

REGIONE VENETO

Provincia di Venezia

Comune di Fossalta di Portogruaro

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA DELLE OPERE DI COMPENSAZIONE E MITIGAZIONE PER LA REALIZZAZIONE DEL FORNO 14 E REVAMPING FORNO 11. NUOVA PISTA CICLABILE E PASSERELLE

Progetto definitivo – esecutivo

COMMITTENTE:
ZIGNAGO VETRO SPA
Via Ita Marzotto, 8
30025 – Fossalta di Portogruaro - Ve

RELAZIONE GEOLOGICA

Ai sensi del D.M. 17/01/2018 – NTC 2018



Stefano Russo

Dott. STEFANO RUSSO – Geologo
STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA E CARTOGRAFIA
Via A. Morossi, 2 – 33053 Latisana (UD) Tel. e Fax: 0431.517226-520498

INDICE

- 1. PREMESSA**
- 2. ASSETTO GEOLOGICO**
- 3. INDAGINI GEOGNOSTICHE A DISPOSIZIONE**
- 4. ASSETTO STRATIGRAFICO DEL SOTTOSUOLO**
- 5. SISMICITA' AI SENSI DELLE NTC**
- 6. CONSIDERAZIONI SULLA FONDAZIONE**
- 7. CONCLUSIONI**

Allegati:

PLANIMETRIA – ESTRATTO DI MAPPA 1: 4000

PIANTE E SEZIONI DEI MANUFATTI DI PROGETTO – 1:100

GRAFICI PENETROMETRICI

FOTO

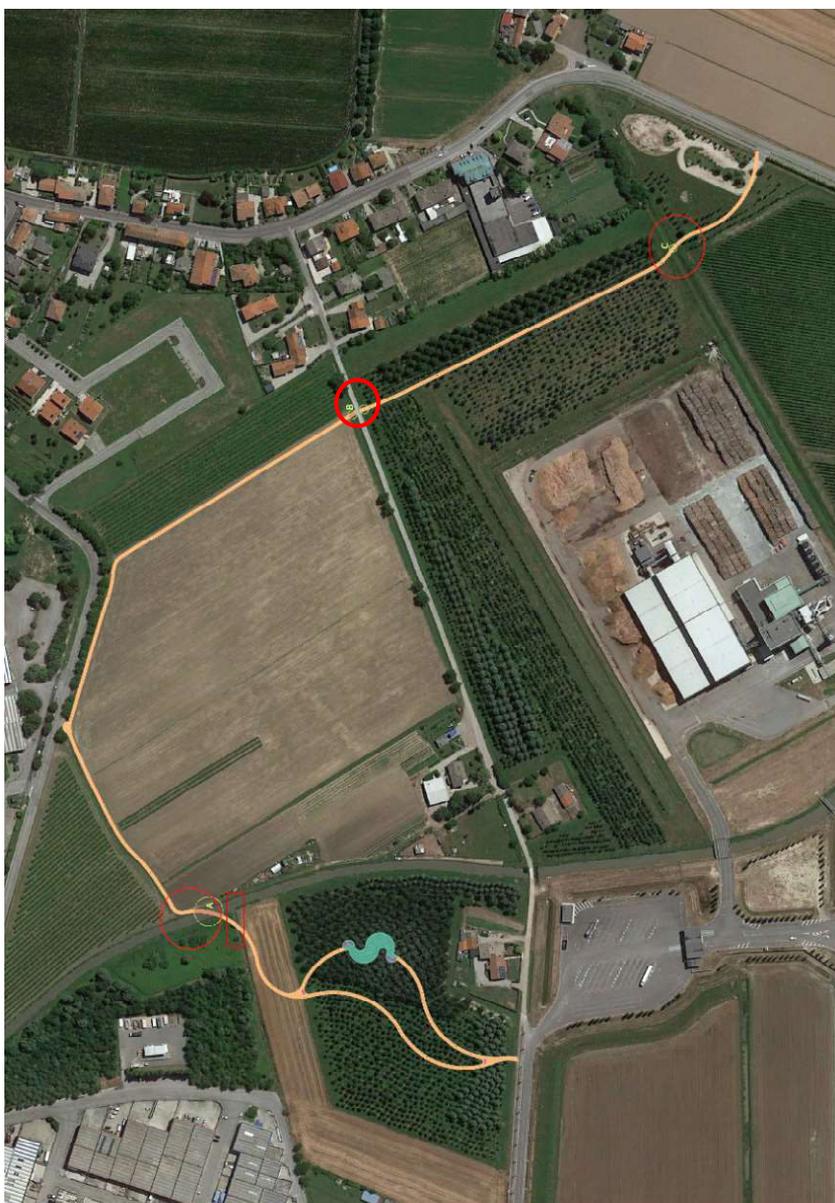
1. PREMESSA

Per conto della Spett.le Zignago Vetro spa è stato condotto lo studio geologico a corredo degli atti progettuali relativi alle opere di compensazione e mitigazione concordate con Il Comune di Fossalta di Portogruaro, conseguenti alla realizzazione del Forno 14 e dei lavori di rinnovamento del Forno 11.

Si tratta di una serie di interventi tra i quali spicca la realizzazione della nuova pista ciclabile ad ovest dell'abitato di Villanova Sant'Antonio all'altezza di Via Manzoni.

Lo sviluppo planimetrico è visibile in allegati e comporta l'attraversamento di canali e strade con alcuni manufatti nei tre punti individuati nella figura.

Su richiesta dell'Ufficio tecnico, è stata redatta la presente relazione, dove si fa riferimento, per la caratterizzazione del terreno a n. 3 tests penetrometrici di tipo statico (CPT) appositamente eseguiti e a dati sulla classificazione sismica dei terreni dell'area.



Nord a sinistra

Le opere in progetto riguardano l'attraversamento del Canale la Vecchia (intervento A) con una passerella in legno sostenuta da spalle in c.a. posate a -1,50 m di profondità come di seguito illustrata

A_ PASSERELLA IN METALLO E LEGNO



Un pontile con tubolare di cemento per attraversamento di Via Manzoni nel punto indicato come intervento B:

B_PONTILE IN TUBOLARTE DI CEM



È un pontile per attraversamento fossato presso il parcheggio ad est dell'impianto a biomasse denominato intervento C

C_PONTILE IN SCATOLATE DI CEMENTO



2. CENNI GEOLOGICI

Con riferimento all'assetto geologico dell'area, il sito si inquadra in un settore della bassa pianura veneta, occupato anticamente dall'ambiente di piana alluvionale e successivamente ricoperto da apporti a granulometria sabbiosa e ghiaiosa ad opera del sistema fluviale del Tagliamento, in varie epoche.

Il sito di Villanova in particolare, si colloca al bordo occidentale del dosso del Tagliamento di epoca romana (unità di Lugugnana di Fontana A., 2006), dove in superficie si rinvengono terreni argillosi di media consistenza, seguiti da sabbie mediamente dense.

La falda soggiace a profondità modesta (1,30- 1,50 m) dal piano di campagna – si veda il modello a strati di cap.4 .

3. INDAGINI GEOGNOSTICHE A DISPOSIZIONE

La conoscenza geotecnica del sito proviene da una serie di dati acquisiti in più riprese presso lo stabilimento Industrie Zignago, nonché mediante l'esecuzione di 3 prove CPT eseguite all'uopo. Si è preso in considerazione inoltre quanto emerso da recenti prove sismiche condotte con tecnica MASW e REMI.

Si ritengono i dati così derivati, significativi e validi per il presente intervento.

Prove penetrometriche statiche

L'attrezzatura impiegata è un penetrometro PAGANI tipo TG63-100 da 100 kN di spinta effettiva installato su carro cingolato.

La batteria di aste è attrezzata con punta *Begemann*, con diametro di 35.7 mm e angolo di apertura $\alpha = 60^\circ$. Essa è dotata di manicotto di attrito per la misura della resistenza laterale (Rf). L'andamento della variazione della resistenza alla punta (Rp) con la profondità consente di individuare la presenza di terreni a diversa consistenza, mentre valutazioni sulla litologia si possono fare sulla base del rapporto Rp/Rf per il quale esistono correlazioni riportate in una folta bibliografia cui si rimanda.

Il contrasto viene ottenuto per peso proprio del mezzo.

Le letture ai manometri, sono state effettuate per tratte successive di 20 cm e la restituzione, per ciascuna prova, comprende:

- diagramma Rp/profondità (resistenza di punta);
- diagramma Rf/profondità (resistenza di attrito laterale lungo il manicotto);

- diagramma (Rp/Rf)/profondità (fornisce l'interpretazione litologica attraverso il rapporto di Begemann – Raccomandazioni AGI 1977);
- tabella delle letture con valutazioni litologiche e colonna stratigrafica interpretativa.
- Tabella dei parametri geotecnici.

Per quanto riguarda i parametri geotecnici si riporta di seguito l'elenco dei simboli adottati e le correlazioni impiegate dal software di elaborazione.

γ' = t/mc	<i>peso di volume efficace (Terzaghi & Peck 1967);</i>
C_u = kg/cmq	<i>coesione non drenata (da correlazioni C_u-R_p);</i>
ϕ = °	<i>angolo d'attrito interno (Meyerhof 1956-1976);</i>
tens. Eff. =	<i>tensione geostatica verticale efficace (da γ')</i>
M_o =	<i>modulo di deformazione edometrico (Sanglerat 1972)</i>
OCR =	<i>grado di sovraconsolidazione terreni coesivi (Ladd et al.1972,74-77)</i>



**Alcune fasi dell'esecuzione della prova
in sito CPT 3 – PASSERELLA A.**



**Alcune fasi dell'esecuzione della prova
in sito CPT 2 – PONTILE B.**



**Alcune fasi dell'esecuzione della
prova in sito CPT 1 – PONTILE
IN SCATOLARE C.AV.**

Prove sismiche

Si fa riferimento a indagini MASW e ReMi eseguite sulla stessa compagine litologico-stratigrafia.

Analisi con array sismico MASW

L'utilizzo congiunto di un software basato su algoritmi genetici e di un'attrezzatura totalmente digitale sviluppata in array, permette di ottenere risultati particolarmente precisi e affidabili. L'acquisizione simultanea di molti canali, che aumentano la ridondanza statistica, insieme alla semplicità delle operazioni, permettono al **MASW** di superare pienamente le limitazioni incontrate con precedenti metodi.

La strumentazione necessaria è composta da uno stendimento sismico di 24 o più geofoni verticali e dal sismografo. Data la necessità di analizzare con elevato dettaglio le basse frequenze (tipicamente anche al di sotto dei 20 Hz), si utilizzano geofoni a 4.5 Hz ad asse verticale uniti in un array lineare totalmente digitale (SoilSpy Rosina). Ogni geofono è munito di un digitalizzatore che converte il segnale e lo trasmette al sismografo tramite un'interfaccia USB. Tale sistema permette di avere elevati rapporti di rumore, un perfetto sincronismo e una estrema leggerezza. L'energizzazione viene effettuata ad hoc a varie distanze e con varie ripetizioni (tecnica stacking) per sommare algebricamente i segnali ottenuti rendendo in tal modo la potenza del segnale superiore a quella del rumore di fondo.

Analisi sismica con tecnica Re.Mi.

L'analisi sismica di sito effettuata tramite l'utilizzo di antenne sismiche e metodologia REMI (Refraction Microtremor) consente di determinare il profilo di rigidità del sito (velocità delle onde di taglio S) tramite la misura di velocità di propagazione delle onde di superficie (onde di Rayleigh) ed un successivo processo di inversione. Le sorgenti sismiche sono rappresentate da "rumori ambientali", o microtremori, costantemente generati da disturbi naturali o artificiali.

La tecnica di analisi sismica REMI è consigliata in tutti gli ambienti a forte rumore di fondo (aree urbanizzate) poiché il rumore è multidirezionale e multifrequenziale. Si utilizzerà quindi quella parte del segnale sismico che è sempre stata considerata un "disturbo" nelle classiche tecniche di sismica a rifrazione. La misura viene effettuata in continuo per

qualche minuto (10) e il risultato è una curva di dispersione della velocità di fase dell'onda di Rayleigh. Tramite una modellizzazione diretta del sottosuolo è possibile creare un'onda sintetica introducendo valori di velocità e spessori.

La piena compatibilità sia software che hardware permette un'interazione diretta tra le varie tecniche d'**indagine sismica**. In particolare, l'**analisi congiunta tra REMI e H/V** fornisce un modello sismo – stratigrafico robusto e affidabile. L'**analisi sismica "superficiale"** di dettaglio ricavata dall'**array sismico** unita alle prospezioni H/V per le elevate profondità e alle misure di vibrazione di sito, permette di caratterizzare il terreno oltre che dal punto di vista sismo – stratigrafico anche in ottica **antisismica**.

Nel seguito, si riportano i risultati ottenuti in una recente caratterizzazione del sottosuolo di Villanova, sia con tecnica Masw che con Re.Mi..

I risultati dei due array realizzati concordano in modo preciso.

Infatti

array	Vs30 (m/s)	Tipo di suolo
M.A.S.W.	313	C
Re.Mi.	301	C

4. ASSETTO STRATIGRAFICO DEL SOTTOSUOLO

Il sottosuolo si presenta caratterizzato da sedimenti alluvionali, sostanzialmente dati da prevalenti limi argillosi (primo metro) e poi da sabbie (ancora 1,40 m) e argille e limi fino a 6 m circa.

Le risultanze dell'indagine possono così essere riassunte, nel seguente modello geotecnico a strati, valido per il presente intervento:

Orizzonte litotecnico – prova CPT1	Intervallo di profondità (m)
LIMO SABBIOSO E SABBIA ($C_u = 0.75 \text{ kg/cmq}$, $\phi = 28^\circ$ $\gamma = 1.85 \text{ g/cm}$, $M_o = 50 \text{ kg/cmq}$)	0.00 ÷ 1.20
ARGILLA MEDIA ($C_u = 0.50 - 0.70 \text{ kg/cmq}$, $\phi = 0$, $\gamma_{imm} = 0.90 \text{ g/cm}$ $M_o = 40 \text{ kg/cmq}$)	1.20 ÷ 3.00
ARGILLA MEDIA ($C_u = 0.35 - 0.55 \text{ kg/cmq}$, $\phi = 0^\circ$ $\gamma_{imm} = 0.90 \text{ g/cm}$ $M_o = 30-40 \text{ kg/cmq}$)	3.00 ÷ 4.60
SABBIA ($C_u = 0 \text{ kg/cmq}$, $\phi = 31$ $\gamma_{imm} = 0.90 \text{ g/cm}$, $M_o = 120 \text{ kg/cmq}$)	4.60 ÷ 5.60
Falda = -1.50 m	

Orizzonte litotecnico – prova CPT2	Intervallo di profondità (m)
LIMO SABBIOSO E SABBIA ($Cu = 0.70 \text{ kg/cmq}$, $\phi = 28^\circ$ $\gamma = 1.85 \text{ g/cm}^3$, $Mo = 50 \text{ kg/cmq}$)	0.00 ÷ 1.20
ARGILLA MEDIA CON LIVELLI DI LIMO SABBIOSO ($Cu = 0.50 - 0.70 \text{ kg/cmq}$, $\phi = 0$, $\gamma_{imm} = 0.90 \text{ g/cm}^3$ $Mo = 35-45 \text{ kg/cmq}$)	1.20 ÷ 4.80
SABBIA ($Cu = 0 \text{ kg/cmq}$, $\phi = 30-31^\circ$ $\gamma_{imm} = 0.90 \text{ g/cm}^3$, $Mo = 120 \text{ kg/cmq}$)	4.80 ÷ 6.00
Falda = -1.40 m	

Orizzonte litotecnico – prova CPT3	Intervallo di profondità (m)
ARGILLA MEDIA CON LIVELLI ARGILLA ORGANICA ($Cu = 0.15 - 0.40 \text{ kg/cmq}$, $\phi = 0$, $\gamma_{imm} = 0.85 \text{ g/cm}^3$ $Mo = 10-30 \text{ kg/cmq}$)	0.00 ÷ 4.80
ARGILLA MEDIA ($Cu = 0.65 \text{ kg/cmq}$, $\phi = 0^\circ$ $\gamma_{imm} = 0.90 \text{ g/cm}^3$, $Mo = 45 \text{ kg/cmq}$)	4.80 ÷ 5.50
Falda = -1.30 m	

Per una lettura dettagliata si rimanda ai grafici penetrometrici e relative tabelle.

Una valutazione preliminare dell'assetto stratigrafico porta a ritenere il sito idoneo a sostenere fondazioni superficiali sottoposte a carichi ordinari.

5. SISMICITA'

Con riferimento alla normativa antisismica vigente, il Comune di Fossalta di Portogruaro non rientrava nell'elenco dei Comuni dichiarati zona sismica previsto dalle precedenti normative. Con l'entrata in vigore della nuova normativa antisismica di cui all'ordinanza P.C.M. 3274 del 30.03.2003 recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", il territorio Comunale diventa zona sismica di 3a categoria.

Per i comuni ricadenti in zona di 3a categoria, e con l'entrata in vigore delle nuove norme tecniche sulle costruzioni di cui al D.M.17/01/2018, l'opera è soggetta a tale norma di progettazione.

Si è presa a riferimento l'opera posta più a nord (passerella A)

Valutazione dei parametri sismici (NTC 2018 – DM 17/01/2018)

Alla luce delle NTC 2018, ed in base alle indicazioni fornite dal Progettista delle Strutture, l'opera presenta i seguenti caratteri:

- $V_n =$ Vita nominale ≥ 50 anni
- Classe d'uso II
- Coefficiente d'uso $c_u = 1,0$
- $V_r = V_n * C_u = 50$ anni

Il sito possiede, in corrispondenza dei relativi stati limite, i seguenti periodi di ritorno e parametri sismici caratteristici:

	T_r	A_g/g	F_o	T_c
SL0	30	0,033	2,582	0,222
SLD	50	0,040	2,626	0,263
SLV	475	0,100	2,590	0,376
SLC	975	0,127	2,594	0,409

Tali valori, derivati per interpolazione tra i punti della griglia stabiliti a scala nazionale dall'INGV – programma di calcolo Spettri-NTC 2008 versione 1.03.

CATEGORIE DI SUOLO

Il sottosuolo, sulla base delle conoscenze geotecniche del sito, può essere così classificato con rif. Alla tabella 3.2.II del NTC-2018:

*Depositi di terreni a grana grossa MEDIANAMENTE addensati o terreni a grana fina MEDIANAMENTE consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori di: $180 \text{ m/s} < V_s < 360 \text{ m/s}$: **CATEGORIA DI SUOLO TIPO C.***

CATEGORIE TOPOGRAFICHE

Il sito con riferimento alle 4 classi topografiche di tabella 3.2.III il sito ricade in categoria T1 – pianeggiante.

Liquefazione

Sulla base di quanto osservato finora con le indagini, in generale per l'area non si è mai evidenziato per tali terreni il rischio di liquefazione sotto sollecitazione dinamica. Inoltre, le NTC 2018, prevedono la possibilità di omettere tale verifica per siti soggetti ad almeno una delle seguenti condizioni:

- accelerazioni $a_g < 0,10 \text{ g}$.
- falda $> 15 \text{ m}$,
- fuso granulometrico esterno a quanto indicato nel DM.
- Sabbie con $q_c > 180 \text{ kg/cm}^2$.

Il sito ricade nella prima condizione e nella terza.

6. CONSIDERAZIONI SULLE FONDAZIONI

Sono state valutate le seguenti ipotesi, riguardanti la geometria e la profondità di posa delle fondazioni. Come riferimento, vengono di seguito presentate le risultanze dell'analisi della capacità portante del terreno naturale nelle seguenti condizioni:

Fondazione a platea su terreno naturale limoso-argilloso

fondazione a platea di 4m di larghezza (B)

strato di posa n. 1 (argilla media)

- profondità di posa (D) = 0,70 m
- $C_u = 0,40 \text{ kg/cm}^2$
- $\phi = 0^\circ$
- $\gamma = 1,85 \text{ t/m}^3$

L'approccio utilizzato, in base a quanto previsto dalle NTC 2018 è il 2-GEO.

Pertanto la verifica (SLU), viene effettuata in base ai coefficienti A1, M1, R3.

Secondo la soluzione di TERZAGHI, si ottiene una Rd di:

$$R_d = 1/2.3 * c * N_c + \gamma D * N_q + 0.4 B * \gamma * N_\gamma = 1,0 \text{ kg/cm}^2$$

(il valore tiene conto di un coefficiente di sicurezza R3 = 2,3 come previsto dal vigente D.M 17.01.2018)

Cedimenti (SLE)

Sono state condotte simulazioni dei cedimenti attesi per la struttura con fondazioni superficiali. La larghezza di fondazione considerata è di 4 m, nell'ipotesi che sia libera di assestarsi. Il carico trasferito al terreno, viene considerato non superiore a 70 kPa.

Si è fatto riferimento ad una stratigrafia media, come derivata dalle indagini condotte, e si è proceduto a valutare l'aliquota del carico in fondazione che effettivamente agisce sugli strati compressibili. La relazione impiegata è

$$S = h * m_v * \Delta q$$

(Ponendo h = 300 cm spessore strati interessati dai carichi, utilizzando per i valori di m_v quelli ottenibili mediante elaborazione dei valori di modulo elastico derivati dalle prove penetrometriche, e $\Delta q = 70 \text{ kPa}$ variazioni di carico con la profondità al di sotto della fondazione .

Carico unitario (kPa)	Cedimento atteso (cm)
70	3.5 cm

Il cedimento in valore assoluto è ritenuto ammissibile per la tipologia di opera.

7. CONCLUSIONI

In conclusione dello studio condotto si evidenziano i seguenti punti:

- l'area, come riscontrato con l'indagine, si presenta caratterizzata da terreni alluvionali di resistenza media o buona; fa eccezione il sito A per la presenza di argille più plastiche o organiche.
- la falda è superficiale (1,3 – 1,5 m) e può interferire con le fondazioni che saranno poste a circa 1,5 m di profondità mediamente;
- il sito non è considerato a rischio di liquefazione, sotto sollecitazione di taglio per il prevalere dei termini coesivi, e per via dello stato di addensamento delle sabbie;
- i carichi delle strutture in progetto sono di lieve entità trattandosi di opere in acciaio e legno pertanto anche i cedimenti indotti nel sottosuolo si ritengono ammissibili.

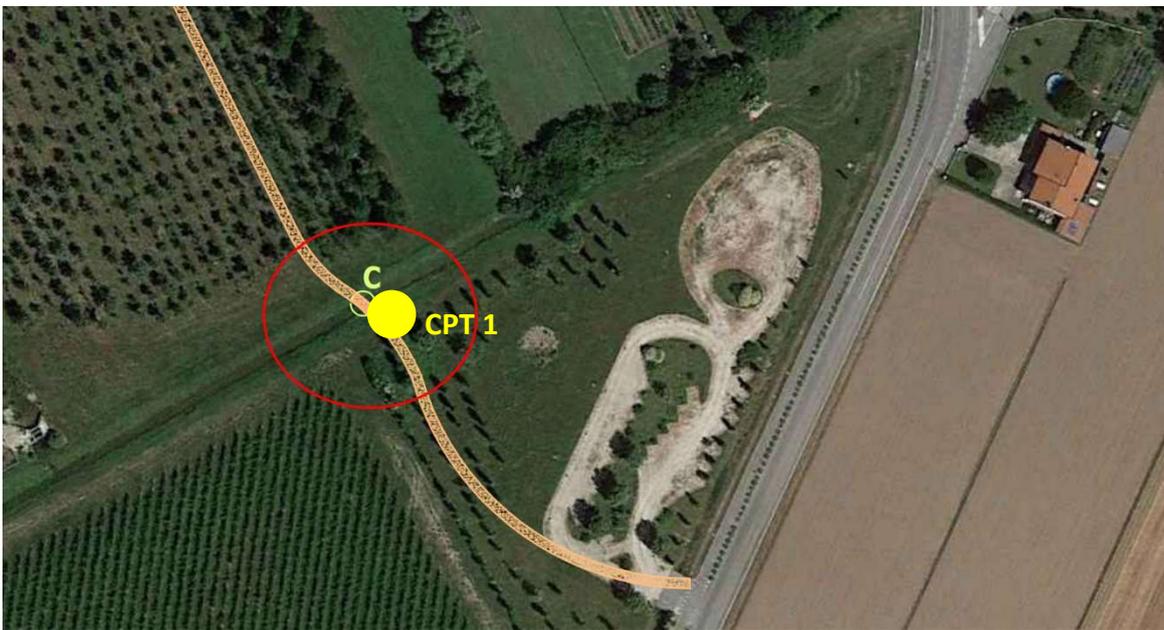
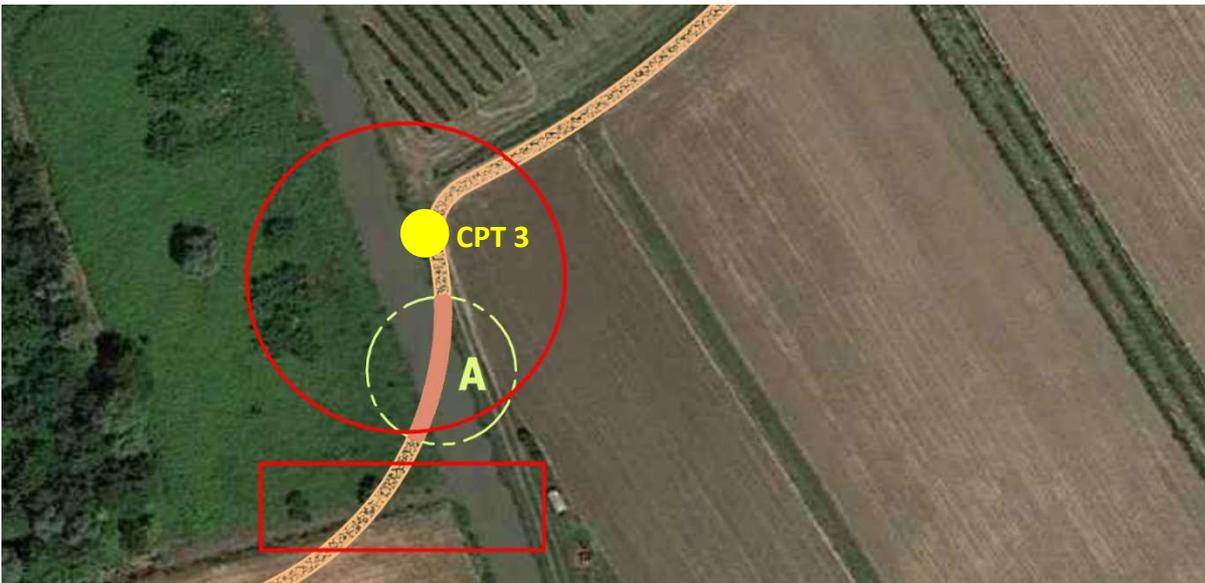
Sulla scorta di quanto esposto e fatto salvo il contenuto dei precedenti punti, le condizioni idrogeologiche, morfologiche e geotecniche del sito sono compatibili con le previsioni del progetto.

La presente relazione è stata redatta in ottemperanza a quanto disposto dal D.M. 17.01.2018, in materia di norme tecniche per le indagini sui terreni e sulle rocce.

Latisana li 30/11/2021

Il Geologo







PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

CPT 1

Riferimento **145-2021**

Committente **ZIGNAGO VETRO SPA**
Cantiere **OPERE COMPENSAZIONE - PASSERELLA "C" SCATOLARE IN C.A.**
Località **VILLANOVA S. ANTONIO SUD**

U.M.: **kg/cm²** Data esec. 19/11/2021

Pagina 1
Elaborato Falda -1,50 m da quota inizio

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	F -	Rf %
0,20	15	25		15,0	0,67	22	4,5								
0,40	19	29		19,0	0,67	28	3,5								
0,60	22	35		22,0	0,87	25	4,0								
0,80	27	39		27,0	0,80	34	3,0								
1,00	18	27		18,0	0,60	30	3,3								
1,20	13	19		13,0	0,40	33	3,1								
1,40	12	20		12,0	0,53	23	4,4								
1,60	7	14		7,0	0,47	15	6,7								
1,80	10	16		10,0	0,40	25	4,0								
2,00	9	17		9,0	0,53	17	5,9								
2,20	18	24		18,0	0,40	45	2,2								
2,40	18	27		18,0	0,60	30	3,3								
2,60	22	30		22,0	0,53	42	2,4								
2,80	15	24		15,0	0,60	25	4,0								
3,00	20	27		20,0	0,47	43	2,4								
3,20	11	19		11,0	0,53	21	4,8								
3,40	7	16		7,0	0,60	12	8,6								
3,60	13	20		13,0	0,47	28	3,6								
3,80	10	18		10,0	0,53	19	5,3								
4,00	7	12		7,0	0,33	21	4,7								
4,20	14	24		14,0	0,67	21	4,8								
4,40	10	16		10,0	0,40	25	4,0								
4,60	6	13		6,0	0,47	13	7,8								
4,80	28	39		28,0	0,73	38	2,6								
5,00	43	60		43,0	1,13	38	2,6								
5,20	51	68		51,0	1,13	45	2,2								
5,40	44	58		44,0	0,93	47	2,1								

H = profondità
L1 = prima lettura (punta)
L2 = seconda lettura (punta + laterale)
Lt = terza lettura (totale)
CT = 10,00 costante di trasformazione

qc = resistenza punta
fs = resistenza laterale
alla stessa quota di qc
F = rapporto Begemann (qc / fs)
Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc) * 100

Lo sperimentatore: **dott.geol. Stefano Russo**

Il direttore laboratorio: **geologo Stefano Russo**

Riproduzione cartacea del documento informatico sottoscritto digitalmente da

PREGLIASCO SERGIO il 03/12/2021 16:47:57

FON127

RUSSO STEFANO il 02/12/2021 21:25:24 Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

ai sensi dell'art. 20 e 23 del D.lgs 82/2005

PROTOCOLLO GENERALE 2021 / 622 / 11/06/10/2021



PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

CPT

2

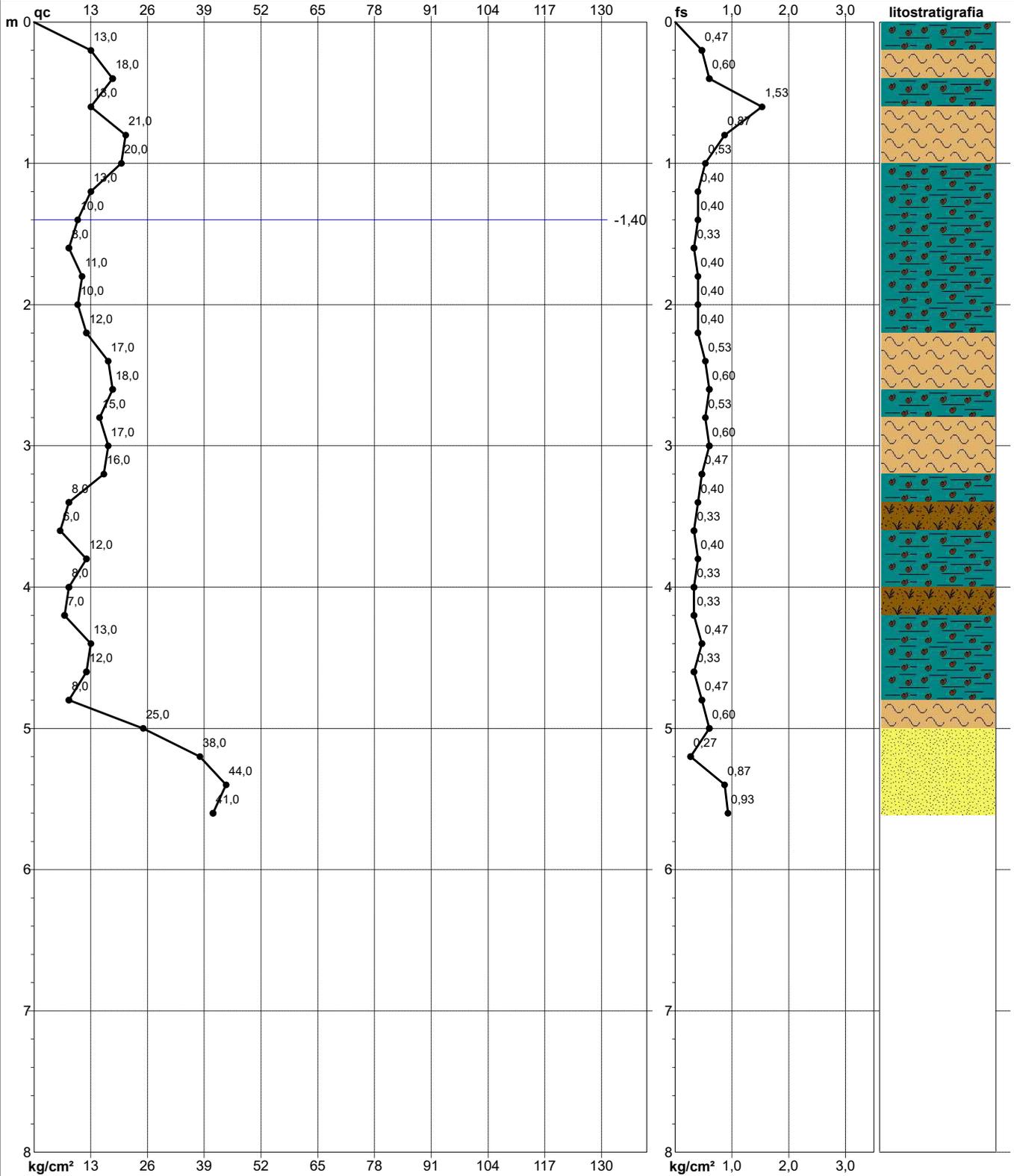
Riferimento

145-2021

Committente **ZIGNAGO VETRO SPA**
 Cantiere **OPERE COMPENSAZIONE - TOMBOTTO "B" IN C.A.**
 Località **VILLANOVA S. ANTONIO - VIA MANZONI NORD**

U.M.: **kg/cm²**
 Scala: **1:40**
 Pagina **1**
 Elaborato

Data esec. **19/11/2021**
 Quota inizio: **+3,60 m slm**
 Falda **-1,40 m da quota inizio**



Litology: **Begemann [qc + qc/fs] 4 Zone**
 Penetrometro: **SP100**
 Responsabile: **dott.geol. Stefano Russo**
 Assistente:

Corr.astine: **kg/ml**

preforo **m**

Lo sperimentatore: dott.geol. Stefano Russo

Il direttore laboratorio: geologo Stefano Russo

Riproduzione cartacea del documento informatico sottoscritto digitalmente da

PREGLIASCO SERGIO il 03/12/2021 16:47:57

FON127

RUSSO STEFANO il 02/12/2021 21:25:24

Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

ai sensi dell'art. 20 e 23 del D.lgs 82/2005

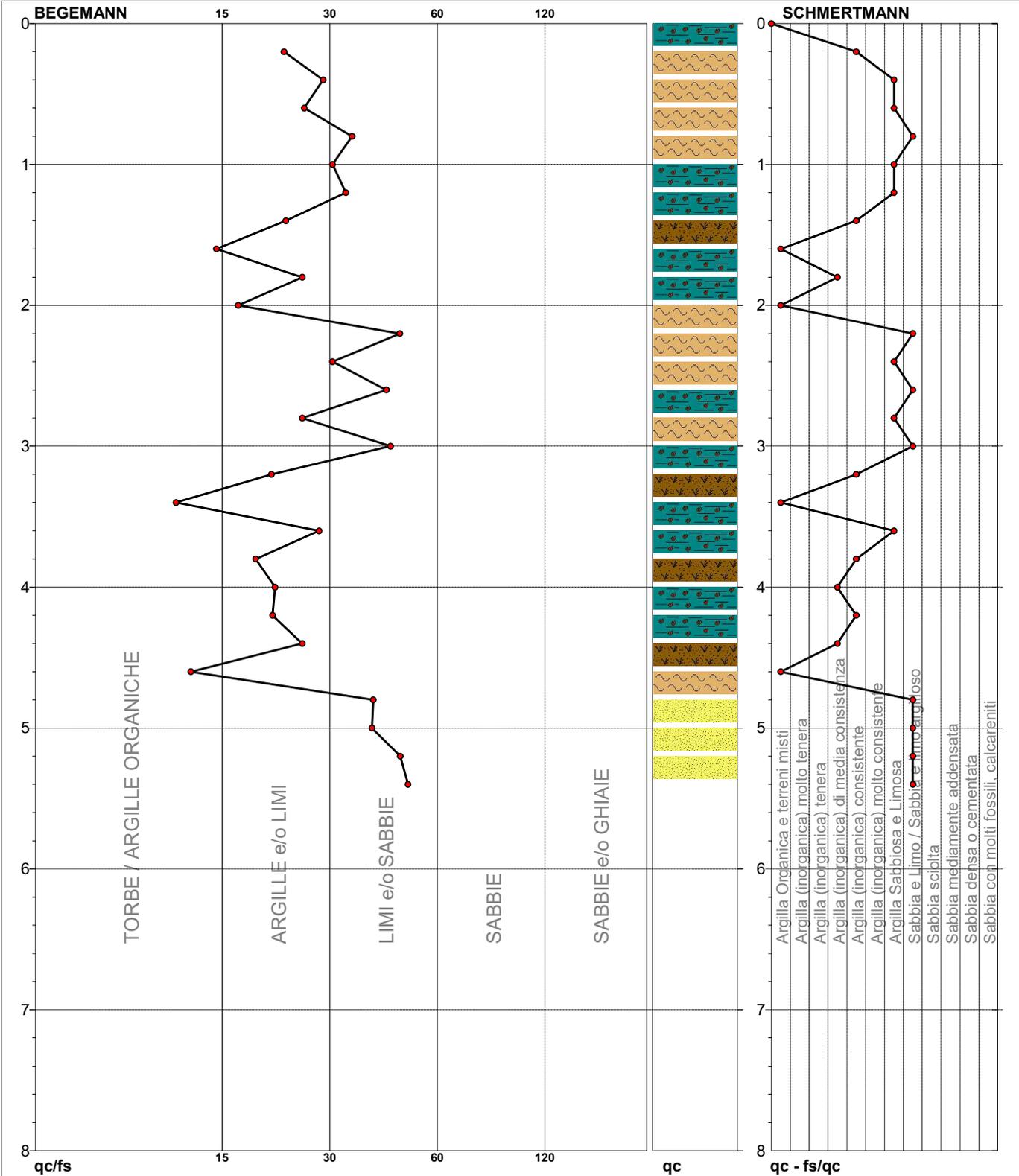
PROTOCOLLO GENERALE 2021 / 623 / 11/06/13/2021



PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT	1
Riferimento	145-2021

Committente	ZIGNAGO VETRO SPA	U.M.:	kg/cm²	Data eseg.	19/11/2021
Cantiere	OPERE COMPENSAZIONE - PASSERELLA "C" SCATOLARE IN C.A.	Scala:	1:40		
Località	VILLANOVA S. ANTONIO SUD	Pagina	1	Falda	-1,50 m da quota inizio
		Elaborato			



● 145-2021 [1]: 5,40 m

Lo sperimentatore: dott.geol. Stefano Russo
Il direttore laboratorio: geologo Stefano Russo

Riproduzione cartacea del documento informatico sottoscritto digitalmente da

PREGLIASCO SERGIO il 03/12/2021 16:47:57

FON127

RUSSO STEFANO il 02/12/2021 21:25:24 Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

ai sensi dell'art. 20 e 23 del D.lgs 82/2005

PROTOCOLLO GENERALE 2021 / 6237 / 11/06/10/2021



PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

CPT

2

Riferimento

145-2021

Committente **ZIGNAGO VETRO SPA**
 Cantiere **OPERE COMPENSAZIONE - TOMBOTTO "B" IN C.A.**
 Località **VILLANOVA S. ANTONIO - VIA MANZONI NORD**

U.M.: **kg/cm²**

Data esec. 19/11/2021

Pagina 1
 Elaborato

Falda -1,40 m da quota inizio

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	F -	Rf %
0,20	13	20		13,0	0,47	28	3,6								
0,40	18	27		18,0	0,60	30	3,3								
0,60	13	36		13,0	1,53	8	11,8								
0,80	21	34		21,0	0,87	24	4,1								
1,00	20	28		20,0	0,53	38	2,7								
1,20	13	19		13,0	0,40	33	3,1								
1,40	10	16		10,0	0,40	25	4,0								
1,60	8	13		8,0	0,33	24	4,1								
1,80	11	17		11,0	0,40	28	3,6								
2,00	10	16		10,0	0,40	25	4,0								
2,20	12	18		12,0	0,40	30	3,3								
2,40	17	25		17,0	0,53	32	3,1								
2,60	18	27		18,0	0,60	30	3,3								
2,80	15	23		15,0	0,53	28	3,5								
3,00	17	26		17,0	0,60	28	3,5								
3,20	16	23		16,0	0,47	34	2,9								
3,40	8	14		8,0	0,40	20	5,0								
3,60	6	11		6,0	0,33	18	5,5								
3,80	12	18		12,0	0,40	30	3,3								
4,00	8	13		8,0	0,33	24	4,1								
4,20	7	12		7,0	0,33	21	4,7								
4,40	13	20		13,0	0,47	28	3,6								
4,60	12	17		12,0	0,33	36	2,8								
4,80	8	15		8,0	0,47	17	5,9								
5,00	25	34		25,0	0,60	42	2,4								
5,20	38	42		38,0	0,27	141	0,7								
5,40	44	57		44,0	0,87	51	2,0								
5,60	41	55		41,0	0,93	44	2,3								

H = profondità
 L1 = prima lettura (punta)
 L2 = seconda lettura (punta + laterale)
 Lt = terza lettura (totale)
 CT =10,00 costante di trasformazione

qc = resistenza punta
 fs = resistenza laterale
 alla stessa quota di qc
 F = rapporto Begemann (qc / fs)
 Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

Lo sperimentatore: dott.geol. Stefano Russo

Il direttore laboratorio: geologo Stefano Russo

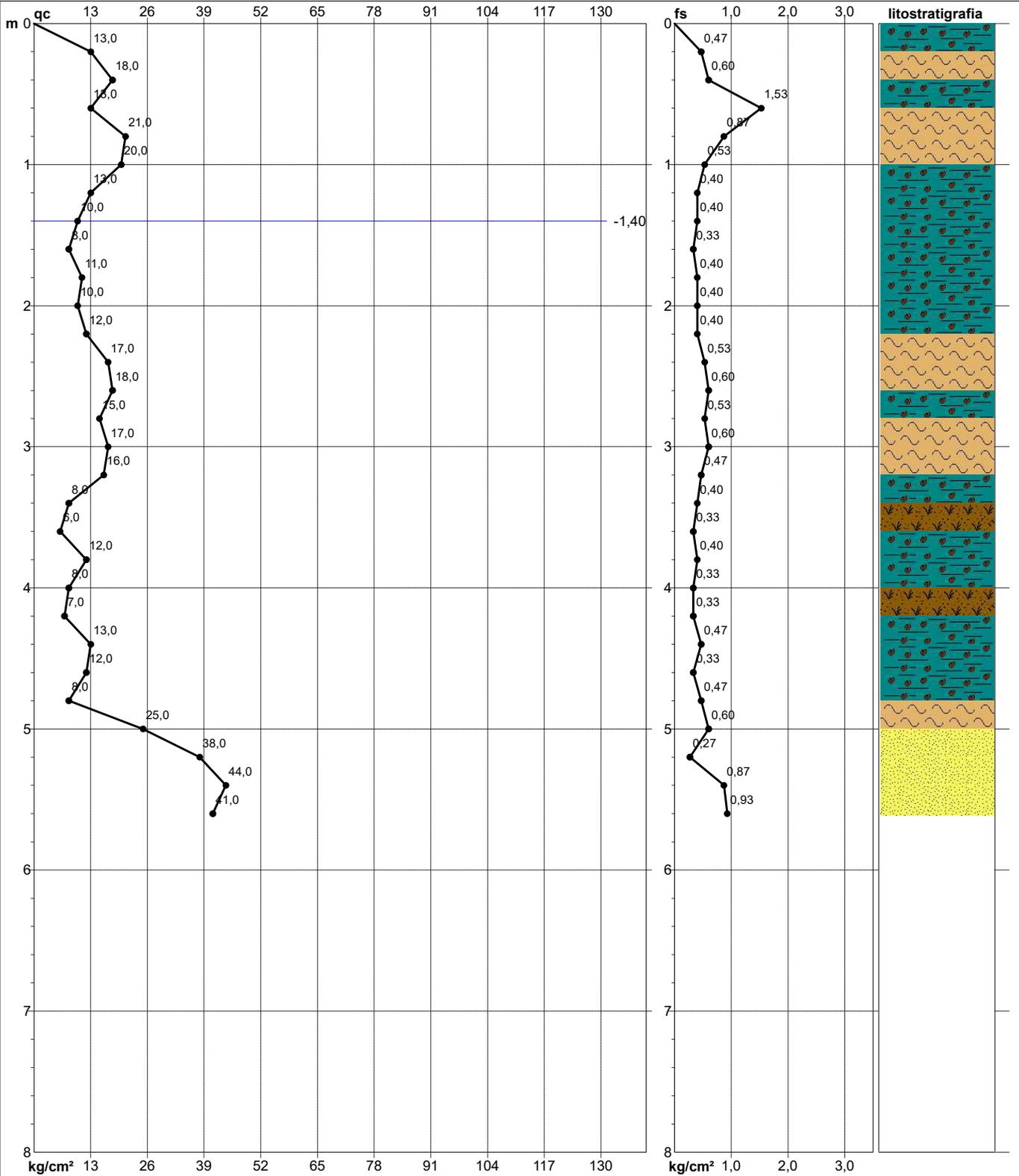
Riproduzione cartacea del documento informatico sottoscritto digitalmente da



PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

CPT	2
Riferimento	145-2021

Committente	ZIGNAGO VETRO SPA	U.M.:	kg/cm²	Data exec.	19/11/2021
Cantiere	OPERE COMPENSAZIONE - TOMBOTTO "B" IN C.A.	Scala:	1:40	Quota inizio:	+3,60 m slm
Località	VILLANOVA S. ANTONIO - VIA MANZONI NORD	Pagina	1	Falda	-1,40 m da quota inizio
		Elaborato			



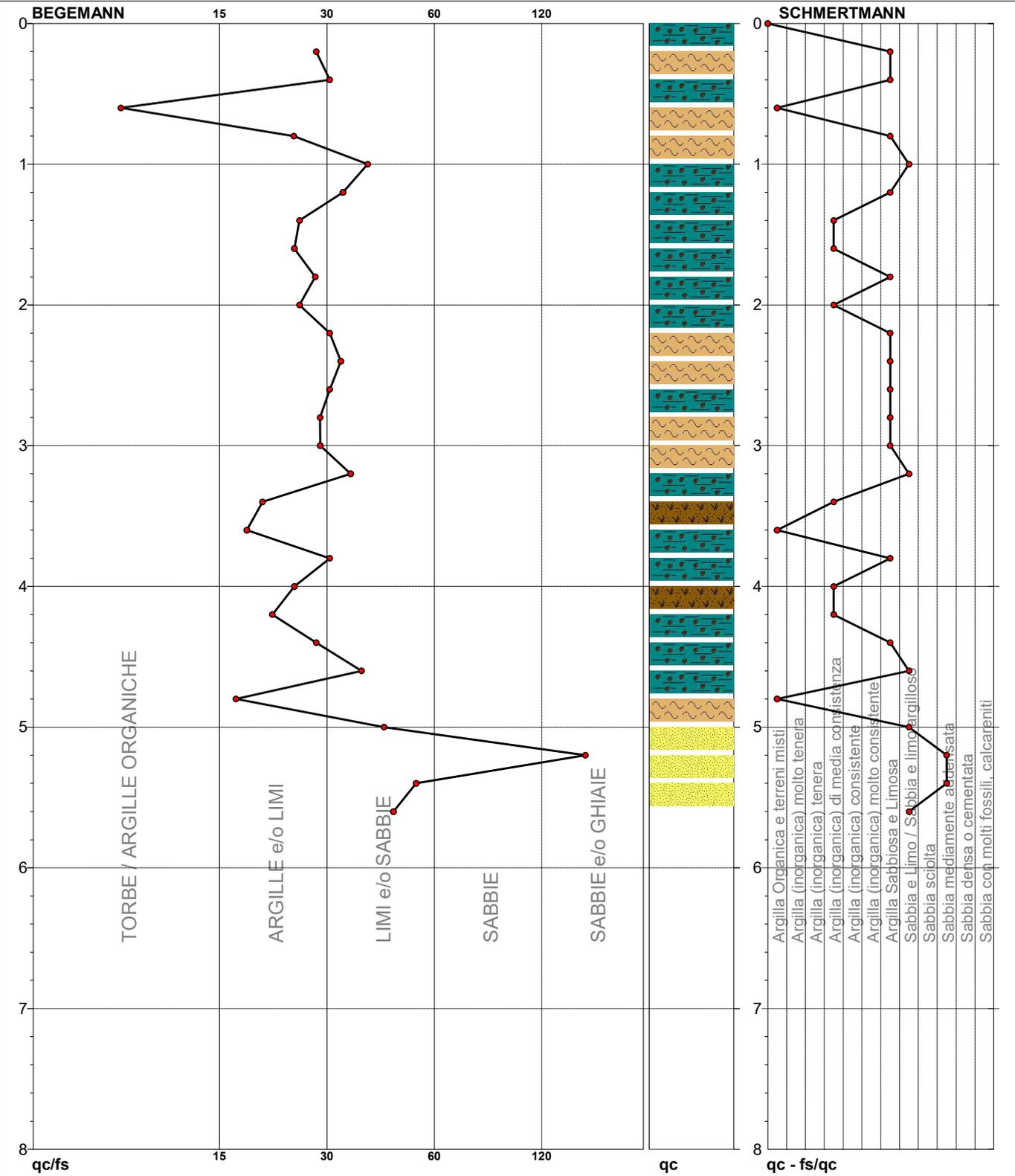
Litology:	Begemann [qc + qc/fs] 4 Zone	Corr.astine:	kg/ml	Lo sperimentatore:	dott.geol. Stefano Russo
Penetrometro:	SP100	Cod. tip.:		Il direttore laboratorio:	geologo Stefano Russo
Responsabile:	dott.geol. Stefano Russo				
Assistente:					



PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT	2
Riferimento	145-2021

Committente	ZIGNAGO VETRO SPA	U.M.:	kg/cm²	Data esec.	19/11/2021
Cantiere	OPERE COMPENSAZIONE - TOMBOTTO "B" IN C.A.	Scala:	1:40		
Località	VILLANOVA S. ANTONIO - VIA MANZONI NORD	Pagina	1		
		Elaborato		Falda	-1,40 m da quota inizio



● 145-2021 [2] : 5,60 m

Lo sperimentatore: dott.geol. Stefano Russo
Il direttore laboratorio: geologo Stefano Russo

Riproduzione cartacea del documento informatico sottoscritto digitalmente da

PREGLIASCO SERGIO il 03/12/2021 16:47:57

FON127

RUSSO STEFANO il 02/12/2021 21:25:24 Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

ai sensi dell'art. 20 e 23 del D.lgs 82/2005

PROTOCOLLO GENERALE 2021 / 6215 / 11/06/10/2021



PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

CPT

3

Riferimento

145-2021

Committente **ZIGNAGO VETRO SPA**
 Cantiere **OPERE COMPENSAZIONE - PASSERELLA "A"**
 Località **VILLANOVA S. ANTONIO - CANALE LA VECCHIA**

U.M.: **kg/cm²**

Data esec. 19/11/2021

Pagina 1
 Elaborato

Falda -1,30 m da quota inizio

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	F -	Rf %
0,20	10	18		10,0	0,53	19	5,3								
0,40	14	30		14,0	1,07	13	7,6								
0,60	11	26		11,0	1,00	11	9,1								
0,80	10	23		10,0	0,87	11	8,7								
1,00	9	19		9,0	0,67	13	7,4								
1,20	8	14		8,0	0,40	20	5,0								
1,40	6	12		6,0	0,40	15	6,7								
1,60	5	9		5,0	0,27	19	5,4								
1,80	4	8		4,0	0,27	15	6,8								
2,00	8	14		8,0	0,40	20	5,0								
2,20	10	17		10,0	0,47	21	4,7								
2,40	11	16		11,0	0,33	33	3,0								
2,60	7	12		7,0	0,33	21	4,7								
2,80	8	14		8,0	0,40	20	5,0								
3,00	9	15		9,0	0,40	23	4,4								
3,20	11	17		11,0	0,40	28	3,6								
3,40	9	16		9,0	0,47	19	5,2								
3,60	6	11		6,0	0,33	18	5,5								
3,80	5	10		5,0	0,33	15	6,6								
4,00	3	6		3,0	0,20	15	6,7								
4,20	3	5		3,0	0,13	23	4,3								
4,40	5	8		5,0	0,20	25	4,0								
4,60	6	11		6,0	0,33	18	5,5								
4,80	7	13		7,0	0,40	18	5,7								
5,00	17	25		17,0	0,53	32	3,1								
5,20	14	23		14,0	0,60	23	4,3								
5,40	13	22		13,0	0,60	22	4,6								

H = profondità
 L1 = prima lettura (punta)
 L2 = seconda lettura (punta + laterale)
 Lt = terza lettura (totale)
 CT =10,00 costante di trasformazione

qc = resistenza punta
 fs = resistenza laterale
 alla stessa quota di qc
 F = rapporto Begemann (qc / fs)
 Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

Lo sperimentatore: dott.geol. Stefano Russo

Il direttore laboratorio: geologo Stefano Russo

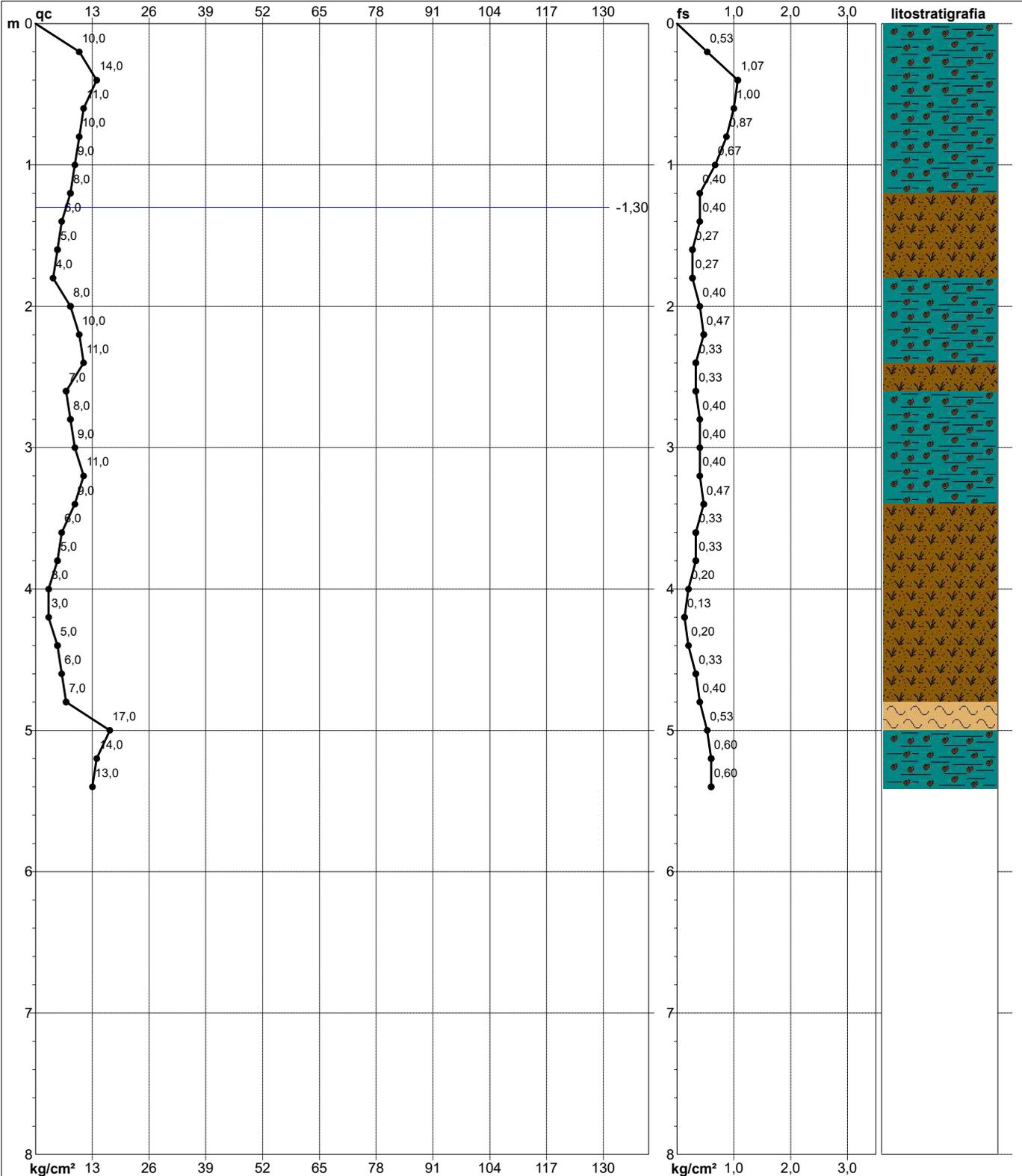
Riproduzione cartacea del documento informatico sottoscritto digitalmente da



PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

CPT	3
Riferimento	145-2021

Committente	ZIGNAGO VETRO SPA	U.M.:	kg/cm²	Data exec.	19/11/2021
Cantiere	OPERE COMPENSAZIONE - PASSERELLA "A"	Scala:	1:40	Quota inizio:	+3,60 M SLM
Località	VILLANOVA S. ANTONIO - CANALE LA VECCHIA	Pagina	1	Falda	-1,30 m da quota inizio
		Elaborato			



Litology:	Begemann [qc + qc/fs] 4 Zone	Corr.astine:	kg/ml	Lo sperimentatore:	dott.geol. Stefano Russo
Penetrometro:	SP100	Cod. tip.:		Il direttore laboratorio:	geologo Stefano Russo
Responsabile:	dott.geol. Stefano Russo				
Assistente:					



PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
PARAMETRI GEOTECNICI

CPT

3

Riferimento

145-2021

Committente **ZIGNAGO VETRO SPA**
 Cantiere **OPERE COMPENSAZIONE - PASSERELLA "A"**
 Località **VILLANOVA S. ANTONIO - CANALE LA VECCHIA**

U.M.: **kg/cm²**

Data esec. 19/11/2021

Pagina 1
 Elaborato

Falda -1,30 m da quota inizio

NATURA COESIVA

NATURA GRANULARE

H	qc	qc/fs	zone	γ'	σ'_{vo}	Vs	Cu	OCR	Eu50	Eu25	Mo	Dr	Sc	Ca	Ko	DB	DM	Me	E'50	E'25	Mo	FL1	FL2
m	U.M.			t/m ³	U.M.	m/s	U.M.	%	U.M.	U.M.	U.M.	%	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	U.M.	U.M.	U.M.		
0,20	10,0	18,9	2	1,85	0,04	132	0,50	99,9	85,0	127,5	40,0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	14,0	13,1	2	1,85	0,07	150	0,64	92,5	108,2	162,3	48,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	11,0	11,0	2	1,85	0,11	137	0,54	45,0	91,2	136,8	42,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	10,0	11,5	2	1,85	0,15	132	0,50	28,8	85,0	127,5	40,0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	9,0	13,4	2	1,85	0,19	127	0,45	19,1	76,5	114,8	37,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	8,0	20,0	2	1,85	0,22	121	0,40	13,1	68,0	102,0	35,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	6,0	15,0	1	0,46	0,23	109	0,30	8,7	12,9	19,4	9,0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	5,0	18,5	2	0,80	0,25	101	0,25	6,4	64,2	96,3	25,0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,80	4,0	14,8	1	0,46	0,26	93	0,20	4,6	13,0	19,6	6,0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,00	8,0	20,0	2	0,86	0,27	121	0,40	10,1	68,0	102,0	35,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,20	10,0	21,3	2	0,90	0,29	132	0,50	12,3	85,0	127,5	40,0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,40	11,0	33,3	4	0,87	0,31	137	0,54	12,5	91,2	136,8	42,5	25	40	28	24	23	31	26	18,3	27,5	33,0	--	--
2,60	7,0	21,2	2	0,84	0,33	115	0,35	6,9	82,3	123,5	32,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,80	8,0	20,0	2	0,86	0,34	121	0,40	7,6	83,6	125,4	35,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,00	9,0	22,5	2	0,88	0,36	127	0,45	8,3	85,9	128,9	37,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,20	11,0	27,5	2	0,91	0,38	137	0,54	9,7	91,8	137,7	42,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,40	9,0	19,1	2	0,88	0,40	127	0,45	7,4	97,7	146,5	37,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,60	6,0	18,2	2	0,82	0,41	109	0,30	4,2	115,3	172,9	28,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,80	5,0	15,2	2	0,80	0,43	101	0,25	3,2	119,2	178,8	25,0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,00	3,0	15,0	1	0,46	0,44	84	0,15	1,6	18,7	28,1	4,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,20	3,0	23,1	2	0,76	0,45	84	0,15	1,6	87,0	130,5	15,0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,40	5,0	25,0	2	0,80	0,47	101	0,25	2,9	126,1	189,2	25,0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,60	6,0	18,2	2	0,82	0,49	109	0,30	3,4	136,7	205,1	28,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,80	7,0	17,5	2	0,84	0,50	115	0,35	4,0	140,2	210,2	32,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,00	17,0	32,1	4	0,91	0,52	161	0,72	9,5	124,8	187,3	54,1	27	40	27	24	22	31	27	28,3	42,5	51,0	--	--
5,20	14,0	23,3	2	0,94	0,54	150	0,64	7,7	130,8	196,2	48,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,40	13,0	21,7	2	0,93	0,56	145	0,60	6,9	140,4	210,6	46,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Riproduzione cartacea del documento informatico sottoscritto digitalmente da

Lo sperimentatore: **dott.geol. Stefano Russo**

Il direttore laboratorio: **geologo Stefano Russo**

FON127

RUSSO STEFANO il 02/12/2021 21:25:24

Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

ai sensi dell'art. 20 e 23 del D.lgs 82/2005

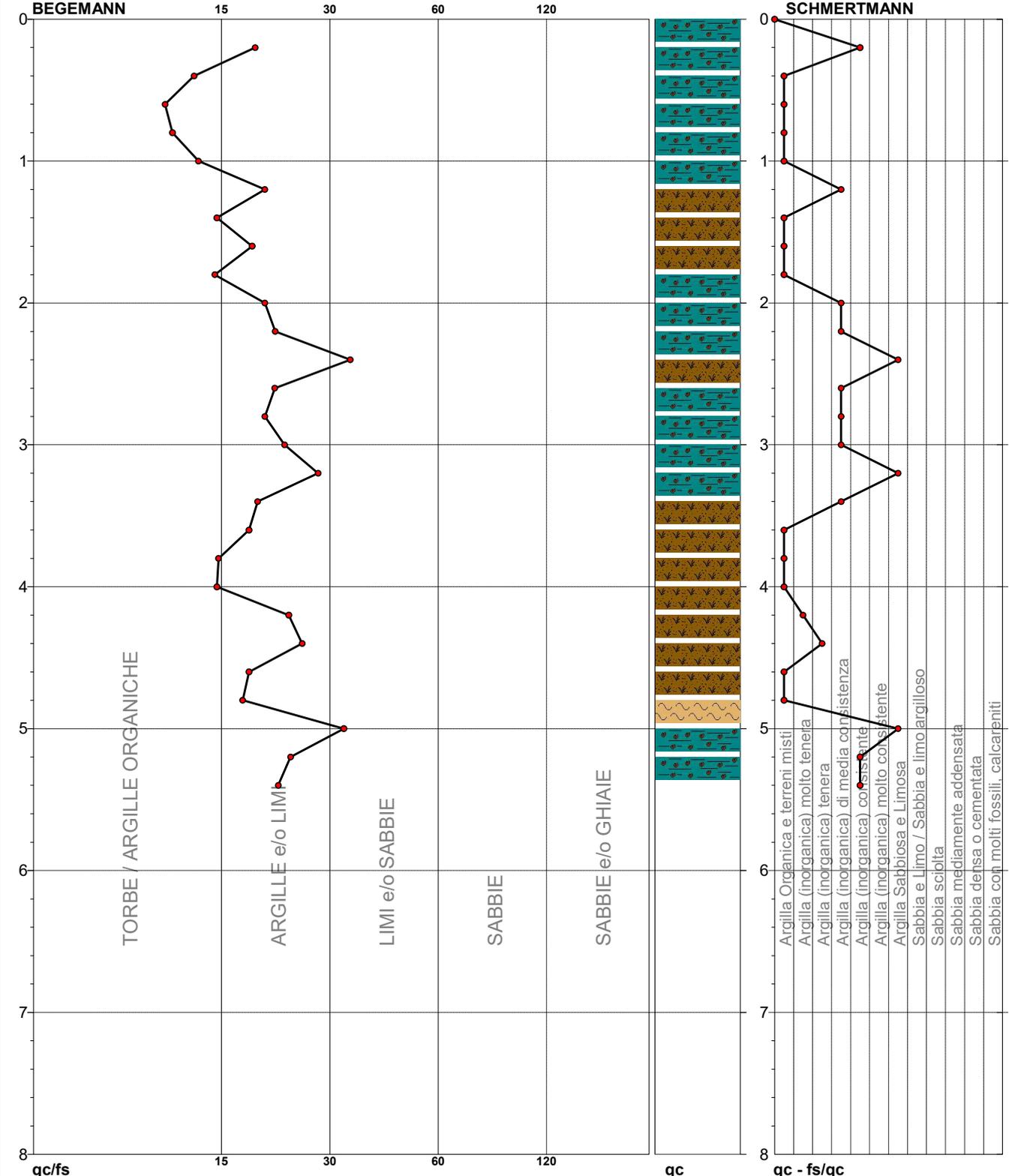
PROTOCOLLO CENTRALE 2021 / 62375 / 11/06/13/2021



PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT	3
Riferimento	145-2021

Committente	ZIGNAGO VETRO SPA	U.M.:	kg/cm²	Data esec.	19/11/2021
Cantiere	OPERE COMPENSAZIONE - PASSERELLA "A"	Scala:	1:40		
Località	VILLANOVA S. ANTONIO - CANALE LA VECCHIA	Pagina	1		
		Elaborato		Falda	-1,30 m da quota inizio



● 145-2021 [3]: 5,40 m

Lo sperimentatore: dott.geol. Stefano Russo
Il direttore laboratorio: geologo Stefano Russo

Riproduzione cartacea del documento informatico sottoscritto digitalmente da

PREGLIASCO SERGIO il 03/12/2021 16:47:57

FON127

RUSSO STEFANO il 02/12/2021 21:25:24

Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

ai sensi dell'art. 20 e 23 del D.lgs 82/2005

PROTOCOLLO GENERALE 2021 / 6237 / 11/06/10/2021