Ritiro o Rigonfiamento	nullo			nullo o lieve			media o scarsa			lieve o medio			elevato			molto elevato		
Permeabilità	elevata												scarsa o nulla					
Identificazione dei terreni in sito	facilmente individuabile a vista			aspri al tatto - incoerenti allo stato asciutto			la maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo aspri al tatto - una tenacità media o elevata allo stato asciutto indica la presenza di argilla			reagiscono alla prova di scuotimento - polverulenti e poco tenaci allo stato asciutto non facilmente modellabili allo stato umido			non reagiscono alla prova di scuotimento - tenaci allo stato asciutto - facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido			fibrosi di color bruno o nero - facilmente individuabili a vista		

LAP

SEMPRE OK: Conforme NC: Non Conforme NE: Non Esercizio



desma srl - società unipersonale - sede operativa e laboratorio:

via g. galilei, 92 - 24069 trescore balneario - tel. 035.4258567 - fax 035.4271932 - laboratorio@desmasrl.it - www.desmasrl.it

sede legale: via ponchielli, 51 - 24125 bergamo - c.f. e p.iva 03871530162 - rea bg 415559 - capitale sociale 10.000,00 € i.v.

ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa**

richiesta del **04-apr-16**

accettazione

Extra

identificazione del campione **S23 CG2 5,00**

cava di provenienza **Senago**

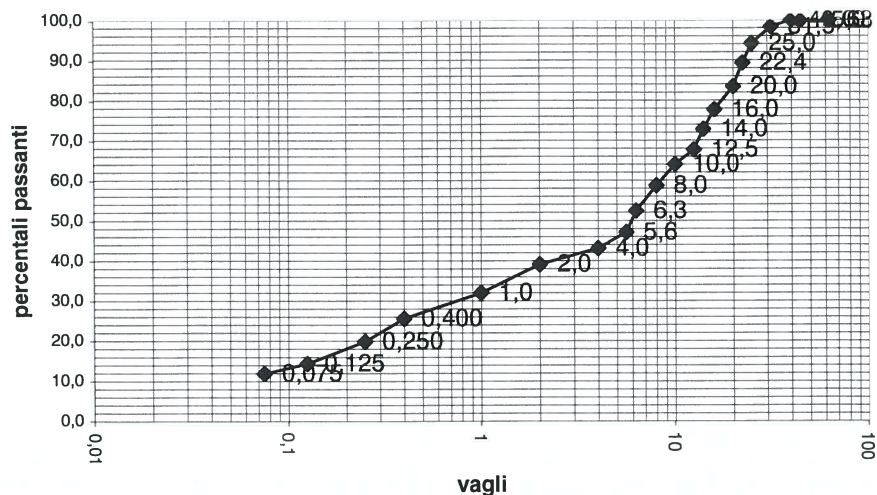
metodo usato **Lavaggio e staccatura**

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	100,0
45,0	100,0
40,0	100,0
31,5	98,4
25,0	94,2
22,4	89,3
20,0	83,4
16,0	77,6
14,0	72,8
12,5	67,7
10,0	64,0
8,0	58,7
6,3	52,4
5,6	47,1
4,0	43,1
2,0	39,1
1,0	32,0
0,400	25,6
0,250	19,9
0,125	14,3
0,075	11,9

Umidità **13,9**

modulo di finezza **4,3**

passante allo staccio 0,063 **11,9**



Trescore B.rio, li

13-giu-16

CERT.N° **827644**

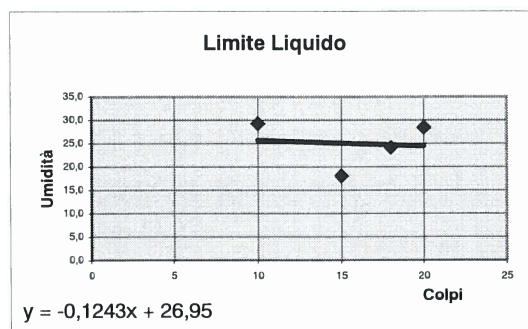
Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

Campione S23 CG2 5,00 **Committente/Produttore** Artifoni Spa
Luogo di prelievo Senago **Tipo di Materiale** Terre da Scavo
Data Prelievo 04/04/2016 **Data fine analisi** 13/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	18	62,3	50,2	24,1
2	15	35,9	30,4	18,1
3	10	44,1	34,1	29,3
4	20	29,8	23,2	28,4
5				



Limite Liquido: 23,8

Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	18,9	14,3	24,34
2	12,5	9,9	20,80

Limite Plastico: 22,6

Risultati

Limite Plastico WP	22,6 %
Limite Liquido WL	23,8 %
Indice di Plasticità $I_p = WL - WP$	1,3
Passante Staccio 2	39,1 %
Passante Staccio 0,4	25,6 %
Passante Staccio 0,075	11,9 %

CERT. N° 827672

Trescore B.rio, lì 13/06/2016

Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

CLASSIFICA DELLE TERRE (AASHTO e CNR-UNI 10006)

COMMITTENTE:	Arifoni Spa	DATA RICHIESTA:	04/04/2016	GRANULOMETRIA:	827645	DEL:	13 giugno 2016
CAMPIONE:	S23 CG3 7,50	CAVA/CANTIERE:	Senago	ALTRI REPORT:	827673	DEL:	13 giugno 2016

Classificazione Generale	Terre ghiaio-sabbiose										Terre limo - argillose			
	Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%										Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm > 35%			
	A1	A1-b	A3	A2-4	A2-5	A2-6	A2-7	A4	A5	A6	A7-5	A7-6	A7	A8
Sottogruppo	A1-a													
	≤50	OK												
	≤30	OK	≤50	OK	≤35	OK	≤35	OK	≤35	NC	>35	NC	>35	NC
	0,4mm(%)	OK	≤10	OK	≤35	OK	≤35	OK	>35	NC	>35	NC	>35	NC
Analisi Granulometrica Passante al setaccio UNI 2332	0,075mm(%)	OK												
	≤50	OK												
	≤30	OK	>50	NC										
	0,4mm	OK	≤10	OK	≤35	OK	≤35	OK	>35	NC	>35	NC	>35	NC
Caratteristiche della frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,4mm	Limite liquido(WL%)													
	≤6	OK												
	Indice di plasticità	OK	N.P.											
	≤6	OK												
Indice di Gruppo(G)	0	OK	0	OK	0	OK	≤4	OK	≤12	OK	≤20	OK	≤20	OK
	CONFORME	CONFORME	NC	CONFORME	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane		Sabbia fina	ghiaia e sabbia limosa o argillosa				limi poco compressibili	limi fortemente compressibili	argille poco compressibili	argille fortemente compressibili mediamente plastiche	argille fortemente compressibili plastiche	argille fortemente compressibili plastiche	torbe di recente o remota formazione, detriti organici di origine palustre
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza gelo														
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo														
Ritiro o Rigonfiamento Permeabilità														
Identificazione dei terreni in sito														

ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa**

richiesta del **04-apr-16**

accettazione

Extra

identificazione del campione **S23 CG3 7,50**

cava di provenienza **Senago**

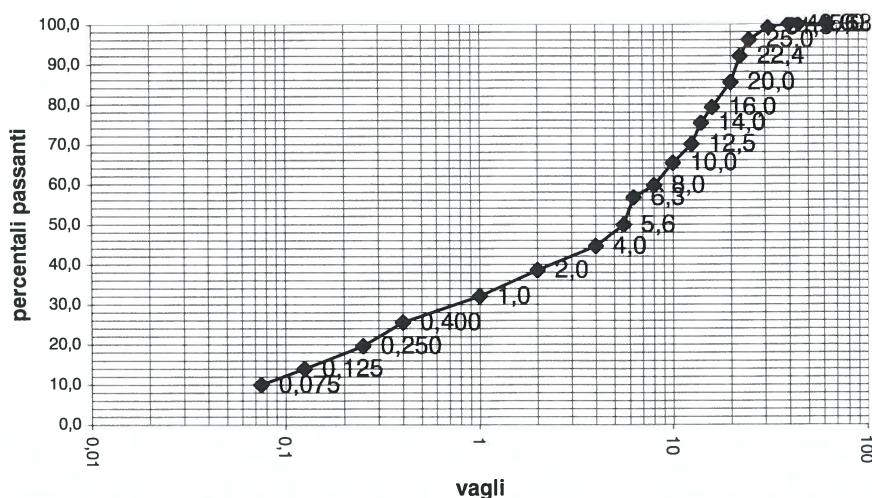
metodo usato **Lavaggio e stacciatura**

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	100,0
45,0	100,0
40,0	100,0
31,5	99,2
25,0	96,0
22,4	91,9
20,0	85,4
16,0	79,1
14,0	75,3
12,5	70,0
10,0	65,3
8,0	59,7
6,3	56,7
5,6	49,9
4,0	44,5
2,0	38,5
1,0	32,1
0,400	25,5
0,250	19,7
0,125	14,0
0,075	10,0

Umidità **14,6**

modulo di finezza **4,3**

passante allo staccio 0,063 **10,0**



Trescore B.rio, lì

13-giu-16

CERT.N° **827645**

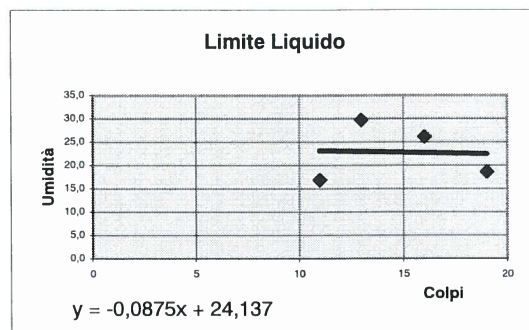
Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

Campione S23 CG3 7,50 **Committente/Produttore** Artifoni Spa
Luogo di prelievo Senago **Tipo di Materiale** Terre da Scavo
Data Prelievo 04/04/2016 **Data fine analisi** 13/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	11	65,3	55,9	16,8
2	13	42,3	32,6	29,8
3	16	55,9	44,3	26,2
4	19	31,2	26,3	18,6
5				



Limite Liquido: 21,9

Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	21,3	16,3	23,47
2	19,4	15,8	18,56

Limite Plastico: 21,0

Risultati

Limite Plastico WP	21,0 %
Limite Liquido WL	21,9 %
Indice di Plasticità $I_p = WL - WP$	0,9
Passante Staccio 2	44,5 %
Passante Staccio 0,4	25,5 %
Passante Staccio 0,075	10,0 %

CERT. N° 827673

Trescore B.rio, lì 13/06/2016

Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

CLASSIFICA DELLE TERRE (AASHTO e CNR-UNI 10006)

COMMITTENTE: CAMPIONE:	Artifoni Spa S23 CG4 10,00	DATA RICHIESTA: CAVA/CANTIERE:	04/04/2016 Senago	GRANULOMETRIA: ALTRI REPORT:	827646 827674	DEL: DEL:	13 giugno 2016 13 giugno 2016
Terre limo - argillose							
Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%							
Terre ghiaio-sabbiose							
Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%							
Classificazione Generale	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Gruppo	A1-a	A1-b	A2-4	A2-5	A2-6	A2-7	A7-6
Sottogruppo	A1-a	A1-b	A2-4	A2-5	A2-6	A2-7	A7-6
Analisi Granulometrica Passante al setaccio UNI 2332							
2 mm(%)	OK						
0.4mm(%)	OK						
0.075mm(%)	OK						
Caratteristiche della frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0.4mm							
Limite liquido(WL%)							
Indice di plasticità							
Indice di Gruppo(G)	0	0	0	0	0	0	0
Conformità	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia ghiaia o breccia sabbiosa sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane	Sabbia fina	ghiaia e sabbia limosa o argillosa	limi poco compressibili	limi fortemente compressibili	argille poco compressibili	argille fortemente compressibili
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza gelo	da eccellente a buono			da mediocre a scadente			
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	nessuno o lieve	media	molto elevata	media	elevata	molto elevato	fibrosi di color bruno o nero - facilmente individuabili a vista
Ritiro o Rigonfiamento	nullo	nullo o lieve	media o scarsa	lieve o medio	elevato	molto elevato	da scartare come sottofondo
Permeabilità	nullo	elevata	media o scarsa	lieve o medio	elevato	molto elevato	da scartare come sottofondo
Identificazione dei terreni in sito	facilmente individuabile a vista	aspri al tatto - incoerenti allo stato asciutto	la maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo aspri al tatto - una tenacità media o elevata allo stato asciutto indica la presenza di argilla	reagiscono alla prova di scuotimento - polverulenti e poco tenaci allo stato asciutto non facilmente modellabili allo stato umido	non reagiscono alla prova di scuotimento - tenaci allo stato asciutto - facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido	fibrosi di color bruno o nero - facilmente individuabili a vista	da scartare come sottofondo



desma srl - società unipersonale - sede operativa e laboratorio:

via g. galilei, 92 - 24069 trescore balneario - tel. 035.4258567 - fax 035.4271932 - laboratorio@desmasrl.it - www.desmasrl.it

sede legale: via ponchielli, 51 - 24125 bergamo - c.f. e p.iva 03871530162 - rea bg 415559 - capitale sociale 10.000,00 € i.v.

ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa**

richiesta del **04-apr-16**

accettazione

Extra

identificazione del campione **S23 CG4 10,00**

cava di provenienza **Senago**

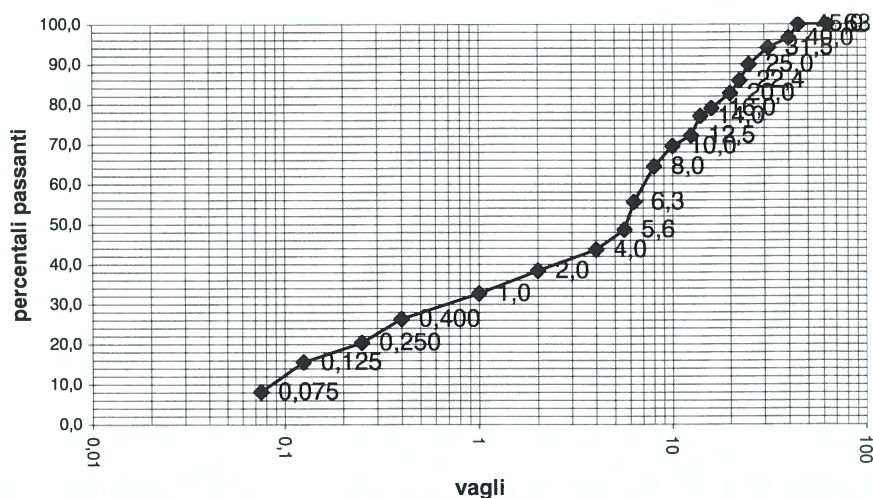
metodo usato **Lavaggio e stacciatura**

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	100,0
45,0	100,0
40,0	96,5
31,5	94,1
25,0	89,8
22,4	85,9
20,0	82,7
16,0	78,9
14,0	77,0
12,5	72,1
10,0	69,5
8,0	64,4
6,3	55,6
5,6	48,6
4,0	43,7
2,0	38,4
1,0	32,7
0,400	26,3
0,250	20,4
0,125	15,6
0,075	8,2

Umidità **11,4**

modulo di finezza **4,2**

passante allo staccio 0,063 **8,2**



Trescore B.rio, li

13-giu-16

CERT.N° **827646**

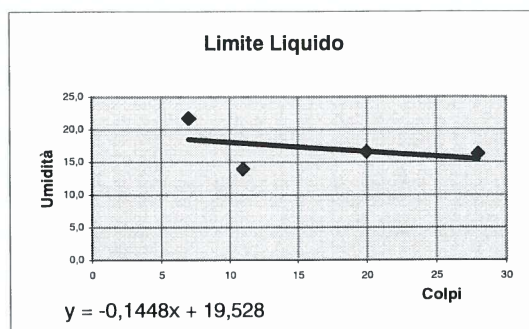
Io Sperimentatore

Il Responsabile di Laboratorio

Campione S23 CG4 10,00 **Committente/Produttore** Artifoni Spa
Luogo di prelievo Senago **Tipo di Materiale** Terre da Scavo
Data Prelievo 04/04/2016 **Data fine analisi** 13/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	7	85,6	70,3	21,8
2	28	69,3	59,6	16,3
3	20	56,3	48,3	16,6
4	11	63,7	55,9	14,0
5				



Limite Liquido: 15,9

Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	25,6	20,1	21,48
2	15,6	13,2	15,38

Limite Plastico: 18,4

Risultati

Limite Plastico WP	18,4 %
Limite Liquido WL	15,9 %
Indice di Plasticità $I_p = WL - WP$	0,0
Passante Staccio 2	38,4 %
Passante Staccio 0,4	26,3 %
Passante Staccio 0,075	8,2 %

CERT. N° 827674

Trescore B.rio, li 13/06/2016

lo Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

CLASSIFICA DELLE TERRE (AASHTO e CNR-UNI 10006)

COMMITTENTE: CAMPIONE:	Artifoni Spa S27 CG1 2,50	DATA RICHIESTA: CAVA/CANTIERE:	04/04/2016 Senago	GRANULOMETRIA: ALTRI REPORT:	827647 827675	DEL: DEL:	13 giugno 2016 13 giugno 2016
Classificazione Generale	Terre ghiaio-sabbiose			Terre limo - argillose			
	Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%			Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm > 35%			
Gruppo	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Sottogruppo	A1-a	A1-b	A2-4	A2-5	A2-6	A2-7	A7-5
Analisi Granulometrica Passante al setaccio UNI 2332							
2 mm(%)	OK						
0,4mm(%)	NC	OK	NC	OK	NC	NC	NC
0,075mm(%)	OK	OK	OK	OK	NC	NC	NC
Caratteristiche della frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,4mm							
Limite liquido(WL %)							
Indice di plasticità	OK	OK	N.P.	OK	OK	OK	OK
Indice di Gruppo(GI)	0	0	0	0	0	0	0
Conformità	NC	CONFORME	NC	CONFORME	NC	NC	NC
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia ghiaia o breccia sabbiosa sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane	Sabbia fina	ghiaia e sabbia limosa o argillosa	limi poco compressibili	limi fortemente compressibili	argille poco compressibili	argille fortemente compressibili
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza gelo	da eccellente a buono			da mediocre a scadente			torbe di recente o remota formazione, eriti organici di origine palustre
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	nessuno o lieve	media	media	molto elevata	media	elevata	media
Ritiro o Rigonfiamento Permeabilità	nullo elevata	nullo o lieve	media o scarsa	lieve o medio	elevato	elevato	molto elevato
Identificazione dei terreni in sito	facilmente individuabile a vista	aspri al tatto - incoerenti allo stato asciutto	la maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo aspri al tatto - una tenacità media o elevata allo stato asciutto indica la presenza di argilla	reagiscono alla prova di scuotimento - polverulenti e poco tenaci allo stato asciutto non facilmente modellabili allo stato umido	non reagiscono alla prova di scuotimento - tenaci allo stato asciutto - facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido	fibrosi di color bruno o nero - facilmente individuabili a vista	



desma srl - società unipersonale - sede operativa e laboratorio:

via g. galilei, 92 - 24069 trescore balneario - tel. 035.4258567 - fax 035.4271932 - laboratorio@desmasrl.it - www.desmasrl.it

sede legale: via ponchielli, 51 - 24125 bergamo - c.f. e p.iva 03871530162 - rea bg 415559 - capitale sociale 10.000,00 € i.v.

ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa**

richiesta del **04-apr-16**

accettazione

Extra

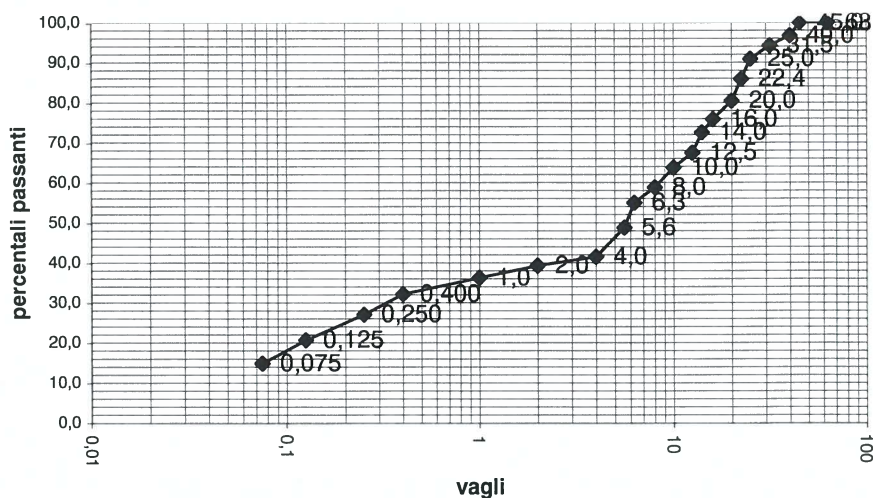
identificazione del campione **S27 CG1 2,50**

cava di provenienza **Senago**

metodo usato **Lavaggio e stacciatura**

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	100,0
45,0	100,0
40,0	96,7
31,5	94,2
25,0	90,9
22,4	85,8
20,0	80,4
16,0	75,8
14,0	72,5
12,5	67,5
10,0	63,8
8,0	58,8
6,3	55,0
5,6	48,8
4,0	41,5
2,0	39,2
1,0	36,2
0,400	32,1
0,250	27,0
0,125	20,7
0,075	14,8

Umidità **9,3**
modulo di finezza **4,0**
passante allo staccio 0,063 **14,8**



Trescore B.rio, li

13-giu-16

CERT.N° **827647**

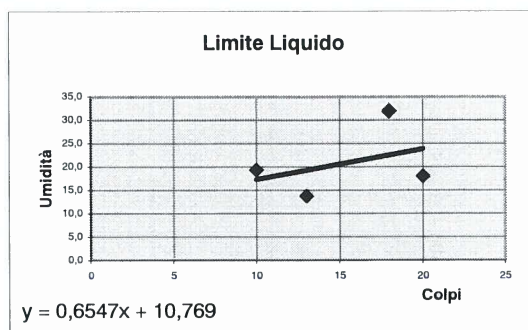
Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

Campione S27 CG1 2,50 **Committente/Produttore** Artifoni Spa
Luogo di prelievo Senago **Tipo di Materiale** Terre da Scavo
Data Prelievo 04/04/2016 **Data fine analisi** 13/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	13	77,6	68,2	13,8
2	10	61,2	51,3	19,3
3	18	63,7	48,3	31,9
4	20	64,1	54,3	18,0
5				



Limite Liquido: 27,1

Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	19,3	14,3	25,91
2	14,6	11,3	22,60

Limite Plastico: 24,3

Risultati

Limite Plastico WP	24,3 %
Limite Liquido WL	27,1 %
Indice di Plasticità $I_p = WL - WP$	2,9
Passante Staccio 2	41,5 %
Passante Staccio 0,4	32,1 %
Passante Staccio 0,075	14,8 %

CERT. N° 827675

Trescore B.rio, lì 13/06/2016

Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

CLASSIFICA DELLE TERRE (AASHTO e CNR-UNI 10006)

COMMITTENTE: CAMPIONE:	Artifoni Spa S27 CG2 5,00	DATA RICHIESTA: CAVA/CANTIERE:	04/04/2016 Senago	GRANULOMETRIA: ALTRI REPORT:	827648 827676	DEL: DEL:	13 giugno 2016 13 giugno 2016
Terre limo - argillose							
Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm > 35%							
Terre ghiaio-sabbiose							
Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%							
Classificazione Generale	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Gruppo	A1-a	A1-b	A2-4	A2-5	A2-6	A2-7	A7-6
Sottogruppo	A1-a	A1-b	A2-4	A2-5	A2-6	A2-7	A7-6
Analisi Granulometrica Passante al setaccio UNI 2332							
2 mm(%)	OK						
0,4mm(%)	OK						
0,075mm(%)	OK						
Caratteristiche della frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,4mm							
Limite liquido(WL%)							
Indice di plasticità							
Indice di Gruppo(G)	0	0	0	0	0	0	0
Conformità	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia ghiaia o breccia sabbiosa sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane	Sabbia fina	ghiaia e sabbia limosa o argillosa	limi poco compressibili	limi fortemente compressibili	argille poco compressibili	argille fortemente compressibili
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza gelo	da eccellente a buono			da mediocre a scadente			
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	nessuno o lieve	media	molto elevata	media	elevata	media	
Ritiro o Rigonfiamento Permeabilità	nullo elevata	nullo o lieve media o scarsa	lieve o medio	elevato	elevato scarsa o nulla	molto elevato	
Identificazione dei terreni in sito	facilmente individuabile a vista	aspri al tatto - incoerenti allo stato asciutto	la maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo aspri al tatto - una tenacità media o elevata allo stato asciutto indica la presenza di argilla	reagiscono alla prova di scuotimento - polverulenti e poco tenaci allo stato asciutto non facilmente modellabili allo stato umido	non reagiscono alla prova di scuotimento - tenaci allo stato asciutto - facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido	fibrosi di color bruno o nero - facilmente individuabili a vista	



ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa**

richiesta del **04-apr-16**

accettazione

Extra

identificazione del campione **S27 CG2 5,00**

cava di provenienza **Senago**

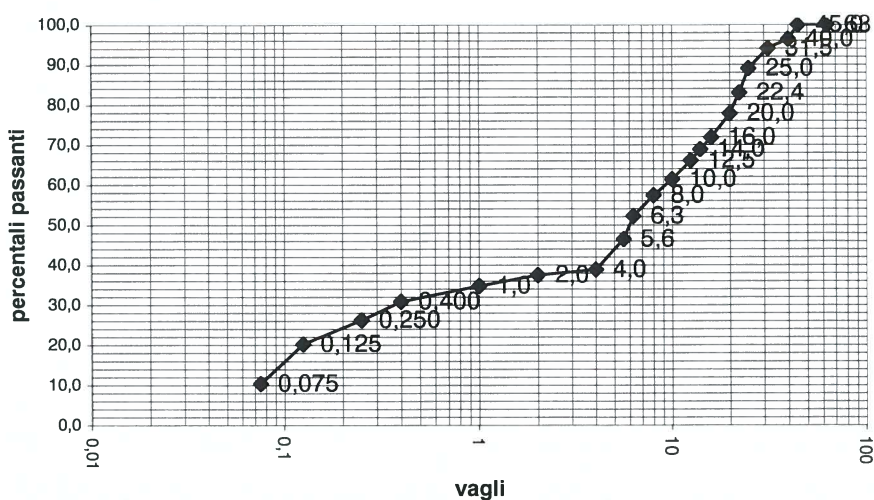
metodo usato **Lavaggio e stacciatura**

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	100,0
45,0	100,0
40,0	96,4
31,5	94,1
25,0	89,1
22,4	83,0
20,0	77,8
16,0	71,8
14,0	68,9
12,5	66,1
10,0	61,4
8,0	57,4
6,3	52,2
5,6	46,4
4,0	38,9
2,0	37,5
1,0	34,8
0,400	30,9
0,250	26,2
0,125	20,3
0,075	10,4

Umidità **4,2**

modulo di finezza **4,1**

passante allo staccio 0,063 **10,4**



Trescore B.rio, li

13-giu-16

CERT.N° **827648**

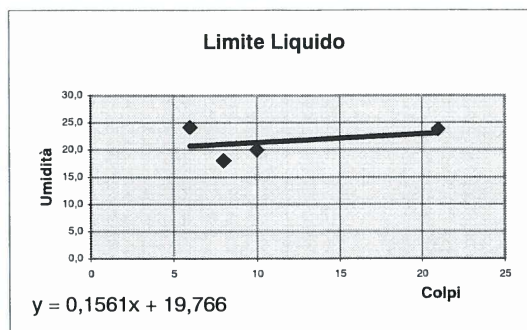
Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

Campione S27 CG2 5,00 **Committente/Produttore** Artifoni Spa
Luogo di prelievo Senago **Tipo di Materiale** Terre da Scavo
Data Prelievo 04/04/2016 **Data fine analisi** 13/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	21	43,2	34,9	23,8
2	10	55,1	45,9	20,0
3	8	56,9	48,2	18,0
4	6	67,2	54,1	24,2
5				



Limite Liquido: 23,7

Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	20,6	14,9	27,67
2	18,9	14,3	24,34

Limite Plastico: 26,0

Risultati

Limite Plastico WP	26,0 %
Limite Liquido WL	23,7 %
Indice di Plasticità Ip=WL-WP	0,0
Passante Staccio 2	38,9 %
Passante Staccio 0,4	30,9 %
Passante Staccio 0,075	10,4 %

CERT. N° 827676

Trescore B.rio, lì 13/06/2016

Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

CLASSIFICA DELLE TERRE (AASHTO e CNR-UNI 10006)

COMMITTENTE: CAMPIONE:	Artifoni Spa S27 CG3 7,50	DATA RICHIESTA: CAVA/CANTIERE:	04/04/2016 Senago	GRANULOMETRIA: ALTRI REPORT:	827649 827677	DEL: DEL:	13 giugno 2016 13 giugno 2016
Classificazione Generale	Terre ghiaio-sabbiose			Terre limo - argillose			
	Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%			Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm > 35%			
Gruppo	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Sottogruppo	A1-a	A1-b	A2-4	A2-5	A2-6	A2-7	A7-5
Analisi Granulometrica Passante al setaccio UNI 2332							
2 mm(%)	OK						
0,4mm(%)	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
0,075mm(%)	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Caratteristiche della frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,4mm							
Limite liquido(WL %)							
Indice di plasticità	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Indice di Gruppo(G)	0	0	0	0	0	0	0
Conformità	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane	Sabbia fina	ghiaia e sabbia limosa o argillosa			argille fortemente compressibili plastiche	
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza gelo	da eccellente a buono			da mediocre a scadente			da scartare come sottofondo
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	nessuno o lieve	media	molto elevata	media	elevata	media	
Ritiro o Rigonfiamento	nessuno o lieve	media	molto elevata	media	elevata	media	
Permeabilità	nessuno o lieve	media	molto elevata	media	elevata	media	
Identificazione dei terreni in sito	facilmente individuabile a vista	aspri al tatto - incoerenti allo stato asciutto	la maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo	reagiscono alla prova di scuotimento - polverulenti e poco tenaci allo stato asciutto	non reagiscono alla prova di scuotimento - tenaci allo stato asciutto	fibrosi di color bruno o nero - facilmente individuabili a vista	



ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa**

richiesta del **04-apr-16**

accettazione

Extra

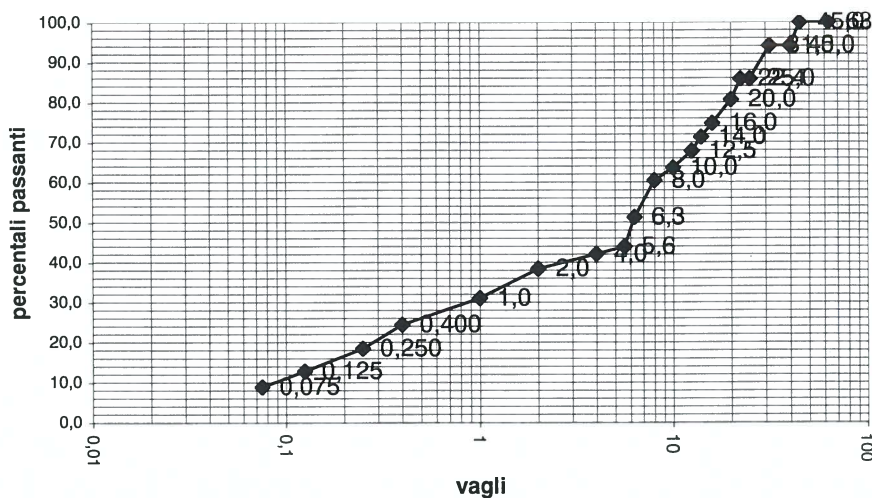
identificazione del campione **S27 CG3 7,50**

cava di provenienza **Senago**

metodo usato **Lavaggio e stacciatura**

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	100,0
45,0	100,0
40,0	94,1
31,5	94,1
25,0	85,8
22,4	85,8
20,0	80,6
16,0	74,7
14,0	71,3
12,5	67,8
10,0	63,6
8,0	60,4
6,3	51,2
5,6	43,9
4,0	42,0
2,0	38,4
1,0	31,1
0,400	24,4
0,250	18,4
0,125	12,8
0,075	8,8

Umidità **4,6**
modulo di finezza **4,3**
passante allo staccio 0,063 **8,8**



Trescore B.rio, lì

13-giu-16

CERT.N° **827649**

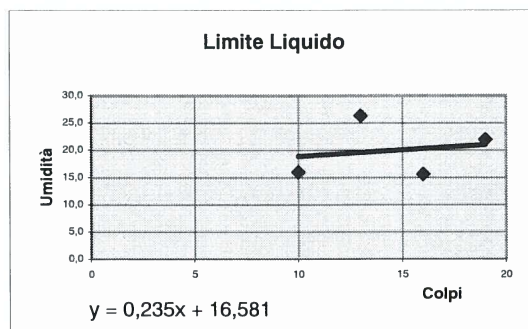
Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

Campione S27 CG3 7,50 **Committente/Produttore** Artifoni Spa
Luogo di prelievo Senago **Tipo di Materiale** Terre da Scavo
Data Prelievo 04/04/2016 **Data fine analisi** 13/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	16	29,6	25,6	15,6
2	13	55,1	43,6	26,4
3	19	43,9	36	21,9
4	10	44,2	38,1	16,0
5				



Limite Liquido: 22,5

Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	23,6	18,7	20,76
2	12,3	9,6	21,95

Limite Plastico: 21,4

Risultati

Limite Plastico WP	21,4 %
Limite Liquido WL	22,5 %
Indice di Plasticità $I_p = WL - WP$	1,1
Passante Staccio 2	42,0 %
Passante Staccio 0,4	24,4 %
Passante Staccio 0,075	8,8 %

CERT. N° 827677

Trescore B.rio, lì 13/06/2016

lo Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

CLASSIFICA DELLE TERRE (AASHTO e CNR-UNI 10006)

COMMITTENTE:	Artifoni Spa	DATA RICHIESTA:	04/04/2016	GRANULOMETRIA:	827650	DEL:	13 giugno 2016
CAMPIONE:	S27 CG4 10,00	CAVA/CANTIERE:	Senago	ALTRI REPORT:	827678	DEL:	13 giugno 2016

Classificazione Generale	Terre ghiaio-sabbiose										Terre limo - argillose															
	Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%										Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm > 35%															
	A1		A3		A2		A4		A5		A6		A7		A8											
Gruppo	A1-a	A1-b	A2-3	A2-4	A2-5	A2-6	A2-7	A4	A5	A6	A7-5	A7-6	A8													
Analisi Granulometrica Passante al setaccio UNI 2332																										
	≤50	OK																								
	≤30	OK																								
2 mm(%)	≤50	OK																								
0,4mm(%)	≤30	OK																								
0,075mm(%)	≤15	OK																								
Caratteristiche della frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,4mm																										
	Limite liquido(WL%)																									
	Indice di plasticità	≤6	OK																							
Indice di Gruppo(GI)	0	OK	0	OK	0	OK	0	OK	0	OK	0	OK	0													
Conformità	CONFORME	CONFORME	NC	CONFORME	CONFORME	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC													
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia ghiaia o breccia sabbiosa,sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane	Sabbia fina	ghiaia e sabbia limosa o argillosa										limi poco compressibili		limi fortemente compressibili		argille poco compressibili		argille fortemente compressibili plastiche		argille fortemente compressibili plastiche		torbe di recente o remota formazione, di eerti organici di origine palustre			
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza gelo	da eccellente a buono										da mediocre a scadente										da scartare come sottofondo					
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	nessuno o lieve										media										molto elevata		media			
Ritiro o Rigonfiamento	nullo										lieve o medio										molto elevato		molto elevato			
Permeabilità	elevata										media o scarsa										scarsa o nulla		scarsa o nulla			
Identificazione dei terreni in sito	facilmente individuabile a vista										la maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo										regiscono alla prova di scuotimento - polverulenti e poco tenaci allo stato asciutto non facilmente modellabili allo stato umido		non reagiscono alla prova di scuotimento - tenaci allo stato asciutto - facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido		fibrosi di color bruno o nero - facilmente individuabili a vista	



ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa**

richiesta del **04-apr-16**

accettazione

Extra

identificazione del campione **S27 CG4 10,00**

cava di provenienza **Senago**

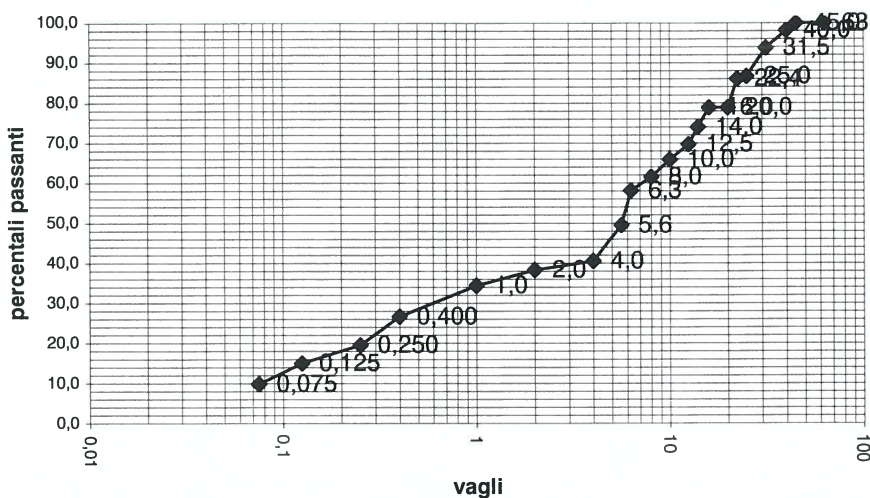
metodo usato **Lavaggio e stacciatura**

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	100,0
45,0	100,0
40,0	98,2
31,5	93,8
25,0	86,7
22,4	86,1
20,0	78,9
16,0	78,9
14,0	74,0
12,5	69,7
10,0	65,8
8,0	61,6
6,3	58,1
5,6	49,5
4,0	40,5
2,0	38,3
1,0	34,4
0,400	26,6
0,250	19,5
0,125	15,0
0,075	9,9

Umidità **7,4**

modulo di finezza **4,3**

passante allo staccio 0,063 **9,9**



Trescore B.rio, lì

13-giu-16

CERT.N° **827650**

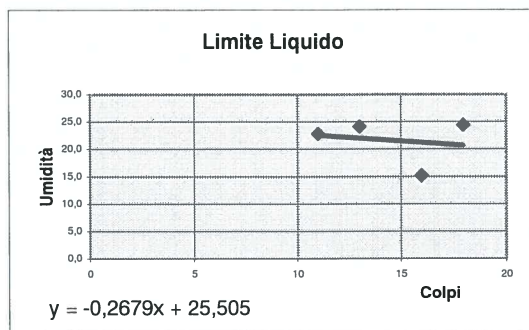
Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

Campione S27 CG4 10,00 **Committente/Produttore** Artifoni Spa
Luogo di prelievo Senago **Tipo di Materiale** Terre da Scavo
Data Prelievo 04/04/2016 **Data fine analisi** 13/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	11	52,3	42,6	22,8
2	16	45,6	39,6	15,2
3	13	32,9	26,5	24,2
4	18	36,7	29,5	24,4
5				



Limite Liquido: 18,8

Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	15,2	13,2	13,16
2	13,9	11,3	18,71

Limite Plastico: 15,9

Risultati

Limite Plastico WP	15,9 %
Limite Liquido WL	18,8 %
Indice di Plasticità Ip=WL-WP	2,9
Passante Staccio 2	40,5 %
Passante Staccio 0,4	26,6 %
Passante Staccio 0,075	9,9 %

CERT. N° 827678

Trescore B.rio, lì 13/06/2016

lo Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

CLASSIFICA DELLE TERRE (AASHTO e CNR-UNI 10006)

COMMITTENTE:	Artifoni Spa	DATA RICHIESTA:	04/04/2016	GRANULOMETRIA:	827651	DEL:	13 giugno 2016
CAMPIONE:	S28 CG1 2,50	CAVA/CANTIERE:	Senago	ALTRI REPORT:	827679	DEL:	13 giugno 2016

Classificazione Generale	Terre ghiaio-sabbiose										Terre limo - argillose			
	Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%					Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm > 35%								
	A1-a	A1-b	A3	A2-4	A2-5	A2-6	A2-7	A4	A5	A6	A7-5	A7-6	A7	A8
Analisi Granulometrica Passante al setaccio UNI 2332														
2 mm(%)	≤50	OK												
0,4mm(%)	≤30	NC	>50	NC										
0,075mm(%)	≤15	OK	≤10	NC	OK	≤35	OK	>35	NC	>35	NC	>35	NC	NC
Caratteristiche della frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,4mm														
Limite liquido(WL%)														
Indice di plasticità	≤6	OK	N.P.	≤10	OK	>10	NC	≤10	OK	>10	NC	>10	NC	OK
Indice di Gruppo(G)	0	OK	0	OK	0	OK	≤4	OK	≤12	OK	≤20	OK	≤20	OK
Conformità	NC	CONFORME	NC	CONFORME	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia ghiaia o breccia sabbiosa sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane	Sabbia fina	ghiaia e sabbia limosa o argillosa											torbe di recente o remota formazione, eriti organici di origine palustre
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza gelo	da eccellente a buono					da mediocre a scadente					da scartare come sottofondo			
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	nessuno o lieve	media	molto elevata	media	elevata	molto elevato	media	elevata	molto elevato	media	elevata	molto elevato	media	
Ritiro o Rigonfiamento	nessuno o lieve	media	molto elevata	media	elevata	molto elevato	media	elevata	molto elevato	media	elevata	molto elevato	media	
Permeabilità	nessuno o lieve	media	molto elevata	media	elevata	molto elevato	media	elevata	molto elevato	media	elevata	molto elevato	media	
Identificazione dei terreni in sito	facilmente individuabile a vista	aspri al tatto - incoerenti allo stato asciutto	la maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo aspri al tatto - una tenacità media o elevata allo stato asciutto indica la presenza di argilla	reagiscono alla prova di scuotimento - polverulenti e poco tenaci allo stato asciutto non facilmente modellabili allo stato umido	non reagiscono alla prova di scuotimento - tenaci allo stato asciutto - facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido	fibrosi di color bruno o nero - facilmente individuabili a vista								



ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa**

richiesta del **04-apr-16**

accettazione

Extra

identificazione del campione **S28 CG1 2,50**

cava di provenienza **Senago**

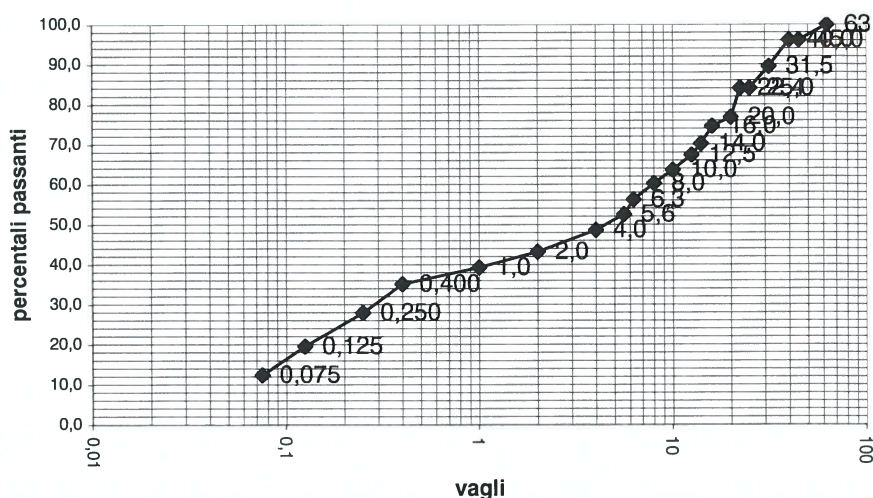
metodo usato **Lavaggio e stacciatura**

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	100,0
45,0	96,1
40,0	96,1
31,5	89,5
25,0	84,0
22,4	84,0
20,0	76,8
16,0	74,5
14,0	70,2
12,5	67,3
10,0	63,6
8,0	60,2
6,3	56,2
5,6	52,5
4,0	48,6
2,0	43,2
1,0	39,2
0,400	35,1
0,250	27,9
0,125	19,5
0,075	12,4

Umidità **9,1**

modulo di finezza **3,9**

passante allo staccio 0,063 **12,4**



Trescore B.rio, li

13-giu-16

CERT.N° **827651**

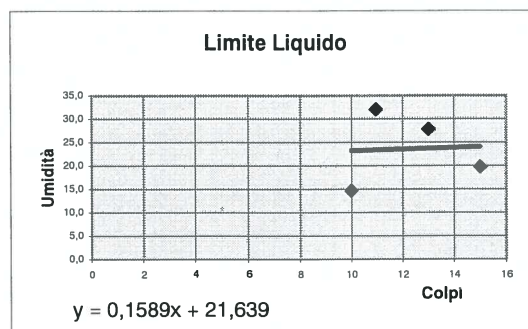
Io Spedimentatore

il Responsabile di Laboratorio

Campione S28 CG1 2,50 **Committente/Produttore** Artifoni Spa
Luogo di prelievo Senago **Tipo di Materiale** Terre da Scavo
Data Prelievo 04/04/2016 **Data fine analisi** 13/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	10	42,3	36,9	14,6
2	15	56,9	47,5	19,8
3	13	52,3	40,9	27,9
4	11	23,9	18,1	32,0
5				



Limite Liquido: 25,6

Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	8,9	6,5	26,97
2	11,4	9,5	16,67

Limite Plastico: 21,8

Risultati

Limite Plastico WP	21,8 %
Limite Liquido WL	25,6 %
Indice di Plasticità Ip=WL-WP	3,8
Passante Staccio 2	43,2 %
Passante Staccio 0,4	35,1 %
Passante Staccio 0,075	12,4 %

CERT. N° 827679

Trescore B.rio, lì 13/06/2016

Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

CLASSIFICA DELLE TERRE (AASHTO e CNR-UNI 10006)

COMMITTENTE:	Artifoni Spa	DATA RICHIESTA:	04/04/2016	GRANULOMETRIA:	827652	DEL:	13 giugno 2016
CAMPIONE:	S28 CG2 5,00	CAVA/CANTIERE:	Senago	ALTRI REPORT:	827680	DEL:	13 giugno 2016

Classificazione Generale	Terre ghiaio-sabbiose										Terre limo - argillose			
	Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%					Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm > 35%								
	A1	A1-b	A3	A2-4	A2-5	A2-6	A2-7	A4	A5	A6	A7-5	A7-6	A7	A8
Sottogruppo	A1-a													
	≤50	OK												
	≤30	OK	≤50	OK	≤35	OK	≤35	OK	≤35	NC	>35	NC	>35	NC
	0,4mm(%)	≤15	OK	≤10	OK	≤25	OK	≤10	OK	≤10	OK	≤10	OK	≤10
Caratteristiche della frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,4mm														
	Limite liquido(WL%)													
Indice di plasticità	≤6	OK	N.P.											
Indice di Gruppo(G)	0	OK	0	OK	0	OK	≤4	OK	≤4	OK	≤16	OK	≤20	OK
	CONFORME	CONFORME	NC	CONFORME	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Conformità														
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia ghiaia o breccia sabbiosa sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane	Sabbia fina	ghiaia e sabbia limosa o argillosa										argille fortemente compressibili plastiche	argille fortemente compressibili plastiche
													torbe di recente o remota formazione, eriti organici di origine palustre	
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza gelo	da eccellente a buono										da mediocre a scadente			
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	nessuno o lieve	media											media	
Ritiro o Rigonfiamento	nullo	nullo o lieve	media o scarsa										elevato	molto elevato
Permeabilità	elevata												scarsa o nulla	
Identificazione dei terreni in sito	facilmente individuabile a vista	aspri al tatto - incoerenti allo stato asciutto	la maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo aspri al tatto - una tenacità media o elevata allo stato asciutto indica la presenza di argilla										non reagiscono alla prova di scuotimento - polverulenti e poco tenaci allo stato asciutto non facilmente modellabili allo stato umido	fibrosi di color bruno o nero - facilmente individuabili a vista

LEGENDA: OK: Conforme NC: Non Conforme NE: Non Eseguito



ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa**

richiesta del **04-apr-16**

accettazione

Extra

identificazione del campione **S28 CG2 5,00**

cava di provenienza **Senago**

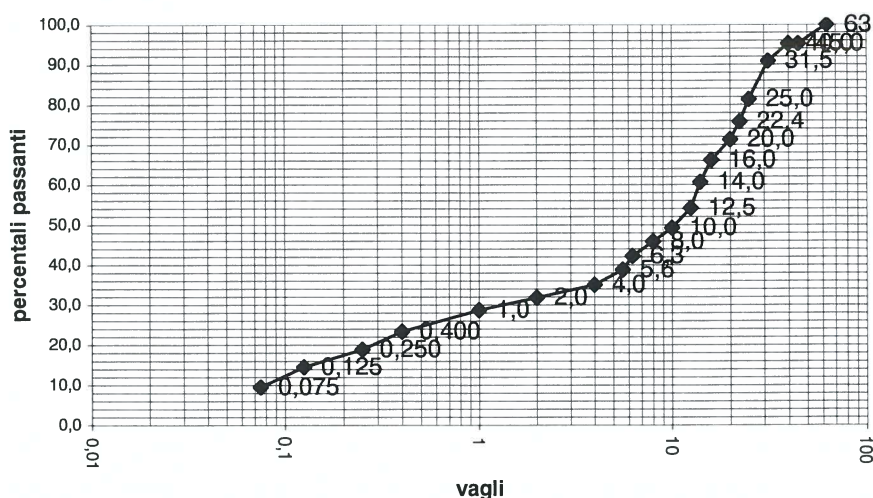
metodo usato **Lavaggio e stacciatura**

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	100,0
45,0	95,2
40,0	95,2
31,5	90,9
25,0	81,3
22,4	75,7
20,0	71,3
16,0	66,1
14,0	60,7
12,5	54,2
10,0	49,2
8,0	45,8
6,3	42,2
5,6	38,8
4,0	35,0
2,0	31,8
1,0	28,7
0,400	23,4
0,250	18,9
0,125	14,5
0,075	9,5

Umidità **8,6**

modulo di finezza **4,5**

passante allo staccio 0,063 **9,5**



Trescore B.rio, lì

13-giu-16

CERT.N° **827652**

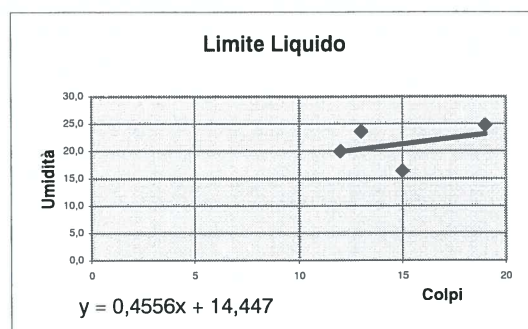
Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

Campione S28 CG2 5,00 **Committente/Produttore** Artifoni Spa
Luogo di prelievo Senago **Tipo di Materiale** Terre da Scavo
Data Prelievo 04/04/2016 **Data fine analisi** 13/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	13	45,6	36,9	23,6
2	12	52,3	43,6	20,0
3	19	23,7	19	24,7
4	15	29,1	25	16,4
5				



Limite Liquido: 25,8

Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	23,6	16,9	28,39
2	15,6	12,6	19,23

Limite Plastico: 23,8

Risultati

Limite Plastico WP	23,8 %
Limite Liquido WL	25,8 %
Indice di Plasticità $I_p = WL - WP$	2,0
Passante Staccio 2	31,8 %
Passante Staccio 0,4	23,4 %
Passante Staccio 0,075	9,5 %

CERT. N° 827680

Trescore B.rio, lì 13/06/2016

lo Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

CLASSIFICA DELLE TERRE (AASHTO e CNR-UNI 10006)

COMMITTENTE:		Artifoni Spa		DATA RICHIESTA:		04/04/2016		GRANULOMETRIA:		827653		DEL:		13 giugno 2016			
CAMPIONE:		S28 CG3 7,50		CAVA/CANTIERE:		Senago		ALTRI REPORT:		827681		DEL:		13 giugno 2016			
Classificazione Generale		Terre ghiaio-sabbiose										Terre limo - argillose					
		Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%										Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm > 35%					
Gruppo		A1		A2		A3		A4		A5		A6		A7		A8	
Sottogruppo		A1-a		A1-b		A2-4		A2-5		A2-6		A2-7		A7-5		A7-6	
Analisi Granulometrica Passante al setaccio UNI 2332																	
		≤50		OK													
		≤30		OK													
		≤15		OK		≤35		OK		≤35		OK		≤35		NC	
Caratteristiche della frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,4mm																	
				NC													
				OK		≤40		NC		≤40		OK		≤40		NC	
				OK		≤10		NC		≤10		NC		≤10		NC	
Indice di plasticità																	
				OK													
		≤6		OK		≤10		OK		≤10		NC		≤10		NC	
				OK		≤10		NC		≤10		OK		≤10		NC	
Indice di Gruppo(IG)		0		OK		0		OK		≤4		OK		≤16		OK	
		CONFORME		CONFORME		CONFORME		NC		NC		NC		NC		NC	
		0		OK		0		OK		≤4		OK		≤16		OK	
		CONFORME		CONFORME		CONFORME		NC		NC		NC		NC		NC	
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo		Ghiaia o breccia ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane		Sabbia fina		ghiaia e sabbia limosa o argillosa		limi poco compressibili		limi fortemente compressibili		argille poco compressibili		argille fortemente compressibili mediamente plastiche		argille fortemente compressibili fortemente plastiche	
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza gelo		da eccellente a buono				da mediocre a scadente				da scartare come sottofondo							
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo		nessuno o lieve		media		molto elevata		media		elevata		media					
Ritiro o Rigonfiamento		nullo		nullo o lieve		media o scarsa		lieve o medio		elevato		molto elevato					
Permeabilità		elevata								scarsa o nulla							
Identificazione dei terreni in sito		facilmente individuabile a vista		aspri al tatto - incoerenti allo stato asciutto		la maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo aspri al tatto - una tenacità media o elevata allo stato asciutto indica la presenza di argilla		reagiscono alla prova di scuotimento - polverulenti e poco tenaci allo stato asciutto non facilmente modellabili allo stato umido		non reagiscono alla prova di scuotimento - tenaci allo stato asciutto - facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido		fibrosi di color bruno o nero - facilmente individuabili a vista					
GENOVA: OK: Conforme NC: Non Conforme NE: Non Eseguito																	



ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa**

richiesta del **04-apr-16**

accettazione

Extra

identificazione del campione **S28 CG3 7,50**

cava di provenienza **Senago**

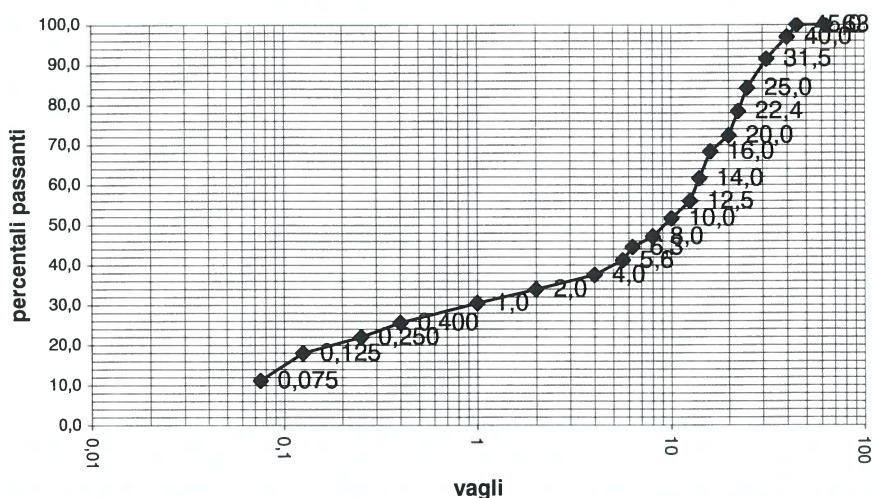
metodo usato **Lavaggio e stacciatura**

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	100,0
45,0	100,0
40,0	97,0
31,5	91,5
25,0	84,2
22,4	78,4
20,0	72,3
16,0	68,3
14,0	61,6
12,5	56,0
10,0	51,6
8,0	47,1
6,3	44,5
5,6	41,2
4,0	37,5
2,0	33,9
1,0	30,5
0,400	25,6
0,250	22,1
0,125	18,1
0,075	11,2

Umidità **7,8**

modulo di finezza **4,3**

passante allo staccio 0,063 **11,2**



Trescore B.rio, lì

13-giu-16

CERT.N° **827653**

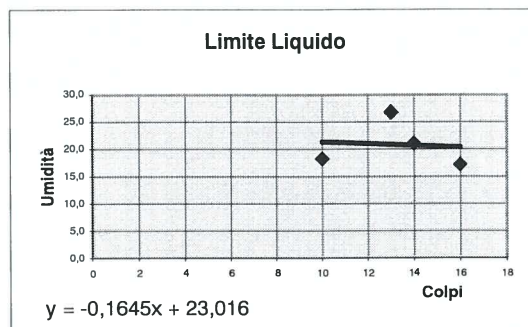
Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

Campione S28 CG3 7,50 **Committente/Produttore** Artifoni Spa
Luogo di prelievo Senago **Tipo di Materiale** Terre da Scavo
Data Prelievo 04/04/2016 **Data fine analisi** 13/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	10	36,9	31,2	18,3
2	13	55,3	43,6	26,8
3	16	39,6	33,8	17,2
4	14	47,1	38,9	21,1
5				



Limite Liquido: 18,9

Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	15,1	12,1	19,87
2	8,9	7,6	14,61

Limite Plastico: 17,2

Risultati

Limite Plastico WP	17,2 %
Limite Liquido WL	18,9 %
Indice di Plasticità $I_p = WL - WP$	1,7
Passante Staccio 2	33,9 %
Passante Staccio 0,4	25,6 %
Passante Staccio 0,075	11,2 %

CERT. N° 827681

Trescore B.rio, lì 13/06/2016

Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

CLASSIFICA DELLE TERRE (AASHTO e CNR-UNI 10006)

COMMITTENTE: CAMPIONE:	Artifoni Spa S28 CG4 10,00	DATA RICHIESTA: CAVA/CANTIERE:	04/04/2016 Senago	GRANULOMETRIA: ALTRI REPORT:	827654 827682	DEL: DEL:	13 giugno 2016 13 giugno 2016
Terre limo - argillose							
Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%							
Terre ghiaio-sabbiose							
Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%							
Classificazione Generale	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Gruppo	A1-a	A1-b	A2-4	A2-5	A2-6	A2-7	A7-6
Sottogruppo	A1-a	A1-b	A2-4	A2-5	A2-6	A2-7	A7-6
Analisi Granulometrica Passante al setaccio UNI 2332	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
2 mm(%)	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
0,4mm(%)	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
0,075mm(%)	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Caratteristiche della frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,4mm	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Limite liquido(WL%)	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Indice di plasticità	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Indice di Gruppo(IG)	0	0	0	0	0	0	0
Conformità	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia ghiaia o breccia sabbiosa sabbia grossa, pomice, sorie vulcaniche, pozzolane	Sabbia fina	ghiaia e sabbia limosa o argillosa	limi poco compressibili	limi fortemente compressibili	argille poco compressibili	argille fortemente compressibili
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza gelo	da eccellente a buono						
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	da mediocre a scadente						
Ritiro o Rigonfiamento Permeabilità	nessuno o lieve	media	molto elevata	elevata	media	elevata	molto elevata
Identificazione dei terreni in sito	facilmente individuabile a vista	aspri al tatto - incoerenti allo stato asciutto	la maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo aspri al tatto - una tenacità media o elevata allo stato asciutto indica la presenza di argilla	reagiscono alla prova di scuotimento - polverulenti e poco tenaci allo stato asciutto non facilmente modellabili allo stato umido	non reagiscono alla prova di scuotimento - tenaci allo stato asciutto - facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido	fibrosi di color bruno o nero - facilmente individuabili a vista	

LABORATORIO
DESMA
TECNOLOGICO

ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa**

richiesta del **04-apr-16**

accettazione

Extra

identificazione del campione **S28 CG4 10,00**

cava di provenienza **Senago**

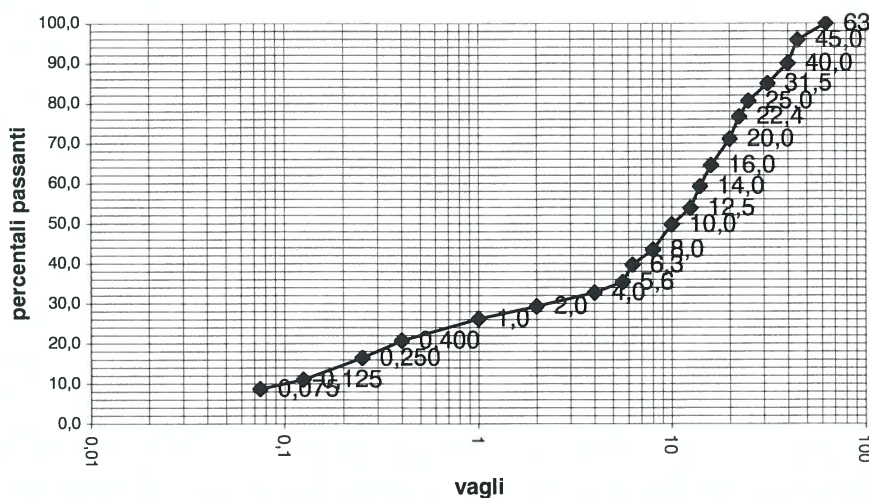
metodo usato **Lavaggio e stacciatura**

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	100,0
45,0	95,7
40,0	90,0
31,5	84,9
25,0	80,5
22,4	76,6
20,0	71,1
16,0	64,5
14,0	59,2
12,5	53,8
10,0	49,7
8,0	43,4
6,3	39,6
5,6	35,3
4,0	32,7
2,0	29,3
1,0	26,2
0,400	20,8
0,250	16,5
0,125	11,0
0,075	8,7

Umidità **8,3**

modulo di finezza **4,6**

passante allo staccio 0,063 **8,7**



Trescore B.rio, li

13-giu-16

CERT.N° **827654**

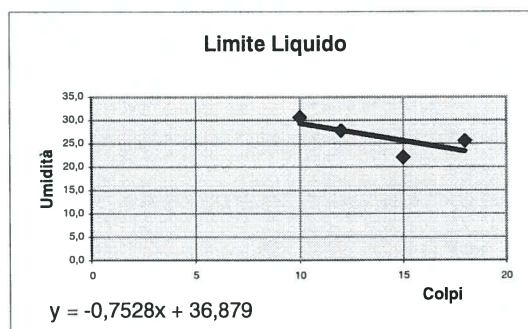
lo Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

Campione S28 CG4 10,00 **Committente/Produttore** Artifoni Spa
Luogo di prelievo Senago **Tipo di Materiale** Terre da Scavo
Data Prelievo 04/04/2016 **Data fine analisi** 13/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	12	45,5	35,6	27,8
2	15	32,1	26,3	22,1
3	10	59,6	45,6	30,7
4	18	63,4	50,5	25,5
5				



Limite Liquido: 18,1

Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	19,9	16	19,60
2	12,4	10	19,35

Limite Plastico: 19,5

Risultati

Limite Plastico WP	19,5 %
Limite Liquido WL	18,1 %
Indice di Plasticità $I_p = WL - WP$	0,0
Passante Staccio 2	32,7 %
Passante Staccio 0,4	20,8 %
Passante Staccio 0,075	8,7 %

CERT. N° 827682

Trescore B.rio, lì 13/06/2016

lo Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

CLASSIFICA DELLE TERRE (AASHTO e CNR-UNI 10006)

COMMITTENTE:	Artifoni Spa	DATA RICHIESTA:	10/06/2016	GRANULOMETRIA:	827835	DEL:	17 giugno 2016
CAMPIONE:	S09 2,50	CAVA/CANTIERE:	Senago	ALTRI REPORT:	827860	DEL:	17 giugno 2016

Classificazione Generale	Terre ghiaio-sabbiose										Terre limo - argillose									
	Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%										Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm > 35%									
Gruppo	A1	A1-b	A3	A2-4	A2-5	A2-6	A2-7	A4	A5	A6	A7-5	A7-6	A8							
Sottogruppo	A1-a																			
Analisi Granulometrica Passante al setaccio UNI 2332																				
	≤50	NC																		
	≤30	NC	>50	NC	OK	OK	OK	>35	NC	>35	NC	>35	NC							
2 mm(%)																				
0,4mm(%)																				
0,075mm(%)																				
Caratteristiche della frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,4mm																				
Limite liquido(WL %)																				
Indice di plasticità	≤6	OK	N.P.	≤10	OK	>10	NC	≤10	OK	>10	NC	>10	NC							
Indice di Gruppo(IG)	0	OK	0	OK	0	OK	≤4	OK	≤12	OK	≤20	OK	≤20							
Conformità	NC	CONFORME	NC	CONFORME	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC							
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia,ghiaia o breccia sabbiosa,sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane	Sabbia fina	ghiaia e sabbia limosa o argillosa					limi poco compressibili	limi fortemente compressibili	argille poco compressibili	argille fortemente compressibili mediamente plastiche	argille fortemente compressibili plastiche	torbe di recente o remota formazione,d eriti organici di origine palustre							
	da eccellente a buono										da mediocre a scadente									
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza gelo	nessuno o lieve										media									
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	nulla										molto elevata									
Ritiro o Rigonfiamento	nulla										lieve o medio									
Permeabilità	elevata										scarsa o nulla									
Identificazione dei terreni in sito	facilmente individuabile a vista										non reagiscono alla prova di scuotimento - tenaci allo stato asciutto - facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido									
	fibrosi di color bruno o nero - facilmente individuabili a vista																			

LEGENDA: OK:Conforme NC: Non Conforme NE: Non Eseguito

LEGENDA: OK: Conforme NC: Non Conforme NE: Non Eseguito



ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa**

richiesta del **10-giu-16**

accettazione

Extra

identificazione del campione **S09 2,50**

cava di provenienza **Senago**

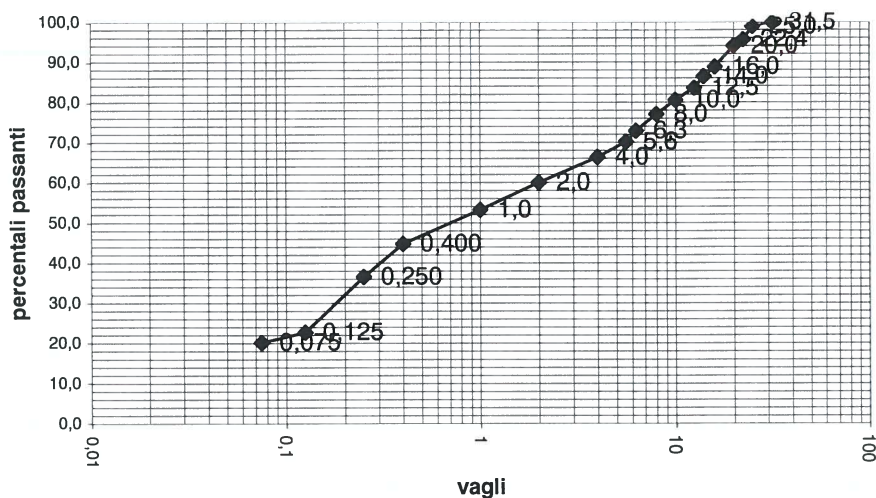
metodo usato **Lavaggio e stacciatura**

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	
45,0	
40,0	
31,5	100,0
25,0	98,9
22,4	95,6
20,0	94,0
16,0	88,8
14,0	86,5
12,5	83,6
10,0	80,5
8,0	77,0
6,3	72,8
5,6	70,1
4,0	66,3
2,0	60,0
1,0	53,2
0,400	44,8
0,250	36,6
0,125	22,7
0,075	20,2

Umidità **14,2**

modulo di finezza **3,2**

passante allo staccio 0,063 **20,2**



Trescore B.rio, lì

17-giu-16

CERT.N° **827835**

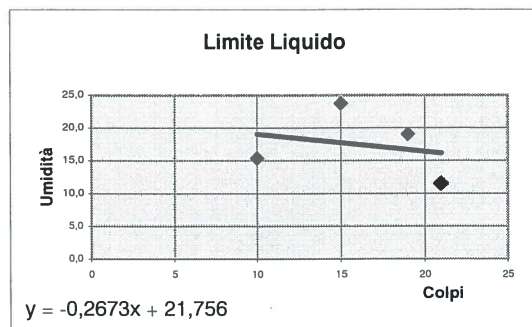
Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

Campione S09 2,50 **Committente/Produttore** Artifoni Spa
Luogo di prelievo Senago **Tipo di Materiale** Terre da Scavo
Data Prelievo 10/06/2016 **Data fine analisi** 17/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	19	26,9	22,6	19,0
2	15	44,3	35,8	23,7
3	21	29,1	26,1	11,5
4	10	18	15,6	15,4
5				



Limite Liquido: 15,1

Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	9,3	7,1	23,66
2	8,1	6,7	17,28

Limite Plastico: 20,5

Risultati

Limite Plastico WP	20,5 %
Limite Liquido WL	15,1 %
Indice di Plasticità $I_p = WL - WP$	0,0
Passante Staccio 2	60,0 %
Passante Staccio 0,4	44,8 %
Passante Staccio 0,075	20,2 %

CERT. N° 827860

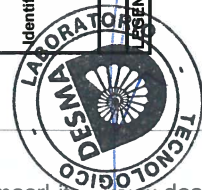
Trescore B.rio, lì 17/06/2016

Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

CLASSIFICA DELLE TERRE (AASHTO e CNR-UNI 10006)

COMMITTENTE:	Artifoni Spa	DATA RICHIESTA:	10/06/2016	GRANULOMETRIA:	827836	DEL:	17 giugno 2016
CAMPIONE:	S09 5,00	CAVA/CANTIERE:	Senago	ALTRI REPORT:	827861	DEL:	17 giugno 2016
Terre ghiaio-sabbiose							
Classificazione Generale		Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%			Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm > 35%		
Gruppo		A1		A3	A4		
Sottogruppo		A1-a	A1-b	A2	A2-4	A2-5	A2-6
Analisi Granulometrica							
Passante al setaccio UNI 2332							
2 mm(%)		≤50	NC				
0,4mm(%)		≤30	NC				
0,075mm(%)		≤15	NC				
Caratteristiche della frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,4mm							
Limite liquido(WL%)							
Indice di plasticità		≤6	OK	≤6	OK	≤6	OK
Indice di Gruppo(IG)		0	OK	0	OK	0	OK
Conformità		NC	CONFORME	NC	CONFORME	NC	CONFORME
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo		Ghiaia o breccia ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane		Sabbia fina	ghiaia e sabbia limosa o argillosa		
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza gelo		da eccellente a buono		da mediocre a scadente			
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo		nessuno o lieve		media			
Ritiro o Rigonfiamento		nullo o elevata		nullo o lieve			
Permeabilità		nullo o elevata		media o scarsa			
Identificazione dei terreni in sito		facilmente individuabile a vista		la maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo			
		aspri al tatto - incoerenti allo stato asciutto		aspri al tatto - una tenacità media o elevata allo stato asciutto indica la presenza di argilla			
				reagiscono alla prova di scuotimento - polverulenti e poco tenaci allo stato asciutto non facilmente modellabili allo stato umido			
				non reagiscono alla prova di scuotimento - tenaci allo stato asciutto - facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido			
				fibrosi di color bruno o nero - facilmente individuabili a vista			
LEGENDA: OK-Conforme NC: Non Conforme NE: Non Eseguito							



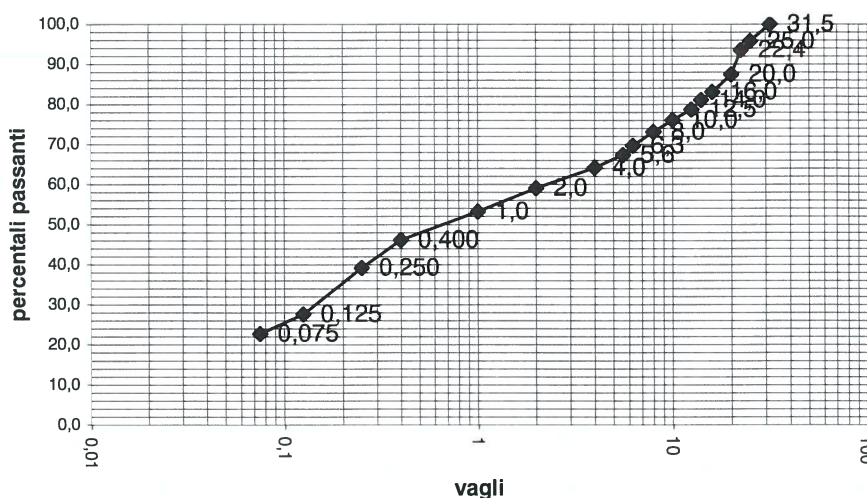
ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa****richiesta del** **10-giu-16****accettazione****Extra****identificazione del campione** **S09 5,00****cava di provenienza** **Senago****metodo usato** **Lavaggio e stacciatura**

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	
45,0	
40,0	
31,5	100,0
25,0	95,8
22,4	93,6
20,0	87,4
16,0	83,0
14,0	81,1
12,5	78,7
10,0	76,1
8,0	73,1
6,3	69,6
5,6	67,4
4,0	64,2
2,0	59,0
1,0	53,2
0,400	46,1
0,250	39,2
0,125	27,6
0,075	22,7

Umidità **17,2**
modulo di finezza **3,1**
passante allo staccio 0,063 **22,7**

**Trescore B.rio, li****17-giu-16****CERT.N°** **827836**

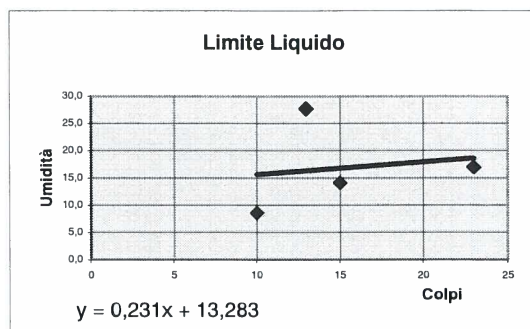
Io Sperimentatore

Il Responsabile di Laboratorio

Campione S09 5,00 **Committente/Produttore** Artifoni Spa
Luogo di prelievo Senago **Tipo di Materiale** Terre da Scavo
Data Prelievo 10/06/2016 **Data fine analisi** 17/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	10	33,2	30,6	8,5
2	23	29,6	25,3	17,0
3	15	27,5	24,1	14,1
4	13	23,1	18,1	27,6
5				



Limite Liquido: 19,1

Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	10,9	8,1	25,69
2	5,4	4,3	20,37

Limite Plastico: 23,0

Risultati

Limite Plastico WP	23,0 %
Limite Liquido WL	19,1 %
Indice di Plasticità $I_p = WL - WP$	0,0
Passante Staccio 2	59,0 %
Passante Staccio 0,4	46,1 %
Passante Staccio 0,075	22,7 %

CERT. N° 827861

Trescore B.rio, lì 17/06/2016

Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

CLASSIFICA DELLE TERRE (AASHTO e CNR-UNI 10006)

COMMITTENTE:	Artifoni Spa	DATA RICHIESTA:	10/06/2016	GRANULOMETRIA:	827837	DEL:	17 giugno 2016
CAMPIONE:	S09 7,50	CAVA/CANTIERE:	Senago	ALTRI REPORT:	827862	DEL:	17 giugno 2016

Classificazione Generale	Terre ghiaio-sabbiose										Terre limo - argillose									
	Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%										Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm > 35%									
	A1	A1-a	A1-b	A3	A2	A2-4	A2-5	A2-6	A2-7	A4	A5	A6	A7-5	A7-6	A8					
Analisi Granulometrica Passante al setaccio UNI 2332																				
2 mm(%)	≤50	NC																		
0,4mm(%)	≤30	NC	OK	>50	NC															
0,075mm(%)	≤15	NC	OK	≤10	NC	OK	≤35	OK	OK	≤35	NC	>35	NC	>35	NC					
Caratteristiche della frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,4mm																				
Limite liquido(WL%)																				
Indice di plasticità	≤6	OK	OK	N.P.		≤40	OK	>40	NC	≤40	OK	≤40	OK	>40	NC					
Indice di Gruppo(G)	0	OK	0	OK	0	OK	0	OK	≤4	OK	≤4	OK	≤8	OK	≤10					
Conformità	NC	CONFORME	NC	CONFORME	NC	CONFORME	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC					
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia,ghiaia o breccia sabbiosa,sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane	Sabbia fina	ghiaia e sabbia limosa o argillosa										limi poco compressibili	limi fortemente compressibili	argille poco compressibili	argille fortemente compressibili	torbe di recente o remota formazione, detriti organici di origine palustre			
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza gelo	da eccellente a buono										da mediocre a scadente									
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	nessuno o lieve										media									
Ritiro o Rigonfiamento	nullo										nullo o lieve									
Permeabilità	elevata										media o scarsa									
Identificazione dei terreni in sito	facilmente individuabile a vista										la maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo									
	aspri al tatto - incoerenti allo stato asciutto										reagiscono alla prova di scuotimento - polverulenti e poco tenaci allo stato asciutto									
											indica la presenza di argilla									
											non reagiscono alla prova di scuotimento - tenaci allo stato asciutto									
											sottili allo stato umido									
											fibrosi di color bruno o nero - facilmente individuabili a vista									

Legenda: OK:Conforme NC: Non Conforme NE: Non Esequito

LEGENDA: OK: Conforme NC: Non Conforme NE: Non Eseguito



desma srl - società unipersonale - sede operativa e laboratorio:

via g. galilei, 92 - 24069 trescore balneario - tel. 035.4258567 - fax 035.4271932 - laboratorio@desmasrl.it - www.desmasrl.it

sede legale: via ponchielli, 51 - 24125 bergamo - c.f. e p.iva 03871530162 - rea bg 415559 - capitale sociale 10.000,00 € i.v.

ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa**

richiesta del **10-giu-16**

accettazione

Extra

identificazione del campione **S09 7,50**

cava di provenienza **Senago**

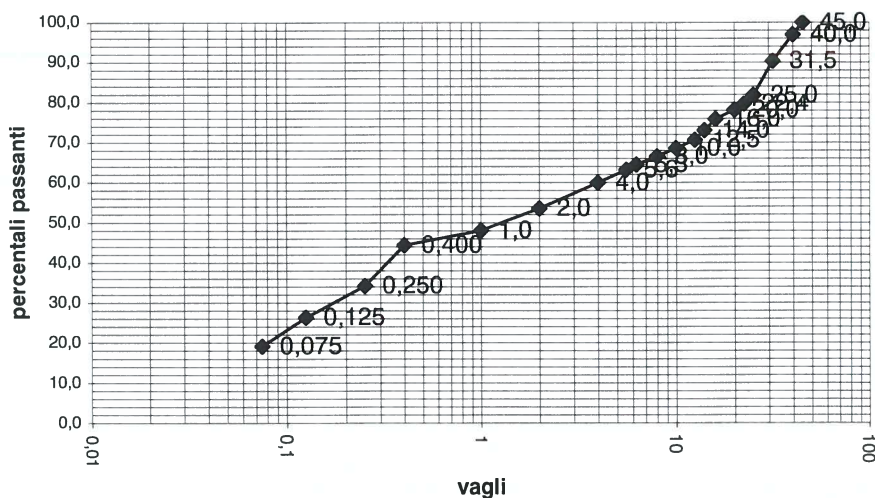
metodo usato **Lavaggio e stacciatura**

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	
45,0	100,0
40,0	96,9
31,5	90,3
25,0	81,8
22,4	79,7
20,0	78,2
16,0	75,8
14,0	73,0
12,5	70,6
10,0	68,6
8,0	66,5
6,3	64,5
5,6	63,2
4,0	59,9
2,0	53,6
1,0	48,1
0,400	44,4
0,250	34,3
0,125	26,3
0,075	19,2

Umidità **5,7**

modulo di finezza **3,3**

passante allo staccio 0,063 **19,2**



Trescore B.rio, li

17-giu-16

CERT.N° **827837**

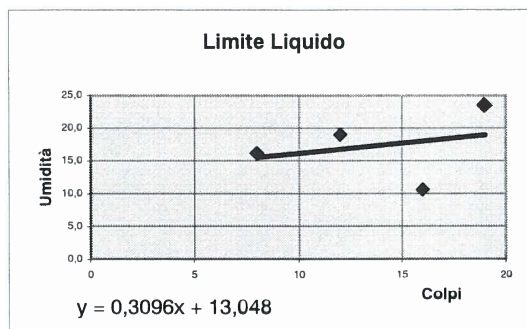
Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

Campione S09 7,50 **Committente/Produttore** Artifoni Spa
Luogo di prelievo Senago **Tipo di Materiale** Terre da Scavo
Data Prelievo 10/06/2016 **Data fine analisi** 17/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	12	25,7	21,6	19,0
2	16	13,6	12,3	10,6
3	8	33,1	28,5	16,1
4	19	29,4	23,8	23,5
5				



Limite Liquido: 20,8

Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	15,1	12,5	17,22
2	12,6	9,5	24,60

Limite Plastico: 20,9

Risultati

Limite Plastico WP	20,9 %
Limite Liquido WL	20,8 %
Indice di Plasticità $I_p = WL - WP$	0,0
Passante Staccio 2	53,6 %
Passante Staccio 0,4	44,4 %
Passante Staccio 0,075	19,2 %

CERT. N° 827862

Trescore B.rio, lì 17/06/2016

Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

CLASSIFICA DELLE TERRE (AASHTO e CNR-UNI 10006)

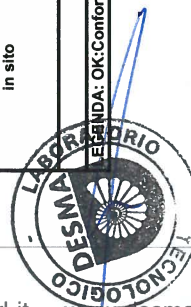
COMMITTENTE: CAMPIONE:	Artifoni Spa S09 10,00	DATA RICHIESTA: CAVA/CANTIERE:	10/06/2016 Senago	GRANULOMETRIA: ALTRI REPORT:	827838 827863	DEL: DEL:	17 giugno 2016 17 giugno 2016					
Classificazione Generale	Terre ghiaio-sabbiose			Terre limo - argillose								
	Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%			Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm > 35%								
	A3			A2	A4	A5	A6	A7	A8			
	A1			A2		A7-5		A7-6				
	A1-a			A1-b	A2-4		A2-5		A2-6		A2-7	
	≤50 NC			≤50 NC	≤50 NC	≤50 NC	≤50 NC	≤50 NC	≤50 NC	≤50 NC	≤50 NC	
	≤30 NC			≤30 NC	≤30 NC	≤30 NC	≤30 NC	≤30 NC	≤30 NC	≤30 NC	≤30 NC	
	≤15 OK			≤15 OK	≤15 OK	≤15 OK	≤15 OK	≤15 OK	≤15 OK	≤15 OK	≤15 OK	
	0,075mm(%)			0,075mm(%)	0,075mm(%)	0,075mm(%)	0,075mm(%)	0,075mm(%)	0,075mm(%)	0,075mm(%)	0,075mm(%)	
	Caratteristiche della frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,4mm			Caratteristiche della frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,4mm		Caratteristiche della frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,4mm		Caratteristiche della frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,4mm		Caratteristiche della frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,4mm		Caratteristiche della frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,4mm
Limite liquido(WL%)			Limite liquido(WL%)		Limite liquido(WL%)		Limite liquido(WL%)		Limite liquido(WL%)		Limite liquido(WL%)	
Indice di plasticità			Indice di plasticità		Indice di plasticità		Indice di plasticità		Indice di plasticità		Indice di plasticità	
Indice di Gruppo(IG)			Indice di Gruppo(IG)		Indice di Gruppo(IG)		Indice di Gruppo(IG)		Indice di Gruppo(IG)		Indice di Gruppo(IG)	
Conformità			Conformità		Conformità		Conformità		Conformità		Conformità	
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo			Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo		Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo		Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo		Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo		Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza gelo			Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza gelo		Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza gelo		Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza gelo		Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza gelo		Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza gelo	
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo			Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo		Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo		Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo		Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo		Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	
Ritiro o Rigonfiamento			Ritiro o Rigonfiamento		Ritiro o Rigonfiamento		Ritiro o Rigonfiamento		Ritiro o Rigonfiamento		Ritiro o Rigonfiamento	
Permeabilità			Permeabilità		Permeabilità		Permeabilità		Permeabilità		Permeabilità	
Identificazione dei terreni in sito			Identificazione dei terreni in sito		Identificazione dei terreni in sito		Identificazione dei terreni in sito		Identificazione dei terreni in sito		Identificazione dei terreni in sito	
Firma			Firma		Firma		Firma		Firma		Firma	

LEGENDA: Ok: Conforme NC: Non Conforme NE: Non Eseguito

desma srl - società unipersonale - sede operativa e laboratorio:

via g. galilei, 92 - 24069 trescore balneario - tel. 035.4258567 - fax 035.4271932 - laboratorio@desmasrl.it - www.desmasrl.it

sede legale: via ponchielli, 51 - 24125 bergamo - c.f. e p.iva 03871530162 - rea bg 415559 - capitale sociale 10.000,00 € i.l.v.



ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa**

richiesta del **10-giu-16**

accettazione

Extra

identificazione del campione **S09 10,00**

cava di provenienza **Senago**

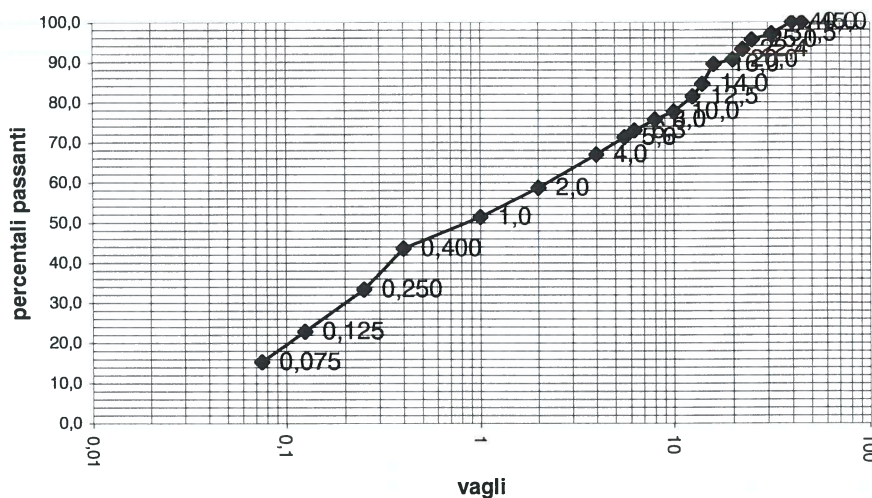
metodo usato **Lavaggio e stacciatura**

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	
45,0	100,0
40,0	100,0
31,5	97,1
25,0	95,5
22,4	93,2
20,0	90,6
16,0	89,4
14,0	84,6
12,5	81,4
10,0	77,6
8,0	75,7
6,3	72,9
5,6	71,3
4,0	67,0
2,0	58,7
1,0	51,4
0,400	43,6
0,250	33,3
0,125	22,9
0,075	15,3

Umidità **18,6**

modulo di finezza **3,2**

passante allo staccio 0,063 **15,3**



Trescore B.rio, lì

17-giu-16

CERT.N° **827838**

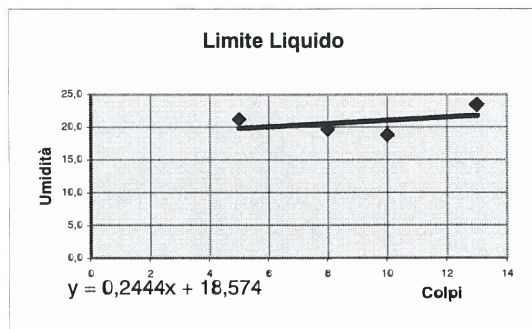
lo Sperimentatore

Il Responsabile di Laboratorio

Campione S09 10,00 **Committente/Produttore** Artifoni Spa
Luogo di prelievo Senago **Tipo di Materiale** Terre da Scavo
Data Prelievo 10/06/2016 **Data fine analisi** 17/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	5	20,6	17	21,2
2	8	21,3	17,8	19,7
3	10	23,4	19,7	18,8
4	13	26,3	21,3	23,5
5				



Limite Liquido: 24,7

Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	8,2	6,9	15,85
2	8,6	7,2	16,28

Limite Plastico: 16,1

Risultati

Limite Plastico WP	16,1 %
Limite Liquido WL	24,7 %
Indice di Plasticità Ip=WL-WP	8,6
Passante Staccio 2	58,7 %
Passante Staccio 0,4	43,6 %
Passante Staccio 0,075	15,3 %

CERT. N° 827863

Trescore B.rio, lì 17/06/2016

Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

CLASSIFICA DELLE TERRE (AASHTO e CNR-UNI 10006)

COMMITTENTE:		Artifoni Spa	DATA RICHIESTA:	10/06/2016	GRANULOMETRIA:	827839	DEL:	17 giugno 2016
CAMPIONE:		S09 12.50	CAVA/CANTIERE:	Senago	ALTRI REPORT:	827864	DEL:	17 giugno 2016
Classificazione Generale	Terre ghiaio-sabbiose				Terre limo - argillose			
	Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%				Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm > 35%			
Gruppo	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
Sottogruppo	A1-a	A1-b	A2-1	A2-2	A2-3	A2-4	A2-5	A2-6
Analisi Granulometrica								
Passante al setaccio UNI 2332								
2 mm(%)	≤50	NC						
0,4mm(%)	≤30	NC						
0,075mm(%)	≤15	NC						
Caratteristiche della frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,4mm								
Limite liquido(WL-%)								
Indice di plasticità	≤6	OK	N.P.					
Indice di Gruppo(IG)	0	OK	0	OK	0	OK	0	OK
Conformità	NC	CONFORME	NC	CONFORME	NC	CONFORME	NC	CONFORME
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, sabbie vulcaniche, pozzolane	Sabbia fina	ghiaia e sabbia limosa o argillosa	limi poco compressibili	limi fortemente compressibili	argille poco compressibili	argille fortemente compressibili	argille fortemente compressibili
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza gelo	da eccellente a buono	da mediocre a scadente	da mediocre a scadente	da mediocre a scadente	da mediocre a scadente	da mediocre a scadente	da mediocre a scadente	da mediocre a scadente
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	nessuno o lieve	media	media	molto elevata	molto elevata	molto elevata	molto elevata	molto elevata
Ritiro o Rigonfiamento	nullo	nullo o lieve	media o scarsa	lieve o medio	lieve o medio	lieve o medio	molto elevato	molto elevato
Permeabilità	elevata							
Identificazione dei terreni in sito	facilmente individuabile a vista	aspri al tatto - la maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo	aspri al tatto - una tenacità media o elevata allo stato asciutto indica la presenza di argilla	reagiscono alla prova di scuotimento - polverulenti e poco tenaci allo stato asciutto non facilmente modellabili allo stato umido	non reagiscono alla prova di scuotimento - tenaci allo stato asciutto - facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido	fibrosi di color bruno o nero - facilmente individuabili a vista		



LEGENDA: OK: Conforme NC: Non Conforme NE: Non Eseguito

ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa**

richiesta del **10-giu-16**

accettazione

Extra

identificazione del campione **S09 12,50**

cava di provenienza **Senago**

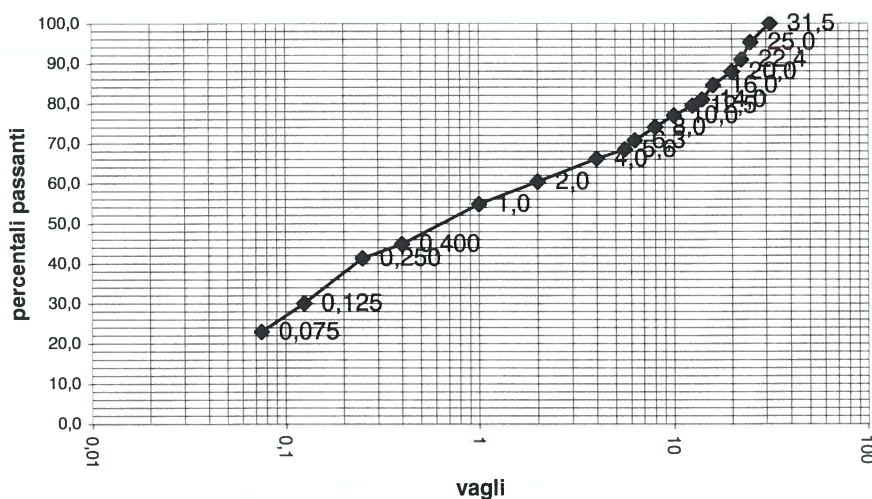
metodo usato **Lavaggio e stacciatura**

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	
45,0	
40,0	
31,5	100,0
25,0	95,2
22,4	90,9
20,0	87,9
16,0	84,5
14,0	80,9
12,5	79,4
10,0	76,9
8,0	74,0
6,3	70,7
5,6	68,5
4,0	66,2
2,0	60,5
1,0	54,8
0,400	44,9
0,250	41,3
0,125	30,1
0,075	23,0

Umidità **7,8**

modulo di finezza **3,0**

passante allo staccio 0,063 **23,0**



Trescore B.rio, lì

17-giu-16

CERT.N° **827839**

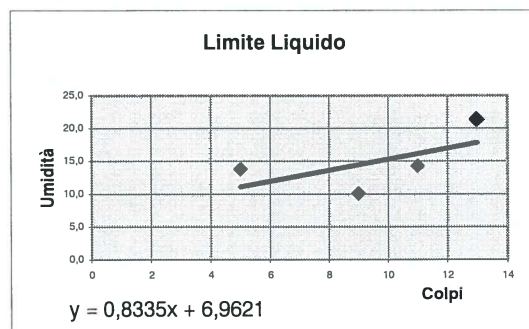
Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

Campione S09 12,50 **Committente/Produttore** Artifoni Spa
Luogo di prelievo Senago **Tipo di Materiale** Terre da Scavo
Data Prelievo 10/06/2016 **Data fine analisi** 17/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	5	23,1	20,3	13,8
2	9	18,6	16,9	10,1
3	13	19,3	15,9	21,4
4	11	26,4	23,1	14,3
5				



Limite Liquido: 27,8

Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	12,1	9,6	20,66
2	8,6	6,5	24,42

Limite Plastico: 22,5

Risultati

Limite Plastico WP	22,5 %
Limite Liquido WL	27,8 %
Indice di Plasticità $I_p = WL - WP$	5,3
Passante Staccio 2	60,5 %
Passante Staccio 0,4	44,9 %
Passante Staccio 0,075	23,0 %

CERT. N° 827864

Trescore B.rio, li 17/06/2016

lo Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

LABORATORIO
DESMA
TECNOLÓGICO

ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa**

richiesta del **10-giu-16**

accettazione

Extra

identificazione del campione **S11 2,50**

cava di provenienza **Senago**

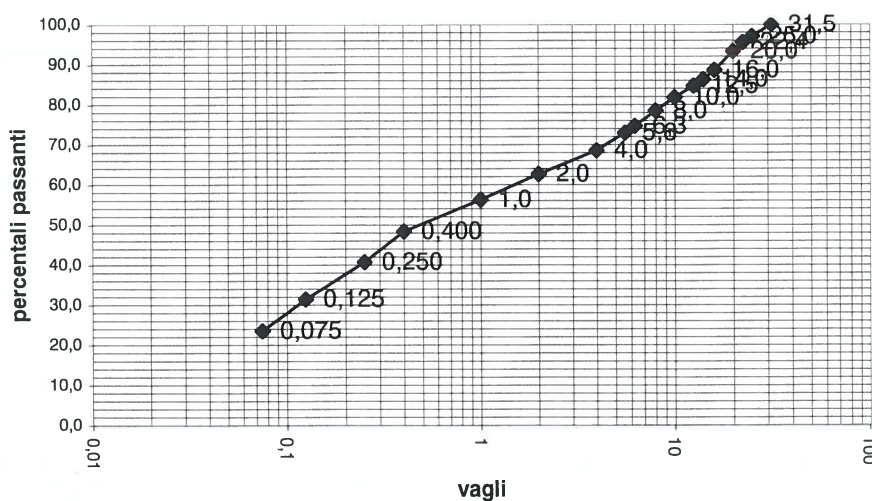
metodo usato **Lavaggio e stacciatura**

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	
45,0	
40,0	
31,5	100,0
25,0	97,0
22,4	95,5
20,0	93,3
16,0	88,6
14,0	86,2
12,5	84,6
10,0	81,8
8,0	78,5
6,3	74,6
5,6	72,9
4,0	68,5
2,0	62,6
1,0	56,3
0,400	48,4
0,250	40,7
0,125	31,5
0,075	23,5

Umidità **13,3**

modulo di finezza **2,9**

passante allo staccio 0,063 **23,5**



Trescore B.rio, li

17-giu-16

CERT.N° **827840**

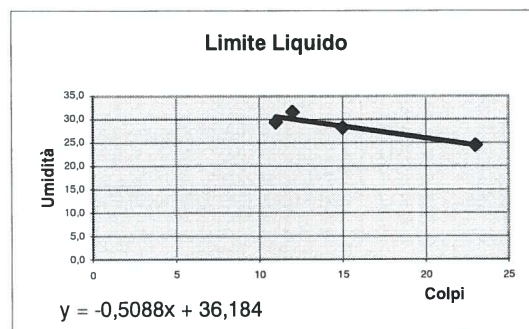
Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

Campione S11 2,50 **Committente/Produttore** Artifoni Spa
Luogo di prelievo Senago **Tipo di Materiale** Terre da Scavo
Data Prelievo 10/06/2016 **Data fine analisi** 17/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	11	18,5	14,3	29,4
2	23	17,3	13,9	24,5
3	12	20,8	15,8	31,6
4	15	20,9	16,3	28,2
5				



Limite Liquido: 23,5

Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	6,2	4,9	20,97
2	7,5	5,7	24,00

Limite Plastico: 22,5

Risultati

Limite Plastico WP	22,5 %
Limite Liquido WL	23,5 %
Indice di Plasticità $I_p = WL - WP$	1,0
Passante Staccio 2	62,6 %
Passante Staccio 0,4	48,4 %
Passante Staccio 0,075	23,5 %

CERT. N° 827865

Trescore B.rio, li 17/06/2016

lo Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

CLASSIFICA DELLE TERRE (AASHTO e CNR-UNI 10006)

COMMITTENTE: CAMPIONE:	Artifoni Spa S11 5,00	DATA RICHIESTA: CAVA/CANTIERE:	10/06/2016 Senago	GRANULOMETRIA: ALTRI REPORT:	827841 827866	DEL: DEL:	17 giugno 2016 17 giugno 2016
Classificazione Generale	Terre limo - argillose						
Gruppo	Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%						
Sottogruppo	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Analisi Granulometrica	A1-a	A1-b	A2-4	A2-5	A2-6	A2-7	A7-5
Passante al setaccio UNI 2332							
2 mm(%)	≤50	NC					
0,4mm(%)	≤30	NC					
0,075mm(%)	≤15	NC					
Caratteristiche della frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,4mm							
Limite liquido(WL%)							
Indice di plasticità	≤6	OK					
Indice di Gruppo(IG)	0	OK	0	OK	0	OK	0
Conformità	NC	CONFORME	NC	CONFORME	NC	NC	NC
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, sorie vulcaniche, pozzolane	Sabbia fina	ghiaia e sabbia limosa o argillosa	limi poco compressibili	limi fortemente compressibili	argille fortemente compressibili mediamente plastiche	argille fortemente compressibili plastiche
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza gelo	da eccellente a buono						
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	da mediocre a scadente						
Ritiro o Rigonfiamento	nessuno o lieve	media	molto elevata	media	elevata	media	
Permeabilità	nullo	nullo o lieve	media o scarsa	lieve o medio	elevato	molto elevato	
Identificazione dei terreni in sito	facilmente individuabile a vista	aspri al tatto - la maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo	aspri al tatto - una tenacità media o elevata allo stato asciutto indica la presenza di argilla	reagiscono alla prova di scuotimento - poveri e poco tenaci allo stato asciutto non facilmente modellabili allo stato umido	non reagiscono alla prova di scuotimento - tenaci allo stato asciutto - facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido	fibrosi di color bruno o nero - facilmente individuabili a vista	

DESMA: OK; Conforme NC: Non Conforme NE: Non Eseguito

desma srl - società unipersonale - sede operativa e laboratorio:

via g. galilei, 92 - 24069 trescore balneario - tel. 035.4258567 - fax 035.4271932 - laboratorio@desmasrl.it - www.desmasrl.it

sede legale: via ponchielli, 51 - 24125 bergamo - c.f. e p.iva 03871530162 - rea bg 415559 - capitale sociale 10.000,00 € i.v.



ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa**

richiesta del **10-giu-16**

accettazione

Extra

identificazione del campione **S11 5,00**

cava di provenienza **Senago**

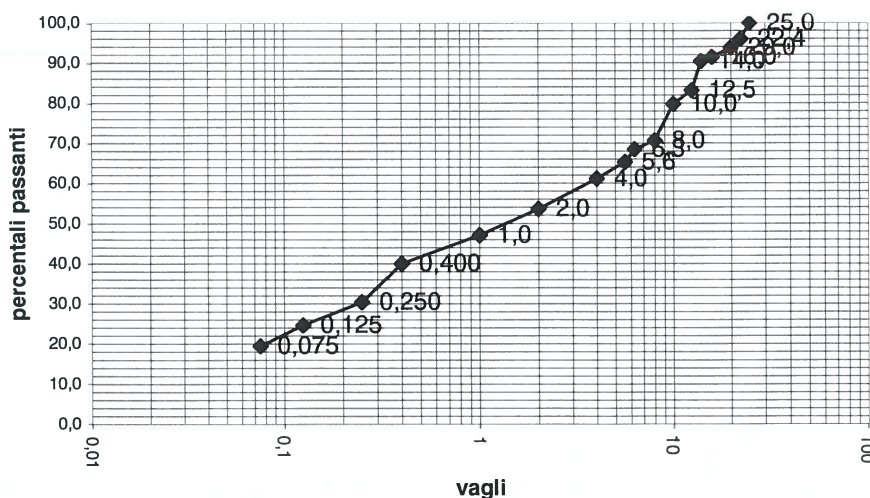
metodo usato **Lavaggio e stacciatura**

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	
45,0	
40,0	
31,5	
25,0	100,0
22,4	95,9
20,0	93,8
16,0	91,5
14,0	90,4
12,5	83,2
10,0	79,7
8,0	70,7
6,3	68,4
5,6	65,2
4,0	61,2
2,0	53,6
1,0	47,1
0,400	40,0
0,250	30,4
0,125	24,6
0,075	19,5

Umidità **18,9**

modulo di finezza **3,4**

passante allo staccio 0,063 **19,5**



Trescore B.rio, lì

17-giu-16

CERT.N° **827841**

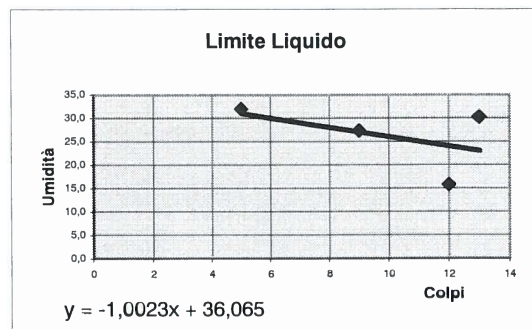
Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

Campione S11 5,00 **Committente/Produttore** Artifoni Spa
Luogo di prelievo Senago **Tipo di Materiale** Terre da Scavo
Data Prelievo 10/06/2016 **Data fine analisi** 17/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	5	22,3	16,9	32,0
2	12	26,5	22,9	15,7
3	9	21,9	17,2	27,3
4	13	30,2	23,2	30,2
5				



Limite Liquido: 11,0

Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	12,9	10,6	17,83
2	11,5	8,1	29,57

Limite Plastico: 23,7

Risultati

Limite Plastico WP	23,7 %
Limite Liquido WL	11,0 %
Indice di Plasticità $I_p = WL - WP$	0,0
Passante Staccio 2	53,6 %
Passante Staccio 0,4	40,0 %
Passante Staccio 0,075	19,5 %

CERT. N° 827866

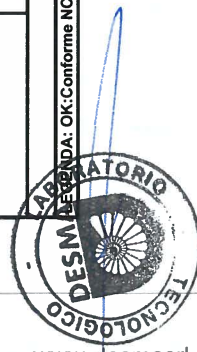
Trescore B.rio, li 17/06/2016

Io Sperimentatore

Il Responsabile di Laboratorio

COMMITTENTE:	Artifon Spa	DATA RICHIESTA:	10/06/2016	GRANULOMETRIA:	827842	DEL:	17 giugno 2016
CAMPIONE:	S11 7,50	CAVACANTIERE:	Senago	ALTRI REPORT:	827867	DEL:	17 giugno 2016

Classificazione Generale		Terre ghiaio-sabbiose										Terre limo - argillose									
Gruppo		Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%					Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm > 35%					Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm > 35%									
		A1		A2		A3		A4		A5		A6		A7		A8					
Sottogruppo		A1-a	A1-b	A2-4	A2-5	A2-6	A2-7	A4	A5	A6	A7-5	A7-6									
Analisi Granulometrica Passante al setaccio UNI 2332 2 mm(%) 0,4mm(%) 0,075mm(%)	≤50	NC																			
	≤30	NC	≤50	OK	>50	NC															
	≤15	NC	≤25	OK	≤10	NC	≤35	OK	≤35	OK	>35	NC	>35	NC	>35	NC					
Caratteristiche della frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,4mm Limite liquido(WL %)																					
Indice di plasticità	≤6	OK	≤6	OK	N.P.																
Indice di Gruppo(IG)	0	OK	0	OK	0	OK	≤4	OK	≤4	OK	≤8	OK	≤12	OK	≤16	OK					
Conformità	NC	CONFORME	NC	CONFORME	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC					
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia ghiaia o breccia sabbiosa,sabbia grossa, pomice, scone vulcaniche, pozzolane	Sabbia fina	ghiaia e sabbia limosa o argillosa					limi poco compressibili	limi fortemente compressibili	argille poco compressibili	argille fortemente compressibili mediamente plastiche	argille fortemente compressibili fortemente plastiche	torbe di recente o remota formazione, di eriti organici di origine palustre								
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza gelo	da eccellente a buono		da mediocre a scadente										da scartare come sottofondo								
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	nessuno o lieve		media		molto elevata		media		elevata		media										
Ritiro o Rigonfiamento	nullo		nullo o lieve		media o scarsa		lieve o medio		elevato		molto elevato										
Permeabilità	elevata																				
Identificazione dei terreni in sito	facilmente individuabile a vista		aspri al tatto - incoerenti allo stato asciutto		la maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo poco tenaci allo stato asciutto indica la presenza di argilla		reagiscono alla prova di scuotimento - polverulenti e poco tenaci allo stato asciutto non facilmente modellabili allo stato umido		non reagiscono alla prova di scuotimento - tenaci allo stato asciutto - facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido		fibrosi di color bruno o nero - facilmente individuabili a vista										



ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa**

richiesta del **10-giu-16**

accettazione

Extra

identificazione del campione **S11 7,50**

cava di provenienza **Senago**

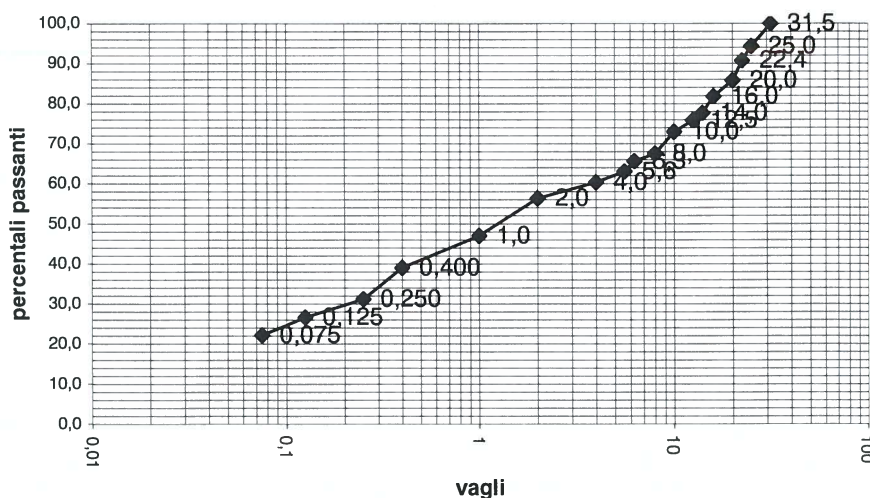
metodo usato **Lavaggio e stacciatura**

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	
45,0	
40,0	
31,5	100,0
25,0	94,3
22,4	90,7
20,0	85,8
16,0	81,8
14,0	77,6
12,5	75,8
10,0	72,9
8,0	67,5
6,3	65,6
5,6	63,1
4,0	60,3
2,0	56,4
1,0	47,0
0,400	39,0
0,250	31,2
0,125	26,6
0,075	22,2

Umidità **16,5**

modulo di finezza **3,4**

passante allo staccio 0,063 **22,2**



Trescore B.rio, li

17-giu-16

CERT.N° **827842**

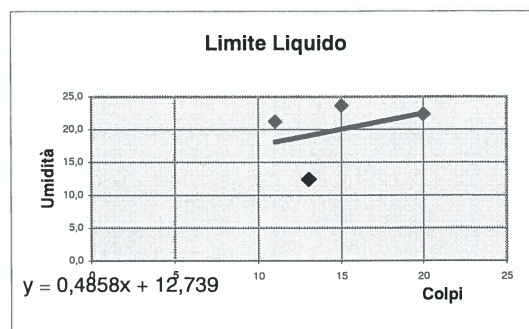
Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

Campione	S11 7,50	Committente/Produttore	Artifoni Spa
Luogo di prelievo	Senago	Tipo di Materiale	Terre da Scavo
Data Prelievo	10/06/2016	Data fine analisi	17/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	20	26,3	21,5	22,3
2	15	25,1	20,3	23,6
3	11	19,4	16	21,3
4	13	13,6	12,1	12,4
5				


Limite Liquido: 24,9
Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	9	6,9	23,33
2	11,3	7,9	30,09

Limite Plastico: 26,7
Risultati

Limite Plastico WP	26,7 %
Limite Liquido WL	24,9 %
Indice di Plasticità Ip=WL-WP	0,0
Passante Staccio 2	56,4 %
Passante Staccio 0,4	39,0 %
Passante Staccio 0,075	22,2 %

CERT. N° 827867
Trescore B.rio, li 17/06/2016

Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

CLASSIFICA DELLE TERRE (AASHTO e CNR-UNI 10006)

COMMITTENTE: CAMPIONE:		Artifoni Spa S11 10,00	DATA RICHIESTA: CAVA/CANTIERE:	10/06/2016 Senago	GRANULOMETRIA: ALTRI REPORT:	827843 827868	DEL: DEL:	17 giugno 2016 17 giugno 2016
Classificazione Generale	Terre ghiaio-sabbiose				Terre limo - argillose			
	Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%				Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm > 35%			
	A1				A2			
	A3				A4			
Gruppo	A1-a				A2-4			
	A1-b				A2-5			
	A2				A2-6			
	A2-7				A2-8			
Sottogruppo	A3				A4			
	A5				A6			
	A7				A7-5			
	A8				A7-6			
Analisi Granulometrica	Passante al setaccio UNI 2332				Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm > 35%			
	2 mm(%)				NC			
	0,4mm(%)				NC			
	0,075mm(%)				NC			
Caratteristiche della frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,4mm	Limite liquido(WL%)				NC			
	Indice di plasticità				NC			
	Indice di Gruppo(IG)				NC			
	Conformità				NC			
Tipi usuali dei materiali costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, sabbie vulcaniche, pozzolane				ghiaia e sabbia limosa o argillosa			
	Sabbia fina				limi poco compressibili			
	limi fortemente compressibili				argille fortemente compressibili			
	argille fortemente compressibili plastiche				argille fortemente compressibili plastiche			
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza gelo	da eccellente a buono				da mediocre a scadente			
	nessuno o lieve				media			
	nullo				molto elevata			
	elevata				lieve o medio			
Ritiro o Rigonfiamento Permeabilità	nullo				media o scarsa			
	elevata				nullo o lieve			
	facilmente individuabile a vista				la maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo			
	incoerenti allo stato asciutto				aspri al tatto - una tenacità media o elevata allo stato asciutto indica la presenza di argilla			
Identificazione dei terreni in sito	aspri al tatto - la maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo				non reagiscono alla prova di scuotimento - tenaci allo stato asciutto			
	facilmente individuabile a vista				non reagiscono alla prova di scuotimento - facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido			
	incoerenti allo stato asciutto				fibrosi di color bruno o nero - facilmente individuabili a vista			
	facilmente individuabili a vista				da scartare come sottofondo			



desma srl - società unipersonale - sede operativa e laboratorio:

via g. galilei, 92 - 24069 trescore balneario - tel. 035.4258567 - fax 035.4271932 - laboratorio@desmasrl.it - www.desmasrl.it

sede legale: via ponchielli, 51 - 24125 bergamo - c.f. e p.iva 03871530162 - rea bg 415559 - capitale sociale 10.000,00 € i.v.

ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa**

richiesta del **10-giu-16**

accettazione

Extra

identificazione del campione **S11 10,00**

cava di provenienza **Senago**

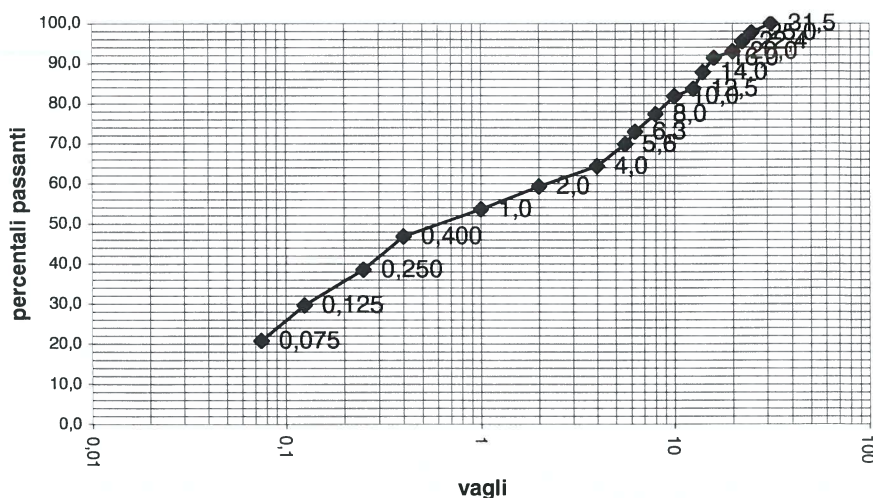
metodo usato **Lavaggio e stacciatura**

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	
45,0	
40,0	
31,5	100,0
25,0	97,7
22,4	95,5
20,0	93,0
16,0	91,3
14,0	87,8
12,5	83,6
10,0	81,8
8,0	77,4
6,3	72,9
5,6	69,8
4,0	64,3
2,0	59,3
1,0	53,6
0,400	46,9
0,250	38,5
0,125	29,7
0,075	20,8

Umidità **10,7**

modulo di finezza **3,1**

passante allo staccio 0,063 **20,8**



Trescore B.rio, lì

17-giu-16

CERT.N° **827843**

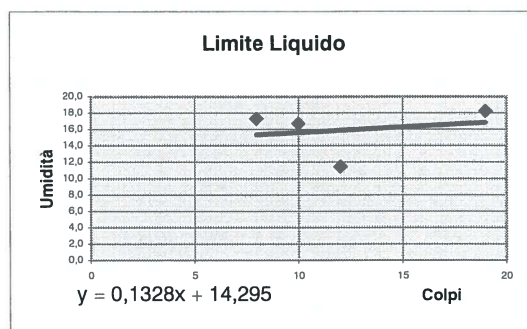
Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

Campione S11 10,00 **Committente/Produttore** Artifoni Spa
Luogo di prelievo Senago **Tipo di Materiale** Terre da Scavo
Data Prelievo 10/06/2016 **Data fine analisi** 17/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	12	26,3	23,6	11,4
2	19	20,1	17	18,2
3	10	31,4	26,9	16,7
4	8	28,5	24,3	17,3
5				



Limite Liquido: 17,6

Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	16,1	14	13,04
2	13,4	11,2	16,42

Limite Plastico: 14,7

Risultati

Limite Plastico WP	14,7 %
Limite Liquido WL	17,6 %
Indice di Plasticità $I_p = WL - WP$	2,9
Passante Staccio 2	59,3 %
Passante Staccio 0,4	46,9 %
Passante Staccio 0,075	20,8 %

CERT. N° 827868

Trescore B.rio, li 17/06/2016

Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

CLASSIFICA DELLE TERRE (AASHTO e CNR-UNI 10006)

COMMITTENTE: CAMPIONE:		Artifoni Spa S11 12,50		DATA RICHIESTA: CAVA/CANTIERE:		10/06/2016 Senago		GRANULOMETRIA: ALTRI REPORT:		827844 827869		DEL: DEL:		17 giugno 2016 17 giugno 2016					
Classificazione Generale		Terre ghiaio-sabbiose										Terre limo - argillose							
Gruppo		Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%										Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm > 35%							
Sottogruppo		A1		A3		A2		A4		A5		A6		A7		A8			
		A1-a		A1-b		A2-1		A2-2		A2-3		A2-4		A2-5		A2-6		A2-7	
Analisi Granulometrica Passante al setaccio UNI 2332																			
2 mm(%)		≤50		NC															
0,4mm(%)		≤30		NC															
0,075mm(%)		≤15		NC															
Caratteristiche della frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,4mm																			
Limite liquido(WL%)																			
Indice di plasticità		≤6		OK		N.P.													
Indice di Gruppo(IG)		0		OK		0		OK		0		OK		0		OK		0	
Conformità		NC		CONFORME		NC		CONFORME		NC		CONFORME		NC		CONFORME		NC	
Tipi usuali dei materiali costituenti il gruppo		Ghiaia o breccia,ghiaia o breccia sabbiosa,sabbia grossa, pomice, sctorie vulcaniche, pozzolane		Sabbia fina		ghiaia e sabbia limosa o argillosa		limi poco compressibili		limi fortemente compressibili		argille poco compressibili		argille fortemente compressibili mediamente plastiche		argille fortemente compressibili fortemente plastiche		torbe di recente o remota formazione, detriti organici di origine palustre	
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza gelo		da eccellente a buono		da mediocre a scadente		da scartare come sottofondo													
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo		nessuno o lieve		media		molto elevata		media		elevata		media		molto elevato		fibrosi di color bruno o nero - facilmente individuabili a vista			
Ritiro o Rigonfiamento		nullo		media o scarsa		lieve o medio		scarsa o nulla		molto elevato		molto elevato		molto elevato		molto elevato			
Permeabilità		nullo		elevata		media o scarsa		lieve o medio		scarsa o nulla		molto elevato		molto elevato		molto elevato			
Identificazione dei terreni in sito		facilmente individuabile a vista		aspri al tatto - la maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo		poco tenaci allo stato asciutto		non facilmente modellabili allo stato umido		regiscono alla prova di scuotimento - polverulenti e poco tenaci allo stato asciutto		non reagiscono alla prova di scuotimento - tenaci allo stato asciutto - facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido		non reagiscono alla prova di scuotimento - tenaci allo stato asciutto - facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido		non reagiscono alla prova di scuotimento - tenaci allo stato asciutto - facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido		non reagiscono alla prova di scuotimento - tenaci allo stato asciutto - facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido	



desma srl - società unipersonale - sede operativa e laboratorio:

via g. galilei, 92 - 24069 trescore balneario - tel. 035.4258567 - fax 035.4271932 - laboratorio@desmasrl.it - www.desmasrl.it

sede legale: via ponchielli, 51 - 24125 bergamo - c.f. e p.iva 03871530162 - rea bg 415559 - capitale sociale 10.000,00 € i.v.

ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa**

richiesta del **10-giu-16**

accettazione

Extra

identificazione del campione **S11 12,50**

cava di provenienza **Senago**

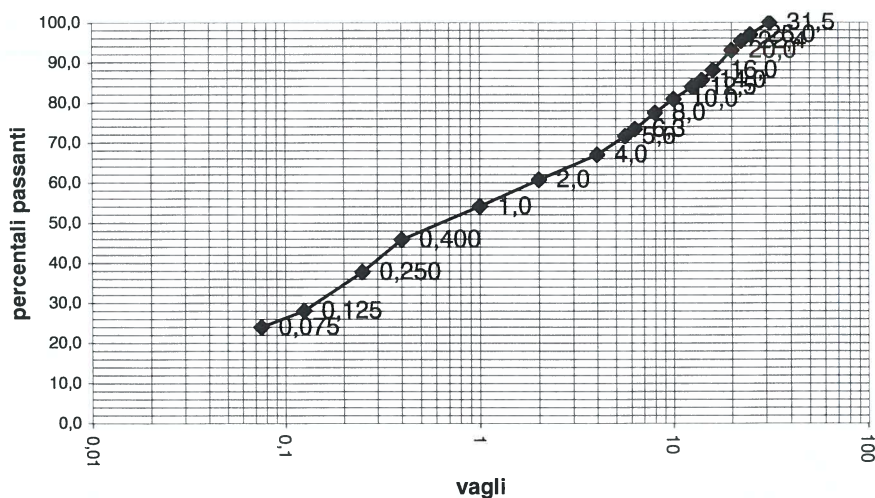
metodo usato **Lavaggio e stacciatura**

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	
45,0	
40,0	
31,5	100,0
25,0	96,9
22,4	95,3
20,0	93,0
16,0	88,0
14,0	85,6
12,5	83,9
10,0	80,9
8,0	77,4
6,3	73,3
5,6	71,6
4,0	67,0
2,0	60,8
1,0	54,1
0,400	45,8
0,250	37,7
0,125	28,1
0,075	24,0

Umidità **8,7**

modulo di finezza **3,1**

passante allo staccio 0,063 **24,0**



Trescore B.rio, li

17-giu-16

CERT.N° **827844**

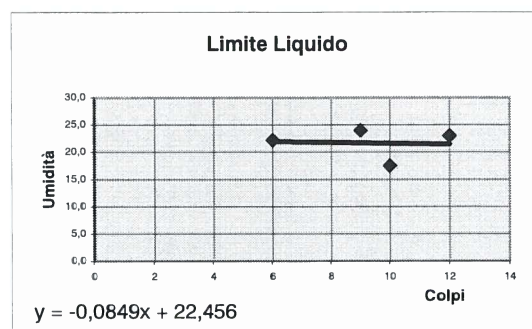
Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

Campione S11 12,50 **Committente/Produttore** Artifoni Spa
Luogo di prelievo Senago **Tipo di Materiale** Terre da Scavo
Data Prelievo 10/06/2016 **Data fine analisi** 17/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	10	33,6	28,6	17,5
2	12	25,1	20,4	23,0
3	9	36,7	29,6	24,0
4	6	28,1	23	22,2
5				



Limite Liquido: 20,3

Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	9	6,9	23,33
2	11,3	7,9	30,09

Limite Plastico: 26,7

Risultati

Limite Plastico WP	26,7 %
Limite Liquido WL	20,3 %
Indice di Plasticità $I_p = WL - WP$	0,0
Passante Staccio 2	60,8 %
Passante Staccio 0,4	45,8 %
Passante Staccio 0,075	24,0 %

CERT. N° 827869

Trescore B.rio, li 17/06/2016

Il Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

CLASSIFICA DELLE TERRE (AASHTO e CNR-UNI 10006)

COMMITTENTE: Artifoni Spa		DATA RICHIESTA: 10/06/2016		GRANULOMETRIA: 827845		DEL: 17 giugno 2016											
CAMPIONE: S12 2,50		CAVA/CANTIERE: Senago		ALTRI REPORT: 827870		DEL: 17 giugno 2016											
Classificazione Generale		Terre ghiaio-sabbiose															
Gruppo		Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%															
Sottogruppo		Terre limo - argillose															
		Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm > 35%															
		A1		A2		A3		A4		A5		A6		A7		A8	
		A1-a		A1-b		A2-4		A2-5		A2-6		A2-7		A3		A4	
Analisi Granulometrica		OK		NC		OK		OK		OK		OK		NC		NC	
Passante al setaccio UNI 2332		≤50		≤30		≤15		OK		OK		OK		NC		NC	
2 mm(%)		OK		NC		OK		OK		OK		OK		NC		NC	
0,4mm(%)		OK		NC		OK		OK		OK		OK		NC		NC	
0,075mm(%)		OK		NC		OK		OK		OK		OK		NC		NC	
Caratteristiche della frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,4mm		OK		NC		OK		OK		OK		OK		NC		NC	
Limite liquido(WL%)		OK		NC		OK		OK		OK		OK		NC		NC	
Indice di plasticità		OK		NC		OK		OK		OK		OK		NC		NC	
Indice di Gruppo(G)		OK		OK		OK		OK		OK		OK		OK		OK	
Conformità		NC		CONFORME		NC		CONFORME		NC		NC		NC		NC	
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo		Ghiaia o breccia,ghiaia o breccia sabbiosa,sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane		Sabbia fina		ghiaia e sabbia limosa o argillosa											
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza gelo		da eccellente a buono		da mediocre a scadente		da scartare come sottofondo											
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo		nessuno o lieve		media		molto elevata		media		elevata		media					
Ritiro o Rigonfiamento		nullo		nullo o lieve		media o scarsa											
Permeabilità		elevata		media o scarsa													
Identificazione dei terreni in sito		facilmente individuabile a vista		aspri al tatto - incoerenti allo stato asciutto		la maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo		scuotimento - polverulenti poco tenaci allo stato asciutto non facilmente modellabili allo stato umido		non reagiscono alla prova di scuotimento - tenaci allo stato asciutto - facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido		fibrosi di color bruno o nero - facilmente individuabili a vista					

LABORATORIO
DESMA
TECNOLOGICO

desma srl - società unipersonale - sede operativa e laboratorio:

via g. galilei, 92 - 24069 trescore balneario - tel. 035.4258567 - fax 035.4271932 - laboratorio@desmasrl.it - www.desmasrl.it

sede legale: via ponchielli, 51 - 24125 bergamo - c.f. e p.iva 03871530162 - rea bg 415559 - capitale sociale 10.000,00 € i.v.

ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa**

richiesta del **10-giu-16**

accettazione

Extra

identificazione del campione **S12 2,50**

cava di provenienza **Senago**

metodo usato **Lavaggio e stacciatura**

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	
45,0	
40,0	
31,5	100,0
25,0	96,1
22,4	92,6
20,0	88,4
16,0	84,1
14,0	80,7
12,5	77,8
10,0	73,6
8,0	68,9
6,3	62,1
5,6	57,9
4,0	54,5
2,0	48,3
1,0	38,6
0,400	31,9
0,250	26,6
0,125	21,0
0,075	14,6

Umidità

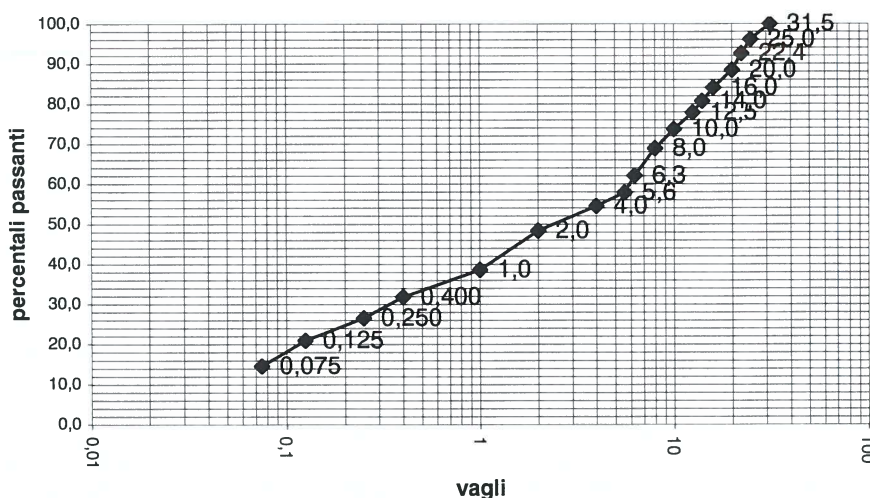
18,6

modulo di finezza

3,8

passante allo staccio 0,063

14,6



Trescore B.rio, li

17-giu-16

CERT.N° **827845**

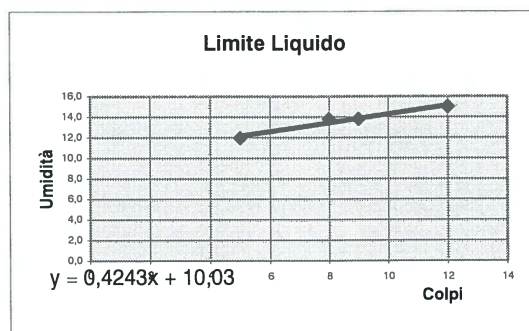
Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

Campione S12 2,50 **Committente/Produttore** Artifoni Spa
Luogo di prelievo Senago **Tipo di Materiale** Terre da Scavo
Data Prelievo 10/06/2016 **Data fine analisi** 17/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	5	15,9	14,2	12,0
2	9	13,2	11,6	13,8
3	12	20,7	18	15,0
4	8	25,6	22,5	13,8
5				



Limite Liquido: 20,6

Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	6,9	6	13,04
2	12	9,7	19,17

Limite Plastico: 16,1

Risultati

Limite Plastico WP	16,1 %
Limite Liquido WL	20,6 %
Indice di Plasticità Ip=WL-WP	4,5
Passante Staccio 2	48,3 %
Passante Staccio 0,4	31,9 %
Passante Staccio 0,075	14,6 %

CERT. N° 827870

Trescore B.rio, lì 17/06/2016

Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

CLASSIFICA DELLE TERRE (AASHTO e CNR-UNI 10006)

COMMITTENTE: Artifoni Spa		DATA RICHIESTA: 10/06/2016		GRANULOMETRIA: 827846		DEL: 17 giugno 2016		
CAMPIONE: S12 5,00		CAVA/CANTIERE: Senago		ALTRI REPORT: 827871		DEL: 17 giugno 2016		
Classificazione Generale	Terre ghiaio-sabbiose				Terre limo - argillose			
	Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%				Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm > 35%			
Gruppo	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
Sottogruppo	A1-a	A1-b	A2-4	A2-5	A2-6	A2-7	A7-5	A7-6
Analisi Granulometrica Passante al setaccio UNI 2332								
	≤50	NC						
	≤30	NC	≤50	OK	>50	NC		
	0,4mm(%)	≤30	NC	≤50	OK	>30	NC	
0,075mm(%)	≤15	NC	≤10	NC	≤35	OK	>35	NC
Caratteristiche della frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,4mm								
Limite liquido(WL%)								
Indice di plasticità	≤6	OK	≤6	OK	>10	NC	>10	NC
Indice di Gruppo(IG)	0	OK	0	OK	≤4	OK	≤20	OK
Conformità	NC	CONFORME	NC	CONFORME	NC	NC	NC	NC
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane	ghiaia e sabbia limosa o argillosa			limi poco compressibili		argille fortemente compressibili mediamente plastiche	
					limi fortemente compressibili		argille fortemente compressibili fortemente plastiche	
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza gelo	da eccellente a buono			da mediocre a scadente				
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	nessuno o lieve			media		molto elevata		media
	nullo			nullo o lieve		lieve o medio		molto elevato
Ritiro o Rigonfiamento	nullo			media o scarsa		scarsa o nulla		
Permeabilità	elevata							
Identificazione dei terreni in sito	facilmente individuabile a vista			la maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo		reagiscono alla prova di scuotimento - polverulenti e poco tenaci allo stato asciutto		non reagiscono alla prova di scuotimento - tenaci allo stato asciutto - facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido
	aspri al tatto - incoerenti allo stato asciutto			indica la presenza di argilla		non facilmente modellabili allo stato umido		fibrosi di color bruno o nero - facilmente individuabili a vista



desma srl - società unipersonale - sede operativa e laboratorio:

via g. galilei, 92 - 24069 trescore balneario - tel. 035.4258567 - fax 035.4271932 - laboratorio@desmasrl.it - www.desmasrl.it

sede legale: via ponchielli, 51 - 24125 bergamo - c.f. e p.iva 03871530162 - rea bg 415559 - capitale sociale 10.000,00 € i.v.

ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa**

richiesta del **10-giu-16**

accettazione

Extra

identificazione del campione **S12 5,00**

cava di provenienza **Senago**

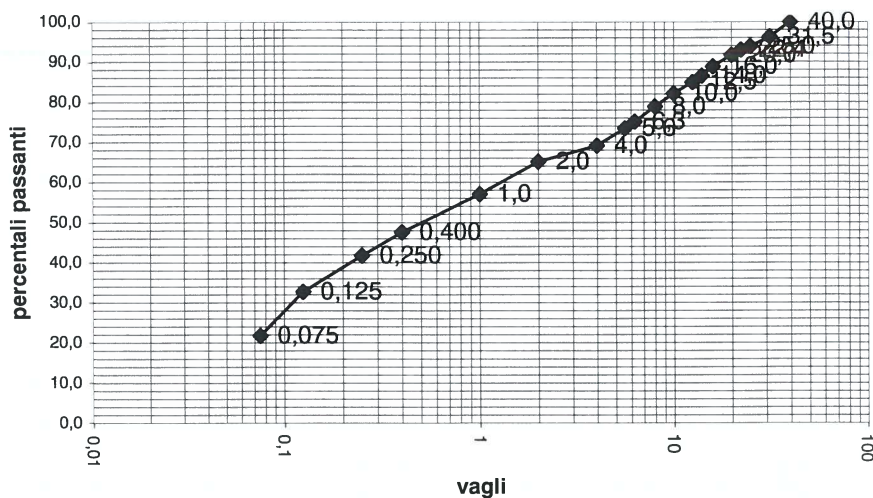
metodo usato **Lavaggio e stacciatura**

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	
45,0	
40,0	100,0
31,5	96,3
25,0	93,9
22,4	93,0
20,0	91,7
16,0	88,8
14,0	86,5
12,5	84,9
10,0	82,1
8,0	78,9
6,3	75,1
5,6	73,4
4,0	69,1
2,0	65,1
1,0	57,1
0,400	47,6
0,250	41,8
0,125	32,7
0,075	21,8

Umidità **12,2**

modulo di finezza **2,9**

passante allo staccio 0,063 **21,8**



Trescore B.rio, lì

17-giu-16

CERT.N° **827846**

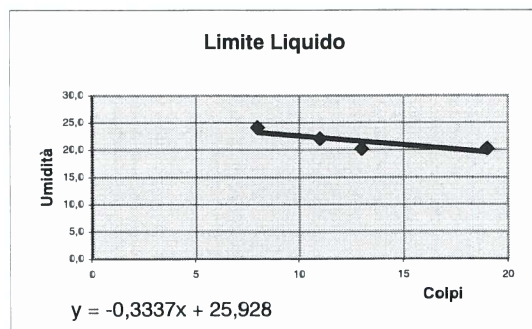
Io Sperimentatore

Il Responsabile di Laboratorio

Campione S12 5,00 **Committente/Produttore** Artifoni Spa
Luogo di prelievo Senago **Tipo di Materiale** Terre da Scavo
Data Prelievo 10/06/2016 **Data fine analisi** 17/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	19	26,1	21,7	20,3
2	8	29,3	23,6	24,2
3	11	30,4	24,9	22,1
4	13	27,4	22,8	20,2
5				



Limite Liquido: 17,6

Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	7,4	6	18,92
2	9,6	7,5	21,88

Limite Plastico: 20,4

Risultati

Limite Plastico WP	20,4 %
Limite Liquido WL	17,6 %
Indice di Plasticità Ip=WL-WP	0,0
Passante Staccio 2	65,1 %
Passante Staccio 0,4	47,6 %
Passante Staccio 0,075	21,8 %

CERT. N° 827871

Trescore B.rio, lì 17/06/2016

lo Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

CLASSIFICA DELLE TERRE (AASHTO e CNR-UNI 10006)

COMMITTENTE: CAPIONE:	Artifoni Spa S12 7,50	DATA RICHIESTA: CAVA/CANTIERE:	10/06/2016 Senago	GRANULOMETRIA: ALTRI REPORT:	827847 827872	DEL: DEL:	17 giugno 2016 17 giugno 2016
Classificazione Generale	Terre limo - argillose Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm > 35%						
Gruppo	Terre ghiaio-sabbiose Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%						
Sottogruppo	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Analisi Granulometrica	A1-a	A1-b	A2-4	A2-5	A2-6	A2-7	A7-6
Passante al setaccio UNI 2332	≤50	≤50	≤50	≤50	≤50	≤50	≤50
2 mm(%)	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
0,4mm(%)	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
0,075mm(%)	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Caratteristiche della frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,4mm	≤6	≤6	≤6	≤6	≤6	≤6	≤6
Limite liquido(WL%)	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Indice di plasticità	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Indice di Gruppo(IG)	0	0	0	0	0	0	0
Conformità	NC	CONFORME	NC	CONFORME	NC	NC	NC
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, sponde vulcaniche, pozzolane	Sabbia fina	ghiaia e sabbia limosa o argillosa	limi poco compressibili	argille poco compressibili	argille fortemente compressibili	argille fortemente compressibili
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza gelo	da eccellente a buono						
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	da mediocre a scadente						
Ritiro o Rigonfiamento Permeabilità	nessuno o lieve	media	molto elevata	media	elevata	molto elevato	fibrosi di color bruno o nero - facilmente individuabili a vista
Identificazione dei terreni in sito	facilmente individuabile a vista	aspri al tatto - incoerenti allo stato asciutto	la maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo	regiscono alla prova di scuotimento - polverulenti e poco tenaci allo stato asciutto	non facilmente modellabili allo stato umido	non reagiscono alla prova di scuotimento - tenaci allo stato asciutto - facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido	facilmente individuabili a vista



ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa**

richiesta del **10-giu-16**

accettazione

Extra

identificazione del campione **S12 7,50**

cava di provenienza **Senago**

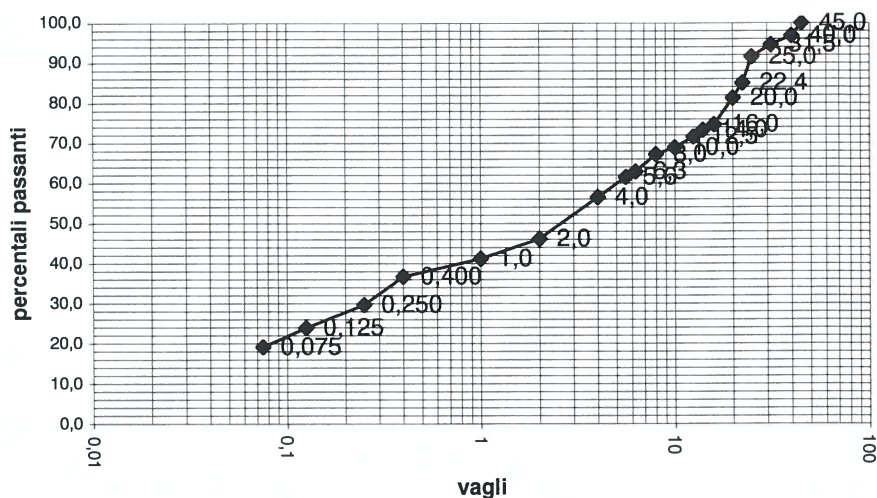
metodo usato **Lavaggio e stacciatura**

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	
45,0	100,0
40,0	96,8
31,5	94,6
25,0	91,5
22,4	85,0
20,0	81,2
16,0	74,6
14,0	73,2
12,5	71,6
10,0	68,9
8,0	67,2
6,3	62,9
5,6	61,6
4,0	56,5
2,0	46,1
1,0	41,2
0,400	36,7
0,250	29,7
0,125	24,0
0,075	19,1

Umidità **10,0**

modulo di finezza **3,7**

passante allo staccio 0,063 **19,1**



Trescore B.rio, lì

17-giu-16

CERT.N° **827847**

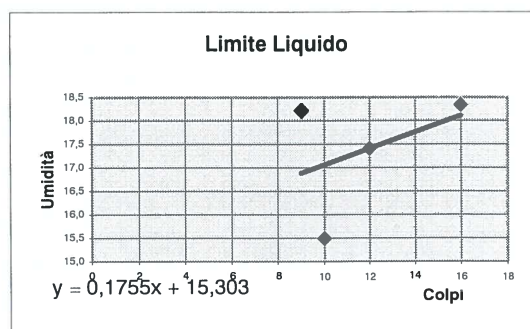
Io Sperimentatore

Il Responsabile di Laboratorio

Campione S12 7,50 **Committente/Produttore** Artifoni Spa
Luogo di prelievo Senago **Tipo di Materiale** Terre da Scavo
Data Prelievo 10/06/2016 **Data fine analisi** 17/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	16	21,3	18	18,3
2	10	16,4	14,2	15,5
3	12	23,6	20,1	17,4
4	9	26,6	22,5	18,2
5				



Limite Liquido: 19,7

Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	12,6	10	20,63
2	11,9	9,5	20,17

Limite Plastico: 20,4

Risultati

Limite Plastico WP	20,4 %
Limite Liquido WL	19,7 %
Indice di Plasticità Ip=WL-WP	0,0
Passante Staccio 2	46,1 %
Passante Staccio 0,4	36,7 %
Passante Staccio 0,075	19,1 %

CERT. N° 827872

Trescore B.rio, li 17/06/2016

Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

CLASSIFICA DELLE TERRE (AASHTO e CNR-UNI 10006)

COMMITTENTE: CAMPIONE:		Artifoni Spa S12 10,00		DATA RICHIESTA: CAVA/CANTIERE:		10/06/2016 Senago		GRANULOMETRIA: ALTRI REPORT:		827848 827873		DEL: DEL:		17 giugno 2016 17 giugno 2016													
Classificazione Generale		Terre ghiaio-sabbiose										Terre limo - argillose															
		Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%										Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm > 35%															
Gruppo		A1		A3		A2		A4		A5		A6		A7		A8											
Sottogruppo		A1-a		A1-b		A2-4		A2-5		A2-6		A2-7		A4		A5		A6		A7-5		A7-6					
Analisi Granulometrica Passante al setaccio UNI 2332		≤50																									
		OK																									
		≤30		NC		≤50		OK		NC		>50		NC													
		0,4mm(%)		≤15		NC		≤25		OK		NC		≤10		NC		>35		NC		>35		NC			
Caratteristiche della frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,4mm																											
Limite liquido(WL%)																											
Indice di plasticità		≤6		OK		≤6		OK		NC		N.P.															
Indice di Gruppo(IG)		0		OK		0		OK		0		OK		≤4		OK		≤16		OK		≤20		OK			
Conformità		NC		CONFORME		NC		CONFORME		NC		NC		NC		NC		NC		NC		NC		NC			
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo		Ghiaia o breccia,ghiaia o breccia sabbiosa,sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane		Sabbia fina		ghiaia e sabbia limosa o argillosa										limi poco compressibili		limi fortemente compressibili		argille poco compressibili		argille fortemente compressibili fortemente plastiche		argille fortemente compressibili fortemente plastiche		torbe di recente o remota formazione, di eretti organici di origine palustre	
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza gelo		da eccellente a buono										da mediocre a scadente										da scartare come sottofondo					
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo		nessuno o lieve		media										molto elevata		media		elevata		media							
Ritiro o Rigonfiamento		nullo		nullo o lieve										lieve o medio		elevato		scarsa o nulla		molto elevato							
Permeabilità		elevata		media o scarsa																							
Identificazione dei terreni in sito		facilmente individuabile a vista		la maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo aspri al tatto - una tenacità media o elevata allo stato asciutto indica la presenza di argilla										reagiscono alla prova di scuotimento - polverulenti e poco tenaci allo stato asciutto non facilmente modellabili allo stato umido		non reagiscono alla prova di scuotimento - tenaci allo stato asciutto - facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido		fibrosi di color bruno o nero - facilmente individuabili a vista									

LABORATORIO
DESMA
TECNOLOGICO

ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa**

richiesta del **10-giu-16**

accettazione

Extra

identificazione del campione **S12 10,00**

cava di provenienza **Senago**

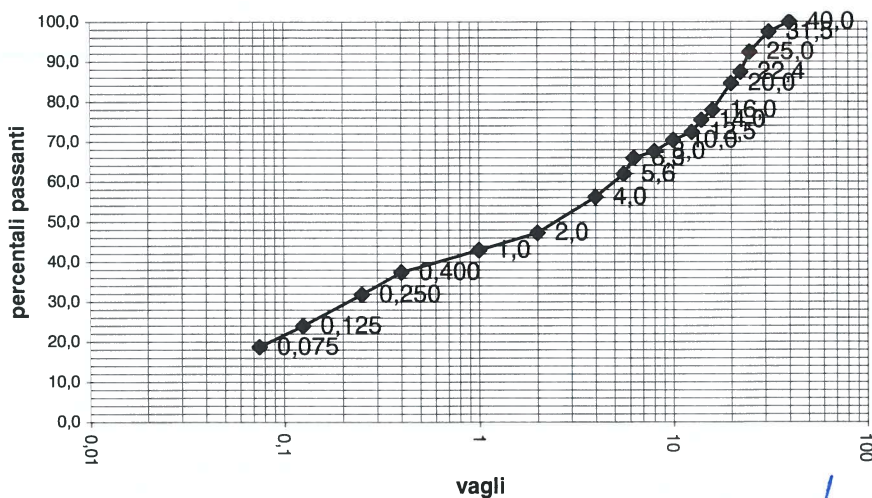
metodo usato **Lavaggio e stacciatura**

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	
45,0	
40,0	100,0
31,5	97,5
25,0	92,5
22,4	87,4
20,0	84,6
16,0	77,9
14,0	75,4
12,5	72,4
10,0	70,4
8,0	67,6
6,3	65,9
5,6	62,0
4,0	56,2
2,0	47,3
1,0	43,0
0,400	37,4
0,250	31,9
0,125	24,0
0,075	18,8

Umidità **14,6**

modulo di finezza **3,6**

passante allo staccio 0,063 **18,8**



Trescore B.rio, lì

17-giu-16

CERT.N° **827848**

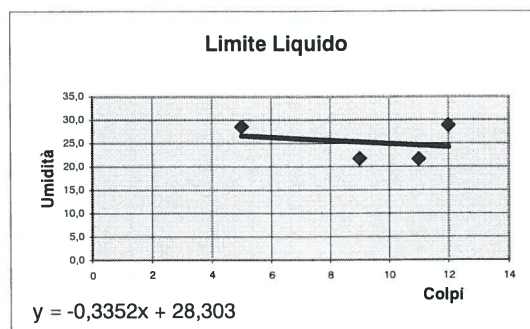
Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

Campione S12 10,00 **Committente/Produttore** Artifoni Spa
Luogo di prelievo Senago **Tipo di Materiale** Terre da Scavo
Data Prelievo 10/06/2016 **Data fine analisi** 17/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	5	26,1	20,3	28,6
2	12	25,9	20,1	28,9
3	9	28	23	21,7
4	11	16,3	13,4	21,6
5				



Limite Liquido: 19,9

Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	9,1	7,6	16,48
2	12,7	10,3	18,90

Limite Plastico: 17,7

Risultati

Limite Plastico WP	17,7 %
Limite Liquido WL	19,9 %
Indice di Plasticità Ip=WL-WP	2,2
Passante Staccio 2	47,3 %
Passante Staccio 0,4	37,4 %
Passante Staccio 0,075	18,8 %

CERT. N° 827873

Trescore B.rio, li 17/06/2016

Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

CLASSIFICA DELLE TERRE (AASHTO e CNR-UNI 10006)

COMMITTENTE: CAMPIONE:	Artifoni Spa S12 12,50	DATA RICHIESTA: CAVA/CANTIERE:	10/06/2016 Senago	GRANULOMETRIA: ALTRI REPORT:	827849 827874	DEL: DEL:	17 giugno 2016 17 giugno 2016	
Classificazione Generale	Terre ghiaio-sabbiose			Terre limo - argillose				
	Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%			Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm > 35%				
Gruppo	A1	A3	A2	A4	A5	A6	A7	A8
Sottogruppo	A1-a	A1-b	A2-4	A2-5	A2-6	A2-7	A7-5	A7-6
Analisi Granulometrica Passante al setaccio UNI 2332								
	≤50	OK						
	≤30	NC						
0,4mm(%)	≤15	NC	OK	OK	OK	NC	NC	NC
0,075mm(%)								
Caratteristiche della frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,4mm								
Limite liquido(WL %)								
Indice di plasticità	≤6	OK	OK	OK	OK	OK	NC	OK
Indice di Gruppo(IG)	0	OK	0	OK	0	OK	OK	OK
Conformità	NC	CONFORME	NC	CONFORME	NC	NC	NC	NC
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane			ghiaia e sabbia limosa o argillosa				
	Sabbia fina			limi poco compressibili				
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza gelo	da eccellente a buono			da mediocre a scadente				
	nessuno o lieve			media				
Azione dei geli sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	nullo			media o scarsa				
Ritiro o Rigonfiamento	nullo			nullo o lieve				
Permeabilità	elevata			media o scarsa o nulla				
Identificazione dei terreni in sito	facilmente individuabile a vista			la maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo				
	aspri al tatto - incoerenti allo stato asciutto			poco tenaci allo stato asciutto non facilmente modellabili allo stato umido				
fibrosi di color bruno o nero - facilmente individuabili a vista	non reagiscono alla prova di scuotimento - tenaci allo stato asciutto - facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido			non reagiscono alla prova di scuotimento - tenaci allo stato asciutto - facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido				
	da scartare come sottofondo			argille fortemente compressibili fortemente plastiche				
argille fortemente compressibili mediamente plastiche			argille poco compressibili					
limi fortemente compressibili			limi poco compressibili					
torbe di recente o remota formazione, d eriti organici di origine palustre			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
da scartare come sottofondo			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche			argille fortemente compressibili fortemente plastiche					
argille fortemente compressibili fortemente plastiche								



desma srl - società unipersonale - sede operativa e laboratorio:

via g. galilei, 92 - 24069 trescore balneario - tel. 035.4258567 - fax 035.4271932 - laboratorio@desmasrl.it - www.desmasrl.it

sede legale: via ponchielli, 51 - 24125 bergamo - c.f. e p.iva 03871530162 - rea bg 415559 - capitale sociale 10.000,00 € i.v.

ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa**

richiesta del **10-giu-16**

accettazione

Extra

identificazione del campione **S12 12,50**

cava di provenienza **Senago**

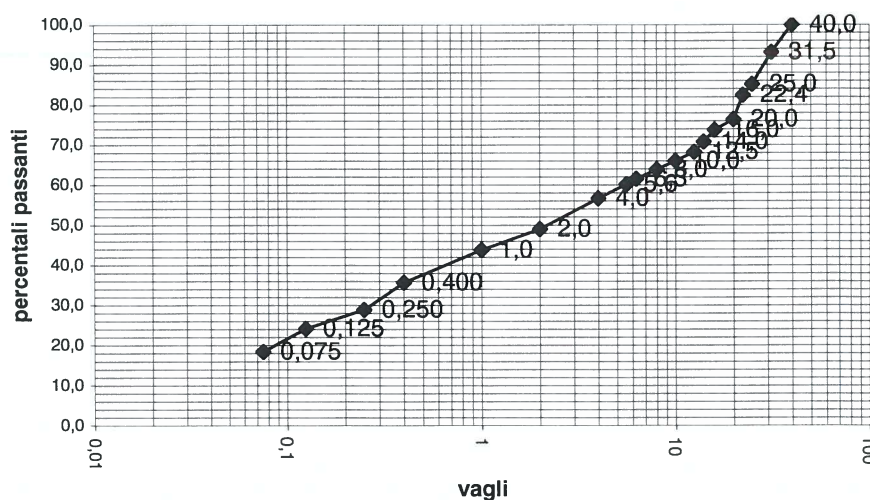
metodo usato **Lavaggio e stacciatura**

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	
45,0	
40,0	100,0
31,5	93,2
25,0	85,2
22,4	82,4
20,0	76,4
16,0	73,7
14,0	70,8
12,5	68,3
10,0	66,0
8,0	63,8
6,3	61,6
5,6	60,2
4,0	56,6
2,0	49,0
1,0	43,8
0,400	35,7
0,250	28,9
0,125	24,2
0,075	18,5

Umidità **6,3**

modulo di finezza **3,6**

passante allo staccio 0,063 **18,5**



Trescore B.rio, lì

17-giu-16

CERT.N° **827849**

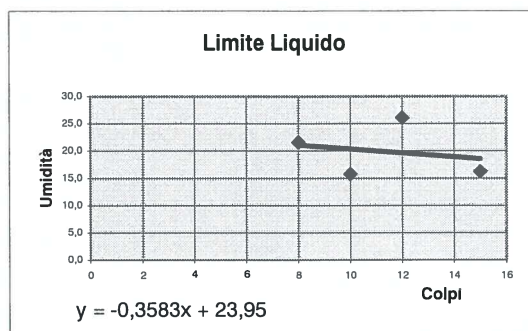
Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

Campione S12 12,50 **Committente/Produttore** Artifoni Spa
Luogo di prelievo Senago **Tipo di Materiale** Terre da Scavo
Data Prelievo 10/06/2016 **Data fine analisi** 17/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	8	33,2	27,3	21,6
2	15	25,1	21,6	16,2
3	10	16,9	14,6	15,8
4	12	25,6	20,3	26,1
5				



Limite Liquido: 15,0

Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	5,2	4	23,08
2	7,5	6,3	16,00

Limite Plastico: 19,5

Risultati

Limite Plastico WP	19,5 %
Limite Liquido WL	15,0 %
Indice di Plasticità Ip=WL-WP	0,0
Passante Staccio 2	49,0 %
Passante Staccio 0,4	35,7 %
Passante Staccio 0,075	18,5 %

CERT. N° 827874

Trescore B.rio, lì 17/06/2016

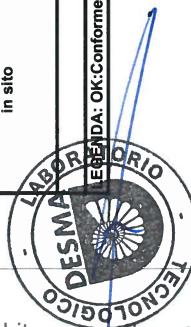
Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

COMMITTENTE:	Artifoni Spa	DATA RICHIESTA:	10/06/2016	GRANULOMETRIA:	827850	DEL:	17 giugno 2016
CAMPIONE:	\$15.250	CAVA/CANTIERE:	Senago	ALTRI REPORT:	827875	DEL:	17 giugno 2016

Classificazione Generale		Terre ghiaio-sabbiose										Terre limo - argillose																									
Gruppo		Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%										Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm > 35%																									
Sottogruppo		A1		A3		A2		A4		A5		A6		A7		A8																					
		A1-a	A1-b	A2-1		A2-2		A2-3		A2-4		A2-5		A2-6		A2-7																					
Analisi Granulometrica Passante al setaccio UNI 2332 2 mm(%) 0,4mm(%) 0,075mm(%)	≤50	NC																																			
	≤30	NC	≤50	OK	>50	NC																															
	≤15	NC	≤25	OK	≤10	NC																															
Caratteristiche della frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,4mm Limite liquido(WL %)																																					
Indice di plasticità		≤6	OK	≤6	OK	N.P.																															
Indice di Gruppo(IG)		0	OK	0	OK	0	OK	0	OK	≤4	OK	≤4	OK	≤8	OK	≤12	OK																				
Conformità		NC	CONFORME	NC	CONFORME	NC	CONFORME	NC	CONFORME	NC	CONFORME	NC	CONFORME	NC	CONFORME	NC	CONFORME																				
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo		Ghiaia o breccia ghiaia o breccia sabbiosa,sabbia grossa, pomice, scone vulcaniche, pozzolane				Sabbia fina				ghiaia e sabbia limosa o argillosa				limi poco compressibili				limi fortemente compressibili				argille poco compressibili				argille fortemente compressibili mediamente plastiche				argille fortemente compressibili fortemente plastiche				torbe di recente o remota formazione, di eritti organici di origine pallustre			
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza gelo		da eccellente a buono										da mediocre a scadente										da scartare come sottofondo															
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo		nessuno o lieve				media				molto elevata				media				elevata				media															
Ritiro o Rigonfiamento		nullo				nullo o lieve				media o scarsa				lieve o medio				elevato				molto elevato															
Permeabilità		elevata																scarsa o nulla																			
Identificazione dei terreni in sito		facilmente individuabile a vista				aspri al tatto - incoerenti allo stato asciutto				la maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo poco tenaci allo stato asciutto aspri al tatto - una tenacità media o elevata allo stato asciutto indica la presenza di argilla				reagiscono alla prova di scuotimento - poveri e poco tenaci allo stato asciutto non facilmente modellabili allo stato umido				non reagiscono alla prova di scuotimento - tenaci allo stato asciutto - facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido				fibrosi di color bruno o nero - facilmente individuabili a vista															

ESB&DA: OK:Conforme NC: Non Conforme NE: Non Essaquito



ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa**

richiesta del **10-giu-16**

accettazione

Extra

identificazione del campione **S15 2,50**

cava di provenienza **Senago**

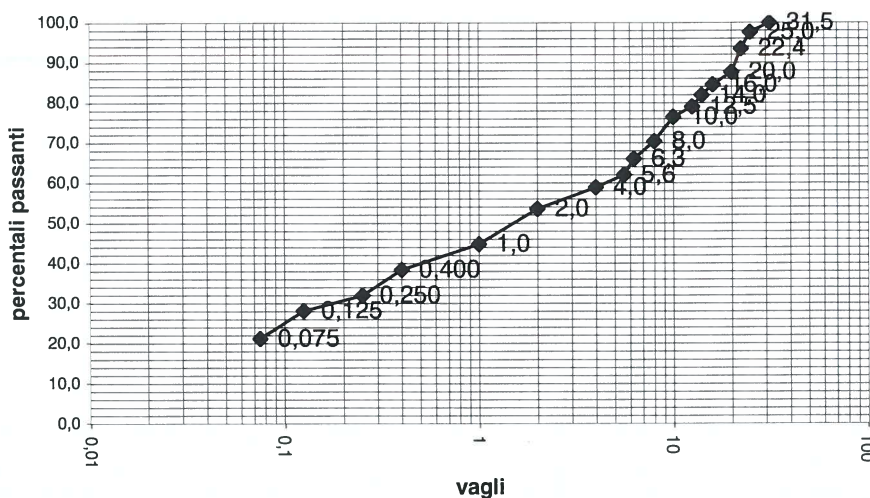
metodo usato **Lavaggio e stacciatura**

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	
45,0	
40,0	
31,5	100,0
25,0	97,6
22,4	93,4
20,0	87,6
16,0	84,5
14,0	81,9
12,5	79,0
10,0	76,4
8,0	70,4
6,3	66,0
5,6	62,0
4,0	58,9
2,0	53,5
1,0	44,7
0,400	38,4
0,250	32,0
0,125	28,2
0,075	21,3

Umidità **16,8**

modulo di finezza **3,4**

passante allo staccio 0,063 **21,3**



Trescore B.rio, lì

17-giu-16

CERT.N° **827850**

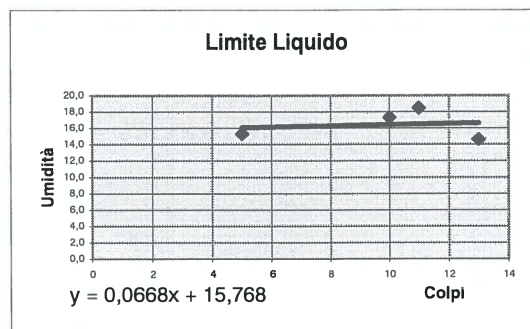
Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

Campione S15 2,50 **Committente/Produttore** Artifoni Spa
Luogo di prelievo Senago **Tipo di Materiale** Terre da Scavo
Data Prelievo 10/06/2016 **Data fine analisi** 17/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	10	33,2	28,3	17,3
2	5	26,4	22,9	15,3
3	13	19,6	17,1	14,6
4	11	15,4	13	18,5
5				



Limite Liquido: 17,4

Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	12,1	8,6	28,93
2	5,3	4,3	18,87

Limite Plastico: 23,9

Risultati

Limite Plastico WP	23,9 %
Limite Liquido WL	17,4 %
Indice di Plasticità $I_p = WL - WP$	0,0
Passante Staccio 2	53,5 %
Passante Staccio 0,4	38,4 %
Passante Staccio 0,075	21,3 %

CERT. N° 827875

Trescore B.rio, li 17/06/2016

Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

CLASSIFICA DELLE TERRE (AASHTO e CNR-UNI 10006)

COMMITTENTE: Artifoni Spa		DATA RICHIESTA: 10/06/2016		GRANULOMETRIA: 827851		DEL: 17 giugno 2016					
CAMPIONE: S15 5,00		CAVA/CANTIERE: Senago		ALTRI REPORT: 827876		DEL: 17 giugno 2016					
Classificazione Generale		Terre ghiaio-sabbiose									
Gruppo		Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%									
Sottogruppo		Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm > 35%									
Analisi Granulometrica											
Passante al setaccio UNI 2332											
2 mm(%)											
0,4mm(%)											
0,075mm(%)											
Caratteristiche della frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,4mm											
Limite liquido(WL %)											
Indice di plasticità											
Indice di Gruppo(IG)											
Conformità											
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo											
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza gelo		da eccellente a buono									
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo		da mediocre a scadente									
Ritiro o Rigonfiamento											
Permeabilità											
Identificazione dei terreni in sito											
fibrosi di color bruno o nero - facilmente individuabili a vista		non reagiscono alla prova di scuotimento - tenaci allo stato asciutto - facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido									



ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa**

richiesta del **10-giu-16**

accettazione

Extra

identificazione del campione **S15 5,00**

cava di provenienza **Senago**

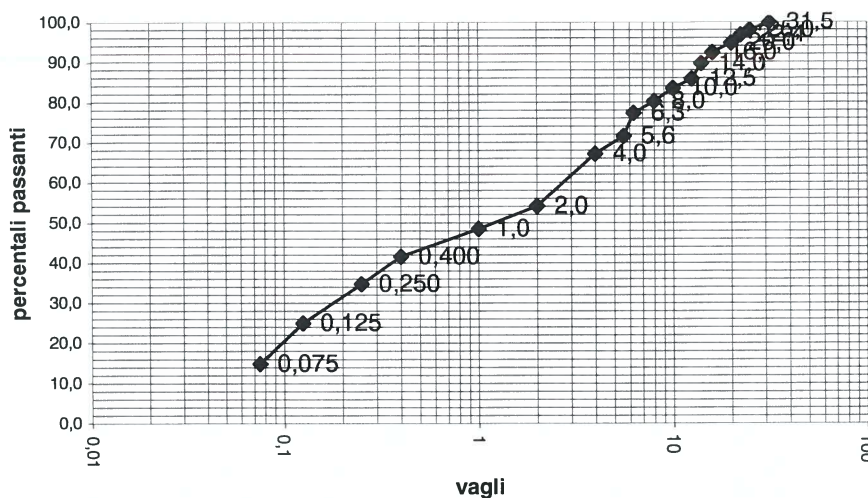
metodo usato **Lavaggio e stacciatura**

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	
45,0	
40,0	
31,5	100,0
25,0	98,0
22,4	96,8
20,0	94,8
16,0	92,4
14,0	89,6
12,5	85,8
10,0	83,5
8,0	80,2
6,3	77,2
5,6	71,5
4,0	67,1
2,0	54,1
1,0	48,4
0,400	41,6
0,250	34,7
0,125	25,0
0,075	14,9

Umidità **18,9**

modulo di finezza **3,3**

passante allo staccio 0,063 **14,9**



Trescore B.rio, li

17-giu-16

CERT.N° **827851**

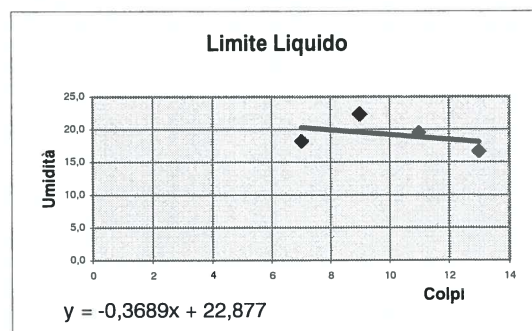
lo Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

Campione S15 5,00 **Committente/Produttore** Artifoni Spa
Luogo di prelievo Senago **Tipo di Materiale** Terre da Scavo
Data Prelievo 10/06/2016 **Data fine analisi** 17/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	7	16,9	14,3	18,2
2	13	12,6	10,8	16,7
3	9	18,6	15,2	22,4
4	11	25,7	21,5	19,5
5				



Limite Liquido: 13,7

Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	13,9	12,3	11,51
2	12	9,6	20,00

Limite Plastico: 15,8

Risultati

Limite Plastico WP	15,8 %
Limite Liquido WL	13,7 %
Indice di Plasticità Ip=WL-WP	0,0
Passante Staccio 2	54,1 %
Passante Staccio 0,4	41,6 %
Passante Staccio 0,075	14,9 %

CERT. N° 827876

Trescore B.rio, li 17/06/2016

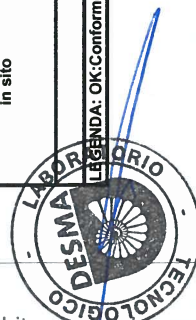
Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

CLASSIFICA DELLE TERRE (AASHTO e CNR-UNI 10006)

COMMITTENTE:		Artifoni Spa	DATA RICHIESTA:	10/06/2016	GRANULOMETRIA:	827852	DEL:	17 giugno 2016
CAMPIONE:		S15 7,50	CAVACANTIERE:	Senago	ALTRI REPORT:	827877	DEL:	17 giugno 2016
Classificazione Generale	Terre ghiaio-sabbiose				Terre limo - argillose			
	Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%				Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm > 35%			
Gruppo	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
Sottogruppo	A1-a	A1-b	A2-1	A2-2	A2-3	A2-4	A2-5	A2-6
Analisi Granulometrica								
Passante al setaccio UNI 2332								
2 mm(%)	≤50	NC						
0,4mm(%)	≤30	NC						
0,075mm(%)	≤15	NC						
Caratteristiche della frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,4mm								
Limite liquido(WL%)								
Indice di plasticità	≤6	OK	N.P.					
Indice di Gruppo(IG)	0	OK	0	OK	0	OK	0	OK
Conformità	NC	CONFORME	NC	CONFORME	NC	NC	NC	NC
Tipi usuali dei materiali costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, sabbie vulcaniche, pozzolane	Sabbia fina	ghiaia e sabbia limosa o argillosa	limi poco compressibili	limi fortemente compressibili	argille fortemente compressibili	argille fortemente compressibili	torbe di recente o remota formazione, detriti organici di origine palustre
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza gelo	da eccellente a buono				da mediocre a scadente			
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	nessuno o lieve	media						
Ritiro o Rigonfiamento	nullo	nullo o lieve	media o scarsa	lieve o medio	elevato	elevato	molto elevato	
Permeabilità	elevata							
Identificazione dei terreni in sito	facilmente individuabile a vista	aspri al tatto - incoerenti allo stato asciutto	la maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo	reagiscono alla prova di scuotimento - polverulenti e poco tenaci allo stato asciutto	non reagiscono alla prova di scuotimento - tenaci allo stato asciutto - facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido	fibrosi di color bruno o nero - facilmente individuabili a vista		

LEGENDA: OK: Conforme NC: Non Conforme NE: Non Eseguito



desma srl - società unipersonale - sede operativa e laboratorio:

via g. galilei, 92 - 24069 trescore balneario - tel. 035.4258567 - fax 035.4271932 - laboratorio@desmasrl.it - www.desmasrl.it

sede legale: via ponchielli, 51 - 24125 bergamo - c.f. e p.iva 03871530162 - rea bg 415559 - capitale sociale 10.000,00 € i.v.

ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa**

richiesta del **10-giu-16**

accettazione

Extra

identificazione del campione **S15 7,50**

cava di provenienza **Senago**

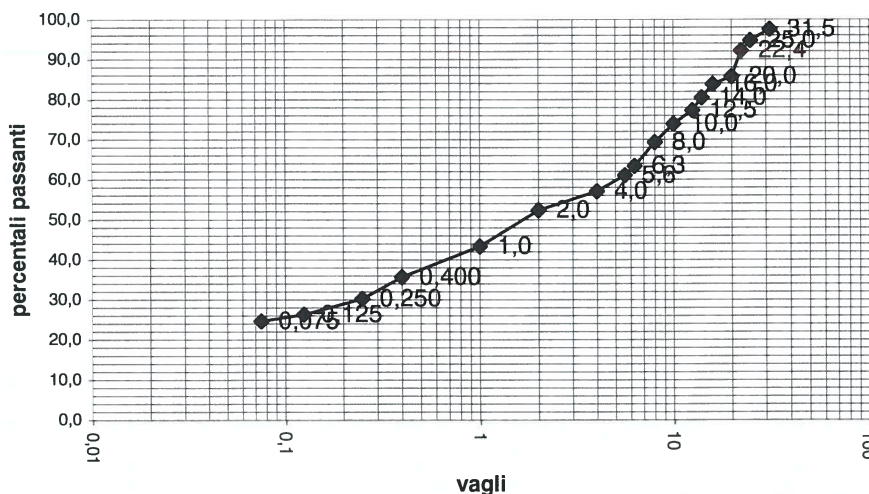
metodo usato **Lavaggio e stacciatura**

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	
45,0	
40,0	
31,5	97,6
25,0	94,7
22,4	92,2
20,0	85,7
16,0	83,8
14,0	80,4
12,5	77,3
10,0	73,9
8,0	69,3
6,3	63,4
5,6	61,1
4,0	57,0
2,0	52,4
1,0	43,3
0,400	35,7
0,250	30,3
0,125	26,4
0,075	24,7

Umidità **13,3**

modulo di finezza **3,5**

passante allo staccio 0,063 **24,7**



Trescore B.rio, li

17-giu-16

CERT.N° **827852**

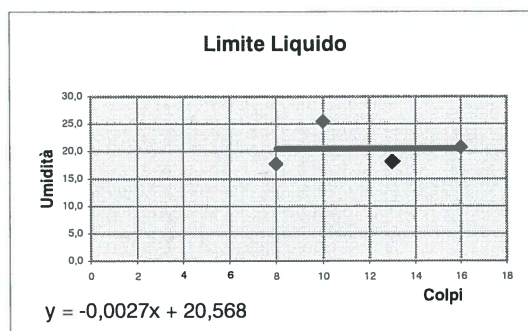
Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

Campione	S15 7,50	Committente/Produttore	Artifoni Spa
Luogo di prelievo	Senago	Tipo di Materiale	Terre da Scavo
Data Prelievo	10/06/2016	Data fine analisi	17/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	8	21,9	18,6	17,7
2	13	15,6	13,2	18,2
3	10	13,8	11	25,5
4	16	22,1	18,3	20,8
5				



Limite Liquido: 20,5

Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	16,8	12,3	26,79
2	9,3	6,9	25,81

Limite Plastico: 26,3

Risultati

Limite Plastico WP	26,3 %
Limite Liquido WL	20,5 %
Indice di Plasticità $I_p = WL - WP$	0,0
Passante Staccio 2	52,4 %
Passante Staccio 0,4	35,7 %
Passante Staccio 0,075	24,7 %

CERT. N° 827877

Trescore B.rio, lì 17/06/2016

Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

CLASSIFICA DELLE TERRE (AASHTO e CNR-UNI 10006)

COMMITTENTE: Artifici Spa		DATA RICHIESTA: 10/06/2016	GRANULOMETRIA: 827853	DEL: 17 giugno 2016
CAMPIONE: S15 10,00		CAVA/CANTIERE: Senago	ALTRI REPORT: 827878	DEL: 17 giugno 2016
Classificazione Generale		Terre ghiaio-sabbiose		
Gruppo		Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%		
Sottogruppo		Terre limo - argillose		
Analisi Granulometrica		Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm > 35%		
Passante al setaccio UNI 2332		A1-a	A1-b	A3
2 mm(%)		NC	NC	OK
0,4mm(%)		NC	NC	OK
0,075mm(%)		NC	NC	OK
Caratteristiche della frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,4mm		Terre limo - argillose		
Limite liquido(WL%)		OK	OK	OK
Indice di plasticità		OK	OK	OK
Indice di Gruppo(IG)		0	0	0
Conformità		NC	NC	NC
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo		Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane	Sabbia fina	ghiaia e sabbia limosa o argillosa
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza gelo		da eccellente a buono		
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo		media		
Ritiro o Rigonfiamento		nessuno o lieve	media	molto elevata
Permeabilità		nullo	nullo o lieve	lieve o medio
Identificazione dei terreni in sito		facilmente individuabile a vista	aspri al tatto - incoerenti allo stato asciutto	reagiscono alla prova di scuotimento - polverulenti e poco tenaci allo stato asciutto non facilmente modellabili allo stato umido
				non reagiscono alla prova di scuotimento - tenaci allo stato asciutto - facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido
				fibrosi di color bruno o nero - facilmente individuabili a vista
				da scartare come sottofondo



ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa**

richiesta del **10-giu-16**

accettazione

Extra

identificazione del campione **S15 10,00**

cava di provenienza **Senago**

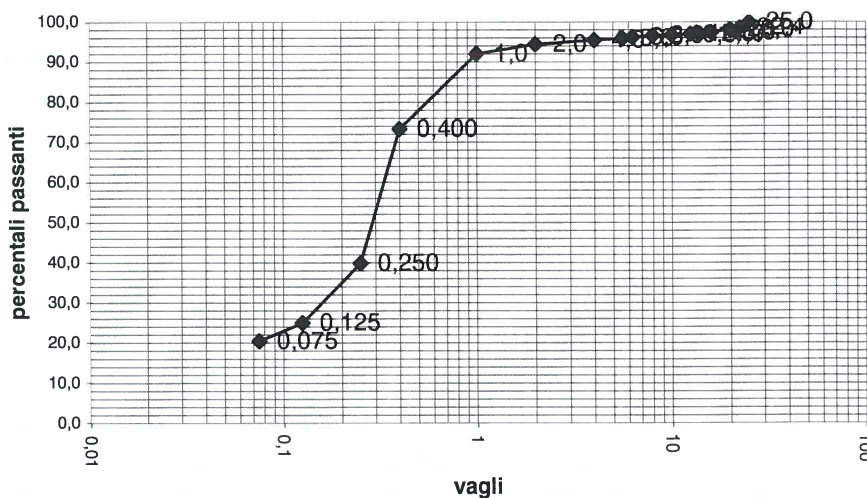
metodo usato **Lavaggio e stacciatura**

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	
45,0	
40,0	
31,5	
25,0	100,0
22,4	98,6
20,0	98,1
16,0	97,4
14,0	97,0
12,5	97,0
10,0	96,7
8,0	96,5
6,3	96,2
5,6	95,9
4,0	95,4
2,0	94,4
1,0	92,0
0,400	73,2
0,250	39,8
0,125	25,0
0,075	20,4

Umidità **11,9**

modulo di finezza **1,8**

passante allo staccio 0,063 **20,4**



Trescore B.rio, li

17-giu-16

CERT.N° **827853**

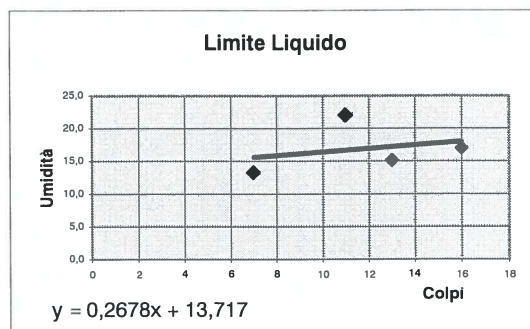
lo Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

Campione S15 10,00 **Committente/Produttore** Artifoni Spa
Luogo di prelievo Senago **Tipo di Materiale** Terre da Scavo
Data Prelievo 10/06/2016 **Data fine analisi** 17/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	13	22,1	19,2	15,1
2	16	29,6	25,3	17,0
3	11	35,4	29	22,1
4	7	16,2	14,3	13,3
5				



Limite Liquido: 20,4

Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	17,5	14	20,00
2	4,3	3,5	18,60

Limite Plastico: 19,3

Risultati

Limite Plastico WP	19,3 %
Limite Liquido WL	20,4 %
Indice di Plasticità $I_p = WL - WP$	1,1
Passante Staccio 2	94,4 %
Passante Staccio 0,4	73,2 %
Passante Staccio 0,075	20,4 %

CERT. N° 827878

Trescore B.rio, li 17/06/2016

Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

CLASSIFICA DELLE TERRE (AASHTO e CNR-UNI 10006)

COMMITTENTE: CAMPIONE:	Artifoni Spa S15 12,50	DATA RICHIESTA: CAVA/CANTIERE:	10/06/2016 Senago	GRANULOMETRIA: ALTRI REPORT:	827854 827879	DEL: DEL:	17 giugno 2016 17 giugno 2016
Classificazione Generale	Terre limo - argillose Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm > 35%						
Gruppo	Terre ghiaio-sabbiose Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%						
Sottogruppo	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Analisi Granulometrica	A1-a	A1-b	A2-4	A2-5	A2-6	A2-7	A7-6
Passante al setaccio UNI 2332	≤50	≤50	≤50	≤50	≤50	≤50	≤50
2 mm(%)	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
0,4mm(%)	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
0,075mm(%)	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Caratteristiche della frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,4mm	≤6	≤6	≤6	≤6	≤6	≤6	≤6
Limite liquido(WL%)	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Indice di plasticità	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Indice di Gruppo(IG)	0	0	0	0	0	0	0
Conformità	NC	CONFORME	NC	CONFORME	NC	CONFORME	NC
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, sorie vulcaniche, pozzolane	Sabbia fina	ghiaia e sabbia limosa o argillosa	limi poco compressibili	argille poco compressibili	argille fortemente compressibili	argille fortemente compressibili
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza gelo	da eccellente a buono						
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	da scaricare come sottofondo						
Ritiro o Rigonfiamento Permeabilità	nessuno o lieve	media	molto elevata	media	elevata	media	molto elevato
Identificazione dei terreni in sito	facilmente individuabile a vista	aspri al tatto - la maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo	reggiscono alla prova di scuotimento - polverulenti e poco tenaci allo stato asciutto	non reagiscono alla prova di scuotimento - tenaci allo stato asciutto	non reagiscono alla prova di scuotimento - tenaci allo stato asciutto	non reagiscono alla prova di scuotimento - tenaci allo stato asciutto	fibrosi di color bruno o nero - facilmente individuabili a vista



ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa**

richiesta del **10-giu-16**

accettazione

Extra

identificazione del campione **S15 12,50**

cava di provenienza **Senago**

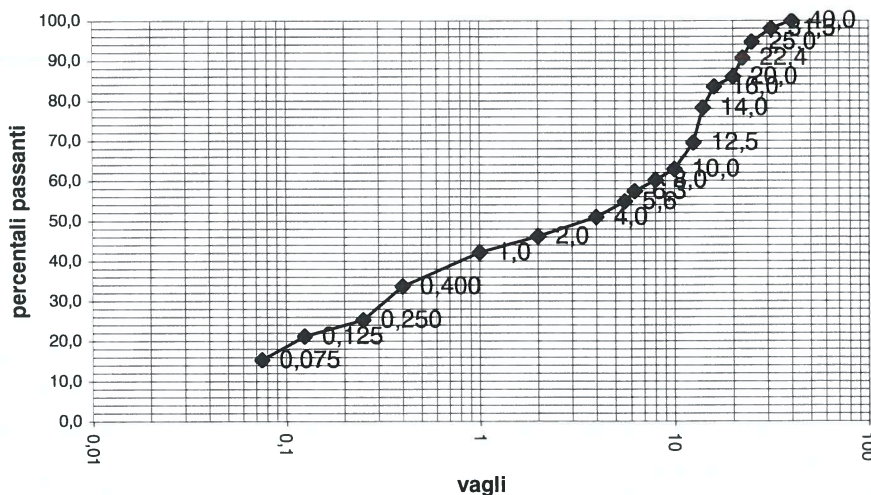
metodo usato **Lavaggio e stacciatura**

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	
45,0	
40,0	100,0
31,5	98,0
25,0	94,6
22,4	90,7
20,0	85,9
16,0	83,5
14,0	78,2
12,5	69,5
10,0	62,9
8,0	60,1
6,3	57,4
5,6	54,8
4,0	50,9
2,0	46,1
1,0	42,1
0,400	33,7
0,250	25,3
0,125	21,3
0,075	15,4

Umidità **12,6**

modulo di finezza **3,8**

passante allo staccio 0,063 **15,4**



Trescore B.rio, lì

17-giu-16

CERT.N° **827854**

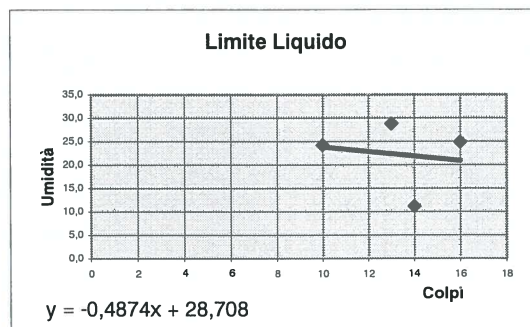
Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

Campione S15 12,50 **Committente/Produttore** Artifoni Spa
Luogo di prelievo Senago **Tipo di Materiale** Terre da Scavo
Data Prelievo 10/06/2016 **Data fine analisi** 17/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	16	23,6	18,9	24,9
2	10	15,9	12,8	24,2
3	13	20,6	16	28,8
4	14	22,9	20,6	11,2
5				



Limite Liquido: 16,5

Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	7,3	6	17,81
2	5,9	5	15,25

Limite Plastico: 16,5

Risultati

Limite Plastico WP	16,5 %
Limite Liquido WL	16,5 %
Indice di Plasticità $I_p = WL - WP$	0,0
Passante Staccio 2	46,1 %
Passante Staccio 0,4	33,7 %
Passante Staccio 0,075	15,4 %

CERT. N° 827879

Trescore B.rio, li 17/06/2016

Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

COMMITTENTE:	Artifoni Spa	DATA RICHIESTA:	10/06/2016	GRANULOMETRIA:	827855	DEL:	17 giugno 2016
CAMPIONE:	S18 2.50	CAVA/CANTIERE:	Senago	ALTRI REPORT:	827880	DEL:	17 giugno 2016

Classificazione Generale		Terre ghiaio-sabbiose										Terre limo - argillose													
Gruppo		Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%										Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm > 35%													
Sottogruppo		A1		A3		A2		A4		A5		A6		A7		A8									
		A1-a	A1-b	A2-1		A2-2		A2-3		A2-4		A2-5		A2-6		A2-7									
Analisi Granulometrica Passante al setaccio UNI 2332 2 mm(%) 0,4mm(%) 0,075mm(%)	≤50	NC																							
	≤30	NC	≤50	OK	>50	NC																			
	≤15	NC	≤25	OK	≤10	NC																			
Caratteristiche della frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,4mm Limite liquido(WL %)																									
Indice di plasticità		≤6	OK	≤6	OK	N.P.																			
Indice di Gruppo(IG)		0	OK	0	OK	0	OK	≤4	OK	≤4	OK	≤4	OK	≤8	OK	≤12	OK								
Conformità		NC	CONFORME	NC	CONFORME	NC	CONFORME	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC								
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo		Ghiaia o breccia ghiaia o breccia sabbiosa,sabbia grossa, pomice, scone vulcaniche, pozzolane			Sabbia fina			ghiaia e sabbia limosa o argillosa						limi poco compressibili		limi fortemente compressibili		argille poco compressibili		argille fortemente compressibili mediamente plastiche		argille fortemente compressibili fortemente plastiche		torbe di recente o remota formazione, di eriti organici di origine palustre	
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza gelo		da eccellente a buono				da mediocre a scadente												da scartare come sottofondo							
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo		nessuno o lieve				media				molto elevata				media				elevata				media			
Ritiro o Rigonfiamento		nullo elevata				media o scarsa				lieve o medio				elevato				scarsa o nulla				molto elevato			
Permeabilità																									
Identificazione dei terreni in sito		facilmente individuabile a vista				aspri al tatto - incoerenti allo stato asciutto				la maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo poco tenaci allo stato asciutto non facilmente modellabili allo stato umido indica la presenza di argilla				regiscono alla prova di scuotimento - polverulenti e poco tenaci allo stato asciutto non facilmente modellabili allo stato umido				non reagiscono alla prova di scuotimento - tenaci allo stato asciutto - facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido				fibrosi di color bruno o nero - facilmente individuabili a vista			

LABORATORIO

PROVA

OK:Conforme NC: Non Conforme NE: Non Essaquito



ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa**

richiesta del **10-giu-16**

accettazione

Extra

identificazione del campione **S18 2,50**

cava di provenienza **Senago**

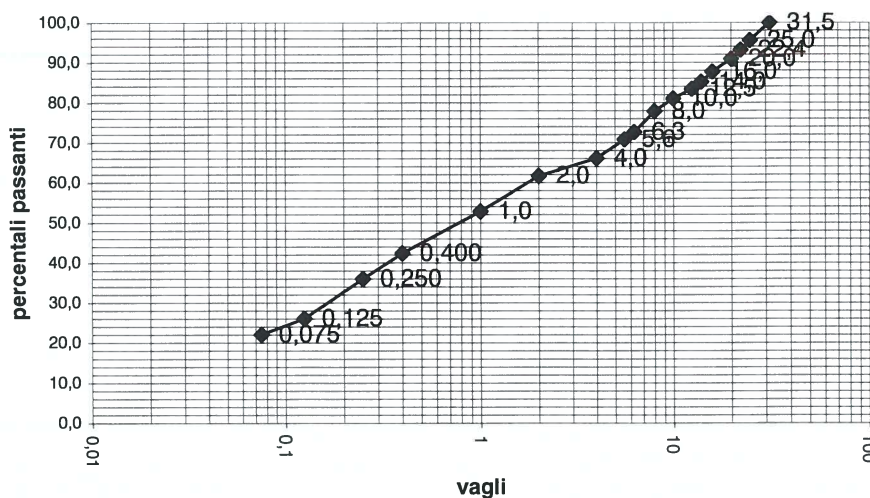
metodo usato **Lavaggio e stacciatura**

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	
45,0	
40,0	
31,5	100,0
25,0	95,5
22,4	93,2
20,0	90,9
16,0	87,7
14,0	85,2
12,5	83,4
10,0	81,0
8,0	77,8
6,3	72,6
5,6	70,8
4,0	66,1
2,0	61,7
1,0	52,9
0,400	42,4
0,250	36,0
0,125	26,1
0,075	22,1

Umidità **12,2**

modulo di finezza **3,1**

passante allo staccio 0,063 **22,1**



Trescore B.rio, li

17-giu-16

CERT.N° **827855**

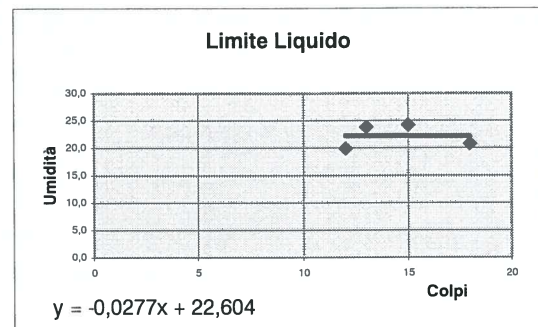
Io Sperimentatore

Il Responsabile di Laboratorio

Campione S18 2,50 **Committente/Produttore** Artifoni Spa
Luogo di prelievo Senago **Tipo di Materiale** Terre da Scavo
Data Prelievo 10/06/2016 **Data fine analisi** 17/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	18	27,3	22,6	20,8
2	12	22,3	18,6	19,9
3	13	29,6	23,9	23,8
4	15	25,6	20,6	24,3
5				



Limite Liquido: 21,9

Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	9,3	6,8	26,88
2	7,5	6	20,00

Limite Plastico: 23,4

Risultati

Limite Plastico WP	23,4 %
Limite Liquido WL	21,9 %
Indice di Plasticità $I_p = WL - WP$	0,0
Passante Staccio 2	61,7 %
Passante Staccio 0,4	42,4 %
Passante Staccio 0,075	22,1 %

CERT. N° 827880

Trescore B.rio, li 17/06/2016

Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

CLASSIFICA DELLE TERRE (AASHTO e CNR-UNI 10006)

COMMITTENTE:		Artifoni Spa		DATA RICHIESTA:		10/06/2016		GRANULOMETRIA:		827856		DEL: 17 giugno 2016					
CAMPIONE:		S18 5,00		CAVA/CANTIERE:		Senago		ALTRI REPORT:		827881		DEL: 17 giugno 2016					
Classificazione Generale		Terre ghiaio-sabbiose						Terre limo - argillose									
Gruppo		Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%						Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm > 35%									
Sottogruppo		A1		A3		A2		A4		A5		A6		A7		A8	
		A1-a		A1-b		A2-5		A2-4		A2-6		A2-7		A7-5		A7-6	
Analisi Granulometrica																	
Passante al setaccio UNI 2332																	
2 mm(%)		≤50		NC													
0,4mm(%)		≤30		NC													
0,075mm(%)		≤15		NC													
Caratteristiche della frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,4mm																	
Limite liquido(WL %)																	
Indice di plasticità		≤6		OK		≤10		OK		≤40		NC		≤40		NC	
Indice di Gruppo(IG)		0		OK		0		OK		≤4		OK		≤16		OK	
Conformità		NC		CONFORME		NC		CONFORME		NC		NC		NC		NC	
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo		Ghiaia o breccia ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, scone vulcaniche, pozzolane		Sabbia fina		ghiaia e sabbia limosa o argillosa		limi poco compressibili		limi fortemente compressibili		argille poco compressibili		argille fortemente compressibili mediamente plastiche		argille fortemente compressibili fortemente plastiche	
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza gelo		da eccellente a buono		da mediocre a scadente		da scartare come sottofondo											
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo		nessuno o lieve		media		molto elevata		media		elevata		media					
Ritiro o Rigonfiamento		nullo		elevata		nullo o lieve		media o scarsa		lieve o medio		elevato		scarsa o nulla		molto elevato	
Permeabilità																	
Identificazione dei terreni in sito		facilmente individuabile a vista		aspri al tatto - incoerenti allo stato asciutto		la maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo poco tenaci allo stato asciutto		reggiscono alla prova di scuotimento - polverulenti e poco tenaci allo stato asciutto non facilmente modellabili allo stato umido		non reagiscono alla prova di scuotimento - tenaci allo stato asciutto - facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido		fibrosi di color bruno o nero - facilmente individuabili a vista					

LABORATORIO
DESMA
TECNOLOGICO

desma srl - società unipersonale - sede operativa e laboratorio:

via g. galilei, 92 - 24069 trescore balneario - tel. 035.4258567 - fax 035.4271932 - laboratorio@desmasrl.it - www.desmasrl.it

sede legale: via ponchielli, 51 - 24125 bergamo - c.f. e p.iva 03871530162 - rea bg 415559 - capitale sociale 10.000,00 € i.v.

ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa**

richiesta del **10-giu-16**

accettazione

Extra

identificazione del campione **S18 5,00**

cava di provenienza **Senago**

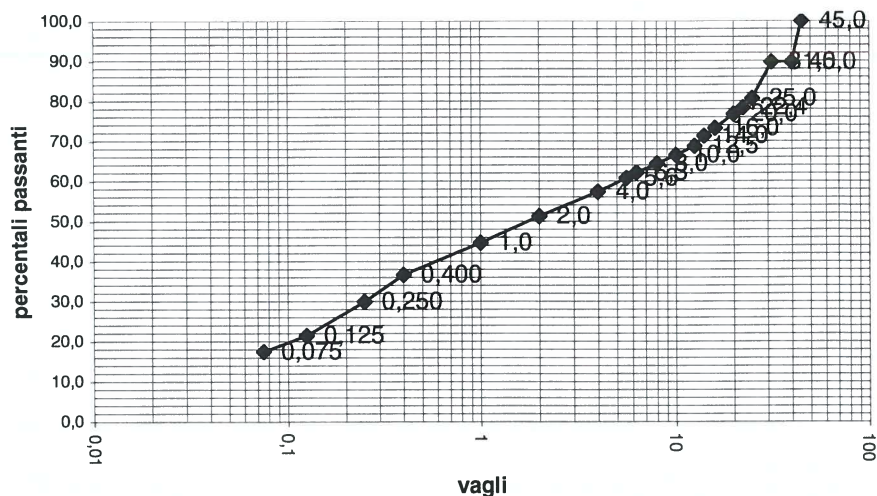
metodo usato **Lavaggio e stacciatura**

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	
45,0	100,0
40,0	89,7
31,5	89,7
25,0	80,6
22,4	78,3
20,0	76,7
16,0	73,2
14,0	71,2
12,5	68,7
10,0	66,5
8,0	64,3
6,3	62,1
5,6	60,8
4,0	57,3
2,0	51,2
1,0	44,6
0,400	36,6
0,250	29,9
0,125	21,4
0,075	17,5

Umidità **7,2**

modulo di finezza **3,6**

passante allo staccio 0,063 **17,5**



Trescore B.rio, li

17-giu-16

CERT.N° **827856**

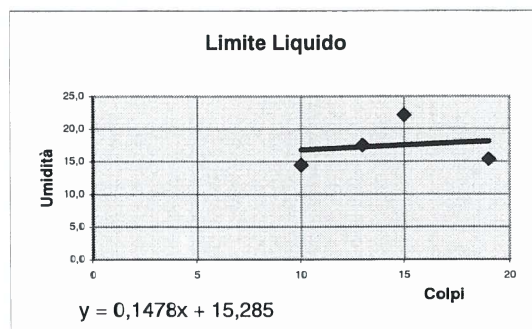
Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

Campione	S18 5,00	Committente/Produttore	Artifoni Spa
Luogo di prelievo	Senago	Tipo di Materiale	Terre da Scavo
Data Prelievo	10/06/2016	Data fine analisi	17/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	15	36,9	30,2	22,2
2	19	31,5	27,3	15,4
3	10	26,9	23,5	14,5
4	13	22,8	19,4	17,5
5				



Limite Liquido: 19,0

Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	12,7	10,1	20,47
2	11,9	9,6	19,33

Limite Plastico: 19,9

Risultati

Limite Plastico WP	19,9 %
Limite Liquido WL	19,0 %
Indice di Plasticità Ip=WL-WP	0,0
Passante Staccio 2	51,2 %
Passante Staccio 0,4	36,6 %
Passante Staccio 0,075	17,5 %

CERT. N° 827881

Trescore B.rio, lì 17/06/2016

Lo Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

COMMITTENTE:	Artifoni Spa	DATA RICHIESTA:	10/06/2016	GRANULOMETRIA:	827857	DEL:	17 giugno 2016
CAMPIONE:	S18 7,50	CAVA/CANTIERE:	Senago	ALTRI REPORT:	827882	DEL:	17 giugno 2016

Classificazione Generale		Terre ghiaio-sabbiose Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%										Terre limo - argillose Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm > 35%													
Gruppo		A1		A3		A2				A4		A5		A6		A7		A8							
Sottogruppo		A1-a		A1-b		A2-4		A2-5		A2-6		A2-7		A4		A5		A6		A7-5		A7-6			
Analisi Granulometrica Passante al setaccio UNI 2332	2 mm(%)	≤50	NC																						
	0,4mm(%)	≤30	NC	≤50	OK	>50	NC																		
		≤15	NC	≤25	OK	≤10	NC	≤35	OK	≤35	OK	≤35	OK	>35	NC	>35	NC	>35	NC	>35	NC	>35	NC		
	0,075mm(%)																								
Caratteristiche della frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,4mm Limite liquido(WL %)																									
Indice di plasticità		≤6	OK	≤6	OK	N.P.		≤40	OK	>40	NC	≤40	OK	>40	NC	≤40	OK	>40	NC	>40	NC	>10	NC		
Indice di Gruppo(G)		0	OK	0	OK	0	OK	0	OK	≤4	OK	≤4	OK	≤8	OK	≤12	OK	≤16	OK	≤20	OK	≤20	OK		
Conformità		NC		CONFORME		CONFORME		NC		NC		NC		NC		NC		NC		NC		NC			
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo		Ghiaia o breccia,ghiaia o breccia sabbiosa,sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane				Sabbia fina				ghiaia e sabbia limosa o argillosa				limi poco compressibili		limi fortemente compressibili		argille poco compressibili		argille fortemente compressibili mediamente plastiche		argille fortemente compressibili fortemente plastiche		torbe di recente o remota formazione,di eiriti organici di origine palustre	
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza gelo		da eccellente a buono										da mediocre a scadente										da scartare come sottofondo			
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo		nessuno o lieve										media										media			
Ritiro o Rigonfiamento		nullo elevata										nullo o lieve media o scarsa										molto elevato			
Permeabilità																						scarsa o nulla			
Identificazione dei terreni in sito		facilmente individuabile a vista				aspi al tatto - incoerenti allo stato asciutto				la maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo poco tenaci allo stato asciutto indica la presenza di argilla stato umido				reggiscono alla prova di scuotimento - polverulenti e poco tenaci allo stato asciutto non facilmente modellabili allo stato umido				non reagiscono alla prova di scuotimento - tenaci allo stato asciutto - facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido				fibrosi di color bruno o nero - facilmente individuabili a vista			



ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa**

richiesta del **10-giu-16**

accettazione

Extra

identificazione del campione **S18 7,50**

cava di provenienza **Senago**

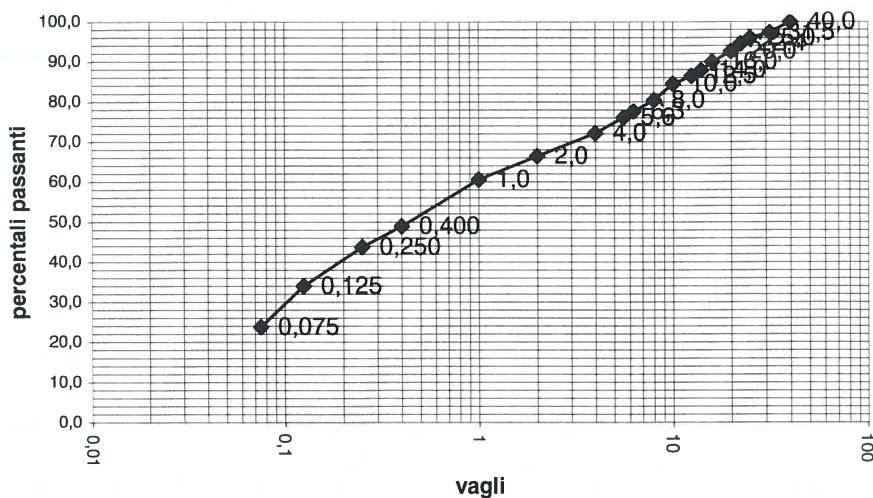
metodo usato **Lavaggio e stacciatura**

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	
45,0	
40,0	100,0
31,5	97,3
25,0	95,9
22,4	94,5
20,0	92,5
16,0	89,9
14,0	87,8
12,5	86,4
10,0	84,4
8,0	80,4
6,3	77,6
5,6	76,1
4,0	72,2
2,0	66,4
1,0	60,6
0,400	48,9
0,250	43,8
0,125	34,0
0,075	23,8

Umidità **7,8**

modulo di finezza **2,7**

passante allo staccio 0,063 **23,8**



Trescore B.rio, lì

17-giu-16

CERT.N° **827857**

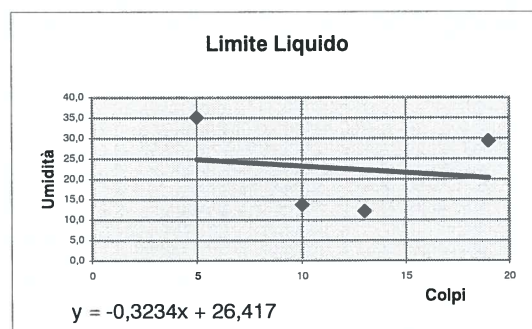
Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

Campione S18 7,50 **Committente/Produttore** Artifoni Spa
Luogo di prelievo Senago **Tipo di Materiale** Terre da Scavo
Data Prelievo 10/06/2016 **Data fine analisi** 17/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	10	22,3	19,6	13,8
2	5	29,6	21,9	35,2
3	13	36	32,1	12,1
4	19	25,1	19,4	29,4
5				



Limite Liquido: 18,3

Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	10,9	7,9	27,52
2	4,7	3,8	19,15

Limite Plastico: 23,3

Risultati

Limite Plastico WP	23,3 %
Limite Liquido WL	18,3 %
Indice di Plasticità Ip=WL-WP	0,0
Passante Staccio 2	66,4 %
Passante Staccio 0,4	48,9 %
Passante Staccio 0,075	23,8 %

CERT. N° 827882

Trescore B.rio, li 17/06/2016

Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

CLASSIFICA DELLE TERRE (AASHTO e CNR-UNI 10006)

COMMITTENTE: CAMPIONE:	Artifoni Spa S18 10,00	DATA RICHIESTA: CAVA/CANTIERE:	10/06/2016 Senago	GRANULOMETRIA: ALTRI REPORT:	827858 827883	DEL: DEL:	17 giugno 2016 17 giugno 2016
Terre limo - argillose							
Terre ghiaio-sabbiose				Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%			
Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%				A1	A2	A3	A4
Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm > 35%				A5	A6	A7	A8
Analisi Granulometrica Passante al setaccio UNI 2332				A1-a	A1-b	A2-4	A2-5
2 mm(%)				OK	NC	OK	OK
0,4mm(%)				NC	OK	OK	OK
0,075mm(%)				NC	OK	OK	OK
Caratteristiche della frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,4mm				OK	NC	OK	OK
Limite liquido(WL%)				OK	NC	OK	OK
Indice di plasticità				OK	NC	OK	OK
Indice di Gruppo(IG)				0	OK	0	OK
Conformità				NC	CONFORME	NC	CONFORME
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo				Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane	Sabbia fina	ghiaia e sabbia limosa o argillosa	limi poco compressibili
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza gelo				da eccellente a buono	da mediocre a scadente	da mediocre a scadente	da scartare come sottofondo
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo				nessuno o lieve	media	molto elevata	media
Ritiro o Rigonfiamento Permeabilità				nullo elevata	nullo o lieve media o scarsa	lieve o medio	elevato
Identificazione dei terreni in sito				facilmente individuabile a vista incoerenti allo stato asciutto	aspri al tatto - la maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo poco tenaci allo stato asciutto indica la presenza di argilla	reagiscono alla prova di scuotimento - polverulenti e non facilmente modellabili allo stato umido	non reagiscono alla prova di scuotimento - tenaci allo stato asciutto - facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido
Fibrosi di color bruno o nero - facilmente individuabili a vista							



desma srl - società unipersonale - sede operativa e laboratorio:

via g. galilei, 92 - 24069 trescore balneario - tel. 035.4258567 - fax 035.4271932 - laboratorio@desmasrl.it - www.desmasrl.it

sede legale: via ponchielli, 51 - 24125 bergamo - c.f. e p.iva 03871530162 - rea bg 415559 - capitale sociale 10.000,00 € i.v.

ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa**

richiesta del **10-giu-16**

accettazione

Extra

identificazione del campione **S18 10,00**

cava di provenienza **Senago**

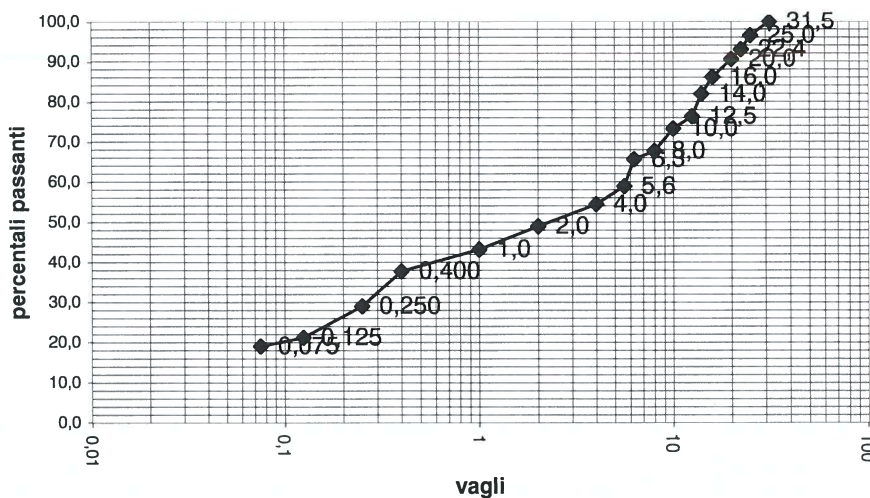
metodo usato **Lavaggio e stacciatura**

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	
45,0	
40,0	
31,5	100,0
25,0	96,5
22,4	93,0
20,0	90,6
16,0	86,1
14,0	81,9
12,5	76,3
10,0	73,3
8,0	67,7
6,3	65,6
5,6	58,9
4,0	54,4
2,0	48,9
1,0	43,2
0,400	37,8
0,250	29,0
0,125	21,3
0,075	19,1

Umidità **8,0**

modulo di finezza **3,7**

passante allo staccio 0,063 **19,1**



Trescore B.rio, li

17-giu-16

CERT.N° **827858**

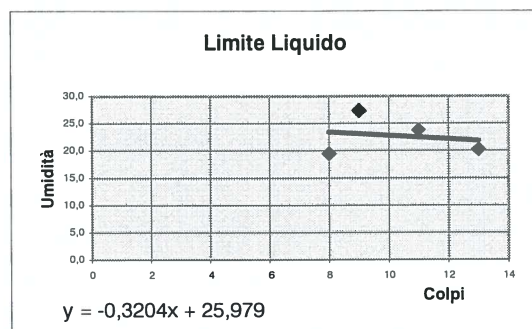
Io Sperimentatore

Il Responsabile di Laboratorio

Campione S18 10,00 **Committente/Produttore** Artifoni Spa
Luogo di prelievo Senago **Tipo di Materiale** Terre da Scavo
Data Prelievo 10/06/2016 **Data fine analisi** 17/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	9	32,6	25,6	27,3
2	13	25,6	21,3	20,2
3	11	19,8	16	23,8
4	8	23,9	20	19,5
5				



Limite Liquido: 18,0

Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	9,6	7,3	23,96
2	6,7	5,2	22,39

Limite Plastico: 23,2

Risultati

Limite Plastico WP	23,2 %
Limite Liquido WL	18,0 %
Indice di Plasticità $I_p = WL - WP$	0,0
Passante Staccio 2	48,9 %
Passante Staccio 0,4	37,8 %
Passante Staccio 0,075	19,1 %

CERT. N° 827883

Trescore B.rio, li 17/06/2016

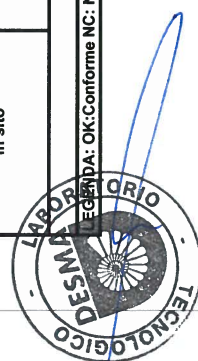
Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

CLASSIFICA DELLE TERRE (AASHTO e CNR-UNI 10006)

COMMITTENTE:	Artifoni Spa	DATA RICHIESTA:	10/06/2016	GRANULOMETRIA:	827859	DEL:	17 giugno 2016
CAMPIONE:	S18 12,50	CAVA/CANTIERE:	Senago	ALTRI REPORT:	827884	DEL:	17 giugno 2016

Classificazione Generale	Terre ghiaio-sabbiose										Terre limo - argillose			
	Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm ≤ 35%										Frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,075mm > 35%			
	A1	A1-b	A3	A2-4	A2-5	A2-6	A2-7	A4	A5	A6	A7-5	A7-6	A7	A8
Analisi Granulometrica														
Passante al setaccio UNI 2332														
2 mm(%)	≤50	NC												
0,4mm(%)	≤30	NC	>50	NC	OK	OK	OK	OK	>35	NC	>35	NC	>35	NC
0,075mm(%)	≤15	NC	≤10	NC	OK	OK	OK	OK	>35	NC	>35	NC	>35	NC
Caratteristiche della frazione passante al setaccio UNI 2332 - 0,4mm														
Limite liquido(WL %)														
Indice di plasticità	≤6	OK	N.P.	≤10	OK	>10	NC	OK	≤10	OK	>10	NC	>10	NC
Indice di Gruppo(IG)	0	OK	0	OK	0	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Conformità	NC	CONFORME	NC	CONFORME	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, scone vulcaniche, pozzolane	Sabbia fina	ghiaia e sabbia limosa o argillosa	limi poco compressibili	argille fortemente compressibili	argille poco compressibili	argille fortemente compressibili	argille fortemente compressibili	argille fortemente compressibili	argille fortemente compressibili	argille fortemente compressibili	argille fortemente compressibili	argille fortemente compressibili	torbe di recente o remota formazione, detriti organici di origine palustre
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza gelo	da eccellente a buono										da mediocre a scadente			
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	nessuno o lieve										media			
Ritiro o Rigonfiamento	nullo										molto elevata			
Permeabilità	elevata										lieve o medio			
Identificazione dei terreni in sito	facilmente individuabile a vista										non reagiscono alla prova di scuotimento - tenaci allo stato asciutto - facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido			
	aspri al tatto - incoerenti allo stato asciutto										reagiscono alla prova di scuotimento - polverulenti e poco tenaci allo stato asciutto non facilmente modellabili allo stato umido			
	fibrosi di color bruno o nero - facilmente individuabili a vista										non reagiscono alla prova di scuotimento - tenaci allo stato asciutto - facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido			



ANALISI GRANULOMETRICA

UNI EN 933-1

Committente **ARTIFONI Spa**

richiesta del **10-giu-16**

accettazione

Extra

identificazione del campione **S18 12,50**

cava di provenienza **Senago**

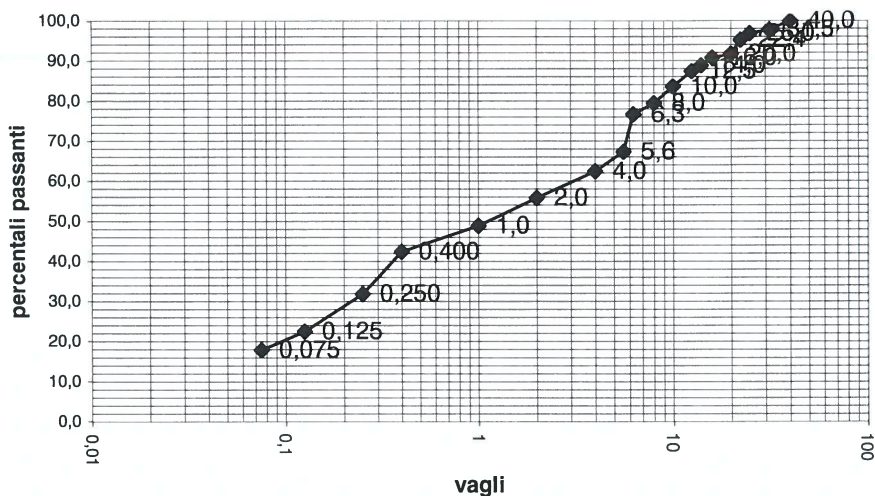
metodo usato **Lavaggio e stacciatura**

SERIE SETACCI	PERCENTUALE PASSANTE
63	
45,0	
40,0	100,0
31,5	97,7
25,0	96,8
22,4	95,2
20,0	91,7
16,0	90,7
14,0	88,8
12,5	87,4
10,0	83,6
8,0	79,4
6,3	76,6
5,6	67,3
4,0	62,4
2,0	55,8
1,0	48,9
0,400	42,4
0,250	31,9
0,125	22,5
0,075	17,9

Umidità **12,0**

modulo di finezza **3,4**

passante allo staccio 0,063 **17,9**



Trescore B.rio, lì

17-giu-16

CERT.N° **827859**

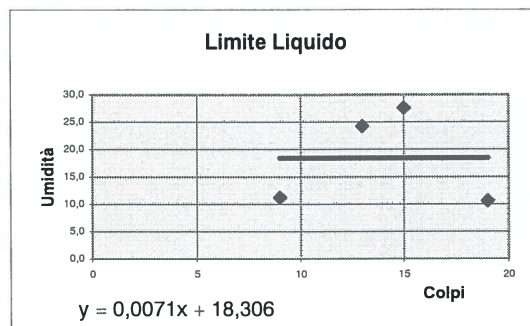
Io Sperimentatore

il Responsabile di Laboratorio

Campione S18 12,50 **Committente/Produttore** Artifoni Spa
Luogo di prelievo Senago **Tipo di Materiale** Terre da Scavo
Data Prelievo 10/06/2016 **Data fine analisi** 17/06/2016

Limite Liquido

Campione	Colpi	Peso umido	Peso Asciutto	Umidità %
1	19	26,1	23,6	10,6
2	13	21	16,9	24,3
3	9	16,9	15,2	11,2
4	15	29,6	23,2	27,6
5				



Limite Liquido: 18,5

Limite Plastico

Campione	Peso Umido	Peso Secco	Umidità
1	4,3	3,6	16,28
2	9,1	7,1	21,98

Limite Plastico: 19,1

Risultati

Limite Plastico WP	19,1 %
Limite Liquido WL	18,5 %
Indice di Plasticità Ip=WL-WP	0,0
Passante Staccio 2	55,8 %
Passante Staccio 0,4	42,4 %
Passante Staccio 0,075	17,9 %

CERT. N° 827884

Trescore B.rio, lì 17/06/2016

Io Sperimentatore

Il Responsabile di Laboratorio

ALLEGATO 3 - Relazione geologica-idrogeologica del Progetto Definitivo (Elaborato A.4.3 P.D.)

VASCA DI LAMINAZIONE SUL FIUME SEVESO

Comune di Senago (MI)
OTTOBRE 2014

PROGETTO DEFINITIVO

MI-E-789



	NOME	FIRMA	DATA
REDAZIONE			
VERIFICA			
APPROVAZIONE			

PROFESSIONISTI INCARICATI:

Dott. Ing. GIOVANNI BATTISTA PEDUZZI

Prof. Ing. ALESSANDRO PAOLETTI
Dott. Ing. STEFANO CROCI
Dott. Ing. FILIPPO MALINGEGNO
Dott. Ing. CRISTINA PASSONI

Dott. Geol. MARIO SPADA
Dott. Geol. GIAN MARCO ORLANDI
Dott. Geol. SUSANNA BIANCHI

Dott. Ing. CHIARA TONETTO

ETATEC
S.R.L.
STUDIO PAOLETTI
SOCIETA' DI INGEGNERIA

Via Bassini 23 20133 Milano | tel: +39 02 26681264 - fax: +39 02 26681553
etatec@etatec.it - etatec@pec.etatec.it - www.etatec.it

STUDIO PAOLETTI
INGEGNERI ASSOCIATI

Via Bassini 23 20133 Milano | tel: +39 02 26681264 - fax: +39 02 26681553
Studiopaoletti@etatec.it - Studiopaoletti@pec.etatec.it

Studio Associato di Geologia Spada

Via Donizetti 17 24020 Ranica (BG)
tel: +39 035 516090 - +39 035 513738

Via Napoli 14/5 35020 Ponte S. Nicolò (PD)



Sistema Certificato
UNI EN ISO 9001
SC 06-647/EA 34



CONSULENZE SPECIALISTICHE:

ASPETTI PAESAGGISTICI E AMBIENTALI:

Arch. ANDREAS KIPAR
Dott. Agr. GIOVANNI SALA
Arch. LUISA BELLINI
Arch. IVAN MAESTRI

QUALITA' DELLE ACQUE:

Prof. Dott. VALERIA MEZZANOTTE

LAND Milano Srl

Via Varese 16 20121 Milano

tel: +39 02 806911.1 - fax: +39 02 806911.30 www.landmilano.com

GRUPPO LAND Milano Roma Cagliari Dulsburg

Piazzale Aquileia 6 20144 Milano | tel: +39 02 4814701



TITOLO

RELAZIONE GEOLOGICA-IDROGEOLOGICA

SCALA

Revisioni			
	1	RECEPIMENTO PRESCRIZIONI VIA	APRILE 2015
	2	RECEPIMENTO PRESCRIZIONI CONF. DEI SERVIZI	GIUGNO 2015
	3	RECEPIMENTO OSSERVAZIONI VERIFICA PROGETTUALE	AGOSTO 2015
Numero elaborato	TIPOLOGIA	COMMESSA	DOCUMENTO
	PD	250-21	AT
			NUMERO
			A.4.3

INDICE

1.0 PREMESSE	4
1.1 DOCUMENTAZIONE UTILIZZATA	6
1.2 PROGRAMMA DELLE INDAGINI GEOLOGICHE	8
2.0 ASSETTO GEOMORFOLOGICO	10
3.0 ASSETTO GEOLOGICO	15
3.1 QUADRO GEOLOGICO COMPLESSIVO	15
3.2 SONDAGGI GEOGNOSTICI	19
3.3 ASSETTO GEOLOGICO DI DETTAGLIO	23
3.4 MODELLO GEOLOGICO TRIDIMENSIONALE DEL SOTTOSUOLO	26
4.0 CARATTERISTICHE DEI TERRENI DI SCAVO	28
4.1 ANALISI GRANULOMETRICHE E CLASSIFICAZIONE	28
4.2 ANALISI CHIMICHE	31
5.0 ASSETTO IDROGEOLOGICO	34
5.1 QUADRO IDROGEOLOGICO COMPLESSIVO	34
5.2 STRUTTURA IDROGEOLOGICA DI DETTAGLIO	37
5.3 PIEZOMETRIA E VARIAZIONI DEI LIVELLI DI FALDA	41
5.4 PERMEABILITA' DEL I ACQUIFERO	50
5.5 MODELLO IDROGEOLOGICO TRIDIMENSIONALE DEL SOTTOSUOLO	51
6.0 OPERE DI CAPTAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE E POZZI AD USO POTABILE	53
7.0 QUALITA' DELLE ACQUE SOTTERRANEE	60
7.1 QUADRO COMPLESSIVO DELLA QUALITA' DELLE ACQUE SOTTERRANEE	60

**7.2 QUALITA' DELLE ACQUE SOTTERRANEE DEI POZZI POTABILI DI
SENAGO E BOLLATE _____ 65**

7.3 QUALITA' DELLE ACQUE SOTTERRANEE NELL'AREA DI INTERVENTO 68

**8.0 INTERFERENZE TRA LE OPERE DI PROGETTO E L'ASSETTO
IDROGEOLOGICO _____ 69**

**8.1 ABBASSAMENTO DELLA FALDA PER I LAVORI – IMPATTI
IDROGEOLOGICI _____ 70**

**8.2 ABBASSAMENTO DELLA FALDA PER I LAVORI – IMPATTI GEOTECNICI –
INDICAZIONI E PRESCRIZIONI _____ 77**

8.3 IMPERMEABILIZZAZIONE DELLE VASCHE _____ 81

9.0 SISTEMA DI MONITORAGGIO DELLA FALDA NEL TEMPO __ 84

1.0 PREMESSE

La presente relazione ha lo scopo di illustrare e dettagliare le caratteristiche geologiche ed idrogeologiche del territorio interessato dalla realizzazione della vasca di laminazione del fiume Seveso in Comune di Senago (MI).

Il progetto definitivo del 2° lotto dei lavori era stato predisposto dallo Scrivente Gruppo di Lavoro nell'ottobre 2014, nell'ambito dell'incarico conferito da AIPo relativo a *“Progettazione definitiva II lotto funzionale, Studio di Impatto Ambientale per l'opera nel suo complesso (I e II lotto) finalizzato all'ottenimento del Decreto Regionale di V.I.A. (ex L.R. 5/2010) Relazione Paesaggistica ai fini dell'ottenimento dell'Autorizzazione Regionale bbpp (ex DGR 2727/2011) e Piano di Sicurezza e Coordinamento relativo ai lavori per la realizzazione della vasca di laminazione sul fiume Seveso in Comune di Senago (MI) – MI-E-789”*.

Il progetto prevede la realizzazione di un volume di laminazione di 970.000 mc, strutturato in due vasche, poste a cavaliere del CSNO nei pressi dei torrenti Pudiga e Garbogera.

Le vasche sono realizzate in scavo, con una quota del fondo pari a 149 m.l.m., a fronte di una quota media del p.c. di circa 160 m. s.l.m..

Le stesse sono completamente impermeabilizzate per garantire un totale isolamento rispetto alla falda, posta a quota 149 m. s.l.m.

Il progetto è stato assoggettato alla procedura di VIA Regionale.

La procedura si è conclusa con una pronuncia di compatibilità ambientale positiva (D.d.s. 9 marzo 2015 n° 1798) a condizione che il fondo delle vasche venga realizzato a quota 149 m. s.l.m. e che vengano rispettate una serie di prescrizioni di vario genere.

A.T.P.:				Consulenti:	
		<i>Studio Associato di Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. C. Tonetto</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

Successivamente il progetto è stato sottoposto alla Conferenza dei Servizi, che si è conclusa con la seduta del 27 maggio 2015.

Il progetto è stato approvato con una serie di prescrizioni, principalmente relative agli aspetti connessi alla sistemazione ambientale dei luoghi.

Il presente progetto costituisce quindi la revisione n° 2 del progetto originario dell'ottobre 2014, con il recepimento di tutte le prescrizioni del parere di VIA e della conferenza dei Servizi.

La presente relazione riprende integralmente quella redatta nell'aprile 2015 (rev. 01 a seguito del parere VIA), che aveva già recepito tutti gli aspetti connessi al rialzo del piano di fondo della vasche (interferenze con la falda, dewatering, ecc.) e la aggiorna con i dati disponibili al maggio 2015.

La presente nota tecnica si riferisce agli aspetti geologici, litologici e soprattutto agli impatti dal punto di vista idrogeologico.

Gli aggiornamenti delle analisi e delle valutazioni a carattere geologico-tecnico e geotecnico a supporto della presente revisione progettuale sono contenuti nella relazione specifica.

1.1 DOCUMENTAZIONE UTILIZZATA

Per la stesura della presente relazione si è fatto riferimento alla seguente documentazione di carattere tecnico e scientifico disponibile:

1. *“Carta geologica d’Italia alla scala 1:50.000 – foglio 118 MILANO: note illustrative – tavola 1 – tavola 2 – database dei dati di sottosuolo”* – ISPRA Servizio Geologico d’Italia – a cura di Francani, Piccin et al. (bozza di lavoro SAL III al giugno 2010 disponibile sul sito internet della Regione Lombardia);
2. *“Geologia degli acquiferi Padani della Regione Lombardia”* – Regione Lombardia – ENI Divisione AGIP – a cura di: Carcano e Piccin - 2002
3. *“Progetto Carta Pedologica: I suoli della Pianura Milanese Settentrionale”* – ERSAL – 1999;
4. *“Influenza delle vasche di laminazione delle piene sugli acquiferi superficiali: problemi di infiltrazione, trasmissività, inquinamento”* – IRER – Rapporto Finale – aprile 2009;
5. *“Influenza delle vasche di laminazione delle piene sugli acquiferi superficiali nell’area EXPO 2015: Fase 2 – indicazioni per la progettazione, la manutenzione e la gestione delle vasche”* – IRER – Rapporto Finale – febbraio 2010;
6. *“Database dei dati geologici di sottosuolo”* – Regione Lombardia – agg. 2013;
7. *“Progetto Qualfalda II - Lo stato quantitativo dei corpi idrici sotterranei in Provincia di Milano: Rapporto Finale”* – IRSA – CNR – anno 2007;
8. *“Provincia di Milano – sistema informativo falda (SIF) e sistema informativo ambiente (SIA): elaborazioni livelli di falda – banca dati acque sotterranee (catasto*

- pozzi – livelli di falda)*” (dati disponibili sul SIF: elaborazioni fino al settembre 2013 – dati grezzi fino a tutto maggio 2015);
9. *“Comune di Senago – Valutazione Ambientale Strategica del Piano di Governo del Territorio – Rapporto Ambientale + allegati + tavole grafiche”* – a cura di dr. arch. Cozzolino (SETIN s.r.l. – aggiornamento del dicembre 2012);
 10. *“Comune di Senago – Componente geologica, idrogeologica e sismica del PTG ai sensi della L.R. 12/05 e secondo i criteri della D.G.R. n° 8/7374: relazione – tavole grafiche”* – a cura di dr. geol. C. Breviglieri, dr. E. Ghezzi;
 11. *“Comune di Senago – Individuazione del reticolo idrografico principale e minore – d.g.r. 25/01/2002 n° 7/7868 e s.m.i.”* – a cura di dr. geol. E. Ghezzi – Studio Idrogeotecnico Associato – dicembre 2008;
 12. *“Città di Bollate – Componente geologica, idrogeologica e sismica del PTG ai sensi della L.R. 12/05 e secondo i criteri della D.G.R. n° 8/7374: relazione – tavole grafiche”* – a cura di dr. geol. E. Ghezzi – novembre 2010;
 13. *“Città di Arese – Componente geologica, idrogeologica e sismica del PTG ai sensi della L.R. 12/05 e secondo i criteri della D.G.R. IX/2616/2011: relazione – tavole grafiche”* – a cura di dr. geol. E. Ghezzi – agg. maggio 2013;
 14. *“Città di Paderno Dugnano – Componente geologica, idrogeologica e sismica del PTG ai sensi della L.R. 12/05 e secondo i criteri della D.G.R. IX/2616/2011: relazione – tavole grafiche”* – a cura di dr. geol. E. Ghezzi – agg. maggio 2013;
 15. *“Città di Bollate – Piano Cimiteriale relativo ai tre cimiteri esistenti – Valutazione di compatibilità idrogeologica relativamente al cimitero di Bollate centro*

A.T.P.:				Consulenti:	
		<i>Studio Associato di Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. C. Tonetto</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

ricompreso nella zona di rispetto del pozzo di captazione ad uso potabile di via Attimo – via Repubblica”, a cura di dr. geol. E. Ghezzi – 2012 ?;

16. *“Progetto di gestione produttiva dell’Ambito Territoriale Estrattivo ATEg16 della cava sita in loc. Cassina Nuova nei Comuni di Bollate e Senago: relazione – allegati – tavole grafiche” – Consorzio di Senago – a cura di dr. geol. E. Dolci – ottobre 2011 (documentazione disponibile sul sito SILVIA della Regione Lombardia).*

17. *“Stato delle acque sotterranee della Provincia di Milano: Rapporto Annuale 2012” – ARPA Lombardia – Dipartimento di Milano – sett. 2013;*

1.2 PROGRAMMA DELLE INDAGINI GEOLOGICHE

Al fine di acquisire i dati diretti delle caratteristiche del sottosuolo delle aree interessate dalle opere e di un loro significativo intorno è stato predisposto e realizzato, già nella fase di supporto al progetto preliminare complessivo, un programma di indagini geologiche.

Lo stesso è stato progettato dagli Scriventi ed appaltato da AIPO alla soc. Eurogeo s.r.l. di Paderno Dugnano, specializzata nel settore, che lo ha completato nel mese di marzo 2013. Il programma di lavoro ha compreso le seguenti attività specialistiche:

- n° 5 sondaggi a carotaggio continuo, ad profondità tra 10 e 35 m dal p.c.;
- allestimento di n° 1 piezometro, nel sondaggio S2 fino alla profondità di 35 m. da p.c., per la verifica dei livelli di falda;
- n° 33 prove penetrometriche SPT nei fori di sondaggio in avanzamento;
- n° 9 prove di permeabilità in foro in avanzamento di tipo Lefranc;

- n° 13 prove penetrometriche dinamiche fino alla profondità massima di 14,4 m. da p.c. ;
- n° 10 saggi con escavatore fino alla profondità di 4 metri dal p.c. per la verifica dei terreni del primo sottosuolo;
- 1221 ml di tomografia elettrica di superficie, divisa in 4 stendimenti a coprire le aree di intervento;
- n° 1 MASW;
- n° 18 analisi di laboratorio per la caratterizzazione granulometrica e merceologica dei terreni in sito;
- n° 8 analisi chimiche per la valutazione delle caratteristiche dei materiali in relazione al D.M. 161/12;
- rilievo topografico con GPS dei punti di sondaggio, dei saggi e delle indagini geofisiche.

In aggiunta a quanto sopra si è proceduto, nel tempo, alle seguenti attività ulteriori:

- misure dei livelli di falda nel piezometro a partire dalla data di realizzazione fino al maggio 2015;
- campionamento delle acque di falda nel piezometro ed analisi chimica.

Di seguito si procede all'analisi dei dati finalizzati alla caratterizzazione geologica, litologica ed idrogeologica; l'analisi e la valutazione degli aspetti geologico-tecnici e geotecnici è contenuta nella relazione specifica allegata al presente progetto.

I risultati complessivi delle indagini sono contenuti nello specifico documento, redatto a cura della Eurogeo s.r.l., cui si rimanda per tutti i dettagli. I principali elementi emersi dalle indagini sono evidenziati nelle tavole dalla D.2.4 alla D.2.7 del presente progetto.

2.0 ASSETTO GEOMORFOLOGICO

Le opere di progetto sono localizzate nella porzione sud-ovest del Comune di Senago, nelle vicinanze del confine con il Comune di Bollate.

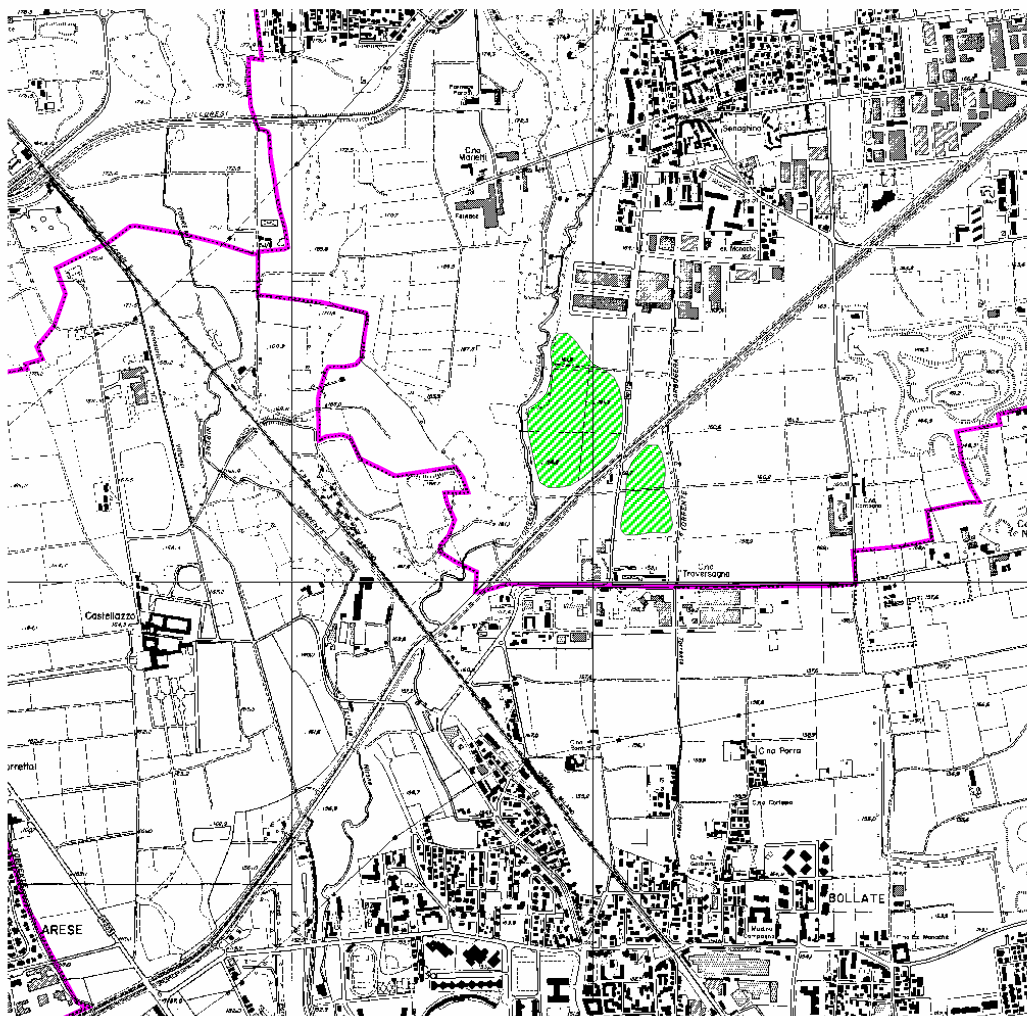


Fig. 1: Localizzazione delle vasche di progetto sulla CTR. In viola è rappresentato il confine Comunale che separa Senago (a nord) da Bollate (a sud e sud-ovest)

In ampio la zona di intervento è localizzata nella parte centrale dell'alta pianura a nord di Milano, tra i rilievi morenici a nord e la pianura s.s. a sud; la stessa è caratterizzata da una morfologia subpianeggiante, con quote digradanti da nord verso sud.

Tale morfologia è direttamente correlata alla natura geologica ed alla genesi di tali aree, genesi legata alla deposizione esercitata dagli scaricatori fluvioglaciali e fluviali di età quaternaria.

L'elemento morfologico che caratterizza maggiormente l'area è il terrazzo rialzato delle Groane, che è localizzato verso il margine orientale del territorio, in sponda idrografica destra del torrente Pudiga.

Tale terrazzo ha una forma allungata in senso nord-sud ed un dislivello, rispetto al Livello Fondamentale della Pianura, che va da alcuni metri fino a circa 10 metri; lo stesso è costituito dai depositi più antichi presenti nella zona oggetto delle presenti analisi.



Fig. 2: Modello digitale del terreno nella zona di intervento. L'immagine evidenzia in maniera netta il terrazzo rialzato in sponda destra del torrente Pudiga. In bianco le aree di intervento

Le immagini seguenti sono un'elaborazione del modello digitale del suolo, con l'inserimento dello scavo per la realizzazione delle vasche di progetto, rispettivamente su CTR e sull'ortofoto.

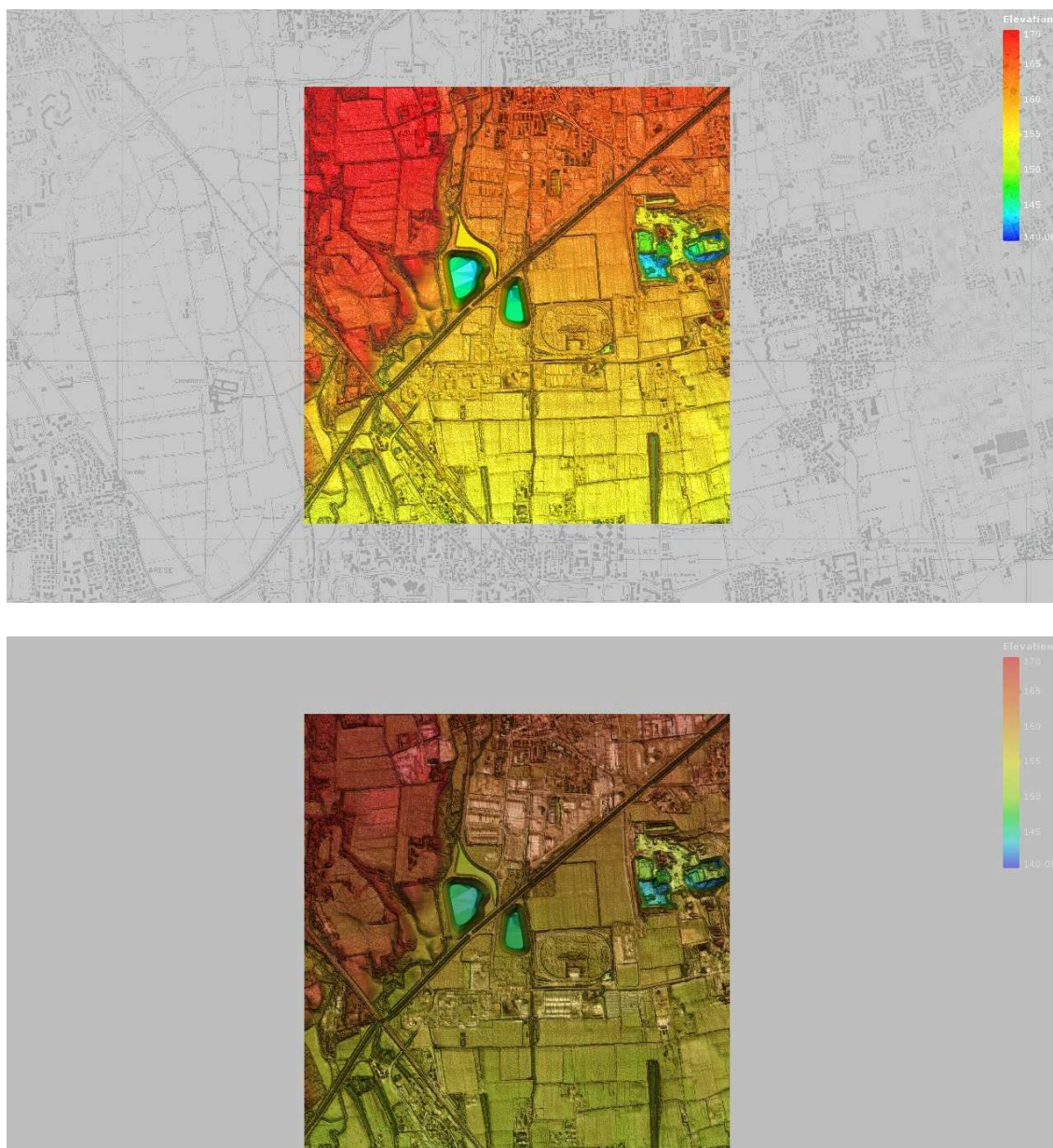


Fig. 3: Inserimento dello scavo delle vasche nel modello digitale del suolo

Le tinte sul rosso, che rappresentano le quote più elevate, evidenziano molto bene il terrazzo morfologico delle Groane, nella porzione nord – ovest dell'area.

La tavola D.2.1 riassume le analisi di cui sopra e mette in evidenza i principali elementi geomorfologici e di uso del suolo.

Tutta la porzione est della carta è caratterizzata dalla superficie tipica rappresentativa dell'alta pianura ghiaiosa, subpianeggiante (le aree bianche sono quelle urbanizzate e/o con forti modifiche morfologiche, come per es. le attività estrattive).

La porzione ad ovest è caratterizzata, invece, dalle superfici meglio conservate del planalto, che è delimitato verso est dal torrente Pudiga.

Il planalto è inciso, lungo la direttrice centrale, dal torrente Nirone.

La zona di raccordo tra il planalto e la parte tipica dell'alta pianura ghiaiosa, dove verranno realizzate le vasche, è caratterizzata da un'unità di raccordo, di età intermedia tra le due, subpianeggiante e priva di elementi morfologici significativi.

La stessa è caratterizzata da materiali più fini, in prevalenza sabbiosi, depositi che sono legati alle condizioni di energia del sistema fluviale e fluvio-glaciale di deposizione.

In carta sono inoltre evidenziati una serie di possibili paleoalvei che interessano sia il planalto superiore che la fascia di raccordo.

L'elaborato è tagliato integralmente in due, in senso nord-est / sud-ovest, dal canale scolmatore del fiume Seveso (CSNO).

3.0 ASSETTO GEOLOGICO

L'area, in ampio, è costituita interamente da depositi sedimentari di origine fluvioglaciale e fluviale depositati durante il Quaternario; tale periodo geologico è stato caratterizzato da periodi glaciali ed interglaciali, con le differenti dinamiche di erosione, smantellamento, trasporto e deposizione.

3.1 QUADRO GEOLOGICO COMPLESSIVO

Nelle distinzioni geologiche classiche la maggior parte dell'area di studio, che coincide con tutta la porzione di territorio in sinistra idrografica del torrente Pudiga, è stata attribuita al Livello Fondamentale della Pianura: si tratta i depositi messi in posto prevalentemente da scaricatori fluvioglaciali del Wurm o localmente più antichi (Riss).

I terrazzi rialzati in sponda destra sono ancora più antichi: gli stessi sono stati attribuiti al Mindel e sono caratterizzati da una superficie superiore fortemente alterata e pedogenizzata (Ferretto).

I nuovi rilievi effettuati nell'ambito del progetto CARG hanno rivisto questa metodologia di rilevamento e distinzione dei corpi geologici, ed hanno adottato il nuovo criterio (prescritto dal Servizio Geologico Nazionale) che utilizza sia le classiche unità litostratigrafiche sia, ove possibile, le unità a limiti in conformi (UBSU).

I dati dei nuovi rilievi e delle nuove distinzioni adottate sono riassunti nella “Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 – foglio 118 Milano”, a cura di Francani et al., attualmente disponibile nella versione in bozza del SAL III.

La carta propone anche un sovrasimbolo per caratterizzare la litologia dominante sulla base dei dati di sottosuolo disponibili. Nel presente lavoro si è quindi ritenuto di utilizzare le medesime distinzioni per l'assetto geologico dell'area di intervento.

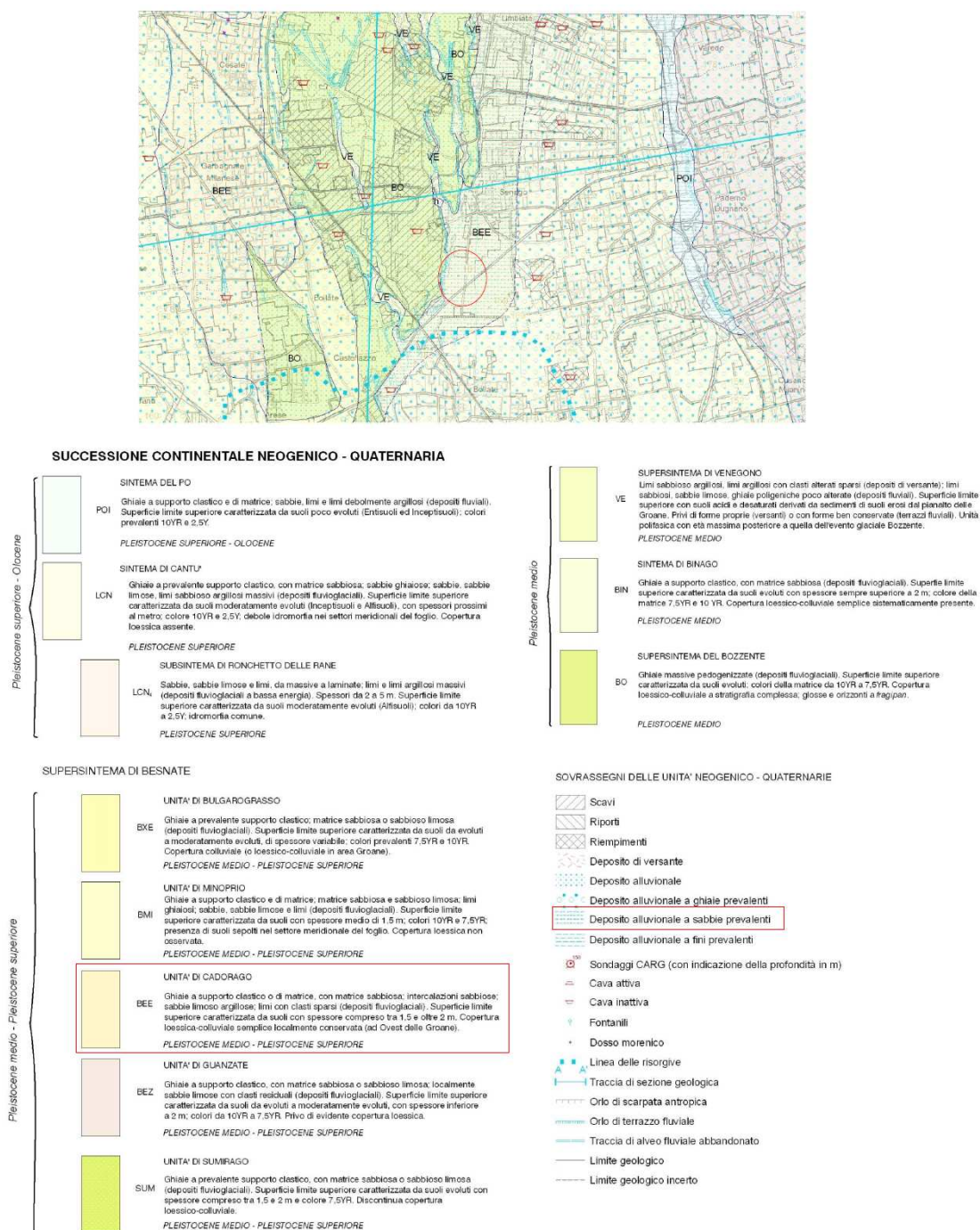


Fig. 5: Estratto della bozza di "Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 – foglio 118 Milano". Il contorno rosso individua l'area in oggetto, appartenente al Sistema di Cadorago (codice BEE)

L'area di intervento, in cui verranno realizzate le vasche, rientra nel Supersintema di Besnate – Unità di Cadorago (cod. BEE) (Pliocene medio-superiore).

Tale unità è caratterizzata da ghiaia a supporto clastico o di matrice, con matrice sabbiosa; intercalazioni sabbiose; sabbie limoso argillose; limi con clasti sparsi.

Si tratta di depositi fluvioglaciali che in precedenza erano stati attribuiti al Riss ed in parte al Wurm (fluvioglaciale e fluviale Riss e Wurm).

L'Unità affiora in una stretta fascia allungata in senso nord-sud, che borda il terrazzo antico e presenta una superficie superiore con suoli mediamente evoluti, caratterizzati, da percentuali di sabbia quasi doppie e percentuali di limo inferiori del 10-30% rispetto alle coperture delle unità più antiche, poste a ovest delle Groane.

Dal punto di vista litologico prevalgono le sabbie, quindi un ambiente ad energia più limitata, rispetto alle piane alluvionali ad alta energia che caratterizzano le aree poste ad est.

Il terrazzo rialzato delle Groane, in sponda destra del torrente Pudiga è attribuito al Supersintema del Bozzente (Pliocene medio).

L'unità, più antica della precedente, coincide con il classico Fluvioglaciale del Mindel ed è caratterizzata da ghiaie massive, poligeniche, con matrice limoso sabbiosa, fortemente pedogenizzate (Ferretto).

Tali aree, per la significativa presenza di argilla nella porzione superiore, per alcuni metri (mediamente 2-3, ma localmente anche oltre 5 metri), sono state oggetto, in passato di estensiva attività di escavazione per la produzione di laterizi.

La porzione occidentale del territorio, fino al fiume Seveso, è caratterizzata dai depositi del Sintema di Cantù (LCN) – (Pleistocene sup. – Olocene), sistema che corrisponde al Wurm aut.

Si tratta di ghiaie a prevalente supporto clastico, con matrice sabbiosa, sabbie ghiaiose, sabbie limose e localmente limi sabbioso argillosi.

I suoli sono da moderatamente a poco evoluti, con spessori prossimi al metro.

Nella zona specifica la litologia è marcatamente ghiaiosa.

Il limite verso ovest, con l'unità di Cadorago è caratterizzato ad un elevato limite di incertezza, stante l'assenza di elementi morfologici certi nella zona.

I limiti verticali tra le unità sopra descritte sono visualizzati nell'immagine seguente:

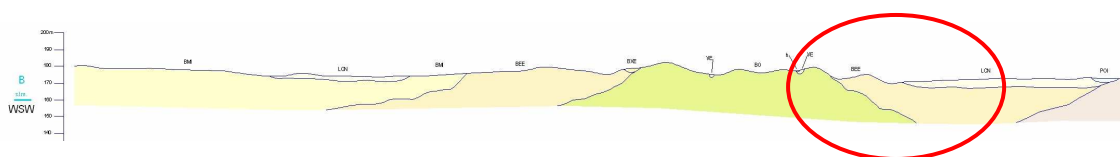


Fig. 6: Estratto della sezione geologica, tracciata immediatamente a monte della zona di intervento, presente nel foglio Milano del progetto CARG (la scala orizzontale è circa 1:100.000). In rosso la zona di intervento, con visualizzati i rapporti tra: Supersintema del Bozzente (verde), Unità di Cadorago (giallo) e Sintema di Cantù (giallo chiaro)

La superficie di contatto tra la più antica unità del Bozzente, che costituisce il terrazzo delle Groane, e la più recente Unità di Cadorago, che costituisce la piana su cui verranno realizzate le vasche, presenta una pendenza verso est molto contenuta.

La pendenza media del limite geologico è del 2-3%.

3.2 SONDAGGI GEOGNOSTICI

Al fine di definire in maniera puntuale le caratteristiche del sottosuolo, la variabilità verticale ed orizzontale e la continuità dei differenti livelli, si sono utilizzati tutti i dati di sottosuolo disponibili (vedi par. 1.1) e le stratigrafie dei sondaggi a carotaggio effettuati per il presente lavoro.

I dati sono sintetizzati nelle sezioni geologiche di dettaglio nella tavola D.2.1, mentre le stratigrafie dei sondaggi, con la relativa localizzazione sono visualizzate nella tavola D.2.4.

I sondaggi geognostici sono concentrati nell'area di intervento, con la sola eccezione del sondaggio S5 ubicato sui terreni rialzati in destra Pudiga, in un contesto geologico differente.

I quattro sondaggi nella zona interessata dalle vasche (Unità di Cadorago) evidenziano caratteristiche sufficientemente omogenee per cui, di seguito, si procede all'analisi puntuale di S2, che ha raggiunto la massima profondità (35 m. da p.c.) e che è stato attrezzato con un piezometro per la misura dei livelli di falda ed a quella di S5, che è stato ubicato in un contesto geologico differente (Supersintema del Bozzente).

Fig. 7: Stratigrafia del sondaggio S2

metri bott.	LITOLOGIA	prof. m	DESCRIZIONE	PzA	Standard Penetration Test			Campioni
					m	S.P.T.	N	
1			Sabbia limosa marrone inglobante ghiaia fine subarrotondata (\varnothing max 2 cm)					
2		1,7	Ghiaia e ciottoli subarrotondati (\varnothing max 10 cm), alterati, con sabbia debolmente limosa grigia		2,0	5-17-18	35	
3		3,0	Sabbia debolmente limosa grigia con ghiaia eterometrica subarrotondata (\varnothing max 5 cm)		4,0	7-10-12	22	
4		4,0	Sabbia limosa debolmente argillosa ocra inglobante rara ghiaia eterometrica subarrotondata (\varnothing max 6 cm)		6,0	10-14-19	33	
5		5,0	Sabbia limosa nocciola con ghiaia eterometrica da subspigolosa ad arrotondata e rari ciottoli (\varnothing max 8 cm). Molti clasti alterati		8,0	11-25-50/11cm	Rif	A) Dis < 7,00 7,50
6					10,0	14-22-37	59	
7		9,7	Sabbia debolmente limosa grigia		12,0	50/13cm	Rif	
8		10,5	Sabbia debolmente limosa grigia con ghiaia subarrotondata prevalentemente medio-fine (\varnothing max 6 cm)		14,0	27-31-20/3cm	Rif	B) Dis < 13,50 14,00
9		12,3	Sabbia limosa grigia con ghiaia eterometrica e ciottoli subarrotondati (\varnothing max 10 cm). Alcuni clasti alterati		16,0	50/6cm	Rif	C) Dis < 16,50 17,00
10		16,0	Sabbia debolmente limosa grigia inglobante ghiaia medio-fine subarrotondata (\varnothing max 3 cm)		18,0	33-50/8cm	Rif	
11		18,0	Sabbia limosa nocciola con ghiaia eterometrica subarrotondata (\varnothing max 6 cm). Alcuni clasti alterati		20,0	27-50/13cm	Rif	
12		18,5	Sabbia debolmente limosa grigia inglobante rara ghiaia eterometrica subarrotondata (\varnothing max 6 cm)					
13		19,0	Sabbia grigia con ghiaia eterometrica subarrotondata e ciottoli (\varnothing max 11 cm)					
14		20,5	Sabbia fine limosa nocciola					
15		21,0	Sabbia grigia con ghiaia eterometrica subarrotondata inglobante rari ciottoli (\varnothing max 7 cm). Locali livelli di sola sabbia.					D) Dis < 22,00 22,50
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								E) Dis < 27,00 27,50
28								
29								
30								
31								
32		31,4	Sabbia nocciola con intercalazioni centimetriche limoso-argillose, inglobante rarissima ghiaia medio-fine (\varnothing max 4 cm)					F) Dis < 32,00 32,50
33		32,0	Sabbia limosa laminata nocciola. Tra 33,70 e 33,90 m livelli di limo argilloso duro					
34		34,2	Argilla limosa grigia con screziature marroni					
35		34,6	Sabbia fine e limo grigio					
		35,0						

Il sondaggio è caratterizzato per quasi tutto il suo sviluppo da livelli di sabbia, debolmente limosa, di colore prevalente grigio, inglobante al suo interno ghiaia e ciottoli di natura poligenica.



Fig. 8: S2 (prof. 15-20 m. da p.c.) – cassa 4: facies tipica con sabbie limose grigie, con ghiaia e ciottoli

Nella porzione terminale, oltre i 30 metri di profondità, sono presenti intercalazioni limoso argillose, livelli di limo argilloso duro ed un livello di argilla limosa grigia con screziature di colore marrone.



Fig. 9: S2 – cassa 7 (prof. 30-35 m. da p.c.): livelli di limi argillosi ed argilla

Il sondaggio S1 è analogo (anch'esso fino a 35 metri dal p.c.), con dominanza di sabbie e sabbie limose con ghiaia e presenza di livelli limoso-argillosi oltre i 30 metri.

Il sondaggio S5, in differente contesto geologico, presenta alcune differenze.

metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	DESCRIZIONE	PZA	Standard Penetration Test			Campioni
					m	S.P.T.	N	
1		1.0	Limo argilloso sabbioso marrone					
			Limo argilloso debolmente sabbioso nocciola con screziature marroni					
2		1.8	Limo argilloso marrone con sabbia					A) Dis < 2.00 2.50
3		3.0	Sabbia e limo e argilla marrone con ghiaia eterometrica subarrotondata e ciottoli (Ømax 8 cm), clasti molto alterati	3.0	7-10-13	23		
4		4.0	Sabbia limoso-argillosa nocciola e ghiaia eterometrica subarrotondata inglobanti rari ciottoli (Ømax 13 cm). Alcuni clasti alterati					
5								
6				6.0	7-17-48	65		B) Dis < 6.50 7.00
7								
8		8.0	Sabbia limosa nocciola con ghiaia eterometrica subarrotondata e rari ciottoli (Ømax 12 cm)					
9				9.0	11-10-11	21		
10								C) Dis < 10.00 10.50
11								
12				12.0	50/14cm			
13								
14								
15		15.0						

Fig. 10: Stratigrafia del sondaggio S5

La porzione superiore presenta una dominanza di limi argillosi di colore marrone, fino alla profondità di 3 metri dal p.c.: si tratta dei suoli fortemente pedogenizzati caratteristici del terrazzo delle Groane (Supersintema del Bozzente).



Fig. 11: S5 – cassa 1 (prof. 0-5 m. da p.c.): porzione superiore pedogenizzata con limi argillosi fino a 3 metri da p.c.

Negli altri sondaggi e nei saggi con escavatore la porzione di alterazione superficiale è risultata sempre molto limitata, con spessori medi variabili tra 40 cm ed 1 metro, secondo le previsioni, stante l'età più recente dei depositi investigati.

Per la restante parte del sondaggio S5, fino alla massima profondità investigata (15 metri), i terreni sono in prevalenza sabbie limose con ghiaie, in analogia con gli altri sondaggi; l'unica differenza significativa è rappresentata dal colore marrone della matrice e della presenza di segni di alterazione in alcuni clasti e ciottoli.

3.3 ASSETTO GEOLOGICO DI DETTAGLIO

I dati dei sondaggi eseguiti, integrati dalle stratigrafie dei pozzi e dei piezometri disponibili, hanno consentito di tracciare due sezioni geologiche di dettaglio attraverso l'area di intervento (vedi tavola D.2.1).

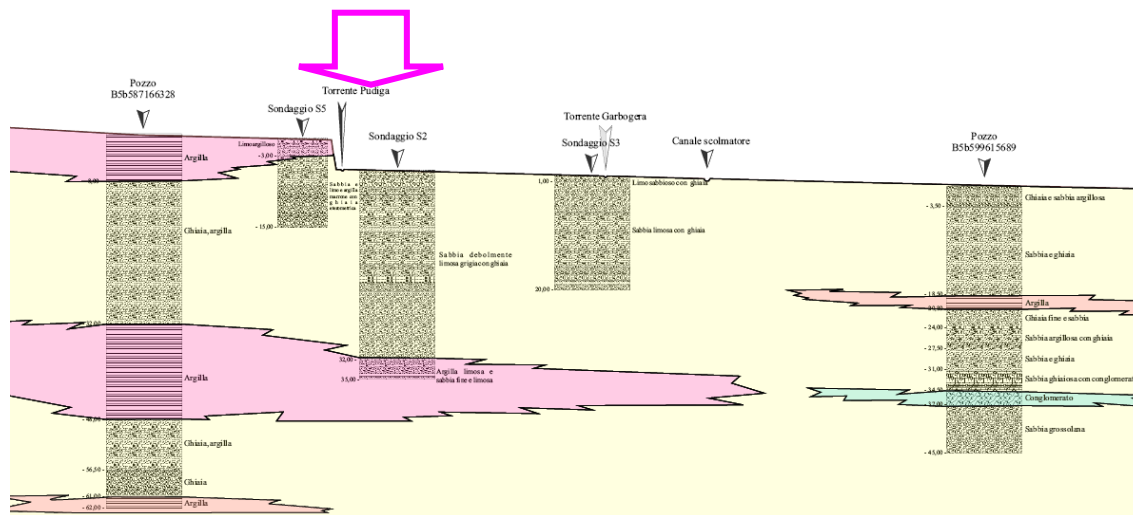


Fig. 12: Stralcio della sezione geologica delle tavole di progetto. In giallo i depositi di sabbie e ghiaie; in viola ed arancione i livelli con prevalente componente argillosa. La freccia viola indica l'areale interessato dalle opere.

Tali sezioni evidenziano una serie di elementi geologici interessanti e precisamente:

- il terrazzo delle Groane presenta depositi superficiali limoso argillosi di spessore variabile da 3 ad 8 metri. Tali depositi sono completamente assenti ad est del torrente Pudiga e si limitano ad un suolo di spessore variabile tra 0,4 ed 1 metro;
- i depositi sono in prevalenza costituiti da miscele di sabbia e ghiaia, con subordinate quantità di materiale fine;
- alla profondità di circa 30 metri da p.c., lungo tutta la porzione orientale delle due sezioni, è presente un livello limoso-argilloso di spessore variabile da pochi metri fino ad oltre 14-15 metri di spessore. Questo livello, in base ai dati disponibili, riduce significativamente il suo spessore verso est, fino a risultare assente presso le terminazioni della sezione;
- al di sotto del livello argilloso sono presenti ulteriori depositi sabbiosi e ghiaiosi fino alla profondità di circa 60-65 metri da p.c;

- oltre la profondità di 60-65 m. da p.c. i livelli argillosi divengono prevalenti e sono costituiti soprattutto da argille gialle, con intercalati subordinati livelli di sabbie fini.

La porzione gialla accorpa tutti i depositi a prevalente natura sabbioso ghiaiosa, appartenenti sia all'Unità di Cadorago che al Supersistema del Bozzente.

Come visualizzato in fig. 6 il limite in profondità tra le due unità presenta una pendenza molto contenuta, dell'ordine del 2-3%, verso est.

Nel caso specifico per raggiungere la profondità di 30 metri, a cui è posizionato il livello argilloso, la superficie di discontinuità si trova a una distanza dal terrazzo di oltre 1 km, quindi oltre l'areale interessato dalla vasche.

Nello stralcio della sezione (fig. 12 e tavola D.2.1) la lente di argilla, in via cautelativa, è stata estesa verso est solamente per 700 metri.

La lente è quindi interamente all'interno della stessa unità geologica (quella più profonda).

Il limite, nella zona di interesse, pone a contatto due unità con analoghe caratteristiche litologiche e granulometriche e come tale non rappresenta una discontinuità dal punto di vista idrogeologico e quindi la rappresentazione le ha unificate sotto il colore giallo (sabbie e ghiaie).

La presenza della lente di argilla nella zona delle vasche è confermata anche da altre stratigrafie profonde, come il pozzo cod. B5b5900465029 visualizzato nella sezione idrogeologica A-B di tavola D.2.3.

Il limite erosionale tra le due unità manifesta i suoi effetti portandosi verso est, dove la lente diviene discontinua e/o si interrompe completamente (sezione idrogeologica C-D di tavola D.2.3).

3.4 MODELLO GEOLOGICO TRIDIMENSIONALE DEL SOTTOSUOLO

I dati puntuali di sottosuolo (pozzi, piezometri, sondaggi, ecc.) e le sezioni geologiche generate sono stati inseriti in un apposito software, al fine di generare un modello geologico 3D del sottosuolo dell'area di intervento e di un suo significativo intorno.



Fig. 13: Fasi iniziali della modellazione con inserimento delle sezioni e dei dati di sottosuolo

Nel modello sono state ricostruite le principali unità geologiche sopra descritte, con particolare attenzione agli elementi di particolare importanza per l'assetto idrogeologico (setto di argille interposto tra le unità ghiaiose a circa 30-40 metri di profondità).

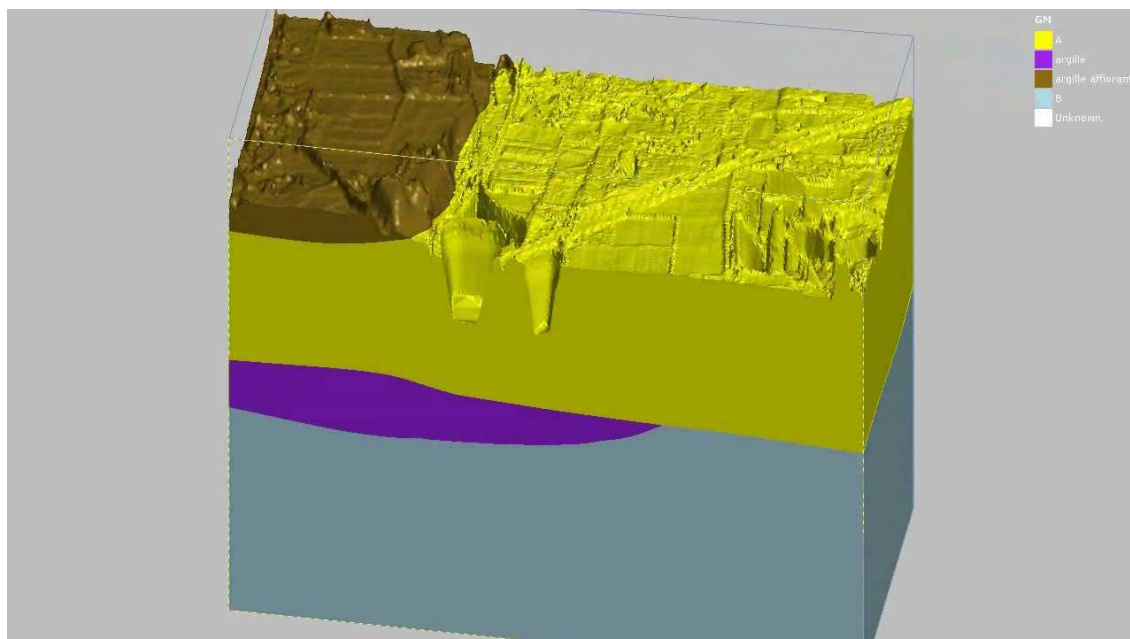


Fig. 14: Modello 3D del sottosuolo con le principali unità litologiche distinte

L'immagine sopra riportata visualizza il modello geologico dell'area di intervento, che è stato tagliato nei pressì delle vasche di progetto (già inserite).

L'unità marrone materializza la porzione rialzata dei depositi più antichi del terrazzo delle Groane (Supersintema del Bozzente), caratterizzati da una significativa componente argillosa nella parte superficiale.

Per le unità nel sottosuolo la distinzione è stata effettuata in termini litologici (la lente viola è costituita in prevalenza da limi ed argille, mentre tutto il resto è prevalentemente sabbioso-ghiaioso), per l'importanza di tali distinzioni ai fini del successivo modello idrogeologico.

Tale suddivisione rappresenta infatti, come verrà meglio dettagliato di seguito, la base fondamentale per la caratterizzazione idrogeologica del sottosuolo, per la suddivisione dei vari acquiferi presenti e per le modellazioni effettuate.

4.0 CARATTERISTICHE DEI TERRENI DI SCAVO

Prima di passare all'assetto idrogeologico, con tutte le implicazioni relative alle opere di progetto, si formulano alcune considerazioni sulle caratteristiche dei terreni di scavo.

In considerazione dei notevoli volumi di terreni da movimentare per la realizzazione delle vasche si è ritenuto di effettuare una serie di analisi e di valutazioni sulle caratteristiche granulometriche e merceologiche dei terreni stessi.

4.1 ANALISI GRANULOMETRICHE E CLASSIFICAZIONE

Nei fori di sondaggio sono stati prelevati dei campioni, a differenti profondità, rappresentativi delle varie litologie rinvenute.

Tali campioni sono stati inviati al laboratorio Altair per le seguenti prove:

- analisi granulometria per via secca
- analisi granulometria per via umida;
- limite liquido, limite plastico ed indice di plasticità;
- classificazione in base agli standard ASTM ed AASHTO.

Le seguenti tabelle riepilogano i principali valori emersi dalle analisi (per il dettaglio è necessario fare riferimento all'apposito documento allegato al presente progetto):

Campione	S1-5.0	S1-12.0	S1-17.5	S1-23.0	S1-27.0	S2-7.0	S2-13.5
ghiaia g	18,81	1,81	13,25	13,27	9,70	11,67	6,46
ghiaia f	35,33	4,19	15,05	9,27	22,55	12,63	11,99
sabbia g	7,62	3,82	5,32	6,28	0,93	6,25	6,80
sabbia m	11,68	36,37	14,66	22,67	16,67	15,99	18,31
sabbia f	11,93	29,41	20,87	32,03	19,94	23,32	23,13
limo	10,01	15,55	19,18	13,41	20,67	18,56	21,63
argilla	4,62	8,85	11,67	3,07	9,54	11,58	11,68
LL	38,00	30,00	24,00	33,00	28,00	30,00	27,00
LP	22,00	23,00	18,00	25,00	22,00	20,00	21,00
IP	16,00	7,00	6,00	8,00	6,00	10,00	6,00
Cumulate							
ghiaia	54,14	6,00	28,30	22,54	32,25	24,30	18,45
sabbia	31,23	69,60	40,85	60,98	37,54	45,56	48,24
limo+argilla	14,63	24,40	30,85	16,48	30,21	30,14	33,31
totale	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
ASTM	GC	SC	SC SM	SM	SC SM	SC	SC SM
AASHTO	A2 6	A2 4	A2 4	A2 4	A2 4	A2 4	A2 4

Campione	S2-16.5	S2-22.0	S2-27.0	S2-32.0	S3-10.0	S3-17.0	S4-2.0	S4-6.0
ghiaia g	0,97	0,76	10,85	0,00	15,49	17,97	33,64	10,53
ghiaia f	3,99	23,62	12,50	0,05	22,42	13,02	13,91	24,44
sabbia g	4,02	9,65	5,23	0,27	8,69	7,66	6,74	8,98
sabbia m	38,55	27,32	28,90	5,46	19,36	18,58	14,53	20,01
sabbia f	27,09	17,55	27,98	71,43	16,86	20,51	11,55	14,33
limo	18,18	14,07	10,27	16,31	11,73	15,20	12,00	13,10
argilla	7,21	7,03	4,27	6,48	5,45	7,06	7,63	8,61
LL	30,00	32,00	32,00	36,00	32,00	29,00	37,00	36,00
LP	21,00	22,00	23,00	26,00	22,00	23,00	27,00	25,00
IP	9,00	10,00	9,00	10,00	10,00	6,00	10,00	11,00
Cumulate								
ghiaia	4,96	24,38	23,35	0,05	37,91	30,99	47,55	34,97
sabbia	69,66	54,52	62,11	77,16	44,91	46,75	32,82	43,32
limo+argilla	25,38	21,10	14,54	22,79	17,18	22,26	19,63	21,71
totale	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
ASTM	SC	SC	SC	SM	SC	SM	GM	SM
AASHTO	A2 4	A2 4	A2 4	A2 4	A2 4	A1b	A2 4	A2 6

Il seguente grafico mostra l'andamento delle principali componenti granulometriche nei differenti campioni analizzati:

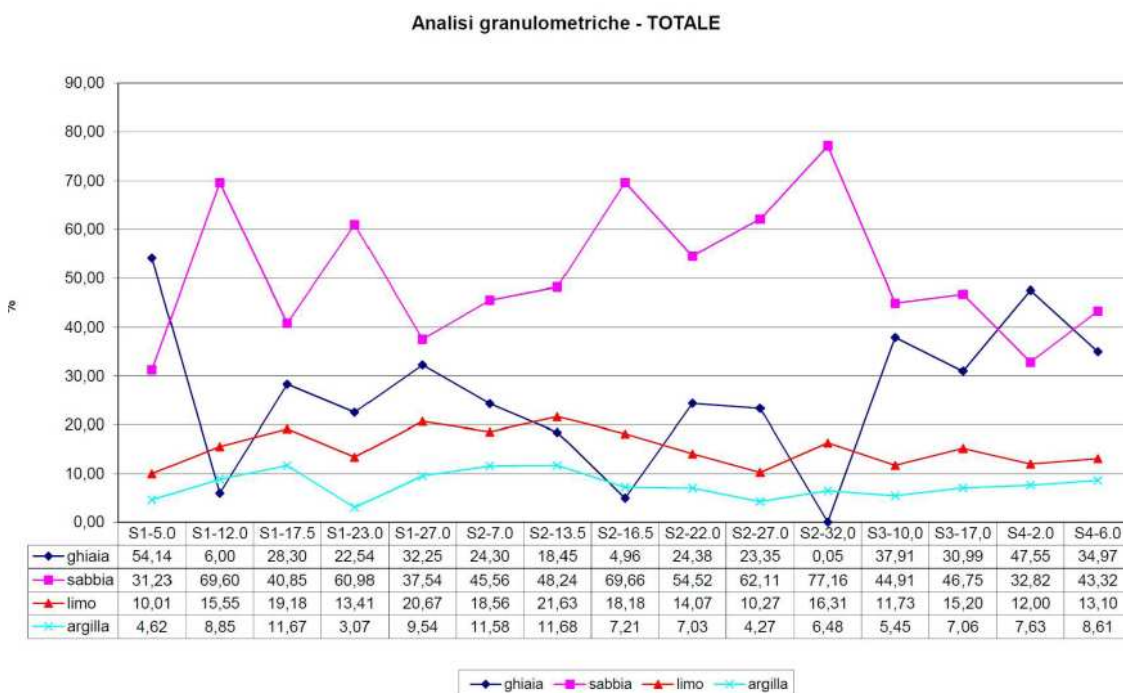


Fig. 15: Analisi granulometriche dei campioni analizzati

Le analisi evidenziano:

- una dominanza della componente sabbiosa, (tra il 30% e 80%, con valori medi tra 40-50%);

- subordinate ghiaie con valori medi tra 20-30% ma con elevata variabilità (da 0 ad oltre il 50%);
- limi con percentuali tra il 10 ed il 20%, abbastanza regolari;
- percentuali di argilla generalmente inferiori al 10%;
- la classe AASHTO dominante è A2-4;
- la classificazione ASTM è mediamente SC - SM

I valori sono poi stati analizzati selezionando solamente i campioni che rientrano all'interno delle profondità di scavo, distinti per le due vasche.

Il grafico riportato sulla sinistra rappresenta l'analisi media complessiva dei campioni nella vasca, con le relative classificazioni AGI- ASTM ed AASHTO.

Sulla destra è riportata un'analisi granulometria a campione, ritenuta rappresentativa del contesto specifico.

ANALISI VASCA 1

Sabbia con ghiaia limosa debolmente argillosa
classificazione ASTM: SC - SM
classificazione AASHTO: A2-4

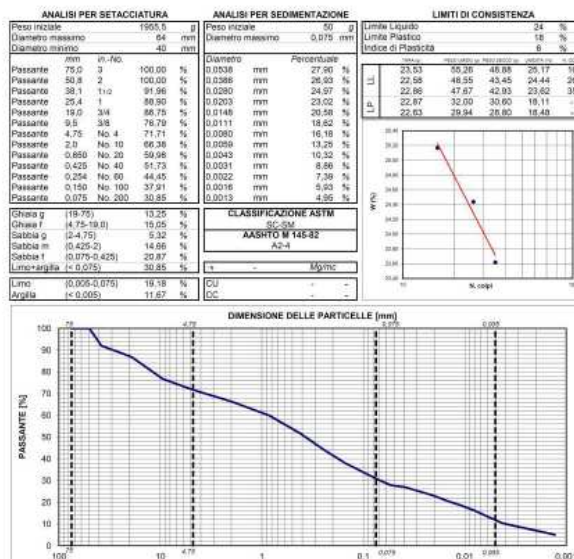
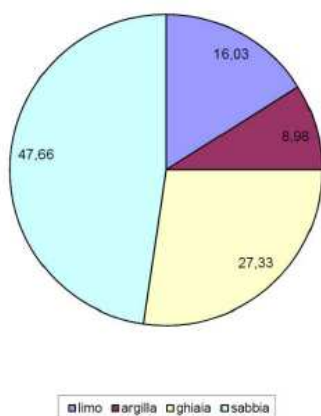


Fig. 16: Analisi granulometriche dei campioni entro la profondità di scavo della vasca 1

ANALISI VASCA 2

Sabbia con ghiaia limosa debolmente argillosa
classificazione ASTM: SC - SM
classificazione AASHTO: A2-4 - A1b

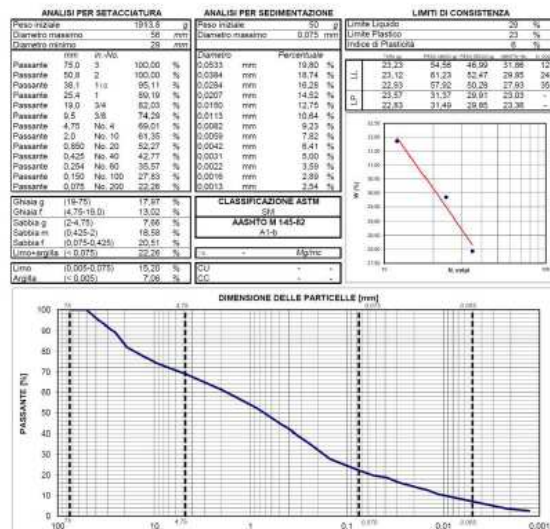
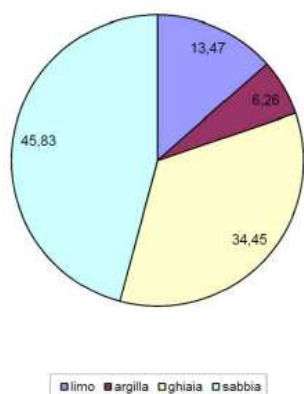


Fig. 17: Analisi granulometriche dei campioni entro la profondità di scavo della vasca 2

I valori sono comparabili ed in entrambi i casi i terreni hanno la seguente composizione: sabbie con ghiaie limose debolmente argillose.

4.2 ANALISI CHIMICHE

In relazione alle quantità di materiale da movimentare in cantiere e scavare (oltre 1 Mmc) si è deciso di effettuare, fin dalla fase del progetto preliminare, una verifica delle caratteristiche chimiche dello stesso, in relazione a quanto previsto dal D.M. 161/2012.

La presente verifica non ha la pretesa di rappresentare un piano di utilizzo, ma solamente di valutare l'eventuale presenza di anomalie, dal punto di vista chimico-fisico nei terreni.

Durante tutte le indagini effettuate (sondaggi, saggi con escavatore, indagini geofisiche, ecc.) non sono state evidenziate situazioni anomale di sorta ed i terreni in posto sono sempre risultati nello stato naturale.

Anche le informazioni disponibili sull'area non hanno messo in luce utilizzi pregressi potenzialmente critici ai fini della contaminazione delle aree, il cui uso attuale è agricolo.

Le analisi sono state effettuate su n° 8 campioni di materiale prelevati ad una profondità media di 3-4 metri nei saggi effettuati con l'escavatore, distribuiti lungo le zone di intervento.

Le analisi sono state effettuate dal Laboratorio EVR Ambiente s.r.l. di Giussago (PV), per conto della Ditta Eurogeo, incaricata dall'AIPo di eseguire le indagini geologiche e geofisiche.

Il protocollo di analisi ha previsto la verifica di tutti i parametri previsti dalla norma, e precisamente:

- metalli (arsenico, cadmio, cobalto, nichel, piombo, rame, zinco, mercurio, cromo totale, cromo VI, amianto)
- idrocarburi C > 12
- BTEX
- IPA

Il riepilogo delle analisi effettuate è di seguito riportato (per la verifica dei singoli referti si rimanda alla documentazione specifica allegata al presente progetto):

Parametri	U.M. sul secco	Tab. 1A residenziale	Tab. 1A industriale	Ns. Rif. CAMPIONE	1158 SA 1	1159 SA 2	1160 SA 4	1161 SA 5	1162 SA 6	1163 SA 7	1164 SA 8	1165 SA 10
Residuo secco	%				83,5	81,7	82,5	81,2	79,3	83,5	80,9	92,5
Frazione < 2 mm	%				50	61	66	58	59	59	48	49
Frazione > 2 mm	%				50	39	34	42	41	41	52	51
AMIANTO	mg/kg s.s.	1000	1000		<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000
zinco	mg/kg s.s.	150	1500		26,0	23,4	25,8	27,7	26,9	23,5	22,3	19,9
cadmio	mg/kg s.s.	2	15		0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	< 0,5
piombo	mg/kg s.s.	100	1000		6,7	5,2	5,5	5,6	5,9	5,6	4,2	5,2
nicel	mg/kg s.s.	120	500		34,1	25,9	31,7	31,8	29,5	29,6	26,3	17,1
cromo totale	mg/kg s.s.	150	800		21,7	23,0	36,9	26,2	28,9	29,2	20,5	25,3
rame	mg/kg s.s.	120	600		9,4	7,8	9,7	8,9	9,3	8,1	7,5	6,0
arsenico	mg/kg s.s.	20	50		6,6	4,3	6,2	6,9	5,5	5,0	5,7	4,8
mercurio	mg/kg s.s.	1	5		< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
cromo esavalente	mg/kg s.s.	2	15		< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
cobalto	mg/kg s.s.	20	250		4,5	4,1	4,8	5,0	5,1	4,0	4,1	5,0
benzene	mg/kg s.s.	0,1	2		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
toluene	mg/kg s.s.	0,5	50		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
etilbenzene	mg/kg s.s.	0,5	50		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
xilene	mg/kg s.s.	0,5	50		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
stirene	mg/kg s.s.	0,5	50		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
naftalene	mg/kg s.s.				<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
acenaftilene	mg/kg s.s.				<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
acenaftene	mg/kg s.s.				<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
fluorene	mg/kg s.s.				<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
fenantrene	mg/kg s.s.				<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,04
antracene	mg/kg s.s.				<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
fluorantene	mg/kg s.s.				<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02
pirene	mg/kg s.s.	5	50		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
benzo(a)antracene	mg/kg s.s.	0,5	10		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
crisene	mg/kg s.s.	5	50		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
benzo(b)fluorantene	mg/kg s.s.	0,5	10		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
benzo(k)fluorantene	mg/kg s.s.	0,5	10		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
benzo (a)pirene	mg/kg s.s.	0,1	10		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
indeno(1,2,3 c,d)pirene	mg/kg s.s.	0,1	5		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
dibenzo(a,h)antracene	mg/kg s.s.	0,1	10		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
benzo(g,h,i)perilene	mg/kg s.s.	0,1	10		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
dibenzo(a,l)pirene	mg/kg s.s.	0,1	10		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
dibenzo(a,e)pirene	mg/kg s.s.	0,1	10		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
dibenzo(a,h)pirene	mg/kg s.s.	0,1	10		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
dibenzo(a,i)pirene	mg/kg s.s.	0,1	10		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Sommatorio IPA	mg/kg s.s.	10	100		<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg s.s.	50	750		<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Idrocarburi leggeri C<12	mg/kg s.s.	10	250		<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5

Le analisi non evidenziano anomalie di sorta.

Tutti i campioni rientrano ampiamente nei limiti di legge di Tab. 1A.

5.0 ASSETTO IDROGEOLOGICO

In relazione alle peculiarità dell'area in esame ed alla tipologia delle opere di progetto, che prevedono la realizzazione delle vasche di laminazione in scavo rispetto al piano campagna, con interessamento della falda superficiale, la caratterizzazione idrogeologica, come già specificato, è fondamentale.

5.1 QUADRO IDROGEOLOGICO COMPLESSIVO

Nel territorio del Milanese, in ampio, sono storicamente e tradizionalmente conosciute e riconosciute le seguenti strutture idrogeologiche fondamentali:

- acquifero "tradizionale" che ospita falde da libere a semiconfinare procedendo da nord verso sud. Tale acquifero è normalmente captato dai pozzi. Lo stesso è alimentato da piogge, irrigazioni, dalla ricarica da monte o da infiltrazioni dall'alto. Al suo interno vengono distinte due unità idrogeologiche: I e II acquifero.
- Acquifero profondo, multistrato e separato dai soprastanti, con falde in pressione. Lo stesso è alimentato dalle zone di ricarica verso monte o in zone di interruzione degli strati impermeabili (denominato anche III acquifero).

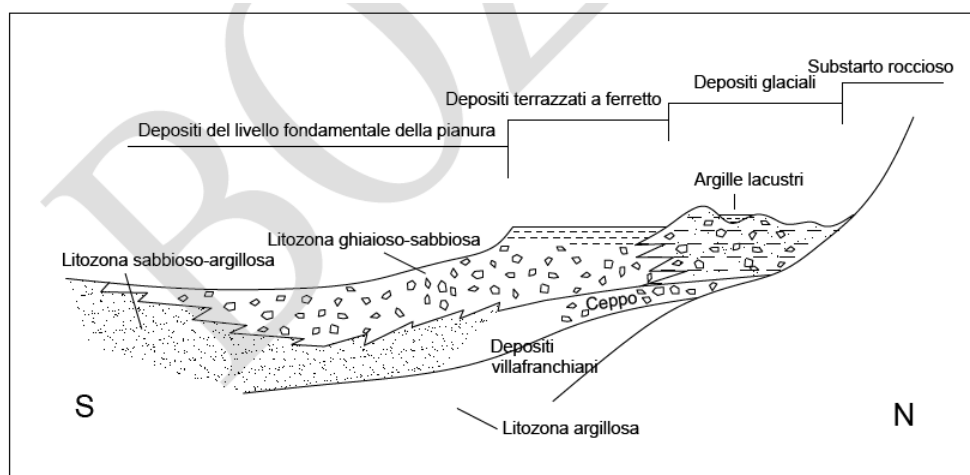


Fig. 18: Schema delle principali unità idrogeologiche (tratto da "CARG – note illustrative al foglio 118")

Tale suddivisione classica è stata rivista nel 2002 a seguito dello studio congiunto Regione Lombardia – Eni – Agip, sulla base di una maggiore e migliore conoscenza litostratigrafia del sottosuolo. Sono stati distinti i seguenti gruppi:

- *Gruppo acquifero A:* corrisponde alla porzione più superficiale dell'acquifero tradizionale, libero, fortemente sfruttato e quasi sempre inquinato. Prevalgono al suo interno le granulometrie più grossolane. Coincide, circa, con il I acquifero.
- *Gruppo acquifero B:* è presente al di sotto dell'acquifero A e corrisponde alla porzione più profonda dell'acquifero tradizionale, più protetta, localmente semi-confinato. Prevalgono i sedimenti grossolani. La sua base coincide, con buona approssimazione, con quella del II acquifero.
- *Gruppo acquifero C:* è costituito in prevalenza da argille limose e sabbie, sede di falde multistrato, protette e generalmente in pressione. E' correlabile alla porzione superiore dell'acquifero profondo.

La suddivisione ricalca il seguente schema complessivo:

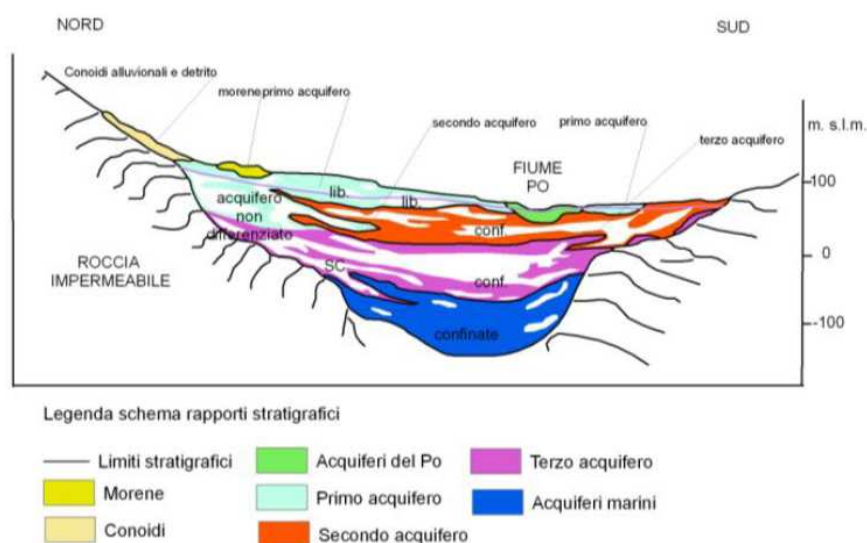


Fig. 19: Schema idrogeologico della Pianura Padana (tratto da " CARG – note illustrative al foglio 118")

Per quanto riguarda l'andamento complessivo della superficie della falda freatica, è possibile fare riferimento alle analisi ed ai dati della Provincia di Milano.

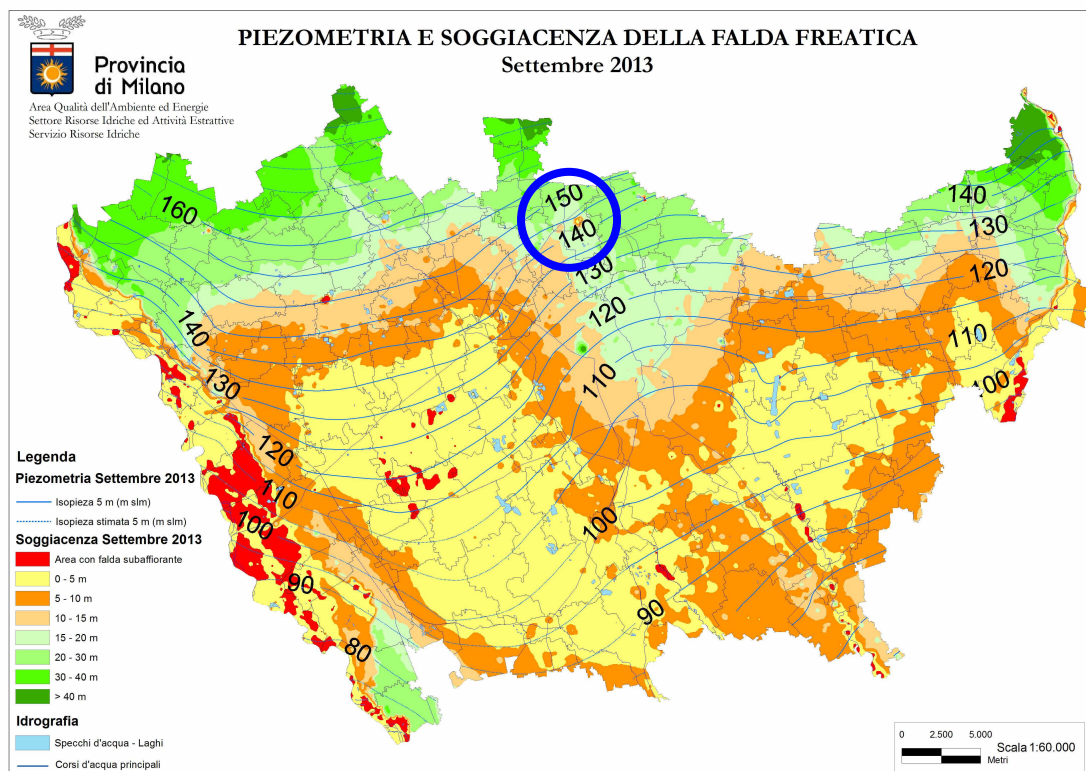


Fig. 20: Carta delle piezometrie e delle soggiacenze medie al settembre 2013 (tratto da “Sistema informativo falda – Provincia di Milano”)

L'andamento complessivo generale nord-sud risente di una serie di variazioni legate alla struttura geologica del sottosuolo nonché all'entità dei prelievi (forte depressione in corrispondenza di Milano).

La struttura complessiva, radiale convergente, si attenua nettamente a sud di Milano.

Nella zona di studio l'andamento è indicativamente nord-ovest / sud-est, con una quota media nel comune, al settembre 2013, compresa tra 140 m. e 150 s.l.m. ed una soggiacenza media di 15 metri.

Il gradiente idraulico varia complessivamente da 0,5 a 0,3 %.

5.2 STRUTTURA IDROGEOLOGICA DI DETTAGLIO

Sulla base della distinzione introdotta dallo studio Regione Lombardia – ENI - AGIP, utilizzando tutti i dati di sottosuolo disponibili, è possibile individuare nel territorio di studio i seguenti acquiferi.

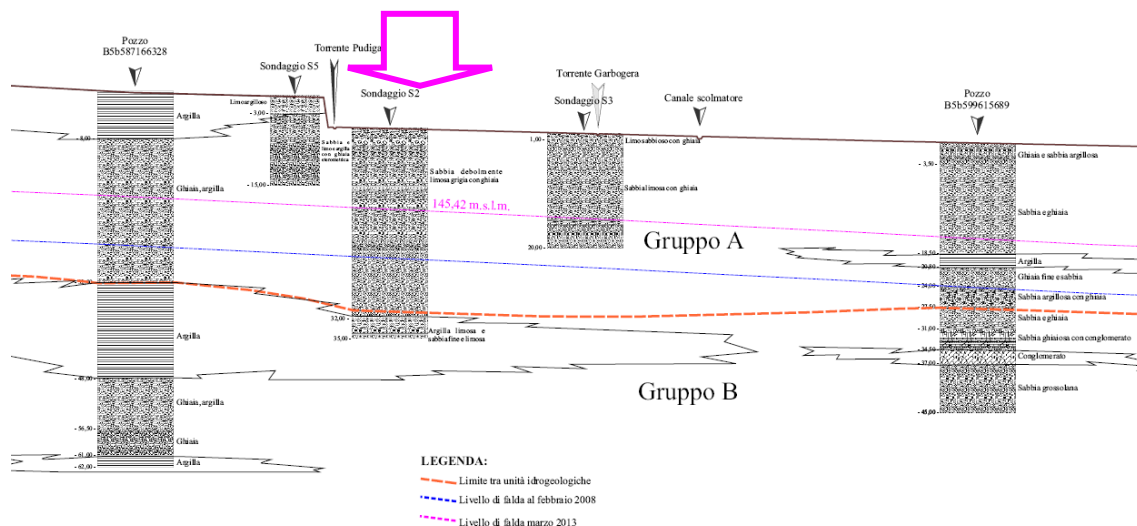


Fig. 21: Sezione idrogeologica, ricavata dalla sezione geologica, che evidenzia la struttura a livello locale. La freccia viola indica l'areale interessato dalle opere del presente progetto.

Gruppo acquifero A: è presente in tutto il territorio esaminato e costituisce la porzione più superficiale del sottosuolo, caratterizzata da depositi fluvioglaciali, depositi in un ambiente di tipo braided.

E' composto da ghiaie e sabbie, con subordinati livelli argillosi, argilloso limosi e/o di ghiaie cementate.

Lo spessore varia, in ampio, tra 28-30 e 40 metri e nella zona di studio è circa di 30-35 metri.

La base è posta in corrispondenza dei livelli limoso-argillosi presenti nell'area in modo continuo e tendenti a ridursi di spessore e continuità verso est.

Questi dati sono pienamente coerenti con le analisi contenute negli studi per il foglio Milano del progetto CARG.

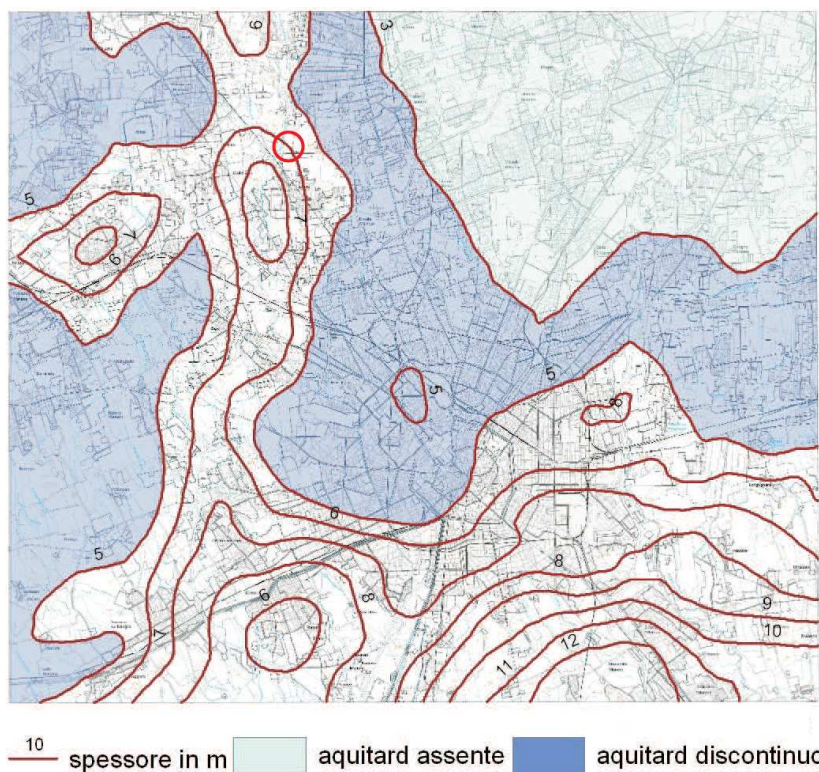


Fig. 22: Carta dello spessore dell'aquitard tra I e II acquifero (estratto della tavola 2 – progetto CARG – foglio 118)

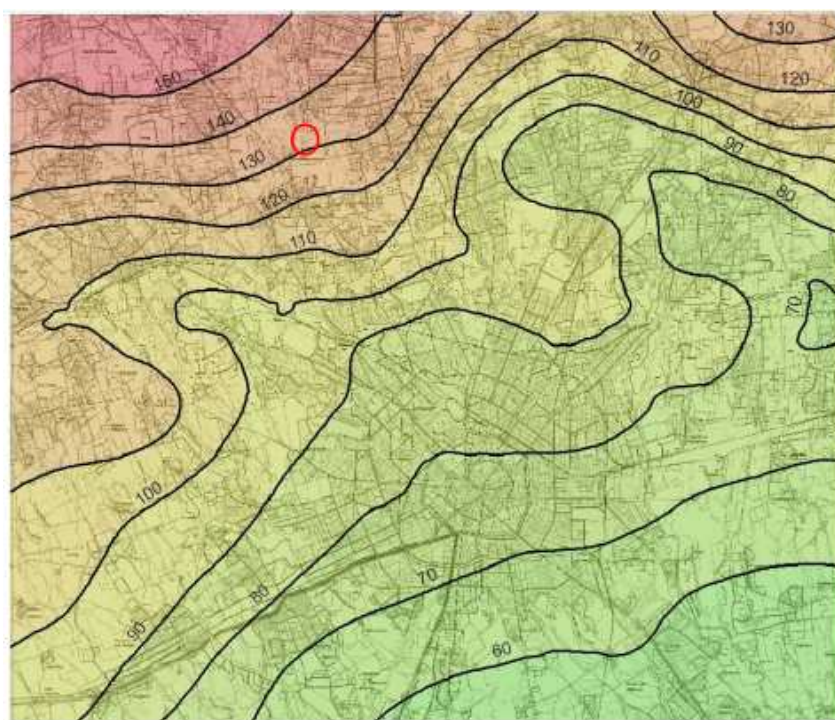


Fig. 23: Carta della base del I acquifero (estratto della tavola 2 – progetto CARG – foglio 118)

La carta di cui sopra individua nell'area di studio (in rosso) la base del I acquifero, circa coincidente con il Gruppo acquifero A, circa a quota 130 m. s.l.m., quindi a 30 metri dal p.c.

Questo gruppo acquifero, insieme al seguente Gruppo acquifero B, è sede dell'acquifero principale libero e/o semiconfinato, con soggiacenza nella zona di studio di circa 15 metri da p.c.; questa falda è in genere captata sia dai pozzi privati che dai pozzi potabili di vecchia realizzazione.

Gruppo acquifero B: costituisce la porzione di sottosuolo immediatamente sottostante al Gruppo A, anch'essa caratterizzata dalla presenza di depositi fluvioglaciali, depositi in un ambiente di tipo braided.

La granulometria è generalmente ghiaioso sabbiosa e tende a diminuire in profondità, dove aumenta la frequenza di livelli argillosi e/o conglomeratici.

Lo spessore di questo gruppo è di circa 30-40 metri e la sua base è posta in corrispondenza dei primi livelli di argille compatte giallastre.

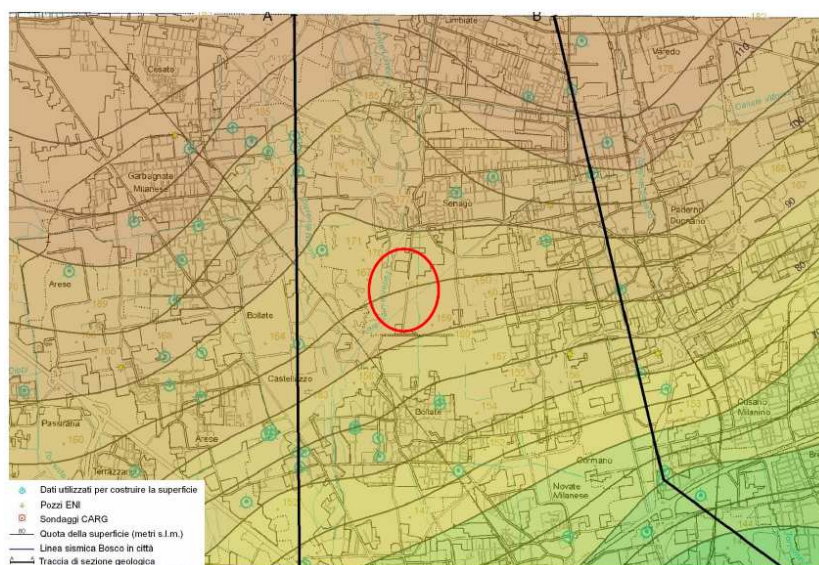


Fig. 24: Carta della base dell'acquifero tradizionale (base del Gruppo acquifero B) - (estratto della tavola 2 – progetto CARG – foglio 118)

Gruppo acquifero C: è presente nel territorio esaminato al di sotto del Gruppo B e fino alla massima profondità interessata dai pozzi potabili.

E' costituito da depositi sabbiosi, alternati ad argille ed argille limose, indice di un ambiente di deposizione continentale / transizionale deltizio.

La profondità della base non è conosciuta nella zona di indagine, in quanto non è mai stata intercettata dalle perforazioni disponibili.

Questa unità è sede degli acquiferi confinati, protetti, captati dai pozzi più profondi.

La stratigrafia seguente, di un pozzo esistente poco a sud della zona di intervento, riprova quanto descritto.

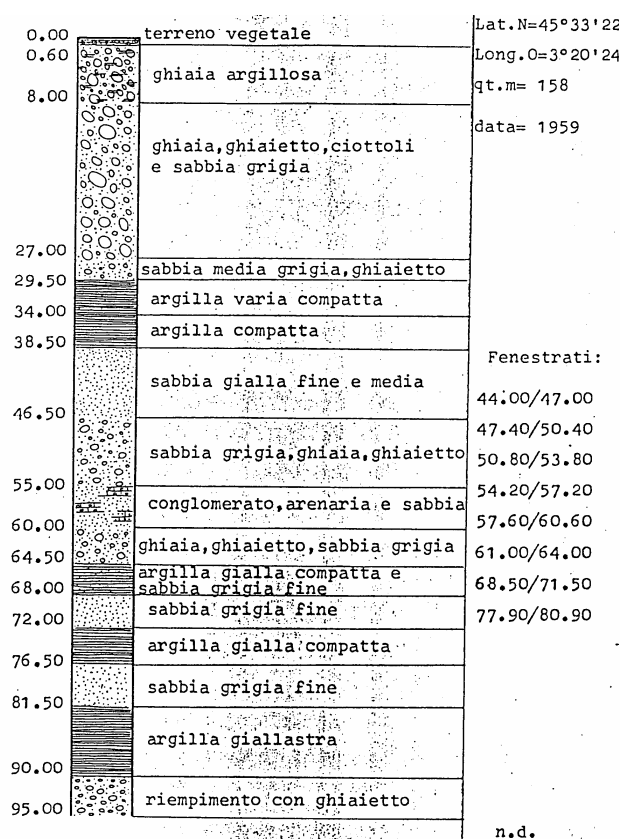


Fig. 25: Stralcio della stratigrafia del pozzo cod. 0150270017

Da p.c. fino a – 29,50 m. sono presenti depositi grossolani del Gruppo acquifero A.

Il livello argilloso tra 29,50 m. e 38,50 m. costituisce l'acquitaro di separazione tra I e II acquifero.

Il Gruppo acquifero B si sviluppa fino a circa - 64,5 m. da p.c., quota da cui iniziano le intercalazioni argillose e sabbiose del Gruppo acquifero C.

Le fenestrature interessano gli acquiferi B e C.

5.3 PIEZOMETRIA E VARIAZIONI DEI LIVELLI DI FALDA

L'immagine seguente, tratta dal SIF della Provincia di Milano e rielaborata in ambiente GIS, visualizza la piezometria della I falda nella zona di studio in ampio, nel settembre 2013 (vedi tavole D.2.2- D.2.3).

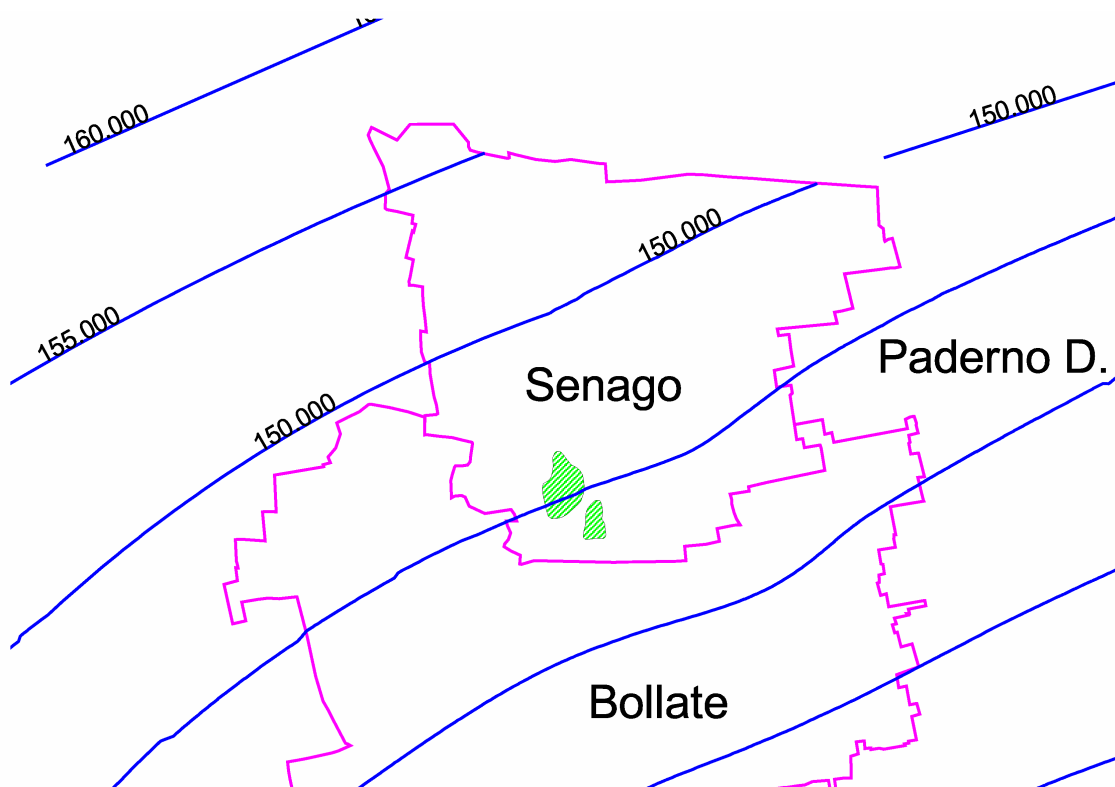


Fig. 26: Piezometria dalla I falda – sett. 2013 (fonte: SIF Provincia di Milano - rielaborata). In viola i confini comunali di Senago e Bollate. In verde le vasche di progetto.

L'andamento generale è da nord-ovest verso sud-est, con un gradiente medio dello 0,3-0,4 %.

La quota media della I falda, al settembre 2013, nell'area di intervento era di circa 145 m. s.l.m., con una soggiacenza media, considerando una quota del p.c. di circa 160 m. s.l.m., di circa 15 metri.

La quota di minima soggiacenza della falda nella zona di intervento è un elemento di grande importanza, perché condiziona la quota zero di inizio dell'invaso di laminazione, nonché le eventuali opere in falda.

A tal fine si è ritenuto di procedere ad una serie di valutazioni ed analisi relativamente all'aspetto specifico.

Nello studio di fattibilità del 2011 erano stati utilizzati come riferimento per la valutazione della massima quota della falda i dati del piezometro cod. 0152060023, ubicato presso la cava attiva posta a circa 600 metri ad est della zona di intervento.

I dati disponibili avevano indicato i seguenti elementi:

- massimo livello della falda quota 144 m. s.l.m. (minima soggiacenza)
- minimo livello di falda quota 135 m. s.l.m. (massima soggiacenza)

Nel progetto preliminare dell'aprile 2013 la quota di fondo della vasca era stata portata a quota 146 m. s.l.m., stante la presenza della prima falda ad una quota leggermente superiore a 145 m. s.l.m..

Questo elemento era emerso già nell'aprile 2013 in base alle misure di dettaglio effettuate nel piezometro S2, realizzato appositamente per il presente progetto.

L'immagine seguente mostra il confronto diretto tra la piezometria della I falda al settembre 2007 ed al settembre 2011 nella zona.

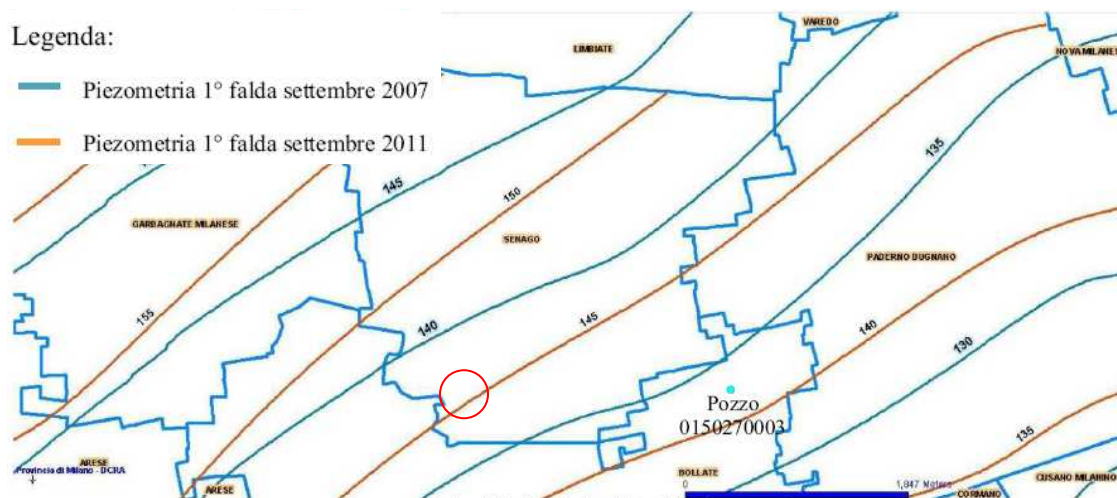


Fig. 27: Confronto tra la piezometria dalla I falda al sett. 2007 ed al sett. 2011 (fonte: SIF Provincia di Milano)

La carta evidenzia un netto innalzamento della quota di falda dal 2007 al 2011: la superficie piezometrica passa nella zona interessata dalle opere da una quota di circa 137-138 m. s.l.m. ad una quota di 145 m. s.l.m., con un innalzamento di circa 7-8 metri. La carta del settembre 2013 mostra una situazione simile a quella del settembre 2011, con una piezometria media attestata a quota 145 m. s.l.m.

Al fine di ampliare al massimo il periodo di verifica dei livelli di falda, si è effettuata la ricerca sul SIF Provinciale, dei pozzi e dei piezometri con il periodo di controllo più esteso temporalmente.

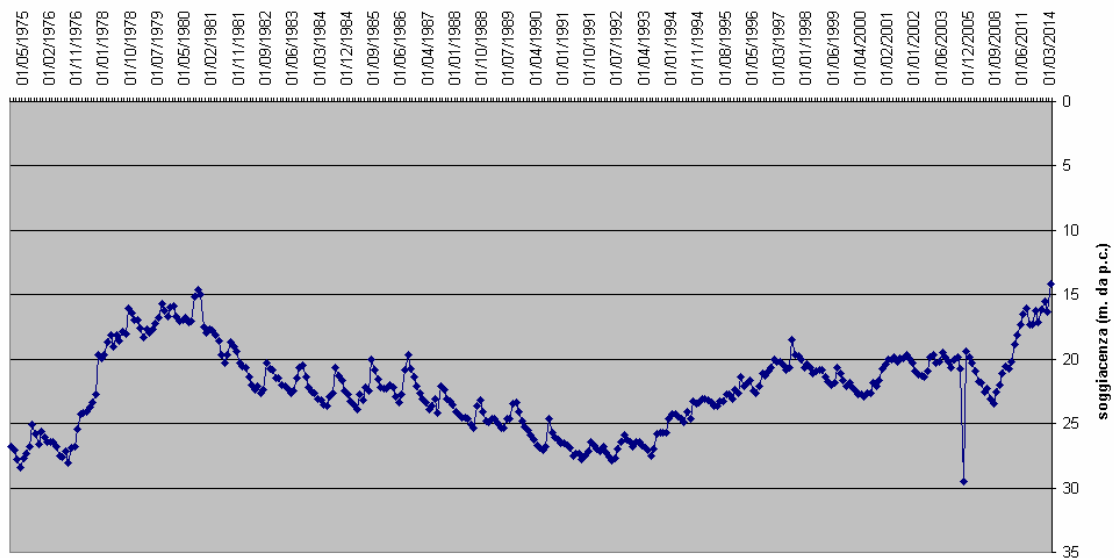
A tal fine sono stati individuati n° 2 pozzi nel Comune di Bollate ed 1 pozzo nel Comune di Senago.

I dati resi disponibili sul SIF della Provincia di Milano alla data della stesura della presente relazione sono aggiornati fino al marzo 2014.

I dati della soggiacenza della falda elaborati in forma grafica sono di seguito visualizzati:

COMUNE DI BOLLATE - POZZO POTABILE cod. 0150270001

Soggiacenza (m. da p.c.)



COMUNE DI BOLLATE - POZZO POTABILE cod. 0150270003

Soggiacenza (m. da p.c.)

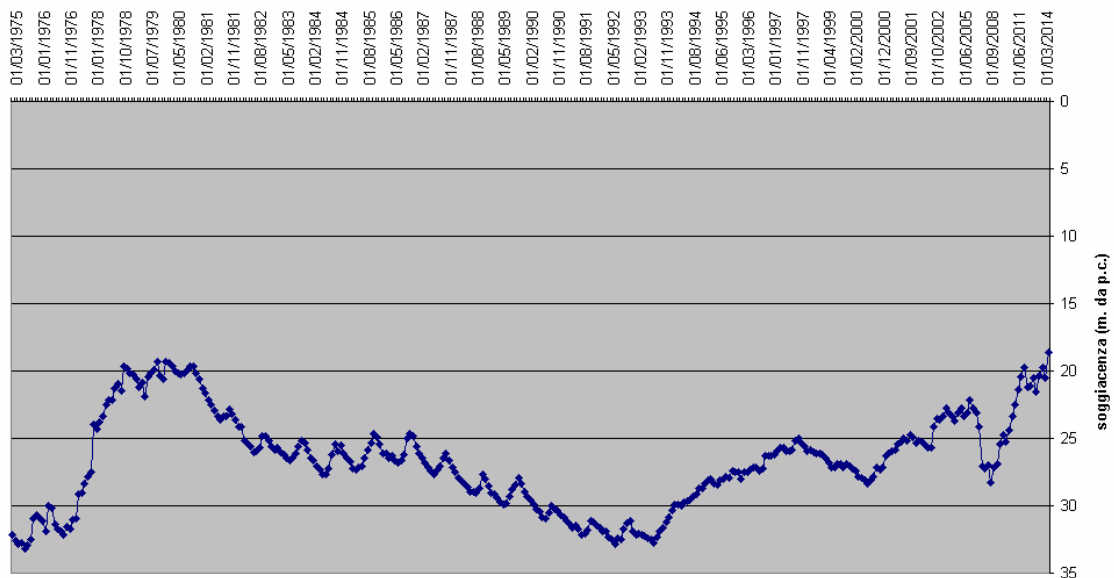


Fig. 28: Andamento della soggiacenza dal 01/01/1975 al 01/03/2014 per i pozzi potabili del Comune di Bollate cod. 0150270001 - 0150270003

Per il Comune di Senago il periodo di misura è nettamente inferiore ai precedenti.

COMUNE DI SENAGO - POZZO POTABILE cod. 0152060004

Soggiacenza (m) 2000 - 2014

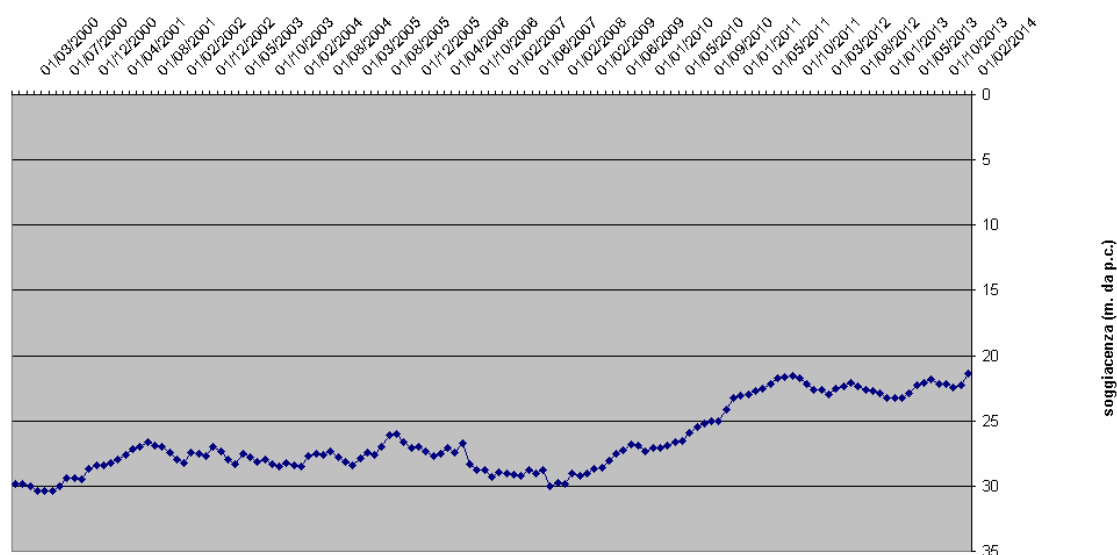


Fig. 29: Andamento della soggiacenza dal 01/01/2000 al 01/02/2014 per il pozzo potabile del Comune di Senago cod. 0150260004

La superficie piezometrica evidenzia variazioni sia a carattere stagionale che con trend di lungo periodo.

Per quanto riguarda le variazioni stagionali, che possono raggiungere anche alcuni metri di escursione, sono generalmente caratterizzate da massimi nel periodo irriguo e da minimi invernali.

Le variazioni di lungo periodo sono connesse prevalentemente alle condizioni meteorologiche, ma anche all'entità dei prelievi per lo sfruttamento della falda.

Le curve dei pozzi di Bollate evidenziano un periodo di minima soggiacenza della falda tra il 1978 ed il 1980, connesso alle abbondanti precipitazioni del periodo 1976-1977.

Dopo tale periodo si è verificato un progressivo e lungo fenomeno di abbassamento della falda, che ha raggiunto i valori più bassi tra gli anni 1992 e 1993.

A tale periodo ha fatto seguito una lenta e lunga risalita.

A partire circa dal 2008 si è avviato un processo di risalita della falda, con un nuovo brusco innalzamento (soprattutto relativamente ai pozzi di Bollate) tra la parte finale del 2010 ed il 2012, in cui la falda si è riportata su valori analoghi ai massimi del periodo 78-80.

Tra il 2011 ed il 2013 la falda ha oscillato, con variazioni stagionali, ma sempre mantenendosi su valori elevati.

Un brusco innalzamento, quantificabile mediamente in un paio di metri, si è verificato tra la fine del 2013 e l'inizio del 2014 in tutti i pozzi: questa situazione ha fatto sì che la falda raggiungesse i valori di soggiacenza più bassi mai registrati nel periodo storico monitorato.

I grafici seguenti rappresentano un ingrandimento del periodo 2008-2014 per i due pozzi di Bollate, da cui risultano evidentissimi gli andamenti sopra descritti.

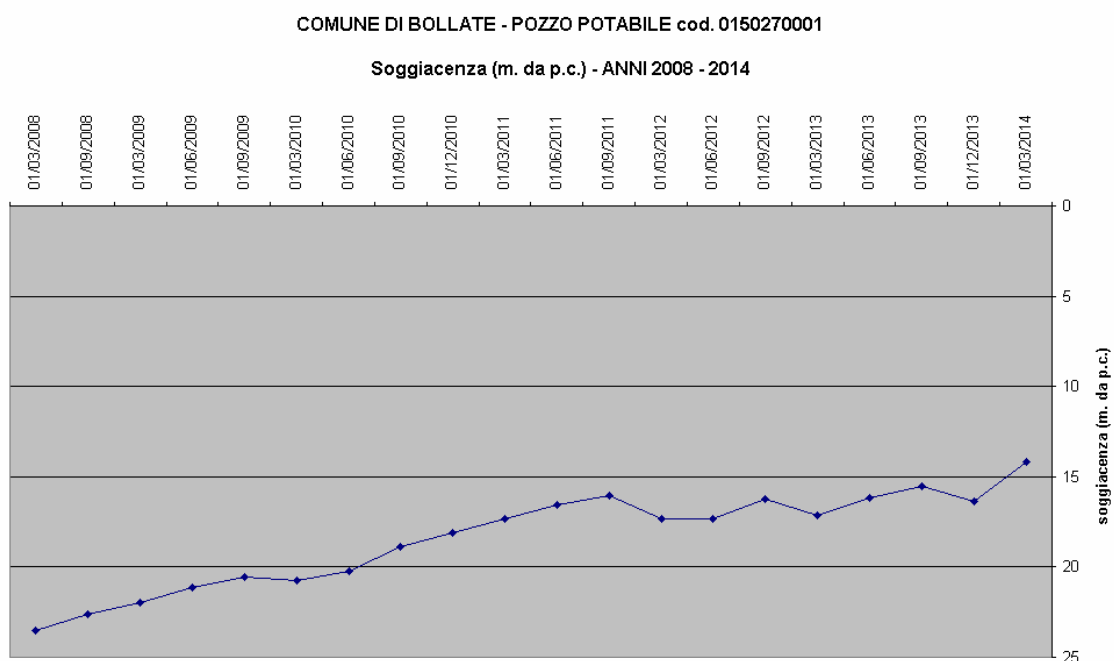


Fig. 30: Andamento della soggiacenza dal 01/03/2008 al 01/03/2014 per il pozzo potabile del Comune di Bollate cod. 0150270001

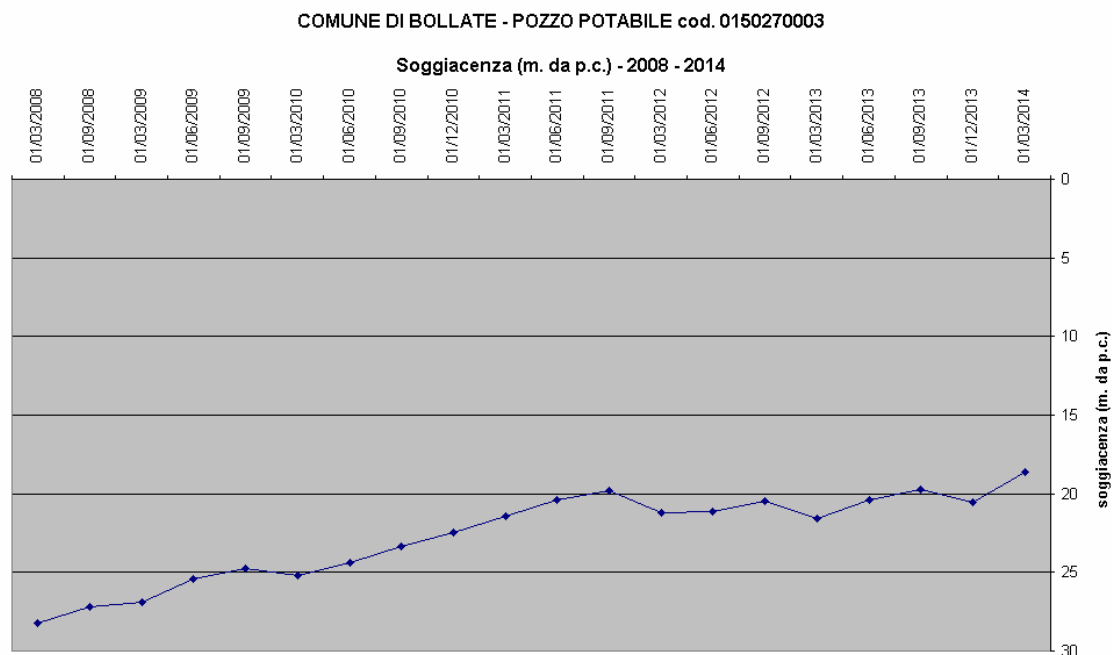


Fig. 31: Andamento della soggiacenza dal 01/03/2008 al 01/03/2014 per il pozzo potabile del Comune di Bollate cod. 0150270003

Nelle indagini eseguite per il presente lavoro, stante l'importanza dell'aspetto idrogeologico, si è deciso di attrezzare con una tubazione piezometrica il sondaggio S2.

Tale sondaggio ha le seguenti caratteristiche:

- la perforazione ha interessato interamente il I acquifero e si è intestata nei depositi limoso-argillosi di separazione con il II acquifero tra 30 e 35 m. da p.c.;
- la posizione è al limite della zona di intervento, in modo che lo stesso possa restare operativo anche durante ed al termine dei lavori, per verificare le variazioni del livello di falda.

Il piezometro è stato autorizzato dalla Provincia di Milano ed inserito nel SIF con il codice 0152060046.

La quota piezometria è risultata, nella misura effettuata il 04/04, al momento della realizzazione del piezometro, pari a 145,416 m. s.l.m., quindi in linea con i valori della falda elaborati dal SIF nel periodo.

Il piezometro è stato monitorato periodicamente fino ad oggi ed i risultati, in termini di soggiacenza e piezometria sono riassunti nei grafici seguenti:

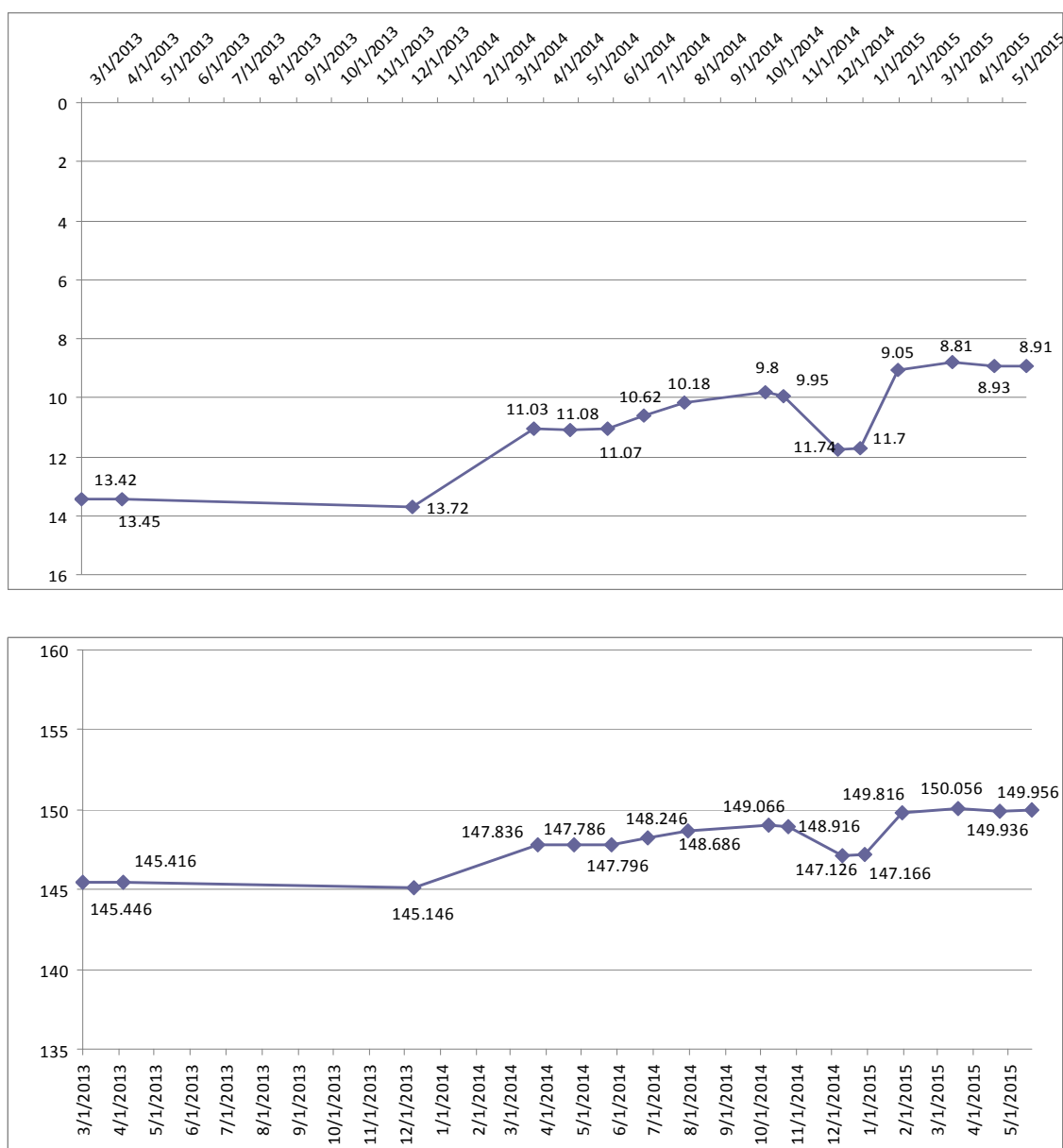


Fig. 32: Andamento della soggiacenza (sopra) e dei livelli piezometrici (sotto) dal 01/03/2013 al 20/05/2015 per il piezometro realizzato presso le vasche di laminazione.

Il grafico mostra chiaramente la risalita della falda tra la fine del 2013 e l'ottobre del 2014, con un dislivello di circa 4 metri (da 145 a 149 m. s.l.m.).

Successivamente si osserva una discesa della falda fino a 147 m. s.l.m., seguita, all'inizio del 2015, da una nuova salita fino a quota 150 m.s.l.m.

Il valore di 150 m. s.l.m. resta pressoché costante, con piccole oscillazioni, fino all'ultima misura disponibile, del maggio 2015.

La quota piezometrica sopra indicata si attesta quindi al limite superiore delle oscillazioni subite dalla falda a partire dal 1975. Il fondo delle vasche (settore 2 e 3) è a quota 149 m. s.l.m., a seguito della prescrizione dal parere di VIA Regionale (tale modifica era già stata recepita nella revisione 1 del progetto dell'aprile 2015).

Allo stato attuale, in base alle ultime misure piezometriche del 2015, il livello della falda (circa 150 m. s.l.m.) è di 1 metro superiore al livello del fondo delle vasche.

Vi è quindi interferenza tra la falda e le opere di progetto, per es. lo scavo per la parte terminale della vasca e per realizzare la struttura di impermeabilizzazione avverrà in falda, anche se nella porzione superiore della stessa (l'interferenza è significativamente ridotta rispetto al progetto originario dell'ottobre 2014 in virtù dell'innalzamento del fondo delle vasche).

Questa interferenza deve comunque esser gestita correttamente sia dal punto di vista qualitativo (impermeabilizzazione delle vasche per una separazione totale delle acque invase rispetto a quelle del sottosuolo) che da quello quantitativo (abbassamento per i lavori, metodi per garantire la stabilità dell'impermeabilizzazione in relazione all'altezza della falda, ecc.), sia nella fase realizzativa che in quella di funzionamento a regime delle opere.

5.4 PERMEABILITA' DEL I ACQUIFERO

Nei fori di sondaggio sono state effettuate delle prove di permeabilità in avanzamento di tipo Lefranc, sia a carico costante che a carico variabile.

Il riepilogo dei valori di permeabilità ottenuti è il seguente:

Sondaggio	Profondità	Tipo	Permeabilità (cm/sec)	note
S1	10,5	costante	1,50E-02	
S1	15	costante	2,30E-02	in falda
S1	21	costante	6,30E-03	in falda
S2	10,5	variabile	4,10E-03	
S2	15	variabile	5,40E-03	in falda
S2	20	variabile	2,50E-03	in falda
S3	6	costante	9,10E-03	
S3	10,5	costante	9,70E-03	
S3	16	costante	4,70E-03	
MEDIA TOTALE (permeabilità cm/sec)			8,87E-03	
MEDIA IN FALDA (permeabilità cm/sec)			9,30E-03	

I valori di permeabilità sono compresi tra $2,5 \cdot 10^{-3} - 2,3 \cdot 10^{-2}$ cm/sec.

Un ulteriore riferimento in termini di permeabilità è contenuto nella tavola del CARG, in cui è riportata una carta della permeabilità del I acquifero.

Nella zona di studio i valori indicati sono di circa $5 \cdot 10^{-4}$ m/sec.

Tali valori sono del medesimo ordine di grandezza, ma superiori, rispetto ai massimi rinvenuti con le prove in foro.

Tale variazione è fisiologica per la differenza del volume interessato dalle prove, la maggiore influenza del fine alla scala del sondaggio, nonché per la locale presenza di terreni con significativa componente fine (sabbie fini e limi), che tendono ad influenzare in maniera significativa una prova in foro a piccola scala.

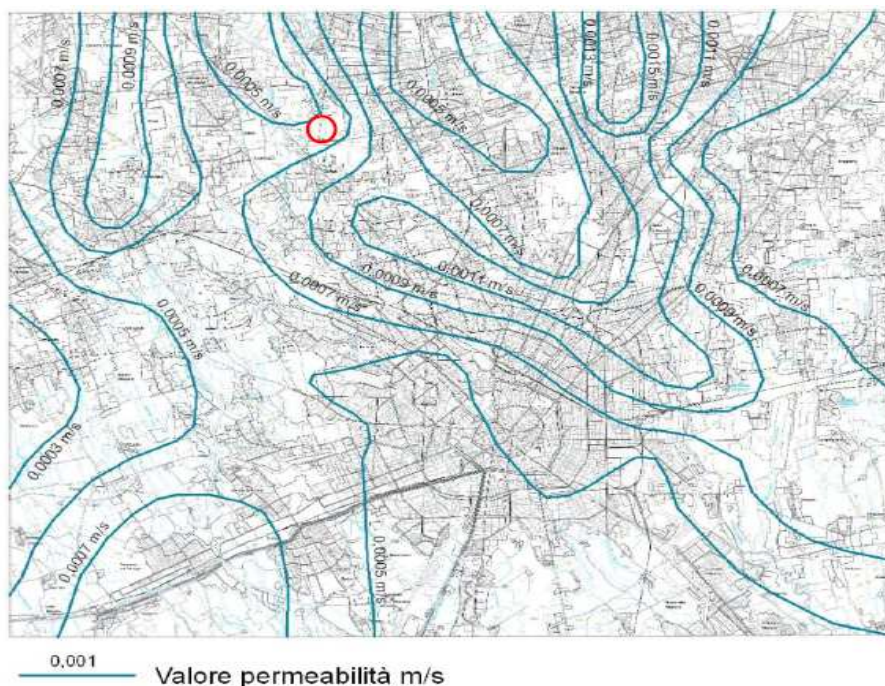


Fig. 33: Carta della permeabilità del I acquifero - (estratto della tavola 2 – progetto CARG – foglio 118)

Valori di permeabilità analoghi a quelli indicati nel CARG ($4 \cdot 10^{-4}$ m/sec) sono stati rinvenuti in una prova di portata effettuata sul pozzo potabile di Bollate, a supporto di una riperimetrazione dell'area di salvaguarda (Studio Idrogeotecnico, 2012).

Per la zona di intervento si reputa quindi di poter attribuire all'acquifero superiore un valori di permeabilità di $5 \cdot 10^{-4}$ m/sec.

5.5 MODELLO IDROGEOLOGICO TRIDIMENSIONALE DEL SOTTOSUOLO

Il modello geologico del sottosuolo, descritto al par. 3.4, è stato integrato e rivisitato alla luce di tutti i dati sopra descritti e precisamente:

- suddivisione dei principali acquiferi,
- struttura degli acquitardi,
- andamento della superficie freatica,
- caratteristiche di permeabilità degli acquiferi, ecc.

ed è stato creato un modello idrogeologico tridimensionale del sottosuolo.

Il modello è poi stato utilizzato per le analisi idrogeologiche di dettaglio, relative alle attività di abbassamento della falda per la realizzazione delle opere, nonché per la valutazioni sulle possibili interferenze con i pozzi, soprattutto quelli potabili, presenti nell'intorno dell'area di intervento ed in un significativo areale.

Le immagini seguenti mostrano gli elementi salienti del modello idrogeologico.

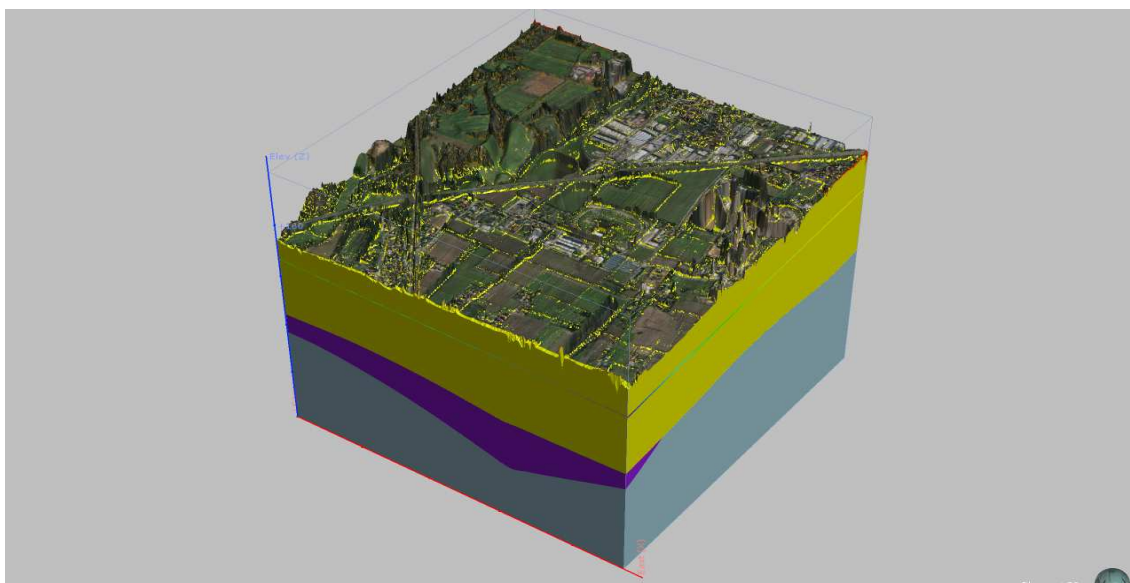


Fig. 34: Modello idrogeologico di dettaglio (Giallo: Acquifero A – Viola: argille e limi con funzione di acquitard tra i due acquiferi A e B – Azzurro: Acquifero B – Verde: superficie piezometrica)

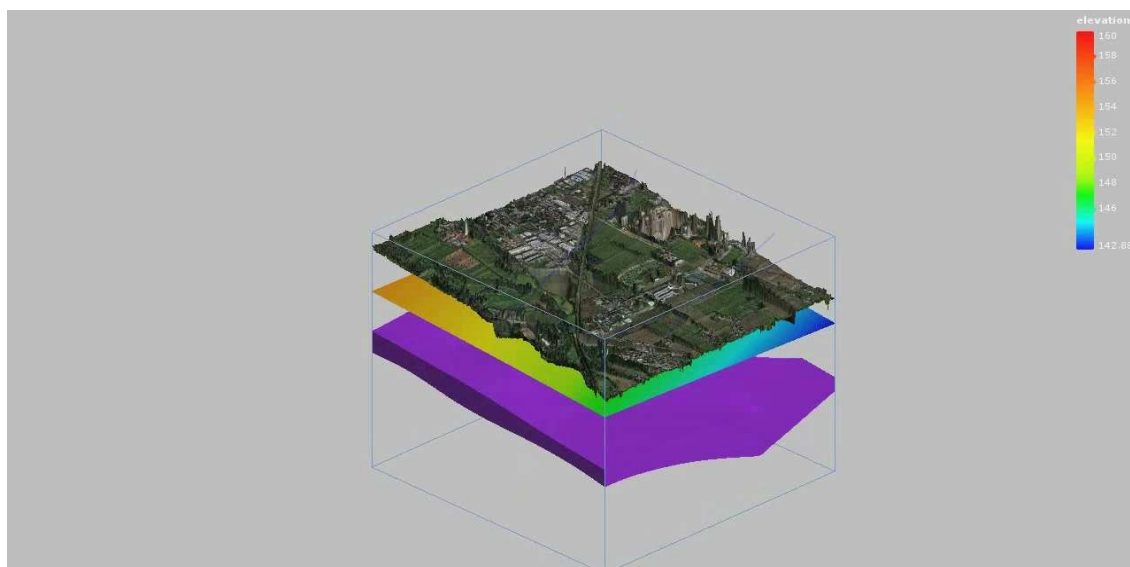


Fig. 35: Visualizzazione delle principali superfici idrogeologiche: superficie topografica (ortofoto su DEM), superficie piezometrica e l'aquitard di separazione tra gli acquiferi A e B (viola)

6.0 OPERE DI CAPTAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE E POZZI AD USO POTABILE

La tavola D.2.2 “Carta idrogeologica ed oscillazioni della prima falda”, visualizza, oltre all’andamento della superficie piezometrica, la distribuzione di tutti i pozzi, sia pubblici che privati che è stato possibile censire in un areale di circa 6 x 6 km centrato intorno alla localizzazione delle vasche.

Le fonti utilizzate sono le n° 6-8-10-12-13-14 di cui al par. 2.1.; nello specifico per i Comuni di Bollate e Senago sono stati inseriti tutti i pozzi individuati sui documenti e sui database a disposizione, mentre per i Comuni limitrofi sono stati indicati solamente quelli confinanti e quelli che rientrano all’interno dell’areale sopra indicato.

Complessivamente nella cartografia sono stati riportati 197 punti di captazione, suddivisi in pozzi pubblici (per quelli adibiti ad uso potabile è stata rappresentata la fascia di rispetto, come indicata negli strumenti di pianificazione geologica Comunale), pozzi privati, piezometri di controllo della falda e pozzi chiusi / dismessi e/o abbandonati.

La cartografia evidenzia chiaramente i seguenti elementi:

- la zona di intervento è esterna alle fasce di rispetto dei pozzi utilizzati a scopo idropotabile;
- i pozzi del Comune di Senago sono tutti localizzati a monte dell’area di intervento rispetto alla direzione di deflusso della falda;
- i pozzi utilizzati a scopo potabile più vicini alla zona di intervento sono i pozzi cod. 12 e 13 del Comune di Bollate, che risultano localizzati ad oltre 1 km dall’area di intervento, verso sud.

L'immagine seguente mostra la situazione sopra descritta.

Per facilitare il controllo delle distanze è stata creata una fascia di 1 km di ampiezza intorno alle vasche (linea verde scuro).

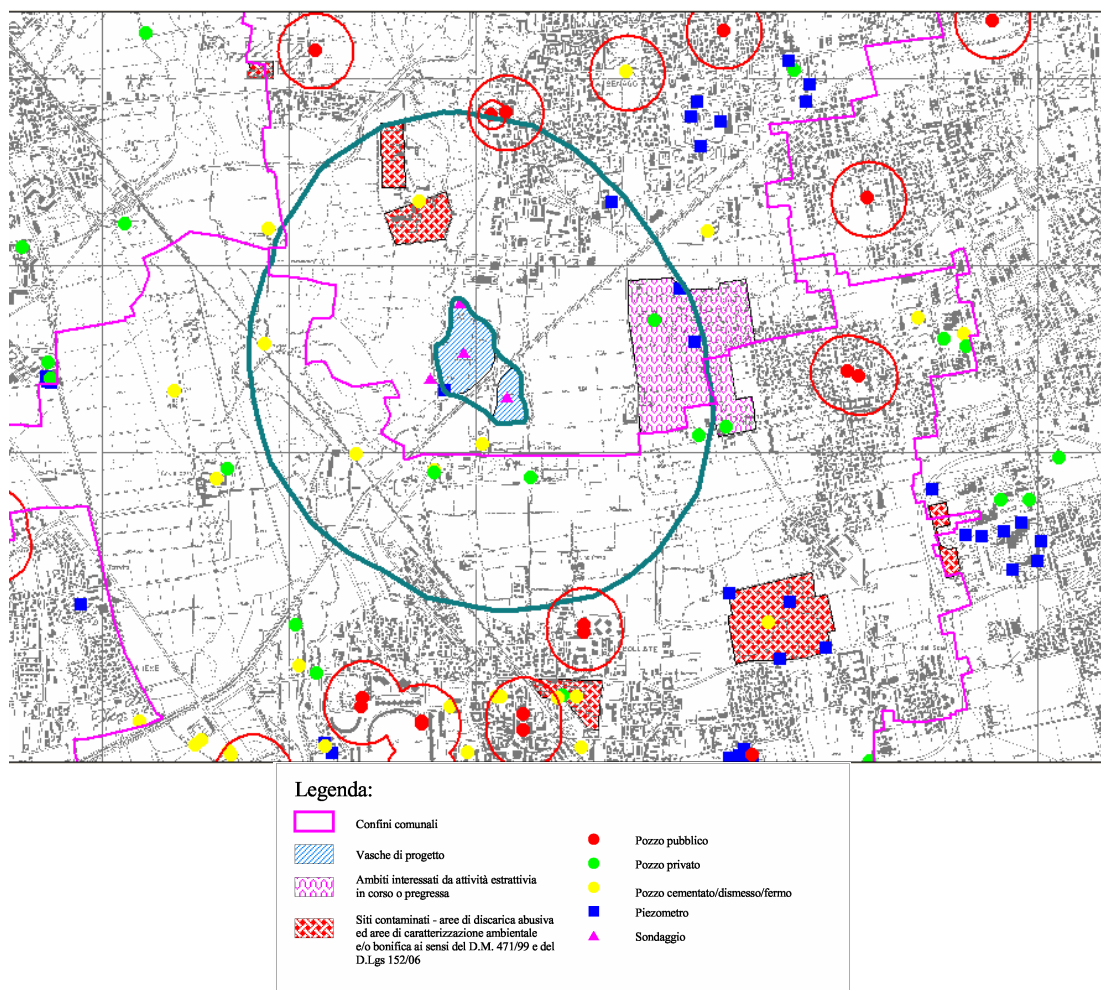


Fig. 36: Individuazione della fascia di ampiezza di 1 km intorno alle vasche, con localizzazione dei principali elementi di criticità ambientale e dei punti di captazione delle acque sotterranee

All'interno della fascia di 1 km non rientrano pozzi potabili.

I più vicini sono due pozzi di Senago, appena fuori da questa fascia ma ubicati a monte.

All'interno dell'areale sono presenti: 3 piezometri di controllo della falda (1 delle vasche e 2 della cava), 4 pozzi privati e 4 pozzi chiusi / dismessi / abbandonati.

Nella tavola sono stati anche censiti alcuni elementi di criticità e potenziale impatto sulle acque sotterranee e precisamente:

- ambiti interessati da attività estrattiva in corso o pregressa;
- siti contaminati / aree di discarica abusiva / aree di caratterizzazione ambientale / aree di bonifica ambientale ai sensi del D.M. 471/99 e del D. Lgs. 152/06.

La tabella seguente, tratta dai documenti di cui sopra, evidenzia, per i diversi pozzi potabili dei Comuni di Bollate e di Senago lo stato di attività, gli impianti di trattamento, la profondità massima e la quota dei filtri.

In particolare questo ultimo parametro consente di valutare l'acquifero in cui avviene l'attingimento, in relazione al modello descritto ai par. 5.1 e 5.2.

COMUNE DI BOLLATE						
n.	Codice SIF	Località	Anno	Prof. (m)	Filtri (prof. m)	Note
1	0150270001	Via A. da Bollate Municipio	1942	68.25	da 48.00 a 60.00	In esercizio, trattamento carboni attivi
2	0150270002	Via A. da Bollate Scuole	1942	67.80	da 49.00 a 66.00	In esercizio, trattamento carboni attivi
3	0150270003	Via Caracciolo C.na Nuova I	1959	60.50	da 38.35 a 60.00	In esercizio, trattamento carboni attivi
4	0150270004	Via Ferraris	1961	64.80	da 41.50 a 64.80	In esercizio, trattamento carboni attivi
5	0150270005	Via Trento Ospiate I	1963	68.60	da 46.00 a 67.00	In esercizio, trattamento carboni attivi
6	0150270006	Via Trento Ospiate II	1963	67.00	da 46.00 a 63.00	In esercizio, trattamento carboni attivi
7	0150270007	Via Verdi C. sportivo I	1966	75.00	da 49.55 a 75.00	In esercizio, trattamento carboni attivi
8	0150270008	Via Verdi C. sportivo II	1966	77.50	da 49.00 a 75.00	In esercizio, trattamento carboni attivi
10	0150270010	Via Caracciolo C.na Nuova II	1969	130.00	da 51.00 a 122.0	In esercizio, trattamento carboni attivi
12	0150270101	Via Garbiera I	1974	100.00	da 55.00 a 94.00	In esercizio, trattamento carboni attivi
13	0150270102	Via Garbiera II	1974	100.00	da 50.00 a 91.00	In esercizio, trattamento carboni attivi
14	0150270103	Via Repubblica I	1982	100.00	da 45.50 a 88.50	In esercizio, trattamento carboni attivi
15/1	0150270159	Via Attimo colonna I	1998	200.00	da 47.00 a 87.50	In esercizio, trattamento carboni attivi
15/2	0150270160	Via Attimo	1998	200.00	da 111.3 a 161.5	In esercizio

		colonna 2				
COMUNE DI SENAGO						
1	0152060001	Via Piave	1951	60.00	da 38.23 a 42.28 da 47.70 a 53.70 da 56.00 a 58.00	Cementato
2	0152060002	Via Verdi	1959	68.00	da 30.00 a 34.00 da 41.00 a 43.00 da 44.00 a 57.00 da 58.00 a 66.00	In rete, impianto trattamento carboni attivi
3	0152060003	Via Repubblica	1964	80.00	da 50.10 a 67.50	Pozzo fermo
4	0152060004	Via Adda	1971	104.00	da 41.29 a 42.28 da 54.92 a 64.11	In rete, impianto trattamento carboni attivi
6	0152060006	Via 25 Aprile – P.za Moro	1981	103.20	da 52.50 a 57.60 da 61.00 a 64.00 da 78.85 a 81.87 da 82.70 a 87.26 da 88.09 a 92.65 da 93.48 a 95.00	In rete, impianto trattamento carboni attivi
8/1	0152060036	Via Benedetto croce	1999	190.00	da 123.7 a 129.7	In rete
8/2	0152060037	Via Benedetto Croce	1999	190.00	da 155.0 a 155.6 da 173.2 a 177.7	In rete previo trattamento con carboni attivi
9/1	0152060044	Via Repubblica – via Treves – via Madrid	2012	138	Da 45 a 57	In rete
9/2	0152060045	Via Repubblica – via Treves – via Madrid	2012	138	Da 85.5 a 91.5 Da 115.5 a 124.5	In rete

I pozzi che risultano maggiormente protetti sono il 15/2 di Bollate ed 8/1 e 9/1 - 9/2 di Senago, che captano solamente dal gruppo acquifero n° 3; tali pozzi sono anche gli unici a non necessitare degli impianti di trattamento a carboni attivi.

Gli altri pozzi captano le acque ad una quota minima 30 metri da p.c (pozzo 2 di Senago) ed, in generale, ad almeno 40 m. dal p.c. stesso.

Tale quota li porta ad attingere nel Gruppo acquifero B.

Alcuni pozzi captano solamente tale acquifero, mentre altri pozzi captano sia l'acquifero B che il C. Il Gruppo acquifero B è caratterizzato ad una falda libera e/o semiconfinata ed un livello di protezione idrogeologica che dipende essenzialmente dallo spessore e dalla continuità dei livelli argillosi di separazione con il soprastante Gruppo A.

I pozzi potabili del Comune di Bollate più vicini alle vasche (comunque oltre 1 km), a valle delle stesse lungo la direzione di flusso, sono i numeri 12 e 13.

CONSORZIO PER L'ACQUA POTABILE AI COMUNI DELLA PROVINCIA DI MILANO

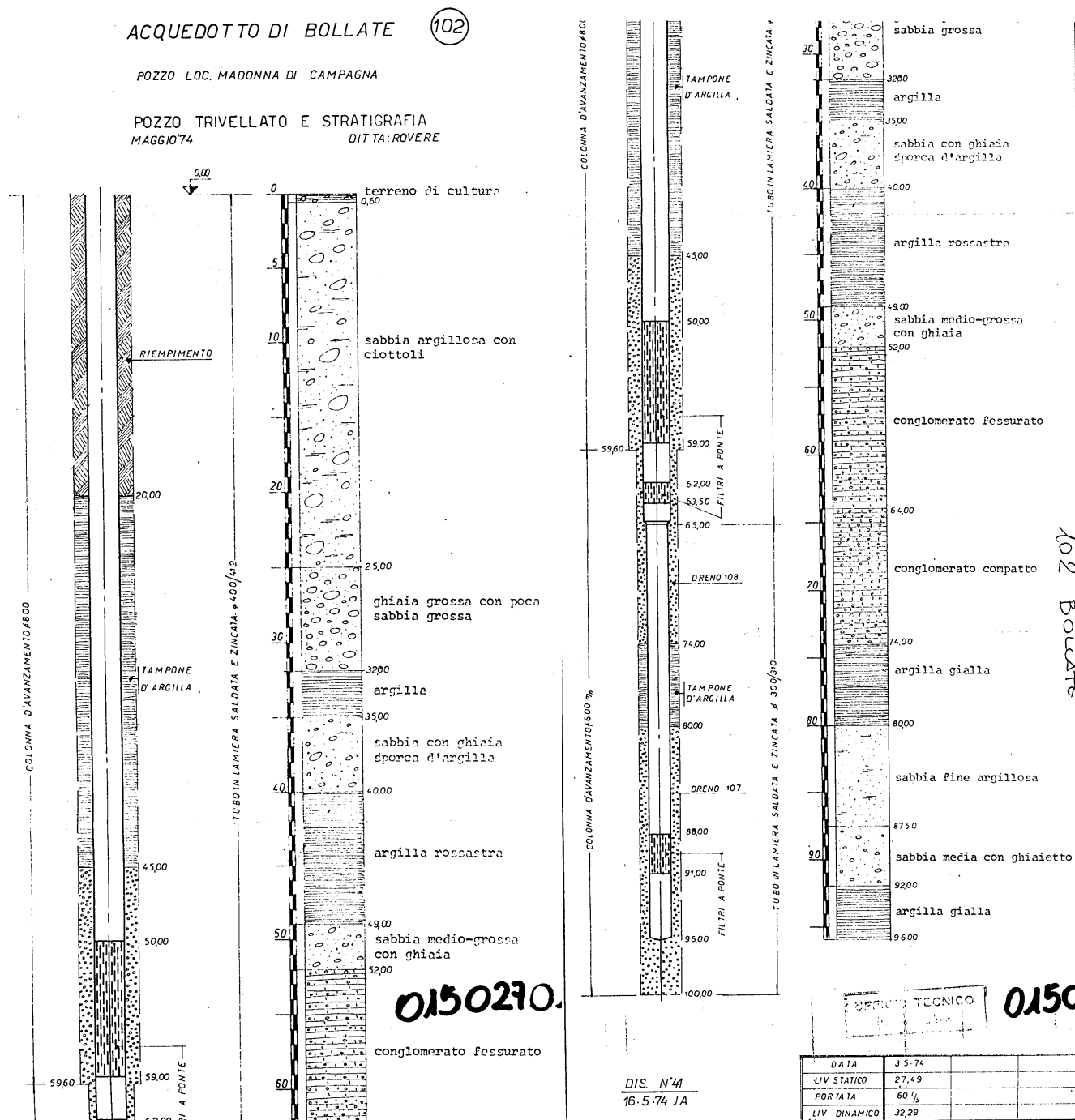


Fig. 37: Stratigrafie e caratteristiche tecniche costruttive del pozzo potabile di Bollate 0150270102 (n° 13)

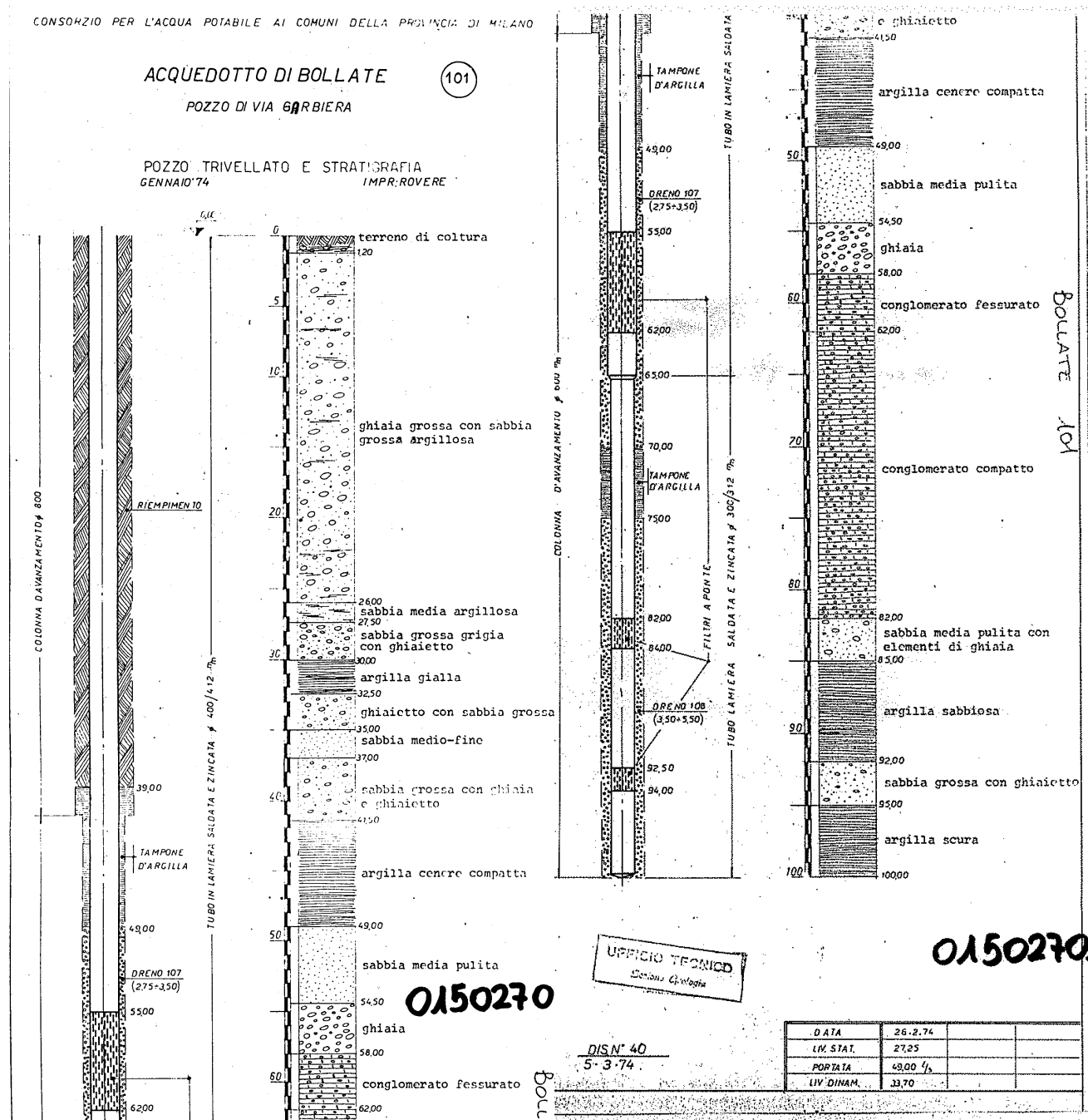


Fig. 38: Stratigrafia e caratteristiche tecniche costruttive del pozzo potabile di Bollate 0150270101 (n° 12)

Le fenestrature partono da 50 metri da p.c. e quindi attingono, nella parte più superficiale, all'acquifero B.

A.T.P.:				Consulenti:	
		Studio Associato di Geologia Spada	Dott. Ing. C. Tonetto		Prof. Dott. V. Mezzanotte

In base alle stratigrafie lo stesso risulta separato dall'acquifero A da due livelli di argilla, posti tra 30 e 35 metri (spessore circa 3 metri) e tra 40 e 49 metri (spessore circa 7-8 metri).

La sezione idrogeologica A-B di tavola 2.3, realizzata circa lungo la direzione di flusso della falda (NW – SE), conferma, sulla base dei dati stratigrafici censiti, la sostanziale continuità del setto argilloso di separazione degli acquiferi A e B, con spessori variabili ed in diminuzione da nord a sud (oltre la decina di metri, distribuiti su due strati ad una quota compresa tra 30 e 50 m da p.c. a nord, un minimo di 3-4 metri verso sud).

La sezione idrogeologica C-D di tavola 2.3, realizzata trasversalmente alla direzione di flusso della falda, evidenzia quanto era già stato esposto al par. 4.2 (fig. 20 – 21) ed al par. 5.5 (fig. da 33 a 36), e cioè la tendenza del setto argilloso di separazione dei due acquiferi ad assottigliarsi ed a divenire discontinuo in direzione est, fino a risultare assente.

7.0 QUALITA' DELLE ACQUE SOTTERRANEE

7.1 QUADRO COMPLESSIVO DELLA QUALITA' DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Per un inquadramento complessivo, sia a scala Provinciale che a livello Comunale, della qualità delle acque nell'acquifero superficiale (acquifero A) e nell'acquifero tradizionale (A+B insieme) è possibile fare riferimento agli studi condotti da IRSA – CNR per conto della Provincia di Milano nel 2007 “Progetto Qualfalda II - Lo stato quantitativo dei corpi idrici sotterranei in Provincia di Milano: Rapporto Finale”.

Lo studio ha raccolto, analizzato ed elaborato i dati di qualità delle acque, come derivanti dalle analisi eseguite tra il 2000 ed il 2006, su 667 pozzi e piezometri, distinti tra Prima Falda (398) ed Acquifero Tradizionale (269).

La classificazione dello stato delle acque sotterranee è stato infine valutato in base alla seguente tabella (D. Lgs. 152/06):

Classe 1	Impatto antropico nullo o trascurabile, con pregiate caratteristiche idrochimiche
Classe 2	Impatto antropico ridotto e sostenibile sul lungo periodo, con buone caratteristiche idrochimiche
Classe 3	Impatto antropico significativo, con caratteristiche idrochimiche generalmente buone, ma con alcuni segnali di compromissione
Classe 4	Impatto antropico rilevante, con caratteristiche idrochimiche scadenti

L'eventuale presenza di inquinanti organici od inorganici con concentrazioni superiori ai limiti di legge determina una classificazione automatica in classe 4.

Le verifiche hanno riguardato sia i parametri chimici di base del D. Lgs. 152/99 (conducibilità, cloruri, solfati, nitrati, ammoniaca, ferro e manganese) che i parametri addizionali di cui al D. Lgs. 152/2006.

I parametri inorganici scelti sono: arsenico, cadmio, cromo esavalente, cromo totale, nichel, piombo, rame, zinco.

Per i parametri organici sono i solventi clorurati: 1,2 dicloropropano, 1,1,1 tricloroetano, tetracloroetilene, tricloroetilene, triclorofluorometano e, infine, il totale dei composti organo-alogenati; i solventi aromatici: benzene, etilbenzene, toluene, (o+p+m) xileni ed i fitofarmaci: alaclor, ametrina, atrazina, metolacolor, terbutilazina e il totale degli antiparassitari.

Per ogni tipologia sono state prodotte, ove significative, delle carte dei valori rinvenuti, suddivisi in range, e delle carte con la classe di qualità relativamente al singolo parametro.

La sintesi è costituita da quattro carte che rappresentano, per tutto il territorio provinciale (con possibilità di individuare i singoli Comuni interessati):

- classi di qualità chimica SCAS in Prima Falda per tutti i parametri di base;
- classi di qualità chimica in Prima Falda per tutti i parametri di base ed addizionali;
- classi di qualità chimica SCAS in Prima e Seconda Falda per tutti i parametri di base;
- classi di qualità chimica in Prima e Seconda Falda per tutti i parametri di base ed addizionali;

Le immagini seguenti, tratte dalla pubblicazione sopra citata, visualizzano la situazione.

Sulle carte è stata evidenziata la zona di intervento, al confine tra i comuni di Senago e Bollate.

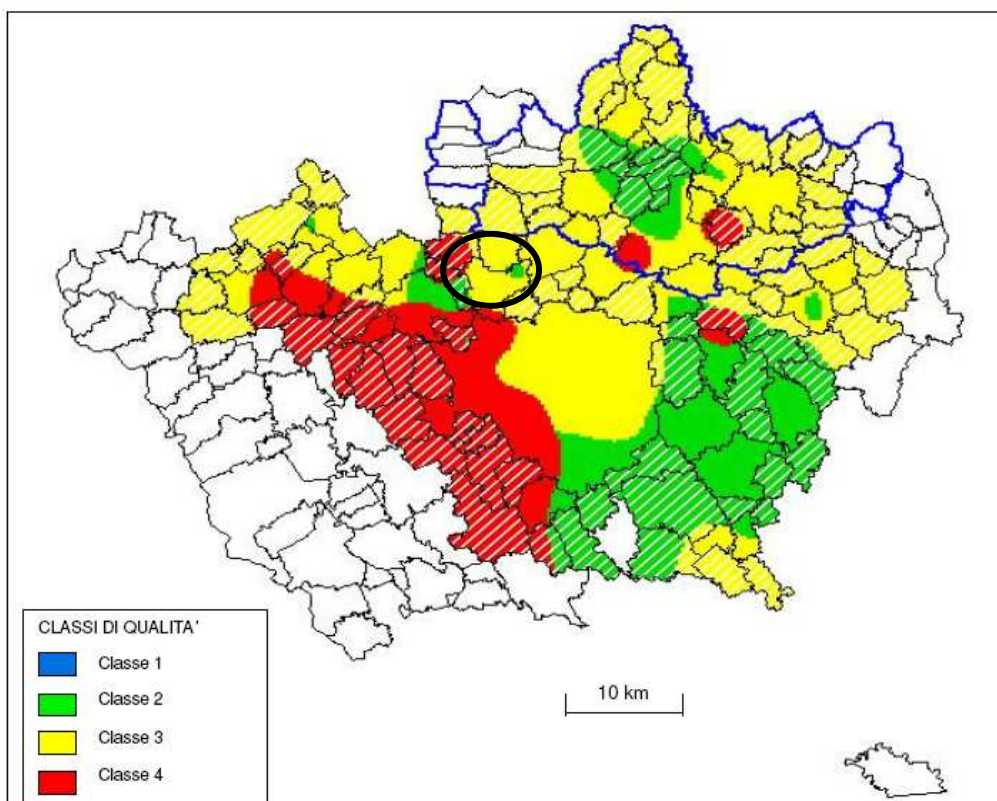


Fig. 39: Classi di qualità chimica SCAS in Prima Falda per tutti i parametri di base

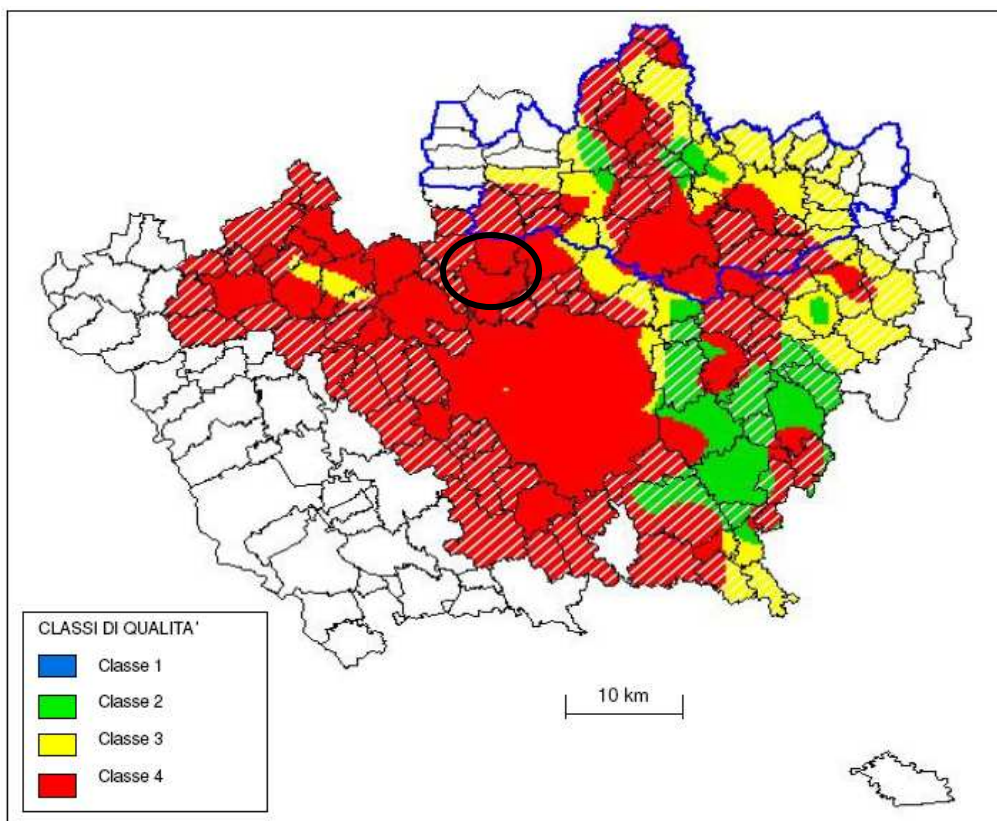


Fig. 40: Classi di qualità chimica in Prima Falda per tutti i parametri di base ed aggiuntivi

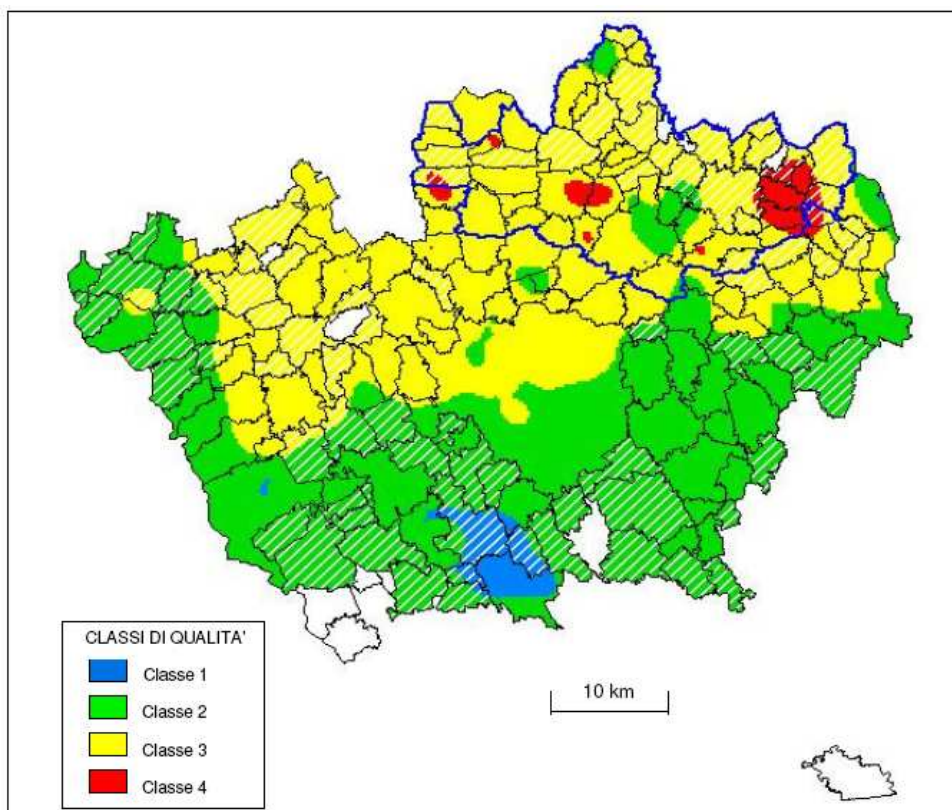


Fig. 41: Classi di qualità chimica SCAS in Prima e Seconda Falda per tutti i parametri di base

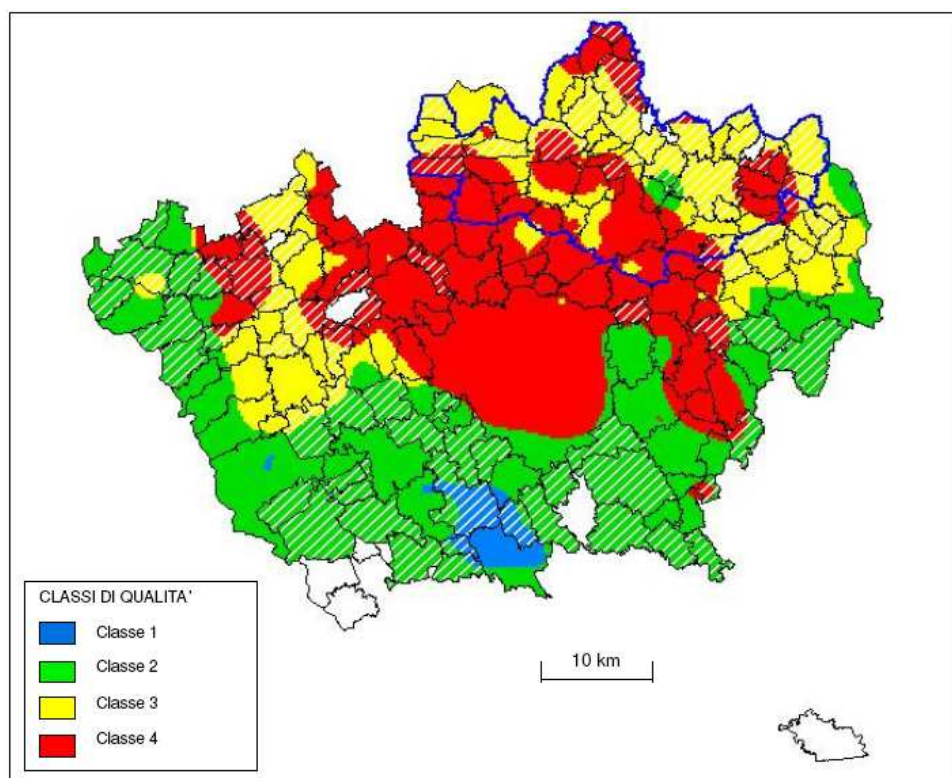


Fig. 42: Classi di qualità chimica in Prima e Seconda Falda per tutti i parametri di base ed addizionali

I territori di Senago e Bollate presentano le seguenti caratteristiche di qualità:

CLASSE 3 - impatto antropico significativo – alcuni segnali di compromissione:

Prima Falda – parametri di base

Prima e Seconda falda – parametri di base

CLASSE 4 – impatto antropico rilevante – caratteristiche idrochimiche scadenti

Prima Falda – parametri di base ed aggiuntivi

Prima e Seconda falda – parametri di base ed aggiuntivi

I dati relativi alla qualità delle acque dei territori di Bollate e Senago sono confermati anche dallo studio di ARPA Lombardia – Dipartimento di Milano sullo stato delle acque sotterranee della Provincia di Milano per l'anno 2012.

Al par. 5 dello studio viene effettuata la valutazione della qualità delle acque sotterranee per i punti monitorati nel 2012 in relazione allo stato chimico, con l'indicazione del punteggio SCAS, degli inquinanti causa di attenzione e di abbassamento del punteggio.

La situazione è la seguente:

Bollate: SCAS: classe 4

Cause di attenzione: Tricloroetilene – Sommatoria organo-alogenati

Cause SCAS scarso: Cromo totale – Cromo VI – Tetracloroetilene – Triclorometano

Senago: SCAS: classe 4

Cause di attenzione: Nitrati

Cause SCAS scarso: Triclorometano – Tricloroetilene – Tetracloroetilene –

Esaclobutadiene – Sommatoria organo-alogenati.

7.2 QUALITA' DELLE ACQUE SOTTERRANEE DEI POZZI POTABILI DI SENAGO E BOLLATE

Le acque dell'acquifero superiore (Gruppo acquifero B) presentano le seguenti caratteristiche:

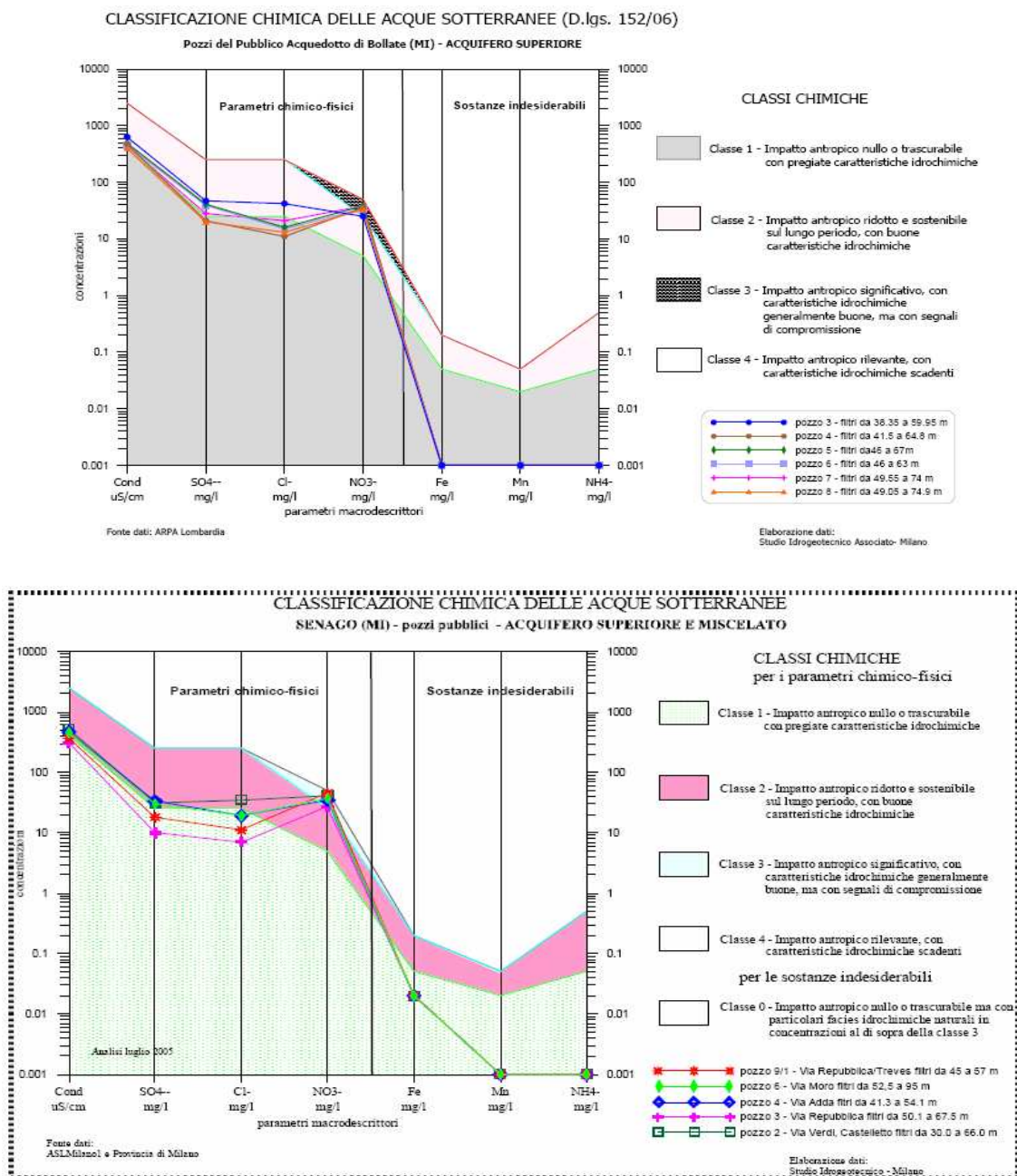


Fig. 43: Classificazione chimica delle acque sotterranee (D. Lsg. 152/06) dei pozzi potabili di Bollate (sopra) e di Senago (sotto) in acquifero superiore (fonte: Componente geologica dei PGT di Senago e Bollate – dr. Efrem Ghezzi)

Lo stato chimico delle acque di questi pozzi ricade in classe 3 – *impatto antropico significativo, con caratteristiche idrochimiche generalmente buone, ma con segnali di compromissione*.

I parametri che condizionano tale classificazione sono i nitrati presenti.

Anche le acque prelevate nei pozzi che interessano sia l'acquifero superiore che profondo, quando sono miscelate mostrano le medesime caratteristiche.

I pozzi del Comune di Senago e di Bollate presentano una situazione equiparabile.

Questo acquifero presenta, a partire dalle analisi del 1977-78, una grave compromissione per elevate concentrazioni di solventi organoalogenati. Tale inquinamento ha reso necessario il trattamento a carboni attivi per la potabilità.

Le acque dell'acquifero profondo (Gruppo acquifero C) presentano le seguenti caratteristiche:

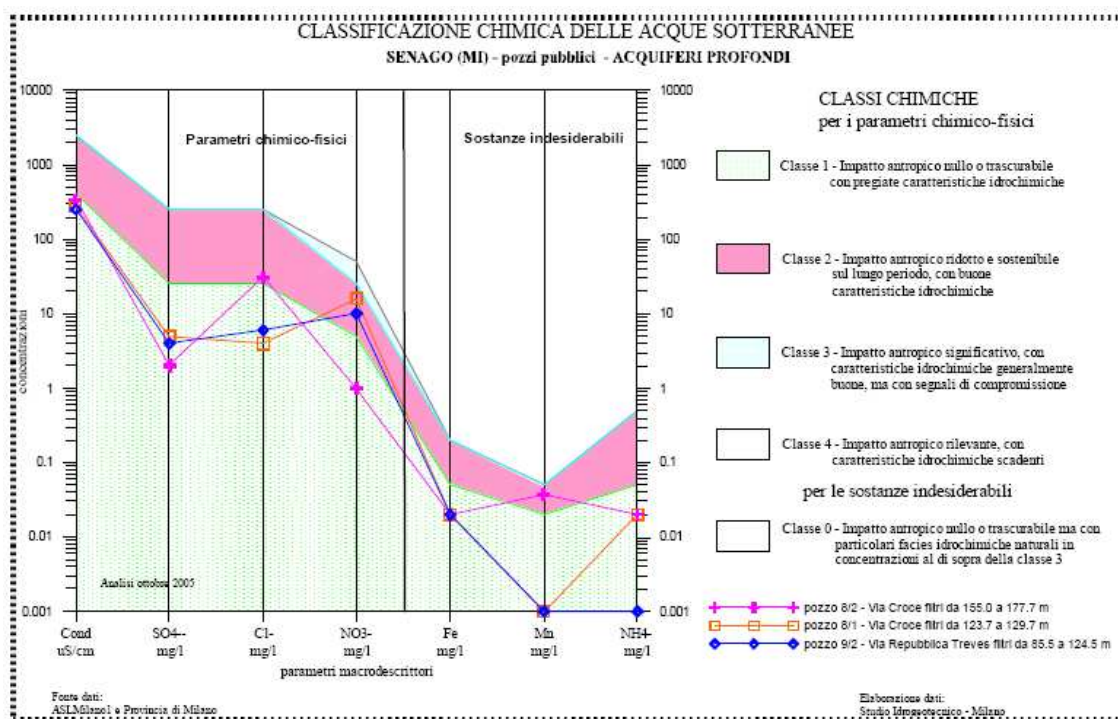


Fig. 44: Classificazione chimica delle acque sotterranee (D. Lsg. 152/06) dei pozzi potabili di Senago in acquifero superiore (fonte: Studio geologico di Senago)

Tali acque risultano con un livello qualitativo superiore (classe 1 e 2), con ridotto impatto antropico e buone caratteristiche idrochimiche.

Dai risultati delle analisi effettuate sulle acque prelevate nei pozzi pubblici tra il 1980 e il 2012, si rileva la presenza quasi ovunque di composti organoalogenati.

In particolare i solventi dominanti sono il tetracloroetilene, il tricloroetilene e il cloroformio, il metilcloroformio e il freon11. La presenza comporta la necessità, evidenziata nella tabella contenente l'elenco dei pozzi potabili, di procedere al trattamento delle acque con carboni attivi prima della distribuzione in rete.

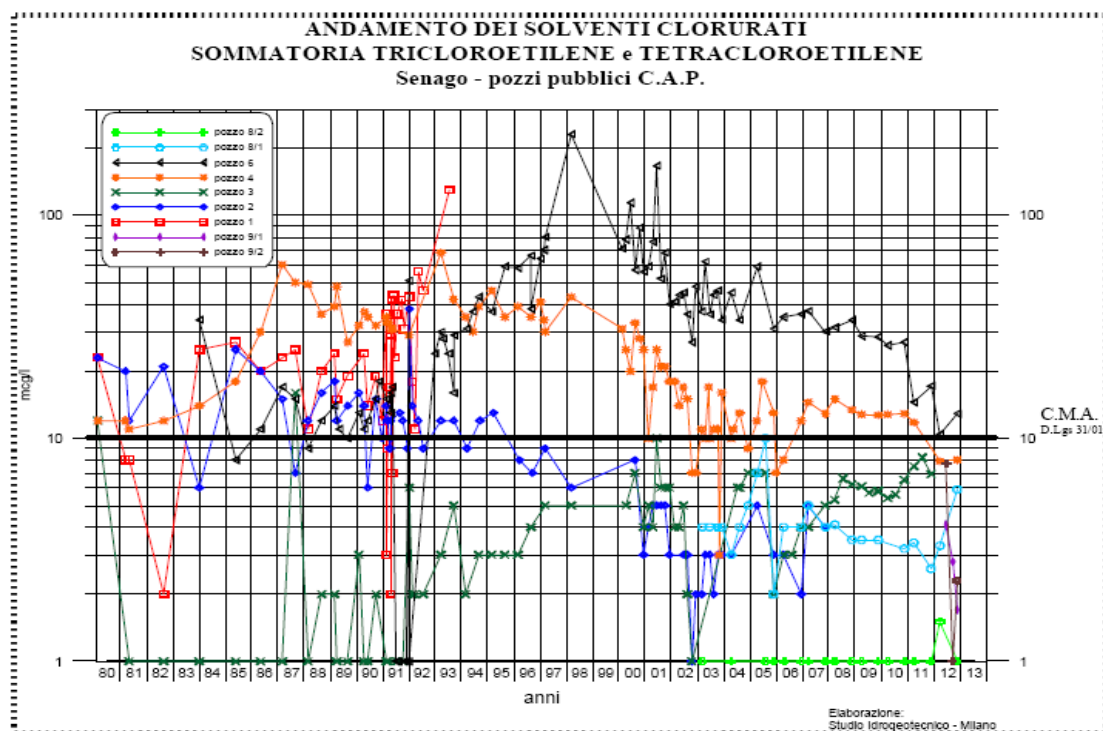


Fig. 45: Andamento della sommatoria tricloroetilene-tetracloroetilene nei pozzi potabili di Senago (fonte: Studio geologico di Senago – CMA: concentrazione massima ammissibile)

Nel territorio di Senago e Bollate, problematiche qualitative per la storica presenza in falda di solventi clorurati (tricloroetilene), sono evidenziate anche dalla Prov. di Milano nella pubblicazione “Fenomeni di contaminazione delle acque sotterranee nella Prov. di Milano – Indagini per l’individuazione dei focolai – Titolo IV L.R. 62/85”, aprile 2002.

7.3 QUALITA' DELLE ACQUE SOTTERRANEE NELL'AREA DI INTERVENTO

Al fine di verificare la qualità delle acque nell'area di intervento si è proceduto ad un campionamento ed ad un'analisi dei principali parametri addizionali.

Il campionamento è stato effettuato nel piezometro presso l'area di intervento e quindi i parametri sono relativi alla Prima Falda (il piezometro arriva a soli 35 metri dal p.c.).

SVR srl

ESSEVIERRE AMBIENTE

RAPPORTO DI PROVA

Laboratorio di Prova - Via Roma s/n, Zona Artigianale - 27010 Giussago (PV) - Telefono : 0382 / 927096 Fax : 0382 / 927952

N°. **3425** del **20/10/2014**

N°, Protocollo : 3347	
Committente : EUROGEO Srl Via Sentirone, 10 - Paderno Dugnano - 20037 - MI	
Data ricevimento Campioni in laboratorio : 10/10/2014	Data Campionamento : 08/10/2014
Data Inizio Prove : 10/10/2014	Data Fine Prove : 20/10/2014
Ns Codice : 00000476 - 000 -	Codice C.E.R. :
Origine : AIPO - Senago	
Prelevato da : A cura del committente	
Relativo a : Acque sotterranee - campione S2	
Aspetto : Liquido incolore	

Metodica	Parametri	U.M.	Val. Limite	Risultato
"Analisi secondo il Dlgs. 152/06 -limiti acque sotterranee"				
APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	Zinco	µg/l	3000	<50
APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	Nichel	µg/l	20	24
APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	Cromo totale	µg/l	50	<10
APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	Rame	µg/l	1000	<50
APAT CNR IRSA 3200 A1 Man 29 2003	Mercurio	µg/l	1	<0,5
APAT CNR IRSA 3150 B2 Man 29 2003	Cromo VI	µg/l	5	<3
APAT CNR IRSA 3080 A Man 29 2003	Arsenico	µg/l	10	<2
APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	Cobalto	µg/l	50	<10
APAT CNR IRSA 3120 B Man 29 2003	Cadmio	µg/l	5	<0,5
APAT CNR IRSA 3230 B Man 29 2003	Piombo	µg/l	10	15
UNI EN ISO 9377-2:2002	Idrocarburi totali (come n- esano)	µg/l	350	<30
APAT CNR IRSA 5090 Man 29 2003	Alfa BHC	µg/l	0.1	<0,02
APAT CNR IRSA 5090 Man 29 2003	Beta BHC	µg/l	0.1	<0,02
APAT CNR IRSA 5090 Man 29 2003	Lindano (gamma BHC)	µg/l	0.1	<0,02
APAT CNR IRSA 5090 Man 29 2003	Aldrin	µg/l	0.03	<0,02
APAT CNR IRSA 5090 Man 29 2003	Dieldrin	µg/l	0.03	<0,02
APAT CNR IRSA 5090 Man 29 2003	Endrin	µg/l	0.1	<0,02
APAT CNR IRSA 5090 Man 29 2003	DDD-DDT-DDE	µg/l	0.1	<0,02
APAT CNR IRSA 5090 Man 29 2003	Clordano	µg/l	0.1	<0,02
APAT CNR IRSA 5090 Man 29 2003	Alaclor	µg/l	0.1	<0,02

L'analisi conferma per la zona di intervento, relativamente alla Prima Falda, una

CLASSE 4 – impatto antropico rilevante – caratteristiche idrochimiche scadenti

8.0 INTERFERENZE TRA LE OPERE DI PROGETTO E L'ASSETTO IDROGEOLOGICO

Nel paragrafo 5.3 sono stati illustrati i dati relativi alle oscillazioni della prima falda nella zona interessata dalla realizzazione delle vasche.

I dati dei pozzi potabili di Bollate e Senago hanno consentito di analizzare le oscillazioni nel lungo periodo (dagli anni '70), mentre il piezometro realizzato per il presente intervento nella zona delle vasche ha consentito di acquisire dati di dettaglio sul livello piezometrico tra il 2013 ed il maggio 2015.

Il valore massimo registrato al piezometro è quello relativo alla misura effettuata nel marzo 2015, con una quota piezometrica pari a 150,056 m. s.l.m. Utilizzando come raffronto anche i dati dei pozzi, è possibile affermare che la quota piezometrica attuale si attesta al limite superiore delle oscillazioni subite dalla falda a partire dal 1975.

Il fondo delle vasche (settore 2 e 3) si attesta a quota 149 m. s.l.m., quindi circa 1 metro al di sotto del massimo livello della falda; gli interventi di scavo per la realizzazione dell'ultimo metro delle vasche e del pacchetto di impermeabilizzazione ed appesantimento del fondo avverranno quindi in falda.

Questa situazione implica la necessità di una serie di interventi, sia per la fase di realizzazione delle opere che per il funzionamento a regime. Gli interventi devono essere in grado di gestire questa interferenza, dal punto di vista qualitativo (impermeabilizzazione delle vasche per una separazione totale delle acque invase rispetto a quelle del sottosuolo) e da quello quantitativo (abbassamento per i lavori, metodi per garantire la stabilità dell'impermeabilizzazione in relazione all'altezza della falda, ecc.). Di seguito si illustrano tali elementi.

8.1 ABBASSAMENTO DELLA FALDA PER I LAVORI – IMPATTI IDROGEOLOGICI

La prima fase di interferenza con la falda è quella relativa alla realizzazione delle vasche di progetto.

Il fondo della vasche è previsto a quota 149 m. s.l.m., ma per poter realizzare tutte le opere necessarie all'impermeabilizzazione del fondo ed alla sua stabilizzazione, sarà necessario scavare fino a quota 147,5 - 147 m. s.l.m. circa.

La massima quota di falda registrata, come sopra dettagliato, è pari a 150 m. s.l.m. nel piezometro presso le vasche.

Per le seguenti valutazioni ed analisi si è ritenuto di considerare come falda di riferimento il massimo valore registrato + 1 metro di franco, quindi una quota di circa 151 m. s.l.m. presso il piezometro delle vasche.

In queste condizioni di progetto, la parte finale dello scavo per la realizzazione delle vasche avverrà in falda, con un battente massimo di circa 4 metri.

Sarà quindi necessario, durante il cantiere, operare un abbassamento della falda stessa per poter operare correttamente ed in sicurezza.

In aggiunta a ciò la posa del telo bentonitico presuppone l'assenza di falda affiorante sulla superficie ed è quindi necessario operare una sua depressione al di sotto del piano di lavoro.

Si è quindi proceduto alla simulazione di un'attività di “dewaterig” dell'area delle vasche, a mezzo di pozzi di emungimento perforati.

Le analisi sono state condotte inizialmente con l'ausilio del software WhAEM2000 (Wellhead Analytic Element Model), sviluppato dall'Agenzia Statunitense per la Protezione dell'Ambiente (U.S. EPA)

Il programma è basato sull'analisi agli elementi analitici e consente di simulare l'effetto di un'attività di pompaggio sia con metodi semplici (criterio del raggio fisso) che più complessi (pozzo in moto di falda uniforme). La modellazione idrogeologica in condizioni di regime di pompaggio in falda tiene conto di limiti idrogeologici (fiumi, zone di ricarica) discontinuità geologiche, disomogeneità locali di trasmissività, etc..

Il modello idrogeologico di riferimento è quello di cui al par. 5.5; la superficie piezometrica di riferimento è quella del settembre 2013 innalzata di circa 6 metri, per giungere alla quota 151 m. s.l.m. presso il piezometro sulla vasca.

La prima fase del lavoro è stata la ricostruzione dell'ambient flow, utilizzando i dati idrogeologici disponibili e cercando di riprodurre l'andamento della superficie piezometrica di riferimento.

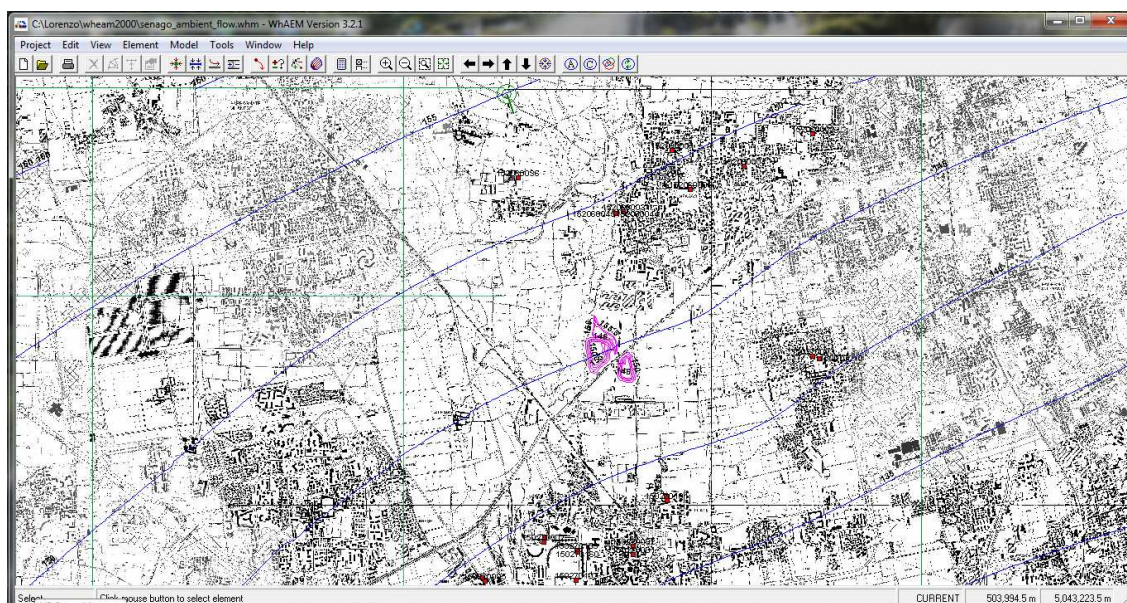


Fig. 46: Importazione mappe, opere di progetto e superficie piezometrica di riferimento

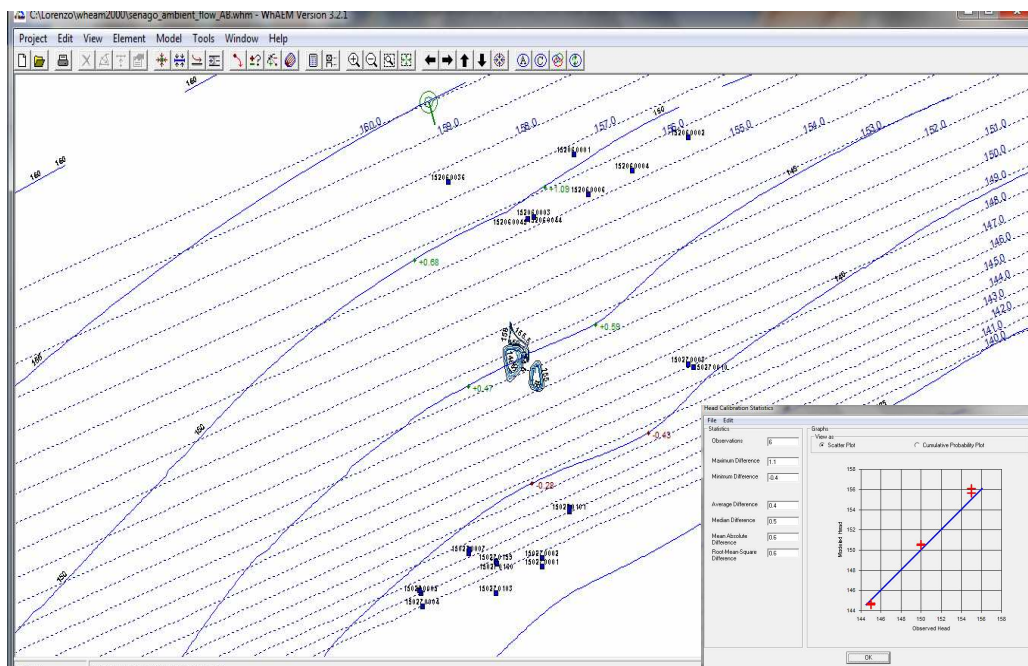


Fig. 47: Fasi di generazione e taratura dell'ambient flow

Nelle simulazioni si sono considerati differenti possibili comportamenti del livello di argilla di separazione tra acquifero A e B: da continuo con separazione totale degli acquiferi a discontinuo e quindi con gli acquiferi totalmente collegati.

L'immagine seguente rappresenta l'andamento delle piezometriche di progetto a seguito delle attività di pompaggio necessarie a portare la quota della falda ad un massimo di 146-147 m. s.l.m.. nella zona delle vasche.

In verde sono rappresentate le linee isopiezometriche della falda di progetto con la quota 151 m. s.l.m. nei pressi delle vasche.

Le linee blu sono le linee isopiezometriche durante l'abbassamento della falda (pompaggi a regime) fino alla quota di 147 m. s.l.m. nella zona delle vasche.

Con i triangoli blu sono evidenziati i pozzi potabili più vicini alla zona di intervento (circa 1 km) rispettivamente in Senago (a monte) ed in Bollate (a valle).

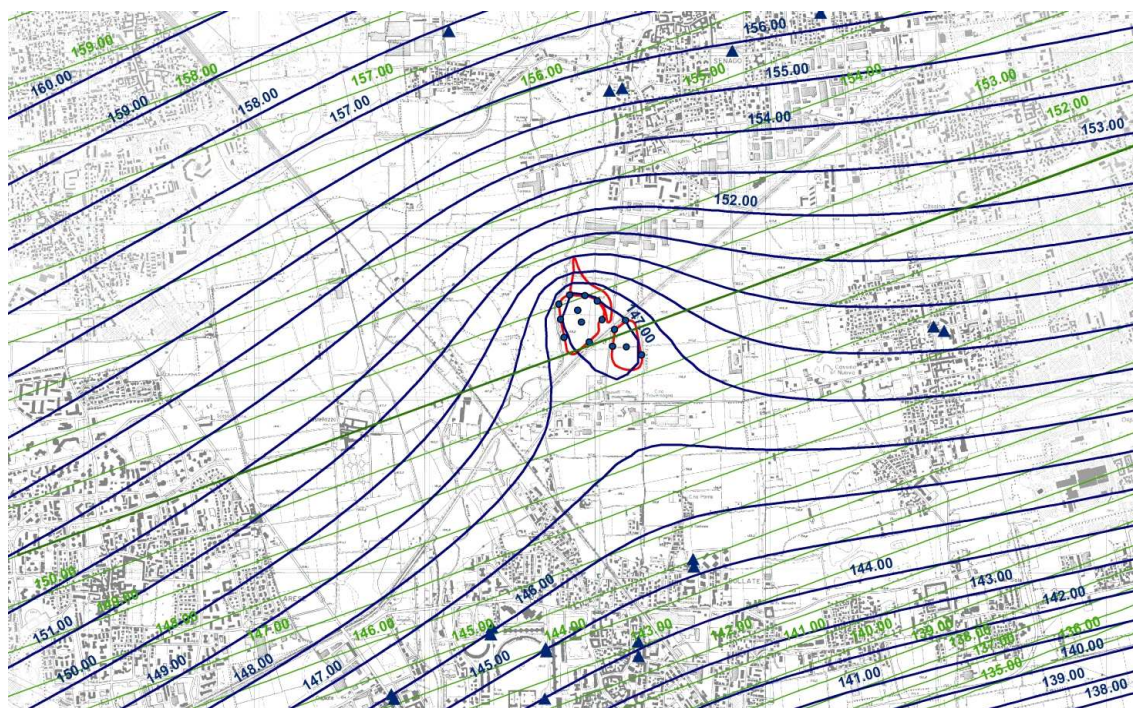


Fig. 48: Effetto dei pompaggi per l'abbassamento della falda

L'azione dei pompaggi causa una notevole accentuazione della pendenza della superficie freatica nella zona immediatamente a monte delle vasche, che però si estende limitatamente. Nei pressi dei pozzi potabili a monte la quota piezometrica iniziale e durante i pompaggi è pressoché coincidente (155 m. s.l.m.).

Il richiamo di acqua verso valle causa invece una diminuzione della pendenza media della superficie, con un'area di richiamo che tende poi a riallinearsi all'andamento originario della falda. Anche in questo le variazioni nei pressi dei pozzi potabili a valle ed ad est sono molto contenute (variabili da 0,5 ad 1 metro).

Un locale e temporaneo fenomeno di abbassamento della falda e riduzione delle portate si potrà verificare solo per i pozzi privati nelle vicinanze delle vasche.

Si tratterà comunque di un fenomeno transitorio legato alle fasi esecutive delle vasche e le variazioni previste restano ampiamente entro le variazioni naturali che la falda ha già ampiamente coperto negli ultimi decenni.

E' stata anche effettuata una simulazione, immaginando i pozzi di dewatering come un campo pozzi e valutando la zona di cattura degli stessi ed una sorta di area di protezione, al fine di valutare eventuali interferenze con le aree di salvaguardia dei pozzi potabili posti a monte ed a valle.

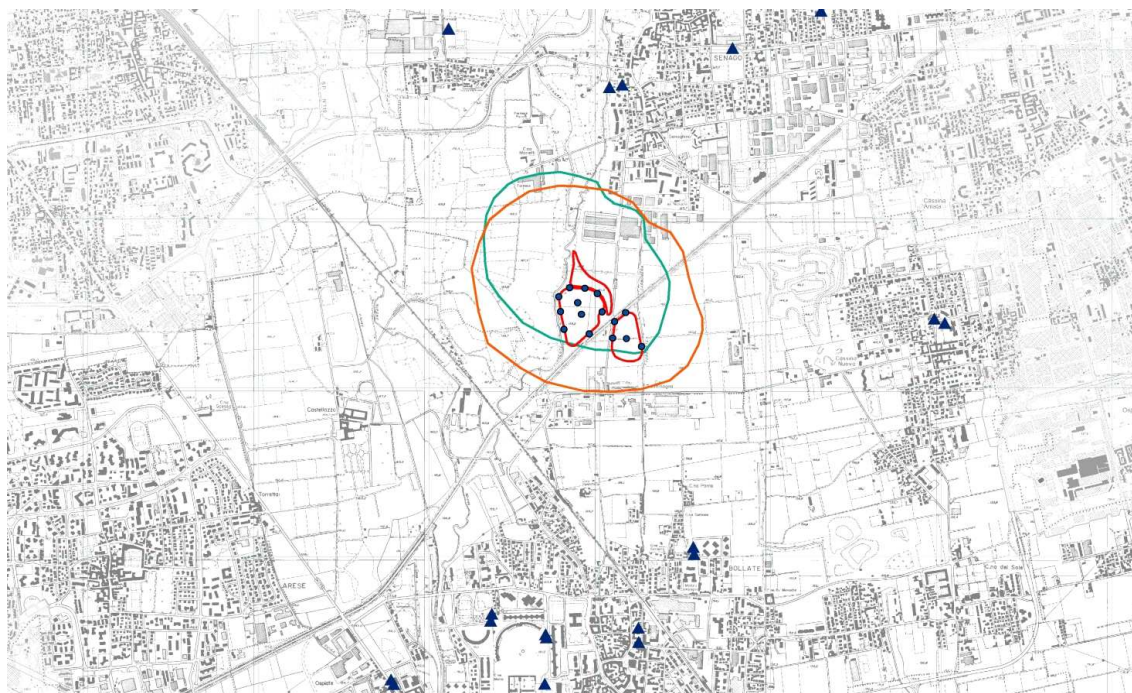


Fig. 49: Aree di cattura dei pozzi di emungimento

L'area di cattura del campo pozzi è stata simulata immaginando l'acquifero tamponato alla base dal livello di argilla (solo acquifero A – linea verde) oppure in totale connessione (acquifero A+B – linea marrone).

I perimetri distano, al meno, circa 500 m dal pozzo potabile più prossimo e quindi sono ampiamente al di fuori delle aree di protezione e di tutela.

Le analisi sono state affinate e verificate anche con un software di modellazione geotecnica agli elementi finiti: MIDAS GTS.

In questo caso, grazie alle potenzialità del software di modellazione, è stato possibile utilizzare esattamente il modello geologico-idrogeologico tridimensionale del par. 5.5., con la presenza della lente di argilla di separazione degli acquiferi A e B che diviene progressivamente discontinua verso est.

Nelle fasi iniziali si è proceduto a simulare lo stato di fatto attuale della falda, in termini di direzione di flusso e pendenza ed imponendo la quota di 151 nei pressi delle vasche (150 m. s.l.m. come massima falda misurata + 1 metro di franco per le simulazioni), esattamente come per le simulazioni con Whaem.

Successivamente è stato predisposto un sistema di pozzi di emungimento nella zona della vasche e si è provveduto a simulare l'effetto degli stessi sulla falda, al fine di ottenere una quota dell'acqua nella zona delle vasche dell'ordine dei 146-147 m. s.l.m., cioè tale da consentire le attività di cantiere.

I risultati, anche se più dettagliati ed accurati rispetto alle analisi precedenti, sono assolutamente simili e mostrano una situazione intermedia tra le due simulazioni precedenti (separazione completa o assenza di separazione tra gli acquiferi), proprio per la presenza del setto discontinuo di argilla.

Le analisi sono state condotte ipotizzando la realizzazione di n° 15 pozzi, disposti come nelle fig. 48 – 49 – 50b, profondi 35 metri, con le caratteristiche tecniche indicate nella tavola D.16, con un emungimento complessivo di 0,3 mc/sec, per ottenere una depressione della falda adeguata (fig. 48 – 50c) a garantire la realizzazione dei lavori.

Alcune immagini significative delle simulazioni effettuate sono di seguito riportate.

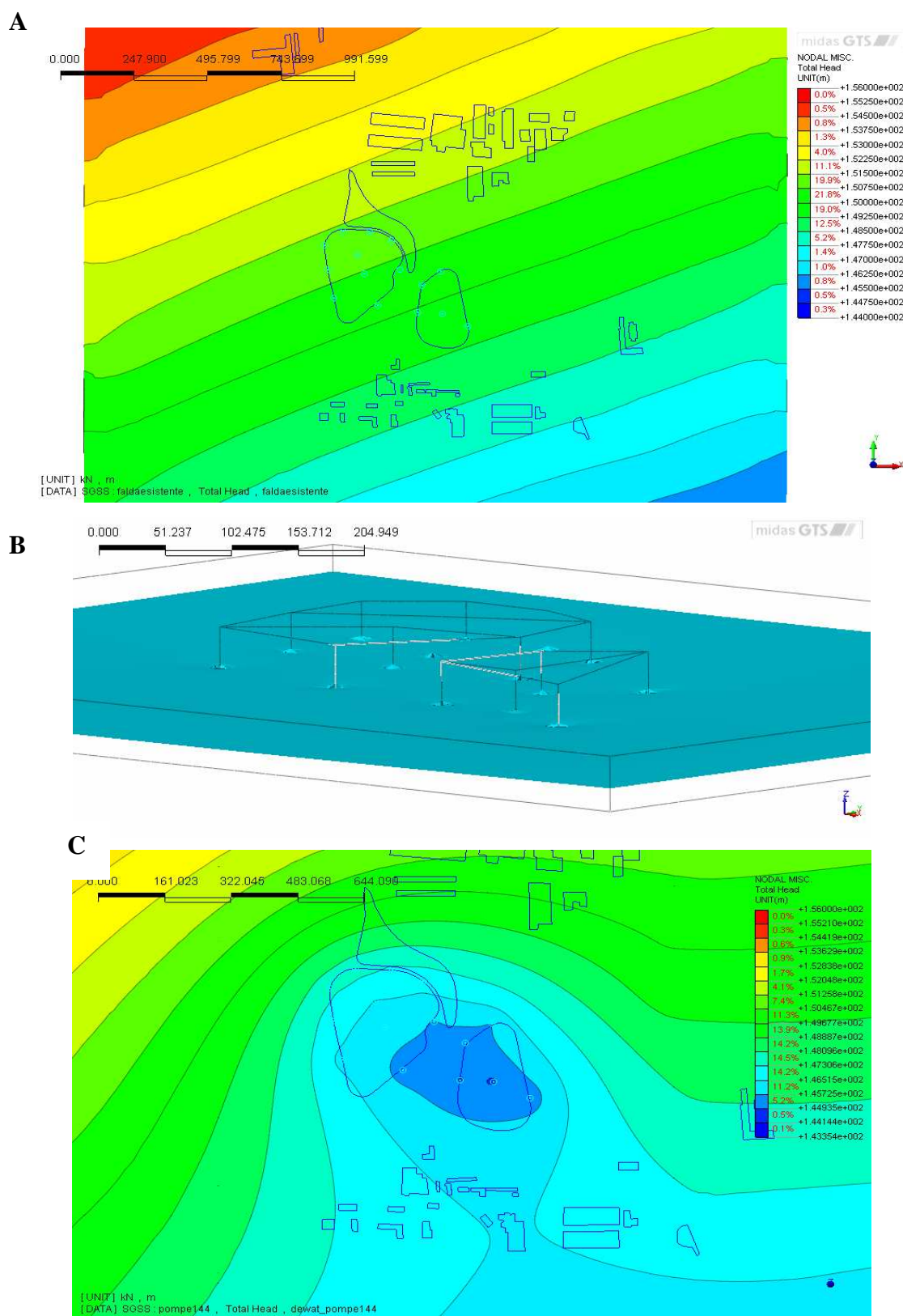


Fig. 50: Simulazioni idrogeologiche con MIDAS GTS: A- ambient flow iniziale – B- simulazione di un campo di pozzi di abbassamento della falda – C - dewatering a regime

8.2 ABBASSAMENTO DELLA FALDA PER I LAVORI – IMPATTI GEOTECNICI – INDICAZIONI E PRESCRIZIONI

L'abbassamento della falda comporta una variazione tensionale nei terreni interessati, con un aumento del carico.

La variazione tensionale è chiaramente funzione dell'entità dell'abbassamento e delle caratteristiche geotecniche dei terreni interessati.

Al fine di verificare l'entità dei cedimenti è stata sviluppata una modellazione semplificata, con il software specialistico di modellazione geotecnica MIDAS GTS.

Le caratteristiche dei terreni sono quelle indicate nella relazione geologica-tecnica ed in particolare i parametri di deformabilità ricavati dalla prove penetrometriche in sito.

Tali valori sono stati integrati con i dati delle indagini geotecniche disponibili nello studio geologico di supporto al PGT di Bollate dello Studio Idrogeotecnico e con gli altri dati reperiti, ed è stata osservata una variazione in aumento della rigidità con la profondità che è stata inserita nel software.

I cedimenti sono stati valutati per tutto lo spessore del livello geologico coincidente con l'acquifero A, fino a 35 m. da p.c.; al di sotto il substrato è stato considerato rigido.

Le variazioni della falda sono quelle descritte al paragrafo precedente, a seguito delle attività di dewatering all'interno del cantiere.

In via cautelativa è stato valutato un abbassamento massimo dell'acqua al centro delle vasche di circa 6-7 metri, a partire dalla quota piezometrica di progetto 151 m. s.l.m. presso il piezometro.

Le immagini seguenti mostrano l'andamento dei cedimenti in superficie, come calcolato dal modello.

L'emungimento genera un bacino di influenza della subsidenza in superficie.

Per semplicità di visualizzazione sono stati riportati sia il perimetro delle vasche che i principali edifici presenti all'esterno delle vasche.

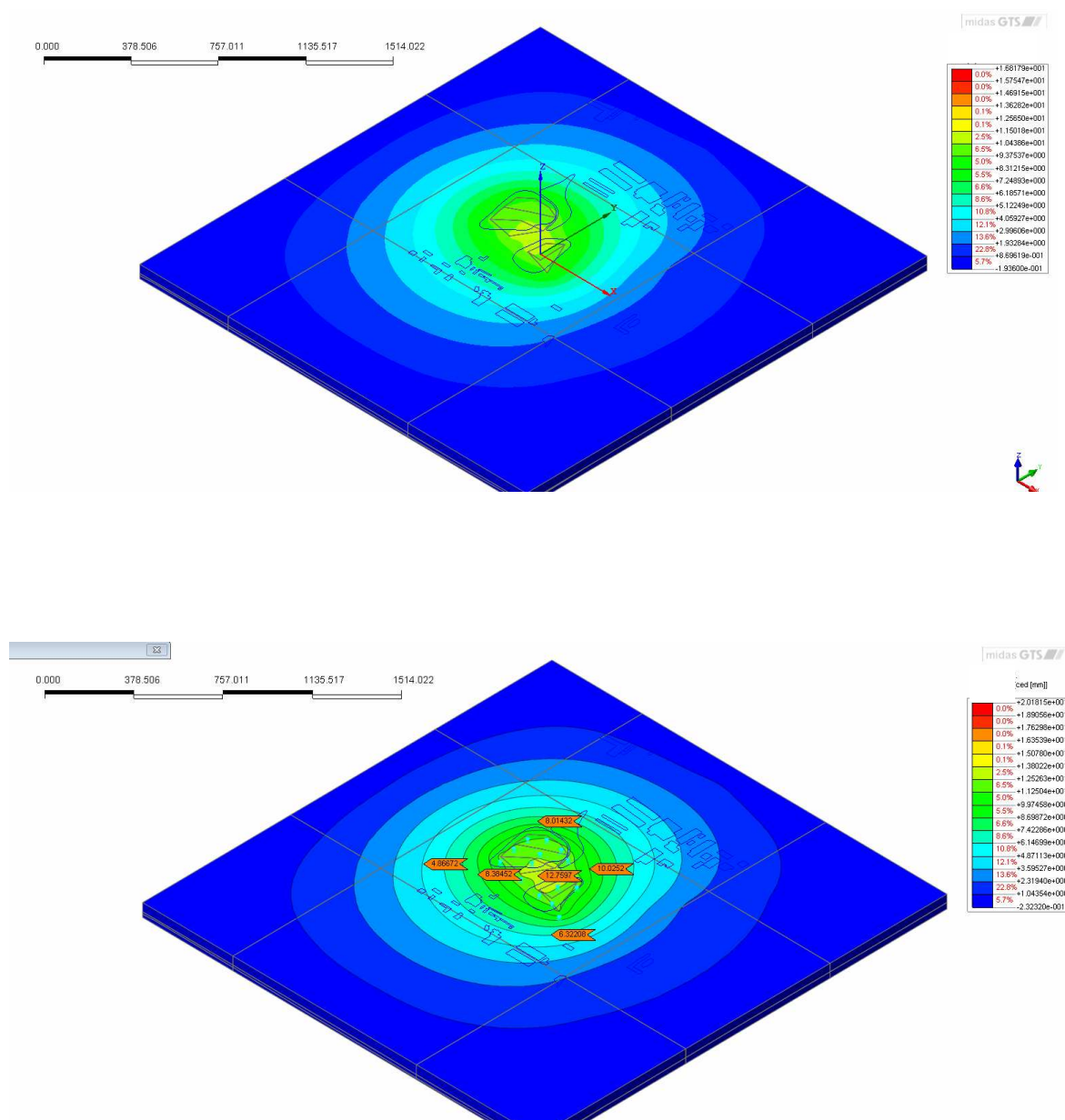


Fig. 51: Stima dei bacino di subsidenza del suolo a seguito dell'abbassamento della falda con indicazione dei valori di cedimento calcolati – vista assometrica

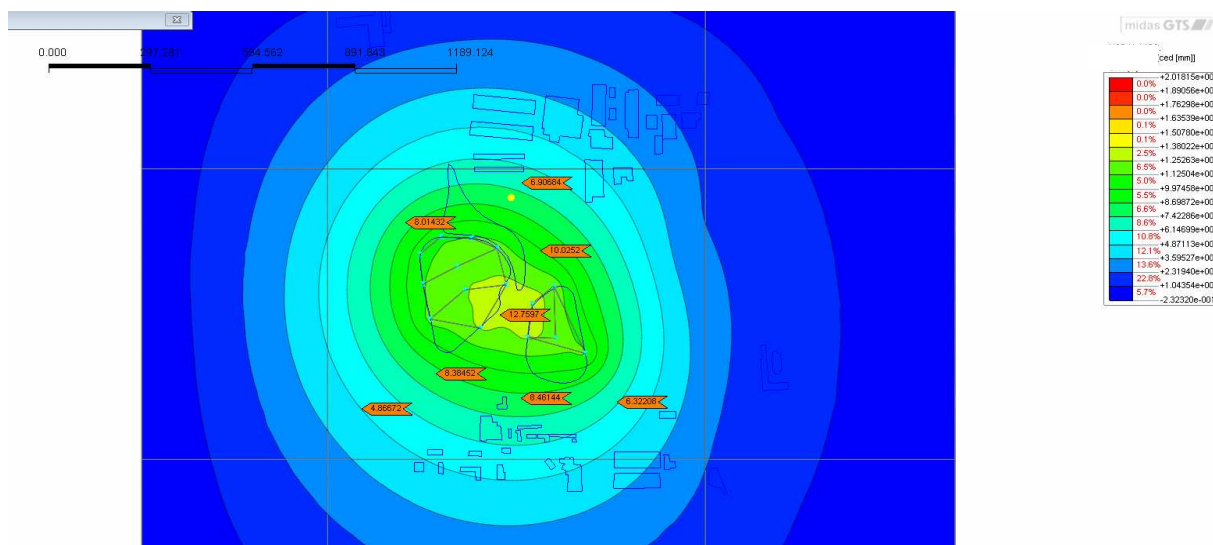


Fig. 52: Stima dei bacini di subsidenza del suolo a seguito dell'abbassamento della falda con indicazione dei valori di cedimento calcolati – vista planimetrica

I cedimenti stimati dal modello risultano dell'ordine di 1,5 cm nell'area delle vasche e nel loro immediato intorno, cioè nella zona interessata dalla massima depressione della falda.

I valori del cedimento diminuiscono velocemente al di sotto di 1 cm nelle aree poste a monte ed a valle (la misura del cedimento nelle fig. 51 e 52 è in mm).

Le stime sono in relazione alle condizioni di partenza descritte all'inizio, soprattutto relativamente ad un abbassamento superiore a quello massimo necessario, in via cautelativa.

Le stesse dovranno essere necessariamente aggiornate in relazione alle reali condizioni di altezza della falda al momento dei lavori.

Un innalzamento della stessa rispetto ai livelli indicati comporta, infatti, un aumento della depressione per operare ed un conseguente aumento dei cedimenti del suolo; un abbassamento della falda riduce sia gli attingimenti che i cedimenti.

Le analisi sopra riportate considerano i fenomeni di cedimento legati solamente alla variazione della piezometrica indotta dai pompaggi.

Si considera quindi che l'asportazione dell'acqua avvenga attraverso pozzi correttamente progettati e realizzati, in modo da garantire un emungimento di acqua pulita, senza trascinamento e dilavamento di particelle.

Il progetto esecutivo e di dettaglio dell'abbassamento della falda dovrà valutare con la massima attenzione la scelta del tipo di pozzi, dei filtri e dei dreni, per garantire l'asportazione di acqua pulita.

Il dilavamento di particelle limoso – sabbiose comporterebbe, infatti, un aumento dei cedimenti previsti per l'asportazione del materiale dal sottosuolo.

La prescrizione di ridurre al minimo l'asportazione di sabbia o limo dalla falda deve essere inderogabile per l'Impresa, che dovrà poter dimostrare la bontà delle proprie scelte anche con campionamenti a richiesta della D.L.

Il sistema di pompaggio dovrà poi essere tale da garantire il funzionamento anche in caso di anomalie, per cui vi dovranno essere in cantiere almeno alcune pompe di riserva, i generatori e dovrà inoltre essere garantita la guardiania.

Non sono accettabili risalite della falda per assenza di funzionamento del sistema, a maggior ragione nel caso specifico in cui la posa del materasso bentonitico di impermeabilizzazione deve avvenire assolutamente in assenza di falda affiorante.

Per quanto riguarda lo scarico delle acque provenienti dai pompaggi si potrà utilizzare il CSNO, fatti salvi i necessari pareri e le autorizzazioni previste per legge.

Per l'aspetto dei cedimenti sarà opportuno, prima dell'inizio dei lavori, procedere alla predisposizione di uno stato di fatto grafico e fotografico degli immobili nelle vicinanze

A.T.P.:				Consulenti:	
		<i>Studio Associato di Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. C. Tonetto</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

delle vasche, in contraddittorio con i Proprietari, nonché alla messa in opera di strumenti di monitoraggio nei punti a maggiore criticità (si precisa che l'Impresa esecutrice, che dovrà presenziare alle verifiche, dovrà rispondere in solido di danni provocati alle strutture esistenti, per il mancato rispetto delle indicazioni di cui sopra e/o per un operato di cantiere non conforme).

La documentazione prodotta (verbali, note tecniche, documentazione fotografica, ecc.) andrà controfirmata dalla D.L., dalla Ditta e dai privati ed andrà depositata sia presso l'Ente Appaltante che presso il Comune competente per territorio, in modo che possa essere utilizzata come stato di fatto iniziale per eventuali contestazioni durante e/o a fine lavori (crepe, fessure e/o altri problemi inerenti gli edifici).

8.3 IMPERMEABILIZZAZIONE DELLE VASCHE

Come ampiamente illustrato nei paragrafi precedenti, allo stato attuale dei livelli della falda, la parte finale delle vasche presenta interferenze dirette con la prima falda, interferenze sia in fase esecutiva che durante il funzionamento a regime delle vasche.

Relativamente alla fase esecutiva nei paragrafi precedenti sono state analizzati gli aspetti idrogeologici e geotecnici connessi alle necessità di cantiere.

Per il funzionamento a regime si pongono due elementi fondamentali:

- interferenze qualitative (qualità delle acque)
- interferenze quantitative – idrogeologiche

Fatte salve le valutazioni sulla qualità delle acque della prima falda in precedenza discusse, nonché le analisi sulla qualità delle acque di piena del fiume Seveso, contenute nell'apposita relazione allegata al presente progetto, si è ritenuto progettualmente, fin

dalle analisi dello studio di fattibilità, quando la falda era più profonda, mantenere completamente separati i due sistemi.

Nello specifico è stato ritenuto fondamentale impedire l'infiltrazione nel sottosuolo e nella falda delle acque di piena del fiume Seveso.

La scelta progettuale è quella di impermeabilizzare completamente tutti i settori delle vasche fino alla quota di massimo invaso.

La soluzione tecnica individuata è quella della messa in opera di un materassino bentonitico, ricoperto da circa 1 metro di spessore di terreno e da circa 0,5 metri di spessore di massi, in grado di garantire una permeabilità inferiore a $1 \cdot 10^{-8}$ cm/sec.

Allo stato attuale il telo sarebbe assoggettato ad una sottospinta idraulica per il livello della falda. Il ricoprimento è in grado di garantire, con gli adeguati margini di sicurezza, nei confronti del sollevamento/sifonamento (per maggiori dettagli su questo aspetto fare riferimento alla relazione geologico – tecnica – par. 7.4).

E' stato inoltre progettato un sistema in grado di garantire l'equiparazione tra i livelli della falda all'esterno ed all'interno della vasche.

Il sistema è costituito da una serie di tubazioni drenanti, poste alla base delle scarpate, che intercettano l'acqua di falda e la riversano all'interno del laghetto, al fine di omogeneizzare i livelli dell'acqua.

Tali tubazioni sono dotate di una valvola a clapet che consente l'ingresso in vasca dell'acqua di falda, ma non consente l'uscita delle acque delle vasche verso la falda.

Si tratta quindi di un sistema monodirezionale, studiato proprio per tutelare al massimo la falda stessa.

A.T.P.:				Consulenti:	
		<i>Studio Associato di Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. C. Tonetto</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

Questa soluzione di impermeabilizzazione e bilanciamento delle spinte dell'acqua rende le vasche sostanzialmente neutre rispetto all'assetto idrogeologico, anche a regime, sia in presenza che in assenza di riempimento.

Le acque invase non possono infiltrarsi in falda e quindi non ne alterano il flusso e l'alimentazione.

Viceversa la vasca si livella come la falda circostante e quindi non costituisce ostacolo al normale deflusso della stessa.

9.0 SISTEMA DI MONITORAGGIO DELLA FALDA NEL TEMPO

Le vasche saranno impermeabilizzate, come sopra illustrato, per garantire una separazione totale tra le acque invase e quelle della falda.

Resta comunque fondamentale garantire al massimo la tutela delle acque sotterranee ed a tal fine è stato progettato un apposito sistema di controllo e monitoraggio della falda, da realizzare con i lavori delle vasche.

Per il controllo quali – quantitativo della falda è stato previsto un sistema di piezometri di controllo, disposti monte - valle (secondo la direzione di deflusso della falda) rispetto alle vasche (vedi tavola D.2.8).

Nello specifico sono stati previsti cinque piezometri: 2 a monte, due a valle ed 1 tra le vasche.

Si è ritenuto di realizzare due piezometri a monte e due a valle al fine di monitorare sia la prima falda (acquifero A) che l'acquifero sottostante (acquifero B).

Nella zona di intervento è presente un livello di argilla di separazione dei due acquiferi: questo setto tende ad essere continuo, anche se assottigliato, verso sud, mentre tende a diventare discontinuo, fino a sparire verso est (vedi tavola D.2.3).

Per un livello massimo di controlli, stante l'importanza delle acque sotterranee, si è deciso di monitorare entrambi gli acquiferi separatamente:

- il primo piezometro ha una profondità indicativa di 35 metri ed interessa integralmente l'acquifero A fino alle argille alla base. Sarà fenestrato da – 10 m (minima soggiacenza rilevata) fino a fondo foro;
- il secondo piezometro ha una profondità indicativa di 65 metri da p.c. Sarà interamente cementato ed isolato fino a 35 metri da p.c. (e comunque fino al

massimo spessore del livello di argilla). Al di sotto sarà interamente fenestrato per poter monitorare l'acqua dell'acquifero B.

Tra le due vasche si è ritenuto importante realizzare un ulteriore piezometro, limitato al solo acquifero superiore (che sarebbe il primo ad essere interessato da eventuali contaminazioni), con lo scopo di poter verificare eventuali differenze dell'acquifero tra le due vasche (fenomeni di dispersione della vasca di monte o di quella di valle).

Tutti i piezometri avranno un diametro minimo di 4", per consentire i campionamenti ambientali, saranno quotati, dotati di specifica targhetta e sigillati con appositi pozzetti con boccapozzi, dotati di lucchetto e chiave.

A questi piezometri si aggiunge quello già esistente, realizzato durante le indagini (che interessa solo la prima falda) e che può essere utilizzato come punto di controllo e verifica al limite sud-ovest della zona di flusso.

Il sistema di piezometri verrà utilizzato per il monitoraggio cadenzato dei livelli della falda e dei principali parametri chimico fisici, sia naturali che di eventuale contaminazione.

Per le attività di monitoraggio da porre in essere è possibile utilizzare come riferimento iniziale le Linee Guida della Provincia di Milano per il Monitoraggio della falda per le attività di cava, integrate e modificate secondo le prescrizioni del Decreto contenente la Pronuncia di Compatibilità ambientale e precisamente:

Monitoraggio quantitativo (livelli di falda):

- cadenza almeno mensile;

Monitoraggio qualitativo:

- campionamento giornaliero o bi-giornaliero durante i primi tre eventi che coinvolgono tutti e tre i settori della vasca;
- campionamento con cadenza almeno mensile per il primo anno;
- n° 3 campionamenti all'anno per gli anni successivi al primo.

Parametri da ricercare:

- Analisi: TOC, ossidabilità, torbidità, durezza, calcio, cloruri, solfati, ammoniaca, nitrati, nitriti, metalli (Hg, As, Cd, Cr tot., Cr VI, Fe, Ni, Pb, Cu, Mn, Zn), tensioattivi anionici e non ionici, idrocarburi totali con n-esano, composti organoalogenati, BTEX, parametri microbiologici (californi, Escherichia Coli, enterococchi);
- Misure in campo: temperatura, conducibilità elettrica, ossigeno disciolto, pH, potenziale redox.

Eventuali inquinanti specifici potranno essere aggiunti in base ai risultati delle analisi sulle acque superficiali del fiume Seveso, in relazione ai principali potenziali inquinanti rinvenuti.

Questo standard di analisi potrebbe essere utilizzato per lo stato di fatto e per le fasi iniziali di funzionamento delle vasche, salvo modificarlo, aggiornarlo ed integrarlo in base ai risultati dei monitoraggi stessi (diversa distribuzione dei campionamenti, analisi da eseguire, ecc.).

Nelle fasi di cantiere, per le lavorazioni con possibili impatti sulla falda (per es. attività di abbassamento della falda, con scavi sotto falda) i monitoraggi potranno essere infittiti, sia per le oscillazioni della falda che per le caratteristiche della stessa.

	A.T.P.: 	Studio Associato di <i>Geologia Spada</i>	Dott. Ing. <i>C. Tonetto</i>		Consulenti: <i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>
---	--	--	---------------------------------	---	--

Anche il posizionamento di eventuali sonde di misura in continuo potrà essere definito con gli Enti, a seguito dei primi riscontri analitici, per individuare i parametri di maggiore sensibilità (sia nelle acque sotterranee che in quelle potenzialmente accumulate all'interno delle vasche).

Le opere di monitoraggio previste devono comunque essere realizzate nelle fasi iniziali dell'intervento, al fine di consentire una verifica dello stato dei luoghi pre-intervento (che costituisce una sorta di "bianco" della situazione in essere), i controlli durante lo sviluppo del cantiere ed infine un monitoraggio del funzionamento delle opere nel tempo.

Milano, agosto 2015

I PROFESSIONISTI INCARICATI:

ETATEC STUDIO PAOLETTI s.r.l.

Dott. Ing. Giovanni Battista Peduzzi

STUDIO PAOLETTI INGEGNERI ASSOCIATI

Prof. Ing. Alessandro Paoletti

STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA SPADA

Dott. Geol. Mario Spada

Dott. Ing. Chiara Tonetto

ALLEGATO 4 - Indagine geognostica e di laboratorio per la caratterizzazione merceologica del materiale da estrarre per la realizzazione delle vasche di Senago (MI) – Arethusa - 2017



ARETHUSA

GEOLOGIA AMBIENTE TERRITORIO E SICUREZZA

committente:

Impresa Edile Stradale Artifoni SpA
(Impresa mandataria)

Impresa Milesi Geom. Sergio Srl
(Impresa mandante)

incarico:

Indagine geognostica e di laboratorio
per la caratterizzazione merceologica
del materiale da estrarre per la
realizzazione delle vasche di laminazione
in comune di Senago (Mi)

riferimento:

Relazione tecnica

ubicazione:

Senago (Mi)

data:

Dicembre 2017

a cura di:

dr. Ermanno Dolci – Responsabile Tecnico
dr. Mauro Rota



ARETHUSA s.r.l.
via Trento 14 - 24035 Curno (BG)
tel. 035 43.76.882 - fax 035 43.76.666
codice fiscale, partita iva
e registro imprese di BG 02010850168
R.E.A. n. 255159 di Bergamo
sito web: www.arethusa-geo.it
e.mail: arethusa@arethusa-geo.it



INDICE

1 PREMESSA	2
2 INDAGINE GEOGNOSTICA	3
3 RISULTATI.....	30
4 REQUISITI DI ACCETTABILITA'	37
4.1 ANALISI GRANULOMETRICA	37
4.2 PROVA LOS ANGELES.....	37
4.3 CONFRONTO TRA LE CURVE GRANULOMETRICHE DEL TOUT-VENANT DI GIACIMENTI E LE CURVE DEL MATERIALE CAMPIONATO DALLE TRINCEE ESPLORATIVE	40
5 CONCLUSIONI	42

Allegato 1

1 PREMESSA

Al fine di giungere alla caratterizzazione merceologica del materiale estratto per la realizzazione delle vasche e delle opere connesse è stato eseguito un piano d'indagini geognostiche (prf. 2.0) che ha permesso il prelievo di campioni sui quali sono state eseguite le analisi di laboratorio (prf. 3.0) necessarie per la caratterizzazione geotecnica.

Lo scorso mese di maggio le società scriventi hanno impostato, ed in parte conseguito, il sopra citato piano d'indagine per la caratterizzazione merceologica e geotecnica del materiale.

L'indagine iniziata nel mese di maggio è stata temporaneamente sospesa in attesa che fosse ultimata la valutazione del rischio bellico residuo articolata in una fase di ricerca storiografica documentale redatta sulla base di dati e informazioni storiche prodotte da archivi ufficiali, cui ha fatto seguito una analisi strumentale geofisica di superficie eseguita con magnetometro GSM-19 GEM System.

Una volta terminata la valutazione del rischio bellico è stata completata l'indagine sopracitata che ha consentito la caratterizzazione del materiale di scavo i cui risultati sono di seguito esposti.

Tale caratterizzazione viene condotta in accordo a quanto riportato nel piano di utilizzo (elaborato 01.02.00.01 – cap. 4) allegato al progetto esecutivo, così come l'ubicazione dei punti d'indagine è quella definita nel progetto esecutivo con elaborato 01.02.00.02 - *Planimetria con indicazione del sito di produzione, del sito di destinazione e dei punti di campionamento.*

2 INDAGINE GEOGNOSTICA

L'indagine geognostica ha interessato i terreni presso i quali saranno realizzate le 3 vasche di progetto e il canale adduttore di alimentazione.

Nello specifico sono state realizzate 6 trincee spinte fino alla profondità del fondo delle vasche in esame permettendo il prelievo di campioni rappresentativi sui quali sono state eseguite le prove di laboratorio.

Per l'ubicazione delle trincee si è fatto riferimento all'elaborato del progetto esecutivo 01.02.00.02 che definisce i punti d'indagine in funzione della collocazione delle vasche di progetto e del canale adduttore, mentre il numero è stato definito sulla base delle dimensioni e delle caratteristiche geologiche del sito. Proprio in merito a quest'ultimo aspetto si sottolinea che il progetto complessivo interessa esclusivamente le aree in cui si riscontra l'unità di Cadorago (Figura 1) pertanto è lecito attendersi una certa omogeneità litologica e tessiturale per tale motivo si ritenuto che l'esecuzione di 6 trincee sia stato sufficiente per esprimere una valutazione adeguata.

Quanto sopra riportato si è concretizzato con l'esecuzione, mediante un escavatore idraulico, di 6 trincee esplorative di profondità pari alla vasche di progetto come riportato in **Figura 2**:

- Trincea T1: 6 m da p.c.
- Trincea T2: 6 m da p.c.
- Trincea TrA: 6 m da p.c.
- Trincea TrD: 13 m da p.c.
- Trincea TrE: 13 m da p.c.

L'indagine ha consentito di:

- verificare la stratigrafia del terreno;
- effettuare una prima valutazione visiva della litologia;
- valutare lo stato di alterazione della componente grossolana;
- prelevare dei campioni, nei livelli litologici significativi, per l'esecuzione di prove di laboratorio finalizzate alla definizione delle qualità geotecniche degli aggregati specificando l'idoneità del materiale ai diversi impieghi.

Per le modalità e le quantità di campione prelevato si è fatto riferimento alle indicazioni delle norme UNI di riferimento per ogni prova.

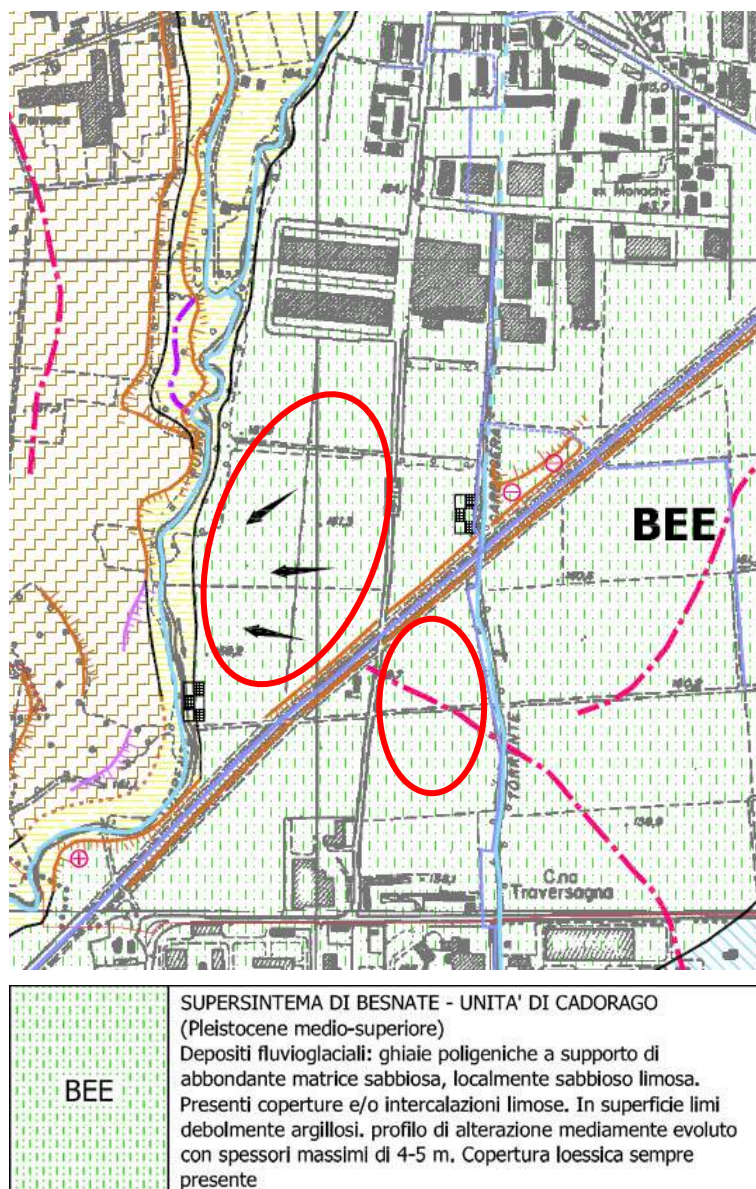


Figura 1 – Stralcio della Carta di inquadramento geologica e geomorfologica del PGT del Comune di Senago con individuate le aree interessate dal progetto (ellissi rosse)

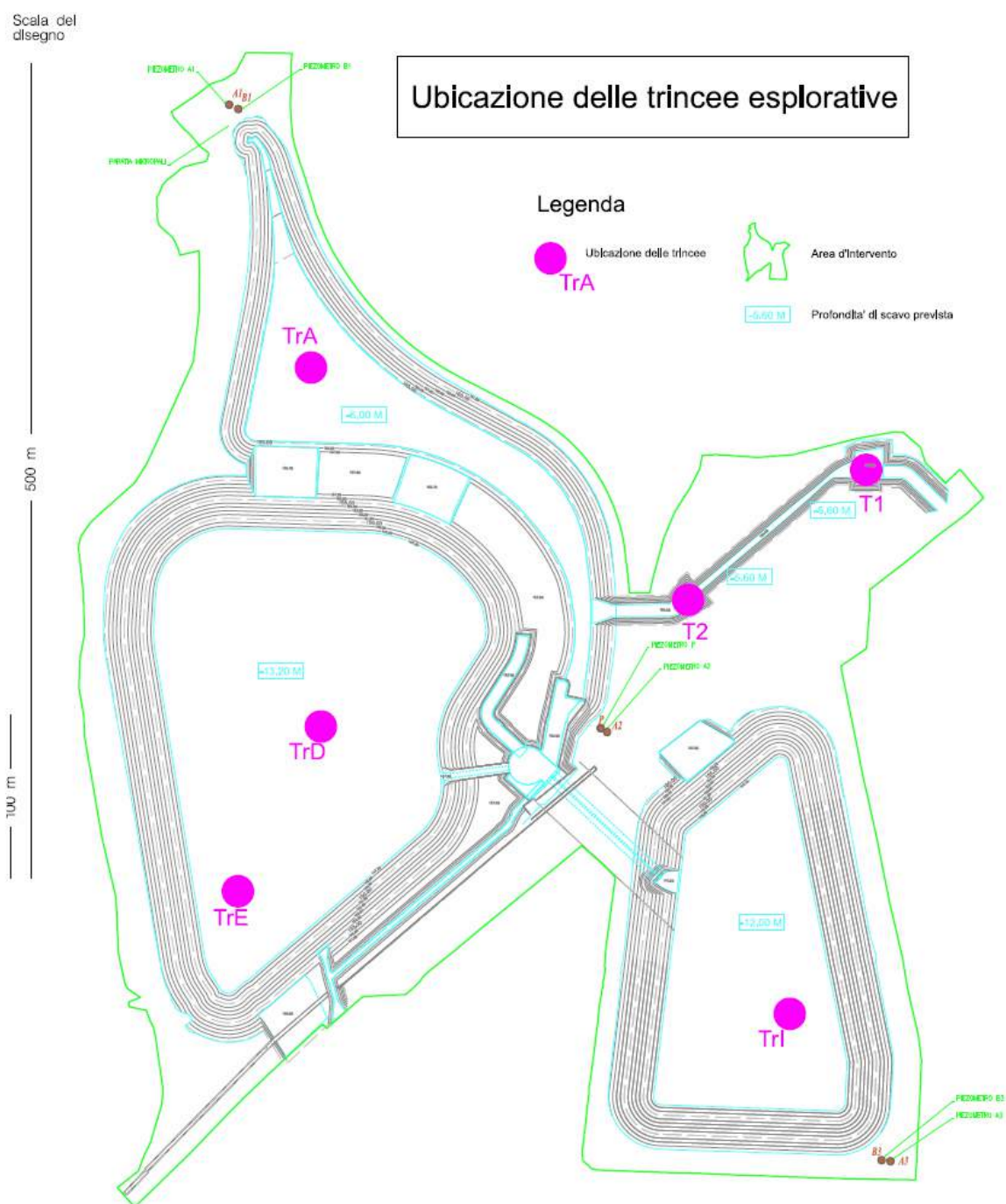
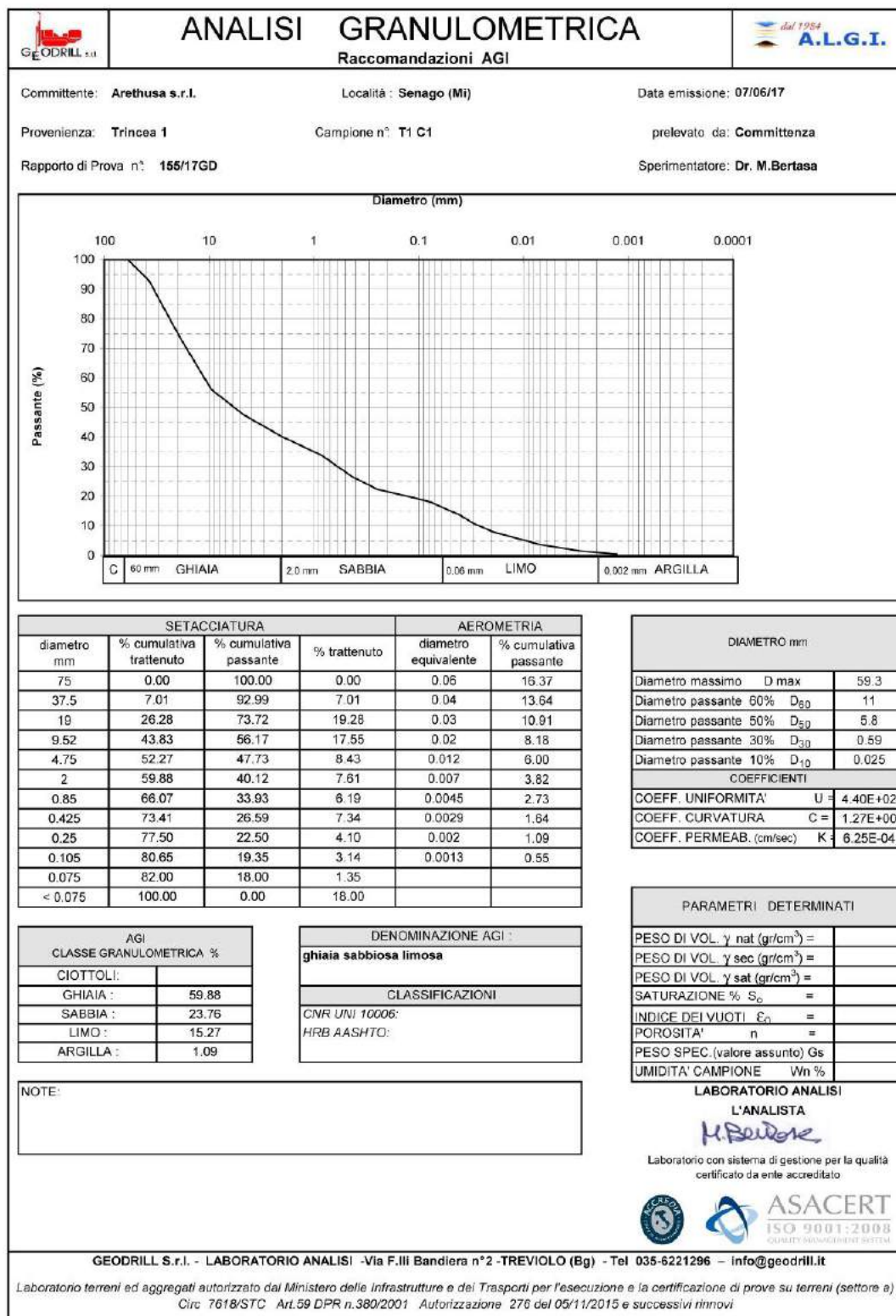


Figura 2 - Ubicazione delle trincee esplorative



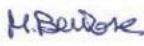


Di seguito si riporta la documentazione fotografica allegando i risultati delle analisi di laboratorio (granulometrie e prova Los Angeles) relativi ad ogni trincea eseguita.

TRINCEA 1 – T1 - (profondità 6.0 m)





T1 - Analisi granulometrica - campione -4.0 m

	PROVA LOS ANGELES UNI EN 1097-2													
Committente: Arethusa s.r.l. Campione n°: T1 - C1 Rapporto di Prova n°: 157/GD/17	Località: Senago (Mi) Profondità: - Data emissione: 07/06/17	Provenienza: Trincea 1 prelevato da: Committenza Sperimentatore: Dr. M. Bertasa												
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;"></th> <th style="width: 35%; text-align: center;">1° campione di prova</th> <th style="width: 35%; text-align: center;">2° campione di prova</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Massa del campione di prova (gr)</td> <td style="text-align: center;">5000</td> <td style="text-align: center;">5000</td> </tr> <tr> <td>m massa trattenuta 1,6 mm</td> <td style="text-align: center;">3542</td> <td style="text-align: center;">3533</td> </tr> <tr> <td>LA = $\frac{(5000-m)}{50}$</td> <td style="text-align: center;">29.16</td> <td style="text-align: center;">29.34</td> </tr> </tbody> </table>				1° campione di prova	2° campione di prova	Massa del campione di prova (gr)	5000	5000	m massa trattenuta 1,6 mm	3542	3533	LA = $\frac{(5000-m)}{50}$	29.16	29.34
	1° campione di prova	2° campione di prova												
Massa del campione di prova (gr)	5000	5000												
m massa trattenuta 1,6 mm	3542	3533												
LA = $\frac{(5000-m)}{50}$	29.16	29.34												
COEFFICIENTE LOS ANGELES LA = 29.3														
NOTE:														
LABORATORIO ANALISI L'ANALISTA  <small>Laboratorio con sistema di gestione per la qualità certificato da ente accreditato</small> <div style="display: flex; align-items: center;">   </div>														
<small> GEODRILL S.r.l. - LABORATORIO ANALISI - Via F.lli Bandiera n°2 - TREVILOLO (Bg) - Tel 035-6221296 - info@geodrill.it Laboratorio terreni ed aggregati autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni (settore a) Circ. 7618/STC - Art. 59 DPR n. 380/2001 - Autorizzazione: 276 del 05/11/2015 e successivi rinnovi </small>														

T1 – Prova Los Angeles - campione -4.0 m

TRINCEA 2 – T2 - (profondità 6.0 m)

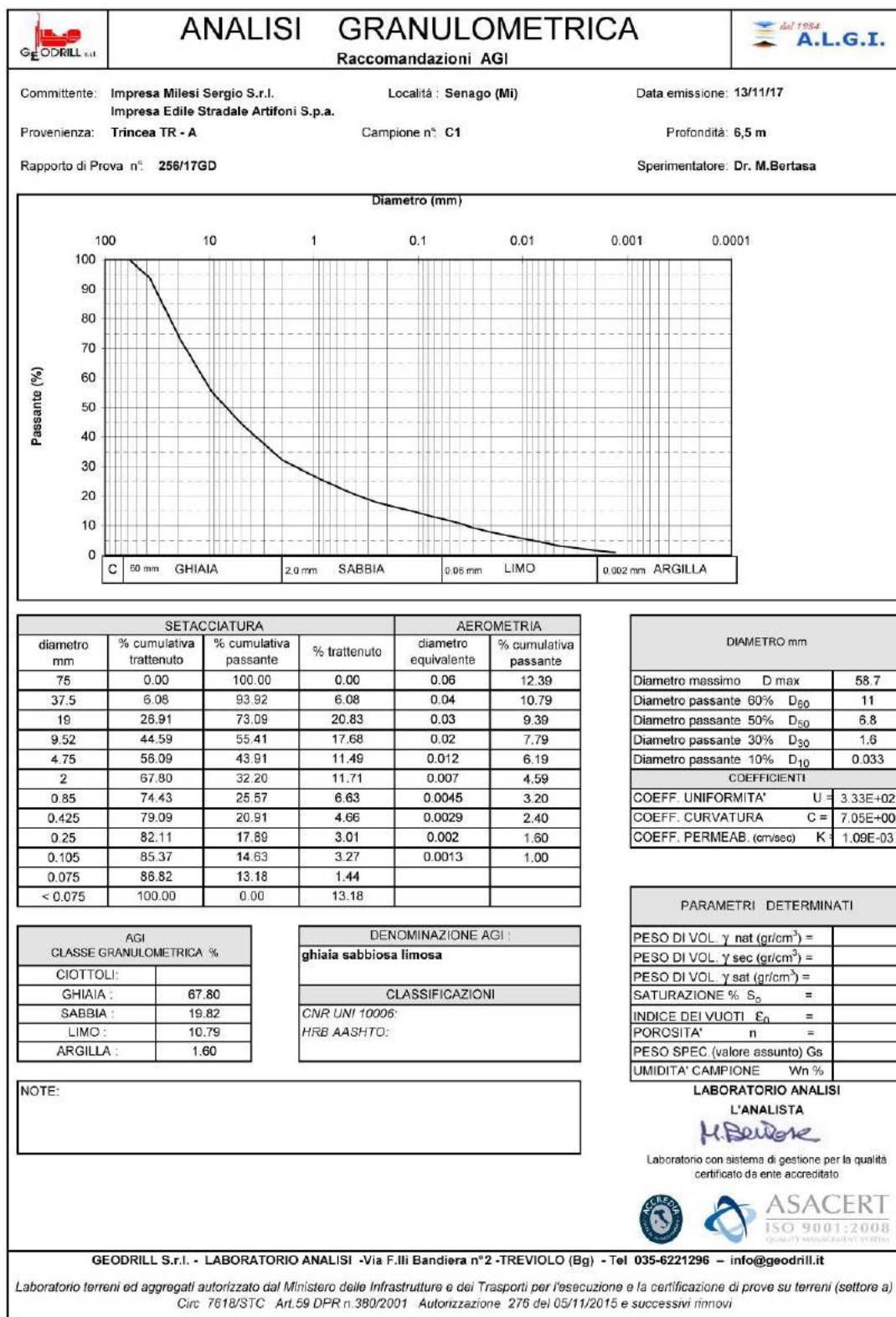


ANALISI GRANULOMETRICA Raccomandazioni AGI		dal 1984 A.L.G.I.																																																																																				
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> Committente: Arethusa s.r.l. Provenienza: Trincea 2 Rapporto di Prova n°: 156/17GD </div> <div> Località: Senago (Mi) Campione n°: T2 - C1 </div> <div> Data emissione: 07/06/17 prelevato da: Committenza Sperimentatore: Dr. M.Bertasa </div> </div>																																																																																						
Diametro (mm) 																																																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">C</td> <td style="width: 25%;">60 mm</td> <td style="width: 25%;">GHIAIA</td> <td style="width: 25%;">2,0 mm</td> <td style="width: 25%;">SABBIA</td> <td style="width: 25%;">0,06 mm</td> <td style="width: 25%;">LIMO</td> <td style="width: 25%;">0,002 mm</td> <td style="width: 25%;">ARGILLA</td> </tr> </table>			C	60 mm	GHIAIA	2,0 mm	SABBIA	0,06 mm	LIMO	0,002 mm	ARGILLA																																																																											
C	60 mm	GHIAIA	2,0 mm	SABBIA	0,06 mm	LIMO	0,002 mm	ARGILLA																																																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4">SETACCIATURA</th> <th colspan="2">AEROMETRIA</th> </tr> <tr> <th>diametro mm</th> <th>% cumulativa trattenuto</th> <th>% cumulativa passante</th> <th>% trattenuto</th> <th>diametro equivalente</th> <th>% cumulativa passante</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>75</td><td>0.00</td><td>100.00</td><td>0.00</td><td>0.06</td><td>17.65</td></tr> <tr><td>37.5</td><td>2.92</td><td>97.08</td><td>2.92</td><td>0.04</td><td>14.70</td></tr> <tr><td>19</td><td>10.38</td><td>89.62</td><td>7.46</td><td>0.03</td><td>11.76</td></tr> <tr><td>9.52</td><td>24.40</td><td>75.60</td><td>14.02</td><td>0.02</td><td>8.82</td></tr> <tr><td>4.75</td><td>37.74</td><td>62.26</td><td>13.34</td><td>0.012</td><td>6.47</td></tr> <tr><td>2</td><td>50.28</td><td>49.72</td><td>12.54</td><td>0.007</td><td>4.12</td></tr> <tr><td>0.85</td><td>60.56</td><td>39.44</td><td>10.29</td><td>0.0045</td><td>2.94</td></tr> <tr><td>0.425</td><td>70.49</td><td>29.51</td><td>9.92</td><td>0.0029</td><td>1.76</td></tr> <tr><td>0.25</td><td>75.09</td><td>24.91</td><td>4.60</td><td>0.002</td><td>1.18</td></tr> <tr><td>0.105</td><td>79.53</td><td>20.47</td><td>4.44</td><td>0.0013</td><td>0.59</td></tr> <tr><td>0.075</td><td>80.59</td><td>19.41</td><td>1.06</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>< 0.075</td><td>100.00</td><td>0.00</td><td>19.41</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>			SETACCIATURA				AEROMETRIA		diametro mm	% cumulativa trattenuto	% cumulativa passante	% trattenuto	diametro equivalente	% cumulativa passante	75	0.00	100.00	0.00	0.06	17.65	37.5	2.92	97.08	2.92	0.04	14.70	19	10.38	89.62	7.46	0.03	11.76	9.52	24.40	75.60	14.02	0.02	8.82	4.75	37.74	62.26	13.34	0.012	6.47	2	50.28	49.72	12.54	0.007	4.12	0.85	60.56	39.44	10.29	0.0045	2.94	0.425	70.49	29.51	9.92	0.0029	1.76	0.25	75.09	24.91	4.60	0.002	1.18	0.105	79.53	20.47	4.44	0.0013	0.59	0.075	80.59	19.41	1.06			< 0.075	100.00	0.00	19.41		
SETACCIATURA				AEROMETRIA																																																																																		
diametro mm	% cumulativa trattenuto	% cumulativa passante	% trattenuto	diametro equivalente	% cumulativa passante																																																																																	
75	0.00	100.00	0.00	0.06	17.65																																																																																	
37.5	2.92	97.08	2.92	0.04	14.70																																																																																	
19	10.38	89.62	7.46	0.03	11.76																																																																																	
9.52	24.40	75.60	14.02	0.02	8.82																																																																																	
4.75	37.74	62.26	13.34	0.012	6.47																																																																																	
2	50.28	49.72	12.54	0.007	4.12																																																																																	
0.85	60.56	39.44	10.29	0.0045	2.94																																																																																	
0.425	70.49	29.51	9.92	0.0029	1.76																																																																																	
0.25	75.09	24.91	4.60	0.002	1.18																																																																																	
0.105	79.53	20.47	4.44	0.0013	0.59																																																																																	
0.075	80.59	19.41	1.06																																																																																			
< 0.075	100.00	0.00	19.41																																																																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">DIAMETRO mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Diametro massimo D max</td><td>52.7</td></tr> <tr><td>Diametro passante 60% D₆₀</td><td>4</td></tr> <tr><td>Diametro passante 50% D₅₀</td><td>2</td></tr> <tr><td>Diametro passante 30% D₃₀</td><td>0.43</td></tr> <tr><td>Diametro passante 10% D₁₀</td><td>0.022</td></tr> </tbody> </table>			DIAMETRO mm		Diametro massimo D max	52.7	Diametro passante 60% D ₆₀	4	Diametro passante 50% D ₅₀	2	Diametro passante 30% D ₃₀	0.43	Diametro passante 10% D ₁₀	0.022																																																																								
DIAMETRO mm																																																																																						
Diametro massimo D max	52.7																																																																																					
Diametro passante 60% D ₆₀	4																																																																																					
Diametro passante 50% D ₅₀	2																																																																																					
Diametro passante 30% D ₃₀	0.43																																																																																					
Diametro passante 10% D ₁₀	0.022																																																																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">COEFFICIENTI</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>COEFF. UNIFORMITA' U</td><td>1.82E+02</td></tr> <tr><td>COEFF. CURVATURA C</td><td>2.10E+00</td></tr> <tr><td>COEFF. PERMEAB. (cm/sec) K</td><td>4.84E-04</td></tr> </tbody> </table>			COEFFICIENTI		COEFF. UNIFORMITA' U	1.82E+02	COEFF. CURVATURA C	2.10E+00	COEFF. PERMEAB. (cm/sec) K	4.84E-04																																																																												
COEFFICIENTI																																																																																						
COEFF. UNIFORMITA' U	1.82E+02																																																																																					
COEFF. CURVATURA C	2.10E+00																																																																																					
COEFF. PERMEAB. (cm/sec) K	4.84E-04																																																																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">PARAMETRI DETERMINATI</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>PESO DI VOL. γ nat (gr/cm³)</td><td>=</td></tr> <tr><td>PESO DI VOL. γ sec (gr/cm³)</td><td>=</td></tr> <tr><td>PESO DI VOL. γ sat (gr/cm³)</td><td>=</td></tr> <tr><td>SATURAZIONE % S_o</td><td>=</td></tr> <tr><td>INDICE DEI VUOTI e_n</td><td>=</td></tr> <tr><td>POROSITA' n</td><td>=</td></tr> <tr><td>PESO SPEC. (valore assunto) G_s</td><td>=</td></tr> <tr><td>UMIDITA' CAMPIONE W_n %</td><td>=</td></tr> </tbody> </table>			PARAMETRI DETERMINATI		PESO DI VOL. γ nat (gr/cm³)	=	PESO DI VOL. γ sec (gr/cm³)	=	PESO DI VOL. γ sat (gr/cm³)	=	SATURAZIONE % S _o	=	INDICE DEI VUOTI e _n	=	POROSITA' n	=	PESO SPEC. (valore assunto) G _s	=	UMIDITA' CAMPIONE W _n %	=																																																																		
PARAMETRI DETERMINATI																																																																																						
PESO DI VOL. γ nat (gr/cm³)	=																																																																																					
PESO DI VOL. γ sec (gr/cm³)	=																																																																																					
PESO DI VOL. γ sat (gr/cm³)	=																																																																																					
SATURAZIONE % S _o	=																																																																																					
INDICE DEI VUOTI e _n	=																																																																																					
POROSITA' n	=																																																																																					
PESO SPEC. (valore assunto) G _s	=																																																																																					
UMIDITA' CAMPIONE W _n %	=																																																																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">AGI</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>CLASSE GRANULOMETRICA %</td><td></td></tr> <tr><td>CIOTTOLI:</td><td></td></tr> <tr><td>GHIAIA:</td><td>50.28</td></tr> <tr><td>SABBIA:</td><td>32.08</td></tr> <tr><td>LIMO:</td><td>16.47</td></tr> <tr><td>ARGILLA:</td><td>1.18</td></tr> </tbody> </table>			AGI		CLASSE GRANULOMETRICA %		CIOTTOLI:		GHIAIA:	50.28	SABBIA:	32.08	LIMO:	16.47	ARGILLA:	1.18																																																																						
AGI																																																																																						
CLASSE GRANULOMETRICA %																																																																																						
CIOTTOLI:																																																																																						
GHIAIA:	50.28																																																																																					
SABBIA:	32.08																																																																																					
LIMO:	16.47																																																																																					
ARGILLA:	1.18																																																																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">DENOMINAZIONE AGI:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>ghiaia con sabbia limosa</td><td></td></tr> </tbody> </table>			DENOMINAZIONE AGI:		ghiaia con sabbia limosa																																																																																	
DENOMINAZIONE AGI:																																																																																						
ghiaia con sabbia limosa																																																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">CLASSIFICAZIONI</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>CNR UNI 10006:</td><td></td></tr> <tr><td>HRB AASHTO:</td><td></td></tr> </tbody> </table>			CLASSIFICAZIONI		CNR UNI 10006:		HRB AASHTO:																																																																															
CLASSIFICAZIONI																																																																																						
CNR UNI 10006:																																																																																						
HRB AASHTO:																																																																																						
<div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div>																																																																																						
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-end;"> <div> <p>NOTE:</p> </div> <div style="text-align: right;"> <p>LABORATORIO ANALISI L'ANALISTA Laboratorio con sistema di gestione per la qualità certificato da ente accreditato <div style="display: flex; align-items: center;"> </div> </p> </div> </div>																																																																																						
<p>GEODRILL S.r.l. - LABORATORIO ANALISI - Via F.lli Bandiera n°2 - TREVIOLO (Bg) - Tel 035-6221296 - info@geodrill.it</p> <p><small>Laboratorio terreni ed aggregati autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni (settore a) Circ. 7618/STC Art.59 DPR n.380/2001 Autorizzazione 276 del 05/11/2015 e successivi rinnovi</small></p>																																																																																						



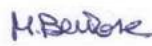

T2 - Analisi granulometrica - campione – 3.5 m

TRINCEA A – TRA - (profondità 8.5 m)







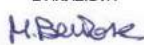

TrA - Analisi granulometrica - campione - 6.5 m

	PROVA LOS ANGELES UNI EN 1097-2													
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%;">Committente: Impresa Milesi Sergio S.r.l.</td> <td style="width: 33%;">Località: Senago (Mi)</td> <td style="width: 33%;">Data emissione: 13/11/17</td> </tr> <tr> <td>Provenienza: Impresa Edile Stradale Artifoni S.p.a.</td> <td>Campione n°: C1</td> <td>Profondità: 6,5 m</td> </tr> <tr> <td>Rapporto di Prova n°: 259/GD/17</td> <td colspan="2">Sperimentatore: Dr. M.Bertasa</td> </tr> </table>			Committente: Impresa Milesi Sergio S.r.l.	Località: Senago (Mi)	Data emissione: 13/11/17	Provenienza: Impresa Edile Stradale Artifoni S.p.a.	Campione n°: C1	Profondità: 6,5 m	Rapporto di Prova n°: 259/GD/17	Sperimentatore: Dr. M.Bertasa				
Committente: Impresa Milesi Sergio S.r.l.	Località: Senago (Mi)	Data emissione: 13/11/17												
Provenienza: Impresa Edile Stradale Artifoni S.p.a.	Campione n°: C1	Profondità: 6,5 m												
Rapporto di Prova n°: 259/GD/17	Sperimentatore: Dr. M.Bertasa													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 20px auto;"> <thead> <tr> <th style="width: 35%;"></th> <th style="width: 30%; text-align: center;">1° campione di prova</th> <th style="width: 30%; text-align: center;">2° campione di prova</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Massa del campione di prova (gr)</td> <td style="text-align: center;">5000</td> <td style="text-align: center;">5000</td> </tr> <tr> <td>m massa trattenuta 1,6 mm</td> <td style="text-align: center;">2767</td> <td style="text-align: center;">2791</td> </tr> <tr> <td>LA = $\frac{(5000-m)}{50}$</td> <td style="text-align: center;">44.66</td> <td style="text-align: center;">44.18</td> </tr> </tbody> </table> <div style="margin-top: 20px;"> <p>COEFFICIENTE LOS ANGELES LA = 44.4</p> </div>				1° campione di prova	2° campione di prova	Massa del campione di prova (gr)	5000	5000	m massa trattenuta 1,6 mm	2767	2791	LA = $\frac{(5000-m)}{50}$	44.66	44.18
	1° campione di prova	2° campione di prova												
Massa del campione di prova (gr)	5000	5000												
m massa trattenuta 1,6 mm	2767	2791												
LA = $\frac{(5000-m)}{50}$	44.66	44.18												
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">NOTE:</div>														
<p>LABORATORIO ANALISI L'ANALISTA  <small>Laboratorio con sistema di gestione per la qualità certificato da ente accreditato</small> </p>														
<p>GEODRILL S.r.l. - LABORATORIO ANALISI - Via F.lli Bandiera n°2 - TREVIOLO (Bg) - Tel 035-6221296 - info@geodrill.it</p> <p><small>Laboratorio terreni ed aggregati autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni (settore a) Circo 7618/STC Art.59 DPR n.380/2001 Autorizzazione: 276 del 05/11/2015 e successivi rinnovi</small></p>														

TrA – Prova Los Angeles - campione - 6.5 m

ANALISI GRANULOMETRICA Raccomandazioni AGI																																																																								
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> Committente: Impresa Milesi Sergio S.r.l. Provenienza: Trincea TR-A Rapporto di Prova n°: 257/17GD </div> <div> Località: Senago (MI) Campione n°: C2 </div> <div> Data emissione: 13/11/17 Profondità: 8,5 m Sperimentatore: Dr. M. Bertasa </div> </div>																																																																								
Diametro (mm)																																																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">C 80 mm</td> <td style="width: 25%;">GHIAIA</td> <td style="width: 25%;">2.0 mm</td> <td style="width: 25%;">SABBIA</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="width: 25%;">0.06 mm</td> <td style="width: 25%;">LIMO</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="width: 25%;">0.002 mm</td> <td style="width: 25%;">ARGILLA</td> </tr> </table>			C 80 mm	GHIAIA	2.0 mm	SABBIA			0.06 mm	LIMO			0.002 mm	ARGILLA																																																										
C 80 mm	GHIAIA	2.0 mm	SABBIA																																																																					
		0.06 mm	LIMO																																																																					
		0.002 mm	ARGILLA																																																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3">SETACCIATURA</th> <th colspan="2">AEROMETRIA</th> </tr> <tr> <th>diametro mm</th> <th>% cumulativa trattenuto</th> <th>% cumulativa passante</th> <th>% trattenuto</th> <th>diametro equivalente</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>75</td><td>0.00</td><td>100.00</td><td>0.00</td><td>0.08</td></tr> <tr><td>37.5</td><td>6.00</td><td>94.00</td><td>6.00</td><td>0.04</td></tr> <tr><td>19</td><td>16.73</td><td>83.27</td><td>10.73</td><td>0.03</td></tr> <tr><td>9.52</td><td>26.42</td><td>73.58</td><td>9.69</td><td>0.02</td></tr> <tr><td>4.75</td><td>34.63</td><td>65.37</td><td>8.21</td><td>0.012</td></tr> <tr><td>2</td><td>44.89</td><td>55.11</td><td>10.26</td><td>0.007</td></tr> <tr><td>0.85</td><td>58.08</td><td>41.92</td><td>13.19</td><td>0.0045</td></tr> <tr><td>0.425</td><td>73.34</td><td>26.66</td><td>15.26</td><td>0.0029</td></tr> <tr><td>0.25</td><td>79.47</td><td>20.53</td><td>6.12</td><td>0.002</td></tr> <tr><td>0.105</td><td>83.57</td><td>16.43</td><td>4.10</td><td>0.0013</td></tr> <tr><td>0.075</td><td>85.07</td><td>14.93</td><td>1.50</td><td></td></tr> <tr><td>< 0.075</td><td>100.00</td><td>0.00</td><td>14.93</td><td></td></tr> </tbody> </table>			SETACCIATURA			AEROMETRIA		diametro mm	% cumulativa trattenuto	% cumulativa passante	% trattenuto	diametro equivalente	75	0.00	100.00	0.00	0.08	37.5	6.00	94.00	6.00	0.04	19	16.73	83.27	10.73	0.03	9.52	26.42	73.58	9.69	0.02	4.75	34.63	65.37	8.21	0.012	2	44.89	55.11	10.26	0.007	0.85	58.08	41.92	13.19	0.0045	0.425	73.34	26.66	15.26	0.0029	0.25	79.47	20.53	6.12	0.002	0.105	83.57	16.43	4.10	0.0013	0.075	85.07	14.93	1.50		< 0.075	100.00	0.00	14.93	
SETACCIATURA			AEROMETRIA																																																																					
diametro mm	% cumulativa trattenuto	% cumulativa passante	% trattenuto	diametro equivalente																																																																				
75	0.00	100.00	0.00	0.08																																																																				
37.5	6.00	94.00	6.00	0.04																																																																				
19	16.73	83.27	10.73	0.03																																																																				
9.52	26.42	73.58	9.69	0.02																																																																				
4.75	34.63	65.37	8.21	0.012																																																																				
2	44.89	55.11	10.26	0.007																																																																				
0.85	58.08	41.92	13.19	0.0045																																																																				
0.425	73.34	26.66	15.26	0.0029																																																																				
0.25	79.47	20.53	6.12	0.002																																																																				
0.105	83.57	16.43	4.10	0.0013																																																																				
0.075	85.07	14.93	1.50																																																																					
< 0.075	100.00	0.00	14.93																																																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">DIAMETRO mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Diametro massimo D max</td><td>51.1</td></tr> <tr><td>Diametro passante 60% D₆₀</td><td>3</td></tr> <tr><td>Diametro passante 50% D₅₀</td><td>1.5</td></tr> <tr><td>Diametro passante 30% D₃₀</td><td>0.49</td></tr> <tr><td>Diametro passante 10% D₁₀</td><td>0.026</td></tr> </tbody> </table>			DIAMETRO mm		Diametro massimo D max	51.1	Diametro passante 60% D ₆₀	3	Diametro passante 50% D ₅₀	1.5	Diametro passante 30% D ₃₀	0.49	Diametro passante 10% D ₁₀	0.026																																																										
DIAMETRO mm																																																																								
Diametro massimo D max	51.1																																																																							
Diametro passante 60% D ₆₀	3																																																																							
Diametro passante 50% D ₅₀	1.5																																																																							
Diametro passante 30% D ₃₀	0.49																																																																							
Diametro passante 10% D ₁₀	0.026																																																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">COEFFICIENTI</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>COEFF. UNIFORMITA' U</td><td>1.15E+02</td></tr> <tr><td>COEFF. CURVATURA C</td><td>3.08E+00</td></tr> <tr><td>COEFF. PERMEAB. (cm/sec) K</td><td>6.76E-04</td></tr> </tbody> </table>			COEFFICIENTI		COEFF. UNIFORMITA' U	1.15E+02	COEFF. CURVATURA C	3.08E+00	COEFF. PERMEAB. (cm/sec) K	6.76E-04																																																														
COEFFICIENTI																																																																								
COEFF. UNIFORMITA' U	1.15E+02																																																																							
COEFF. CURVATURA C	3.08E+00																																																																							
COEFF. PERMEAB. (cm/sec) K	6.76E-04																																																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">PARAMETRI DETERMINATI</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>PESO DI VOL. γ_{nat} (gr/cm³)</td><td></td></tr> <tr><td>PESO DI VOL. γ_{sec} (gr/cm³)</td><td></td></tr> <tr><td>PESO DI VOL. γ_{sat} (gr/cm³)</td><td></td></tr> <tr><td>SATURAZIONE % S_o</td><td></td></tr> <tr><td>INDICE DEI VUOTI e_n</td><td></td></tr> <tr><td>POROSITA' n</td><td></td></tr> <tr><td>PESO SPEC. (valore assunto) G_s</td><td></td></tr> <tr><td>UMIDITA' CAMPIONE W_n %</td><td></td></tr> </tbody> </table>			PARAMETRI DETERMINATI		PESO DI VOL. γ _{nat} (gr/cm³)		PESO DI VOL. γ _{sec} (gr/cm³)		PESO DI VOL. γ _{sat} (gr/cm³)		SATURAZIONE % S _o		INDICE DEI VUOTI e _n		POROSITA' n		PESO SPEC. (valore assunto) G _s		UMIDITA' CAMPIONE W _n %																																																					
PARAMETRI DETERMINATI																																																																								
PESO DI VOL. γ _{nat} (gr/cm³)																																																																								
PESO DI VOL. γ _{sec} (gr/cm³)																																																																								
PESO DI VOL. γ _{sat} (gr/cm³)																																																																								
SATURAZIONE % S _o																																																																								
INDICE DEI VUOTI e _n																																																																								
POROSITA' n																																																																								
PESO SPEC. (valore assunto) G _s																																																																								
UMIDITA' CAMPIONE W _n %																																																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">AGI</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>CLASSE GRANULOMETRICA %</td><td></td></tr> <tr><td>CIOTTOLI:</td><td></td></tr> <tr><td>GHIAIA:</td><td>44.89</td></tr> <tr><td>SABBIA:</td><td>41.08</td></tr> <tr><td>LIMO:</td><td>11.76</td></tr> <tr><td>ARGILLA:</td><td>2.26</td></tr> </tbody> </table>			AGI		CLASSE GRANULOMETRICA %		CIOTTOLI:		GHIAIA:	44.89	SABBIA:	41.08	LIMO:	11.76	ARGILLA:	2.26																																																								
AGI																																																																								
CLASSE GRANULOMETRICA %																																																																								
CIOTTOLI:																																																																								
GHIAIA:	44.89																																																																							
SABBIA:	41.08																																																																							
LIMO:	11.76																																																																							
ARGILLA:	2.26																																																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">DENOMINAZIONE AGI:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>ghiaia con sabbia limosa</td><td></td></tr> </tbody> </table>			DENOMINAZIONE AGI:		ghiaia con sabbia limosa																																																																			
DENOMINAZIONE AGI:																																																																								
ghiaia con sabbia limosa																																																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">CLASSIFICAZIONI</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>CNR UNI 10006:</td><td></td></tr> <tr><td>HRB AASHTO:</td><td></td></tr> </tbody> </table>			CLASSIFICAZIONI		CNR UNI 10006:		HRB AASHTO:																																																																	
CLASSIFICAZIONI																																																																								
CNR UNI 10006:																																																																								
HRB AASHTO:																																																																								
<div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%; margin-top: 10px;">NOTE:</div>																																																																								
LABORATORIO ANALISI L'ANALISTA Laboratorio con sistema di gestione per la qualità certificato da ente accreditato																																																																								
GEODRILL S.r.l. - LABORATORIO ANALISI - Via F.lli Bandiera n°2 - TREVIOLO (Bg) - Tel 035-6221296 - info@geodrill.it Laboratorio terreni ed aggregati autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni (settore a) Circ. 7618/STC Art.59 DPR n.380/2001 Autorizzazione 276 del 05/11/2015 e successivi rinnovi																																																																								



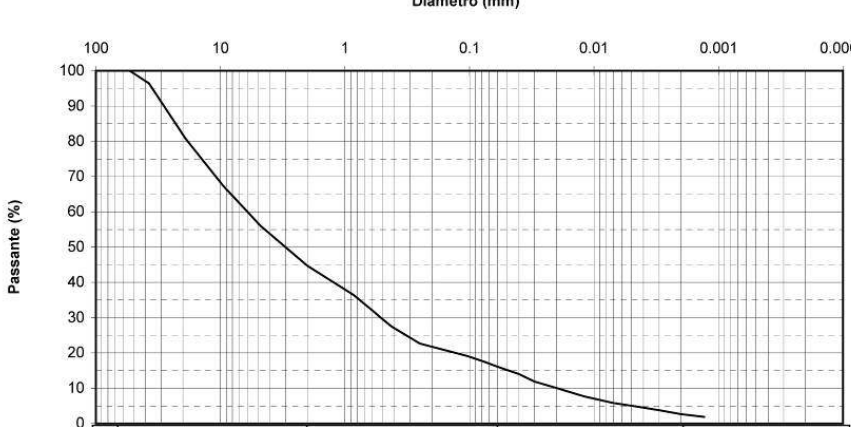

TrA - Analisi granulometrica - campione - 8.5 m

	PROVA LOS ANGELES UNI EN 1097-2													
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%;">Committente: Impresa Milesi Sergio S.r.l.</td> <td style="width: 33%;">Località: Senago (Mi)</td> <td style="width: 33%;">Data emissione: 13/11/17</td> </tr> <tr> <td>Provenienza: Impresa Edile Stradale Artifoni S.p.a.</td> <td>Campione n°: C2</td> <td>Profondità: 8,5 m</td> </tr> <tr> <td>Rapporto di Prova n°: 260/GD/17</td> <td colspan="2">Sperimentatore: Dr. M.Bertasa</td> </tr> </table>			Committente: Impresa Milesi Sergio S.r.l.	Località: Senago (Mi)	Data emissione: 13/11/17	Provenienza: Impresa Edile Stradale Artifoni S.p.a.	Campione n°: C2	Profondità: 8,5 m	Rapporto di Prova n°: 260/GD/17	Sperimentatore: Dr. M.Bertasa				
Committente: Impresa Milesi Sergio S.r.l.	Località: Senago (Mi)	Data emissione: 13/11/17												
Provenienza: Impresa Edile Stradale Artifoni S.p.a.	Campione n°: C2	Profondità: 8,5 m												
Rapporto di Prova n°: 260/GD/17	Sperimentatore: Dr. M.Bertasa													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;"></th> <th style="width: 33%;">1° campione di prova</th> <th style="width: 33%;">2° campione di prova</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Massa del campione di prova (gr)</td> <td style="text-align: center;">5000</td> <td style="text-align: center;">5000</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">m massa trattenuta 1,6 mm</td> <td style="text-align: center;">2811.1</td> <td style="text-align: center;">2821.3</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">$LA = \frac{(5000-m)}{50}$</td> <td style="text-align: center;">43.778</td> <td style="text-align: center;">43.57</td> </tr> </tbody> </table>				1° campione di prova	2° campione di prova	Massa del campione di prova (gr)	5000	5000	m massa trattenuta 1,6 mm	2811.1	2821.3	$LA = \frac{(5000-m)}{50}$	43.778	43.57
	1° campione di prova	2° campione di prova												
Massa del campione di prova (gr)	5000	5000												
m massa trattenuta 1,6 mm	2811.1	2821.3												
$LA = \frac{(5000-m)}{50}$	43.778	43.57												
<hr/> COEFFICIENTE LOS ANGELES LA = 43.7 <hr/>														
<div style="border: 1px solid black; min-height: 40px; margin-top: 5px;"></div>														
<p>LABORATORIO ANALISI L'ANALISTA  <small>Laboratorio con sistema di gestione per la qualità certificato da ente accreditato</small> </p>														
<p>GEODRILL S.r.l. - LABORATORIO ANALISI - Via F.lli Bandiera n°2 - TREVIOLO (Bg) - Tel 035-6221296 – info@geodrill.it <small>Laboratorio terreni ed aggregati autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni (settore a) Circ. 7618/STC Art. 59 DPR n.380/2001 Autonizzazione 276 del 05/11/2015 e successivi rinnovi</small></p>														



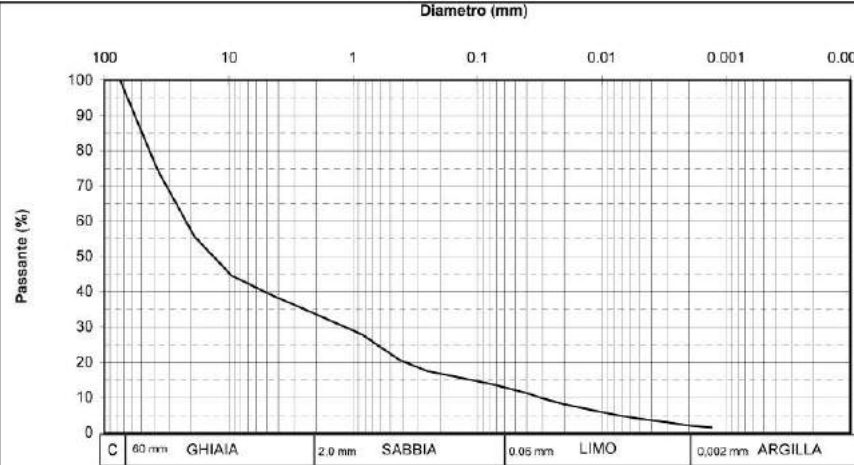
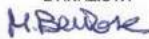

TrA -Prova Los Angeles - campione - 8.5 m

TRINCEA D – TRD - (PROFONDITÀ 13.0 M)



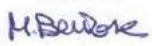




	<h2 style="margin: 0;">ANALISI GRANULOMETRICA</h2> <p style="margin: 0;">Raccomandazioni AGI</p>																																																																																					
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <p>Committente: Impresa Milesi Sergio S.r.l. Impresa Edile Stradale Artifoni S.p.a.</p> <p>Provenienza: Trincea TR-D</p> <p>Rapporto di Prova n°: 265/17GD</p> </div> <div> <p>Località: Senago (Mi)</p> <p>Campione n°: C1</p> </div> <div> <p>Data emissione: 21/11/17</p> <p>Profondità: 9,0 m</p> <p>Sperimentatore: Dr. M.Bertasa</p> </div> </div>																																																																																						
<p>Diametro (mm)</p> 																																																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">C 60 mm</td> <td style="width: 25%;">GHIAIA</td> <td style="width: 25%;">2.0 mm</td> <td style="width: 25%;">SABBIA</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="width: 25%;">0.06 mm</td> <td style="width: 25%;">LIMO</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="width: 25%;">0.002 mm</td> <td style="width: 25%;">ARGILLA</td> </tr> </table>			C 60 mm	GHIAIA	2.0 mm	SABBIA			0.06 mm	LIMO			0.002 mm	ARGILLA																																																																								
C 60 mm	GHIAIA	2.0 mm	SABBIA																																																																																			
		0.06 mm	LIMO																																																																																			
		0.002 mm	ARGILLA																																																																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">SETACCIATURA</th> <th colspan="3" style="text-align: center;">AEROMETRIA</th> </tr> <tr> <th>diametro mm</th> <th>% cumulativa trattenuto</th> <th>% cumulativa passante</th> <th>% trattenuto</th> <th>diametro equivalente</th> <th>% cumulativa passante</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>75</td><td>0.00</td><td>100.00</td><td>0.00</td><td>0.06</td><td>16.15</td></tr> <tr><td>37.5</td><td>3.53</td><td>96.47</td><td>3.53</td><td>0.04</td><td>14.03</td></tr> <tr><td>19</td><td>19.27</td><td>80.73</td><td>15.74</td><td>0.03</td><td>11.91</td></tr> <tr><td>9.52</td><td>32.57</td><td>67.43</td><td>13.30</td><td>0.02</td><td>10.06</td></tr> <tr><td>4.75</td><td>43.99</td><td>56.01</td><td>11.42</td><td>0.012</td><td>7.68</td></tr> <tr><td>2</td><td>55.27</td><td>44.73</td><td>11.28</td><td>0.007</td><td>5.82</td></tr> <tr><td>0.85</td><td>63.66</td><td>36.34</td><td>8.39</td><td>0.0045</td><td>4.76</td></tr> <tr><td>0.425</td><td>72.38</td><td>27.62</td><td>8.73</td><td>0.0029</td><td>3.71</td></tr> <tr><td>0.25</td><td>77.33</td><td>22.67</td><td>4.95</td><td>0.002</td><td>2.65</td></tr> <tr><td>0.105</td><td>80.82</td><td>19.18</td><td>3.49</td><td>0.0013</td><td>1.85</td></tr> <tr><td>0.075</td><td>82.53</td><td>17.47</td><td>1.71</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>< 0.075</td><td>100.00</td><td>0.00</td><td>17.47</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>			SETACCIATURA			AEROMETRIA			diametro mm	% cumulativa trattenuto	% cumulativa passante	% trattenuto	diametro equivalente	% cumulativa passante	75	0.00	100.00	0.00	0.06	16.15	37.5	3.53	96.47	3.53	0.04	14.03	19	19.27	80.73	15.74	0.03	11.91	9.52	32.57	67.43	13.30	0.02	10.06	4.75	43.99	56.01	11.42	0.012	7.68	2	55.27	44.73	11.28	0.007	5.82	0.85	63.66	36.34	8.39	0.0045	4.76	0.425	72.38	27.62	8.73	0.0029	3.71	0.25	77.33	22.67	4.95	0.002	2.65	0.105	80.82	19.18	3.49	0.0013	1.85	0.075	82.53	17.47	1.71			< 0.075	100.00	0.00	17.47		
SETACCIATURA			AEROMETRIA																																																																																			
diametro mm	% cumulativa trattenuto	% cumulativa passante	% trattenuto	diametro equivalente	% cumulativa passante																																																																																	
75	0.00	100.00	0.00	0.06	16.15																																																																																	
37.5	3.53	96.47	3.53	0.04	14.03																																																																																	
19	19.27	80.73	15.74	0.03	11.91																																																																																	
9.52	32.57	67.43	13.30	0.02	10.06																																																																																	
4.75	43.99	56.01	11.42	0.012	7.68																																																																																	
2	55.27	44.73	11.28	0.007	5.82																																																																																	
0.85	63.66	36.34	8.39	0.0045	4.76																																																																																	
0.425	72.38	27.62	8.73	0.0029	3.71																																																																																	
0.25	77.33	22.67	4.95	0.002	2.65																																																																																	
0.105	80.82	19.18	3.49	0.0013	1.85																																																																																	
0.075	82.53	17.47	1.71																																																																																			
< 0.075	100.00	0.00	17.47																																																																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">DIAMETRO mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Diametro massimo D max</td><td>53.3</td></tr> <tr><td>Diametro passante 60% D₆₀</td><td>6</td></tr> <tr><td>Diametro passante 50% D₅₀</td><td>2.9</td></tr> <tr><td>Diametro passante 30% D₃₀</td><td>0.51</td></tr> <tr><td>Diametro passante 10% D₁₀</td><td>0.02</td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">COEFFICIENTI</td></tr> <tr><td>COEFF. UNIFORMITA' U</td><td>3.00E+02</td></tr> <tr><td>COEFF. CURVATURA C</td><td>2.17E+00</td></tr> <tr><td>COEFF. PERMEAB. (cm/sec) K</td><td>4.00E-04</td></tr> </tbody> </table>			DIAMETRO mm		Diametro massimo D max	53.3	Diametro passante 60% D ₆₀	6	Diametro passante 50% D ₅₀	2.9	Diametro passante 30% D ₃₀	0.51	Diametro passante 10% D ₁₀	0.02	COEFFICIENTI		COEFF. UNIFORMITA' U	3.00E+02	COEFF. CURVATURA C	2.17E+00	COEFF. PERMEAB. (cm/sec) K	4.00E-04																																																																
DIAMETRO mm																																																																																						
Diametro massimo D max	53.3																																																																																					
Diametro passante 60% D ₆₀	6																																																																																					
Diametro passante 50% D ₅₀	2.9																																																																																					
Diametro passante 30% D ₃₀	0.51																																																																																					
Diametro passante 10% D ₁₀	0.02																																																																																					
COEFFICIENTI																																																																																						
COEFF. UNIFORMITA' U	3.00E+02																																																																																					
COEFF. CURVATURA C	2.17E+00																																																																																					
COEFF. PERMEAB. (cm/sec) K	4.00E-04																																																																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">PARAMETRI DETERMINATI</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>PESO DI VOL. γ_{nat} (gr/cm³)</td><td></td></tr> <tr><td>PESO DI VOL. γ_{sec} (gr/cm³)</td><td></td></tr> <tr><td>PESO DI VOL. γ_{sat} (gr/cm³)</td><td></td></tr> <tr><td>SATURAZIONE % S_e</td><td></td></tr> <tr><td>INDICE DEI VUOTI e_n</td><td></td></tr> <tr><td>POROSITA' n</td><td></td></tr> <tr><td>PESO SPEC. (valore assunto) G_s</td><td></td></tr> <tr><td>UMIDITA' CAMPIONE W_n %</td><td></td></tr> </tbody> </table>			PARAMETRI DETERMINATI		PESO DI VOL. γ _{nat} (gr/cm³)		PESO DI VOL. γ _{sec} (gr/cm³)		PESO DI VOL. γ _{sat} (gr/cm³)		SATURAZIONE % S _e		INDICE DEI VUOTI e _n		POROSITA' n		PESO SPEC. (valore assunto) G _s		UMIDITA' CAMPIONE W _n %																																																																			
PARAMETRI DETERMINATI																																																																																						
PESO DI VOL. γ _{nat} (gr/cm³)																																																																																						
PESO DI VOL. γ _{sec} (gr/cm³)																																																																																						
PESO DI VOL. γ _{sat} (gr/cm³)																																																																																						
SATURAZIONE % S _e																																																																																						
INDICE DEI VUOTI e _n																																																																																						
POROSITA' n																																																																																						
PESO SPEC. (valore assunto) G _s																																																																																						
UMIDITA' CAMPIONE W _n %																																																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">AGI</th> </tr> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">CLASSE GRANULOMETRICA %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>CIOTTOLI:</td><td></td></tr> <tr><td>GHIAIA :</td><td>55.27</td></tr> <tr><td>SABBIA :</td><td>28.58</td></tr> <tr><td>LIMO :</td><td>13.50</td></tr> <tr><td>ARGILLA :</td><td>2.65</td></tr> </tbody> </table>			AGI		CLASSE GRANULOMETRICA %		CIOTTOLI:		GHIAIA :	55.27	SABBIA :	28.58	LIMO :	13.50	ARGILLA :	2.65																																																																						
AGI																																																																																						
CLASSE GRANULOMETRICA %																																																																																						
CIOTTOLI:																																																																																						
GHIAIA :	55.27																																																																																					
SABBIA :	28.58																																																																																					
LIMO :	13.50																																																																																					
ARGILLA :	2.65																																																																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">DENOMINAZIONE AGI :</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td colspan="2">ghiaia con sabbia limosa</td></tr> <tr><td colspan="2">CLASSIFICAZIONI</td></tr> <tr><td colspan="2">CNR UNI 10006:</td></tr> <tr><td colspan="2">HRB AASHTO:</td></tr> </tbody> </table>			DENOMINAZIONE AGI :		ghiaia con sabbia limosa		CLASSIFICAZIONI		CNR UNI 10006:		HRB AASHTO:																																																																											
DENOMINAZIONE AGI :																																																																																						
ghiaia con sabbia limosa																																																																																						
CLASSIFICAZIONI																																																																																						
CNR UNI 10006:																																																																																						
HRB AASHTO:																																																																																						
<div style="border: 1px solid black; height: 30px; width: 100%;"></div> <p>NOTE:</p>																																																																																						
<p>LABORATORIO ANALISI</p> <p>L'ANALISTA</p> <p><i>M. Bertasa</i></p> <p>Laboratorio con sistema di gestione per la qualità certificato da ente accreditato</p> <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center;">  <div style="margin-left: 10px;"> <p>ASACERT</p> <p>ISO 9001:2008</p> <p>QUALITY MANAGEMENT SYSTEM</p> </div> </div>																																																																																						
<p>GEODRILL S.r.l. - LABORATORIO ANALISI - Via F.lli Bandiera n°2 - TREVILOLO (Bg) - Tel 035-6221296 - info@geodrill.it</p> <p>Laboratorio terreni ed aggregati autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni (settore a) Circ 7618/STC Art.59 DPR n.380/2001 Autorizzazione 276 del 05/11/2015 e successivi rinnovi</p>																																																																																						

TrD - Analisi granulometrica - campione – 9.0 m

	<h2 style="margin: 0;">ANALISI GRANULOMETRICA</h2> <p style="margin: 0;">Raccomandazioni AGI</p>																																																																																					
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <p>Committente: Impresa Milesi Sergio S.r.l. Impresa Edile Stradale Artifoni S.p.a.</p> <p>Provenienza: Trincea TR-D</p> <p>Rapporto di Prova n°: 258/17GD</p> </div> <div> <p>Località: Senago (Mi)</p> <p>Campione n°: C2</p> </div> <div> <p>Data emissione: 13/11/17</p> <p>Profondità: 13 m</p> <p>Sperimentatore: Dr. M. Bortasa</p> </div> </div>																																																																																						
<p>Diametro (mm)</p> 																																																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 25%;">C</td> <td style="width: 25%;">60 mm</td> <td style="width: 25%;">2.0 mm</td> <td style="width: 25%;">0.05 mm</td> </tr> <tr> <td></td> <td>GHIAIA</td> <td>SABBIA</td> <td>LIMO</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.002 mm ARGILLA</td> </tr> </table>			C	60 mm	2.0 mm	0.05 mm		GHIAIA	SABBIA	LIMO				0.002 mm ARGILLA																																																																								
C	60 mm	2.0 mm	0.05 mm																																																																																			
	GHIAIA	SABBIA	LIMO																																																																																			
			0.002 mm ARGILLA																																																																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">SETACCIATURA</th> <th colspan="3" style="text-align: center;">AEROMETRIA</th> </tr> <tr> <th>diametro mm</th> <th>% cumulativa trattenuto</th> <th>% cumulativa passante</th> <th>% trattenuto</th> <th>diametro equivalente</th> <th>% cumulativa passante</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>75</td><td>0.00</td><td>100.00</td><td>0.00</td><td>0.06</td><td>12.89</td></tr> <tr><td>37.5</td><td>25.25</td><td>74.75</td><td>25.25</td><td>0.04</td><td>11.23</td></tr> <tr><td>19</td><td>44.30</td><td>55.70</td><td>19.05</td><td>0.03</td><td>9.77</td></tr> <tr><td>9.52</td><td>55.39</td><td>44.61</td><td>11.09</td><td>0.02</td><td>8.11</td></tr> <tr><td>4.75</td><td>60.62</td><td>39.38</td><td>5.23</td><td>0.012</td><td>6.45</td></tr> <tr><td>2</td><td>66.39</td><td>33.61</td><td>5.77</td><td>0.007</td><td>4.78</td></tr> <tr><td>0.85</td><td>72.05</td><td>27.95</td><td>5.66</td><td>0.0045</td><td>3.74</td></tr> <tr><td>0.425</td><td>79.33</td><td>20.67</td><td>7.28</td><td>0.0029</td><td>2.91</td></tr> <tr><td>0.25</td><td>82.56</td><td>17.44</td><td>3.23</td><td>0.002</td><td>2.08</td></tr> <tr><td>0.105</td><td>85.18</td><td>14.82</td><td>2.62</td><td>0.0013</td><td>1.46</td></tr> <tr><td>0.075</td><td>86.28</td><td>13.72</td><td>1.10</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>< 0.075</td><td>100.00</td><td>0.00</td><td>13.72</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>			SETACCIATURA			AEROMETRIA			diametro mm	% cumulativa trattenuto	% cumulativa passante	% trattenuto	diametro equivalente	% cumulativa passante	75	0.00	100.00	0.00	0.06	12.89	37.5	25.25	74.75	25.25	0.04	11.23	19	44.30	55.70	19.05	0.03	9.77	9.52	55.39	44.61	11.09	0.02	8.11	4.75	60.62	39.38	5.23	0.012	6.45	2	66.39	33.61	5.77	0.007	4.78	0.85	72.05	27.95	5.66	0.0045	3.74	0.425	79.33	20.67	7.28	0.0029	2.91	0.25	82.56	17.44	3.23	0.002	2.08	0.105	85.18	14.82	2.62	0.0013	1.46	0.075	86.28	13.72	1.10			< 0.075	100.00	0.00	13.72		
SETACCIATURA			AEROMETRIA																																																																																			
diametro mm	% cumulativa trattenuto	% cumulativa passante	% trattenuto	diametro equivalente	% cumulativa passante																																																																																	
75	0.00	100.00	0.00	0.06	12.89																																																																																	
37.5	25.25	74.75	25.25	0.04	11.23																																																																																	
19	44.30	55.70	19.05	0.03	9.77																																																																																	
9.52	55.39	44.61	11.09	0.02	8.11																																																																																	
4.75	60.62	39.38	5.23	0.012	6.45																																																																																	
2	66.39	33.61	5.77	0.007	4.78																																																																																	
0.85	72.05	27.95	5.66	0.0045	3.74																																																																																	
0.425	79.33	20.67	7.28	0.0029	2.91																																																																																	
0.25	82.56	17.44	3.23	0.002	2.08																																																																																	
0.105	85.18	14.82	2.62	0.0013	1.46																																																																																	
0.075	86.28	13.72	1.10																																																																																			
< 0.075	100.00	0.00	13.72																																																																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">DIAMETRO mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Diametro massimo D_{max}</td><td>74.8</td></tr> <tr><td>Diametro passante 60% D₆₀</td><td>21</td></tr> <tr><td>Diametro passante 50% D₅₀</td><td>13</td></tr> <tr><td>Diametro passante 30% D₃₀</td><td>1.1</td></tr> <tr><td>Diametro passante 10% D₁₀</td><td>0.03</td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">COEFFICIENTI</td></tr> <tr><td>COEFF. UNIFORMITA' U</td><td>7.00E+02</td></tr> <tr><td>COEFF. CURVATURA C</td><td>1.92E+00</td></tr> <tr><td>COEFF. PERMEAB. (cm/sec) K</td><td>9.00E-04</td></tr> </tbody> </table>			DIAMETRO mm		Diametro massimo D _{max}	74.8	Diametro passante 60% D ₆₀	21	Diametro passante 50% D ₅₀	13	Diametro passante 30% D ₃₀	1.1	Diametro passante 10% D ₁₀	0.03	COEFFICIENTI		COEFF. UNIFORMITA' U	7.00E+02	COEFF. CURVATURA C	1.92E+00	COEFF. PERMEAB. (cm/sec) K	9.00E-04																																																																
DIAMETRO mm																																																																																						
Diametro massimo D _{max}	74.8																																																																																					
Diametro passante 60% D ₆₀	21																																																																																					
Diametro passante 50% D ₅₀	13																																																																																					
Diametro passante 30% D ₃₀	1.1																																																																																					
Diametro passante 10% D ₁₀	0.03																																																																																					
COEFFICIENTI																																																																																						
COEFF. UNIFORMITA' U	7.00E+02																																																																																					
COEFF. CURVATURA C	1.92E+00																																																																																					
COEFF. PERMEAB. (cm/sec) K	9.00E-04																																																																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">PARAMETRI DETERMINATI</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>PESO DI VOL. γ_{nat} (gr/cm³)</td><td></td></tr> <tr><td>PESO DI VOL. γ_{sec} (gr/cm³)</td><td></td></tr> <tr><td>PESO DI VOL. γ_{sat} (gr/cm³)</td><td></td></tr> <tr><td>SATURAZIONE % S_e</td><td></td></tr> <tr><td>INDICE DEI VUOTI e_n</td><td></td></tr> <tr><td>POROSITA' n</td><td></td></tr> <tr><td>PESO SPEC. (valore assunto) G_s</td><td></td></tr> <tr><td>UMIDITA' CAMPIONE W_n %</td><td></td></tr> </tbody> </table>			PARAMETRI DETERMINATI		PESO DI VOL. γ _{nat} (gr/cm³)		PESO DI VOL. γ _{sec} (gr/cm³)		PESO DI VOL. γ _{sat} (gr/cm³)		SATURAZIONE % S _e		INDICE DEI VUOTI e _n		POROSITA' n		PESO SPEC. (valore assunto) G _s		UMIDITA' CAMPIONE W _n %																																																																			
PARAMETRI DETERMINATI																																																																																						
PESO DI VOL. γ _{nat} (gr/cm³)																																																																																						
PESO DI VOL. γ _{sec} (gr/cm³)																																																																																						
PESO DI VOL. γ _{sat} (gr/cm³)																																																																																						
SATURAZIONE % S _e																																																																																						
INDICE DEI VUOTI e _n																																																																																						
POROSITA' n																																																																																						
PESO SPEC. (valore assunto) G _s																																																																																						
UMIDITA' CAMPIONE W _n %																																																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">AGI</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">CLASSE GRANULOMETRICA %</td></tr> <tr><td>CIOTTOLI:</td><td>8.00</td></tr> <tr><td>GHIAIA:</td><td>58.39</td></tr> <tr><td>SABBIA:</td><td>20.72</td></tr> <tr><td>LIMO:</td><td>10.81</td></tr> <tr><td>ARGILLA:</td><td>2.08</td></tr> </tbody> </table>			AGI		CLASSE GRANULOMETRICA %		CIOTTOLI:	8.00	GHIAIA:	58.39	SABBIA:	20.72	LIMO:	10.81	ARGILLA:	2.08																																																																						
AGI																																																																																						
CLASSE GRANULOMETRICA %																																																																																						
CIOTTOLI:	8.00																																																																																					
GHIAIA:	58.39																																																																																					
SABBIA:	20.72																																																																																					
LIMO:	10.81																																																																																					
ARGILLA:	2.08																																																																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">DENOMINAZIONE AGI:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td colspan="2">ghiaia sabbiosa limosa debolmente ciottolosa</td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">CLASSIFICAZIONI</td></tr> <tr><td colspan="2">CNR UNI 10006:</td></tr> <tr><td colspan="2">HRB AASHTO:</td></tr> </tbody> </table>			DENOMINAZIONE AGI:		ghiaia sabbiosa limosa debolmente ciottolosa		CLASSIFICAZIONI		CNR UNI 10006:		HRB AASHTO:																																																																											
DENOMINAZIONE AGI:																																																																																						
ghiaia sabbiosa limosa debolmente ciottolosa																																																																																						
CLASSIFICAZIONI																																																																																						
CNR UNI 10006:																																																																																						
HRB AASHTO:																																																																																						
<div style="border: 1px solid black; height: 30px; width: 100%;"></div> <p>NOTE:</p>																																																																																						
<p>LABORATORIO ANALISI L'ANALISTA  Laboratorio con sistema di gestione per la qualità certificato da ente accreditato</p>																																																																																						
																																																																																						
<p>GEODRILL S.r.l. - LABORATORIO ANALISI - Via F.lli Bandiera n°2 - TREVILOLO (Bg) - Tel 035-6221296 - info@geodrill.it</p> <p><small>Laboratorio terreni ed aggregati autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni (settore a) Circ 7618/STC Art.59 DPR n.380/2001 Autorizzazione 276 del 05/11/2015 e successivi rinnovi</small></p>																																																																																						

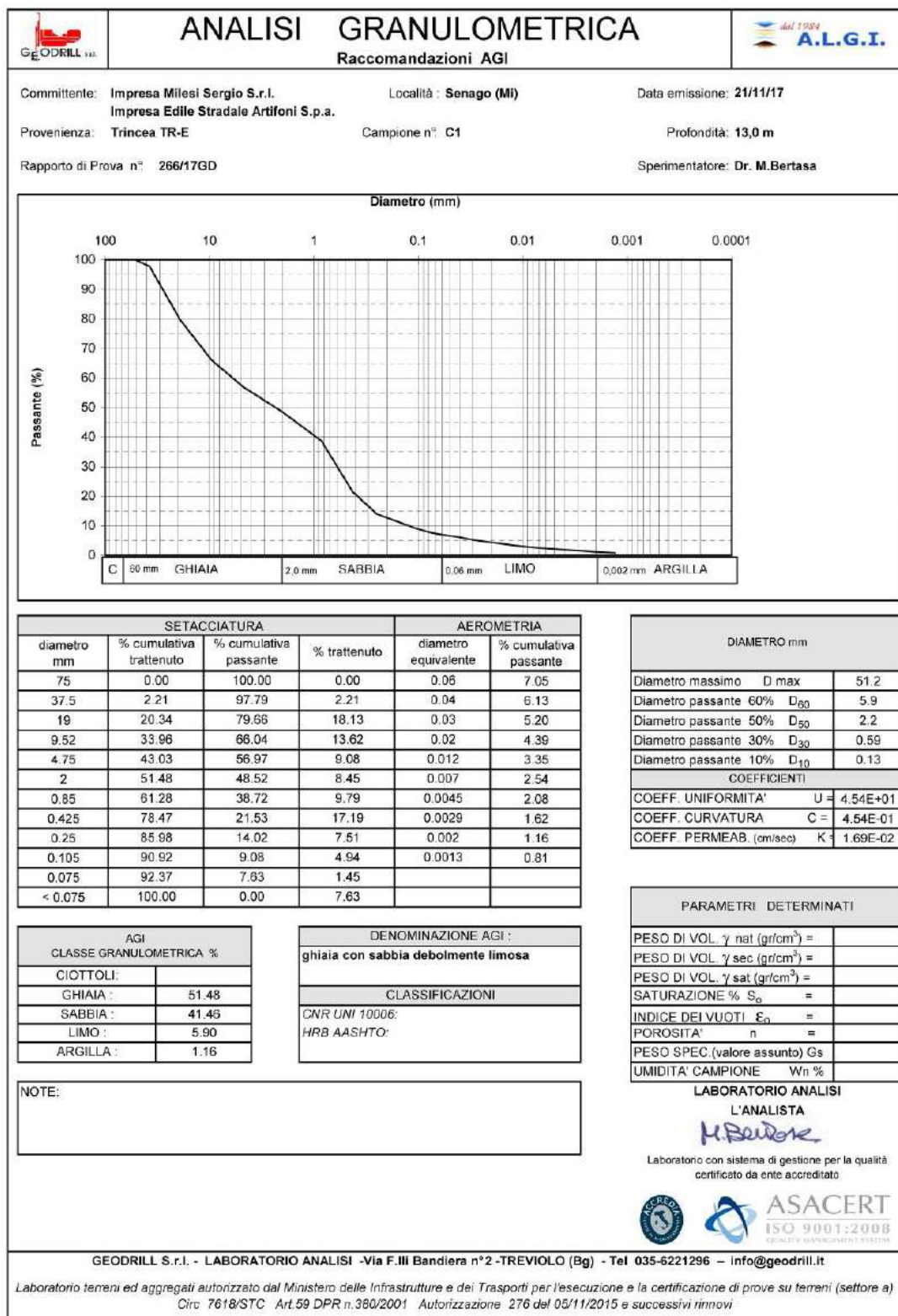
TrD - Analisi granulometrica - campione - 13.0 m

	PROVA LOS ANGELES UNI EN 1097-2													
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%;">Committente: Impresa Milesi Sergio S.r.l.</td> <td style="width: 33%;">Località: Senago (MI)</td> <td style="width: 33%;">Data emissione: 13/11/17</td> </tr> <tr> <td>Provenienza: Impresa Edile Stradale Artifoni S.p.a.</td> <td>Campione n°: C2</td> <td>Profondità: 13.0 m</td> </tr> <tr> <td>Rapporto di Prova n°: 261/GD/17</td> <td colspan="2">Sperimentatore: Dr. M. Bertasa</td> </tr> </table>			Committente: Impresa Milesi Sergio S.r.l.	Località: Senago (MI)	Data emissione: 13/11/17	Provenienza: Impresa Edile Stradale Artifoni S.p.a.	Campione n°: C2	Profondità: 13.0 m	Rapporto di Prova n°: 261/GD/17	Sperimentatore: Dr. M. Bertasa				
Committente: Impresa Milesi Sergio S.r.l.	Località: Senago (MI)	Data emissione: 13/11/17												
Provenienza: Impresa Edile Stradale Artifoni S.p.a.	Campione n°: C2	Profondità: 13.0 m												
Rapporto di Prova n°: 261/GD/17	Sperimentatore: Dr. M. Bertasa													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 20px auto;"> <thead> <tr> <th style="width: 35%;"></th> <th style="width: 30%; text-align: center;">1° campione di prova</th> <th style="width: 30%; text-align: center;">2° campione di prova</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Massa del campione di prova (gr)</td> <td style="text-align: center;">5000</td> <td style="text-align: center;">5000</td> </tr> <tr> <td>m massa trattenuta 1,6 mm</td> <td style="text-align: center;">2851.3</td> <td style="text-align: center;">2869.2</td> </tr> <tr> <td>LA = $\frac{(5000-m)}{50}$</td> <td style="text-align: center;">42.974</td> <td style="text-align: center;">42.62</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center; margin-top: 20px;"> COEFFICIENTE LOS ANGELES LA = 42.8 </p> <div style="border: 1px solid black; height: 40px; margin-top: 20px; padding: 5px;"> NOTE: </div>				1° campione di prova	2° campione di prova	Massa del campione di prova (gr)	5000	5000	m massa trattenuta 1,6 mm	2851.3	2869.2	LA = $\frac{(5000-m)}{50}$	42.974	42.62
	1° campione di prova	2° campione di prova												
Massa del campione di prova (gr)	5000	5000												
m massa trattenuta 1,6 mm	2851.3	2869.2												
LA = $\frac{(5000-m)}{50}$	42.974	42.62												
<p>LABORATORIO ANALISI</p> <p>L'ANALISTA</p> <p></p> <p style="font-size: small;">Laboratorio con sistema di gestione per la qualità certificato da ente accreditato</p> <div style="display: flex; align-items: center;">   </div>														
<p>GEODRILL S.r.l. - LABORATORIO ANALISI - Via F.lli Bandiera n°2 - TREVILOLO (Bg) - Tel 035-6221296 - info@geodrill.it</p> <p>Laboratorio terreni ed aggregati autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni (settore a)</p> <p>Circ. 7618/STC - Art.59 DPR n.380/2001 - Autorizzazione: 276 del 05/11/2015 e successivi rinnovi</p>														



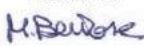


TrD -Prova Los Angeles - campione – 13.0 m

TRINCEA E – TRE - (PROFONDITÀ 13.0 M)





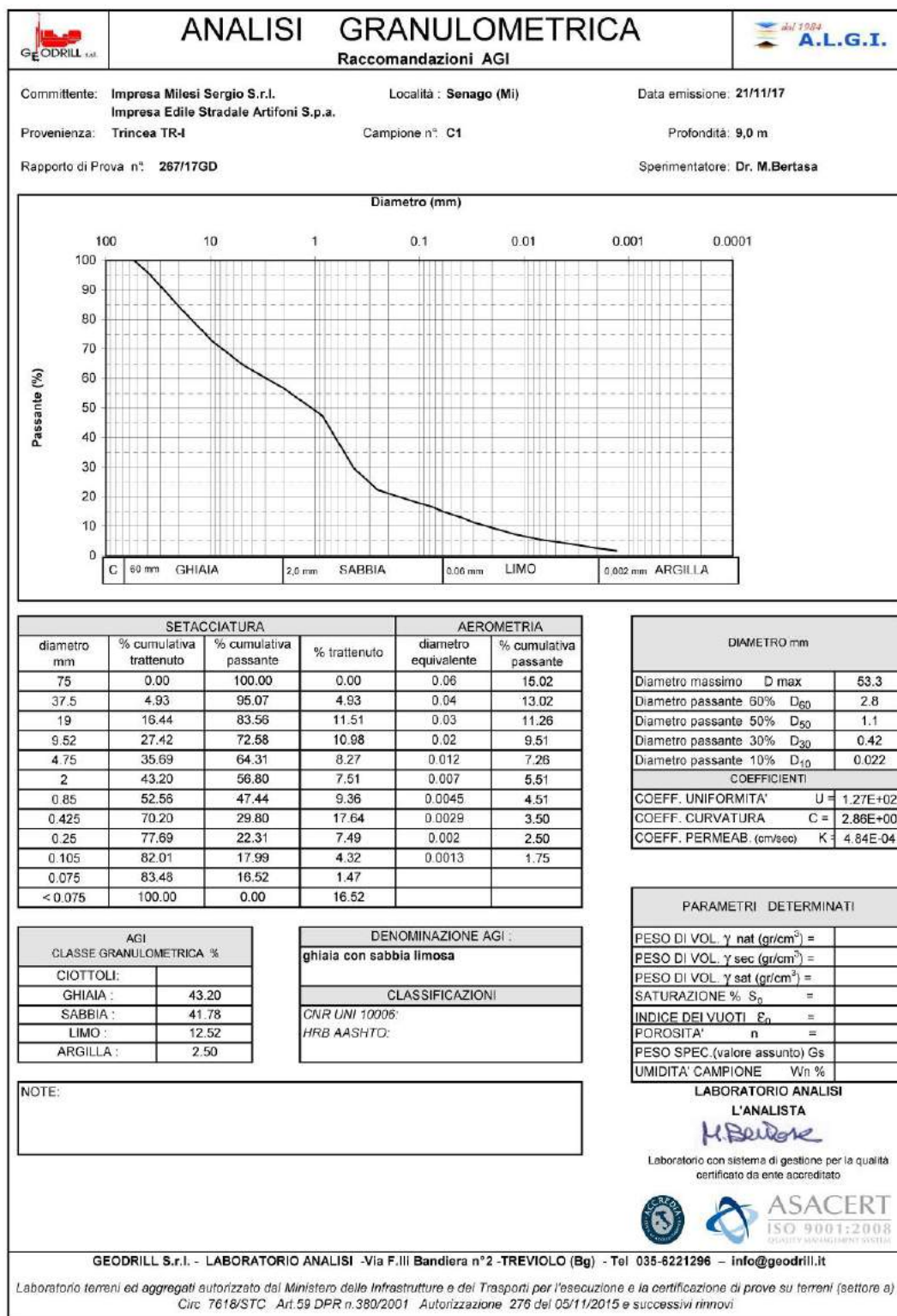
TrE - Analisi granulometrica - campione – 13.0 m

	PROVA LOS ANGELES UNI EN 1097-2													
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%;">Committente: Impresa Milesi Sergio S.r.l.</td> <td style="width: 33%;">Località: Senago (MI)</td> <td style="width: 33%;">Data emissione: 21/11/17</td> </tr> <tr> <td>Provenienza: Impresa Edile Stradale Artifoni S.p.a.</td> <td>Campione n°: C1</td> <td>Profondità: 13.0 m</td> </tr> <tr> <td>Rapporto di Prova n°: 269/GD/17</td> <td colspan="2">Sperimentatore: Dr. M. Bertasa</td> </tr> </table>			Committente: Impresa Milesi Sergio S.r.l.	Località: Senago (MI)	Data emissione: 21/11/17	Provenienza: Impresa Edile Stradale Artifoni S.p.a.	Campione n°: C1	Profondità: 13.0 m	Rapporto di Prova n°: 269/GD/17	Sperimentatore: Dr. M. Bertasa				
Committente: Impresa Milesi Sergio S.r.l.	Località: Senago (MI)	Data emissione: 21/11/17												
Provenienza: Impresa Edile Stradale Artifoni S.p.a.	Campione n°: C1	Profondità: 13.0 m												
Rapporto di Prova n°: 269/GD/17	Sperimentatore: Dr. M. Bertasa													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;"></th> <th style="width: 33%;">1° campione di prova</th> <th style="width: 33%;">2° campione di prova</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Massa del campione di prova (gr)</td> <td style="text-align: center;">5000</td> <td style="text-align: center;">5000</td> </tr> <tr> <td>m massa trattenuta 1,6 mm</td> <td style="text-align: center;">2868.4</td> <td style="text-align: center;">2876.2</td> </tr> <tr> <td>LA = $\frac{(5000-m)}{50}$</td> <td style="text-align: center;">42.63</td> <td style="text-align: center;">42.48</td> </tr> </tbody> </table>				1° campione di prova	2° campione di prova	Massa del campione di prova (gr)	5000	5000	m massa trattenuta 1,6 mm	2868.4	2876.2	LA = $\frac{(5000-m)}{50}$	42.63	42.48
	1° campione di prova	2° campione di prova												
Massa del campione di prova (gr)	5000	5000												
m massa trattenuta 1,6 mm	2868.4	2876.2												
LA = $\frac{(5000-m)}{50}$	42.63	42.48												
<p>COEFFICIENTE LOS ANGELES LA = 42.6</p>														
<p>NOTE:</p>														
<p>LABORATORIO ANALISI L'ANALISTA </p> <p style="font-size: small;">Laboratorio con sistema di gestione per la qualità certificato da ente accreditato</p> <div style="display: flex; align-items: center;">   <div> <p>ASACERT ISO 9001:2008 QUALITY MANAGEMENT SYSTEM</p> </div> </div>														
<p>GEODRILL S.r.l. - LABORATORIO ANALISI - Via F.lli Bandiera n°2 - TREVIOLO (Bg) - Tel. 035-6221296 - info@geodrill.it</p> <p>Laboratorio terreni ed aggregati autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni (settore a) Circ. 7618/STC Art. 59 DPR n. 380/2001 Autorizzazione 276 del 05/11/2015 e successivi rinnovi</p>														






TrE -Prova Los Angeles - campione – 13.0 m

TRINCEA I – TRI - (PROFONDITÀ 13.0 M)

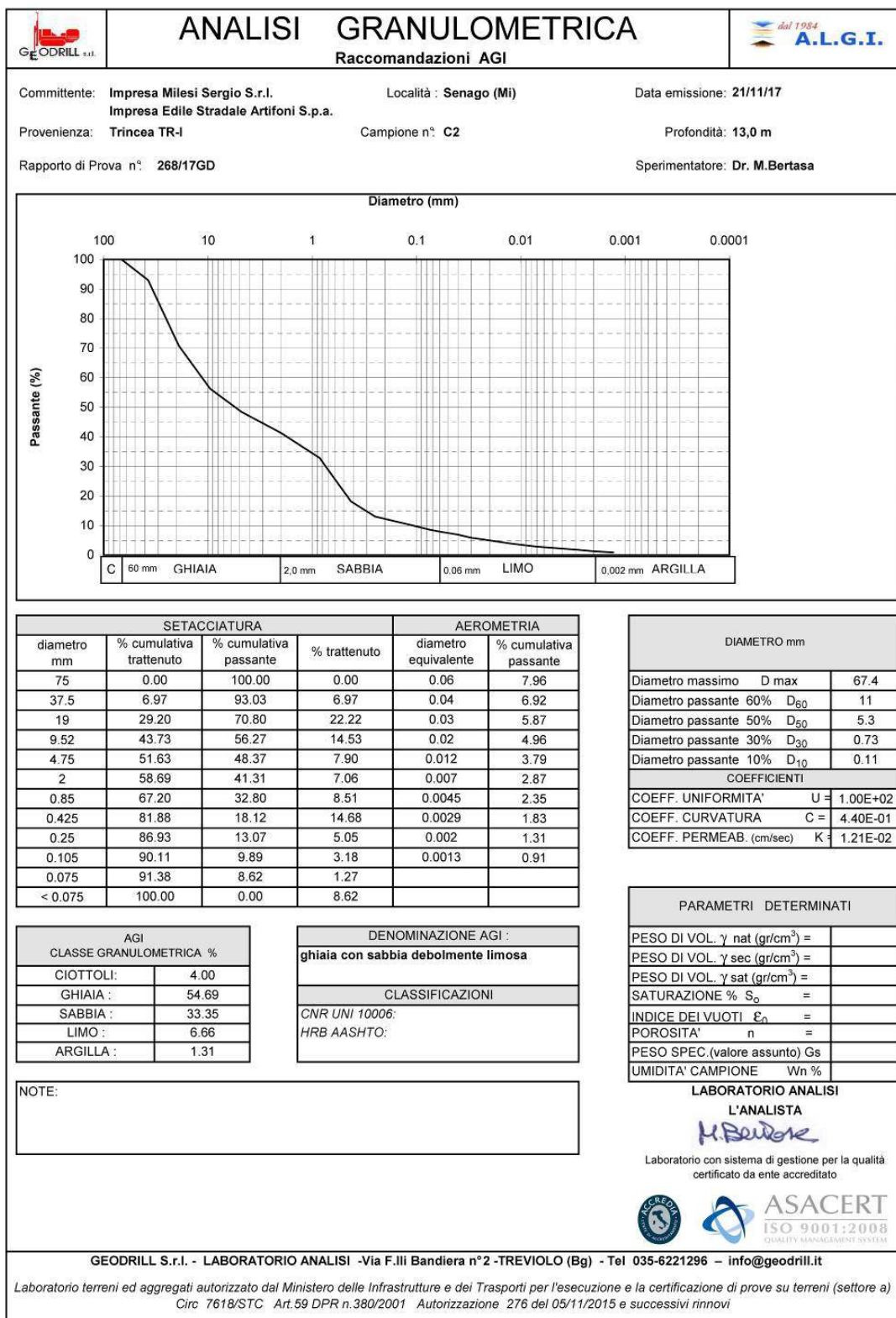






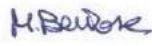


TrI - Analisi granulometrica - campione - 9.0 m

	PROVA LOS ANGELES UNI EN 1097-2													
Committente: Impresa Milesi Sergio S.r.l. Impresa Edile Stradale Artifoni S.p.a. Provenienza: Trincea TR-I Rapporto di Prova n°: 270/GD/17	Località: Senago (Mi) Campione n°: C1	Data emissione: 21/11/17 Profondità: 9,0 m Sperimentatore: Dr. M.Bertasa												
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;"></th> <th style="width: 35%; text-align: center;">1° campione di prova</th> <th style="width: 35%; text-align: center;">2° campione di prova</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Massa del campione di prova (gr)</td> <td style="text-align: center;">5000</td> <td style="text-align: center;">5000</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">m massa trattenuta 1,6 mm</td> <td style="text-align: center;">3038.8</td> <td style="text-align: center;">3005.2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">$LA = \frac{(5000-m)}{50}$</td> <td style="text-align: center;">39.22</td> <td style="text-align: center;">39.90</td> </tr> </tbody> </table>				1° campione di prova	2° campione di prova	Massa del campione di prova (gr)	5000	5000	m massa trattenuta 1,6 mm	3038.8	3005.2	$LA = \frac{(5000-m)}{50}$	39.22	39.90
	1° campione di prova	2° campione di prova												
Massa del campione di prova (gr)	5000	5000												
m massa trattenuta 1,6 mm	3038.8	3005.2												
$LA = \frac{(5000-m)}{50}$	39.22	39.90												
COEFFICIENTE LOS ANGELES LA = 39.6														
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">NOTE:</div>														
LABORATORIO ANALISI L'ANALISTA  <small>Laboratorio con sistema di gestione per la qualità certificato da ente accreditato</small> <div style="display: flex; align-items: center;">   </div>														
GEODRILL S.r.l. - LABORATORIO ANALISI - Via F.lli Bandiera n°2 - TREVILO (Bg) - Tel 035-6221296 - info@geodrill.it <i>Laboratorio terreni ed aggregati autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni (settore a)</i> <i>Circ. 7618/STC Art.59 DPR n.380/2001 Autorizzazione 276 del 05/11/2015 e successivi rinnovi</i>														

TrI – Prova Los Angeles - campione – 9.0 m



TrD - Analisi granulometrica - campione – 13.0 m

	PROVA LOS ANGELES UNI EN 1097-2													
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%;">Committente: Impresa Milesi Sergio S.r.l.</td> <td style="width: 33%;">Località: Senago (Mi)</td> <td style="width: 33%;">Data emissione: 21/11/17</td> </tr> <tr> <td>Provenienza: Impresa Edile Stradale Artifoni S.p.a.</td> <td>Campione n°: C2</td> <td>Profondità: 13,0 m</td> </tr> <tr> <td>Rapporto di Prova n°: 271/GD/17</td> <td colspan="2">Sperimentatore: Dr. M. Bertasa</td> </tr> </table>			Committente: Impresa Milesi Sergio S.r.l.	Località: Senago (Mi)	Data emissione: 21/11/17	Provenienza: Impresa Edile Stradale Artifoni S.p.a.	Campione n°: C2	Profondità: 13,0 m	Rapporto di Prova n°: 271/GD/17	Sperimentatore: Dr. M. Bertasa				
Committente: Impresa Milesi Sergio S.r.l.	Località: Senago (Mi)	Data emissione: 21/11/17												
Provenienza: Impresa Edile Stradale Artifoni S.p.a.	Campione n°: C2	Profondità: 13,0 m												
Rapporto di Prova n°: 271/GD/17	Sperimentatore: Dr. M. Bertasa													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 10px auto;"> <thead> <tr> <th style="width: 35%;"></th> <th style="width: 30%; text-align: center;">1° campione di prova</th> <th style="width: 30%; text-align: center;">2° campione di prova</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Massa del campione di prova (gr)</td> <td style="text-align: center;">5000</td> <td style="text-align: center;">5000</td> </tr> <tr> <td>m massa trattenuta 1,6 mm</td> <td style="text-align: center;">2976.2</td> <td style="text-align: center;">2955.2</td> </tr> <tr> <td>LA = $\frac{(5000-m)}{50}$</td> <td style="text-align: center;">40.48</td> <td style="text-align: center;">40.90</td> </tr> </tbody> </table>				1° campione di prova	2° campione di prova	Massa del campione di prova (gr)	5000	5000	m massa trattenuta 1,6 mm	2976.2	2955.2	LA = $\frac{(5000-m)}{50}$	40.48	40.90
	1° campione di prova	2° campione di prova												
Massa del campione di prova (gr)	5000	5000												
m massa trattenuta 1,6 mm	2976.2	2955.2												
LA = $\frac{(5000-m)}{50}$	40.48	40.90												
COEFFICIENTE LOS ANGELES LA = 40.7														
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> NOTE: </div>														
LABORATORIO ANALISI L'ANALISTA  <small>Laboratorio con sistema di gestione per la qualità certificato da ente accreditato</small> <div style="display: flex; align-items: center;">   </div>														
<small> GEODRILL S.r.l. - LABORATORIO ANALISI - Via F.lli Bandiera n°2 - TREVIOLO (Bg) - Tel 035-6221296 - info@geodrill.it Laboratorio terreni ed aggregati autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni (settore a) Circ. 7618/STC Art.59 DPR n.380/2001 Autorizzazione 276 del 05/11/2015 e successivi rinnovi </small>														

TrI – Prova Los Angeles - campione – 13.0 m

3 RISULTATI

Le trincee esplorative eseguite ricadono tutte nella medesima formazione geologica dell'**Unità di Cadorago** formata da depositi fluvioglaciali con ghiaie a supporto di matrice sabbiosa o sabbioso-limosa debolmente argillosa alternati a sabbie con ghiaia limose debolmente argillose. Le trincee hanno consentito di effettuare una valutazione delle caratteristiche fondamentali per il successivo impiego dell'inerte. In particolare la valutazione in sito, supportata dalle analisi granulometriche e dalle prove di Los Angeles, hanno consentito di caratterizzare rigorosamente il materiale presente.

In sintesi, le trincee **T1**, **T2**, **TrA** e **TrD** sono quelle nelle quali si sono riscontrate le tipologie di terreni maggiormente scadenti (fino a 13 m nella trincea TrD) contraddistinte per l'intero spessore dei terreni osservati da un'elevata percentuale della componente fine (limosa e argillosa). Inoltre, i termini grossolani risultano in buona parte alterati con particolare riferimento ai ciottoli di origine ignea (graniti) in cui risulta più evidente (**Figura 2**).

Nelle trincee **TrE** ed **TrI** si è osservato il persistere delle suddette litologie fino ad una profondità di circa 10 m dal piano campagna; al di sotto di tale quota si sono invece riscontrati terreni sempre ghiaiosi sabbiosi ma con una minor percentuale della frazione più fine. Il grado di alterazione delle frazioni grossolane risulta ad un'osservazione macroscopica, analogo a quello riscontrato nei depositi più superficiali.

TRINCEE	PROFONDITA' CAMPIONE (M)	ANALISI GRANULOMETRICA (DENOMINAZIONE AGI)	% FINE (LIMO+ARGILLA)	COEFFICIENTE LOS ANGELES
T1	4.0	ghiaia sabbiosa limosa	16.36	29.3
T2	3.5	ghiaia con sabbia limosa	17.65	32.7
TrA	6.5	ghiaia sabbiosa limosa	12.39	44.4
	8.5	ghiaia con sabbia limosa	14.02	43.7
TrD	9.0	ghiaia con sabbia limosa	16.15	/
	13.0	ghiaia sabbiosa limosa deb. ciottolosa	12.89	42.8
TrE	13.0	ghiaia con sabbia deb. limosa	7.06	42.6
TrI	9.0	ghiaia con sabbia limosa	15.02	39.6
	13.0	ghiaia con sabbia deb. limosa	7.97	40.7

Tabella 1 – Sintesi dei risultati dell'indagine in sito e di laboratorio

Sebbene il materiale presente si caratterizzi per una elevata componente della frazione fine, la caratteristica che pregiudica diversi impieghi del materiale è decisamente il grado di alterazione della componente grossolana.

La scarsa componente grossolana, ed in particolare quella ghiaiosa, è formata da clasti di litologia diversificata sia carbonatici, terrigeni, ignei e metamorfici. I clasti carbonatici sono in parte argillificati mentre tra i clasti ignei e metamorfici sono abbondanti quelli arenizzati e con cortex di alterazione.

Il grado di alterazione identificato preliminarmente in sito, secondo una valutazione macroscopica, mediante la tabella sotto riportata:

GRADO DI ALTERAZIONE	DESCRIZIONE	SIMBOLI
Assente	Nessuna traccia di alterazione del clasto; è possibile una leggera decolorazione sulla superficie	WC1
Leggero	La decolorazione superficiale indica leggera alterazione sul clasto, che può essere localmente più debole che in condizioni non alterate	WC2
Medio	Meno del 50% del clasto è alterato	WC3
Elevato	Più del 50% del clasto è alterato. E' presente ancora in modo discontinuo roccia fresca o alterata	WC4
Molto elevato	Tutto il clasto è decomposto e/o degradato in una terra. La tessitura originale della roccia può essere ancora in gran parte riconoscibile	WC5

Tabella 2

i clasti costituenti la frazione grossolana dei terreni analizzati con le trincee esplorative hanno un grado di alterazione variabile tra ELEVATO (WC4) E MOLTO ELEVATO (WC5).

Alterazione

I processi che conducono all'alterazione della roccia possono essere di natura fisica, chimica o biologica e agiscono alterando la struttura fisica (frantumazione, disgregazione, arenizzazione ecc) oppure modificando la composizione mineralogica, pertanto chimica, dei minerali componenti la roccia (argillificazione con trasformazione dei minerali silicatici in minerali argillosi).

Processi diversi ma che conducono tutti ad un peggioramento delle caratteristiche meccaniche della roccia.

Quanto sopra viene in parte testimoniato dalle seguenti fotografie in cui è visibile il grado di alterazione spinta che ha interessato i ciottoli della frazione grossolana dei terreni indagati.



Ciottolo di granito all'apparenza integro ma completamente alterato fino alla parte più interna.



Particolare di uno scisto alterato



Roccia terrigena alterata



Granito arenitizzato



Gneiss molto alterato



Roccia terrigena totalmente alterata



Roccia argillificata

La **Tabella 2**, sopra riportata, serve per una prima valutazione dello stato di alterazione dei ciottoli, mentre per una verifica più precisa si è fatto riferimento alla prova Los Angeles (UNI EN 1097-2) con la quale si è valutata la resistenza alla frammentazione degli aggregati grossi.

In particolare la prova fornisce un indice percentuale del grado di frammentazione degli aggregati verificati e permette di stabilire l'idoneità dei materiali ai diversi impieghi.

4 REQUISITI DI ACCETTABILITA'

Il materiale estratto, a seguito di una valutazione macroscopica in sito, è stato sottoposto alle seguenti prove di laboratorio:

- Analisi granulometrica (UNI EN 933-1 – UNI-CNR 10006) con la quale si valuta la composizione granulometrica percentuale
- Prova Los Angeles (UNI EN 1097-2) con la quale si valuta la resistenza alla frammentazione degli aggregati grossi

Inoltre, allo scopo di unificare e contestualizzare i risultati conseguiti, ai fini della produzione di calcestruzzo, si rimanda all'allegato 1 e al par. 4.3

4.1 Analisi granulometrica

L'analisi granulometrica permette di distinguere il materiale, secondo la classificazione individuata dalle norme UNI-CNR 10006 (2002), in 2 grandi gruppi secondo la classificazione AASHTO:

- GRUPPO 1 - materiale che può essere impiegato come aggregato per cls e per conglomerati bituminosi.
- GRUPPO 2 - materiale idoneo a usi minori e previo trattamento/correzione (rilevati e arginature con stabilizzazione a calce o cemento).

I risultati delle analisi granulometriche, sintetizzati alla **Tabella 1**, hanno evidenziato che l'inerte presente ricade nel GRUPPO 1 – (Materiali granulari - Passante al setaccio n.200 (0.075) uguale o minore del 35%).

4.2 Prova Los Angeles

Una volta definito che il materiale appartiene al gruppo 1 è stata eseguita la Prova Los Angeles. La prova Los Angeles fornisce un indice percentuale del grado di frammentazione degli aggregati verificati ed in particolare può essere impiegata come prova discriminante per stabilire l'idoneità all'impiego del materiale del GRUPPO 1 come aggregato per calcestruzzi oppure per conglomerati bituminosi, così classificato il materiale può essere sottoposto, in seguito, ad ulteriori analisi di dettaglio per impieghi ancora più specifici.

I risultati della prova Los Angeles permettono di distinguere l'impiego del materiale in particolare:

- **valori della prova <25** si prosegue con altre analisi specifiche per l'impiego nei **conglomerati bituminosi**,
- **valori compresi tra un intervallo di 25-30** vengono eseguite ulteriori analisi per l'impiego nei **calcestruzzi**.

Le analisi condotte servono per la caratterizzazione del materiale estratto verificandone in linea generale la possibilità d'impiego come aggregato da cls. Se dai referti di queste analisi preliminari il materiale fosse risultato idoneo all'impiego sopra citato, sarebbe stato necessario eseguire altre analisi di dettaglio (**Tabella 3**), che individuano i limiti di accettabilità (specifici per ogni caratteristica) che il materiale deve possedere per la qualifica di aggregati per utilizzo a calcestruzzo (**Tabella 4**).

REQUISITO	CARATTERISTICHE	PROVA
geometrico	Dimensioni degli aggregati	Curva granulometrica
	Caratterizzazione materiale	Classificazione materiale
	Coeff. di forma ed appiattimento	Determinazione dei coefficienti di forma ed appiattimento
fisico	Resistenza alla frammentazione	Los Angeles
	Compattezza degli aggregati	Degradabilità degli inerti – prova al solfato di magnesio
	Resistenza all'usura	Micro Deval
	Resistenza all'abrasione	Prova all'abrasione
	Gelività	Resistenza al gelo e disgelo
	Presenza di forme di silice reattiva	Reattività (metodo chimico e metodo del prisma di malta)
chimico	Presenza cloruri solubili	Analisi chimica
	Presenza di gesso e solfati solubili	Analisi chimica degli inerti
	Presenza di sostanze organiche	Determinazione colorimetrica
	Presenza di pirite, marcasite e pirrotina	Analisi petrografica

Tabella 3 - elenco prove di laboratorio per la qualifica degli aggregati per utilizzo cls

CARATTERISTICHE	PROVE	NORME	TOLLERANZA DI ACCETTABILITA'
Gelività degli aggregati	Determinazione resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1/07	Perdita di massa $\leq 4\%$ dopo 20 cicli (*)
Resistenza all'abrasione	Los Angeles	UNI EN 1097-2/08	Perdita di massa LA 30%
Compattezza degli aggregati	Degradabilità degli inerti – Prova al solfato di Magnesio	UNI EN 1367-2/10	Perdita di massa dopo 5 cicli $\leq 10\%$
Presenza di gesso e solfati solubili	Analisi chimica inerti	UNI EN 1744-1/10	$SO_3 \leq 0.05\%$
Presenza di argille	Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8/00	$ES \geq 80$ $VB \leq 0.6 \text{ cm}^3 / \text{gr di fini}$
Presenza di pirite, marcasite e pirrotina	Analisi petrografica	UNI EN 932-3/04	Assenti
Presenza di sostanze organiche	Determinazione colorimetrica	UNI EN 1744-1/10	Per aggregato fine: colore della soluzione più chiaro dello standard di riferimento
Presenza di forme di silice reattiva	Potenziale reattività dell'aggregato con: ➤ Metodo chimico Potenziale attività delle miscele cemento aggregati: ➤ Metodo del prisma di malta (*)	UNI 8520 (parte 22)	UNI 8520 (parte 22 punto 4) UNI 8520 (parte 22 punto 5)
Presenza di cloruri solubili	Analisi chimica	UNI EN 1744-1/10	$Cl \leq 0.05\%$
Coefficiente di forma e di appiattimento	Determinazione dei coefficienti di forma e di appiattimento	UNI EN 933-3/04	$Cf \geq 0.15$ ($D_{\max} = 32 \text{ mm}$) $Cf \geq 0.12$ ($D_{\max} = 64 \text{ mm}$)

Tabella 4 - limiti di accettabilità per la qualifica degli aggregati per utilizzo cls.

Durante l'analisi macroscopica del materiale, oltre ad una prima valutazione della componente granulometrica, è stata posta particolare attenzione al grado di alterazione dei ciottoli componenti il deposito ghiaioso classificandolo secondo la **Tabella 2** riportata al prf. 3. Da tale preliminare classificazione è emerso che i clasti costituenti la frazione grossolana dei terreni analizzati hanno un grado di alterazione variabile tra ELEVATO (WC4) E MOLTO ELEVATO (WC5).

Per una verifica più precisa per del grado di alterazione in relazione al futuro impiego è stata eseguita la prova Los Angeles su 8 campioni.

I risultati della prova sono riportati nella **Tabella 1** dove si conferma quanto già emerso con l'analisi macroscopica dei campioni: la frazione ghiaiosa presenta un indice di Los Angeles con valori mediamente prossimi a 40, con valori estremi di 29.3 e 44.4, ciò è indicativo di ghiaie molto alterate.

L'elevato grado di alterazione della frazione grossolana evidenziato sia macroscopicamente in sito, che grazie alla prova Los Angeles, deve essere considerato

per formulare correttamente la denominazione corrispondente alla reale composizione granulometrica. Ciò significa che le ghiaie alterate, se si considera l'impiego per il quale vengono valutate, non si comporteranno come ghiaie bensì come sabbie in quanto la frantumazione darà origine a particelle della dimensione delle sabbie.

Per tale motivo la percentuale di ghiaie effettiva risulta decisamente inferiore a quella individuata con le analisi granulometriche.

4.3 Confronto tra le curve granulometriche del tout-venant di giacimenti e le curve del materiale campionato dalle trincee esplorative

Allo scopo di caratterizzare il materiale presente presso l'area indagata in relazione all'impiego dello stesso è stato prodotto l'**allegato 1**. In particolare le verifiche condotte sono:

- confronto tra le granulometrie di tout-venant di giacimenti con quelle relative al materiale campionato dalle trincee eseguite presso l'area indagata evidenziando la diversa percentuale di materiale fine,
- analisi della composizione granulometrica in relazione alla curva di Fuller (**Fig.3**).

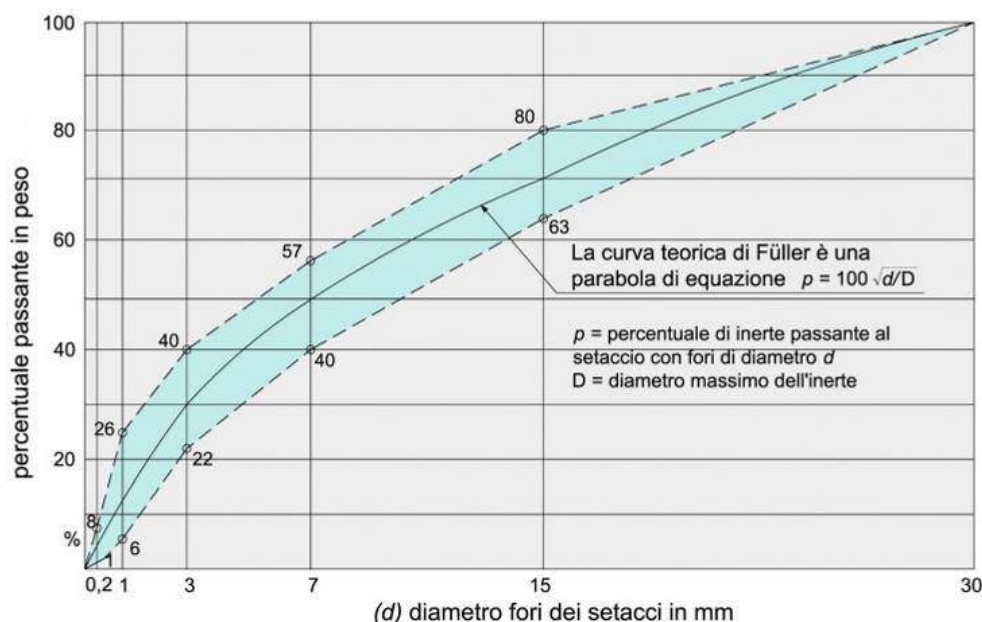


Fig. 3 – Curva di Fuller con fuso di riferimento ($D_{max}=30$ mm)

La curva di Fuller, impiegata dai produttori di calcestruzzo, individua la composizione granulometrica ottimale di un aggregato, per la produzione di calcestruzzo.

L'equazione della curva è

$$P = 100 \cdot d/D$$

dove:

p=percentuale di passante al setaccio con apertura "d"

D=Dmax degli aggregati considerati.

In sostanza tale curva rappresenta la distribuzione granulometrica ottimale che contiene il minor contenuto di vuoti.

La curva granulometrica di un buon giacimento segue la curva di Fuller relativa al proprio Dmax, al limite, deve essere contenuta nel fuso di riferimento sopra evidenziato. In caso contrario le componenti del tout-venant non sono in proporzioni idonee per la produzione di calcestruzzo, o quantomeno, vanno integrate.

5 CONCLUSIONI

A seguito dell'esecuzione della presente indagine è possibile giungere alle seguenti conclusioni:

- il materiale che dovrà essere asportato per la realizzazione delle vasche è costituito dai depositi fluvioglaciali dell'**Unità di Cadorago**,
- dalle analisi granulometriche dei campioni prelevati risulta che si tratta, sulla base della classificazione AGI (Associazione Geotecnica Italiana) di **ghiaie con sabbia limosa e ghiaie sabbiose limose** a supporto di matrice sabbiosa o sabbioso-limosa debolmente argillosa alternati con ciottoli molto alterati;
- il **grado di alterazione** dei ciottoli costituenti la frazione grossolana del fuso granulometrico che caratterizza i terreni indagati, in tutte le 6 trincee esplorative eseguite è stato definito preliminarmente in sito **Elevato-Molto Elevato (cfr. tab 2)**;
- le prove di resistenza alla frammentazione **Los Angeles** eseguite hanno confermato l'elevato grado di alterazione della componente ghiaiosa fornendo valori medi del coefficiente pari a **40**,
- le ghiaie una volta movimentate, a causa **dell'elevato grado di alterazione, si frantumano facilmente originando particelle ascrivibili al range delle sabbie, sbilanciando il fuso granulometrico in favore della componente sabbiosa**, per tale motivo, alla luce dell'impiego, il materiale presente risulta deficitario della frazione più grossolana.
- le curve granulometriche del materiale proveniente dalle trincee esplorative **si discostano abbondantemente dalla curva di Fuller e perfino dal fuso di riferimento.**

In considerazione di quanto sopra verificato il materiale indagato con le trincee non risulta idoneo alla preparazione né di aggregati per conglomerati bituminosi né di calcestruzzo. In riferimento inoltre alle prescrizioni riportate nel “capitolato speciale d'Appalto – Norme Tecniche” paragrafo H, pag.16, risulta che il materiale non è utilizzabile tal quale ma deve essere opportunamente trattato, ad esempio con stabilizzazione a cemento, dato l'alto contenuto di sabbia.

Indagine geognostica e di laboratorio per la caratterizzazione merceologica del materiale da estrarre per la realizzazione delle vasche di laminazione in Comune di Senago (Mi)

ALLEGATO N. 1

Confronto granulometrico del materiale da estrarre con giacimenti di ghiaia e sabbia interessati dall'attivit  estrattiva

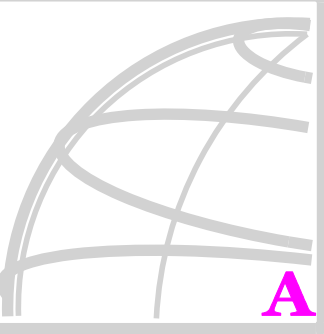
DATA
Dicembre 2017

FILE
1-curve.dgn

A CURA DI:
dr. M. Rota

SCALA

www.arethusa-geo.it



ARETHUSA
GEOLOGIA AMBIENTE TERRITORIO E SICUREZZA

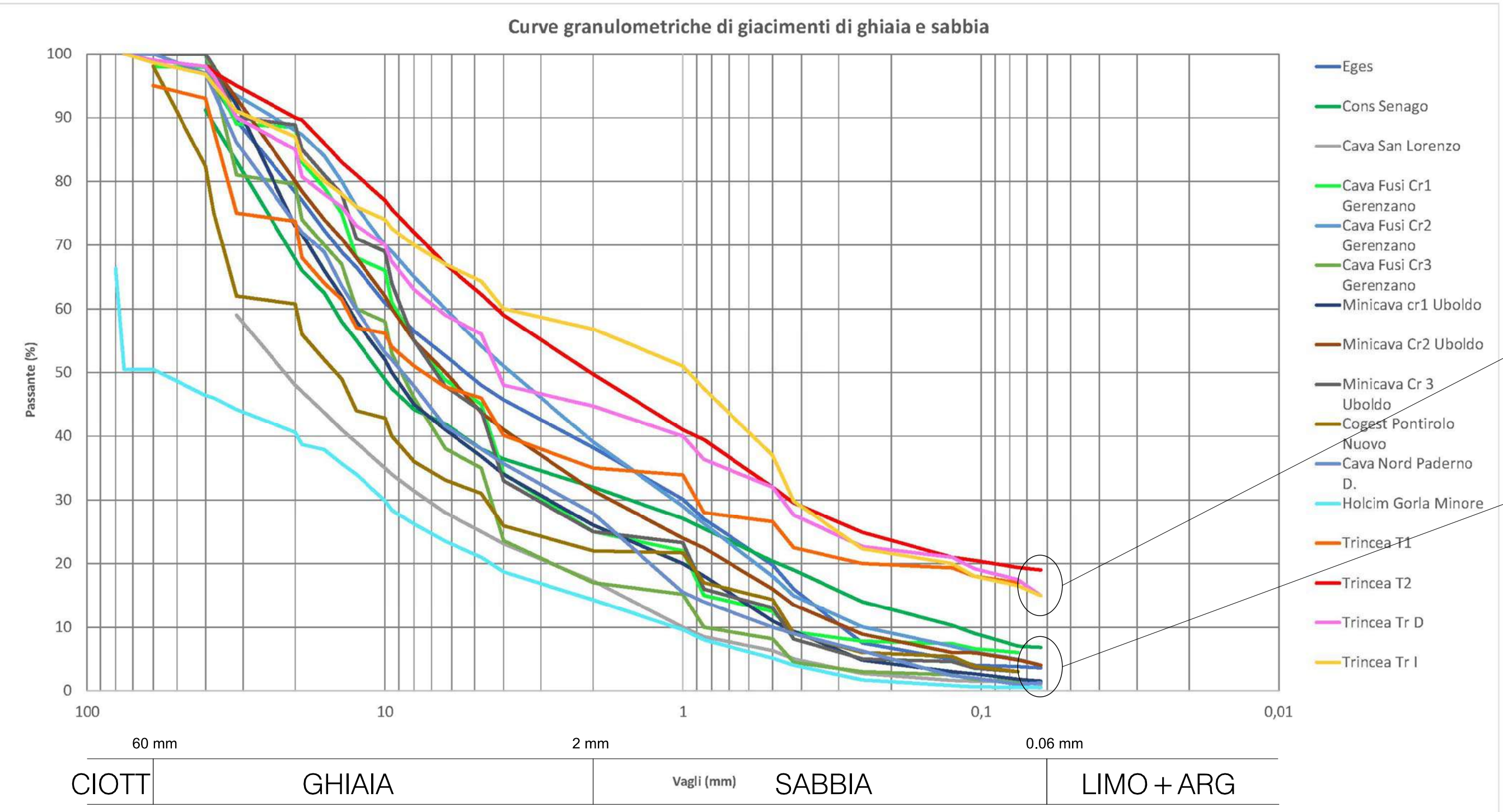
VIA TRENTO, 14 - 24035 CURNO (BG)
TEL. 035.43.76.892 FAX 035.43.76.666
E-MAIL: arethusa@arethusa-geo.it

IL RESPONSABILE TECNICO

dr. E. Dolci

LA DITTA

CONFRONTO TRA LE CURVE GRANULOMETRICHE DI GIACIMENTI DI GHIAIA E SABBIA E QUELLE RELATIVE ALLE TRINCEE INDAGATE

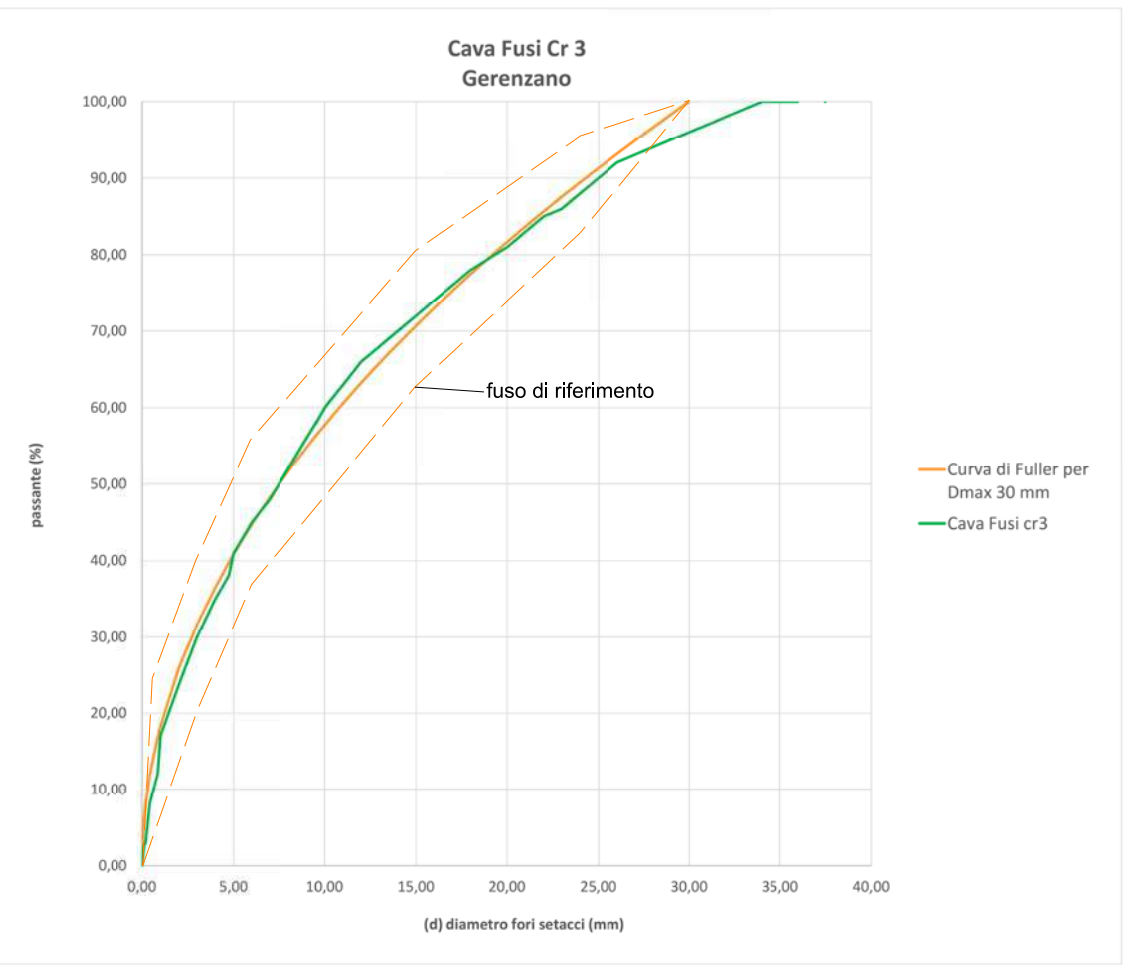
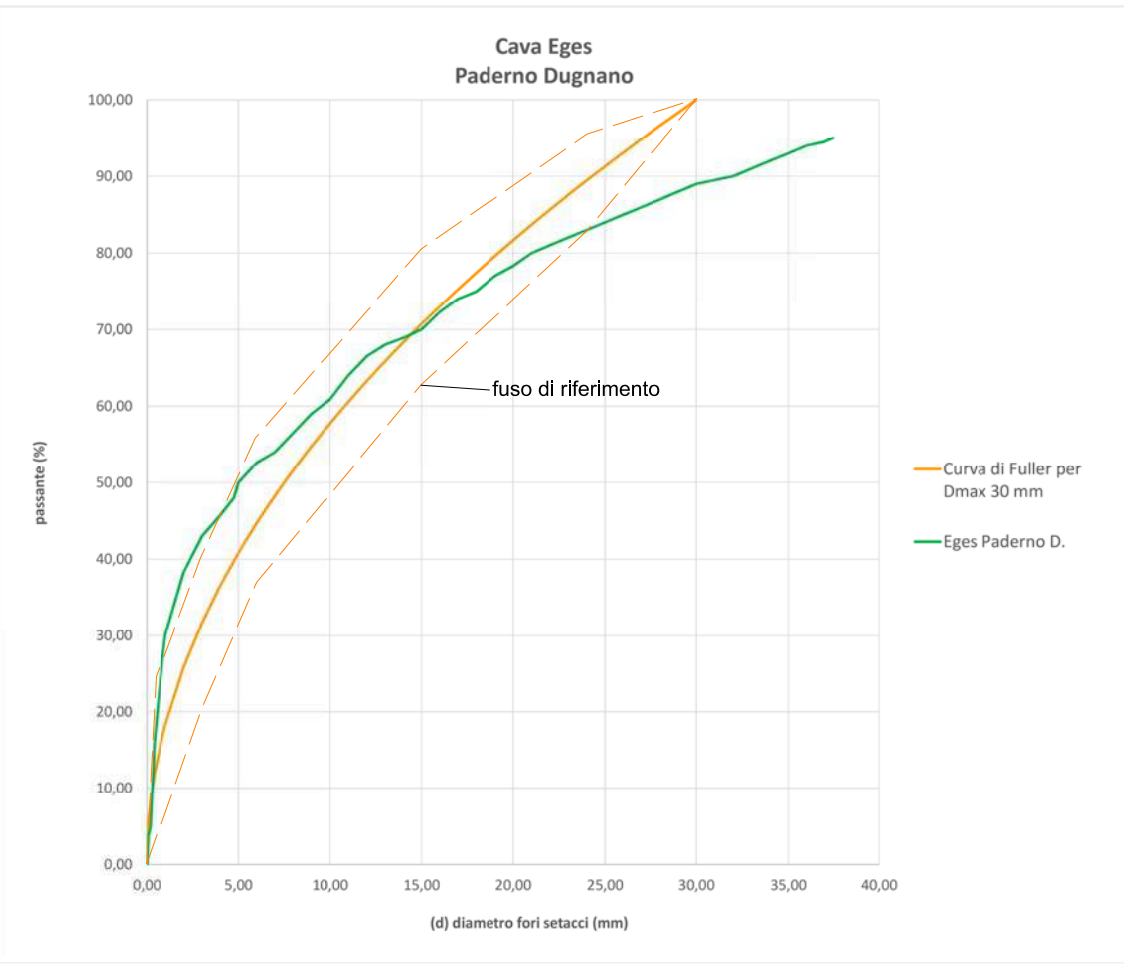
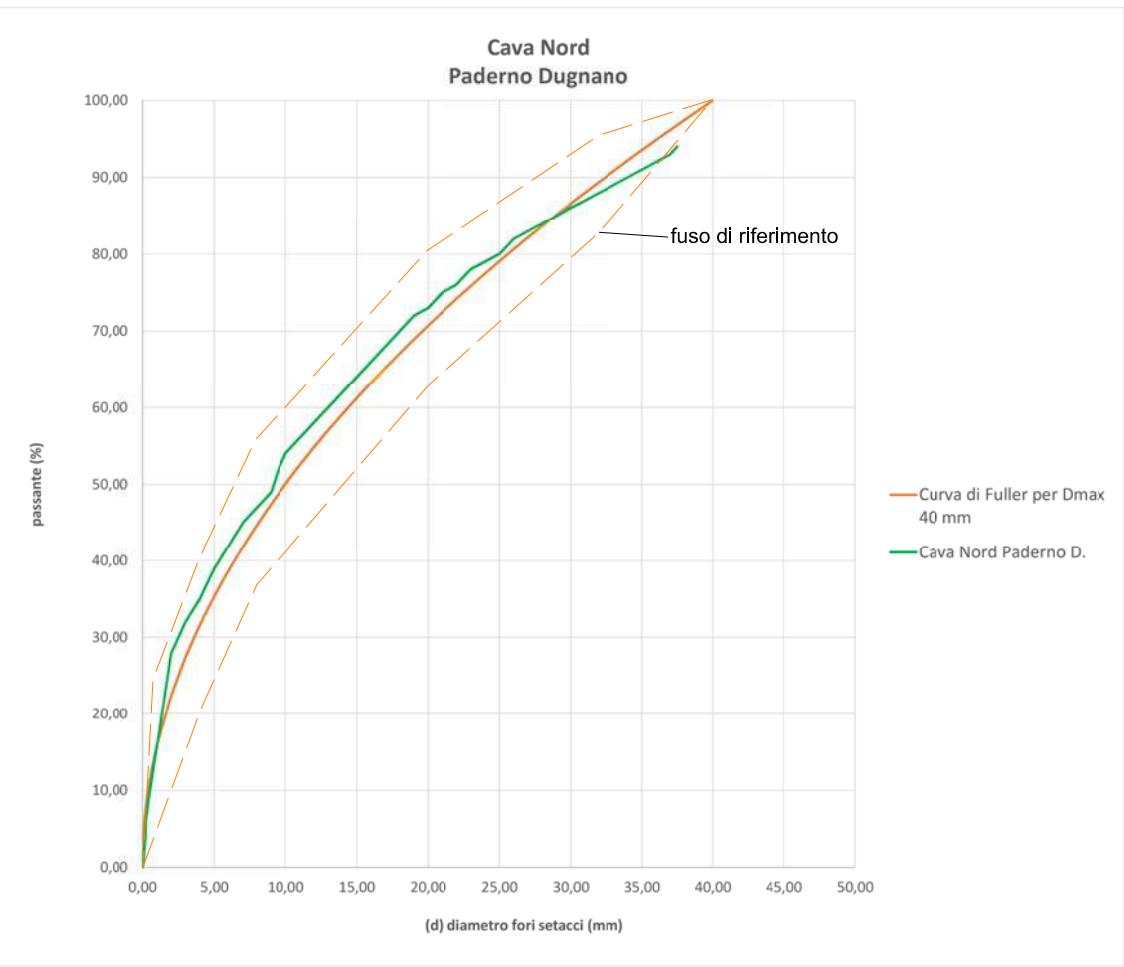
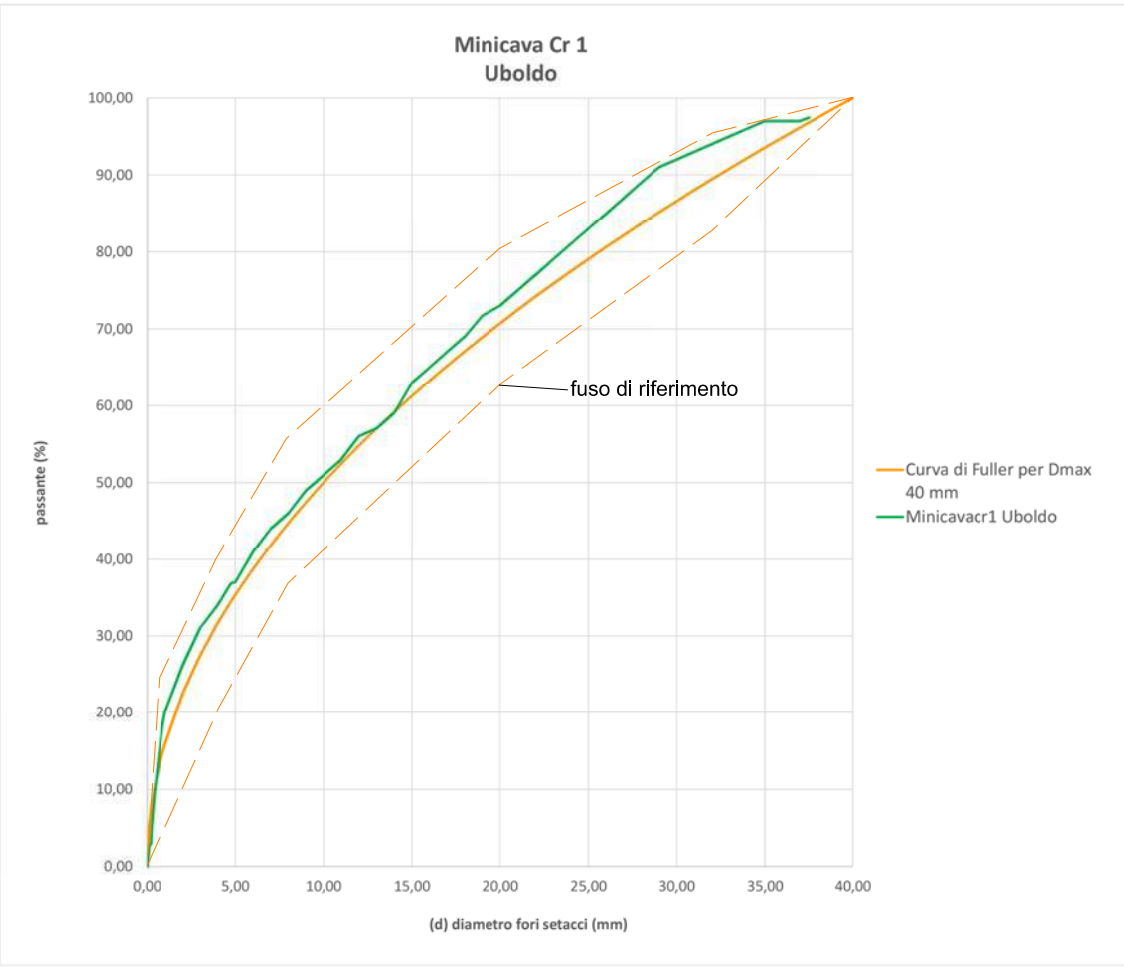


CONSIDERAZIONI
SULLA GRANULOMETRIA

Percentuale di "fine" (limo e argilla)
I campioni delle trincee eseguite hanno un
contenuto di fine mediamente superiore al 15 %

Percentuale di "fine" (limo e argilla)
I campioni dei giacimenti considerati hanno
mediamente un contenuto di fine inferiore al 5 %

CURVE GRANULOMETRICHE E CURVA DI FULLER
AD ALCUNI GIACIMENTI DOVE SI SVOLGE ATTIVITA' ESTRATTIVA



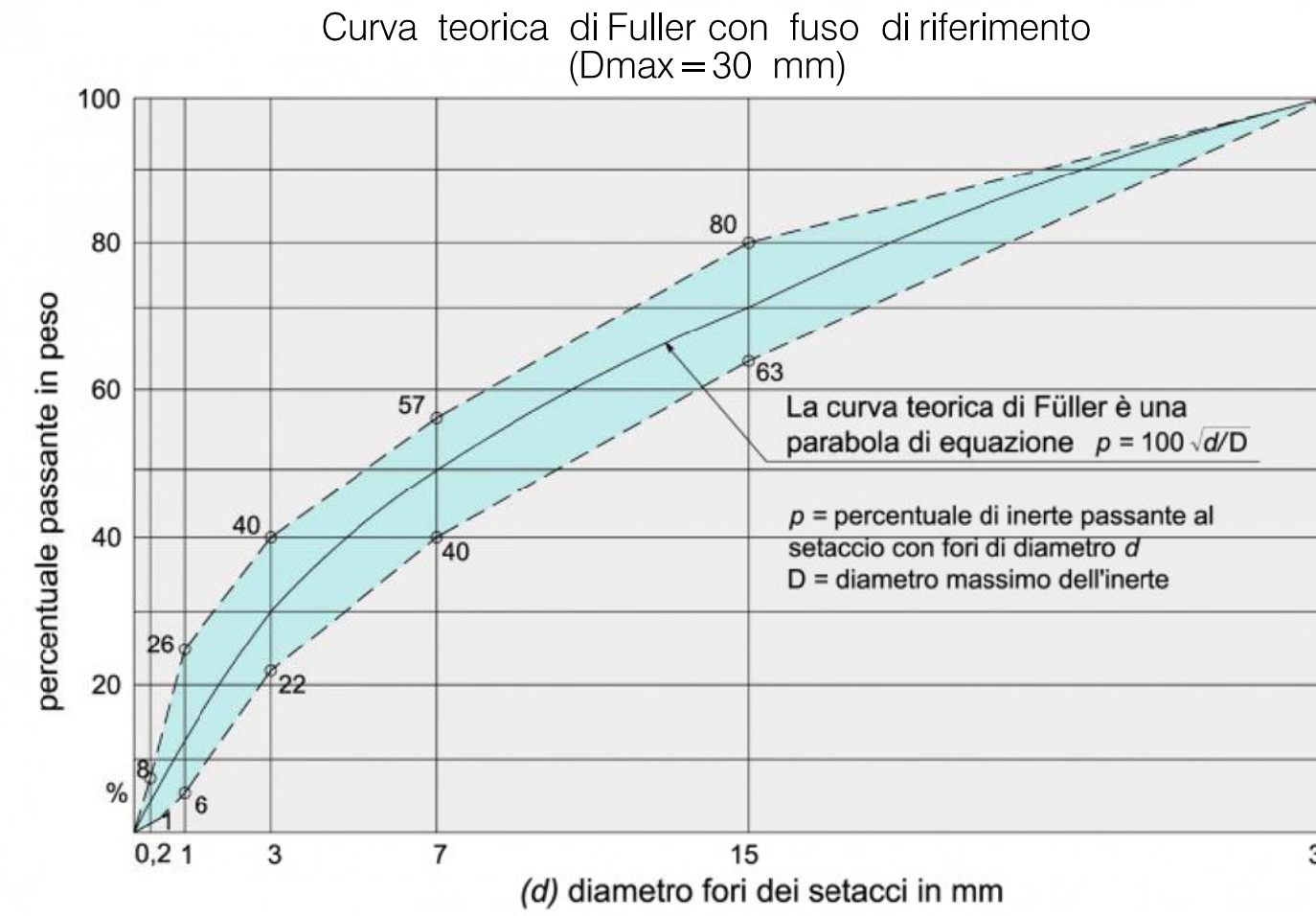
CURVE GRANULOMETRICHE E CURVA DI FULLER

La curva di Fuller, impiegata dai produttori di cls, individua la composizione granulometrica ottimale di un aggregato, per la produzione di calcestruzzo. L'equazione della curva  

$$P = 100 \sqrt{d/D}$$

dove p=percentuale di passante al setaccio con apertura "d"
D=Dmax degli aggregati considerati.

In sostanza tale curva rappresenta la distribuzione granulometrica ottimale che contiene il minor contenuto di vuoti. La curva granulometrica di un buon giacimento segue la curva di Fuller relativa al proprio Dmax, al limite, deve essere contenuta nel fuso di riferimento sotto evidenziato. In caso contrario le componenti del tout-venant non sono in proporzioni idonee per la produzione di calcestruzzo, o quantomeno, vanno integrate.



CONSIDERAZIONI FINALI

Dal confronto delle curve di Fuller con le curve granulometriche dei giacimenti estrattivi analizzati emerge come l'andamento delle stesse, segua con buona approssimazione la curva di Fuller relativa, mentre le curve del materiale indagato con le trincee esplorative, si discostano molto sia dalla curva modello di Fuller che dal fuso di riferimento.
Per quanto sopra, si conclude che tale materiale per essere impiegato per la produzione di qualsiasi tipologia di calcestruzzo, necessita dell'eliminazione della componente piu' fine (circa il 20%) originariamente presente.
Inoltre, va ricordato che l'elevata alterazione del materiale piu' grossolano, causa una modifica della composizione granulometrica del materiale durante i processi lavorativi, con un'incremento della frazione fine a scapito di quella grossolana. Per tale motivo le curve granulometriche reali del materiale indagato si discosteranno ulteriormente dal fuso di riferimento sopra illustrato.

CURVE GRANULOMETRICHE E CURVA DI FULLER RELATIVE
ALLE AREE INDAGATE INTERESSATE DAL PROGETTO DELLE VASCHE

