



REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA
DIREZIONE CENTRALE INFRASTRUTTURE E TERRITORIO
SERVIZIO LAVORI PUBBLICI ED EDILIZIA TECNICA

**LAVORI DI AMPLIAMENTO DELL'INFRASTRUTTURA FERROVIARIA
CONSISTENTI NEL RIFACIMENTO DELLA DIRAMAZIONE NORD
DENOMINATA "RACCORDO FERROVIARIO SELVATA"**

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

IL PROGETTISTA

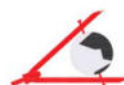
Dott. Ing. Marco Cojutti
Ordine: Ingegneri di Udine n° 1199

Geom. Claudio Fermani
Ordine: _____ n° _____

PROGETTAZIONE

SERIN S.r.l.

SERVIZI - INGEGNERIA - INFORMATICA
Via Duino 1/1 - 33100 Udine (UD) - Italia -
Tel. +39 0432 511556
Fax +39 0432 511592
e-mail: info@serinsrl.com



Studio Tecnico ARCHIMEDE SRL
Topografia - Progettazione Ferroviaria e Civile
Coordinamento sicurezza

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Dott. Ing. _____
Ordine: _____ n° _____

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
Arch. Enzo Volponi

VISTO: IL RESPONSABILE DI AREA

PROTOCOLLO

DATA

R01-Relazione generale

CODICE LAVORO: 24CS03
CUP: D91G21000140003
CIG: A044FECD02

NOME FILE

COPERTINA.DWG

REVISIONE

SCALA:

4

4	REVISIONE	Novembre 2025	MP		
3	REVISIONE	Dicembre 2024	MP		
1	REVISIONE	Novembre 2024	MP		
0	EMISSIONE	Aprile 2024	MP		
REV	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

Regione:	FRIULI VENEZIA GIULIA	
Provincia:	UDINE	
Comune:	SAN GIORGIO DI NOGARO	
Titolo del Progetto:	Lavori di ampliamento dell'infrastruttura ferroviaria consistenti nel rifacimento della diramazione nord denominata "Raccordo ferroviario Selvata".	
CUP	D91G21000140003	
Committente:	 <div> Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia Direzione Centrale Infrastrutture e Territorio Via Carducci, 6 34133 Trieste </div>	
RUP	Arch Enzo Volponi – Direzione centrale Infrastrutture e Territorio	
Progettazione:	<p>SERIN S.r.l.</p> <p>Via Duino, 1/1 – 33100 – Udine (UD) Tel. 0432/511556 – Fax 0432/511592 – e-mail: info@serinsrl.com</p> <p>Ing. Marco Cojutti</p> 	
Codice progetto	24CS03	
Fase Progettuale	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA	
Documento	R01	Relazione Illustrativa e tecnica
Data prima stesura:	Rev00	Aprile 2024
Aggiornamento:	Rev01	Luglio 2024
Aggiornamento:	Rev02	Novembre 2024
Aggiornamento:	Rev03	Dicembre 2024
Aggiornamento	Rev04	Novembre 2025

INDICE

1	PREMESSA	3
2	INQUADRAMENTO	5
2.1	Inquadramento urbanistico	6
2.2	Geologia	7
2.3	Idrologia	8
2.4	Assetto Idrogeologico	9
2.6	Classificazione sismica	10
2.5	Archeologia	10
2.6	Beni culturali e paesaggio	10
2.7	Vincoli ambientali e fattibilità ambientale	10
2.8	Procedura V.I.A.	11
3	ANALISI DELLO STATO DI FATTO	13
3.1	Documentazione fotografica	13
3.2	Idraulica e smaltimento acque	16
3.3	Sottoservizi e interferenze	19
4	OPERE PREVISTE CON IL PRESENTE PROGETTO	19
4.1	Lavorazioni	20
4.2	Armamento	20
4.3	Profilo altimetrico	21
5	DISPONIBILITÀ DELLE AREE	21
6	CANTIERIZZAZIONE	22
6.1	Materiali provenienti da demolizioni	22
6.2	Bilancio dei movimenti terra	22
6.3	Gestione delle terre e delle rocce da scavo	22
7	LOTTE FUNZIONALI	23
8	AUTORIZZAZIONI E CRONOPROGRAMMA	23
ALLEGATI		
	ASSEVERAZIONE COMPATIBILITÀ URBANISTICA	23
	RELAZIONE GEOLOGICA	23

1 PREMESSA

Nell'ambito dello sviluppo produttivo e socio-economico della Bassa Friulana, la Zona Industriale dell'Aussa – Corno (ZIAC, perimetrata con D.M. 3 luglio 1970) e le proprie infrastrutture di trasporto, strategicamente programmate ed in gran parte realizzate, vengono individuate quali parti fondamentali per la ripresa e lo sviluppo dell'intera area. In particolare per l'area industriale in comune di San Giorgio di Nogaro vengono stanziati nel corso degli anni finanziamenti regionali, al fine di potenziare il sistema infrastrutturale sia viario che ferroviario, oltre a quello portuale.

Diverse opere, nell'ambito del Patto Territoriale Bassa Friulana, sono già state progettate e realizzate; rimangono tuttavia alcuni interventi volti a sviluppare ulteriormente il sistema infrastrutturale a servizio delle attività produttive. Uno di questi è il risanamento del raccordo ferroviario denominato "Selvata", ed il suo prolungamento dall'attuale intersezione con il binario Cimolai fino allo stabilimento Marcegaglia.

Il presente progetto di Fattibilità Tecnico Economica riprende ed estende lo studio di Fattibilità Tecnico Economico già redatto nel 2022-2023 che prevedeva il risanamento di un tratto ferroviario esistente e la realizzazione di una nuova tratta.

Nel progetto sono state inserite tutte le opere necessarie per creare il collegamento al presente raccordo da parte degli stabilimenti industriali presenti lungo il tracciato che ne hanno manifestato l'interesse.



Figura 1 - Veduta area della ZIAC

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per la progettazione delle opere sono state seguite le indicazioni fornite dalle normative di seguito riportate.

- D. Lgs. n° 36 del 21/03/2023, "Codice dei contratti pubblici ..."
- DPR 11 luglio 980 n.753 "Nuove norme in materia di polizia, sicurezza e regolarità dell'esercizio delle ferrovie e di altri servizi di trasporto"
- D. Lgs. n°152 del 03/04/2006, "Norme in materia ambientale"
- D.lgs. n. 285 del 1992 (codice della strada)

La normativa RFI cui si è fatto riferimento è nel dettaglio:

- RFI TCAR ST AR 01 001 D del 30.01.2013 “Standard di Qualità geometrica del binario e parametri di dinamica di marcia per velocità fino a 300 km/h”.
- Procedura RFI TCAR ST AR 01 003 A “Standard dei materiali d’armamento per lavori di rinnovamento e costruzione a nuovo” del 12.2.2016.
- [4] Istruzione Tecnica RFI TCAR ST AR 07 001 B del 2.09.2015 “Norme tecniche per la saldatura in opera di rotaie eseguita con i procedimenti alluminio termico ed elettrico a scintillio”; Documento RFI-DTC-STS/A0011/P/2015/371 “Aggiornamento standard armamento – rotaie extra dure” del 21.09.2015.
- Procedura Operativa RFI DPR PS IFS 019 C del 30.11.2015 “Procedura per la regolamentazione delle attività di gestione delle giunzioni provvisorie delle rotaie”; Istruzione 60/A del 15.05.1963 L.SA. 47115 - Armamento dei binari. Dispositivi per giunzioni provvisorie.
- Circolare L41/344/7.9 del 28.09.1987 “Sicurezza nei confronti dello svio. Valori limite dello sghembo del binario”.
- Nota RFI-DTC-DNS/A0011/P/2010/0000539 del 30.03.2010 “Posizione Traverse in corrispondenza delle G.I.I.”.
- Circolare I.4213/338/6.5 del 25 ottobre 1986 “scartamento del binario” aggiornata da comunicazione RFI-DTC.S/A0011/P/2019/0000485 DEL 14/02/2019 “adeguamento al regolamento europeo 1299/2014 punto 5.3.3.
- Circolare L.4.24/132759 del 14-11-77 “Posa lungo linea di rotaie fuori opera e di altri materiali armamento”.
- Circolare n.61 del 24-6-59 L.C.5.1.2/59526/103 “Istruzioni sulle luci di dilatazione delle rotaie”.
- Giunzione definitive - Circolare N.30 L.C.5.1/29188 “Armamento TIPO 60 UNI e suo impiego” del 02.05.1959 e Disegni di giunzioni di rotaia: FS 7407 per 60UNI e FS 7288 per 50 UNI.
- Istruzione Tecnica RFI TC AR IT AR 01 008 C del 12.03.2016 “Costituzione e controllo della lunga rotaia saldata (l.r.s.)”.
- RFI DPR MO SE 01 10 del 1.03.2016 “Metodologia Operativa per l’esecuzione dei controlli non distruttivi ad ultrasuoni di rotaie, saldature, deviatori e giunti nella manutenzione ferroviaria”.
- Istruzione Tecnica RFI TCAR IT AR 06 011 B del 16.12.2014 “Controllo delle grandezze caratteristiche degli apparecchi del binario”.
- Decreto 15/2010 ANSF “Norme per l’ammissione tecnica e per la circolazione dei mezzi d’opera”.
- Disposizione di Esercizio n.8 del 29.04.2013 “Istruzione per la circolazione dei mezzi d’opera”.
- Specifica Tecnica di Fornitura RFI TCAR SF AR 03 002 E del 27.09.2013 “Traverse marca RFI 230, RFI 240 e RFI 260 in c.v.a.p.”. Specifica Tecnica di Fornitura Vossloh del sistema di attacco elastico W14 per armamento 60E1, ST 01 revisione 03 del 20.03.2013, di cui alla lettera RFI DTC-STS/A0011/P/2013/863 del 6.09.2013. Specifica Tecnica di Fornitura Vossloh, ST 04 “Sistema elastico di fissaggio tipo W14-92-10 per regolazione scartamento 1435 mm-1465 mm su traversa universale” revisione 1 del 28.05.2007 per armamento 60E1, di cui alla lettera RFI DTC-DNS/A0011/P/2007/710 del 21/11/2007.
- “Standard di posa nel binario corrente delle giunzioni isolanti incollate con utilizzazione delle traverse speciali in c.a.p. per armamento 60E1 marca RFI 230 2V G, RFI 240 2V G, RFI 260 2V G per installazione in corrispondenza delle g.i.i.” con nota RFI DTC STS/A0011/P/2014/2097 del 16.12.2014 e disegno FS 9920.
- Procedura RFI DPR SIGS POTA 13 1 0 “Gestione dei rifiuti” del 26.09.2014.

- Procedura RFI DPR SIGS P 11 1 0 "Gestione dell'amianto e dei MCA" del 27.07.2011.
- Tariffa dei prezzi FS "AM" edizione 2022 (armamento ferroviario)
- Sezione 17 capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili (pietrisco ferroviario)
- D.Lgs. N. 152 DEL 03.04.2006 gestione dei rifiuti;
- Procedura per la gestione dei materiali provenienti da tolto opera RFI DPR PD IFS 004 A;
- Gestione dei rifiuti RFI SDR SIGS PTA 10 1 0 - D.Lgs n 152/2006 e s.m.i
- Norme UNI richiamate all'interno dei paragrafi inerenti da opere stradali
- Tutte le circolari riguardanti le tecniche operative di lavorazione e le disposizioni, Istruzioni tecniche e disegni tipo citate nelle norme tecniche sopra richiamate.

2 INQUADRAMENTO

L'intervento ricade all'interno della Zona Industriale Aussa-Corno (ZIAC), nel Comune di San Giorgio di Nogaro; in particolare, l'area interessata è quella che si estende tra Via Majorana, zona Oleificio San Giorgio, e lo stabilimento Marcegaglia a nord. Il progetto prevede di ripristinare la tratta esistente con andamento Nord-Sud situata tra gli stabilimenti Control Pet S.G.S e Kemira ITALY, di collegarla con il binario che corre parallelo a Via Majorana, in corrispondenza dell'ingresso dell'Oleificio, e di prolungarla realizzando un nuovo binario fino all'insediamento Marcegaglia. Quest'ultimo tratto prosegue nella direzione dell'esistente binario correndo parallelamente alla strada, accanto alla recinzione di Cimolai su un sedime già riservato per ospitare la linea ferroviaria.



Figura 2 - Inquadramento dell'opera nell'area della ZIAC

2.1 Inquadramento urbanistico

Piano regolatore Generale Comunale P.R.G.C

Gli attuali strumenti di pianificazione del territorio che interessano le opere previste in progetto sono i seguenti:

- Piano regolatore Generale Comunale P.R.G.C di San Giorgio di Nogaro
- Piano Particolareggiato Generale P.P.G. del Comprensorio "Aussa-Corno" nei comuni di San Giorgio di Nogaro e Carlinò

Dal punto di vista urbanistico gli interventi risultano conformi alle prescrizioni di P.R.G.C. del Comune di San Giorgio di Nogaro. Relativamente alla pianificazione urbanistica comunale l'area ricade interamente nella zona D1 – "industriale ed artigianale di scala Regionale".

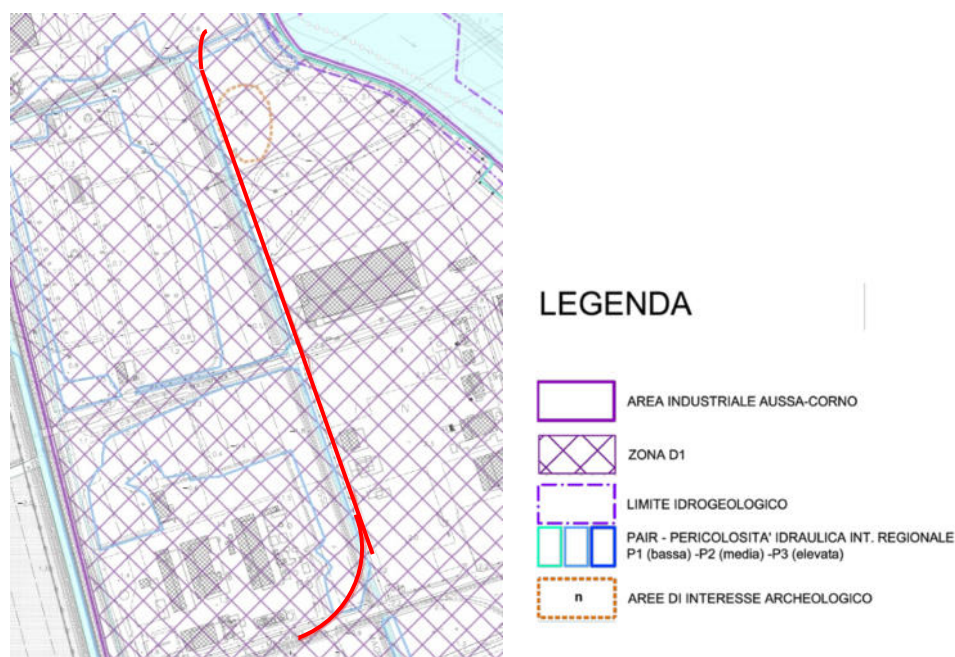


Figura 3- Inquadramento nel P.R.G.C. di San Giorgio di Nogaro

Il Piano Particolareggiato Generale del Comprensorio della zona industriale "Aussa - Corno" nei comuni di San Giorgio di Nogaro e Carlinò è stato approvato con Decreto n. 433/Pres del Presidente della Giunta Regionale del Friuli Venezia Giulia il 22 ottobre 1993.

Tale Piano verrà sostituito a breve dal nuovo Piano Territoriale Infraregionale redatto nell'ambito delle operazioni di riordino dell'Ente con la costituzione del nuovo Consorzio di cui al comma 5, lettera d), numero 1, della L.R. 3/2015. Allo stato attuale non si riscontrano difformità per l'intervento in progetto.

Piano Comunale Di Classificazione Acustica

Con riferimento al **PIANO COMUNALE DI CLASSIFICAZIONE ACUSTICA** approvato con Delibera di Consiglio Comunale n. 8 del 24/06/2015 l'area di intervento risulta classificata come Classe V (aree prevalentemente industriali) e nella variante n° 2 al Piano si prevede la Classe VI (aree esclusivamente industriali).

Piano Urbanistico Regionale Generale (PURG)

Il Piano Urbanistico Regionale Generale del Friuli-Venezia Giulia (PURG, in vigore dal 1978), basato sul principio dell'urbanistica "a cascata", rappresenta il vigente sistema organico di disposizioni generali di direttive alle quali attenersi nella redazione dei piani di grado subordinato (Approvazione_DPGR_0826_15.09.1978).

Il piano individua già la **ZIAC tra gli agglomerati industriali di interesse regionale**, compreso il porto di interesse commerciale e industriale e la via navigabile di accesso da Porto Buso lungo la laguna e il Corno.

Per maggiori dettagli si rimanda al documento "24CS03-PFTE-R03-Studio Fattibilità Ambientale_Rev01"

Piano regolatore di Porto Nogaro 1996

Il Piano Regolatore di Porto Nogaro è stato adottato con deliberazione dell'Assemblea Generale del Consorzio per lo sviluppo industriale della zona dell'Aussa Corno n.2442/25 dd. 21/12/1992 ed è stato approvato con decreto n. 307 del Presidente della Giunta il 04.09.1996.

Dopo l'approvazione del Piano Regolatore sono intervenute alcune varianti. Attualmente risulta vigente la **Variante 3**.

Il Piano Regolatore ha come ambito di riferimento il porto comprensivo di banchine, piazzali, servizi, impianti e infrastrutture connessi con le attività portuali commerciali, il fiume Corno dal ponte stradale in corrispondenza dell'abitato di Villanova alla foce, l'area della confluenza dei fiumi Assa e Corno, il canale translagunare, il canale Banduzzi stesso e la darsena di Torviscosa. Tutti questi elementi sono assoggettati agli indirizzi e alle precisazioni del Piano Regolatore.

Per maggiori dettagli si rimanda al documento "24CS03-PFTE-R03-Studio prefattibilità ambientale_Rev01"

2.2 Geologia

Il PRGC è provvisto di parere geologico espresso nella Relazione Geologica redatta per la Variante Generale an.44 del 2015. Il parere riguarda la compatibilità delle previsioni urbanistiche con le condizioni geologiche, idrauliche del territorio.

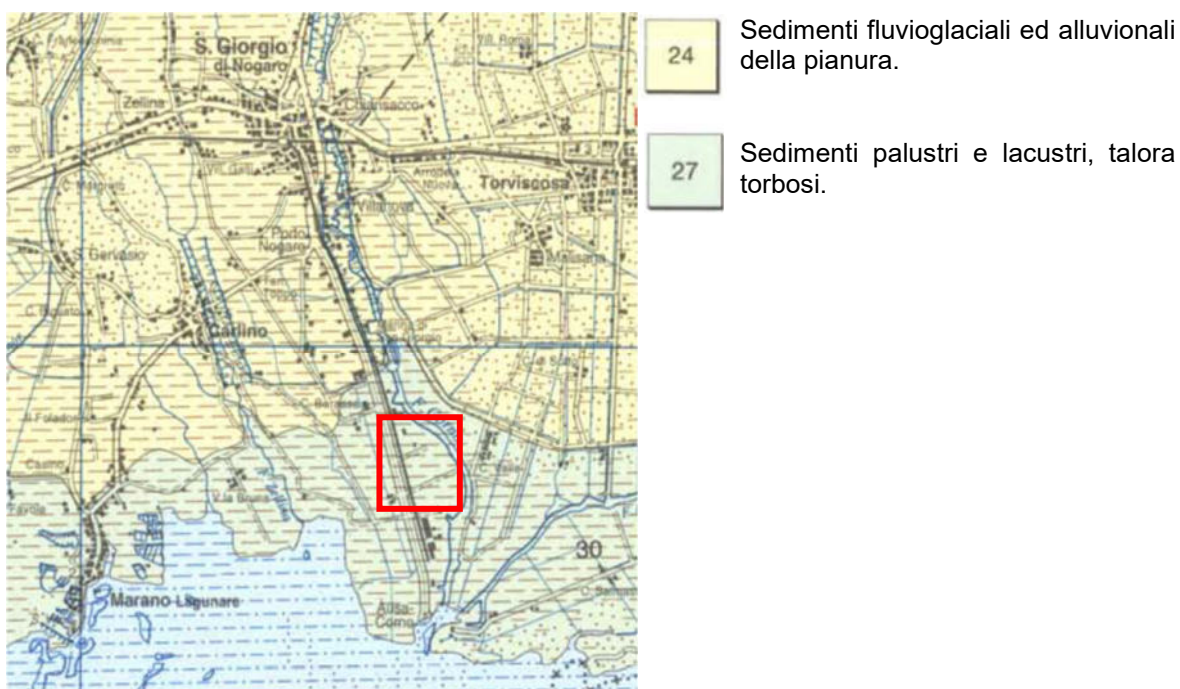


Figura 4 –Carta Geologica Friuli Venezia Giulia

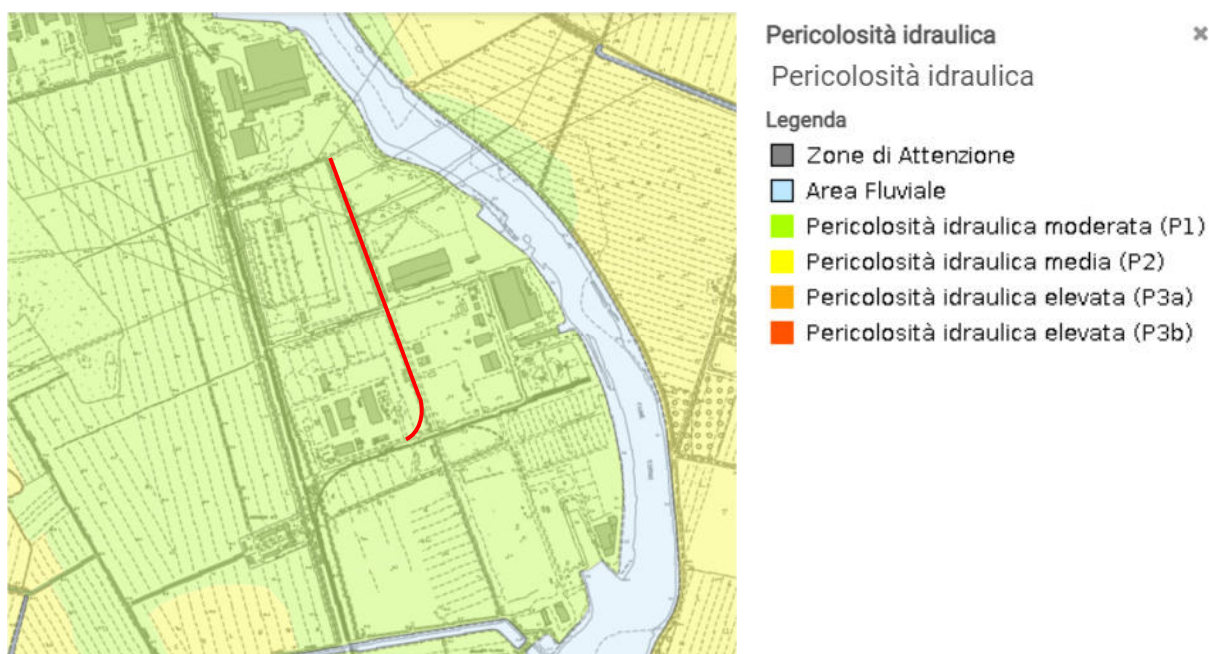
Come evidenziato anche nel Capitolo 3, l'opera si colloca nell'immediate vicinanze del canale Colatore N°8, oggetto di recente sistemazione nell'ambito del progetto di riassetto idraulico della ZIAC (progetto N.69 – Patto Territoriale Bassa Friulana); in tale occasione sono state condotte delle indagini geognostiche, dalle quali non sono emerse particolari controindicazioni di natura geologico-tecnica all'esecuzione delle opere in progetto. Si riporta nell'Allegato A un estratto della relazione geologica redatta a conclusione di tali indagini. Per di più l'intervento si colloca su un'area che è stata soggetta a modifiche e consolidamenti sia per la costruzione del tratto ferroviario esistente, che per la realizzazione della strada e dell'insediamento industriale di Cimolai.

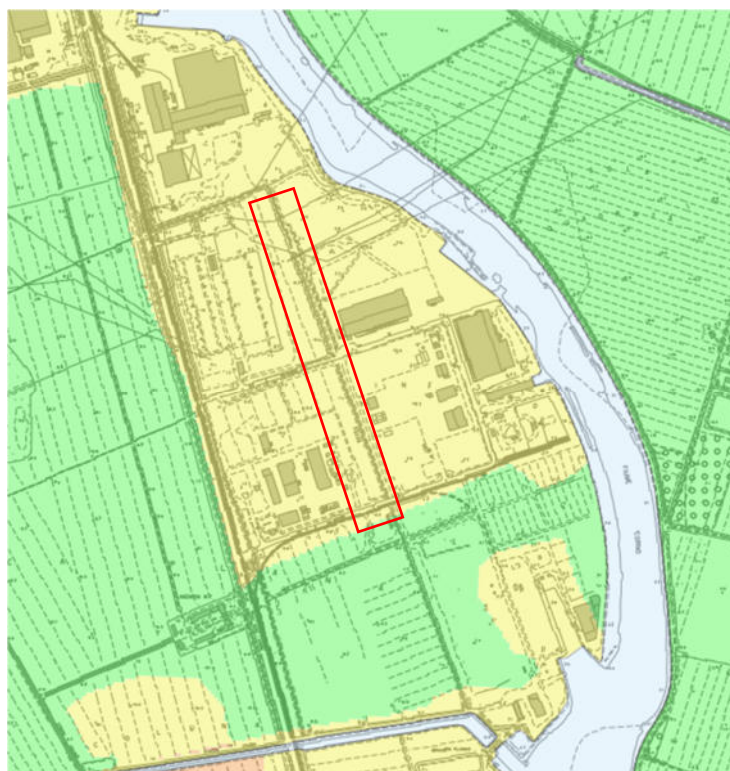
Si è ritenuto dunque superfluo eseguire uno studio geologico ad hoc, che non aggiungerebbe nulla a quanto già noto attraverso le fonti citate.

2.3 Idrologia

Non si segnalano problematiche idrologiche per il sito di intervento, visto anche il PGRA vigente.

L'area ricade interamente nella fascia P1-Pericolosità moderata.





Rischio Idraulico

Legenda

- Area fluviale
- Rischio moderato (R1)
- Rischio medio (R2)
- Rischio elevato (R3)
- Rischio molto elevato (R4)

2.4 Assetto Idrogeologico

Per l'aspetto idrogeologico si è fatto riferimento allo studio prodotto per il progetto di riassetto idraulico della ZIAC (progetto N.69 – Patto Territoriale Bassa Friulana) dal quale si ha la seguente rappresentazione.

Per quanto riguarda l'idrografia sotterranea della zona, si è potuta riscontrare la presenza di acque a bassa profondità, ricollegabile ad orizzonti superficiali più permeabili che drenano le acque d'infiltrazione meteorica e quelle provenienti da perdite di aste e canali superficiali.

La falda freatica indifferenziata presente nell'Alta Pianura si divide, a valle della linea delle risorgive, in più livelli sovrapposti, configurando un sistema "a più falde", determinato dalla presenza di lenti a maggiore permeabilità (essenzialmente ghiaiose o sabbiose), separate da livelli meno permeabili (essenzialmente argillosi). Questo sistema si sviluppa fino a circa -130 m s.l.m. ed è costituito da falde confinate sovrapposte, con una direzione di deflusso delle acque sotterranee di tipo Nord – Sud. Altre due falde confinate si trovano rispettivamente a -160 m e -240 m s.l.m..

L'alimentazione della falda superficiale deriva in parte dai corsi di risorgiva e in parte dagli apporti meteorici, mentre gli assetti idraulico (argini, canali, idrovore) e morfologico (riporti, strade, insediamenti, ...) determinano una situazione in gran parte artificiale, in cui parlare di andamento del livello freatico risulta poco significativo.

Le falde dei livelli più permeabili, circondate e separate le une dalle altre da orizzonti argillosi, presentano caratteristiche di artesianità. L'articolato sistema di falde artesiane in pressione dal punto di vista idrogeologico è del tutto scollegato con la falda superficiale posta poco sotto al piano campagna.

La superficie piezometrica ha modeste oscillazioni e risulta condizionata dalla marea nelle porzioni più vicine alla costa in funzione della permeabilità dei terreni, tuttavia presenta un livello tendenzialmente costante, mantenuto dalle idrovore a una quota di -1,50 ÷ -2,0 m dal piano campagna, anche se a seguito di piogge intense non mancano prolungati ristagni superficiali a causa della scarsa capacità di drenaggio. Infine, in base alle loro caratteristiche granulometriche, questi terreni possiedono un basso grado di permeabilità ($10^{-5} > k > 10^{-7}$ cm/s).

In particolare il livello acquifero significativo presente nel sito in esame si trova in corrispondenza dello strato di sabbie, delimitato al tetto e al letto da materiali a granulometria fine impermeabili. Tali informazioni sono state raccolte nel corso delle attività di caratterizzazione del sito con l'installazione di piezometri aventi il tratto fessurato in corrispondenza di tale acquifero. Esso ospita una falda in pressione i cui livelli piezometrici si trovano circa a -0,80 m s.l.m. con escursioni max e min inferiori a 0,40 m e risultano influenzati dall'azione delle idrovore, rimanendo ad una quota decisamente inferiore al livello medio mare.

Si sottolinea che il livello piezometrico massimo della falda non raggiunge lo strato di riporto superficiale

2.6 Classificazione sismica

Con riferimento alla L.R. 16/2009 ovvero dalla D.G.R 845/2010 l'intero Comune di San Giorgio di Nogaro ricade in zona sismica 3, così come definita dall'O.P.C.M. 3274/03; la zona 3 può essere soggetta a forti terremoti ma rari.

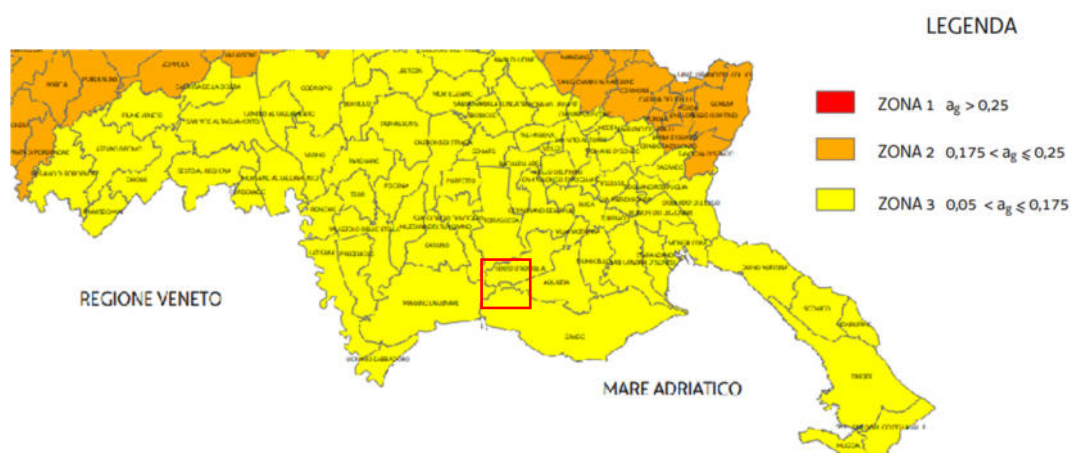


Figura 5 - Caratterizzazione sismica

2.5 Archeologia

L'intervento, da quanto noto, non ricade in aree di valore storico o archeologiche vincolate. Il PRGG perimetra alcune zone come: Aree di dell'interesse archeologico (art. 12-13 D.Lgs 42/2004). L'unica zona intersecata risulta attualmente occupata da stabilimenti industriali (si veda la Prefattibilità Ambientale).

L'intervento non comporta nuova edificazione o scavi a quote diverse da quelle già impegnate dai manufatti esistenti, o superiori alle profondità di 0.5 m. Inoltre, si segnala che si interviene su un'area che è stata soggetta ad una ricarica di materiali, a partire dagli anni 70 del secolo scorso, con uno stato di circa 1,70 m, al fine di consentire l'installazione dei capannoni industriali. Il limite di detta ricarica è ancora visibile nella zona e si evidenzia nel rilevato della strada che fiancheggia lo stabilimento Cimolai, con la differenza di quota tra i terreni della centrale di TERNA, limitrofi al Canale Colatore n° 8, e la strada parallela al nuovo tracciato ferroviario.

2.6 Beni culturali e paesaggio

L'intervento non interessa aree tutelate ex legge per immobili o aree dichiarate di notevole interesse pubblico - artt. 136, 141, 157 ai sensi del D.L.vo 42/2004.

2.7 Vincoli ambientali e fattibilità ambientale

I vincoli ambientali sono trattati nella Relazione di Prefattibilità ambientale. L'intervento è ambientalmente fattibile. La tabella sottostante sintetizza il rapporto delle opere con le tutele ambientali. Sarà necessaria una procedura di autorizzazione paesaggistica.

Ambiti di tutela		SI	NO
1	AREE DI RILEVANTE INTERESSE AMBIENTALE (A.R.I.A.)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	BIOTOPO NATURALE	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	PARCO O RISERVA REGIONALE	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	PARCO COMUNALE O INTERCOMUNALE	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	AREA DI REPERIMENTO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	ZONA DI PROTEZIONE SPECIALE	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	SITO DI INTERESSE COMUNITARIO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	VINCOLO IDROGEOLOGICO R.D. 3267/23 E L.R. 22/82	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	TUTELA AMBIENTALE E PAESAGGISTICA art 136 DL n 42 22.01.04	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	TUTELA AMBIENTALE E PAESAGGISTICA art 142 DL n 42 22.01.04 comma 1 lettera c) fiumi e relative sponde	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	TUTELA AMBIENTALE E PAESAGGISTICA art 142 DL n 42 22.01.04 comma 1 lettera g) territori coperti da foreste e da boschi	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
12	IL PIANO PAESAGGISTICO REGIONALE DEL FRIULI VENEZIA GIULIA Art. 23 (Fiumi Torrenti Corsi d'acqua)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13	BOSCO LR 9/2007	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
14	PRATO STABILE LR 9/2005	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
15	BOSCHI PERCORSI DA INCENDI 353/2000	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
16	USI CIVICI	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

2.8 Procedura V.I.A.

Il progetto in oggetto interviene in una zona industriale (ZIAC), dove è già presente un tratto ferroviario che verrà ripristinato e prolungato tramite realizzazione di un nuovo binario fino all'insediamento Marcegaglia. Ai sensi del D.Lgs. n.152/2006 (TESTO UNICO DELL'AMBIENTE) si può quindi collocare nel punto 8t, per il quale è prevista la verifica di assoggettabilità a VIA di competenza regionale. Si veda lo studio di prefattibilità ambientale ed il documento con la checklist per lo screening (R06).

2.9 Piano di caratterizzazione generale del SIN della Laguna di Marano e Grado.

Il progetto insiste nell'area del SIN della Laguna di Grado e Marano pertanto è stata effettuata una verifica sulla caratterizzazione della zona da cui risulta che non ci sono situazioni critiche nelle zone di intervento. Nel seguito si riportano i riscontri cartografici e documentali forniti dal "Servizio disciplina gestione rifiuti e siti inquinati della Direzione centrale difesa dell'ambiente, energia e sviluppo sostenibile".

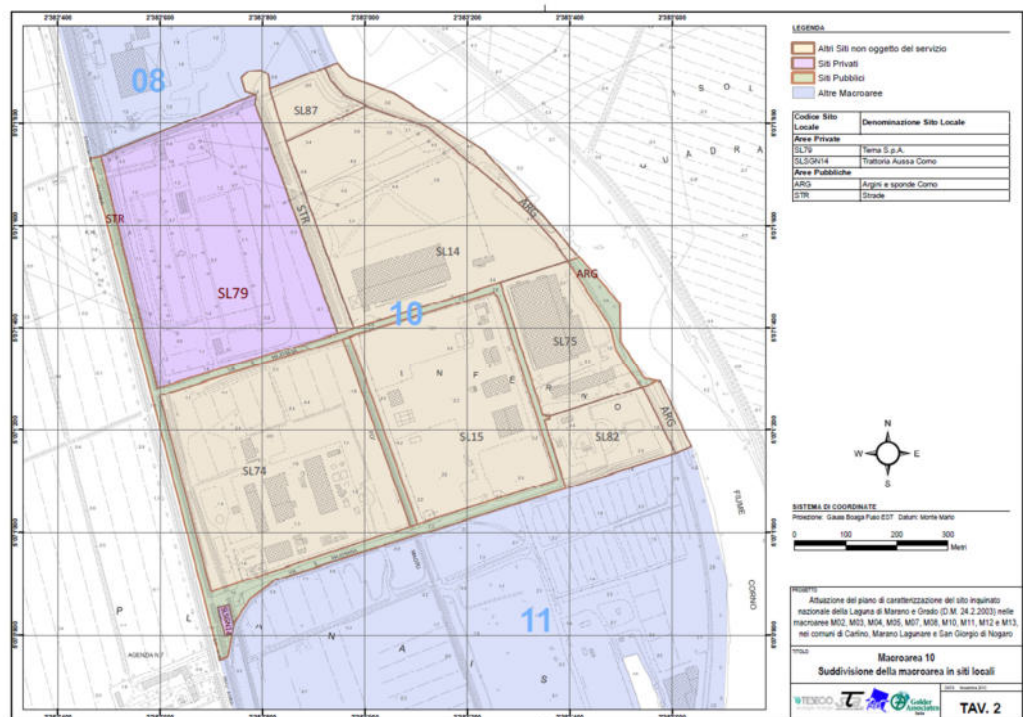
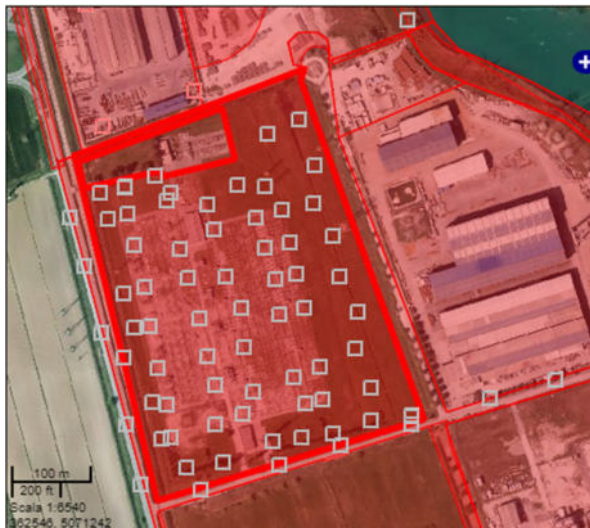


Figura 6 Macroarea 10 – Area dell'intervento

UD/BSI/62 SIN Laguna - SL79 ENEL - PMT - Consorzio Sviluppo Industriale della Zona Ausa Corno - Macroarea 10 Cod. ARPA UD087



Stato ARCHIVIATO – terreni puliti, eventuali criticità di falda (archiviato dopo monitoraggio)

UD/BSI/21 SIN Laguna - SL14 Ditta A. Cimolai S.r.l. - Stabilimento e vecchia banchina per l'attracco delle navi - Macroarea 10; Cod. ARPA UD056



Stato ARCHIVIATO – terreni puliti, eventuali criticità di falda (archiviato dopo monitoraggio)

UD/BSI/174 / Stabilimento 2 Artenius Italia via majorana 10 a S. Giorgio di Nogaro



Stato ARCHIVIATO – pervenuto CAB prot. 29373 dd. 09/11/2016 per una porzione di terreno rimossa e portata a CSC col B. **L'area d'intervento era centrale e distante rispetto alle opere in previsione**

UD/BSI/116 / SIN Laguna - SL15 Area industriale "Europolimeri" di proprietà Kemira Italy S.p.A. - Macroarea 10 Cod. ARPA UD193



Stato ARCHIVIATO - Assenza di superamenti delle CSC o dei valori di fondo ove definiti

Inoltre per la parte STRADE:

- Caratterizzazioni nel Piano generale presentato dalla Regione

In particolare la Conferenza di Servizi decisoria del 07/06/12 ha deliberato di prendere atto, con effetto liberatorio dei siti locali (SL SGN14 Trattoria Aussa-Corno, SL "Strade" e "SL Argini e Sponde Corno") ricompresi nella Macroarea 10 del "Piano di caratterizzazione generale del SIN della Laguna di Marano e Grado", della conformità ai limiti normativi della matrici ambientali indagate ad eccezione di superamenti per i parametri Solfati e Arsenico, che tuttavia risultano inferiori al valore di fondo definito nella tabella, allegata al verbale della CdS decisoria medesima.

3 ANALISI DELLO STATO DI FATTO

Per una migliore comprensione di quanto previsto nel presente progetto di fattibilità si vuole descrivere l'attuale configurazione dell'impianto ferroviario, che verrà in parte recuperato per la nuova configurazione. Contestualmente all'esecuzione dei lavori per il riassetto idraulico del comprensorio della ZIAC (Progetto N. 69 – Patto Territoriale Bassa Friulana), è stato demolito l'attraversamento Sud di Via Majorana, è stato rimosso il deviatoio in corrispondenza dell'ingresso dell'Oleificio, ed è stato smantellato il successivo tratto di curva (a causa del raggio di curvatura ormai insufficiente). Attualmente rimane dunque un binario rettilineo dello sviluppo di 220m, che va dalla precedente curva fino all'attraversamento Nord di Via Majorana, a lato dell'ingresso della ditta Cimolai. Appena prima della strada, il binario subisce una deviazione per allinearsi alla tratta interna allo stabilimento Cimolai, il cui collegamento è stato realizzato dalla stessa ditta.

3.1 Documentazione fotografica

Si riporta la documentazione fotografica raccolta durante il sopralluogo effettuato in data 30/11/2022.



Figura 7 Attraversamento sud di via Majorana, con il ripristino della pavimentazione lungo il vecchio tracciato.



Figura 8 - Il vecchio tracciato dopo la demolizione del tratto in curva.

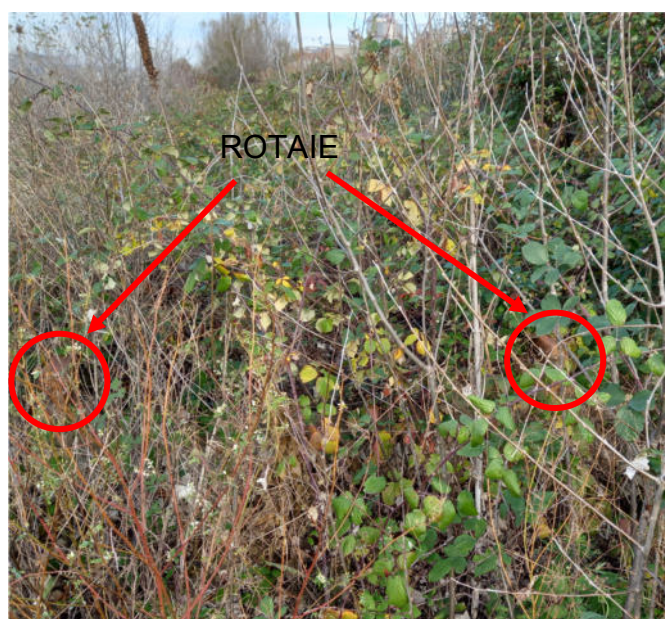


Figura 9 - Inizio di tratto rettilineo esistente



Figura 10 - Attraversamento nord di via Majorana: arrivo del binario esistente



Figura 11 -Attraversamento nord via Majorana: ingresso Cimolai



Figura 12 - Strada e banchina verde a lato dello stabilimento Cimolai, sede de nuovo tracciato.



Figura 13 - Tratto finale della strada e piazzale con ingresso allo stabilimento Marcegaglia.

3.2 Idraulica e smaltimento acque

Il progetto non prevede la modifica delle preesistenti condizioni idrauliche; la natura drenante della massicciata assicura lo smaltimento delle acque. L'opera è costeggiata quasi interamente dal canale Colatore 8, oggetto di recente sistemazione.

Lungo il tratto iniziale in curva il progetto prevede la realizzazione di un rilevato per superare il dislivello tra il piano campagna e via Majorana; al piede del rilevato verrà realizzato un fossato, per convogliare le acque verso il canale (attraversato lungo un tratto interrato).

Per il nuovo tratto ferroviario si prevede la realizzazione di un sistema drenante della massicciata ferroviaria composta da una tubazione drenante che convoglia le acque nel sistema di raccolta esistente della strada.

3.3 Invarianza Idraulica

La trasformazione in oggetto risulta **non significativa** ai fini dell'Invarianza Idraulica (LR 11/2015, Regolamento approvato con DGR n.800 dd. 21.03.2018) , in quanto ricadente nella casistica indicata dall'art. 5 c.3 lettera b) del Regolamento:

“la superficie S è maggiore di S_{MIN} e il coefficiente di afflusso medio ponderale rimane costante oppure si riduce a seguito della trasformazione”.

Calcolo del coefficiente di afflusso medio ponderale

La superficie di riferimento S considerata nella presente analisi si estende complessivamente per circa **4300 mq** (dunque supera la superficie di riferimento minima $S_{MIN} = 500$ mq); essa coincide con l'impronta della superficie di trasformazione, assunta in prima approssimazione pari alla fascia di terreno interessata dal ballast.

Nel complesso la trasformazione non introduce variazioni significative per quanto riguarda il grado di impermeabilizzazione del suolo: nell'attuale situazione “ANTE OPERAM”, infatti, l'area di studio è interessata oltre che da binari ferroviari esistenti e dalla pavimentazione stradale degli attraversamenti, da terreno verde incolto su suolo limoso-argilloso con scarsa permeabilità.

Nella situazione “POST OPERAM” si prevede di impostare i binari su ballast, dotato di elevata permeabilità, a sua volta posato su uno strato di materiale arido fortemente compattato con spessore minimo 30 cm. L'introduzione del misto cementato alla base è infatti prevista solo per gli attraversamenti stradali e dunque riguarda area già impermeabilizzata a livello superficiale.

Le seguenti tabelle riportano il calcolo del coefficiente di afflusso medio ponderale ψ_{medio} per le condizioni “ante operam” e “post operam”, pesato sulle aree come indicato al cap. 9 del Regolamento:

$$\psi_{medio} = (\sum_{i=1}^n \psi_i \cdot S_i) / S$$

dove la superficie complessiva $S = S_1 + S_2 + \dots + S_n$ ed il coefficiente ψ_i è riferito all'area S_i .

ANTE OPERAM			
Uso del suolo	Area (mq)	ψ	$A_i \cdot \psi_i$
strada asfaltata	153	0.85	130.05
superficie binario con ballast -vecchio tracciato (mq)	1392	0.30	417.6
verde incolto su suolo limoso-argilloso (mq)	2748	0.30	824.4
TOT		ψ_{medio}	0.32

POST OPERAM			
Uso del suolo	Area (mq)	ψ	$A_i \cdot \psi_i$
strada asfaltata	153	0.85	130.05
superficie binario con ballast su suolo arido (mq)	4140	0.30	1242
TOT		ψ_{medio}	0.32

Calcolo del coefficiente di afflusso medio “Ante operam” e “Post operam”

Il coefficiente di afflusso medio ponderale rimane invariato a seguito della trasformazione, che è pertanto non significativa.

Analisi dei dati di precipitazione

Dovendo fornire una stima della portata scaricata dalla zona trasformata come richiesto dal Regolamento, è necessario valutare gli afflussi meteorici: le Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica (LSPP) per la zona di studio sono state ricavate tramite il software RainMapFVG, prodotto dalla Regione Friuli Venezia Giulia per la regionalizzazione degli eventi di precipitazione massimi.

Come dato spaziale di input è stato fornito un punto prossimo al centro dell'intervento (centro intersezione).

Il baricentro della cella individuata dal software ha le seguenti coordinate:

GB Est = 2382750; GB Nord = 5071250.

I parametri ottenuti sono riassunti nella seguente tabella:

Parametri LSPP							
n	0.29						
	Tempo di ritorno (Anni)						
	2	5	10	20	50	100	200
a	33.1	44.4	52.6	60.9	72.5	81.9	91.7

Parametri delle Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica la zona di studio (dall'applicativo RainMapFVG)

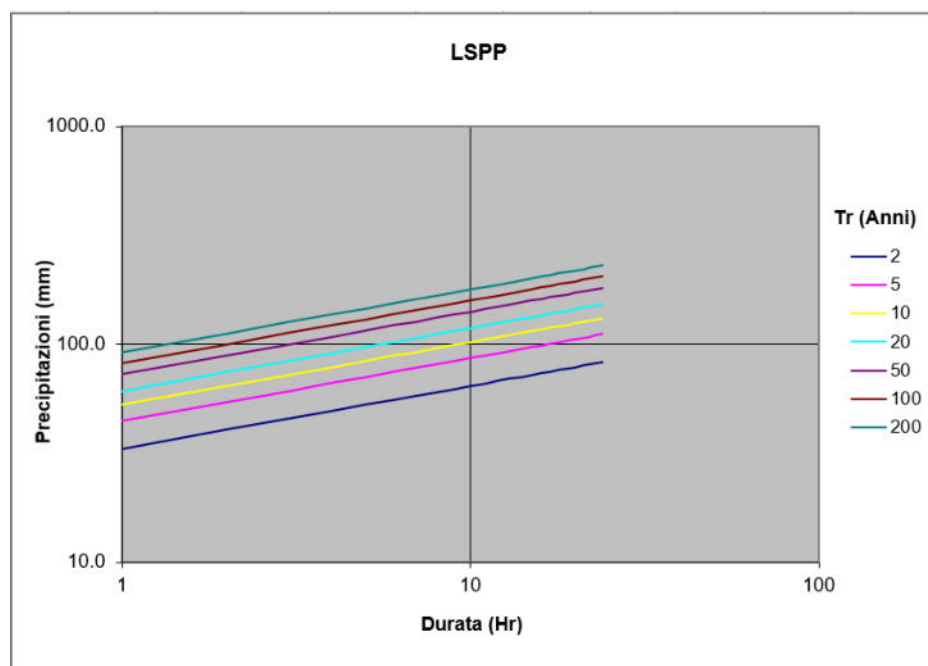


Grafico delle Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica (LSPP) per la zona di studio (dall'applicativo RainMapFVG)

Il modello utilizzato dall'applicativo è basato sulla distribuzione GEV (Generalized Extreme Value); il risultato dell'elaborazione è riassunto dall'equazione:

$$h = a \cdot t^n, \text{ con:}$$

h : altezza di precipitazione attesa (mm)

a : coefficiente pluviometrico orario dipendente dal tempo di ritorno (mm/oraⁿ)

n : coefficiente di scala (assunto scala-invariante, cioè non funzione del tempo di ritorno)

t : durata della precipitazione (ore).

Nel caso di sistemi di drenaggio in cui per la conformazione della rete drenante si debbano considerare piogge di durata inferiore a quella oraria (scrosci), come avviene nel caso presente, si procede estrapolando i necessari parametri dalle LSPP tarate sulle piogge di durata pari ad 1 ora ed il coefficiente n va poi moltiplicato per il valore $4/3$, cioè si ha: $n' = n \cdot 4/3$.

Calcolo della portata massima scaricata e descrizione della rete ricevente

Come richiesto dal Regolamento, si procede ora ad una valutazione di massima sulla portata complessiva scaricata nel sistema di drenaggio dall'area trasformata.

Allo stato attuale lo smaltimento delle acque meteoriche dell'area avviene in parte per ruscellamento superficiale diretto nei canali gestiti dal Consorzio di Bonifica Pianura Friulana ed in parte è garantito dal sistema di raccolta delle caditoie e delle bocche di lupo stradali della rete delle acque bianche comunale con recapito nel canale consortile colatore 8. Tutto il sistema di drenaggio dell'area industriale conduce poi al sollevamento dell'idrovora Planais.

Il progetto prevede di mantenere le stesse modalità di drenaggio: per la porzione di tracciato passante nei tratti a verde verranno realizzati dei fossi di guardia ai lati del rilevato ferroviario, che riceveranno anche le eventuali acque di ruscellamento provenienti dall'opera recapitandole poi nel canale colatore 8; lungo il tracciato parallelo alla strada si sfrutteranno invece le caditoie stradali esistenti, collegandosi a queste attraverso un dreno sottostante al binario con direzione parallela all'asse.

In entrambi i casi la portata critica può essere stimata applicando il metodo cinematico:

$$Q_c(T_r) = Q_p(\theta = t_c) = \psi S a(T_r) t_c^{n(T_r)-1}$$

in cui ψ è il coefficiente medio di afflusso, S è la superficie, t è il tempo di corrivazione, a ed n sono i parametri della curva di possibilità pluviometrica. In merito alle unità di misura, adottando l/s per la portata Q_c , ettari per S , ore per t_c , mm/oraⁿ per a , è necessario moltiplicare l'espressione sopra riportata per un fattore 2.778.

Per l'invarianza idraulica ai sensi del Regolamento si assume per l'evento critico un tempo di ritorno di 50 anni; visti i brevi tempi di risposta della rete, inoltre, vengono impiegati i coefficienti relativi alle piogge di breve durata (scrosci).

Il tempo di corrivazione, che coincide per le assunzioni fatte con il tempo critico, può essere determinato come somma di due contributi:

$$t_c = t_a + t_r$$

in cui:

t_a : tempo di accesso alla rete

t_r : tempo di residenza in rete.

Nel presente caso è stato stimato un valore di tempo di corrivazione medio per tutta la superficie di trasformazione drenata di circa 5 minuti.

I risultati del calcolo ed i parametri utilizzati per la stima sono riassunti nella seguente tabella. Come si può notare la portata complessiva scaricata dall'area di trasformazione per un evento critico con tempo di ritorno di 50 anni è di circa 127 l/s nelle condizioni post operam; come emerge dalla procedura esposta, si tratta di un calcolo di massima associato ad alcune notevoli semplificazioni nelle assunzioni fatte, che tuttavia può fornire un ordine di grandezza dei parametri in gioco.

tempo di corrivazione t_c (minuti)	5
Area drenata S (mq)	4293
Coefficiente medio di afflusso ψ_{medio} post operam	0.32
Portata critica Q_c Tr 50 anni(l/s)	127

Stima della portata complessiva scaricata dall'area trasformata con il metodo cinematico (tempo di ritorno = 50 anni)

3.4 Sottoservizi e interferenze

L'analisi dettagliata delle interferenze dell'intervento con le infrastrutture esistenti viene rappresentata nella specifica relazione di progetto "R02 Relazione Tecnica Sottoservizi".

4 OPERE PREVISTE CON IL PRESENTE PROGETTO

Il rifacimento del raccordo ferroviario "Selvata" si compone delle seguenti opere:

- Demolizione della pavimentazione stradale su Via Majorana, e realizzazione di due nuovi attraversamenti con tipologia "STRAIL".
- Rinnovamento dei sistemi di segnalamento esistenti su via Majorana, e realizzazione di nuovi sistemi di segnalazione ottico-acustica per complessivi 2 passaggi a livello.
- Costruzione in opera di un nuovo deviatoio, da collocare lungo il binario esistente parallelo a via Majorana.
- Realizzazione di una nuova curva, con sviluppo di 212m e raggio di curvatura $R=155m$.
- Inserimento al termine della curva del deviatoio intersezione n. 2 A/B 60U/170/012 per la futura connessione con l'area Kemira, e per l'inserimento di un binario tronco della lunghezza di 47.70m con paraurti in ferro momentaneo.
- Demolizione del tratto di binario in rettilineo esistente, con eventuale recupero di parte delle rotaie, e realizzazione del nuovo rettilineo per una lunghezza di 171.00m.
- Realizzazione di un nuovo deviatoio per dare continuità alla linea esistente per lo stabilimento Cimolai.

- Realizzazione di una doppia curva per raccordare il tratto esistente con il nuovo rettilo successivo, che presentano uno sfasamento di 3.55m; le curve avranno raggio R=170m e sviluppo complessivo di 43.84m, con un rettilo intermedio di 12.56m.
- Costruzione di un nuovo binario in rettilo con sviluppo 438,17m.
- Realizzazione di due attraversamenti tipo "STRAIL" nei due accessi lungo il lato ovest dello stabilimento Cimolai (per una lunghezza totale di 37m).

L'opera avrà dunque uno sviluppo complessivo di circa 1038 m.

Il raggio di curvatura della nuova curva è conforme a quanto previsto nel Manuale di Progettazione d'Armamento (Parte IV Norme Tecniche per la progettazione e verifica dei tracciati ferroviari)

4.1 Lavorazioni

Nel dettaglio le lavorazioni previste sono le seguenti:

- scavo e asportazione di strati di terreno vegetale e di riporto;
- demolizione di cordone;
- demolizione di pozzetti e tubazioni;
- abbattimento di alberi ed espianco di siepi
- taglio e demolizione di pavimentazione stradale;
- realizzazione del corpo stradale ferroviario, con strato sottoballast in misto cementato;
- formazione della massicciata (spessore minimo 26cm);
- formazione della lunga rotaia saldata;
- formazione del piano di piattaforma con misto cementato e geotessile;
- costruzione in opera di deviatoio, compresa cassa di manovra a mano e set di traversoni;
- realizzazione di impianti di segnalamento ferroviario a protezione di deviatori e passaggi a livello;
- realizzazione di segnaletica stradale orizzontale e verticale;
- riporti di terra vegetale e ghiaia;
- Opere a verde e semina.

4.2 Armamento

L'armamento che si prevede di utilizzare nelle tratte di nuova realizzazione avrà le seguenti caratteristiche:

- Binario con rotaie 60E1.
- Traverse in cap RFI 230 con scartamento normale 1435 mm (1460 mm in curva).
- Massicciata con sezione di tipo "B" con 26 cm di pietrisco sotto il piano della traversa.
- Scambio semplice tipo 60UNI/170/0.12 su traversoni in CAVP secondo il piano di posa disegno FS 9719 del 2003.
- Scambio intersezione doppia tipo 60/UNI/170/0.12 con cuori doppi misti su traversoni in CAVP secondo il piano di posa disegno FS 9736 del 2003.

4.3 Demolizioni

Per la realizzazione dell'intervento in progetto sono previste alcune demolizioni di manufatti esistenti. Dette demolizioni interessano principalmente gli attraversamenti di via Majorana e il binario esistente. In particolare, si ha:

Attraversamento via E. Majorana n. 1 demolizioni previste:

- 25.08 m di binario corrente (per inserimento di un nuovo deviatoio);
- 21.30 m di cordone in cls;
- 121.00 mq di pavimentazione in conglomerato bituminoso;
- 246.00 mq di fresatura spessore 3 cm.

Attraversamento stradale via E. Majorana n. 2 demolizioni previste:

- 282.50 m di binario corrente su traverse in legno;
- n. 1 deviatoio tipo 50U/102/0.15;

- 5.00 m di cordonata in cls;
- 76.30 mq di pavimentazione in conglomerato bituminoso;
- 103.80 mq di fresatura spessore 3 cm
- spostamento o rialzo di n. 6 pozzetti di sottoservizi.

Accessi esistenti lungo la strada comunale e piazzale (cul-de-sac) demolizioni previste:

- 217.60 mq di pavimentazione in conglomerato bituminoso;
- 75.15. mq di fresatura spessore 3 cm;
- 17.00 ml di cordolo stradale in cls.

Inoltre è previsto:

- Demolizione di un deviatoio 50/102/0.15 su traversoni in legno e binario costituito da rotaie 50 UNI e traverse in legno;
- Taglio / sfalcio vegetazione esistente;
- Rimozione di pozzetti esistenti.

4.4 Profilo altimetrico

Il profilo altimetrico del tratto ferroviario in progetto risulta vincolato dai seguenti aspetti:

- la quota del binario esistente su via Majorana (sud), da cui si diparte la nuova curva;
- la quota del binario che entra nello stabilimento Cimolai, per l'inserimento del nuovo deviatoio;
- la quota della pavimentazione stradale nell'attraversamento di via Majorana (nord);
- la quota della pavimentazione stradale nel piazzale finale, al confine con lo stabilimento Marcegaglia.

Un ulteriore vincolo altimetrico è imposto dall'accesso nord allo stabilimento Cimolai, come indicato nella relazione "R02-Relazione tecnica - Sottoservizi".

Ne risulta un andamento in salita nel tratto iniziale (pendenza massima 5.8‰), orizzontale nella parte centrale, e terminante con una discesa al 5.3‰ verso il piazzale asfaltato.

5 DISPONIBILITA DELLE AREE

Gran parte del progetto si sviluppa su aree già pubbliche di proprietà del Comune di San Giorgio di Nogaro, ovvero su particelle appartenenti al CO.S.E.F. Ci sono solo due piccole aree di proprietà privata, che andranno acquisite con esproprio.

L'elenco dei proprietari è riportato nel piano particellare, R06.1 Piano Particellare d'esproprio – Elenco ditte.

Ai fini della pratica espropriativa per l'imposizione del vincolo preordinato all'esproprio si prevede la redazione di una variante urbanistica finalizzata alle opere in progetto. A tal proposito, si fa riferimento al Testo Unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di espropriazione per pubblica utilità, di cui al D.P.R. 8 giugno 2001, n. 327, come modificato dal Decreto Legislativo 27 dicembre 2002, n. 302:

Le aree disponibili per l'allestimento del cantiere e per il ricovero dei mezzi potranno essere ricavate nelle adiacenze del cantiere, con occupazioni temporanee da definire nelle fasi successive.

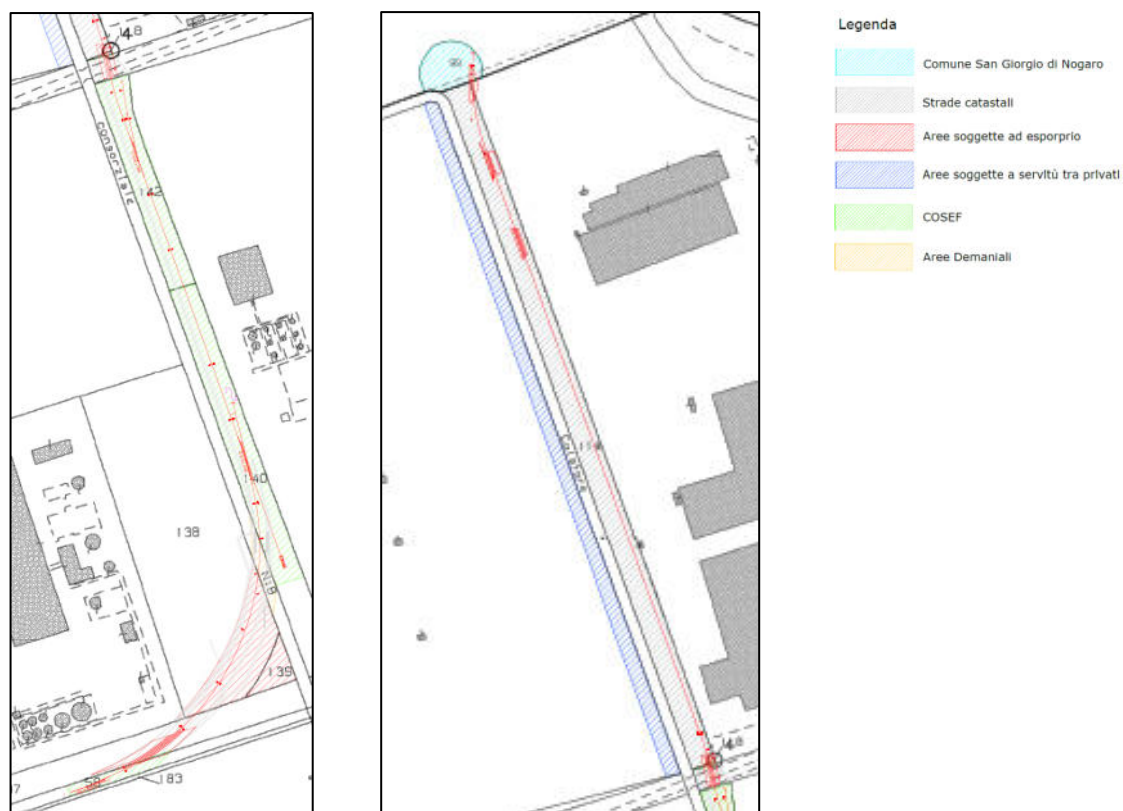


Figura 14 - estratto della planimetria catastale

6 CANTIERIZZAZIONE

6.1 Materiali provenienti da demolizioni

Il materiale di risulta dalle demolizioni previste per la realizzazione della nuova infrastruttura comprende, in linea generale, materiali vari derivanti da manufatti (cordonate in calcestruzzo), infrastrutture stradali, infrastrutture ferroviarie (rotaie, traverse in legno), opere civili in genere. Si tratta comunque di quantità di materiale limitate, trattandosi di un intervento ridotto.

6.2 Bilancio dei movimenti terra

Il bilancio dei movimenti terra prevedrà eccessi inferiori ai 6000 mc. Si cercherà di massimizzare l'utilizzo in sito dello scavo, per riempimenti.

6.3 Gestione delle terre e delle rocce da scavo.

Sulla Gazzetta Ufficiale n. 183 del 02/08/2017 è stato pubblicato il D.P.R. 120/2017 del 13/06/2017 recante la "Disciplina semplificata delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'art. 8 del decreto legge 1 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n.16".

Detta disposizione normativa sostituisce ed abroga tutte le precedenti normative relative alla gestione delle terre e rocce da scavo e costituisce, pertanto, l'unico riferimento normativo e tecnico in materia dalla data di entrata in vigore fissata al 22 agosto 2017.

Il presente progetto, non essendo sottoposto a VIA, indipendentemente dal volume scavato (che sarà inferiore ai 6000mc), dovrà prevedere:

1. L'attestazione da parte del produttore del rispetto dei requisiti di cui all'articolo 4 del D.P.R. 120/2017 mediante un'autocertificazione (dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà ai sensi del D.P.R. 445/2000) all'autorità competente e all'ARPA territorialmente competente rispetto al luogo di produzione. La dichiarazione va presentata almeno quindici giorni prima dell'inizio dei lavori di scavo (art. 21, comma 1), impiegando la modulistica di cui all'Allegato 6 del D.P.R. 120/2017.

2.La documentazione indicata all'Allegato 7, da predisporla e conservarsi come indicato al comma 2) del medesimo articolo in caso di trasporto fuori dal sito.

Il presente progetto prevede che lo scotico, in quanto terreno vegetale, venga gestito in sito, nelle aiuole. La scelta dovrà essere confermata con le analisi previste dalla legge e dalla sua interpretazione.

7 LOTTI FUNZIONALI

Poiché l'attuale Quadro Economico non consente la copertura finanziaria dell'intero progetto così come descritto fin qui, esso è stato suddiviso in due lotti; il primo lotto contiene le opere necessarie per rendere funzionale l'infrastruttura, mentre il secondo completa gli aspetti di sicurezza e di fruibilità da parte di possibili ulteriori soggetti interessati.

Per una descrizione dettagliata delle opere e degli importi relativi ai due lotti si vedano l'elaborato "24CS03-PFTE-R08_Quadro Economico" e la tavola "24CS03-PFTE-T15-Planimetria suddivisione lotti".

8 AUTORIZZAZIONI E CRONOPROGRAMMA

Per lo svolgimento delle successive attività di progettazione e di approvazione, affidamento, esecuzione e collaudo, si prevede un tempo massimo presunto di 20 mesi

- | | |
|--|----------|
| 1. Approvazione progetto PFTE autorizzazione RFI
conferenza dei servizi, richiesta pareri vari enti | 3 mesi; |
| 2. redazione progetto esecutivo | 3 mesi; |
| 3. approvazione del progetto Esecutivo | 1 mese; |
| 4. indizione gara d'appalto e aggiudicazione | 2 mesi; |
| 5. inizio lavori | 1 mese; |
| 6. esecuzione dei lavori | 10 mesi. |

Udine, Novembre 2025

Progettista:
Marco Cojutti



Allegati:

A estratto della relazione geologica

REGIONE FRIULI VENEZIA-GIULIA

(Provincia di Udine)

COMUNE DI SAN GIORGIO DI NOGARO

**“PATTI TERRITORIALI -intesa tra Regione Friuli Venezia
Giulia e Ministero per lo Sviluppo Economico - MISE”-**

**Riassetto idraulico del comprensorio della
Zona Industriale dell’Aussa - Corno**

CUP: - - CIG:Z6B1962A23

Committente: CONSORZIO DI BONIFICA PIANURA FRIULANA - UDINE

Progettista: Ing. Massimo VENTULINI - Servizio Tecnico Consorziale

Collaboratore: Ing. Raffaele FERUGLIO - UDINE

RELAZIONE GEOLOGICA

Ai sensi del DM 14/01/2008



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. ASPETTI PROGETTUALI DELL’INTERVENTO**

RELAZIONE GEOLOGICA

- 3. CARATTERI GEOLOGICI , MORFOLOGICI E TETTONICI**
- 4. CARATTERI IDROLOGICI DEL SITO**
- 5. SISMICITA’**
- 6. INDAGINI GEOGNOSTICHE**
 - 6.1. SONDAGGI A CAROTAGGIO**
 - 6.2. PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CPTU**
 - 6.3. SISMICA MASW**
 - 6.4. ANALISI DI LABORATORIO**
- 7. CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI TERRENI DI FONDAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA**
- 8. CONCLUSIONI**

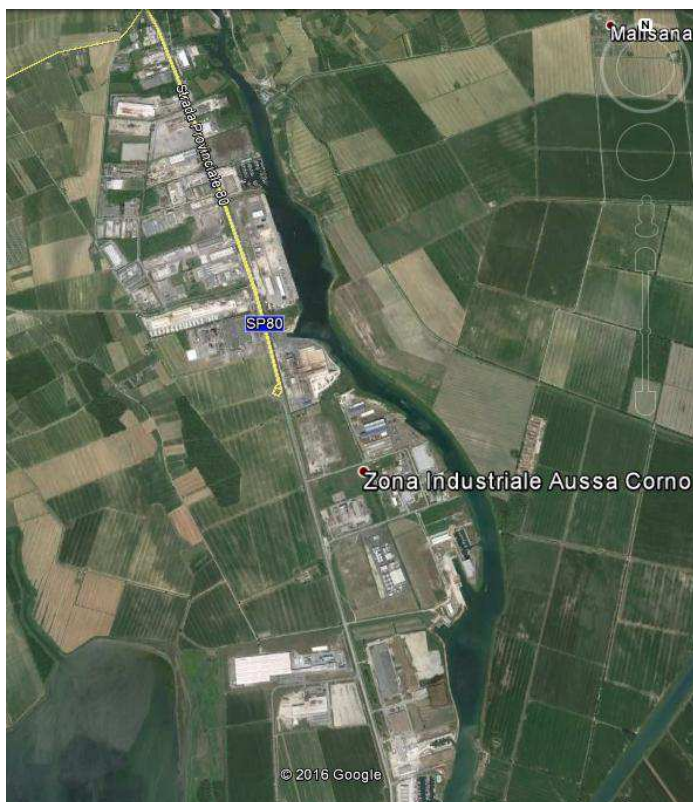
ALLEGATI:
ESTRATTO DI ORTOFOTO
COROGRAFIA 1: 5000 CON INTERVENTO COMPLESSIVO
CON POSIZIONE PUNTI DI INDAGINE
ELABORAZIONE SISMICA
FOTO

1. PREMESSA

La presente relazione geologica riguarda il progetto n. 514, nell’ambito dei cosiddetti “Patti territoriali” (intesa tra la Regione Friuli Venezia Giulia ed il Ministero per lo Sviluppo Economico - MISE), inerente il “Riassetto idraulico del comprensorio della Zona Industriale dell’Aussa-Corno”.

Si tratta di un complesso di interventi di sistemazione e razionalizzazione della rete di scolo idraulica, che si sviluppano essenzialmente lungo viale E. Fermi dalla Nuova Sguassero costruzioni a nord fino alla Ex Cogolo a sud su un’estesa di circa 4 km, e parallelamente lungo il Canale a cielo aperto (zone Cimolai spa, Kemira Italy srl, Oleificio San Giorgio).

Le indagini geologiche sono dettagliatamente descritte ed illustrate nel rapporto di indagine realizzato dalla ditta esecutrice SRV Indagini geologiche srl, secondo lo schema illustrato alle pagine seguenti, ad esse si è fatto riferimento nella formulazione dei



modelli. Lo scopo della presente relazione geologica è fornire al gruppo di progettazione gli elementi necessari di conoscenza sulla stratigrafia dei siti, sullo stato di addensamento dei vari strati, dare un inquadramento idrogeologico e sismico del contesto in cui le opere si inseriscono. Inoltre, vengono presentate alcune considerazioni geotecniche che riguardano i terreni di fondazione ed una valutazione complessiva di fattibilità geologica delle strutture alla luce delle NTC 2008.

ESTRATTO DI ORTOFOTO SETTORE INTERESSATO DAL PROGETTO

2. ASPETTI PROGETTUALI DELL’INTERVENTO

In generale, saranno posate condotte fognarie a sezione scatolare di dimensioni variabili, con rifacimento di gran parte dei manufatti esistenti di raccordo e di attraversamento dei canali; alcune opere più significative riguardano gli attraversamenti delle esistenti linee ferroviarie, con particolare riferimento al manufatto F1 (zona Consorzio Aussa-

Corno) e manufatto F5 (zona tra Kemira e Oleificio, attraversamento di Via Majorana), poiché incidenti in modo più rilevante sul terreno ed in corrispondenza dei quali si è concentrata anche l’indagine geologica.

Gli scavi saranno a sezione trapezia in genere, laddove non realizzabili saranno sostenuti da opere provvisorie (paratie o palancolate metalliche); la quota di posa dei manufatti risulta compresa tra -3,00 e -4,00 m dal p.c..



ESTRATTO DI CTR 1: 10000

RELAZIONE GEOLOGICA

3. CARATTERI GEOLOGICI E MORFOLOGICI E TETTONICI

L’area di intervento, in zona industriale Aussa-Corno in Comune di S. Giorgio di Nogaro, fa parte di un settore di un settore di bassa pianura, posto a ridosso della Laguna di Marano, in riva destra del Fiume Corno, tra Porto Nogaro e la bonifica Planais.

I terreni che si incontrano sono dati da alternanze di strati molto fini e dotati di coesione (argille e limi argillosi plastici) con intercalati limi sabbiosi e banchi sabbiosi.

Le quote medie del piano campagna vanno da un minimo di pochi dm sul medio mare (area della CPTU 04) fino a +2,80 m s.l.m. (viabilità zona industriale).

Geologicamente i sedimenti della pianura appartengono al sistema deposizionale del Torrente Cormor, che nelle sue divagazioni, ha costruito un ampio conoide ghiaioso a nord e via via più fine verso il mare; la zona industriale sorge su una delle direttrici di alluvionamento del Cormor che sfuma nei depositi lagunari alla periferia sud del comprensorio. Storicamente il territorio all’estremo sud è appartenuto al dominio lagunare fino al periodo della bonifica, quando sottraendo aree alla laguna è stato possibile disporre di superfici agricole e per nuovi insediamenti.

In particolare, in corrispondenza alcuni insediamenti industriali, il piano campagna è stato sopraelevato per spessori da 1 a 2 m mediante bonifica per colmata, con fanghi provenienti da dragaggio. Di conseguenza spesso vengono individuati con le indagini materiali di recente riporto, riposanti su limi, argille compatte e argille plastiche.

Come evidenziato anche dalle indagini geognostiche, i primi 8-10 m del sottosuolo quindi, sono caratterizzati dal predominare di sedimenti fini argillosi, limi argillosi, alternanze limo-sabbia e più raramente lenti di sabbia di spessore metrico.

Ad una profondità variabile tra 8,00 e 13,00 m dal piano campagna (mediamente 11,00-12,00 m) si rinviene un banco di sabbie molto addensate, che rappresenta lo strato resistente su cui vengono generalmente ad intestarsi i pali di fondazione dei capannoni industriali.

La zona dove il tetto di tale banco è più alto corrisponde al settore vicino al Fiume Corno (a sud area Marcegaglia), mentre nella zona più meridionale esso compare non prima dei 12-13 m.

TETTONICA –

Dal punto di vista tettonico, l’area di San Giorgio di Nogaro, si inquadra in un contesto periferico rispetto al sistema deformativo delle Prealpi ed inoltre il territorio comunale è classificato a bassa sismicità (3a categoria) in virtù della lontananza da sorgenti sismiche significative. Il sito non è interessato dalla presenza o vicinanza di faglie attive o capaci,

oltre ad essere costituito da una coltre di sedimenti alluvionali di centinaia di metri; nella figura la freccia rossa indica il sito rispetto alle principali faglie della catena.

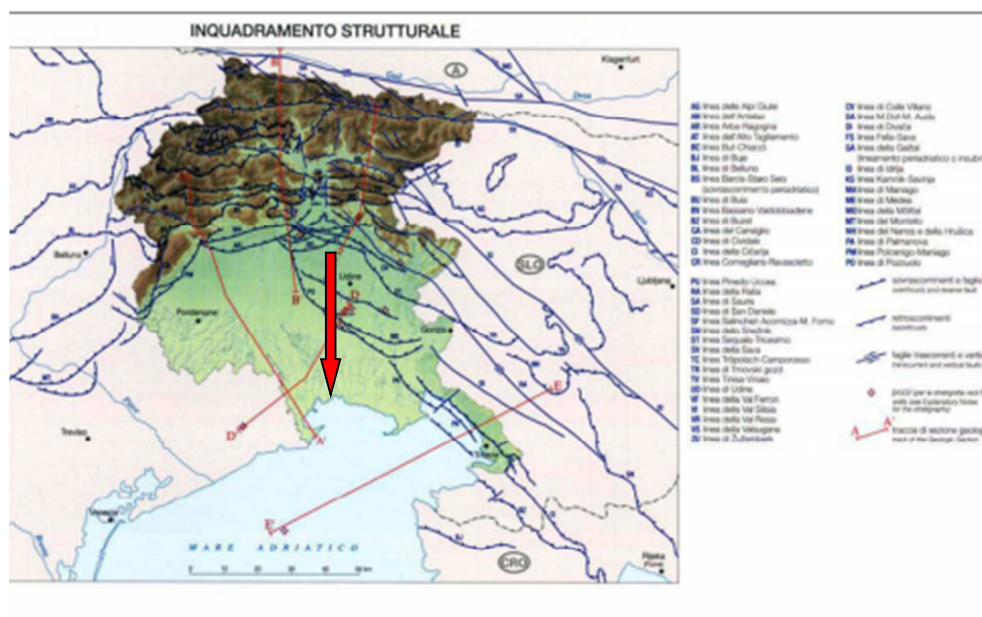


Figura 3: INQUADRAMENTO STRUTTURALE DEL FRIULI VENEZIA GIULIA (Da Regione Friuli Venezia Giulia - Servizio Geologico)

4. CARATTERI IDROLOGICI DEL SITO

Acque superficiali

Il comprensorio della zona industriale trae il nome dal maggiore corso d’acqua che domina l’area, il Fiume Corno, il quale riceve le portate del fiume Aussa quasi allo sbocco in laguna in località Feraùl.

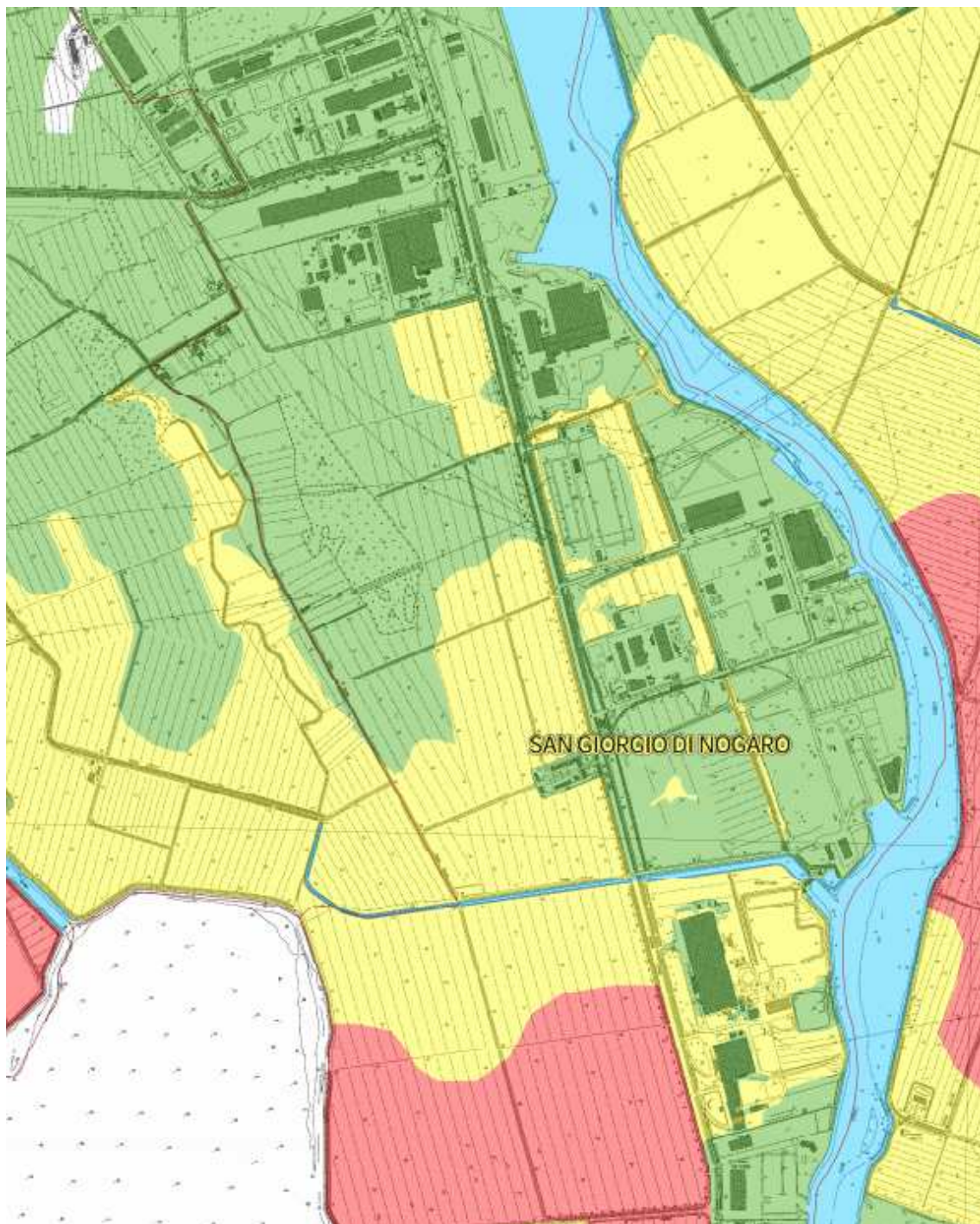
Più ad ovest verso il territorio di Carlino, scorre il Fiume Zellina che rappresenta il collettore occidentale. Sia il Corno che lo Zellina sono corsi d’acqua di risorgiva che traggono origine a monte (zona tra Castions e Gonars) per emergenza della falda al passaggio tra piana ghiaiosa e piana alluvionale sabbioso-limoso. I terreni agricoli in genere a bassa permeabilità, sgrondano le acque superficiali a mezzo di scoline e di fossi lungo i confini di proprietà, mentre gli interventi in progetto mirano a razionalizzare e potenziare la rete di scolo a servizio della zona industriale; il recapito finale è ad impianti idrovori di sollevamento delle portate (idrovora Planais).

Regime idraulico









Con riferimento agli areali di esondazione (Stefanini 1986, Carta delle pericolosità naturali del FVG) relativi all’evento eccezionale del 1966, si può vedere come essi si limitano a fenomeni di ingressione marina nel settore più a sud e abbiano provocato allagamento del settore tra Aussa e Corno, mentre gran parte della attuale zona Industriale non fu interessata dall’evento.

PAIR

Sulla base della documentazione consultata, i siti di intervento ricadono nella perimetrazione del Nuovo Piano Stralcio Assetto idrogeologico dei bacini di interesse regionale (PAIR) e relativa perimetrazione (BUR n. 51 del 17/12/2014) - quasi totalmente in aree classificate P1 - pericolosità idraulica bassa, con eccezione di piccoli tratti in P2 (zona CPTU 03 e zona sondaggio C2). Di seguito un estratto cartografico e delle NTA relativamente a tali aree.



LEGENDA

-  F (area fluviale)
-  P1 (pericolosità idraulica bassa)
-  P2 (pericolosità idraulica media)
-  P3 (pericolosità idraulica elevata)
-  Limiti bacini idrografici nazionali
-  Limite comunale
-  Interventi PSSI t. Corno e t. Cormor
-  Zone di attenzione PAI bacini nazionali

Nelle aree a pericolosità idraulica bassa P1 (art. 12), sono ammessi interventi, purchè in conformità alle previsioni del piano.

Acque sotterranee

Non è stata rilevata una falda acquifera stabile, poiché i terreni superficiali prevalentemente argillosi, sono da ritenersi impermeabili e non ospitano falde, i dati provenienti dalle prove CPTU e dai sondaggi indicano livello idrico nei fori di prova compreso tra -1,30 e -1,80 m ma non riferibile ad un livello ubiquitario.

Con riferimento ai lavori di posa delle condotte, è possibile che localmente possano essere intercettate modeste falde sospese in lenti sabbiose, ragion per cui sarà necessario dotarsi di impianti di drenaggio di emergenza per l’allontanamento delle portate dal fondo scavo. Sono inoltre note per la zona considerata, una serie di falde acquifere artesiane in pressione, contenute in livelli sabbiosi e ghiaiosi di modesto spessore, fino a notevoli profondità (oltre 500 m), dotate di medio grado di termalismo.

4. SISMICITA’

Con riferimento alla normativa antisismica vigente, il Comune di San Giorgio di Nogaro non rientrava nell’elenco dei Comuni dichiarati zona sismica previsto dal D.M. 11.01.1982. 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 veniva classificato zona sismica di 3a categoria, successivamente confermato dalla DGR 845/2010 di 3a categoria - bassa sismicità.

Criterio di valutazione dei parametri sismici (NTC 2008 - DM 14/01/2008)

Si è fatto riferimento a due manufatti principali su indicazione del Progettista strutturale, ed in particolare il manufatto di attraversamento ferroviario F1 (zona della CPTU01)

presso l’entrata del Consorzio Assa Corno - Piazzale Marghareth, ed il manufatto di attraversamento ferroviario F5 (zona CPTU 05) tra Oleificio San Giorgio spa e Kemira Italy.

Manufatto F1 : coordinata nord 45,7977 est 13,2255

- Vn = Vita nominale ≥ 50 anni
- Classe d’uso III
- Coefficiente d’uso $c_u = 1,5$
- $V_r = V_n * C_u = 75$ anni

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

	Tr	Ag/g	Fo	Tc
SL0	45	0,040	2,586	0,251
SLD	75	0,051	2,528	0,283
SLV	712	0,120	2,580	0,381
SLC	1462	0,151	2,617	0,399

Manufatto F5: coordinata nord 45,7790 est 13,2387

- Vn = Vita nominale ≥ 50 anni
- Classe d’uso III
- Coefficiente d’uso $c_u = 1,5$
- $V_r = V_n * C_u = 75$ anni

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

	Tr	Ag/g	Fo	Tc
SL0	45	0,039	2,592	0,249
SLD	75	0,049	2,525	0,281
SLV	712	0,115	2,584	0,384
SLC	1462	0,145	2,618	0,403

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 derivate da indagini di archivio e delle prove sismiche MASW 1 e MASW 2 appositamente eseguite in sito, che hanno indicato valori di Vs30 inferiori a 300 m/s, può essere così classificato con rif. Alla tabella 3.2. Il del NTC-2008: *Depositi granulari mediamente addensati, o terreni coesivi mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento con la profondità e valori di* $(180 < V_s < 360 \text{ m/s}, 15 > N_{spt} > 50, 70 > C_u > 250 \text{ kPa})$:

CATEGORIA DI SUOLO TIPO C.

Dott. STEFANO RUSSO – Geologo

STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA E CARTOGRAFIA

Via A. Morossi, 2 – 33053 Latisana (UD) Tel. e Fax: 0431.517226 - 520498

CATEGORIE TOPOGRAFICHE

Il sito con riferimento alle 4 classi topografiche di tabella 3.2.IV 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, data la presenza di suoli granulari grossolani. Inoltre, le NTC 2008, prevedono la possibilità di omettere tale verifica per siti soggetti alle seguenti condizioni:

- Eventi sismici attesi magnitudo $M < 5$.
- Accelerazioni max. attese in campo libero $< 0,1 g$.
- Profondità media stagionale falda $> 15 m$ dal piano campagna;
- Depositi dati da sabbie pulite con resistenze penetrometriche $N_{60} > 30$ oppure $qc > 180$;
- Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate in fig. 7.11.1(a e b).

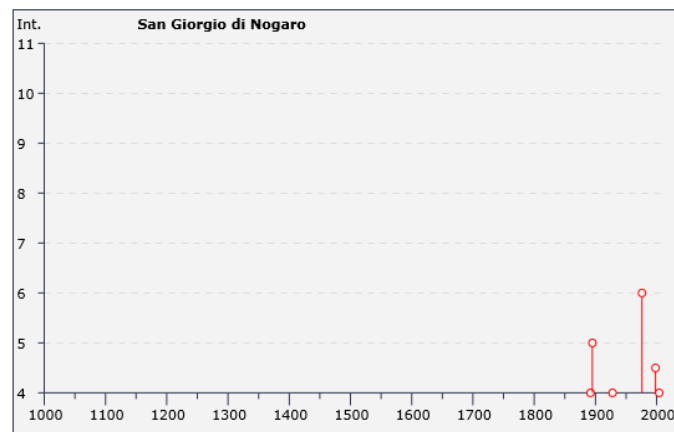
Il presente progetto rientra nella prima condizione, l'area di San Giorgio non risulta storicamente interessata da epicentri significativi.

Si conferma pertanto l'omessa verifica a liquefazione ricorrendone il presupposto

Storia sismica di San Giorgio di Nogaro [45.831, 13.211]

Numero di eventi: 8

Effetti	In occasione del terremoto del:			
I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
4	1892 06 23 23:20	CLAUT	71	5-6 4.71 ±0.14
5	1895 04 14 22:17	Slovenia	296	8 6.23 ±0.08
3	1897 07 15 05:57	Slovenia	53	6-7 5.25 ±0.23
4	1928 03 27 08:32	Carnia	359	9 5.84 ±0.09
6	1976 05 06 20:00	Friuli	770	9-10 6.46 ±0.09
NF	1988 02 01 14:21	VENZONE	273	6 4.65 ±0.09
4-5	1998 04 12 10:55	Slovenia	227	5.66 ±0.09
4	2004 07 12 13:04	Alpi Giulie	366	5.19 ±0.09



Magnitudo Richter

1,0 - 3,0

3,0 - 3,9

4,0 - 4,9

5,0 - 5,9

6,0 - 6,9

7,0+

Intensità Mercalli Modificata all'epicentro

I

II - III

IV - V

VI - VII

VII - VIII

IX o maggiore

5. INDAGINI GEOGNOSTICHE

E’ stato condotto un sopralluogo sui siti e consultati i dati di archivio disponibili per l’area (studi ed indagini per interventi in zona industriale); inoltre, sotto la supervisione del sottoscritto è stato realizzato dalla ditta SRV Indagini geologiche srl, il piano di indagine geognostica, in accordo con i Progettisti, consistito in:

- n. 4 sondaggi a carotaggio (marzo 2016)
- n. 6 prove penetrometriche statiche a punta elettrica e piezocono CPTU (marzo 2016)
- n. 2 prove sismiche MASW e contestuale misure di rumore sismico;
- analisi di laboratorio geotecnico

Si rimanda allo schema planimetrico allegato per quanto attiene alla posizione delle singole indagini ed alla relazione geognostica redatta da SRV Indagini geologiche srl, allegata alla presente per le descrizioni stratigrafiche dettagliate e fotografiche delle varie prove in sito, completa dei certificati di analisi di laboratorio.

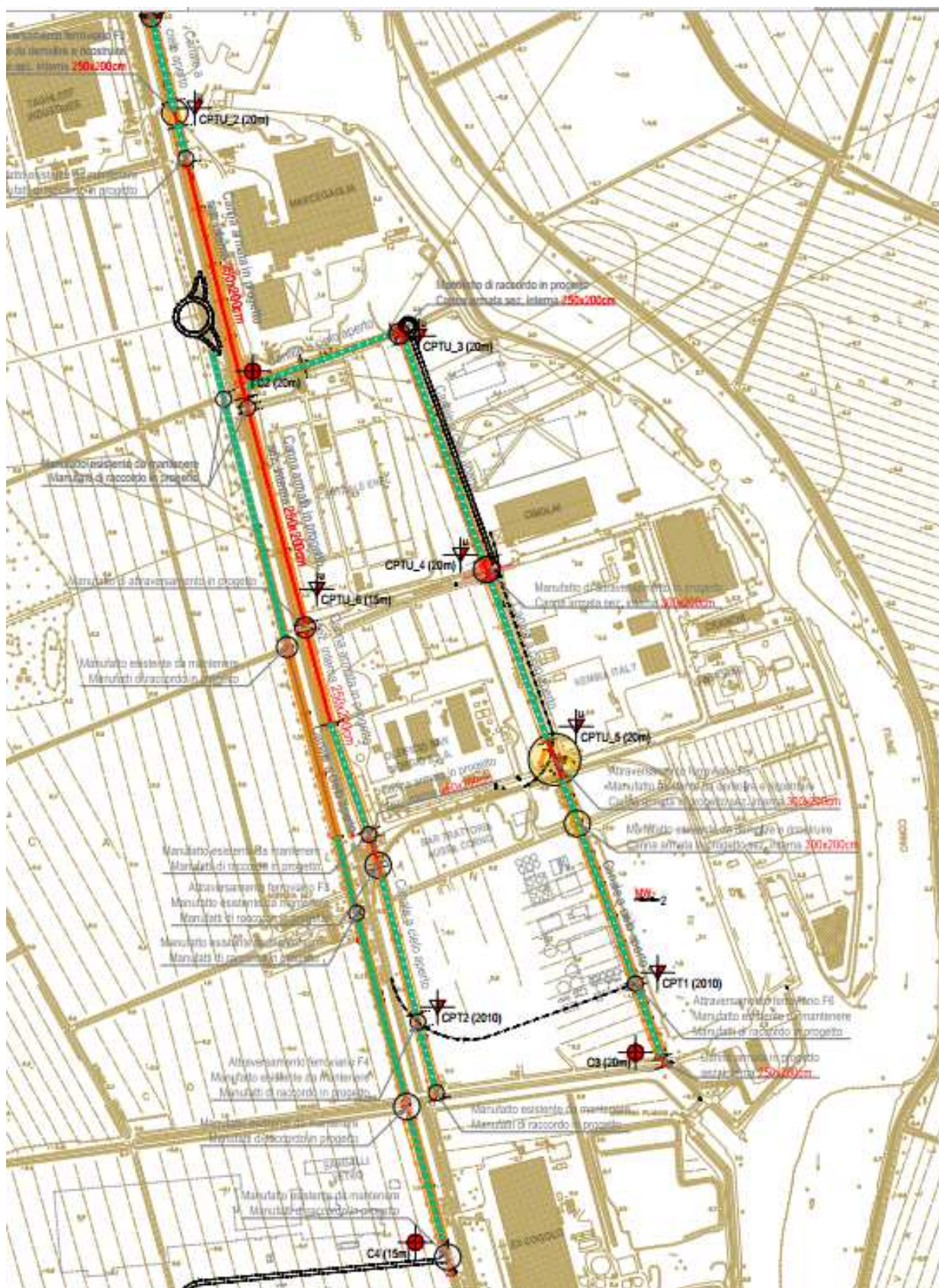


Alcune fasi dell’indagine - sondaggio C2

PLANIMETRIA UBICAZIONE INDAGINI - NORD



PLANIMETRIA UBICAZIONE INDAGINI - CENTRO-SUD



5.1. SONDAGGI A CAROTAGGIO

Sono stati eseguiti n. 4 carotaggi tra il 09 e il 14 marzo 2016 secondo il seguente schema:

sondaggio C1 - 15 m - presso capannone Risorse energetiche in Viale Fermi;

sondaggio C2 - 20 m - presso centrale ENEL in Viale Fermi;

sondaggio C3 - 20 m - in posizione interna presso canale a cielo aperto;

sondaggio C4 - 15 m - presso Vetreria Sangalli in Viale Fermi;

durante il carotaggio sono stati prelevati complessivamente n. 6 campioni per analisi geotecniche di laboratorio, prevalentemente nell’intervallo coesivo -2,0 / -4,5 m.

tutti i fori sono poi stati attrezzati con tubo piezometrico in PVC microfessurato.

5.2. PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CPTU

Nei punti indicati nella allegata “Planimetria Ubicazione Indagini” sono state eseguite, in data 11 E 15 marzo 2016, n° 6 prove penetrometriche statiche con punta elettrica e piezocono, (Prova CPTU) spinte sino a oltre 20 metri dal p.c.

Prova Penetrometrica:	Quota terreno:	Profondità Prova:
CPTU01	+2.70 m. slm	20.82 metri p.c.
CPTU02	+2.00 m. slm	20.46 metri p.c.
CPTU03	+2.80 m. slm	20.68 metri p.c.
CPTU04	-0.10 m. slm	20.66 metri p.c.
CPTU05	+2.20 m. slm	20.78 metri p.c.
CPTU06	+1.20 m. slm	15.44 metri p.c.

Per le prove CPTU è stato utilizzato un penetrometro da 20 ton di spinta montato su autocarro zavorrato.

A causa della presenza diffusa di materiali di riporto, compresi materiali litoidi per rilevati ferroviari, è stato necessario realizzare preventivamente dei pre-fori di circa 1,2-1,5 m con macchina perforatrice, attrezzati con tubo in PVC, prima di procedere al posizionamento della sonda penetrometrica (nei grafici indicato come “hand auger”).

Le metodiche di esecuzione ed elaborazione sono riportate nella relazione sulle indagini, le risultanze sono state utilizzate assieme ai dati stratigrafici per la derivazione dei modelli geotecnici a strati ai paragrafi successivi.

5.3. SISMICA MASW



Figura n° 1: Ubicazione Indagini MASW

Sono state eseguite due prove di sismica con tecnica MASW, accoppiate con misure in sito di rumore sismico (HVSR).

Le metodiche di esecuzione ed elaborazione sono riportate nella relazione sulle indagini, le risultanze sono state utilizzate assieme ai dati stratigrafici per la derivazione dei modelli geotecnici a strati ai paragrafi successivi.

La MASW1 è stata condotta nel settore nord, nei pressi della linea ferroviaria antistante il piazzale Margreth, la MASW 2 invece in un settore posto a sud-est ad est dell’oleificio industriale.

In entrambi i casi lo stendimento è stato di 50 m, le elaborazioni condotte hanno permesso di formulare le seguenti considerazioni di sintesi:

- Nei due siti il calcolo della Vs30 ha fornito valori vicinissimi, 298 m/s per la MASW1 e 277 m/s per la MASW2, collocando quindi i profili di suolo in categoria C, ai sensi delle NTC 2008;
- Le misure di HVSR eseguite in accoppiamento con le MASW hanno indicato un picco di frequenza a 0,4 Hz (struttura molto profonda) mentre un forte contrasto di impedenza sismica si rileva nel settore sud (picco a 4,2 Hz) in accordo con i dati penetrometrici e stratigrafici, mentre nel settore a nord il passaggio dai sedimenti limosi e argillosi dei primi 8-10 m alle sabbie sottostanti appare meno evidente (sabbie meno addensate e più limose).

5.4. ANALISI DI LABORATORIO GEOTECNICO

Stanti le finalità progettuali, sono stati prelevati campioni indisturbati durante le operazioni di carotaggio preferibilmente nei primi 4,5 m dalla superficie al fine di caratterizzare le argille che saranno maggiormente interessate dai carichi dei manufatti, in special modo gli attraversamenti ferroviari.

Sui campioni sono state fatte le analisi delle proprietà indice, il riconoscimento, fotografati e quindi sui livelli coesivi (argille e limi argillosi) eseguiti un totale di 3 prove di taglio diretto in cella triassiale e 3 prove di consolidazione edometrica.

I certificati di analisi sono allegato al rapporto di indagine geognostica (SRV).

Si possono esprimere le seguenti considerazioni:

- I materiali sono stati campionati con la massima cura ottenendo campioni a bassissimo grado di disturbo;
- Si tratta quasi sempre di limi argillosi di buona consistenza, colore grigio e olivastro, con locali livelli mm di sabbia, fortemente reagenti all’acido cloridrico;
- Le prove edometriche hanno evidenziato un comportamento molto lineare ed i valori di Modulo edometrico (Med) sono risultati vicini a 5 Mpa per intervalli di carico tra 50 e 100 kPa e tra 7 e 8 Mpa per intervalli tra 100 e 200 kPa.
- Analogamente le prove di taglio indicano valori di angolo di attrito di picco elevati 33-36° con valori di coesione molto bassa (20 e 70 kPa).
- Pertanto gli strati coesivi entro i primi 4,5 m non sono considerati molto compressibili e si presentano da mediamente a molto consistenti.

6. CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI TERRENI DI FONDAZIONE

Il quadro che emerge dall’analisi dei dati geognostici come dettagliatamente illustrati nella relazione sulle indagini, può essere descritto come segue:

il comprensorio industriale dell’Aussa Corno presenta una compagine di terreni in prevalenza molto fini (limi e argille) nell’intervallo che va dalla superficie a 8/13m a seconda delle zone.

In particolare nei primi 3-4 m possono essere presenti strati sabbiosi ma questo è stato verificato solo nella parte a nord e prossima al fiume Corno, legati a vecchi alvei del T. Cormor (prove CPTU 1 sondaggio C1). Con riferimento alla quota di posa dei manufatti e delle condotte (tra i -3 e -4 m) i terreni sono quasi ovunque dati da argille e limi argillosi a consistenza da media a elevata, molto spesso in alternanza con limi sabbiosi. Limi e argille con bassi valori di resistenza di punta qc sono stati individuati entro i primi 3 m dalla superficie.

Ovviamente nel dettaglio dei singoli siti, vi sono variazioni laterali (lenti sabbiose ad esempio nell’area di prova CPTU 5 o sondaggio C4).

Vengono presentati due modelli geotecnici a strati basati sulle risultanze di prova e riferiti a due manufatti - tipo (F1 ed F5).

Modello geotecnico interpretato –

ZIAC – ZONA CPTU 01

Profondità (m)	Spessore (m)	Descrizione	γ (t/mc)	ϕ (°)	Cu (kg/cm ²)	Mo (kg/cm ²)
1.20	1.20	Riporto eterogeneo - PREFORO				
2.20	1.00	Argille medie	0.85	0	0,5-0,7	40-50
3,00	0,80	Sabbia densa	0,90	39	0	200
4,60	1,60	Sabbie da poco a mediamente dense	0.90	31	0	70-100
11,50	6,90	Limi sabbiosi e argille	0,90	0	0,35-0,55	25-45
17,20	5,70	Sabbie dense	1,15	39-40	0	180-350
19,40	2,20	Argille e livelli di sabbia fine	0,90	0	0,6-0,9	40-60
20,60	1,20	sabbia	1,00	35	0	120-160
Posizione della falda nel foro: - 1,6 m						

Modello geotecnico interpretato –

ZIAC – ZONA CPTU 05

Profondità (m)	Spessore (m)	Descrizione	γ (t/mc)	ϕ (°)	Cu (kg/cm ²)	Mo (kg/cm ²)
0.50	0.50	Riporto eterogeneo - PREFORO				
3,00	2.50	Argilla media	0,85	0	0,5-0,7	35-55
5,40	2,40	Argilla e limo molto compatto	0.90	0	1,2-1,4	70-120
6,40	1,00	Sabbia densa	1,00	40	0	120
7,50	1,10	argilla	0,85	0	0,55-0,7	45
8,40	0,90	Sabbia fine e limo sabbioso	0,85	32	0	60
10,10	1,70	Argilla e limo	0,90	0	0,7-0,8	40-50
11,00	0,90	Sabbie mediamente dense	0,90	35	0	150
12,00	1,00	argilla	0,90	0	0,9-1,1	70
19,25	7,25	Sabbie dense	1,00	39-41	0	180-400
20,80	1,55	Argilla e limo	0,95	0	1,1	70
Posizione della falda: - 1,5 m						

Costante di sottofondo o di Winkler (Ks)

Le correlazioni utilizzate sono quelle tra Ks e Nspt del penetrometro dinamico, e tra Ks ed il Modulo Edometrico (estrapolato) dalla prova CPT, secondo anche quanto proposto da Bowles, 1986. Un valore più attendibile andrebbe derivato dall’esecuzione di prove di carico su piastra.

Il terreno di fondazione può essere caratterizzato da valori di Ks indicativi di :

2,0 kg/cm³ (limi sabbiosi e sabbie) alla profondità di -3 m.

1,5 kg/cm³ (argille limi argillosi consistenti) alla profondità di -3 m.

Opere di sostegno

La progettazione geotecnica delle opere di sostegno degli scavi terrà conto dei seguenti aspetti:

- Le verifiche andranno condotte in condizioni sature;
- Le argille e limi argillosi presenti nei primi 4 m sono dotate di buoni valori di coesione non drenata (Cu) mentre alcune alternanze di sabbia sciolta e limi argillosi sono presenti tra -5,0 m e -9,0 m;
- In caso di opere in trincea (condotte) sarà necessario provvedere al sostegno degli scavi mediante casseri o pannelli per profondità superiori a 1,5 m; il drenaggio delle trincee o degli scavi per i manufatti di attraversamento andrà assicurato per mezzo di impianti di pompaggio con elettropompe o diesel, mentre i sistemi well-point si ritengono potenzialmente inefficaci in situazioni stratigrafiche come quelle illustrate.

7. CONCLUSIONI

In conclusione dello studio condotto si evidenziano i seguenti punti:

- l'area, come riscontrato con le indagini, si presenta nel complesso con mediocri caratteristiche geotecniche negli orizzonti superficiali mentre sono sempre presenti banchi di sabbie addensate partire da una profondità minima di 8 m (CPTU3) e massima di 13 m (CPTU6); tale banco sabbioso resistente con valori di Q_c tra 100 e 250 kg/cmq si trova mediamente, nel comprensorio della ZIAC tra 10,50 e 12,50 m dalla superficie. Le prove CPTU spinte più in profondità ed i sondaggi hanno evidenziato che il banco sabbioso ha spessore di 5- 8 m trovando il suo letto (base dello strato) attorno ai -18,00m;
- la falda si trova a modesta profondità (minima 1,30 m dalla superficie) e interagisce con le opere, pertanto le verifiche sono state condotte in condizioni sature;
- Dal punto di vista sismico l'area ricade in zona a bassa sismicità (3a categoria), sulla base delle misure condotte le velocità delle onde di taglio nei primi 30 m (V_{s30}) sono risultate poco inferiori a 300 m/sec, pertanto rientrando l'area nel profilo di suolo C, secondo le NTC2008, inoltre non sussiste rischio di liquefazione sotto sforzo di taglio ciclico;

Sulla scorta di quanto esposto e fatto salvo il contenuto dei precedenti punti, non sono state riscontrate particolari controindicazioni di natura geologico-tecnica all'esecuzione delle opere in progetto.

La presente relazione è stata redatta in ottemperanza a quanto disposto dal D.M. 14.01.2008, in materia di norme tecniche per le costruzioni.

Latisana li 02/05/2016

Il Geologo

REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA

PROVINCIA DI UDINE

COMUNE DI S.GIORGIO DI NOGARO

**RIASSETTO IDRAULICO DEL COMPRENSORIO DELLA ZONA
INDUSTRIALE DELL'AUSSA-CORNO.
INDAGINI GEOLOGICHE**

- SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO**
- INSTALLAZIONE PIEZOMETRI**
- PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CPTU**
- SISMICA MASW**

RAPPORTO DI INDAGINE N°0316

COMMITTENTE: CBF – CONSORZIO DI BONIFICA FRIULANA

TECNICO INCARICATO: GEOLOGO STEFANO RUSSO

DATA: MARZO 2016

SRV
INDAGINI GEOLOGICHE SRL
Via Rocca, 13 - 33053 LATISANA (UD)
P.IVA 02531030308
R.E.A.: UD 268292



1. DATI GENERALI.

REGIONE:	FRIULI VENEZIA GIULIA.
PROVINCIA:	UDINE.
COMUNE:	SAN GIORGIO DI NOGARO.
LOCALITA':	Z.I. AUSSA - CORNO.
PROGETTO	RIASSETTO IDRAULICO DEL COMPRESORIO DELLA ZIAC
COMMITTENTE:	CONSORZIO DI BONIFICA PIANURA FRULANA
CONTENUTI:	RELAZIONE SULLE INDAGINI
ALLEGATI:	STRATIGRAFIE SONDAGGI GEOGNOSTICI ELABORATI PROVE CPTU ANALISI DI LABORATORIO DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
RESPONSABILE COMMESSA SRV:	dott. geol. STEFANO RUSSO.
DATA:	MARZO 2016.

2. **PREMESSA.**

Per conto del professionista incaricato per lo studio geognostico e geologico del comprensorio industriale dell' Aussa-Corno dott. Geol. Stefano Russo, Committente il Consorzio di Bonifica Pianura Friulana di Udine, è stata eseguita, nel periodo Marzo-Aprile 2016, una campagna di indagini geognostiche per il Progetto di "Riassetto idraulico del comprensorio della Zona Industriale dell'Aussa Corno"

I punti d'indagine sono stati individuati dalla Committenza e dal Gruppo di progettazione ed il piano d' indagine si è articolato nelle seguenti attività anche in coordinamento con la DL:

- Esecuzione di n° 6 Prove Penetrometriche Statiche con punta elettrica e piezocono (CPTU01 -06).
- Esecuzione di n° 4 Sondaggi a carotaggio continuo (C1, C2, C3 e C4) con Prove S.P.T. "Standard Penetration Test" e prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati.
- Posa di tubo piezometrico a tubo aperto per monitoraggio escursioni di falda.
- Esecuzione di n° 2 prove sismiche MASW.

L' intero piano d' indagine in sito, è stato eseguito in n° 5 giorni lavorativi (CPTU: 11 e 15 marzo 2016; Sondaggi: dal 09 al 14 marzo 2016).

Nelle seguenti planimetrie sono indicati gli interventi puntuali in progetto, i sondaggi le CPTU e le CPT eseguite nel 2010.

Riassetto idraulico del compressorio della Zona Industriale dell'Aussa-Corno.
CIG: Z6B1962A23

www.indaginigeologiche.it

3. COROGRAFIA E UBICAZIONE PUNTI INDAGINE .



Riassetto idraulico del compressorio della Zona Industriale dell'Aussa-Corno.
CIG: Z6B1962A23

www.indaginigeologiche.it

SONDAGGI GEOGNOSTICI E AMBIENTALI – MONITORAGGI - GEOFISICA - PERFORAZIONI POZZI ACQUA - PERFORAZIONI



4. INDAGINI IN SITO.

4.1 PROVE PENETROMETRICHE STATICHE (CPTU).

Nei punti indicati nella allegata "Planimetria Ubicazione Indagini" sono state eseguite n° 6 prove penetrometriche statiche con punta elettrica e piezocono, (Prova CPTU) spinte sino a oltre 20 metri dal p.c.

Prova Penetrometrica:	Quota terreno:	Profondità Prova:
CPTU01	+2.70 m. slm	20.82 metri p.c.
CPTU02	+2.00 m. slm	20.46 metri p.c.
CPTU03	+2.80 m. slm	20.68 metri p.c.
CPTU04	-0.10 m. slm	20.66 metri p.c.
CPTU05	+2.20 m. slm	20.78 metri p.c.
CPTU06	+1.20 m. slm	15.44 metri p.c.

Per le prove CPTU è stato utilizzato un penetrometro da 20 ton di spinta montato su autocarro zavorrato, negli allegati sono visibili i grafici relativi alle elaborazioni e le fotografie di alcuni posizionamenti.

Le Prove Penetrometriche con Punta Elettrica (CPTE) e Piezocono (CPTU) sono un'evoluzione della prova penetrometrica statica con punta meccanica (CPT) e si differenziano dalle CPT per il sistema di acquisizione della lettura di resistenza alla punta e al manicotto che è ottenuta in continuo mediante estensimetri e celle di carico installate nella punta.

Le celle di carico misurano separatamente la resistenza alla punta (q_c) e l'attrito laterale locale (f_s) in MPa. I vantaggi di questo sistema, rispetto al tradizionale sistema con punta meccanica, sono:

- Precisione e linearità della lettura (i valori acquisiti sono quelli reali in tutto il "range" di misura dello strumento);*
- Maggiore risoluzione in terreni a debole resistenza (la CPTU relativamente alla Resistenza di punta ha un fondo scala di 0.01 Mpa invece di 0.1 Mpa della punta meccanica). L'elevata sensibilità strumentale permette il rilievo dei valori di resistenza di materiali "molto soffici" quali sedimenti di fondo dei canali, torbe, sabbie e limi molto sciolti etc.;*
- Lettura continua delle resistenze dei terreni (ogni 2 cm invece dei 20 cm della prova CPT);*
- Misurazione dei valori di sovrappressione "U" (Kpa) durante l'infissione. L'infissione della punta nel terreno saturo produce una variazione della "pressione neutra" ("U") inversamente proporzionale alla permeabilità;*
- Controllo della verticalità della batteria di aste (mediante inclinometro).*

SONDAGGI GEOGNOSTICI E AMBIENTALI – MONITORAGGI - GEOFISICA - PERFORAZIONI POZZI ACQUA - PERFORAZIONI

La punta elettrica produce dei segnali continui che vengono trasmessi via cavo inserito nelle aste di spinta ad una centralina di acquisizione che memorizza in continuo i dati di resistenza di punta e laterale, la pressione dei pori ed inclinazione delle aste.

Il sistema di elaborazione consiste in un calcolatore, stampante e plotter per restituzione dei grafici.

Le prove penetrometriche sono state eseguite secondo quanto previsto dalla norma ASTM (D.3441) e dalle "Raccomandazioni" ISSFE, per la standardizzazione delle prove penetrometriche in Europa (1976), nonché dall' AGI, per l'esecuzione delle indagini geotecniche (1977).

Per l' esecuzione dell' indagine è stato utilizzato un penetrometro statico "Deep Drill", montato su autocarro zavorrato, impiegando una punta elettrica con piezocono Tecnopenta modello TPCPL2IN s.n. 120409, corredata di sistema analogico digitale di acquisizione dati.

Le prove condotte con il piezocono hanno permesso la misura contemporanea e continua della resistenza alla punta q_c (MPa), della resistenza laterale locale f_s (MPa), della pressione interstiziale "U" (Kpa) e della inclinazione della punta rispetto alla verticale.

Il piezocono, costituito da un corpo cilindrico di acciaio ad alto limite di snervamento, dove l'elemento di misura della resistenza alla punta e della resistenza laterale si deforma proporzionalmente allo sforzo applicato, presenta immediatamente dietro alla parte conica della punta, un filtro a ridosso del quale un trasduttore di pressione permette la misura della pressione neutra.

Il cono impiegato presenta un diametro di 36 mm e angolo di apertura di 60°, con un "tip area factor" $a = 0.68$ e un "sleeve area factor" $b = 0.005$; la "Friction" (manicotto di attrito) ha una superficie laterale di 15000 mm² ed è situato dietro la punta e si muove indipendentemente da questa.

L' elaborazione dei dati delle prove penetrometriche, finalizzata alla identificazione della natura dei terreni attraversati e alla definizione delle loro proprietà geotecniche medie, è stata condotta mediante apposito programma di calcolo ("CPeT-IT" ver. 1.7.6.42) della "GeoLogismiki", "Gregg Drilling & Testing Inc." del Prof. Peter Robertson.

Per la definizione delle caratteristiche litologico – geotecniche dei terreni il programma di calcolo si basa su correlazioni sui valori misurati di:

- 1) Resistenza alla punta (q_c);
- 2) Rapporto tra resistenza laterale e resistenza alla punta (f_s/q_c);
- 3) Pressione interstiziale (U); i dati sono normalizzati rispetto alla tensione verticale litostatica.

Esse rappresentano uno strumento di caratterizzazione geotecnica in senso lato, fornendo, come è noto, una guida nell' identificazione del tipo di comportamento del terreno ("coesivo" o "granulare") e non strettamente una classificazione basata sulla composizione granulometrica.

Per una più completa valutazione dei dati si rimanda ai diagrammi ed alle tabulazioni delle singole prove in cui sono presenti:

SONDAGGI GEOGNOSTICI E AMBIENTALI – MONITORAGGI - GEOFISICA - PERFORAZIONI POZZI ACQUA - PERFORAZIONI

Dati di Input:

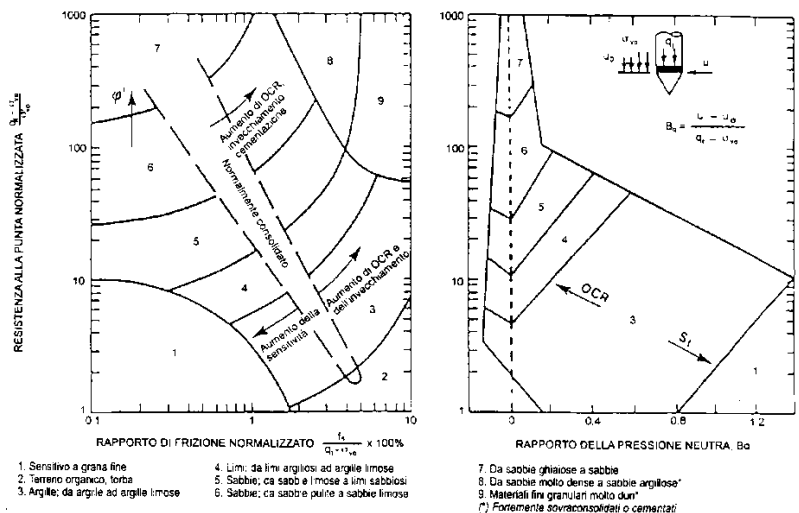
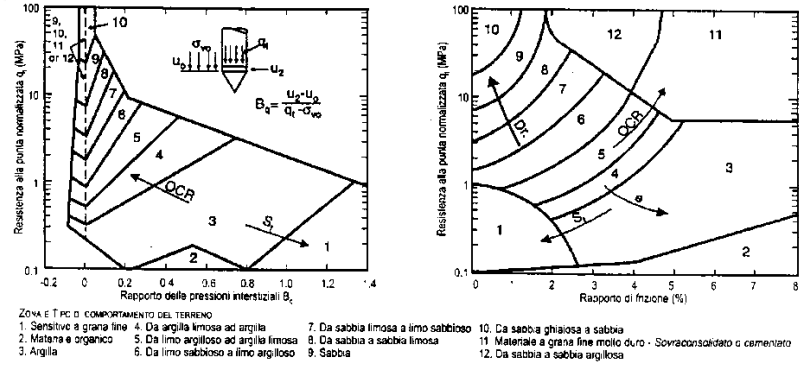
- Units for display (atm. pressure, $pa = 0.96 \text{ tsf}$ or 0.1 MPa);
- Elevation of ground surface (m);
- Depth to water table, z_w (m) – input required for each CPT sounding. Equilibrium water pressures are assumed hydrostatic relative to the input G_{WL} .
- Net area ratio for cone, a (default to 0.85);
- Relative Density constant, C_{Dr} (default to 350);
- Young's modulus number for sands, a (default to 5);
- Small strain shear modulus number:
 - for sands, SG (default to 180 for SBTn 5, 6, 7);
 - for clays, CG (default to 50 for SBTn 1, 2, 3 & 4)
- Undrained shear strength cone factor for clays, N_{kt} (default to 15);
- Over Consolidation ratio number, $kocr$ (default to 0.3);
- Unit weight of water, (default to $g_w = 9.81 \text{ kN/m}^3$).

Output:

Total cone resistance, qt (MPa):	$qt = qc + u \times (1-a)$
Friction Ratio, R_f (%)	$R_f = (fs/qt) \times 100\%$
Soil Behavior Type (non-normalized), SBT	See note (Robertson, 1990)
Unit weight, g (kN/m^3)	based on SBT non normalized (Lunne 1997).
Total overburden stress, s_v (MPa)	$s_{vo} = g \times z$
Insitu pore pressure, u_o (MPa)	$u_o = g_w \times (z - z_w)$
Effective overburden stress, s'_{vo} (MPa)	$s'_{vo} = s_{vo} - u_o$
Normalized cone resistance, $Qt1$	$Qt1 = (qt - s_{vo}) / s'_{vo}$
Normalized friction ratio, Fr (%)	$Fr = fs / (qt - s_{vo}) \times 100\%$
Normalized Pore Pressure ratio, Bq	$Bq = u - u_o / (qt - s_{vo})$
Soil Behavior Type (normalized), SBTn	(Robertson, 1990)
SBTn Index, I_c	See note
Normalized Cone resistance, Qtn (n varies with I_c)	See note
Estimated permeability, k_{SBT} (m/sec)	See note
Equivalent SPT N60, (blows/30cm)	See note
Equivalent SPT (N1)60 (blows/30cm)	See note
Estimated Relative Density, Dr , (%)	See note
Estimated Friction Angle, f' , (degrees)	See note
Estimated Young's modulus, E_s (MPa)	See note
Estimated small strain Shear modulus, G_o (MPa)	See note
Estimated Undrained shear strength, s_u (kPa)	See note
Estimated Undrained strength ratio	s_u/s'_v
Estimated Over Consolidation ratio, OCR	See note

NOTE: 1) Soil Behavior Type (non-normalized), SBT Robertson (1990).

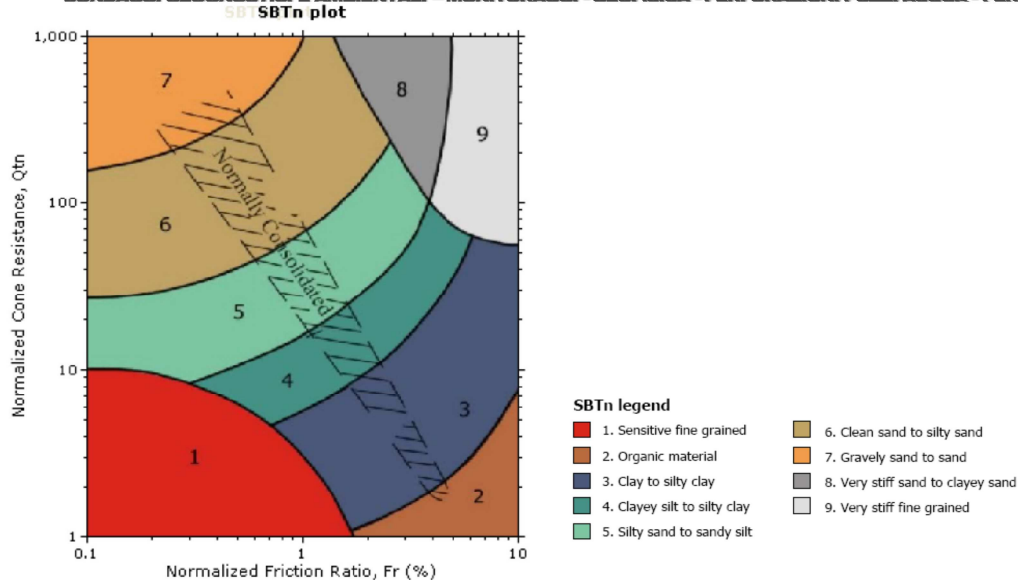
SONDAGGI GEOGNOSTICI E AMBIENTALI – MONITORAGGI - GEOFISICA - PERFORAZIONI POZZI ACQUA - PERFORAZIONI



SBT Zones		SBTn Zones	
1	Sensitive fine grained	1	Sensitive fine grained
2	Organic soil	2	Organic soil
3	Clay	3	Clay
4	Clay & silty clay	4	Clay & silty clay
5	Clay & silty clay		
6	Sandy silt & clayey silt		
7	Silty sand & sandy silt	5	Silty sand & sandy silt
8	Sand & silty sand	6	Sand & silty sand
9	Sand		
10	Sand	7	Sand
11	Very dense/stiff soil*	8	Very dense/stiff soil*
12	Very dense/stiff soil*	9	Very dense/stiff soil*

* heavily overconsolidated and/or cemented

SONDAGGI GEOGNOSTICI E AMBIENTALI – MONITORAGGI - GEOFISICA - PERFORAZIONI POZZI ACQUA - PERFORAZIONI



2) Unit weight, γ either constant or based on Non-normalized SBT (Lunne et al., 1997 and table below).

SBT	Approximate Unit Weight (kN/m ³)
1	17.5
2	12.5
3	17.5
4	18.0
5	18.0
6	18.0
7	18.5
8	19.0
9	19.5
10	20.0
11	20.5
12	19.0

3) Soil Behavior Type (Normalized), SBTn Robertson (1990), using Q_{tn} .

4) SBTn Index, $I_c = ((3.47 - \log Q_{tn})^2 + (\log Fr + 1.22)^2)^{0.5}$

5) Normalized Cone resistance, Q_{tn} (n varies with I_c)

$$Q_{tn} = ((q_t - s_{vo})/p_a) \times (p_a/(s'_{vo}))^n$$

and recalculate I_c , then iterate:

When $I_c < 1.64$, $n = 0.5$ (clean sand)

When $I_c > 3.30$, $n = 1.0$ (clays)

When $1.64 < I_c < 3.30$, $n = (I_c - 1.64) \times 0.3 + 0.5$

Iterate until the change in n , $\Delta n < 0.01$

6) Equivalent SPT N60, (blows/30cm) Lunne et al. (1997)

7) Equivalent SPT (N1)60 (blows/ft or blows/30cm) (N1)60 = N60 CN, where $CN = (p_a/s'_{vo})^{0.5}$

SONDAGGI GEOGNOSTICI E AMBIENTALI – MONITORAGGI - GEOFISICA - PERFORAZIONI POZZI ACQUA - PERFORAZIONI

SBTn	Permeability (m/sec)
1	1 x 10-8
2	1 x 10-7
3	3 x 10-10
4	1 x 10-8
5	1 x 10-6
6	1 x 10-4
7	1 x 10-2
8	1 x 10-6
9	3 x 10-9

$$\frac{q_c}{N_{60}} = 8.5 \left(1 - \frac{I_c}{4.6} \right)$$

8) Relative Density, Dr, (%) $Dr = Q_{tn} / CDr$

Only SBTn 5, 6, 7 & 8 '0' in zones 1, 2, 3, 4 & 9

9) Friction Angle, f', (degrees):

$$\tan f' = \frac{1}{2.68} \times \left[\log \left(\frac{q_c}{\sigma'_{vo}} \right) + 0.29 \right]$$

Only SBTn 5, 6, 7 & 8 '0' in zones 1, 2, 3, 4 & 9

10) Young's modulus, Es $Es = a \times q_t$

Only SBTn 5, 6, 7 & 8 '0' in zones 1, 2, 3, 4 & 9

11) Small strain shear modulus, Go

$$Go = S_G \times (q_t \times s'_{vo} \times pa)^{1/3} \quad \text{For SBTn 5, 6, 7}$$

$$Go = C_G \times q_t \quad \text{For SBTn 1, 2, 3 & 4}$$

'0' in zones 8 & 9

12) Undrained shear strength, $s_u = (q_t - s_{vo}) / N_{kt}$ Only SBTn 1, 2, 3, 4 & 9 '0' in zones 5, 6, 7 & 8

13) Over Consolidation ratio, $OCR = k_{ocr} Q_{t1}$ Only SBTn 1, 2, 3, 4 & 9 '0' in zones 5, 6, 7 & 8

14) Estimated permeability, kSBT (based on Normalized SBTn) (Lunne et al., 1997)

Si riportano in allegato i grafici delle prove e l'interpretazione dei dati mediante apposito programma di calcolo.



INDAGINI GEOLOGICHE

Progetto 514 – "Patti territoriali – Intesa tra Regione FVG e Ministero per lo Sviluppo Economico (MISE).

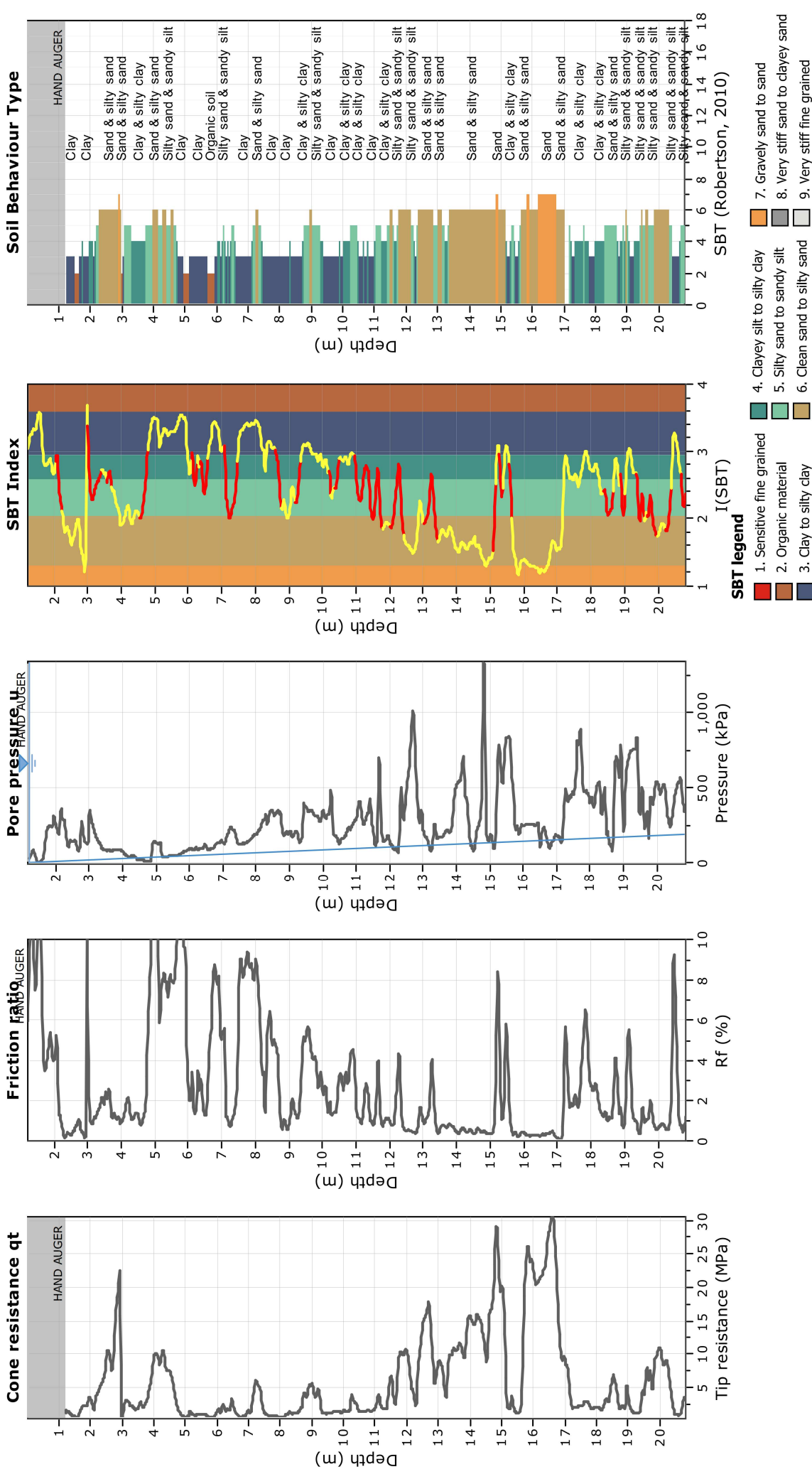
Riassetto idraulico del comprensorio della Zona Industriale dell'Aussa-Corno.
CIG: Z6B1962A23

www.indaginigeologiche.it

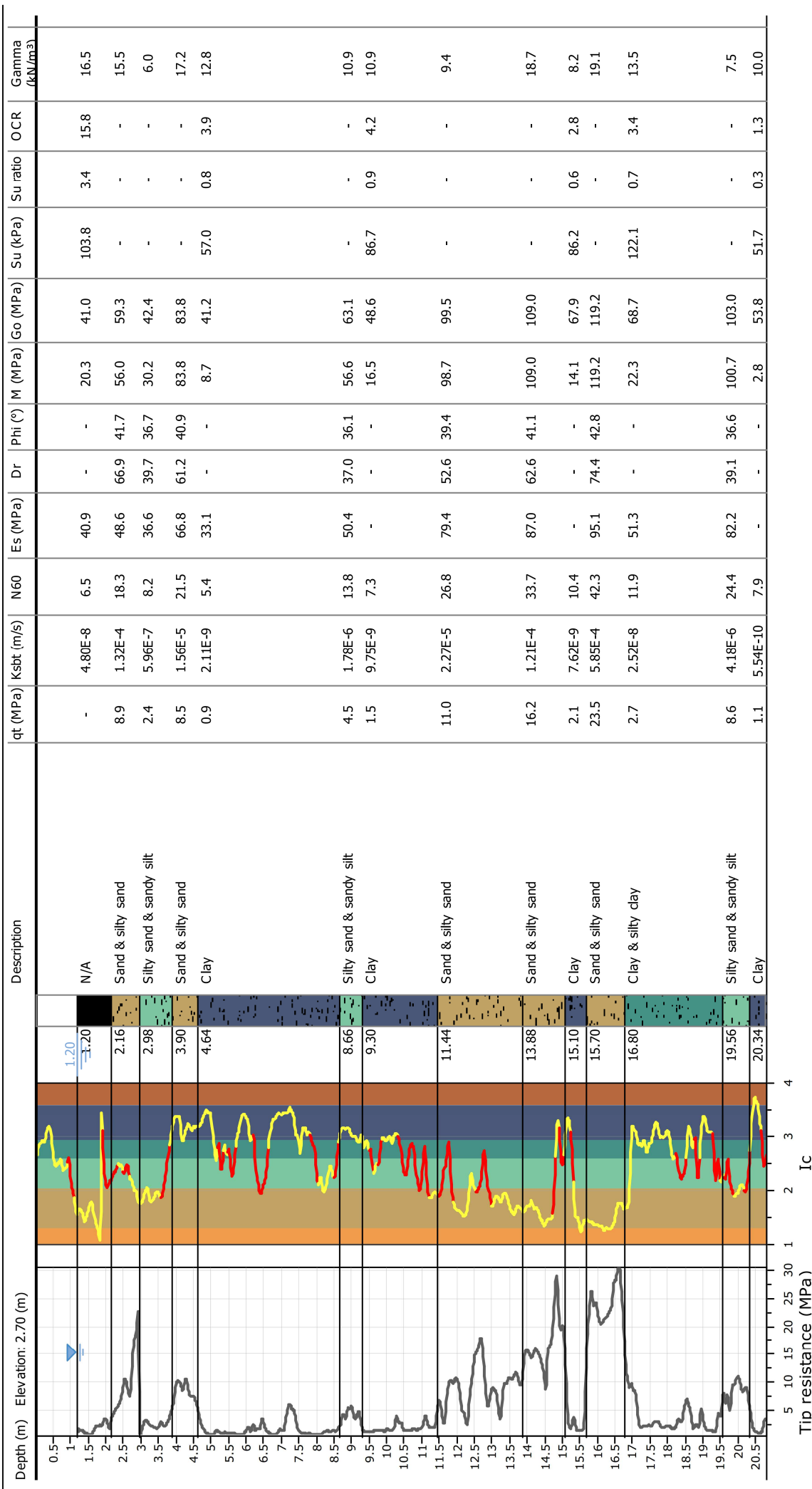
SONDAGGI GEOGNOSTICI E AMBIENTALI – MONITORAGGI - GEOFISICA - PERFORAZIONI POZZI ACQUA - PERFORAZIONI

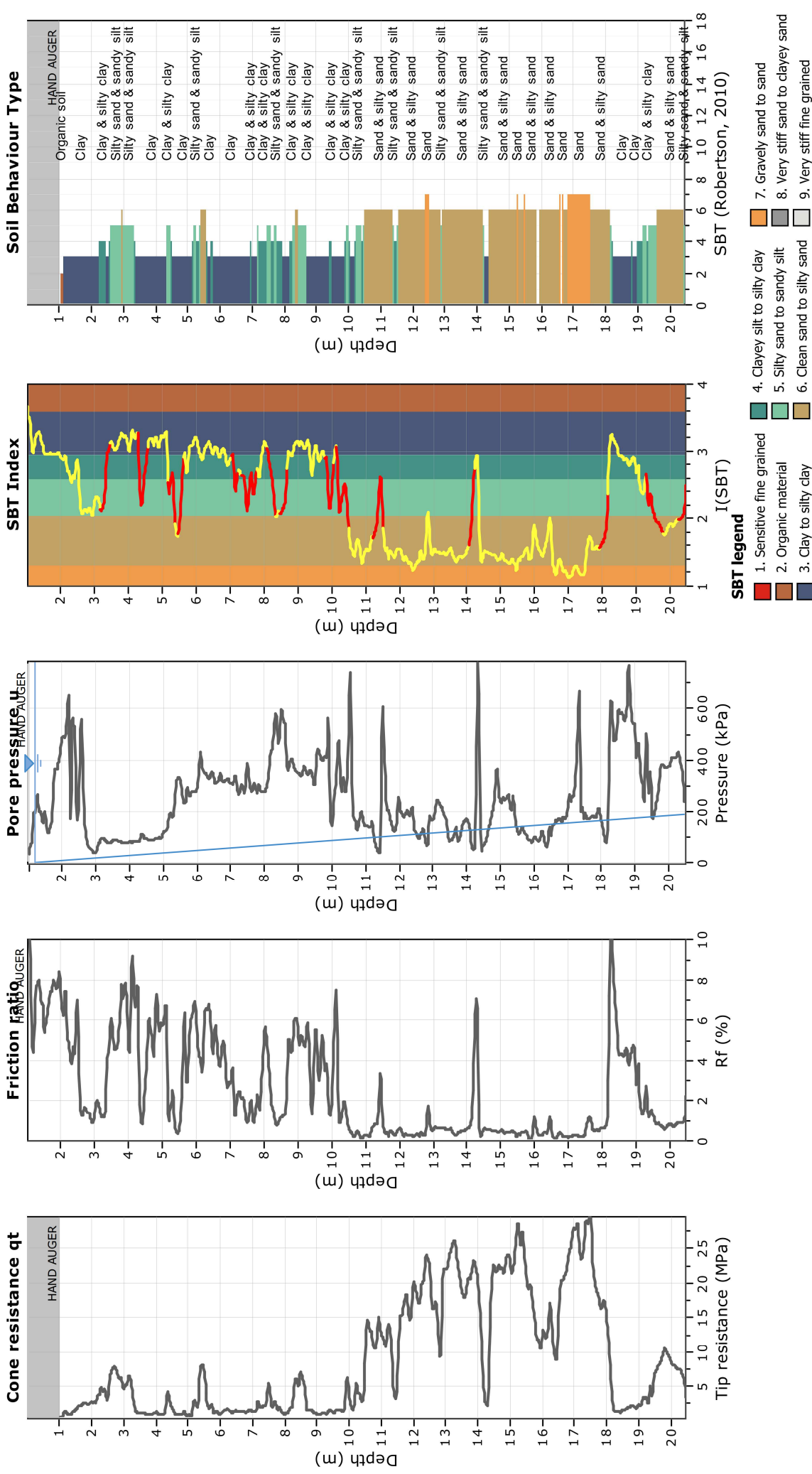
PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CPTU

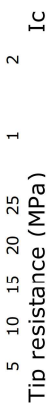
ALLEGATI GRAFICI

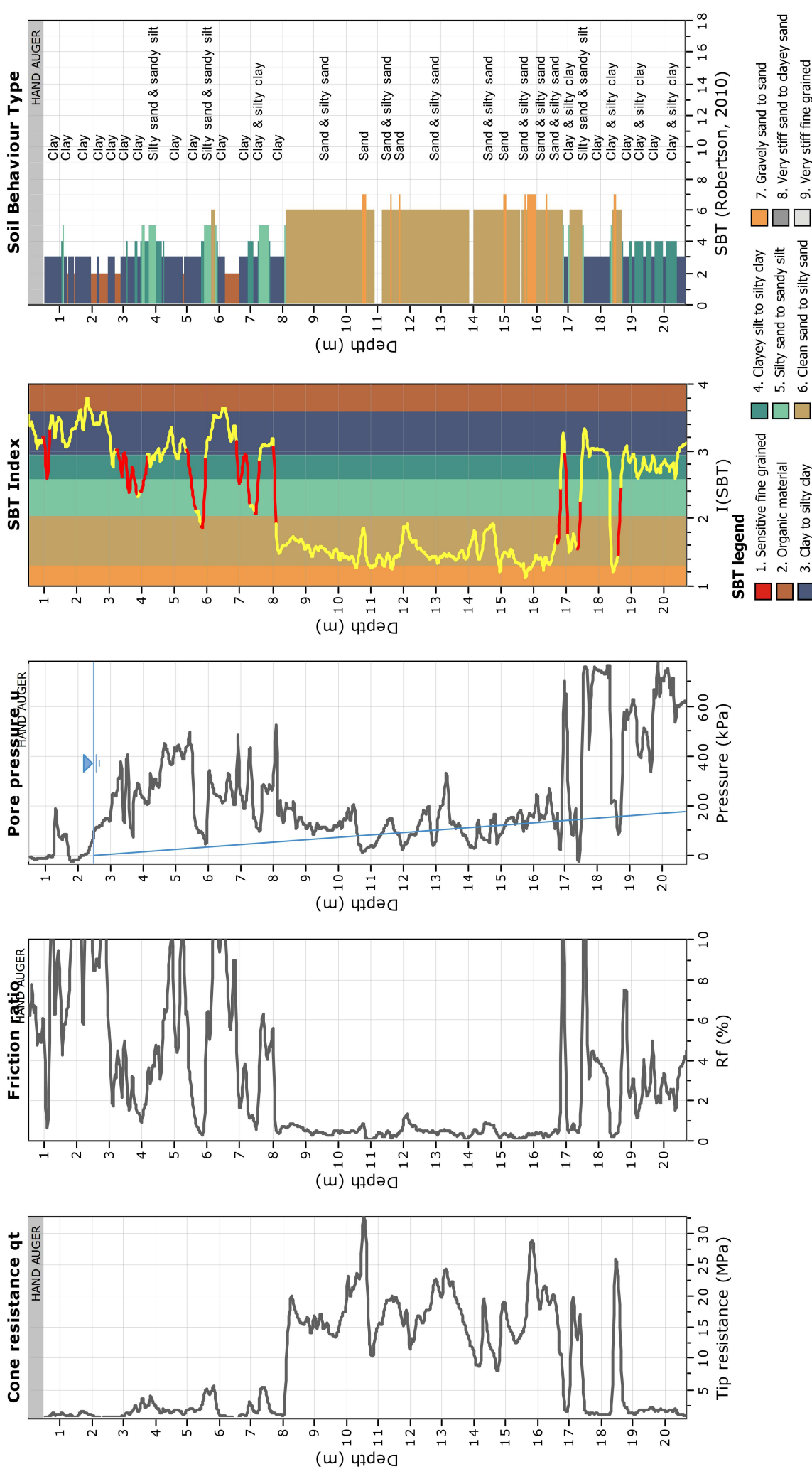


Project: Indagini Geognostiche Riassetto Idraulico Comprensorio Ausa Corno.
Location: San Giorgio di Nogaro (UD).

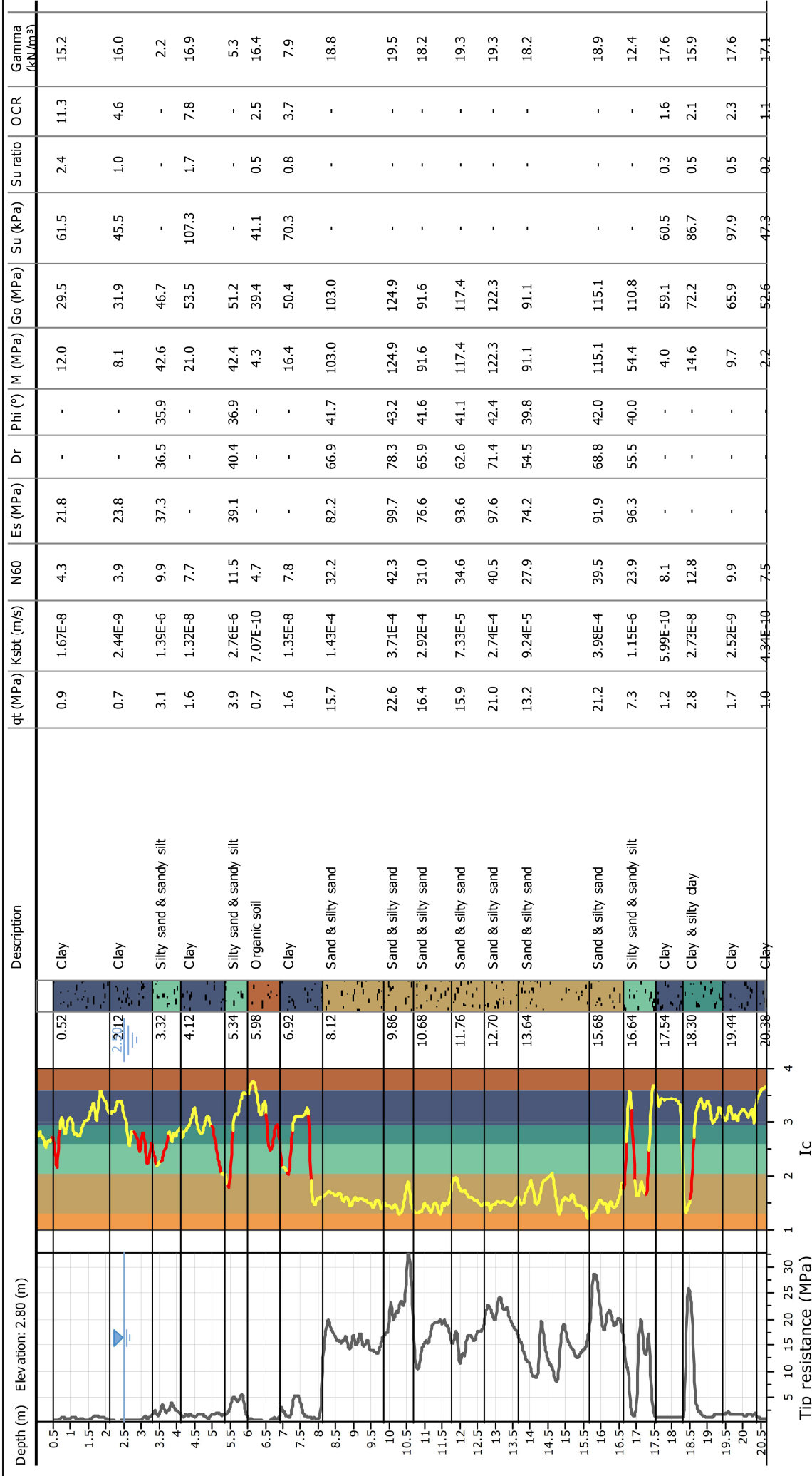


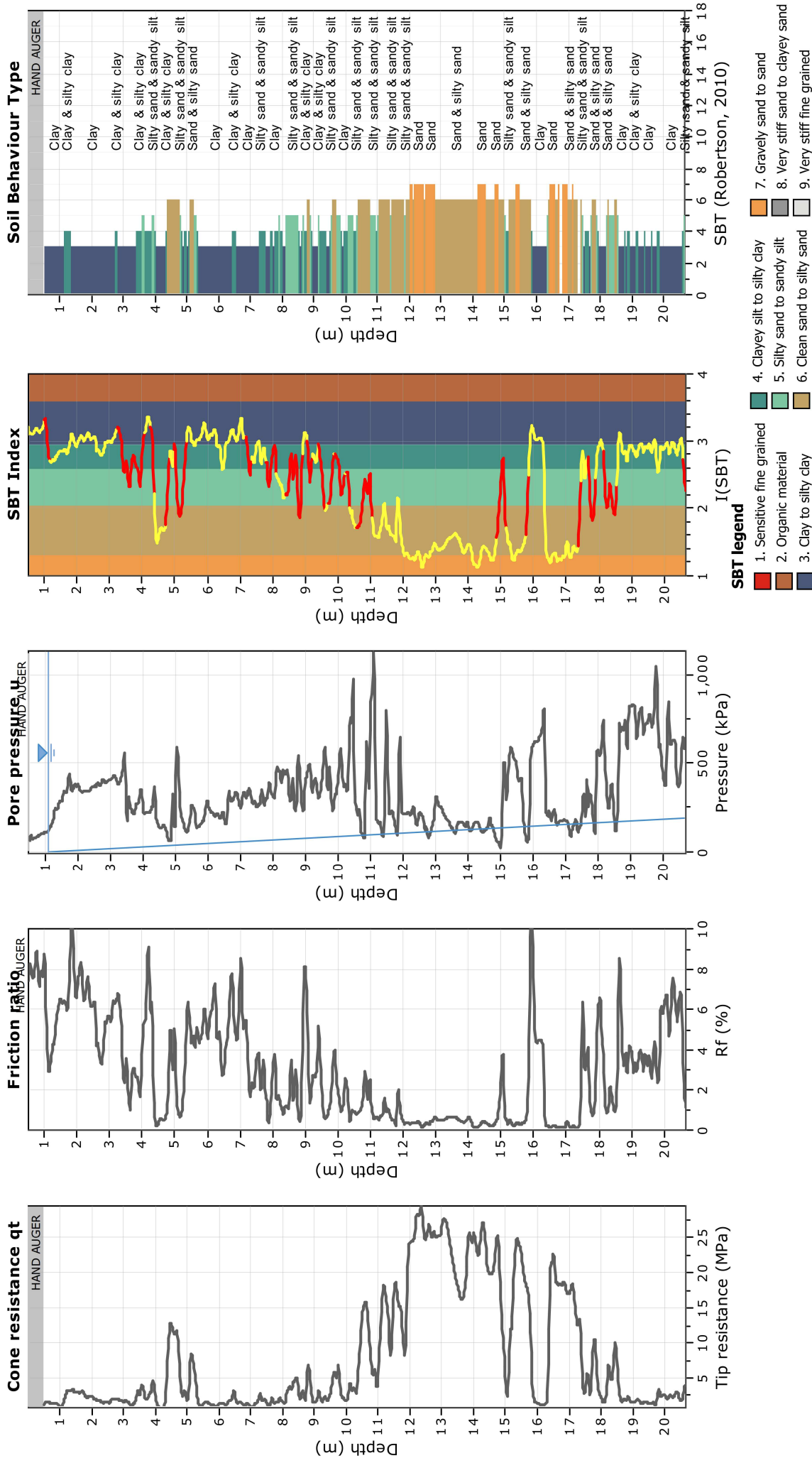




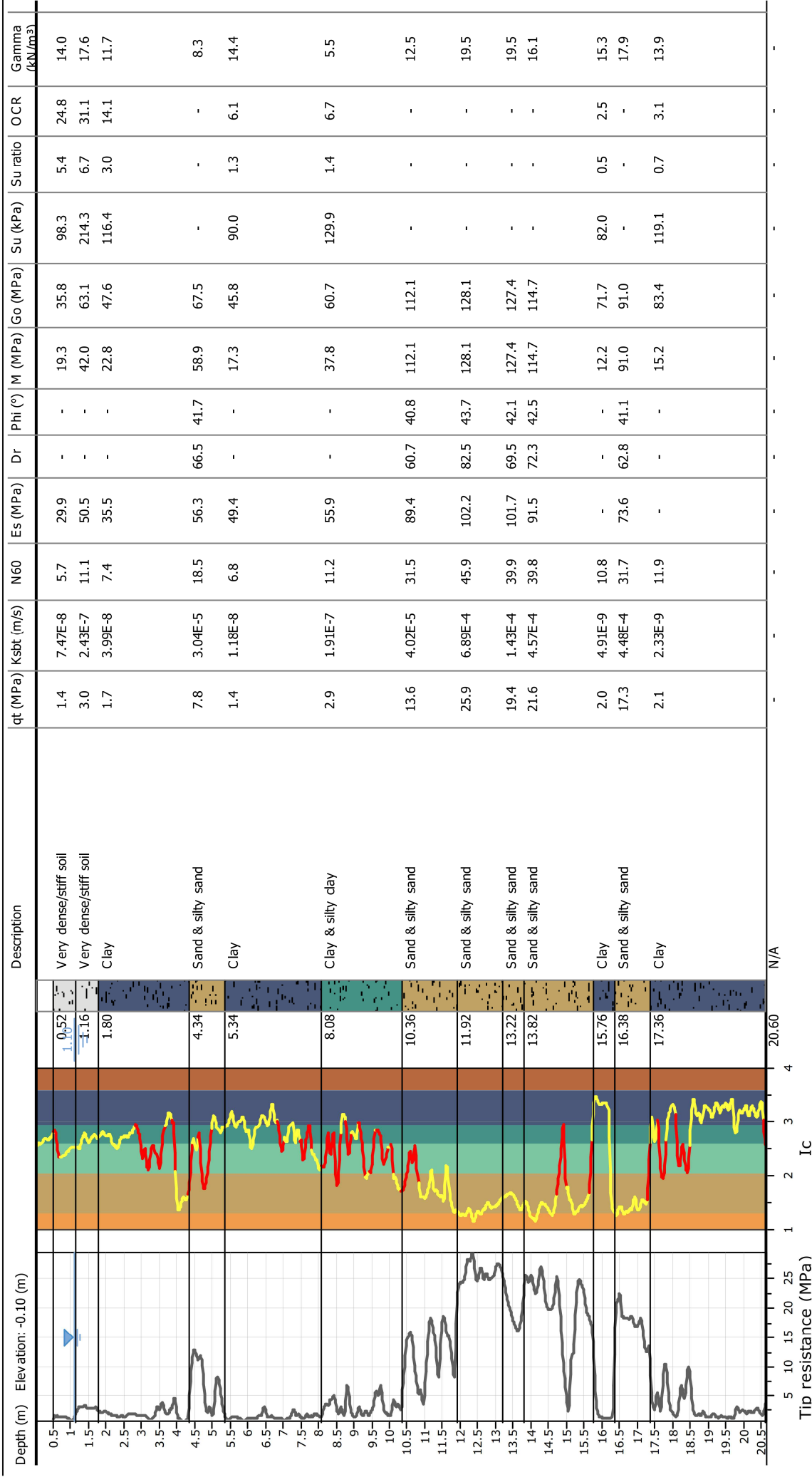


Project: Indagini Geognostiche Riassetto Idraulico Comprensorio Ausa Corno.
Location: San Giorgio di Nogaro (UD).



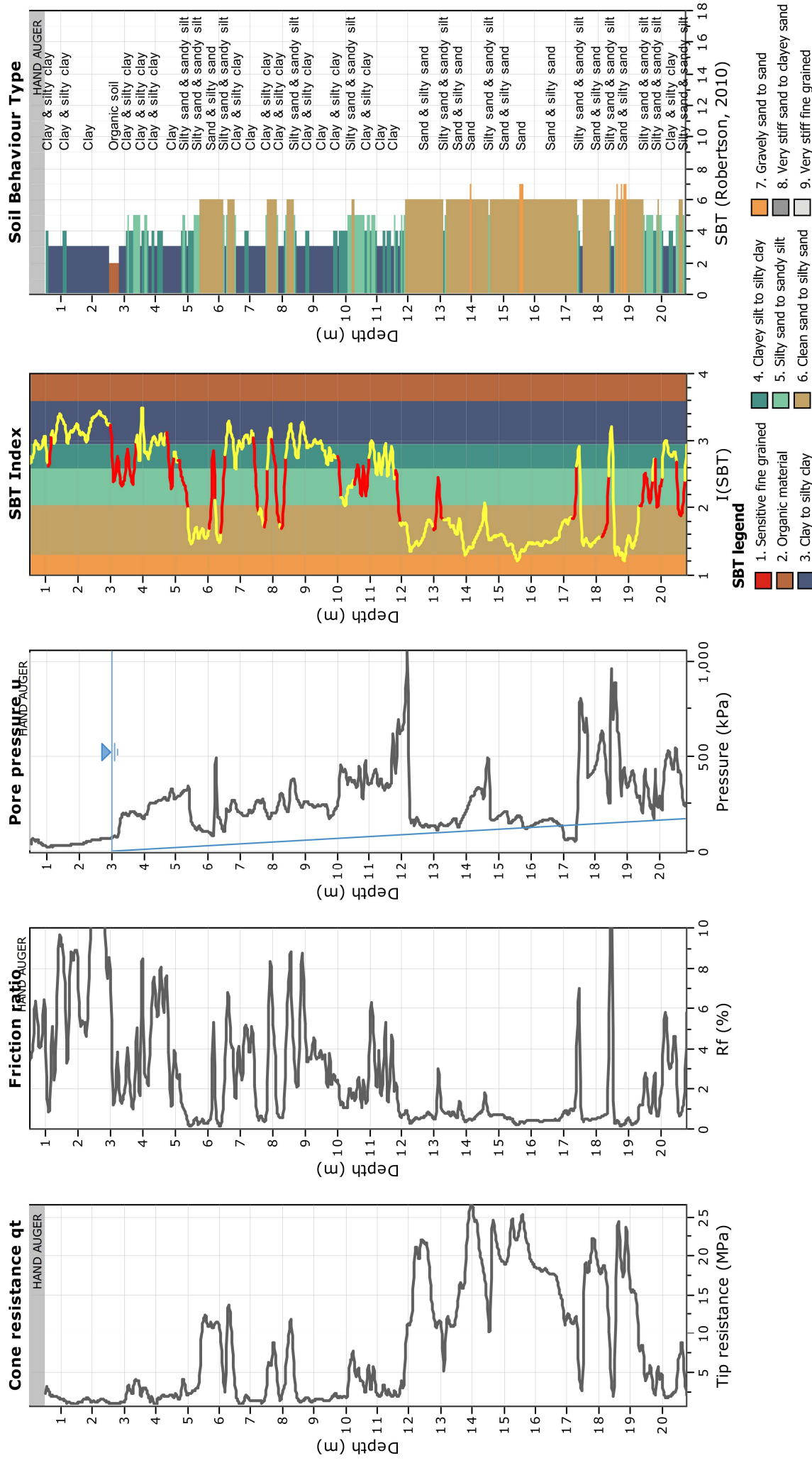


Project: Indagini Geognostiche Riassetto Idraulico Comprensorio Ausa Corno.
Location: San Giorgio di Nogaro (UD).

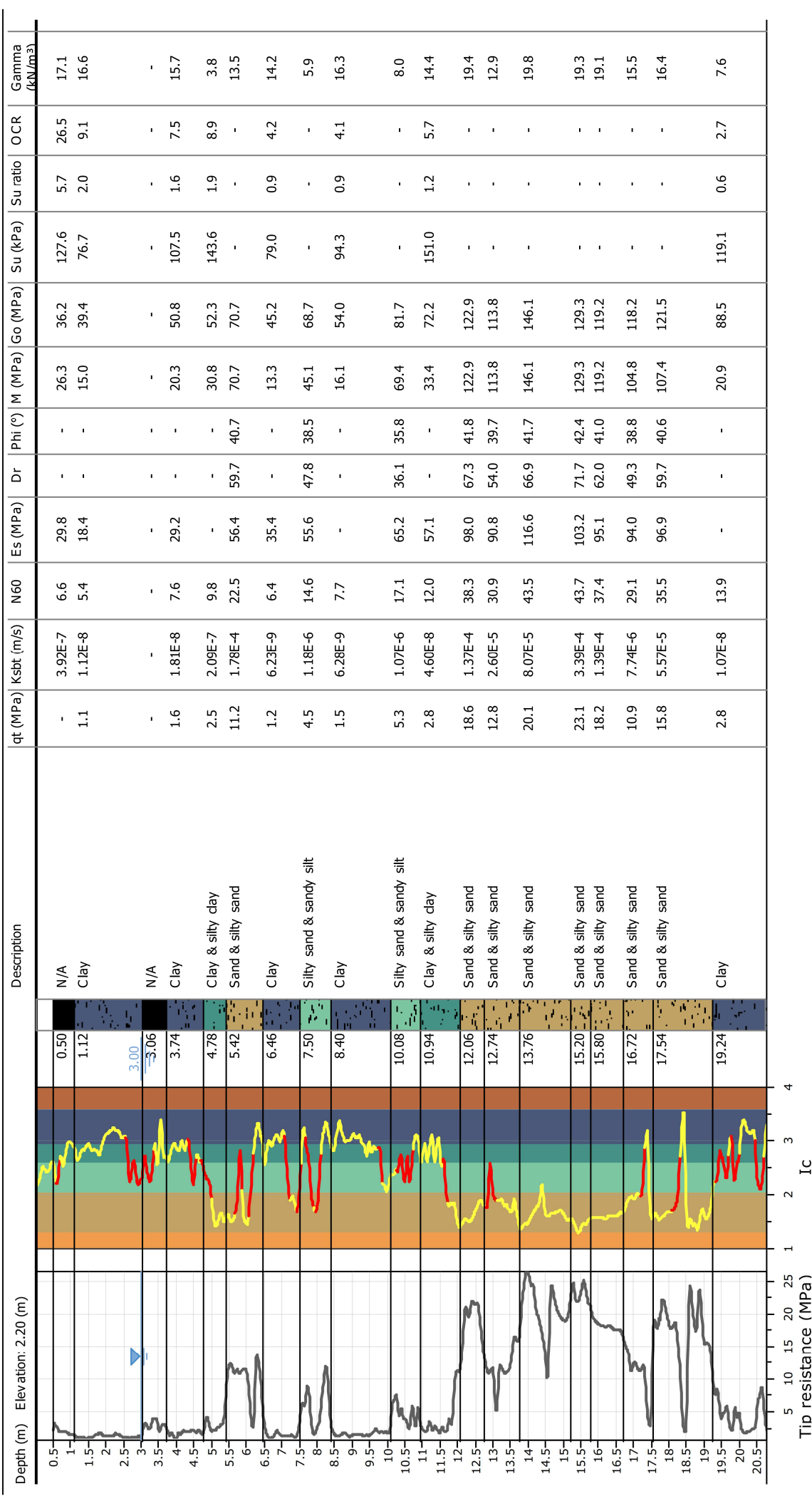


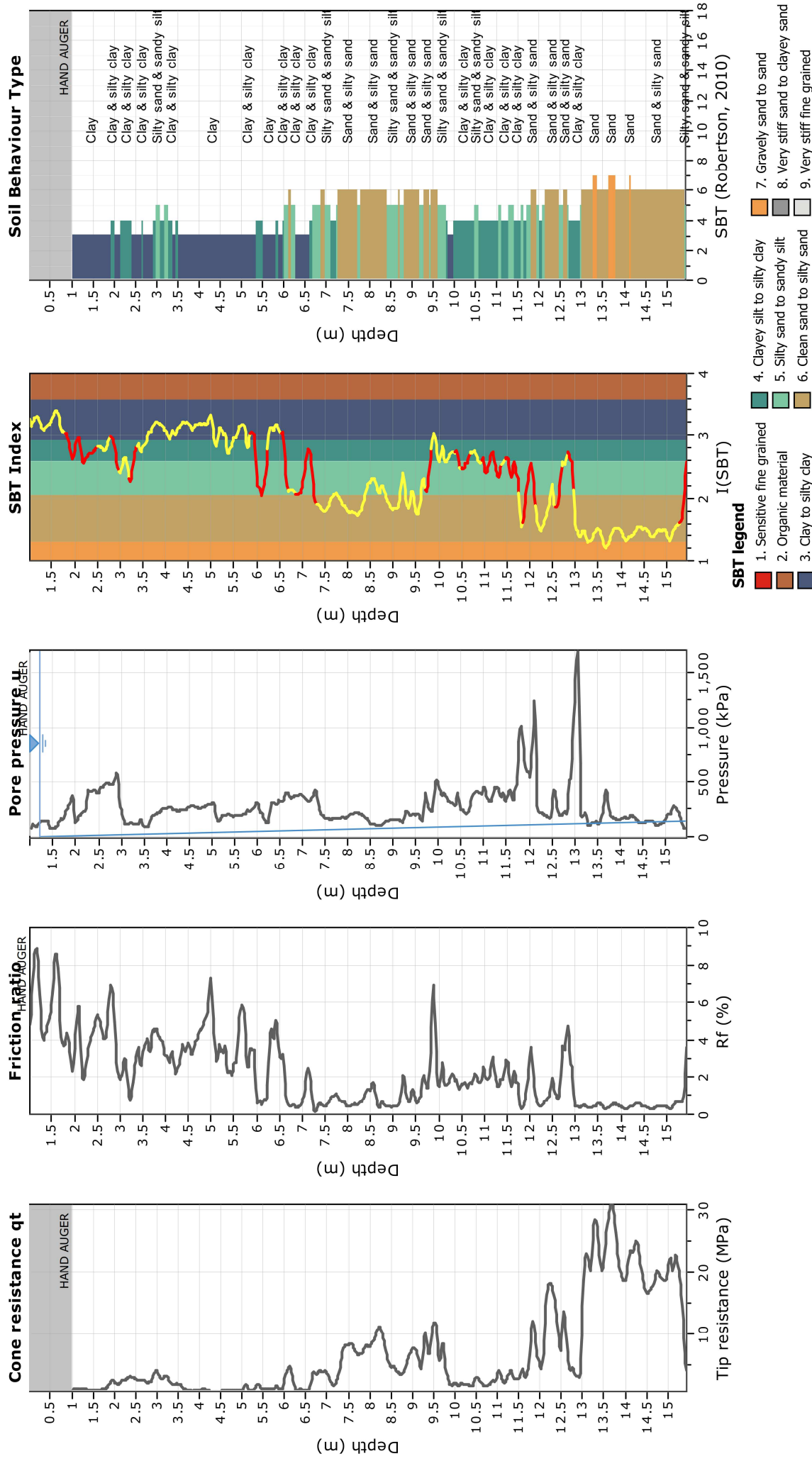
Total depth: 20.78 m, Date: 23/03/2016
Surface Elevation: 2.20 m
Coords: X:0.00, Y:0.00
Cone Type: Unknown
Cone Operator: Unknown

Project: Indagini Geognostiche Riassetto Idraulico Comprensorio Ausa Corno.
Location: San Giorgio di Nogaro (UD).

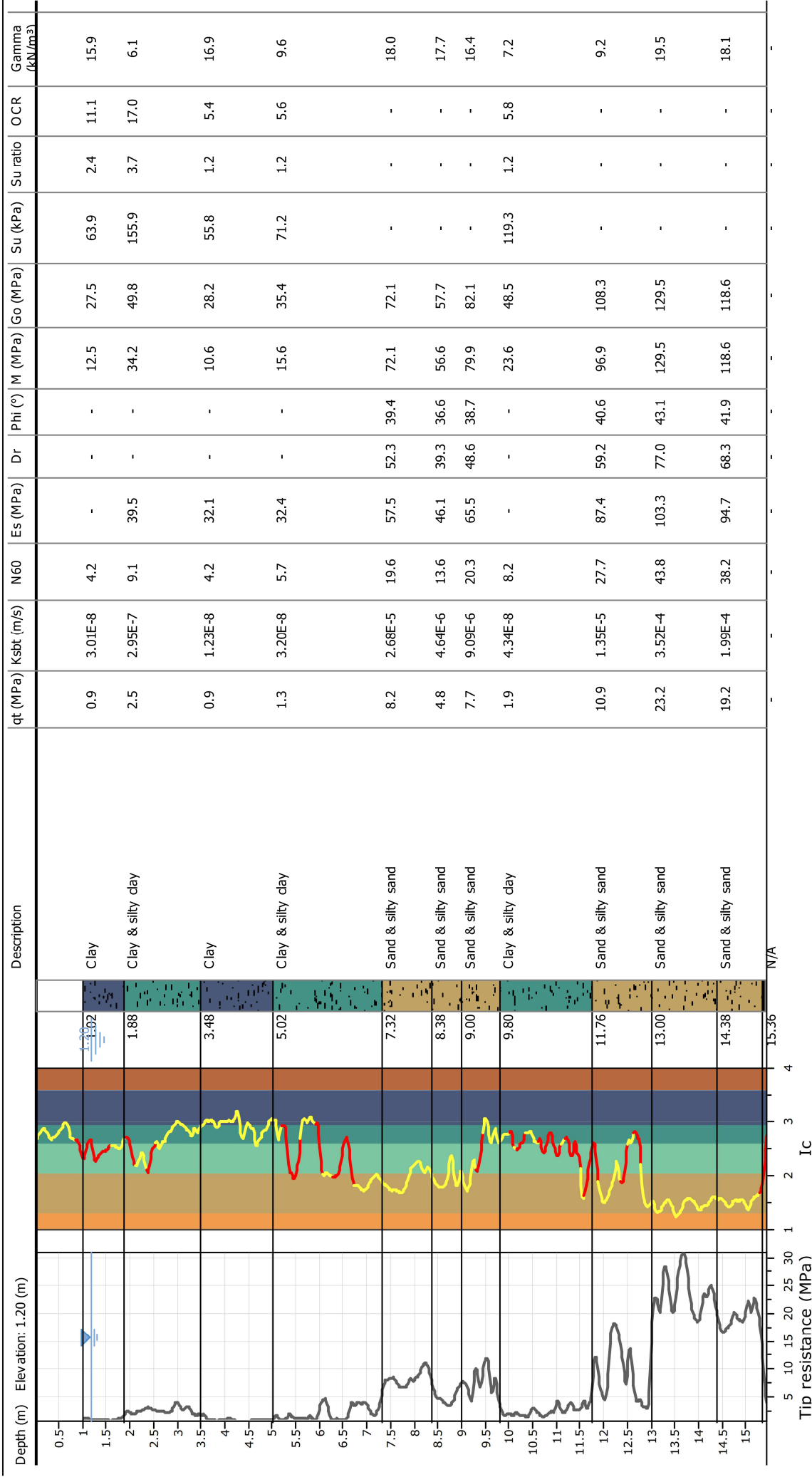


Project: Indagini Geognostiche Riassetto Idraulico Comprensorio Ausa Corno.
Location: San Giorgio di Nogaro (UD).





Project: Indagini Geognostiche Riassetto Idraulico Comprensorio Aussa Corno.
Location: San Giorgio di Nogaro (UD).





CENTRALINA ACQUISIZIONE



CPTU 05



CPTU 01

4.2 SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO.

Sono stati eseguiti n° 4 Sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinti a profondità di 15.0 e 20.0 metri p.c. Nella seguente Tabella sono riportate le profondità di indagine e le prove in sito eseguite:

Sondaggio:	Quota terreno:	Profondità Sondaggio:	Prove in Sito, Campioni e Strumentazione:
C1	+3.00 m. slm	15.0 metri p.c.	n° 1 S.P.T. n° 1 Campioni Indisturbati (C1-C1). Piezometro a Tubo aperto (0.0-15.0 metri).
C2	+1.90 m. slm.	20.0 metri p.c.	n° 2 Campioni Indisturbati. Piezometro a Tubo aperto (0.0-20.0 metri).
C3	+0.40 m. slm	20.0 metri p.c.	n° 2 Campioni Indisturbati. Piezometro a Tubo aperto (0.0-20.0 metri).
C4	+1.00 m. slm	15.0 metri p.c.	n° 1 Campione Indisturbato. Piezometro a Tubo aperto (0.0-15.0 metri).

4.2.1 Attrezzatura utilizzata.

I Sondaggi a carotaggio continuo sono stati eseguiti mediante l'utilizzo di una sonda "Nenzi GELMA 2" montata su autocarro gommato 6 assi Astra, con le seguenti caratteristiche:

Caratteristiche generali:

Modello: Nenzi Gelma 2;

Peso sonda a vuoto: 18.000 Kg;

Peso sonda in ordine di marcia: 22.000 Kg;

Morse: Doppia morsa diametro max 300mm.

Pompa Acqua: Pompa triplex 200l/min.

Testa di rotazione;

Velocità albero di rotazione: 0 – 600 r/min;

Accessori: Martello in Testa;

Coppia massima: 1.200 Kg/m;

Slitta di avanzamento:

Corsa utile effettiva: 3.700mm;

Tiro max 8,5 tonnellate

Trazione/spinta: 79KN;

Velocità max movimentazione testa: 40cm/sec;

Centralina oleodinamica:

Motore: Deutz 6 cilindri;

Potenza: 60KW/2000r/min;

Autocarro:

Modello Camion ASTRA;

Targa: PG 651527.

4.2.2 Modalità esecutive sondaggi geognostici (campionamento terreni).

Il prelievo dei campioni di terreno è stato effettuato "a secco" mediante carotiere semplice del diametro di 101 mm; per la stabilizzazione delle pareti del foro si è fatto ricorso a tubi di rivestimento metallici del diametro di 127 mm infissi "con circolazione diretta di acqua" e "a secco" a seguire le operazioni di campionamento.



Carotiere semplice diametro 101 mm.

I campioni prelevati in continuo sono stati posti nelle apposite cassette catalogatrici a scomparti con l' indicazione delle profondità progressive per una loro visione diretta e successivamente fotografati (in allegato si riporta la completa documentazione fotografica).

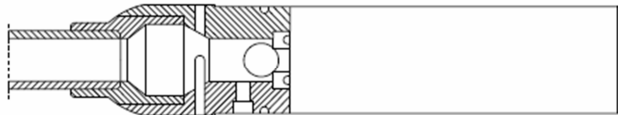
Su campioni prelevati nel corso del sondaggio caratterizzati da un basso grado di disturbo sono state effettuate delle determinazioni sul grado di consistenza dei livelli coesivi mediante misurazioni con penetrometro tascabile Geotester.

<i>Argille, argille limose, limi argillosi:</i>	
Pocket Penetrometer:	<i>Grado di consistenza:</i>
<i>P.P. <0.25 Kg/cmq</i>	"soffice"
<i>P.P. =0.25-0.50 Kg/cmq</i>	"poco consistente"
<i>P.P. =0.5-1.0 Kg/cmq</i>	"mediamente consistente"
<i>P.P. =1.0-2.0 Kg/cmq</i>	"consistente"
<i>P.P. >2.0 Kg/cmq</i>	"molto consistente"

4.2.3 Prelievo Campioni Indisturbati.

Nel corso dei sondaggi a carotaggio sono stati prelevati, su indicazioni della D.L., campioni indisturbati (in limi e argille) mediante campionatore Shelby con infissione a pressione di una fustella cilindrica diametro 88.9 mm L=60 cm. In genere i prelievi hanno interessato i primi 4 m.

Le fustelle contenenti i campioni di terreno sono state siglate e sigillate mediante paraffina a caldo e consegnate al Laboratorio Geotecnico incaricato delle analisi.



Campionatore Shelby con fustella acciaio zincato diametro 88.9 mm.



– Fustelle Campioni Indisturbati.

4.2.4 Prove S.P.T. ("Standard Penetration Test").

In fase di avanzamento dei sondaggi a carotaggio sono state eseguite, a varie profondità e su richiesta della D.L., delle Prove Penetrometriche Dinamiche in foro secondo le modalità operative della S.P.T. (Standard Penetration Test) per la determinazione dello stato di addensamento e di consistenza dei terreni rispettivamente incoerenti (sabbie e ghiaie) e coesivi (argille e limi).

La prova S.P.T. è una prova standardizzata dalla A.S.T.M. (Designation 1586/67), dall' I.S.S.M.F.E. (Associazione Geotecnica Internazionale) nonché dalle "Raccomandazioni" A.G.I. (Associazione Geotecnica Italiana) per l' esecuzione delle Indagini Geotecniche (1977)".

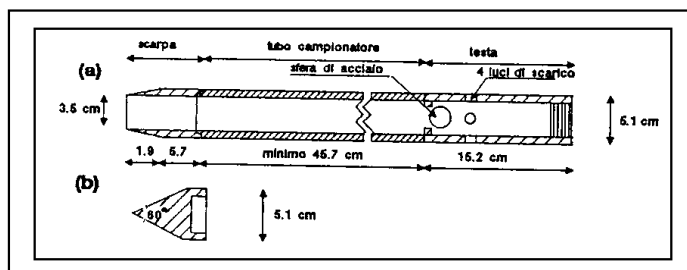
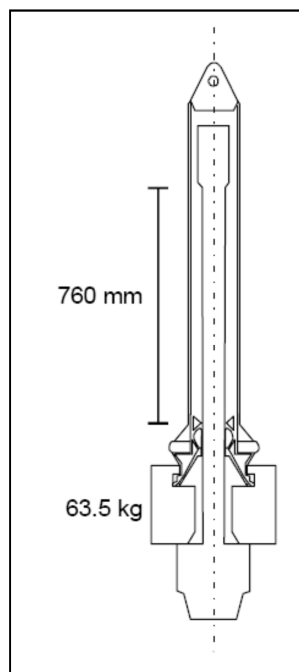
Tali prove, secondo le procedure ISSMFE, consistono nell' infissione a percussione di uno speciale campionatore di forma e dimensioni normalizzate (Campionatore SPT), sostituito da una punta conica nei terreni ghiaiosi e sabbiosi.

Il dispositivo a percussione (figura a sinistra) è comprensivo di una testa di battuta avvitata sulle aste (diametro 50 mm, peso 7.2 Kg/m), maglio in acciaio del peso standard di 63.5 Kg, dispositivo di guida e di sganciamento automatico del maglio tale da assicurare una corsa a caduta libera di 76.2 cm.

La prova prevede l' infissione preliminare del campionatore (o della punta) di 15 cm contando ed annotando il numero di colpi del maglio, fino ad un massimo di 50 colpi (N_1); successivamente si procede all' infissione del tratto di 30 cm contando ed annotando il numero di colpi necessari all' affondamento del campionatore per la seconda (N_2) e terza tratta (N_3) di 15 cm cadauna e calcolando il valore N_{SPT} come somma dei numeri relativi alla seconda e terza tratta (N_2+N_3) fino ad un massimo di 100 colpi.

SONDAGGI GEOGNOSTICI E AMBIENTALI – MONITORAGGI - GEOFISICA - PERFORAZIONI POZZI ACQUA - PERFORAZIONI

Il "Rifiuto" si considera raggiunto quando, dopo l'infissione preliminare, che è pari a 15 cm o 50 colpi, si ottengono 100 colpi per un avanzamento minore o uguale a 30 cm.



Campionatore Standard Raymond per prove S.P.T.

Maglio Standard per prove S.P.T.

Una classificazione orientativa del grado di consistenza di argille e limi e di addensamento delle sabbie e delle ghiaie si ricava dalle seguenti tabelle:

Argilla e limo	Coesione non drenata (Kg/cmq)	N_{SPT}	Indice di consistenza:
molto molle	< 0.1	< 2	0.00
molle	0.1 - 0.25	2 - 4	0.00 - 0.25
mediamente compatta	0.25 - 0.50	4 - 8	0.25 - 0.50
consistente	0.50 - 1.00	8 - 15	0.50 - 0.75
molto consistente	1.00 - 2.00	15 - 30	0.75 - 1.00
dura	> 2.00	> 30	> 1.00

Sabbia, ghiaia	Densità relativa:	N_{SPT}	Angolo medio di attrito:
molto sciolta	< 0.2	< 4	$< 30^\circ$
sciolta	0.2 - 0.4	4 - 10	$30^\circ - 35^\circ$
mediamente addensata	0.4 - 0.6	10 - 30	$35^\circ - 40^\circ$
addensata	0.6 - 0.8	30 - 50	$40^\circ - 45^\circ$
molto addensata	> 0.8	> 50	$> 45^\circ$

Con le prove SPT utilizzando le correlazioni esistenti in letteratura si riescono a definire i parametri caratteristici che concorrono a definire la resistenza al taglio dei terreni e le loro caratteristiche di deformabilità. In allegato si riportano i moduli stratigrafici completi di ciascun sondaggio unitamente alla "Documentazione Fotografica (Cassette Catalogatrici Campioni Terreno)".



"SRV Indagini Geologiche s.r.l." Indagini nel sottosuolo - monitoraggi ambientali - prove speciali in sito - controlli non distruttivi -

Sede Legale: Via Rocca n° 13 - 33053 Latisana (UD) -

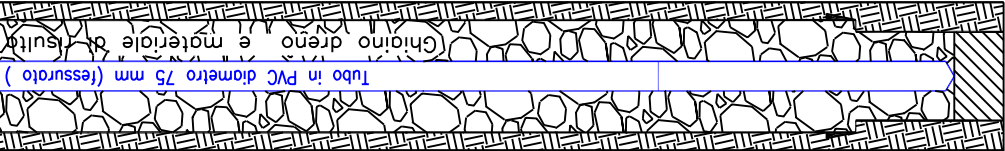
Sede Operativa: Via del Torre n.2 - 33043 Remanzacco (UD) - Tel./Fax: 0432 783472.

Committente: CONSORZIO DI BONIFICA PIANURA FRIULANA – Viale Europa Unità n° 141 – 33100 UDINE

Progetto: COMMESSA 514 – PATTI TERRITORIALI – Riassetto idraulico del comprensorio della zona industriale dell’Aussa–Corno

Località: Z.I.A.C. – Comune di San Giorgio di Nogaro (UD).

SIMPLOGIA STRATIGRAFICA		Metodo di perforazione: rotazione – carotaggio continuo		Pocket Penetrometer (Kg/cmq)	Vane Test (Kg/cmq)	Livello Falso		Attrezzatura di carotaggio	Metodo di carotaggio	Rivestimenti	Percentuale Carotaggio	Campioni		S.P.T. Standard Penetration Test				Permeabilità		Strumentazione Monitoraggio	
	Profondità stroti (m)							Cor. sempl. ø 127mm				Ambientale	Indisturbati	Profondità	N Colpi	N S.P.T.		Traito in Prova	Permeabilità K (m/s)		
p.c.																					
	0.6																				
1.0																					
	1.6																				
2.0	2.0																				
	2.4																				
3.0	3.0																				
4.0																					
	4.25																				
5.0																					
6.0																					
	6.1																				
7.0																					
8.0																					
	8.5																				
9.0	9.0																				
10.0																					
11.0																					
12.0	12.0																				
13.0																					
14.0																					
15.0	15.0																				



Coordinate GAUSS–BOAGA: E=2381867 N=5073840	Quota terreno: +3.00 m sim.	Coordinate Progetto: X= Y=	Posizione: a destra ingresso Risorse energetiche srl	Data inizio sondaggio: 14/03/2016. Data fine sondaggio: 14/03/2016.	NOTE: foro riposizionato per errata indicazione
---	-----------------------------	----------------------------------	---	--	--

4.3 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SONDAGGI (Cassette Catalogatrici).

4.3.1 Sondaggio C1.



Sondaggio C1, Cassetta A: da 0.0 a 5.0 metri.



Sondaggio C1, Cassetta B: da 5.0 a 10.0 metri.

Progetto 514 – "Patti territoriali – Intesa tra Regione FVG e Ministero per lo Sviluppo Economico (MISE).

Riassetto idraulico del comprensorio della Zona Industriale dell'Aussa-Corno.
CIG: Z6B1962A23

SONDAGGI GEOGNOSTICI E AMBIENTALI – MONITORAGGI - GEOFISICA - PERFORAZIONI POZZI ACQUA - PERFORAZIONI



Sondaggio C1, Cassetta C: da 10.0 a 15.0 metri.



Posizione del sondaggio C1 - RISORSE ENERGETICHE SRL

<div><div><div>SRV</div><div>INDAGINI GEOLOGICHE</div></div><div><div>“SRV Indagini Geologiche s.r.l.”</div><div>Indagini nel sottosuolo - monitoraggi ambientali - prove speciali in sito - controlli non distruttivi -</div><div>Sede Legale: Via Rocca n° 13 - 33053 Latisana (UD) -</div><div>Sede Operativa: Via del Torre n.2 - 33043 Remanzacco (UD) - Tel./Fax: 0432 783472.</div><div>Committente: CONSORZIO DI BONIFICA PIANURA FRIULANA – Viale Europa Unità n° 141 – 33100 UDINE</div><div>Progetto: COMMESSA 514 – PATTI TERRITORIALI – Riassetto idraulico del comprensorio della zona industriale dell’Aussa –Corno</div><div>Località: Z.I.A.C. – Comune di San Giorgio di Nogaro (UD).</div></div></div>										DESCRIZIONE TERRENI										Strumentazione Monitoraggio																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
p.c.		Profondità stroti	Potenza stroti (m)	SIMBOLOGIA STRATIGRAFICA	Metodo di perforazione: rotazione – carotaggio continuo				Pocket Penetrometer (Kg/cmq)	Vane Test (Kg/cmq)	Livello Foldo		Attrezzatura di carotaggio	Metodo di carotaggio	Rivestimenti	Percentuale Carotaggio	Campioni		S.P.T. Standard Penetration Test				Permeabilità		Strumentazione Monitoraggio																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
													Cor. sempl. ø 127mm	Metodo di carotaggio	Rivestimenti			Ambientale	Indisturbati	Rimane gliati	Profondità	0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N S.P.T.	N S.P.T.	Troto in Prova	Permeabilità	Strumentazione Monitoraggio																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
1.0		1.3	0.5		Riporto ghiaia e sabbia con inerti						livello a -1,30 m		Cor. sempl. ø 127mm	Metodo di carotaggio	Rivestimenti																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										



"SRV Indagini Geologiche s.r.l."

Sede Legale: Via Rocca n° 13 - 33053 Latisana (UD) -

Sede Operativa: Via del Torre n.2 - 33043 Remanzacco (UD) - Tel./Fax: 0432 783472.

Comittente: CONSORZIO DI BONIFICA PIANURA FRIULANA – Viale Europa n° 141 – 33100 UDINE

Progetto: COMMESSA 514 — PATTI TERRITORIALI — Riassetto idraulico del comprensorio della zona industriale dell'Aussa — Corno

Località: Z.I.A.C. – Comune di San Giorgio di Nogaro (UD).

Sondaggio C2

pag. 2/2

[illegible]

Coordinate GAUSS-BOAGA: E=2382494 N=5071679	Quota terreno: +1.90 m.	Coordinate Progetto: X= Y=	Posizione: Viale E.Fermi di fronte centrale ENEL	Data inizio sondaggio: 11/03/2016. Data fine sondaggio: 11/03/2016.	NOTE: tra la ferrovia e il canale
---	-------------------------	----------------------------------	---	--	--

SONDAGGI GEOGNOSTICI E AMBIENTALI – MONITORAGGI - GEOFISICA - PERFORAZIONI POZZI ACQUA - PERFORAZIONI

4.3.2 Sondaggio C2.



Sondaggio C2, Casseta A: da 0.0 a 5.0 metri.



Sondaggio C2, Casseta B: da 5.0 a 10.0 metri.



Sondaggio C2, Cassetta C: da 10.0 a 15.0 metri.



Sondaggio C2, Cassetta D: da 15.0 a 20.0 metri.



Posizione del sondaggio S2 – CENTRALE ENEL VIALE FERMI

4.3.3 Sondaggio C3.



Sondaggio C3, Cassetta A: da 0.0 a 5.0 metri.



"SRV Indagini Geologiche s.r.l." Indagini n
Sede Legale: Via Rocca n° 13 - 33053 Latisana (UD) -

Sede Operativa: Via del Torre n.2 - 33043 Remanzacco (UD) - Tel./Fax: 0432 783472.

Committente: CONSORZIO DI BONIFICA PIANURA FRIULANA – Viale Europa Unità n° 141 – 33100 UDINE

Progetto: COMMESSA 514 — PATTI TERRITORIALI — Riassetto idraulico del comprensorio della zona industriale dell'Aussa — Corno

Località: Z.I.A.C. – Comune di San Giorgio di Nogaro (UD).

Sondaggio C3

pag. 1/2

Coordinate GAUSS—BOAGA: E=2383272 N=5070469		Quota terreno: +0.40 m s.l.m.		Coordinate Progetto: X= Y=		Posizione: Via Majorana canna armata presso canale a cielo aperto		Data inizio sondaggio: 10/03/2016. Data fine sondaggio: 10/03/2016.		NOTE:															
Metodo di perforazione: rotazione — carotaggio continuo		DESCRIZIONE TERRENI		Pocket Penetrometer (kg/cmq) Vane Test (kg/cmq)		Livello Fondo		Attrezzatura di corotaggio		Metodo di corotaggio		Rivestimenti		Percentuale Carotaggio		Campioni: Ambientale Indisturbati Rimane		S.P.T. Standard Penetration Test		Permeabilità Trotto in Prova K (m/s)		Strumentazione Monitoraggio			
Profondità strotli	Potenza strotli (m)	SIMBOLGIA STRATIGRAFICA						Carotiere semplice diametro 101 mm Cil. Cor. sempl. ø 127mm		"a secco"								Profondità		N Colpi		N S.P.T.		Punta aperta Punta chiusa N S.P.T.	
p.c.																									
1.0																									
2.0	1.4																								
3.0	1.95																								
4.0	2.25																								
5.0	2.8																								
6.0																									
7.0	0.55																								
8.0	1.2																								
9.0	0.75																								
10.0	0.75																								
11.0	0.4																								
12.0	0.8																								
13.0	1.2																								
14.0	0.55																								
15.0	1.05																								
16.0	1.7																								
17.0	0.9																								
18.0	3.3																								
19.0	0.3																								
20.0	1.7																								
Tubo in PVC diametro 75 mm (lessurato da 6 a 20 m)																									
Chiusino dreno e materiale di risulta																									



"SRV Indagini Geologiche s.r.l."

Sede Legale: Via Rocca n° 13 - 33053 Latisana (UD) -

Sede Operativa: Via del Torre n.2 - 33043 Remanzacco (UD) - Tel./Fax: 0432 783472.

Committente: CONSORZIO DI BONIFICA PIANURA FRIULANA – Viale Europa n° 141 – 33100 UDINE

Progetto: COMMESSA 514 — PATTI TERRITORIALI — Riassetto idraulico del comprensorio della zona industriale dell'Aussa — Corno

Località: Z.I.A.C. – Comune di San Giorgio di Nogaro (UD).

Sondaggio C3

pag. 2/2

[illegible]

Coordinate GAUSS-BOAGA: E=2383272 N=5070469	Quota terreno: +0.40 m.	sCoordinate Progetto: X= Y=	Posizione: Via Majorana canna armata presso candele a cielo aperto	Data inizio sondaggio: 10/03/2016. Data fine sondaggio: 10/03/2016.	NOTE:
---	-------------------------	-----------------------------------	--	--	-------



Sondaggio C3, Cassetta B: da 5.0 a 10.0 metri.



Sondaggio C3, Cassetta C: da 10.0 a 15.0 metri.

Progetto 514 – "Patti territoriali – Intesa tra Regione FVG e Ministero per lo Sviluppo Economico (MISE).

Riassetto idraulico del comprensorio della Zona Industriale dell'Aussa-Corno.
CIG: Z6B1962A23

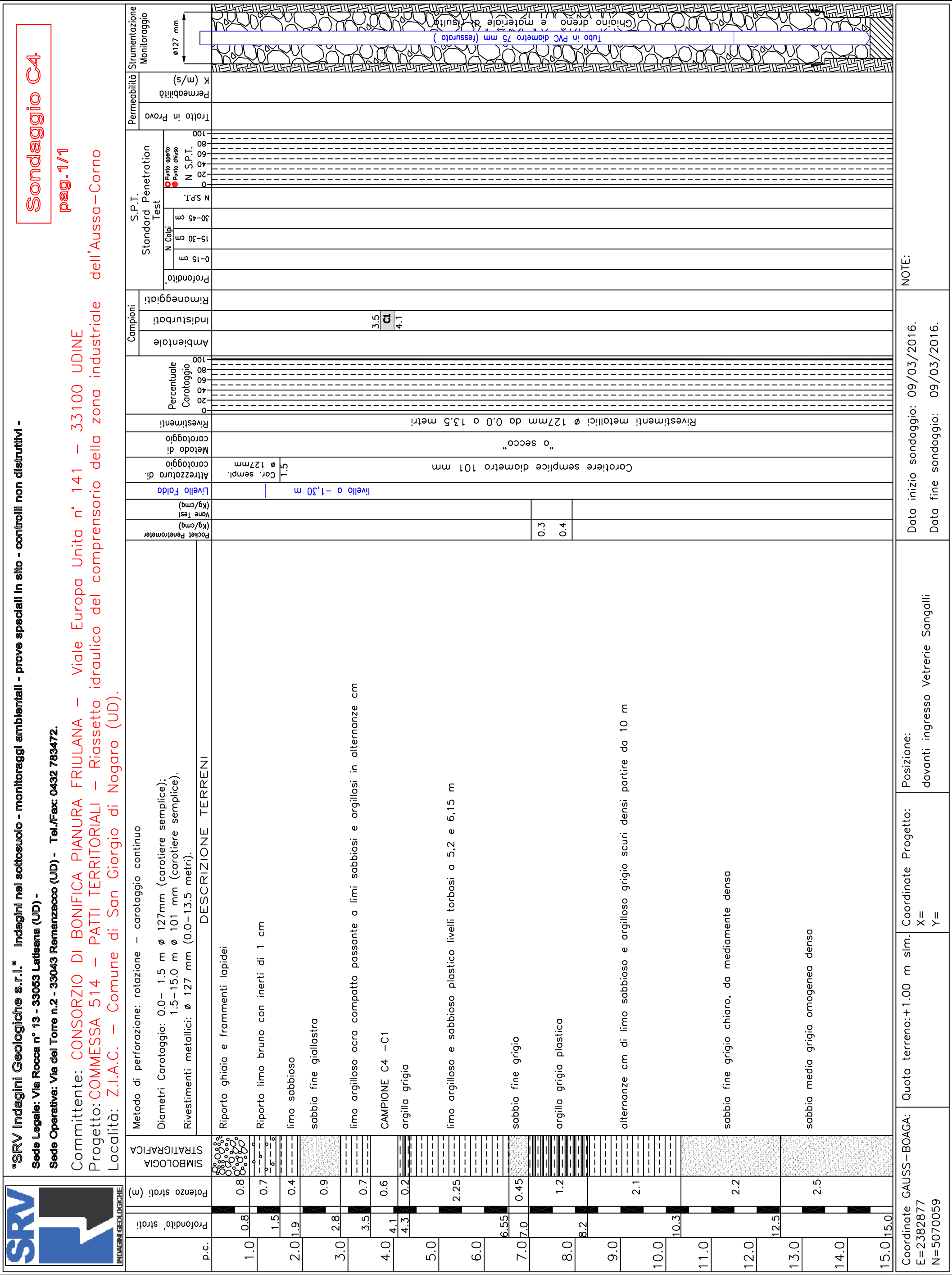
SONDAGGI GEOGNOSTICI E AMBIENTALI – MONITORAGGI - GEOFISICA - PERFORAZIONI POZZI ACQUA - PERFORAZIONI



Sondaggio C3, Cassetta D: da 15.0 a 20.0 metri.



Posizione del sondaggio C3 – CANALE A CIELO APERTO



4.3.4 Sondaggio C4.



Sondaggio C4, Cassetta A: da 0.0 a 5.0 metri.



Sondaggio C4, Cassetta B: da 5.0 a 10.0 metri.

Progetto 514 – "Patti territoriali – Intesa tra Regione FVG e Ministero per lo Sviluppo Economico (MISE).

Riassetto idraulico del comprensorio della Zona Industriale dell'Aussa-Corno.
CIG: Z6B1962A23

SONDAGGI GEOGNOSTICI E AMBIENTALI – MONITORAGGI - GEOFISICA - PERFORAZIONI POZZI ACQUA - PERFORAZIONI



Sondaggio C4, Cassetta C: da 10.0 a 15.0 metri.



Posizione del sondaggio C4 – Vetreria Sangalli

4.4 PROVE SISMICHE MASW

M.A.S.W. ("MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES").

Per definire, come richiesto dalla Nuove Norme Tecniche sulle costruzioni (D.M. 14 Gennaio 2008) l' Azione Sismica (ovvero per definire la "Categoria di Suolo di Fondazione" del sito), è stata eseguita una acquisizione sismica secondo la metodologia M.A.S.W. ("Multichannel Analysis of Surface Waves") in Onde di Rayleigh per il calcolo del profilo verticale di velocità delle Onde di taglio (Onde S), in accoppiamento con prove HVSR.

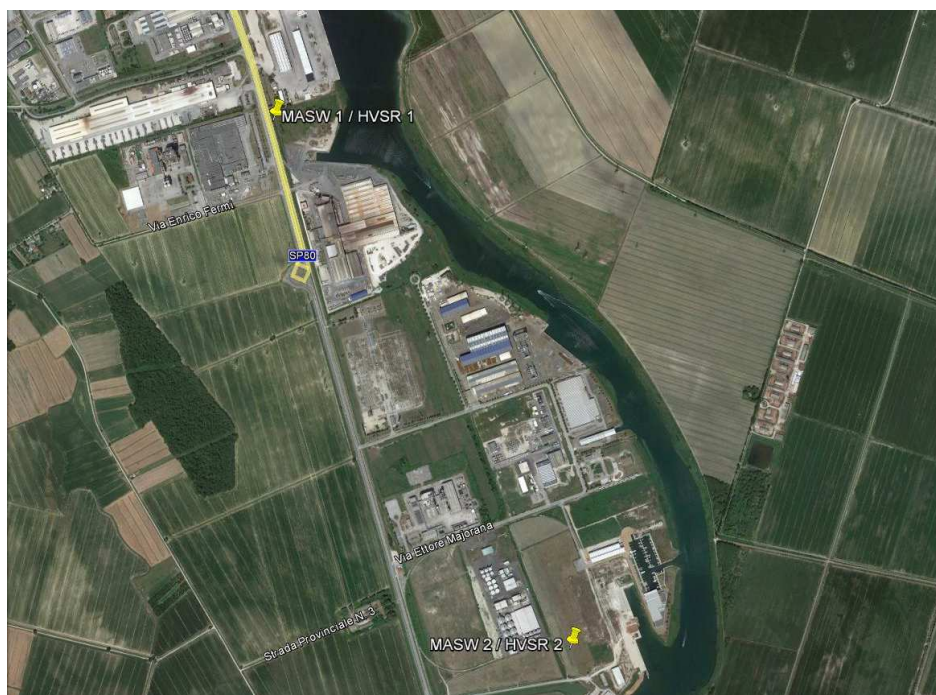


Figura n° 1: Ubicazione Indagini MASW.

Tale metodologia sismica permette, tramite l'acquisizione di registrazioni multicanale delle onde superficiali di Rayleigh generate da masse battenti, di generare un profilo V_s in funzione della profondità.

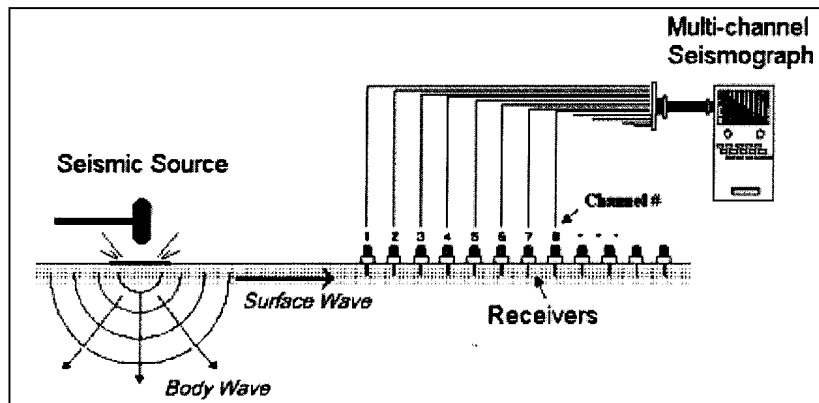


Figura n° 2: Acquisizione Sismica M.A.S.W.

L'intero processo comprende tre passi successivi:

- acquisizione dei dati di campo delle onde superficiali ("ground roll") mediante idonea strumentazione sismica.
- costruzione di una curva di dispersione (grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza).
- inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle Vs che descrive la variazione di Vs con la profondità.

Per ottenere un profilo Vs è necessario produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarli minimizzando il rumore. L'inversione della curva di dispersione viene successivamente realizzata iterativamente, utilizzando la curva di dispersione misurata come riferimento sia per la modellizzazione diretta che per la procedura dei minimi quadrati.

L'acquisizione di campagna è stata condotta mediante una terna di geofoni "GEMINI-2" a 2 Hz della "PASI Geofisica" di Torino, campionamento pari a 1 ms e durata di registrazione pari a 2.0 secondi con Offset 5.0 metri e con Offset minimo di 5.0 metri. Come sorgente sismica è stata utilizzata una massa battente da 15 kg. Il processing dei dati acquisiti è stato eseguito con software WinMASW.



Foto n° 1: Stendimento sismico con acquisizione MASW 2.

MASW 1.

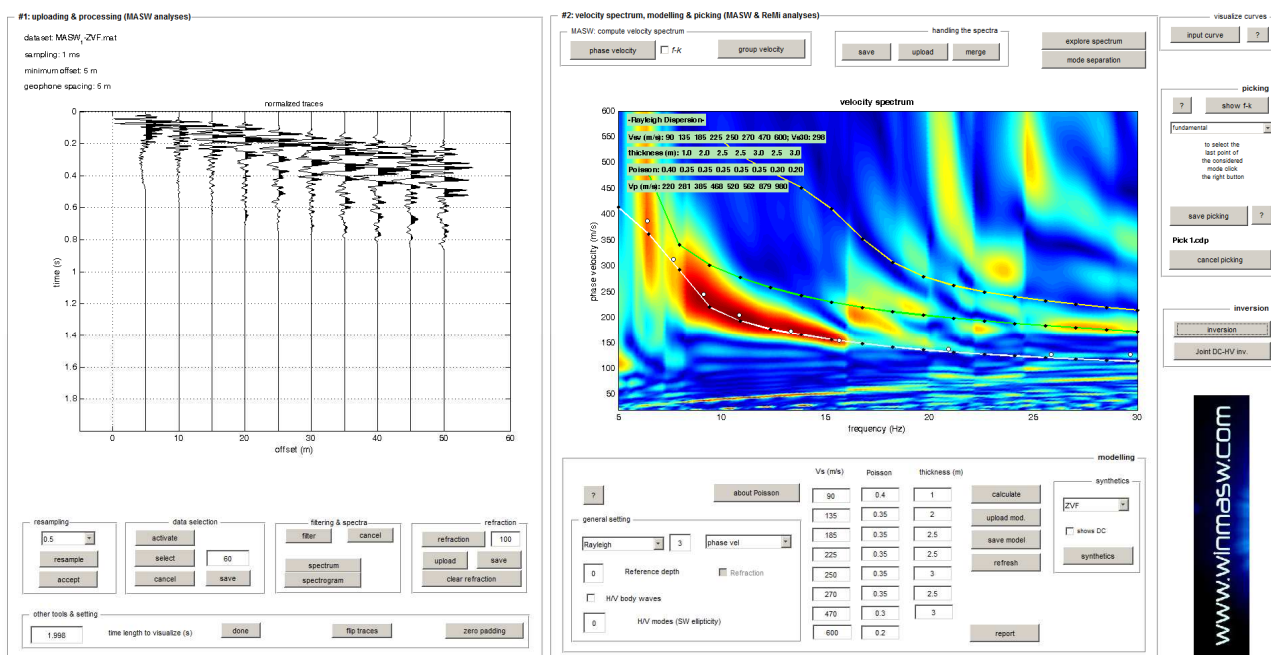


Figura n° 3: MASW 1: Sismogrammi e Curva di dispersione.

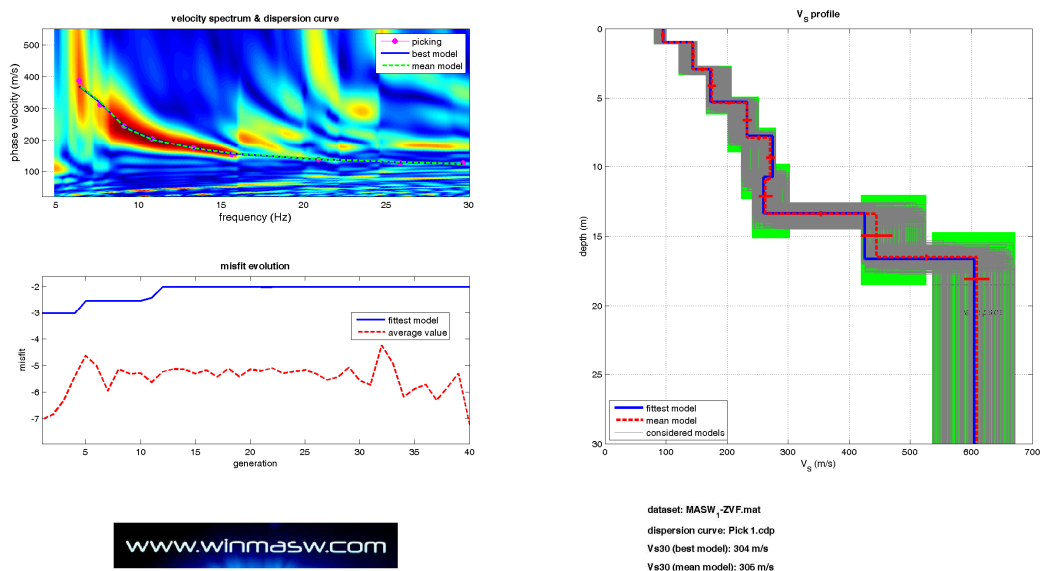


Figura n° 4: MASW 1: Soluzione Interattiva.

SONDAGGI GEOGNOSTICI E AMBIENTALI – MONITORAGGI - GEOFISICA - PERFORAZIONI POZZI ACQUA - PERFORAZIONI

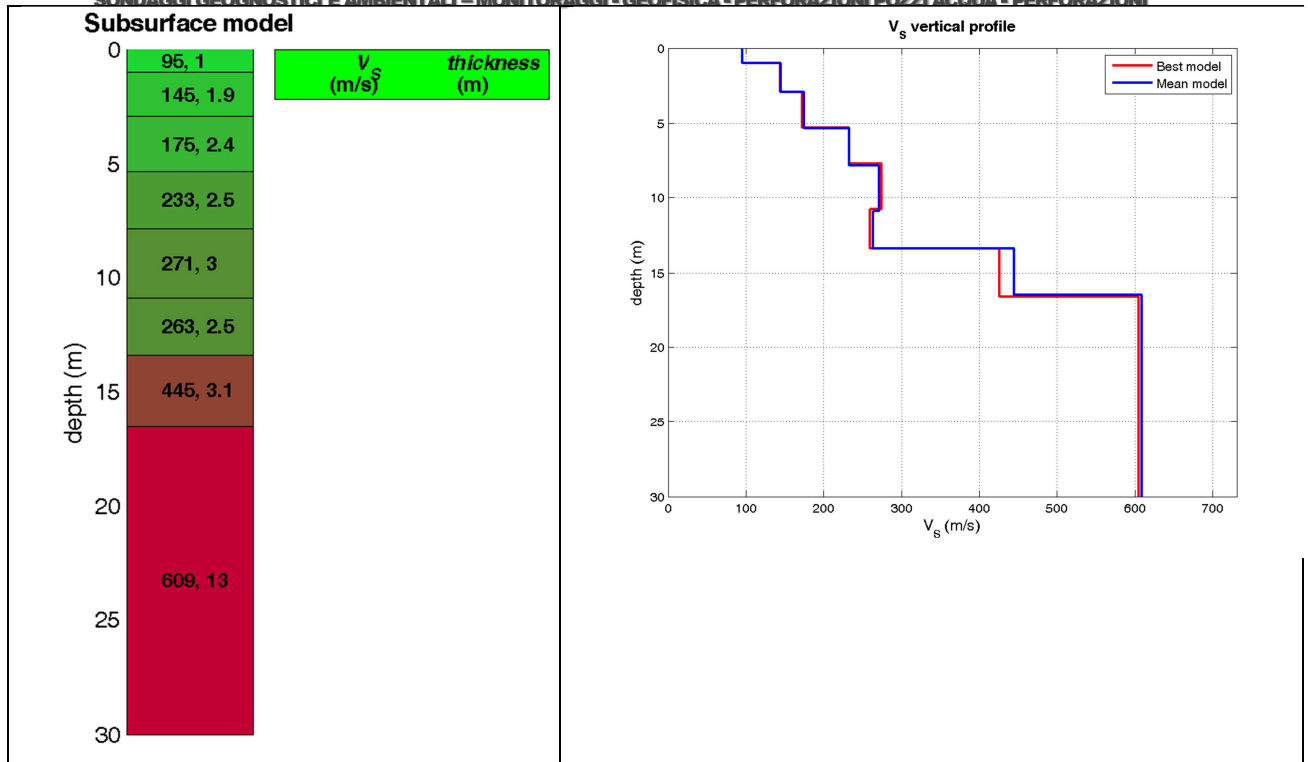


Figura n° 6: MASW 1: Profilo VS30.

Il profilo verticale delle Onde S (V_{s30}) ricavato mediante elaborazione dei dati di campagna, utilizzando adeguato software di interpretazione è risultato il seguente (Modello migliore):

STRATO:	Spessore:	V_s (m/s)
1	1.0	90
2	2.0	135
3	2.5	185
4	2.5	225
5	3.0	250
6	2.5	270
7	3.0	470
8		600

L'indagine geofisica ha individuato n° 3 strati a differenti valori di velocità delle Onde di Taglio (V_s) secondo lo schema di seguito rappresentato. La velocità media di propagazione delle Onde di taglio entro i 30 metri di profondità (V_{s30}) è calcolata con la seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

Il profilo **MASW** indica una **V_{s30}** pari a **298 m/s** ("Categoria di Suolo C").

MASW 2.

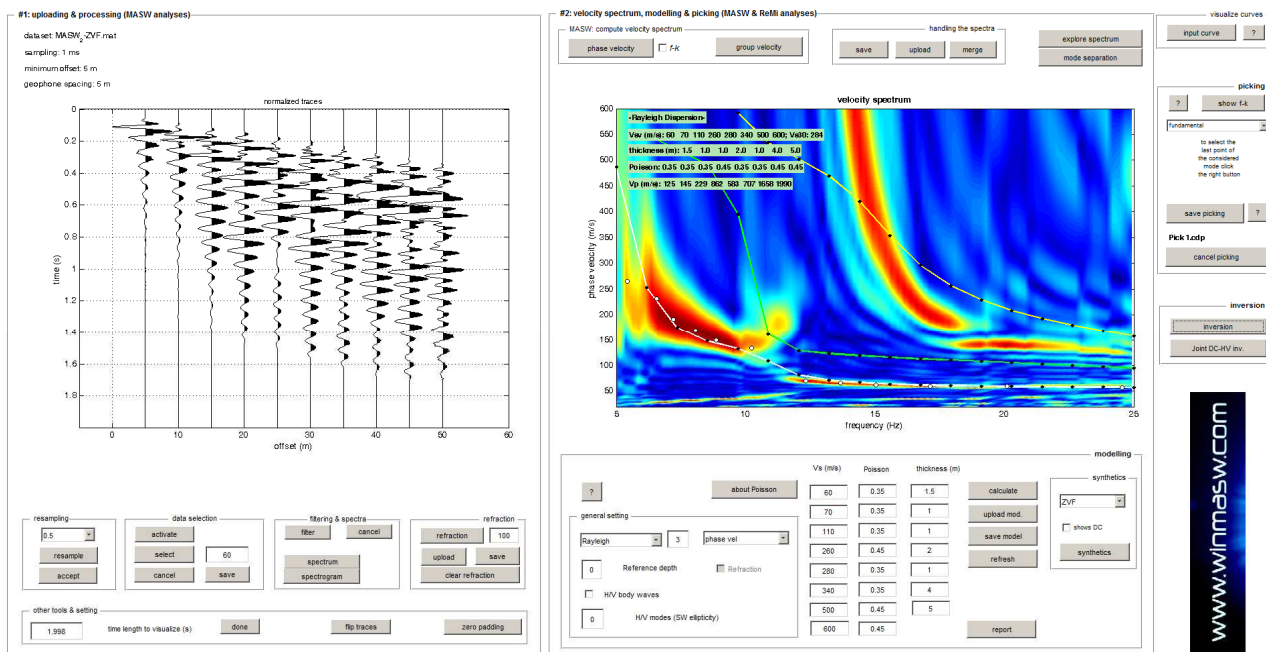


Figura n° 7: MASW 2: Sismogrammi e Curva di dispersione.

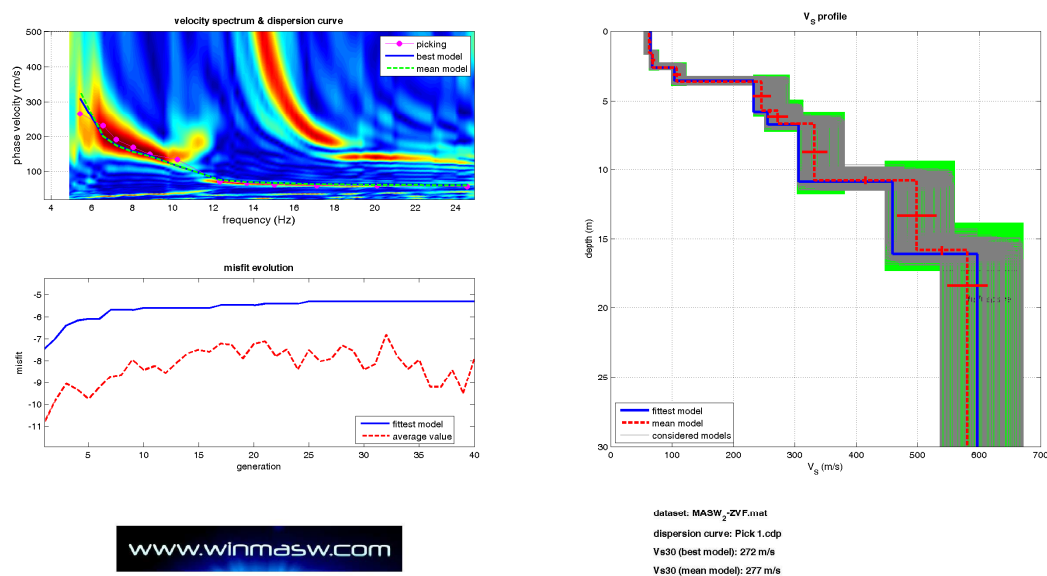


Figura n° 8: MASW 2: Soluzione Iterattiva.

SONDAGGI GEOGNOSTICI E AMBIENTALI – MONITORAGGI - GEOFISICA - PERFORAZIONI POZZI ACQUA - PERFORAZIONI

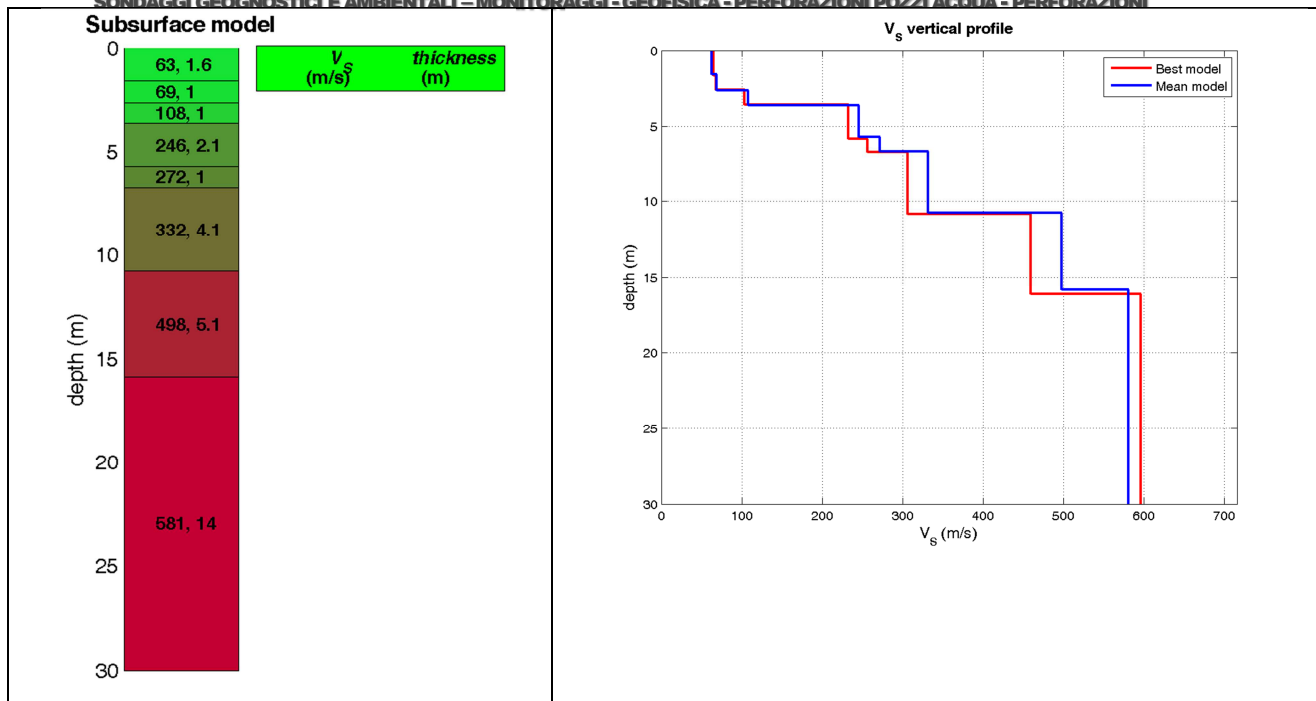


Figura n° 9: MASW 2: Profilo VS30.

Il profilo verticale delle Onde S (V_{s30}) ricavato mediante elaborazione dei dati di campagna, utilizzando adeguato software di interpretazione è risultato il seguente (Modello migliore):

STRATO:	Spessore:	V_s (m/s)
1	1.6	63
2	1.0	69
3	1.0	108
4	2.1	246
5	1.0	272
6	4.1	332
7	5.1	498
8		581

L'indagine geofisica ha individuato n° 3 strati a differenti valori di velocità delle Onde di Taglio (V_s) secondo lo schema di seguito rappresentato.

La velocità media di propagazione delle Onde di taglio entro i 30 metri di profondità (V_{s30}) è calcolata con la seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

Il profilo **MASW** indica una **V_{s30}** pari a **277 m/s** ("Categoria di Suolo C").

STAZIONI DI SISMICA PASSIVA (HVSr).

Nell'area sono state effettuate n° 3 misure di Sismica Passiva (misura microtremori) secondo la tecnica di Nakamura (1989) detta anche "tecnica HVSr" volte alla:

- *Valutazione preliminare della presenza di amplificazioni elasto-lineari del moto del suolo atteso in occasione di eventi sismici (soprattutto provenienti dal cosiddetto "far field");*
- *Identificazione di una interfaccia risonante ovvero per definire la profondità di un contrasto di impedenza sismica tra la copertura (materiali sciolti) ed il possibile substrato (Ibs-Von Seht e Wollenberg, 1999, Bodin e Horton, 1999).*

La tecnica di analisi del rumore ambientale fu applicata per la prima volta negli anni '60 del secolo scorso, allorché i tremori ambientali furono interpretati come onde di volume superficiali, la cui velocità è prossima a quella delle onde S (Kanai & Tanaka, 1961).

Si deve a Nogoshi & Igarashi (1970) lo sviluppo degli studi relativi al rapporto fra le componenti spettrali orizzontali e verticali (H/V) del rumore ambientale (Horizontal to Vertical Spectral Ratio, o HVSr).

Nella tecnica oggi comunemente utilizzata, nota anche come "metodo di Nakamura" (1989), si osserva che l'andamento dei rapporti spettrali in funzione della frequenza di vibrazione (funzione H/V) mostra dei massimi in corrispondenza delle frequenze di risonanza per le onde S generate da forti variazioni di velocità delle onde S presenti nel sottosuolo.

Le vibrazioni ambientali o rumore sismico ambientale, o microtremore sono onde sismiche a bassa energia e ampiezze impercettibili all'uomo (10^{-4} - 10^{-2} mm), la cui origine è molteplice e dovuta sia a sorgenti naturali (onde oceaniche, perturbazioni atmosferiche, cicloni oceanici, con frequenze in genere < 1 Hz), che antropiche ("microtremori", con frequenze in genere fra 1 Hz e 100 Hz), quali ad esempio il traffico veicolare e l'attività industriale.

In generale, il campo di rumore sismico ambientale è costituito da molte e diverse fasi sismiche. Le onde superficiali, sebbene le onde di volume siano largamente presenti, gioca un ruolo determinante. Infatti la componente legata alle onde superficiali è quella che statisticamente mostra maggiore coerenza e persistenza e di fatto la componente di onde superficiali è quella che sperimentalmente risulta identificabile più facilmente. Le onde superficiali che compongono il rumore ambientale sono costituite sia da onde di Love, che di Rayleigh in proporzione variabile e mentre le loro velocità di propagazione dipendono dalle sole proprietà sismiche del sottosuolo, la combinazione dei diversi modi di vibrazione dipende sia dalla struttura del sottosuolo esaminato che dalle caratteristiche della sorgente.

In assenza di sorgenti controllate, il rumore sismico risulta quindi un fenomeno essenzialmente stocastico che richiede specifiche modalità di analisi sia teoriche, che sperimentali.

Praticamente, il metodo HVSr prevede l'esecuzione di misure di rumore ambientale mediante un sistema di acquisizione tri-direzionale su un intervallo di frequenza di interesse comprese usualmente fra 0,1 e 10 Hz.

SONDAGGI GEOGNOSTICI E AMBIENTALI – MONITORAGGI - GEOFISICA - PERFORAZIONI POZZI ACQUA - PERFORAZIONI
Nell'ipotesi di investigare coperture "soffici" al di sopra di un basamento sismico rigido è possibile stabilire una relazione tra lo spessore dello strato "soffice" h , la velocità media delle Onde S (V_s) e la frequenza di risonanza fondamentale (f_0) del sito attraverso la formula:

$$f_0 = \frac{V_s}{4 \times h}$$

Ottenuto il valore f_0 dalle misure effettuate, avendo a disposizione dati provenienti da indagini pregresse (ad esempio V_s) è possibile stimare lo spessore dello strato soffice h . Nell'ipotesi di investigare coperture "soffici" al di sopra di un basamento sismico rigido è possibile stabilire una relazione tra lo spessore dello strato "soffice" h e viceversa, conoscendo lo spessore, si può ricavare la velocità media.

Le acquisizioni di microtremori sono state condotte in n° 3 punti a partire dai dati pregressi di natura geologica, geotecnica e geofisica in possesso, ovvero anche sulla base di considerazioni di carattere litologico-stratigrafico.

Le misure sono state effettuate in data 15 Dicembre 2015 con un geofono triassiale denominato "GEMINI-2" prodotto dalla ditta "PASI" di Torino.



Foto n° 2: Acquisizione microtremori prova HVSr 1.

Il "GEMINI-2" è un acquisitore dati HVSr costituito da una terna di geofoni con frequenza di risonanza di 2 Hz, accoppiati sia meccanicamente che elettricamente e da un acquisitore di dati a 24 bit reali appositamente progettato. Per il suo funzionamento in campagna il "GEMINI-2" viene collegato ad un computer portatile tramite un'interfaccia USB. Come già detto i tre geofoni interni sono orientati secondo una terna di assi cartesiani, assumendo la convenzione descritta nelle linee guida del Progetto S.E.S.A.M.E.1: l'asse Z corrisponde al geofono verticale (direzione Up-Down), l'asse X e l'asse Y corrispondono rispettivamente al geofono orizzontale (direzione East-West) e al geofono orizzontale (direzione North-South).

Le curve ottenute (con tempi di acquisizione di 30 minuti con frequenza di campionamento di 200 Hz) sono state analizzate ed interpretate mediante software dedicato "WINMASW" della "Eliosoft" alla luce dei criteri proposti nell'ambito del progetto SESAME ("Site EffectS Assessment using Ambient Excitation", SESAME European project,

SONDAGGI GEOGNOSTICI E AMBIENTALI – MONITORAGGI - GEOFISICA - PERFORAZIONI POZZI ACQUA - PERFORAZIONI
2005), utilizzando finestre temporali di 20-30 secondi su cui mediare il segnale e lisciamento degli spettri con operatore triangolare, con lisciamento max del 5-10%.

Dall'interpretazione delle curve HVSr si ottiene, se presente, la Frequenza Fondamentale del sito (f_0) e/o le varie frequenze di risonanza.

Più il picco è alto (ampiezza massima) maggiore sarà l'amplificazione di quella frequenza e di quelle immediatamente superiori.

Sulla base delle frequenze di risonanza determinate sperimentalmente è inoltre possibile fornire una stima di massima degli spessori delle coperture soffici responsabili dei possibili fenomeni di risonanza osservati.

Un abaco utile in questo senso è quello proposto da "Albarello et. Al. 2010).

f_0 (Hz)	h (m)
<1	>100
1 – 2	50 – 100
2 – 3	30 – 50
3 – 5	20 – 30
5 – 8	10 – 20

Abaco per la stima dello spessore delle coperture (h) a partire dai valori delle frequenze di risonanza (f_0) determinate dalle misure HVSr.

I parametri di qualità SESAME riportati in ogni scheda di acquisizione ed interpretazione hanno la seguente legenda unica esplicativa.

L_w	Lunghezza della finestra.
n_w	Numero di finestre usate nell' analisi.
$n_c = L_w n_w f_0$	Numero di cicli significativi.
f	Frequenza attuale.
f_0	Frequenza di picco H/V.
s_f	Deviazione Standard della frequenza del picco H/V.
$e(f_0)$	Valore di soglia per la condizione di stabilità $s_f < e(f_0)$
A_0	Ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	Ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	Frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	Frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$s_A(f)$	Deviazione Standard di $A_{H/V}(f)$, $s_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa.
$s_{\log H/V}(f)$	Deviazione Standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$.
$q(f_0)$	Valore di soglia per la condizione di stabilità $s_A(f) < q(f_0)$.

Valori di soglia per s_f and $s_A(f_0)$					
Intervallo di frequenza [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$e(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$q(f_0)$ per $s_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
Log $q(f_0)$ per $s_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Le prove HVSr sono state inoltre classificate ed interpretate utilizzando le indicazioni della pubblicazione "Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola" (Albarello, Castellaro, in: "Supplemento alla rivista Ingegneria Sismica Anno XXVIII n° 2 – 2011) in cui si distinguono tre classi di qualità: "A", "B", "C".

SONDAGGI GEOGNOSTICI E AMBIENTALI – MONITORAGGI - GEOFISICA - PERFORAZIONI POZZI ACQUA - PERFORAZIONI

Le caratteristiche di queste classi sono le seguenti:

- **Classe "A":** curva HVSr affidabile e interpretabile; può essere utilizzata anche da sola e deve avere:
 - 1) la forma dell' H/V nell'intervallo di frequenze di interesse rimane stazionaria per almeno il 30% circa della durata della misura (stazionarietà);
 - 2) le variazioni azimutali di ampiezza non superano il 30% del massimo (isotropia);
 - 3) non ci sono indizi di rumore elettromagnetico nella banda delle frequenze di interesse (assenza di disturbi);
 - 4) i massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata di ampiezza dello spettro verticale (plausibilità fisica);
 - 5) i criteri SESAME per una curva H/V attendibile (primi tre criteri) sono verificati (robustezza statistica);
 - 6) la misura è durata almeno 15/20 minuti (durata).

ECCEZIONE: misure effettuate su roccia integra affiorante o in zone alluvionali fini con basamento sismico profondo (tipicamente > 1 km) possono non mostrare alcun picco statisticamente significativo della curva H/V nell'intervallo di frequenze di interesse ingegneristico, a causa dell' assenza di contrasti di impedenza sufficientemente marcati. In questi casi, in cui la curva H/V apparirà piatta e con ampiezza circa pari a 1, il criterio 5 risulterà non verificato anche se la misura è di fatto attendibile. In questo solo caso la misura può ricadere nella classe "A", ma si consiglia di ripetere la misura per confermare l'effettiva assenza di massimi significativi.
- **Classe "B":** curva HVSr sospetta (da interpretare); va utilizzata con cautela e solo se coerente con altre misure ottenute nelle vicinanze e deve avere:
 - 1) almeno una delle condizioni della classe "A" non è soddisfatta, a condizione che non si rientri nell' ECCEZIONE citata per la classe "A".
- **Classe "C":** curva HVSr scadente e di difficile interpretazione; non va utilizzata. Essa può presentare:
 - 1) misura tipo "B" nella quale la curva H/V mostra un'ampiezza crescente al diminuire della frequenza (deriva), indice di un movimento dello strumento durante la misura;
 - 2) misura tipo "B" nella quale si evidenzia la presenza di rumore elettromagnetico nell' intervallo di frequenze di potenziale interesse.

Per le classi "A" e "B" si possono pertanto definire due sottoclassi, ossia:

- ❖ **Tipo 1** : Presenta almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME (parte 2): possibile risonanza.
- ❖ **Tipo 2** : Non presenta picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze d'interesse: assenza di risonanza.

Prova HVSr 1.

Coordinate: Lat. 45°47'28.88" N; Long. 13°13'42.43" E.

Strumento: Geofono Triassiale GEMINI-2.

Inizio registrazione: 13/03/2016. Ore 08:56 (UTC).

Durata registrazione: 25'.

Frequenza campionamento: 200 Hz; ricampionamento: 64 Hz.

Note: Tempo soleggiato. Prato. Vento e rumori antropici (automobili).

Lunghezza finestre: 30". Tipo di liscio: Triangolare. Liscio: 10%.

Classificazione misura HVSr: Classe B1.

SONDAGGI GEOGNOSTICI E AMBIENTALI – MONITORAGGI - GEOFISICA - PERFORAZIONI POZZI ACQUA - PERFORAZIONI

show data reset show location field notes

stop1 (optional) - decimate
set Hz: new frequency resample

stop2 - HV computation
remove events from Pat. & Tr. clean axes
20 window length (s)
8 tapering (%)
9 outlier tolerance threshold
10% spectral smoothing (triangular window)
☐ show particle motion and all HVSRs
☒ full output compute

stop3 - directivity analysis
frequencies to highlight: 0.5 2.0 5.0 10.0 Hz compute

save - options1: save HVSR as it is
save HV from 0.2 to 30 Hz
save HV curve (as it is)

save - options2: picking HV curve
pick HV curve save picked HV

quick analysis (f-Vs-@)
300 average Vs (m/s) (from surface to bedrock)
20 depth of the bedrock (m)
1000 Vs of the bedrock
clean compute

directivity over time
directivity in time time step: 00 s

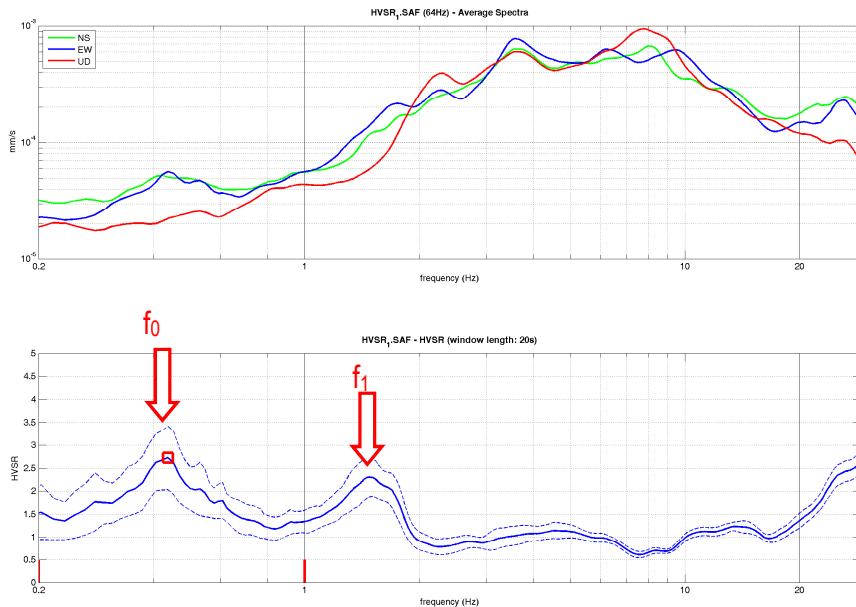


Figura n° 10: Curva HVSR 1.

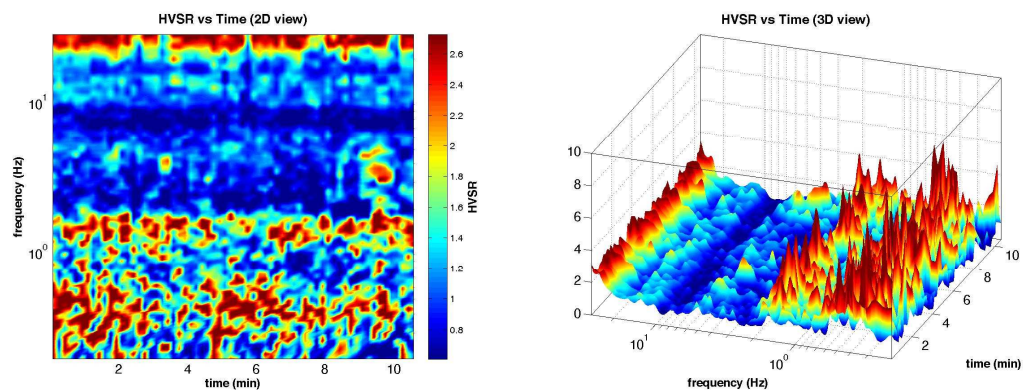


Figura n° 11: Curva HVSR 1: persistenza.

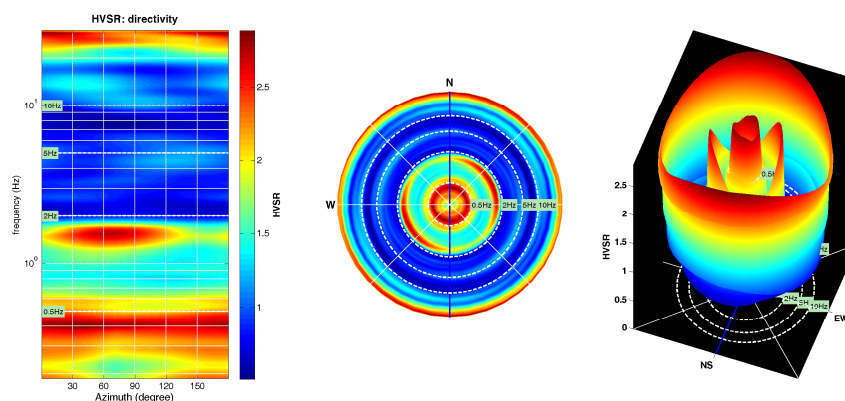


Figura n° 12: Curva HVSR 1: direttività.

SONDAGGI GEOGNOSTICI E AMBIENTALI – MONITORAGGI - GEOFISICA - PERFORAZIONI POZZI ACQUA - PERFORAZIONI

=====SESAME

CRITERIA=====

In the following the results considering the data in the 0.5-10.0Hz frequency range

 f_0

Peak frequency (Hz): **0.4 (± 0.1)**

Peak HVSR value: **3.1 (± 0.7)**

=== Criteria for a reliable H/V

Curve=====

- #1. [$f_0 > 10/Lw$]: $0.438 > 0.33$ (OK)
- #2. [$nc > 200$]: $1103 > 200$ (OK)
- #3. [$f_0 > 0.5$ Hz; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled)

=====

- #1. [exists f_- in the range [$f_0/4, f_0$] | $AH/V(f_-) < A_0/2$]: yes, at frequency 0.2 Hz (OK)
- #2. [exists f_+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $AH/V(f_+) < A_0/2$]: yes, at frequency 0.7 Hz (OK)
- #3. [$A_0 > 2$]: $3.1 > 2$ (OK)
- #4. [$f_{peak}[Ah/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (OK)
- #5. [$\sigma_A < \epsilon(f_0)$]: $0.107 > 0.088$ (**NO**)
- #6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: $0.909 < 2.5$ (OK)

=====

=====SESAME

CRITERIA=====

In the following the results considering the data in the 15.0-25.0Hz frequency range

 f_1

Peak frequency (Hz): **1.5 (± 0.6)**

Peak HVSR value: **2.3 (± 0.4)**

=== Criteria for a reliable H/V

curve=====

- #1. [$f_0 > 10/Lw$]: $1.485 > 0.50$ (OK)
- #2. [$nc > 200$]: $1901 > 200$ (OK)
- #3. [$f_0 > 0.5$ Hz; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled)

=====

- #1. [exists f_- in the range [$f_0/4, f_0$] | $AH/V(f_-) < A_0/2$]: yes, at frequency 0.7 Hz (OK)
- #2. [exists f_+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $AH/V(f_+) < A_0/2$]: yes, at frequency 1.9 Hz (OK)
- #3. [$A_0 > 2$]: $2.3 > 2$ (OK)
- #4. [$f_{peak}[Ah/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (OK)
- #5. [$\sigma_A < \epsilon(f_0)$]: $0.624 > 0.149$ (**NO**)
- #6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: $0.425 < 1.78$ (OK)

=====

Prova HVSR 2.

Coordinate: Lat. 45°46'28.21" N; Long. 13°14'30.80" E.

Strumento: Geofono Triassiale GEMINI-2.

Inizio registrazione: 13/03/2016. Ore 07:30 (UTC).

Durata registrazione: 25'.

Frequenza campionamento: 200 Hz; ricampionamento: 64 Hz.

Note: Tempo soleggiato. Prato. Vento.

Lunghezza finestre: 30". Tipo di lisciamento: Triangolare. Lisciamento: 10%.

Classificazione misura HVSR: Classe B1.

show data
reset
show location
field notes

stop1 (optional) - decimate

☐ Hz
 new frequency
resample

stop12 - HV computation

remove events
both Fst & S:
clean axes

30 window length (s)
8 tapering (%)
15 outlier tolerance threshold
10% spectral smoothing (triangular window)

☐ show particle motion and all HVSRs
☒ full output
compute

stop13 - directivity analysis

frequencies to highlight: 0.5 2.0 5.0 10.0 Hz
compute

save - optional1: save HVSR as it is

save HV from 0.2 to 60 Hz
save HV curve (as it is)

save - optional2: picking HV curve

pick HV curve
save picked HV

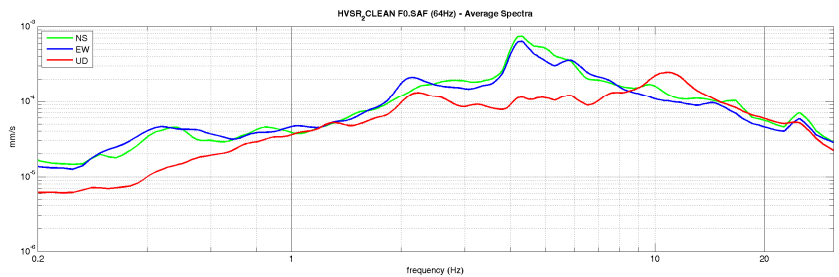
quick analysis (H-Vs/B)

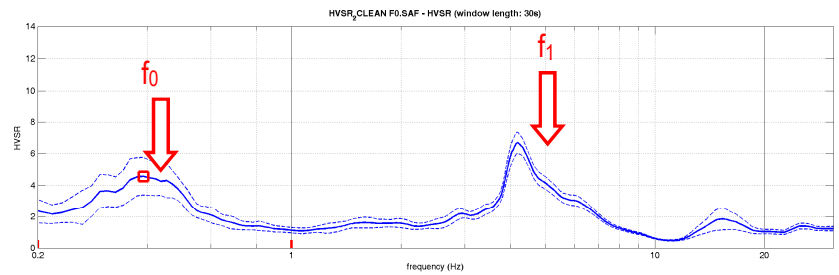
average Vs (m/s) (from surface to bedrock)
200
depth of the bedrock (m)
20
Vs of the bedrock
1000

clean
compute

directivity over time

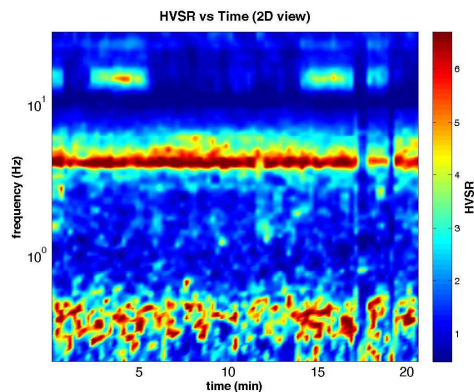
directivity in time
time step: 00 s





To model the HVSR (also jointly with MASW or ReSESAC data), save the HV curve, go to the "Velocity Spectrums, Modeling & Picking" panels and upload the saved HV curve

Figura n° 13: Curva HVSR 2.



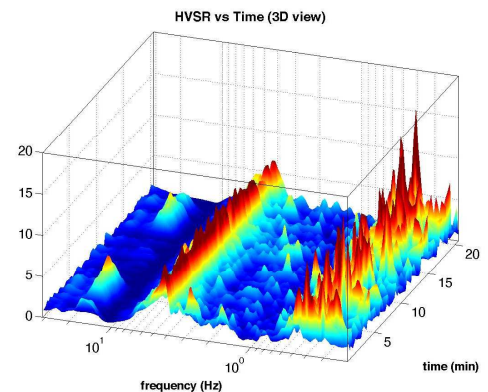


Figura n° 14: Curva HVSR 2: persistenza.

MARZO 2016

Rev 00

Pagina 38 di 40

SONDAGGI GEOGNOSTICI E AMBIENTALI – MONITORAGGI - GEOFISICA - PERFORAZIONI POZZI ACQUA - PERFORAZIONI

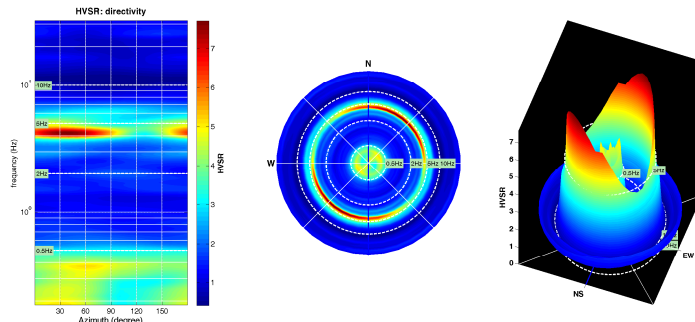


Figura n° 15: Curva HVSR 2: direttività.

=====SESAME CRITERIA=====

In the following the results considering the data in the 0.5-10.0Hz frequency range

f_0

Peak frequency (Hz): **0.4 (± 0.1)**

Peak HVSR value: **4.6 (± 1.1)**

=== Criteria for a reliable H/V Curve=====

- #1. [$f_0 > 10/L_w$]: $0.391 > 0.33$ (OK)
- #2. [$n_c > 200$]: $973 > 200$ (OK)
- #3. [$f_0 > 0.5$ Hz; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled)

=====

- #1. [exists f_- in the range [$f_0/4, f_0$] | $AH/V(f_-) < A_0/2$]: yes, at frequency 0.2 Hz (OK)
- #2. [exists f_+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $AH/V(f_+) < A_0/2$]: yes, at frequency 0.6 Hz (OK)
- #3. [$A_0 > 2$]: $4.6 > 2$ (OK)
- #4. [$f_{peak}[Ah/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (OK)
- #5. [$\sigma_{f_0} < \epsilon(f_0)$]: $0.076 > 0.078$ (**NO**)
- #6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: $1.187 < 2.5$ (OK)

=====SESAME CRITERIA=====

In the following the results considering the data in the 15.0-25.0Hz frequency range

f_1

Peak frequency (Hz): **4.2 (± 0.1)**

Peak HVSR value: **6.9 (± 0.6)**

Criteria for a reliable H/V curve=====

- #1. [$f_0 > 10/L_w$]: $4.190 > 0.50$ (OK)
- #2. [$n_c > 200$]: $7625 > 200$ (OK)
- #3. [$f_0 > 0.5$ Hz; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled)

=====

- #1. [exists f_- in the range [$f_0/4, f_0$] | $AH/V(f_-) < A_0/2$]: yes, at frequency 2.0 Hz (OK)
- #2. [exists f_+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $AH/V(f_+) < A_0/2$]: yes, at frequency 5.5 Hz (OK)
- #3. [$A_0 > 2$]: $6.9 > 2$ (OK)
- #4. [$f_{peak}[Ah/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (OK)
- #5. [$\sigma_{f_0} < \epsilon(f_0)$]: $0.142 < 0.209$ (OK)
- #6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: $0.603 < 1.58$ (OK)



INDAGINI GEOLOGICHE

Progetto 514 – "Patti territoriali – Intesa tra Regione FVG e Ministero per lo Sviluppo Economico (MISE).

Riassetto idraulico del comprensorio della Zona Industriale dell'Aussa-Corno.
CIG: Z6B1962A23

www.indaginigeologiche.it

SONDAGGI GEOGNOSTICI E AMBIENTALI – MONITORAGGI - GEOFISICA - PERFORAZIONI POZZI ACQUA - PERFORAZIONI

4.5 ANALISI DI LABORATORIO

Le analisi geotecniche dei terreni (analisi di classificazione Norma UNI 10006 etc., parametri indice, prove edometriche e prove di taglio in cella triassiale) sono state eseguite da "L.G.T. Laboratorio Geotecnico S.r.l." di Cervignano del Friuli (UD), Laboratorio in Concessione Governativa per prove su terreni e rocce, Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n° 53957 e iscritto all' "A.L.G.I." (Associazione Laboratori Geotecnici Italiani) al n° 110.

In particolare le analisi e test di laboratorio geotecnico eseguite sono state:

CAMPIONE:	Quota terreno:	intervallo campionato:	Prova eseguita in Sito, Campioni e Strumentazione:
C1-C1	+3.00 m. slm	2.00-2.40 metri p.c.	Apertura, parametri indice, prova di taglio diretto
C2-C1	+1.90 m. slm.	1.80-2.40 metri p.c.	Apertura, parametri indice, prova di taglio diretto
C2-C2	+1.90 m. slm	4.00-4.50 metri p.c.	Apertura, parametri indice, prova edometrica
C3-C1	+0.40 m. slm	2.30-2.90 metri p.c.	Apertura, parametri indice, prova di taglio diretto
C3-C2	+0.40 m. slm	4.00-4.60 metri p.c.	Apertura, parametri indice, prova edometrica
C4-C1	+1.00 m. slm	3.50-4.10 metri p.c.	Apertura, parametri indice, prova edometrica

Si allegano di seguito i Certificati di Laboratorio.

Latisana li 31/03/2016

SRV
INDAGINI GEOLOGICHE SRL
Via Rocca, 13 - 33053 LATISANA (UD)
P.IVA 02531030308
R.E.A.: UD 268292

Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi

Laboratorio autorizzato ai sensi dell'Art. 59 del DPR n. 380 del 06/06/2001 ad eseguire e certificare prove su terre e rocce

RISULTATO DELLA PROVA

CERTIFICATO N.	61608	Cod. lavoro	7329/16	Numero ingresso	10600/1
Committente	CONSORZIO BONIFICA BASSA FRIULANA			Data ingresso	14/03/16
Cantiere	SISTEMAZIONE IDRAULICA AUSSA-CORNO			Data esecuzione	21/03/16
Località	SAN GIORGIO DI NOGARO (UD)				
Campione	Sondaggio C1 - Campione C1 da 2,00 a 2,40m			Prelevato da	SRV SRL


Sigle di prova : W-umidità; GAPP-densità apparente;GS-peso spec. granuli;LA-limiti Atterberg; GSA-granulometria; AREO-areometria; ELL-
 espansione lat. Libera; EDO-edometria; TRIAXUU-triassiale U.U.; TRIAXCU-triassiale C.U.; TRIAXCD-triassiale C.D.;Ko-consolidazione
 anisotropa; TGCD-taglio diretto; K-prova di permeabilità.

Descrizione del campione e programma prove

Diametro : 8,4 cm

Lunghezza campione : 25 cm

Contenitore : *Fustella inox*

	Fotografia campione	Descrizione stratigrafica	P.Penetrom kPa	P.vane kPa	Sigla prova
10 cm		Limo argilloso debolmente sabbioso colore grigio oliva chiaro (5Y 5/2) con presenza di frustoli vegetali, lenti sabbiose millimetriche e rari clasti centimetrici a spigoli subarrotondati. Campione moderatamente consistente, fortemente reagente all'acido cloridrico e inodore.	50	22	W GAPP GS
20 cm			100	TGCD	
30 cm					
40 cm					
50 cm					
60 cm					
70 cm					

Data di emissione 05/04/2016

Il Tecnico: Dr. Andrea Tentor

Direttore del Laboratorio: **Geol. Roberto Fioriti**

Azienda Certificata ISO 9001:2008 N. 30861

Mod. PS 75-02/DEVI Rev.1

pag. 1/1

ALIG

**ASSOCIAZIONE LABORATORI DI
INGEGNERIA E GEOTECNICA**



Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi

Laboratorio autorizzato ai sensi dell'Art. 59 del DPR n. 380 del 06/06/2001 ad eseguire e certificare prove su terre e rocce

RISULTATO DELLA PROVA

CERTIFICATO DI PROVA N.	61609	Cod. lavoro	7329/16	N. di accettazione	10600/1
Committente	CONSORZIO BONIFICA BASSA FRIULANA			Data di accettazione	14/03/16
Cantiere	SISTEMAZIONE IDRAULICA AUSSA-CORNO			Data di esecuzione	21/03/16
Località	SAN GIORGIO DI NOGARO (UD)				
Campione	Sondaggio C1 - Campione C1 da 2,00 a 2,40m			Prelevato da	SRV SRL

L'attrezzatura di prova è riportata sul documento del Sistema di Qualità PS63-01/LMAS

Determinazione dei parametri indice**Determinazione del contenuto d'acqua - Norma ASTM D 2216 /98**

w_m	Contenuto d'acqua percentuale medio	22,9	(%)
----------------------	-------------------------------------	------	-----

Misura del peso dell'unità di volume - Norma BS 1377 T15/e

γ_m	Peso di volume apparente medio	20,24	(kN/m ³)
----------------------	--------------------------------	-------	----------------------

Misura del peso specifico dei grani - Norma ASTM D 854 - 00

G_s medio	Peso specifico dei grani medio	2,75	(-)
----------------------------	--------------------------------	------	-----

Parametri correlati

e₀	Indice dei vuoti	0,639	(-)
n	Porosità	39,0	(%)
Sr	Grado di saturazione	98,7	(%)
γ_d	Peso di volume secco	16,46	(kN/m ³)

Limiti di Atterberg - Norma ASTM D 4318-84 [X] CNR UNI 10014 []

LL	Limite di liquidità	-	(%)
LP	Limite di plasticità	-	(%)
IP	Indice di pasticità	-	(%)
IC	Indice di consistenza	-	(-)
IL	Indice di liquidità	-	(-)

LR	Limite di ritiro	-	(%)
R	Coefficiente di ritiro	-	(-)

Data di emissione	05/04/16	Il Tecnico: Dr. A. Tentor	Il Direttore del Laboratorio: Geol. Roberto Fioriti
--------------------------	-----------------	---------------------------	--



Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi

Laboratorio autorizzato ai sensi dell'Art. 59 del DPR n. 380 del 06/06/2001 ad eseguire e certificare prove su terre e rocce

RISULTATO DELLA PROVA

CERTIFICATO DI PROVA N.	61610	Cod. lavoro	7329/16	N. di accettazione	10600-1
Committente	CONSORZIO BONIFICA BASSA FRIULANA			Data di accettazione	14/03/16
Cantiere	SISTEMAZIONE IDRAULICA AUSSA-CORNO			Data di esecuzione	30/03/16
Località	SAN GIORGIO DI NOGARO (UD)				
Campione	Sondaggio C1 - Campione C1 da 2,00 a 2,40m			Prelevato da	SRV SRL

L'attrezzatura di prova è riportata sul documento del Sistema di Qualità PS63-01/LMAS

Prova di taglio diretto secondo indicazioni AGI 1994

Provino 1						Provino 2						Provino 3					
Cella n. 328						Cella n. 328						Cella n. 328					
Tipo di cella quadrata						Tipo di cella quadrata						Tipo di cella quadrata					
Area cella (mm ²) 3600						Area cella (mm ²) 3600						Area cella (mm ²) 3600					
Carico assiale (N) 353,1						Carico assiale (N) 706,1						Carico assiale (N) 1059					
Consolidazione		Fase di picco			Residuo	Consolidazione		Fase di picco			Residuo	Consolidazione		Fase di picco			Residuo
Tempo (min)	Cedimento (mm)	Spostamento orizzontale (mm)	Variazione altezza (mm)	Forza di taglio (N)	Forza di taglio (N)	Tempo (min)	Cedimento (mm)	Spostamento orizzontale (mm)	Variazione altezza (mm)	Forza di taglio (N)	Forza di taglio (N)	Tempo (min)	Cedimento (mm)	Spostamento orizzontale (mm)	Variazione altezza (mm)	Forza di taglio (N)	Forza di taglio (N)
		0,00	0,000	0				0,00	0,000	0			0,0	0,000	0,00	0,000	0
		1,20	0,050	198				0,43	0,090	213			0,2	-1,004	0,43	0,008	97
		1,69	0,083	221				0,81	0,101	311			0,6	-1,074	0,81	0,041	361
		2,17	0,088	236				1,22	0,129	377			1,0	-1,140	1,24	0,087	467
		2,66	0,097	246				1,70	0,155	421			2,7	-1,261	1,70	0,122	537
		3,14	0,137	260				2,18	0,168	449			4,5	-1,314	2,18	0,156	592
		3,65	0,144	268				2,65	0,181	474			7,5	-1,347	2,65	0,172	640
		4,12	0,147	274				3,13	0,192	490			12	-1,455	3,13	0,203	676
		4,61	0,153	277				3,63	0,208	510			34	-1,458	3,61	0,225	699
		5,10	0,161	278				4,11	0,211	516			55	-1,463	4,09	0,246	718
		5,62	0,165	273				4,59	0,216	519			151	-1,491	4,58	0,253	728
		6,10	0,175	274				5,09	0,217	524			249	-1,498	5,08	0,277	733
		6,60	0,189	275				5,60	0,218	529			411	-1,506	5,58	0,283	738
		7,09	0,198	276				6,08	0,222	531			678	-1,513	6,07	0,296	744
		7,59	0,199	275				6,58	0,223	536			1119	-1,514	6,57	0,297	753
		8,07	0,206	276				7,08	0,227	540					7,07	0,310	758
		8,56	0,212	275				7,57	0,228	541					7,56	0,316	766
		9,05	0,213	276				8,06	0,237	541					8,05	0,325	772
		9,54	0,221	274				8,56	0,263	544					8,55	0,328	781
		10,03	0,222	278				9,04	0,263	545					9,04	0,327	788
		10,54	0,231	278				9,54	0,268	547					9,53	0,334	793
		11,03	0,231	279				10,04	0,268	548					10,05	0,336	789
		11,53	0,240	280				10,54	0,268	549					10,53	0,338	793
								11,04	0,268	549					11,05	0,338	795
t ₁₀₀ = min t _f = min d _f = mm v = 0,0727 mm/min						t ₁₀₀ = min t _f = min d _f = mm v = 0,0727 mm/min						t ₁₀₀ = 7,04 min t _f = 89,5 min d _f = 6 mm v = 0,0727 mm/min					

Prova eseguita su provini : *indisturbati non pretagliati*Data di emissione **05/04/16**

Il Tecnico: Dr. A. Tentor

Il Direttore del Laboratorio: **Geol. Roberto Fioriti**

Azienda Certificata ISO 9001:2008 N. 30861

pag. 1/2

PS 75-01/1040 Rev.2

ALIGASSOCIAZIONE LABORATORI DI
INGEGNERIA E GEOTECNICA

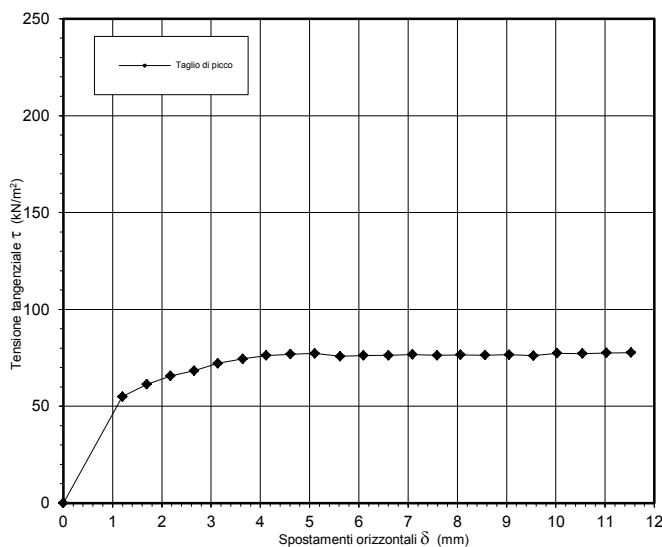
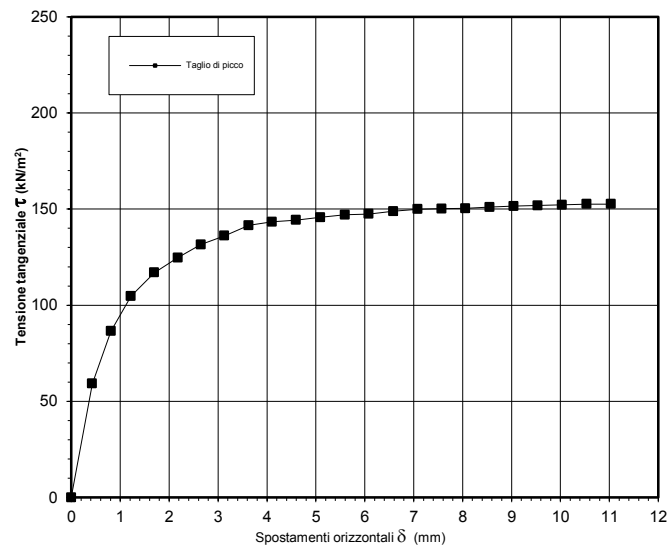
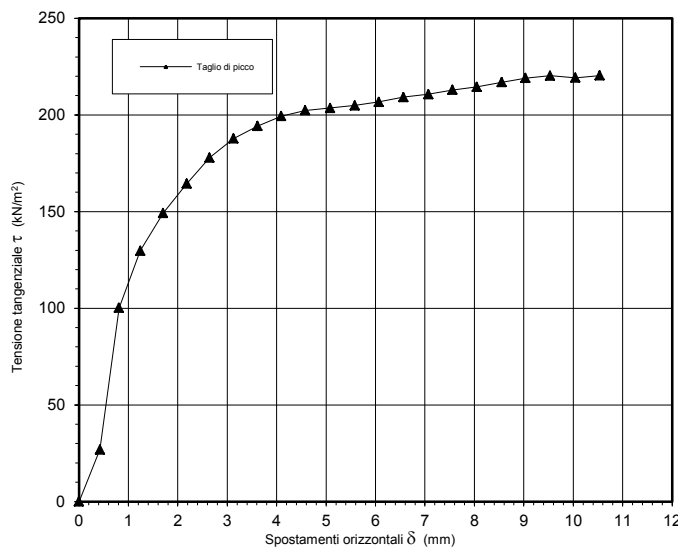
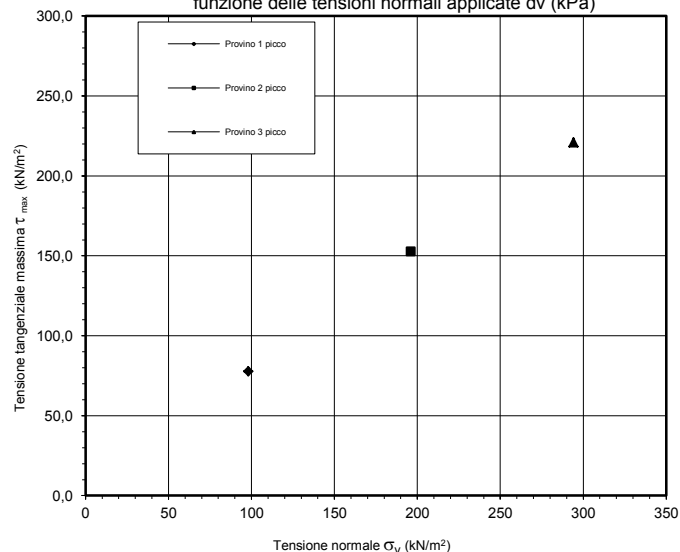
Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi

Laboratorio autorizzato ai sensi dell'Art. 59 del DPR n. 380 del 06/06/2001 ad eseguire e certificare prove su terre e rocce

RISULTATO DELLA PROVA

CERTIFICATO DI PROVA N.	61610	Cod. lavoro	7329/16	N. di accettazione	10600-1
Committente	CONSORZIO BONIFICA BASSA FRIULANA			Data di accettazione	14/03/16
Cantiere	SISTEMAZIONE IDRAULICA AUSSA-CORNO			Data di esecuzione	30/03/16
Località	SAN GIORGIO DI NOGARO (UD)				
Campione	Sondaggio C1 - Campione C1 da 2,00 a 2,40m			Prelevato da	SRV SRL

L'attrezzatura di prova è riportata sul documento del Sistema di Qualità PS63-01/LMAS

Prova di taglio diretto secondo indicazioni AGI 1994Provino 1 - σ_v (kN/m²) = 98,1Provino 2 - σ_v (kN/m²) = 196,1Provino 3 - σ_v (kN/m²) = 294,2Grafico tensione tangenziale massima τ_{max} (kPa) in funzione delle tensioni normali applicate σ_v (kPa)Data di emissione **05/04/16**

Il Tecnico: Dr. A. Tentor

Il Direttore del Laboratorio: **Geol. Roberto Fioriti**

Azienda Certificata ISO 9001:2008 N. 30861

PS 75-01/1040 Rev.2

pag.2/2

ALIGASSOCIAZIONE LABORATORI DI
INGEGNERIA E GEOTECNICA

Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi

Laboratorio autorizzato ai sensi dell'Art. 59 del DPR n. 380 del 06/06/2001 ad eseguire e certificare prove su terre e rocce

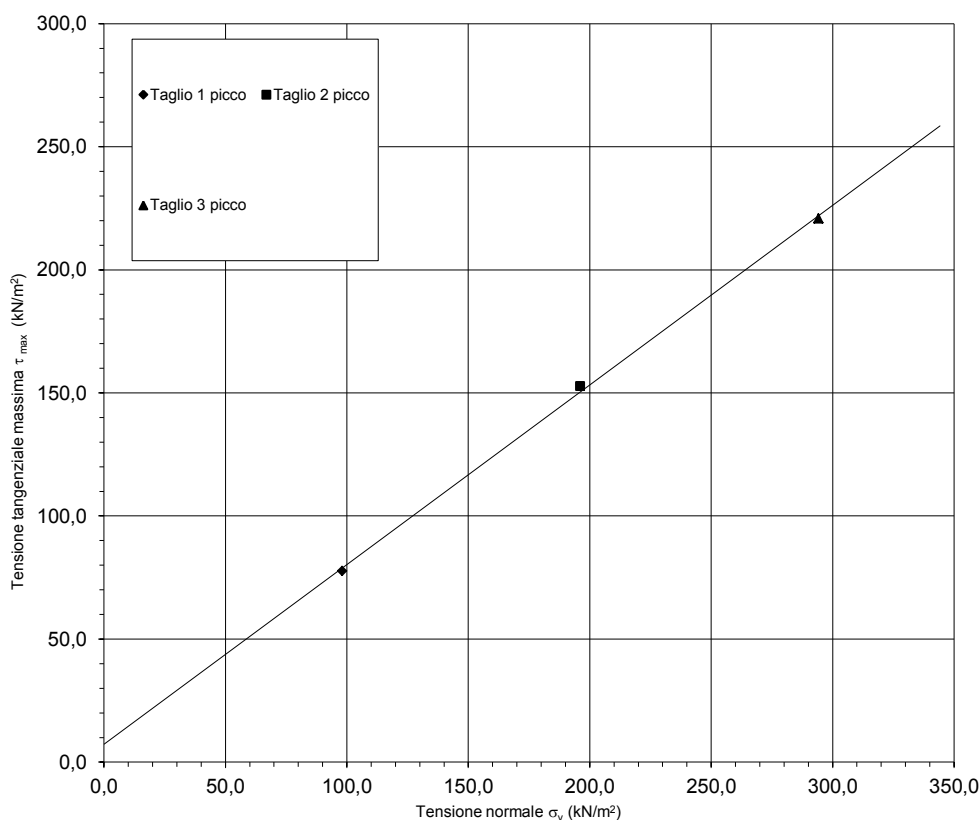
RISULTATO DELLA PROVA

	Cod. lavoro	7329/16	N. di accettazione	10600-1
Committente	CONSORZIO BONIFICA BASSA FRIULANA		Data di accettazione	14/03/16
Cantiere	SISTEMAZIONE IDRAULICA AUSSA-CORNO		Data di esecuzione	30/03/16
Località	SAN GIORGIO DI NOGARO (UD)			
Campione	Sondaggio C1 - Campione C1 da 2,00 a 2,40m		Prelevato da	SRV SRL

L'attrezzatura di prova è riportata sul documento del Sistema di Qualità PS63-01/LMAS

Prova di taglio diretto secondo indicazioni AGI 1994

Su richiesta del Cliente viene fornita la seguente interpretazione grafica della prova di taglio:

Grafico tensione tangenziale massima τ_{max} (kPa) in funzione delle tensioni normali applicate σ_v (kPa)

Valori definiti dalla regressione lineare

	Taglio diretto	Taglio residuo
Angolo di resistenza al taglio (gradi)	36,1	
Coesione intercetta(kN/m2)	7	

Data di emissione 05/04/16

Il Tecnico: Dr. A. Tentor

Il Direttore del Laboratorio: Geol. Roberto Fioriti

Azienda Certificata ISO 9001:2008 N. 30861

PS 75-01/1040 Rev.2

pag.1/1

ALIGASSOCIAZIONE LABORATORI DI
INGEGNERIA E GEOTECNICA

Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi

Laboratorio autorizzato ai sensi dell'Art. 59 del DPR n. 380 del 06/06/2001 ad eseguire e certificare prove su terre e rocce

RISULTATO DELLA PROVA

CERTIFICATO DI PROVA N.	61612	Cod. lavoro	7329/16	N. di accettazione	10600/2
Committente	CONSORZIO BONIFICA BASSA FRIULANA			Data di accettazione	14/03/16
Cantiere	SISTEMAZIONE IDRAULICA AUSSA-CORNO			Data di esecuzione	21/03/16
Località	SAN GIORGIO DI NOGARO (UD)				
Campione	Sondaggio C2 - Campione C2/1 da 1,80 a 2,40m			Prelevato da	SRV SRL

L'attrezzatura di prova è riportata sul documento del Sistema di Qualità PS63-01/LMAS

Determinazione dei parametri indice**Determinazione del contenuto d'acqua - Norma ASTM D 2216 /98**

w_m	Contenuto d'acqua percentuale medio	23,2	(%)
----------------------	-------------------------------------	------	-----

Misura del peso dell'unità di volume - Norma BS 1377 T15/e

γ_m	Peso di volume apparente medio	19,85	(kN/m ³)
----------------------	--------------------------------	-------	----------------------

Misura del peso specifico dei grani - Norma ASTM D 854 - 00

G_s medio	Peso specifico dei grani medio	2,75	(-)
----------------------------	--------------------------------	------	-----

Parametri correlati

e₀	Indice dei vuoti	0,675	(-)
n	Porosità	40,3	(%)
Sr	Grado di saturazione	94,6	(%)
γ_d	Peso di volume secco	16,11	(kN/m ³)

Limiti di Atterberg - Norma ASTM D 4318-84 [X] CNR UNI 10014 []

LL	Limite di liquidità	-	(%)
LP	Limite di plasticità	-	(%)
IP	Indice di pasticità	-	(%)
IC	Indice di consistenza	-	(-)
IL	Indice di liquidità	-	(-)

LR	Limite di ritiro	-	(%)
R	Coefficiente di ritiro	-	(-)

Data di emissione	05/04/16	Il Tecnico: Dr. A. Tentor	Il Direttore del Laboratorio: Geol. Roberto Fioriti
--------------------------	-----------------	---------------------------	--



Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi

Laboratorio autorizzato ai sensi dell'Art. 59 del DPR n. 380 del 06/06/2001 ad eseguire e certificare prove su terre e rocce

RISULTATO DELLA PROVA

CERTIFICATO DI PROVA N.	61626	Cod. lavoro	7329/16	N. di accettazione	10600/2
Committente	CONSORZIO BONIFICA BASSA FRIULANA			Data di accettazione	14/03/16
Cantiere	SISTEMAZIONE IDRAULICA AUSSA-CORNO			Data di esecuzione	05/04/16
Località	SAN GIORGIO DI NOGARO (UD)				
Campione	Sondaggio C2 - Campione C2/1 da 1,80 a 2,40m			Prelevato da	SRV SRL

L'attrezzatura di prova è riportata sul documento del Sistema di Qualità PS63-01/LMAS

Prova di taglio diretto secondo indicazioni AGI 1994

Provino 1						Provino 2						Provino 3					
Cella n. 328						Cella n. 328						Cella n. 328					
Tipo di cella quadrata						Tipo di cella quadrata						Tipo di cella quadrata					
Area cella (mm ²) 3600						Area cella (mm ²) 3600						Area cella (mm ²) 3600					
Carico assiale (N) 353,1						Carico assiale (N) 706,1						Carico assiale (N) 1059					
Consolidazione		Fase di picco			Residuo	Consolidazione		Fase di picco			Residuo	Consolidazione		Fase di picco			Residuo
Tempo (min)	Cedimento (mm)	Spostamento orizzontale (mm)	Variazione altezza (mm)	Forza di taglio (N)	Forza di taglio (N)	Tempo (min)	Cedimento (mm)	Spostamento orizzontale (mm)	Variazione altezza (mm)	Forza di taglio (N)	Forza di taglio (N)	Tempo (min)	Cedimento (mm)	Spostamento orizzontale (mm)	Variazione altezza (mm)	Forza di taglio (N)	Forza di taglio (N)
		0,00	0,000	0				0,00	0,000	0				0,0	0,000	0,00	0,000
		0,48	0,040	108				0,43	0,020	72			0,2	-0,020	0,39	0,066	92
		0,91	0,079	148				0,84	0,060	151			0,6	-0,068	0,78	0,110	284
		1,75	0,144	198				1,45	0,140	249			1,0	-0,082	1,15	0,133	402
		2,16	0,188	216				1,85	0,310	273			2,7	-0,097	1,53	0,181	479
		2,58	0,214	225				2,27	0,460	309			4,5	-0,108	1,95	0,227	543
		3,00	0,238	225				2,67	0,560	347			7,5	-0,122	2,35	0,235	589
		3,43	0,275	229				3,10	0,640	380			12	-0,135	2,76	0,268	627
		3,84	0,283	233				3,51	0,690	410			34	-0,160	3,18	0,302	656
		4,29	0,315	234				3,95	0,720	428			55	-0,171	3,60	0,302	677
		4,70	0,332	235				4,36	0,740	440			91	-0,178	4,01	0,337	692
		5,11	0,348	239				4,77	0,750	446			151	-0,185	4,44	0,337	695
		5,55	0,369	244				5,21	0,750	440			249	-0,199	4,86	0,357	702
		5,98	0,383	244				5,64	0,770	440			411	-0,208	5,30	0,356	706
		6,41	0,391	246				6,07	0,780	443			678	-0,218	5,72	0,356	705
		6,82	0,402	246				6,49	0,790	437					6,16	0,355	703
		7,27	0,411	246				6,93	0,800	431					6,58	0,381	701
		7,69	0,429	245				7,46	0,820	425					7,23	0,382	695
		8,12	0,429	243				8,11	0,840	425					8,10	0,384	689
		8,55	0,430	239				8,75	0,860	425					8,95	0,386	685
		8,96	0,434	236				9,37	0,880	425					9,79	0,388	678
		9,41	0,435	236				9,82	0,880	425					10,23	0,390	678
		9,81	0,438	235				10,23	0,890	422					10,66	0,395	675
t ₁₀₀ = min						t ₁₀₀ = min						t ₁₀₀ = 47,45 min					
t _f = min						t _f = min						t _f = 602,6 min					
d _f = mm						d _f = mm						d _f = 6 mm					
v = 0,0108 mm/min						v = 0,0108 mm/min						v = 0,0108 mm/min					

Prova eseguita su provini : *indisturbati non pretagliati*Data di emissione **06/04/16**

Il Tecnico: Dr. A. Tentor

Il Direttore del Laboratorio: **Geol. Roberto Fioriti**

Azienda Certificata ISO 9001:2008 N. 30861

pag. 1/2

PS 75-01/1040 Rev.2

ALIGASSOCIAZIONE LABORATORI DI
INGEGNERIA E GEOTECNICA

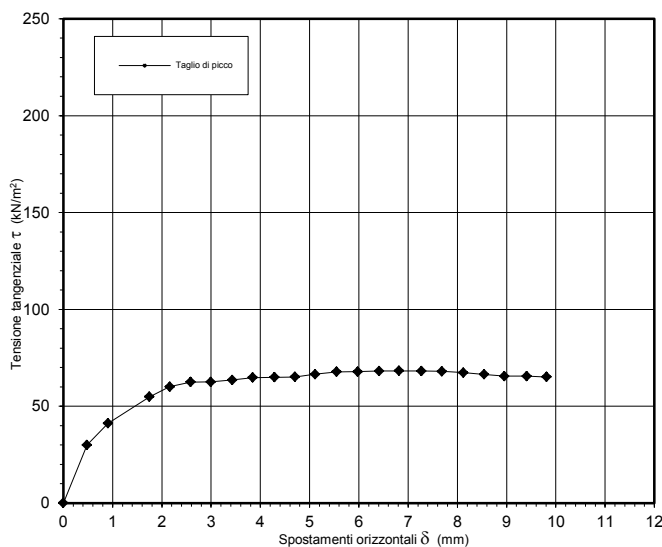
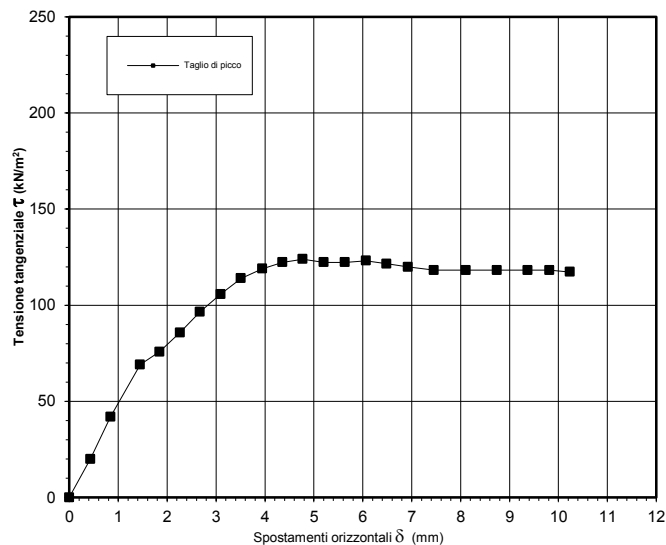
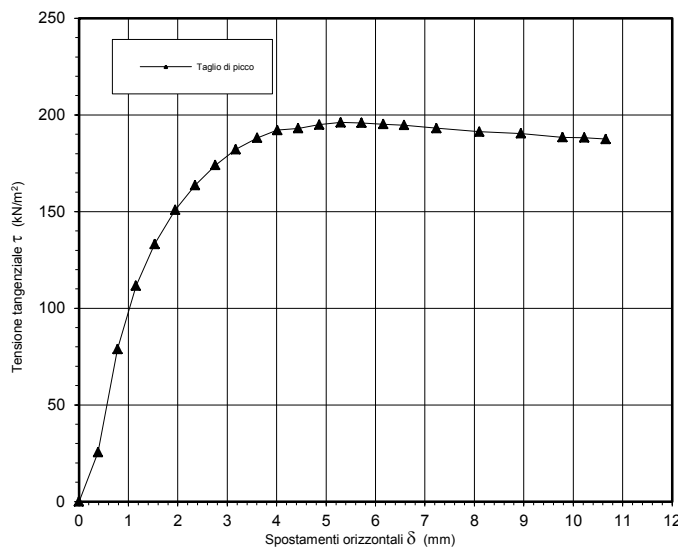
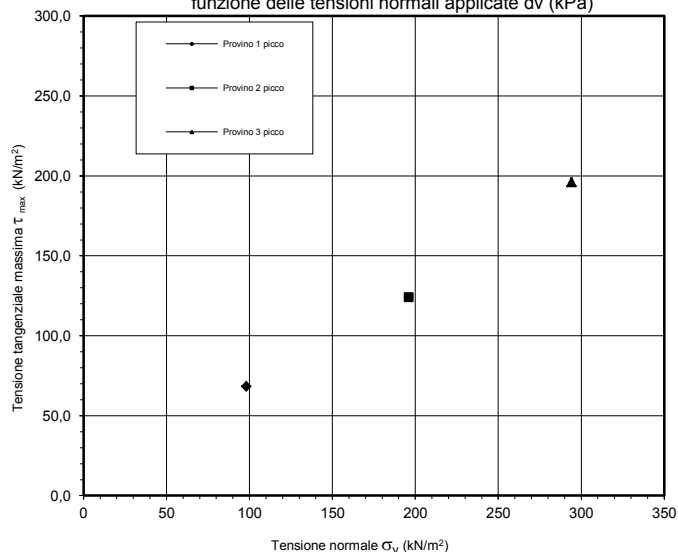
Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi

Laboratorio autorizzato ai sensi dell'Art. 59 del DPR n. 380 del 06/06/2001 ad eseguire e certificare prove su terre e rocce

RISULTATO DELLA PROVA

CERTIFICATO DI PROVA N.	61626	Cod. lavoro	7329/16	N. di accettazione	10600/2
Committente	CONSORZIO BONIFICA BASSA FRIULANA			Data di accettazione	14/03/16
Cantiere	SISTEMAZIONE IDRAULICA AUSSA-CORNO			Data di esecuzione	05/04/16
Località	SAN GIORGIO DI NOGARO (UD)				
Campione	Sondaggio C2 - Campione C2/1 da 1,80 a 2,40m			Prelevato da	SRV SRL

L'attrezzatura di prova è riportata sul documento del Sistema di Qualità PS63-01/LMAS

Prova di taglio diretto secondo indicazioni AGI 1994Provino 1 - σ_v (kN/m²) = 98,1Provino 2 - σ_v (kN/m²) = 196,1Provino 3 - σ_v (kN/m²) = 294,2Grafico tensione tangenziale massima τ_{max} (kPa) in funzione delle tensioni normali applicate σ_v (kPa)

Data di emissione 06/04/16

Il Tecnico: Dr. A. Tentor

Il Direttore del Laboratorio: Geol. Roberto Fioriti

Azienda Certificata ISO 9001:2008 N. 30861

PS 75-01/1040 Rev.2

pag.2/2

ALIG

ASSOCIAZIONE LABORATORI DI
INGEGNERIA E GEOTECNICA

Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi

Laboratorio autorizzato ai sensi dell'Art. 59 del DPR n. 380 del 06/06/2001 ad eseguire e certificare prove su terre e rocce

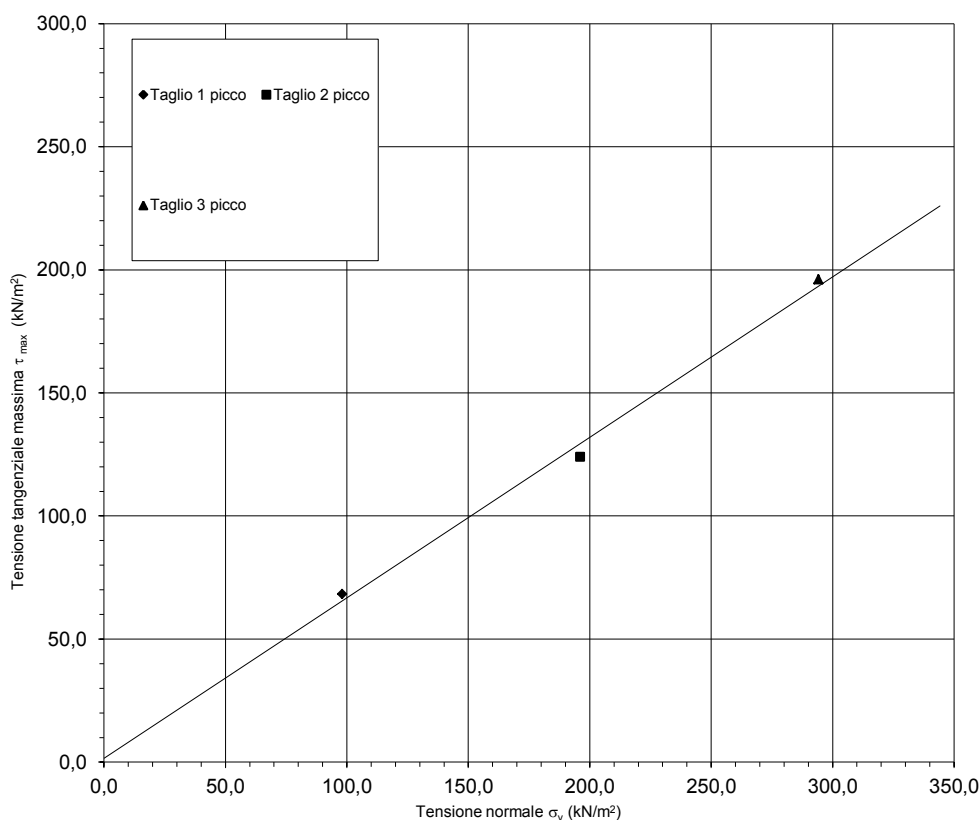
RISULTATO DELLA PROVA

	Cod. lavoro	7329/16	N. di accettazione	10600/2
Committente	CONSORZIO BONIFICA BASSA FRIULANA		Data di accettazione	14/03/16
Cantiere	SISTEMAZIONE IDRAULICA AUSSA-CORNO		Data di esecuzione	05/04/16
Località	SAN GIORGIO DI NOGARO (UD)			
Campione	Sondaggio C2 - Campione C2/1 da 1,80 a 2,40m		Prelevato da	SRV SRL

L'attrezzatura di prova è riportata sul documento del Sistema di Qualità PS63-01/LMAS

Prova di taglio diretto secondo indicazioni AGI 1994

Su richiesta del Cliente viene fornita la seguente interpretazione grafica della prova di taglio:

Grafico tensione tangenziale massima τ_{max} (kPa) in funzione delle tensioni normali applicate σ_v (kPa)

Valori definiti dalla regressione lineare

	Taglio diretto	Taglio residuo
Angolo di resistenza al taglio (gradi)	33,1	
Coesione intercetta(kN/m2)	2	

Data di emissione 06/04/16

Il Tecnico: Dr. A. Tentor

Il Direttore del Laboratorio: Geol. Roberto Fioriti

Azienda Certificata ISO 9001:2008 N. 30861

PS 75-01/1040 Rev.2

pag.1/1

ALIGASSOCIAZIONE LABORATORI DI
INGEGNERIA E GEOTECNICA

Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi

Laboratorio autorizzato ai sensi dell'Art. 59 del DPR n. 380 del 06/06/2001 ad eseguire e certificare prove su terre e rocce

RISULTATO DELLA PROVA

CERTIFICATO N.	61613	Cod. lavoro	7329/16	Numero ingresso	10600/3
Committente	CONSORZIO BONIFICA BASSA FRIULANA			Data ingresso	14/03/16
Cantiere	SISTEMAZIONE IDRAULICA AUSSA-CORNO			Data esecuzione	21/03/16
Località	SAN GIORGIO DI NOGARO (UD)				
Campione	Sondaggio C2 - Campione C2/2 da 4,00 a 4,50m			Prelevato da	SRV SRL


Sigle di prova : W-umidità; GAPP-densità apparente;GS-peso spec. granuli;LA-limiti Atterberg; GSA-granulometria; AREO-areometria; ELL-
 espansione lat. Libera; EDO-edometria; TRIAXUU-triassiale U.U.; TRIAXCU-triassiale C.U.; TRIAXCD-triassiale C.D.;Ko-consolidazione
 anisotropa; TGCD-taglio diretto; K-prova di permeabilità.

Descrizione del campione e programma prove

Diametro : 8,4 cm

Lunghezza campione : 38 cm

Contenitore : *Fustella inox*

	Fotografia campione	Descrizione stratigrafica	P.Penetrom kPa	P.vane kPa	Sigla prova	
0 cm		Limo argilloso di colore da grigio oliva (5Y 5/2) a grigio giallastro scuro (5GY 5/2). Presenza di rari punti torbosi e rare lenti sabbiose millimetriche. Campione inodore, da moderatamente consistente a consistente e con forte reazione all'acido cloridrico.	60		W GAPP GS EDO	
10 cm			120			
20 cm			120			
30 cm						
40 cm						
50 cm						
60 cm						
70 cm						

Data di emissione 05/04/2016

Il Tecnico: Dr. Andrea Tentor

Direttore del Laboratorio: **Geol. Roberto Fioriti**

Azienda Certificata ISO 9001:2008 N. 30861

Mod. PS 75-02/DEVI Rev.1

pag. 1/1

ALIG

**ASSOCIAZIONE LABORATORI DI
INGEGNERIA E GEOTECNICA**



Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi

Laboratorio autorizzato ai sensi dell'Art. 59 del DPR n. 380 del 06/06/2001 ad eseguire e certificare prove su terre e rocce

RISULTATO DELLA PROVA

CERTIFICATO DI PROVA N.	61614	Cod. lavoro	7329/16	N. di accettazione	10600/3
Committente	CONSORZIO BONIFICA BASSA FRIULANA			Data di accettazione	14/03/16
Cantiere	SISTEMAZIONE IDRAULICA AUSSA-CORNO			Data di esecuzione	21/03/16
Località	SAN GIORGIO DI NOGARO (UD)				
Campione	Sondaggio C2 - Campione C2/2 da 4,00 a 4,50m			Prelevato da	SRV SRL

L'attrezzatura di prova è riportata sul documento del Sistema di Qualità PS63-01/LMAS

Determinazione dei parametri indice**Determinazione del contenuto d'acqua - Norma ASTM D 2216 /98**

w_m	Contenuto d'acqua percentuale medio	26,6	(%)
----------------------	-------------------------------------	------	-----

Misura del peso dell'unità di volume - Norma BS 1377 T15/e

γ_m	Peso di volume apparente medio	19,75	(kN/m ³)
----------------------	--------------------------------	-------	----------------------

Misura del peso specifico dei grani - Norma ASTM D 854 - 00

G_s medio	Peso specifico dei grani medio	2,77	(-)
----------------------------	--------------------------------	------	-----

Parametri correlati

e₀	Indice dei vuoti	0,740	(-)
n	Porosità	42,5	(%)
Sr	Grado di saturazione	99,4	(%)
γ_d	Peso di volume secco	15,60	(kN/m ³)

Limiti di Atterberg - Norma ASTM D 4318-84 [X] CNR UNI 10014 []

LL	Limite di liquidità	-	(%)
LP	Limite di plasticità	-	(%)
IP	Indice di pasticità	-	(%)
IC	Indice di consistenza	-	(-)
IL	Indice di liquidità	-	(-)

LR	Limite di ritiro	-	(%)
R	Coefficiente di ritiro	-	(-)

Data di emissione	05/04/16	Il Tecnico: Dr. A. Tentor	Il Direttore del Laboratorio: Geol. Roberto Fioriti
--------------------------	-----------------	---------------------------	--



Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi

Laboratorio autorizzato ai sensi dell'Art. 59 del DPR n. 380 del 06/06/2001 ad eseguire e certificare prove su terre e rocce

RISULTATO DELLA PROVA

CERTIFICATO DI PROVA N.	61615	Cod. lavoro	7329/16	N. di accettazione	10600/3
Committente	CONSORZIO BONIFICA BASSA FRIULANA	Data di accettazione	14/03/16		
Cantiere	SISTEMAZIONE IDRAULICA AUSSA-CORNO	Data di esecuzione	04/04/16		
Località	SAN GIORGIO DI NOGARO (UD)				
Campione	Sondaggio C2 - Campione C2/2 da 4,00 a 4,50m	Prelevato da	SRV SRL		

L'attrezzatura di prova è riportata sul documento del Sistema di Qualità PS63-01/LMAS

Prova edometrica a incremento di carico controllato (IL) secondo Raccomandazioni AGI 1994

Edometro n.	1	Altezza iniziale provino in mm	20,00	(H ₀)
Cella edometrica n.	19	Diametro del provino in mm	50,46	(D)

Parametri iniziali del provino

Parametri iniziali del provino			Contenuto in acqua W	26,6	%
Peso di vol.app. secco γ_{dry}	15,60	kN/m ³	Peso di vol.app. γ	19,75	kN/m ³
Peso specif. granuli	2,77	-	Indice dei vuoti e_0	0,740	-

Tensione verticale di consolidazione σ_v (kPa)	Deformazione verticale del provino ε_v %	Tempo t (min)	Intervallo di carico (kPa)											
			0-12,5	12,5-25	25-50	50-100	100-200	200-400	400-800	800-1600	1600-3200			
		0	20,000	19,926	19,859	19,730	19,511	19,126	18,632	18,032	17,322			
		0,1	19,993	19,919	19,848	19,714	19,475	19,094	18,584	17,970	17,263			
		0,25	19,985	19,911	19,837	19,698	19,439	19,061	18,535	17,907	17,203			
		0,5	19,982	19,908	19,833	19,690	19,426	19,033	18,519	17,875	17,156			
		1	19,979	19,905	19,829	19,679	19,407	19,006	18,477	17,824	17,089			
		2	19,972	19,902	19,822	19,667	19,375	18,959	18,429	17,763	17,005			
		4	19,964	19,897	19,813	19,645	19,344	18,905	18,356	17,667	16,909			
		8	19,955	19,891	19,802	19,619	19,297	18,845	18,275	17,580	16,812			
		15	19,948	19,884	19,791	19,591	19,255	18,787	18,209	17,505	16,745			
		30	19,940	19,876	19,778	19,560	19,211	18,744	18,148	17,465	16,706			
		60	19,935	19,870	19,767	19,541	19,180	18,704	18,119	17,430	16,669			
		120	19,931	19,865	19,758	19,529	19,164	18,689	18,094	17,403	16,645			
		240	19,929	19,862	19,749	19,519	19,154	18,676	18,077	17,384	16,624			
		480	19,928	19,860	19,740	19,515	19,143	18,658	18,058	17,361	16,599			
		960	19,927	19,858	19,733	19,513	19,134	18,642	18,041	17,335	16,574			
		1440	19,926	19,857	19,730	19,511	19,126	18,632	18,032	17,322	16,565			
			3,4	3,6	3,9	4,6	5,2	8,1	13,3	22,5	42,3			
			Modulo di deformazione edometrica M_{ed} (MPa)											

Data di emissione **05/04/16**

Il Tecnico: Dr. Andrea Tentor

Il Direttore del Laboratorio: **Geol. Roberto Fioriti**

Azienda Certificata ISO 9001:2008 N. 30861

PS 75-01/1025 Rev.2

pag. 1/2

ALIGASSOCIAZIONE LABORATORI DI
INGEGNERIA E GEOTECNICA

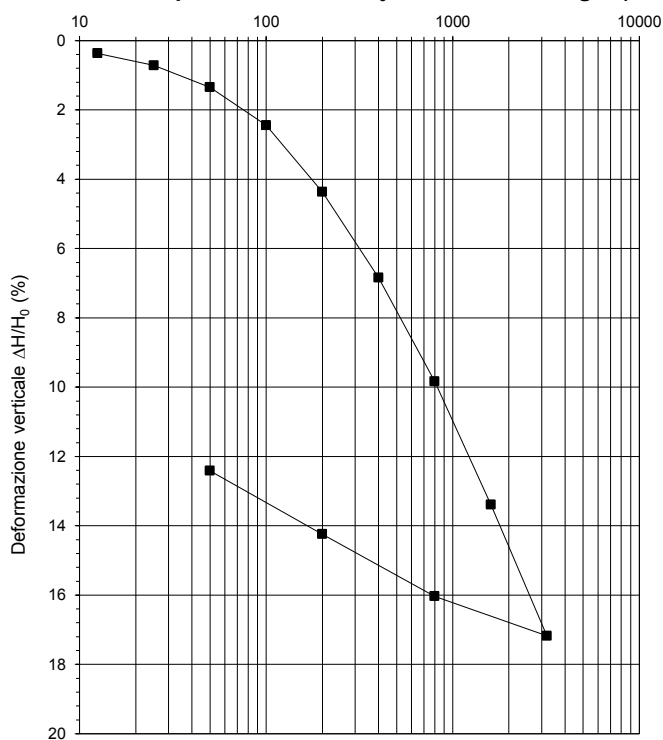
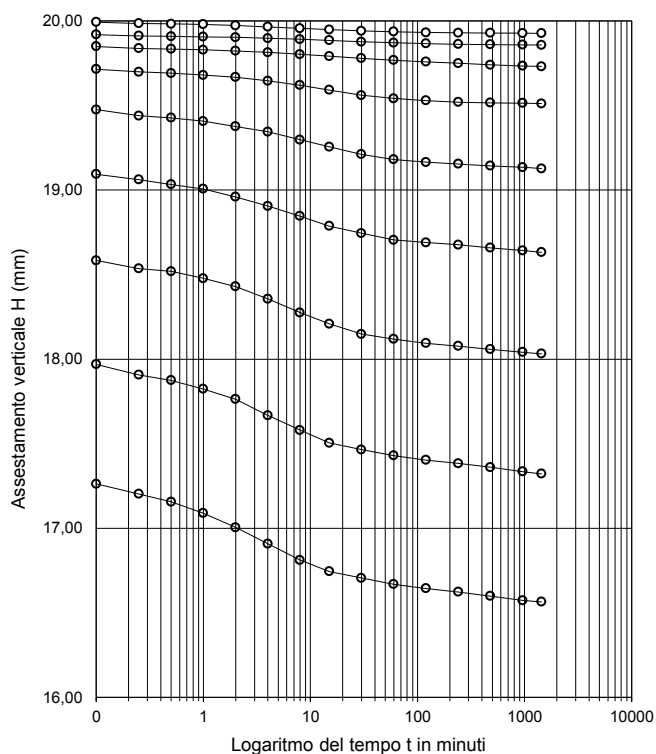
Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi

Laboratorio autorizzato ai sensi dell'Art. 59 del DPR n. 380 del 06/06/2001 ad eseguire e certificare prove su terre e rocce

RISULTATO DELLA PROVA

CERTIFICATO DI PROVA N.	61615	Cod. lavoro	7329/16	N. di accettazione	10600/3
Committente	CONSORZIO BONIFICA BASSA FRIULANA	Data di accettazione	14/03/16		
Cantiere	SISTEMAZIONE IDRAULICA AUSSA-CORNO	Data di esecuzione	04/04/16		
Località	SAN GIORGIO DI NOGARO (UD)				
Campione	Sondaggio C2 - Campione C2/2 da 4,00 a 4,50m	Prelevato da	SRV SRL		

L'attrezzatura di prova è riportata sul documento del Sistema di Qualità PS63-01/LMAS

Prova edometrica a incremento di carico controllato (IL) secondo Raccomandazioni AGI 1994**Curva di compressibilità $\Delta H/\Delta H_0$ in funzione di $\log \sigma'_v$** Tensione verticale di consolidazione $\log \sigma'_v$ in kPa**Diagramma degli assestamenti H in funzione di $\log t$** 

Intervallo di carico (kPa)	Coeff. consolid.* C_v (cm^2/min)	Coeff. compress. m_v (MPa^{-1})	Coeff. permeabilità K (m/sec)
0 - 12,5 kPa	0,0453	0,296	2,19E-10
12,5 - 25 kPa	0,0210	0,276	9,45E-11
25 - 50 kPa	0,0192	0,254	7,95E-11
50 - 100 kPa	0,0238	0,219	8,53E-11
100 - 200 kPa	0,0344	0,193	1,08E-10
200 - 400 kPa	0,0532	0,124	1,07E-10
400 - 800 kPa	0,0446	0,075	5,47E-11
800 - 1600 kPa	0,0646	0,044	4,68E-11
1600 - 3200 kPa	0,0632	0,024	2,44E-11

* determinato secondo il metodo di Casagrande

Data di emissione	05/04/16	Il Tecnico: Dr. Andrea Tentor	Il Direttore del Laboratorio: Geol. Roberto Fioriti
--------------------------	-----------------	-------------------------------	--




Laboratorio autorizzato ai sensi dell'Art. 59 del DPR n. 380 del 06/06/2001 ad eseguire e certificare prove su terre e rocce

CERTIFICATO N.	61616	Cod. lavoro	7329/16	Numero ingresso	10600/4
Committente	CONSORZIO BONIFICA BASSA FRIULANA			Data ingresso	14/03/16
Cantiere	SISTEMAZIONE IDRAULICA AUSSA-CORNO			Data esecuzione	21/03/16
Località	SAN GIORGIO DI NOGARO (UD)				
Campione	Sondaggio C3 - Campione C1 da 2,30 a 2,90m			Prelevato da	SRV SRL

Descrizione del campione e programma prove

Diametro : 8,4 cm Lunghezza campione : 30 cm Contenitore : *Fustella inox*

	Fotografia campione	Descrizione stratigrafica	P.Penetrom kPa	P.vane kPa	Sigla prova
10 cm		Limo argilloso di colore grigio oliva chiaro (5Y 5/2). Presenza di rare lenti sabbiose millimetriche. Campione inodore, duro e con forte reazione all'acido cloridrico.	340		W GAPP
20 cm			380		
30 cm					
40 cm					
50 cm					
60 cm					
70 cm					

Data di emissione 05/04/2016

Il Tecnico: Dr. Andrea Tentor

Direttore del Laboratorio: **Geol. Roberto Fioriti**

Azienda Certificata ISO 9001:2008 N. 30861

Mod. PS 75-02/DEVI Rev.1

pag. 1/1

ALIG

**ASSOCIAZIONE LABORATORI DI
INGEGNERIA E GEOTECNICA**



Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi

Laboratorio autorizzato ai sensi dell'Art. 59 del DPR n. 380 del 06/06/2001 ad eseguire e certificare prove su terre e rocce

RISULTATO DELLA PROVA

CERTIFICATO DI PROVA N.	61617	Cod. lavoro	7329/16	N. di accettazione	10600/4
Committente	CONSORZIO BONIFICA BASSA FRIULANA			Data di accettazione	14/03/16
Cantiere	SISTEMAZIONE IDRAULICA AUSSA-CORNO			Data di esecuzione	21/03/16
Località	SAN GIORGIO DI NOGARO (UD)				
Campione	Sondaggio C3 - Campione C1 da 2,30 a 2,90m			Prelevato da	SRV SRL

L'attrezzatura di prova è riportata sul documento del Sistema di Qualità PS63-01/LMAS

Determinazione dei parametri indice**Determinazione del contenuto d'acqua - Norma ASTM D 2216 /98**

w_m	Contenuto d'acqua percentuale medio	23,5	(%)
----------------------	-------------------------------------	------	-----

Misura del peso dell'unità di volume - Norma BS 1377 T15/e

γ_m	Peso di volume apparente medio	19,75	(kN/m ³)
----------------------	--------------------------------	-------	----------------------

Misura del peso specifico dei grani - Norma ASTM D 854 - 00

G_s medio	Peso specifico dei grani medio	2,77	(-)
----------------------------	--------------------------------	------	-----

Parametri correlati

e₀	Indice dei vuoti	0,699	(-)
n	Porosità	41,1	(%)
Sr	Grado di saturazione	93,3	(%)
γ_d	Peso di volume secco	15,98	(kN/m ³)

Limiti di Atterberg - Norma ASTM D 4318-84 [X] CNR UNI 10014 []

LL	Limite di liquidità	-	(%)
LP	Limite di plasticità	-	(%)
IP	Indice di pasticità	-	(%)
IC	Indice di consistenza	-	(-)
IL	Indice di liquidità	-	(-)

LR	Limite di ritiro	-	(%)
R	Coefficiente di ritiro	-	(-)

Data di emissione **05/04/16**

Il Tecnico: Dr. A. Tentor

Il Direttore del Laboratorio: **Geol. Roberto Fioriti**

Azienda Certificata ISO 9001:2008 N. 30861

PS75-01/1006a Rev.1

pag. 1/1

ALIQASSOCIAZIONE LABORATORI DI
INGEGNERIA E GEOTECNICA

Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi

Laboratorio autorizzato ai sensi dell'Art. 59 del DPR n. 380 del 06/06/2001 ad eseguire e certificare prove su terre e rocce

RISULTATO DELLA PROVA

CERTIFICATO DI PROVA N.	61618	Cod. lavoro	7329/16	N. di accettazione	10600/4
Committente	CONSORZIO BONIFICA BASSA FRIULANA			Data di accettazione	14/03/16
Cantiere	SISTEMAZIONE IDRAULICA AUSSA-CORNO			Data di esecuzione	31/03/16
Località	SAN GIORGIO DI NOGARO (UD)				
Campione	Sondaggio C3 - Campione C1 da 2,30 a 2,90m			Prelevato da	SRV SRL

L'attrezzatura di prova è riportata sul documento del Sistema di Qualità PS63-01/LMAS

Prova di taglio diretto secondo indicazioni AGI 1994

Provino 1						Provino 2						Provino 3					
Cella n. 328						Cella n. 328						Cella n. 328					
Tipo di cella quadrata						Tipo di cella quadrata						Tipo di cella quadrata					
Area cella (mm ²) 3600						Area cella (mm ²) 3600						Area cella (mm ²) 3600					
Carico assiale (N) 353,1						Carico assiale (N) 706,1						Carico assiale (N) 1059					
Consolidazione		Fase di picco			Residuo	Consolidazione		Fase di picco			Residuo	Consolidazione		Fase di picco			Residuo
Tempo (min)	Cedimento (mm)	Spostamento orizzontale (mm)	Variazione altezza (mm)	Forza di taglio (N)	Forza di taglio (N)	Tempo (min)	Cedimento (mm)	Spostamento orizzontale (mm)	Variazione altezza (mm)	Forza di taglio (N)	Forza di taglio (N)	Tempo (min)	Cedimento (mm)	Spostamento orizzontale (mm)	Variazione altezza (mm)	Forza di taglio (N)	Forza di taglio (N)
		0,00	0,000	0				0,00	0,000	0				0,00	0,000	0	
		0,67	0,100	110				0,50	0,197	290			0,3	-0,721	0,50	0,063	216
		1,13	0,133	162				0,92	0,203	379			0,5	-0,776	0,92	0,085	368
		1,62	0,150	200				1,37	0,207	423			1,0	-0,797	1,37	0,103	453
		2,11	0,163	225				1,83	0,209	450			2,0	-0,832	1,83	0,156	513
		2,58	0,165	244				2,32	0,210	459			4,0	-0,899	2,32	0,188	551
		3,06	0,175	257				2,79	0,211	452			8,0	-0,929	2,79	0,216	585
		3,55	0,175	264				3,26	0,211	431			15	-0,959	3,26	0,258	614
		4,05	0,175	253				3,74	0,211	417			30	-0,976	3,74	0,271	632
		4,56	0,175	242				4,25	0,211	408			60	-0,981	4,25	0,296	632
		5,07	0,184	238				4,75	0,211	398			120	-0,994	4,75	0,295	623
		5,57	0,187	236				5,25	0,212	383			240	-1,007	5,25	0,311	610
		6,07	0,187	235				5,76	0,213	377			480	-1,019	5,76	0,307	602
		6,58	0,188	233				6,26	0,213	374			960	-1,027	6,26	0,308	590
		7,07	0,188	232				6,74	0,213	368			1440	-1,027	6,74	0,310	583
		7,57	0,188	230				7,25	0,213	360					7,25	0,314	574
		8,07	0,188	229				7,74	0,213	353					7,74	0,355	573
		8,56	0,188	229				8,24	0,213	351					8,24	0,356	565
		9,06	0,189	227				8,74	0,213	347					8,74	0,360	562
		9,55	0,189	228				9,24	0,213	341					9,24	0,358	558
		10,04	0,189	229				9,73	0,213	334					9,73	0,357	555
		10,56	0,189	228				10,24	0,213	330					10,24	0,357	547
		11,05	0,189	228				10,73	0,213	326					10,73	0,350	541
		11,55	0,188	227				11,24	0,213	324							
t ₁₀₀ = min t _f = min d _f = mm v = 0,0358 mm/min						t ₁₀₀ = min t _f = min d _f = mm v = 0,0358 mm/min						t ₁₀₀ = 17,58 min t _f = 223,3 min d _f = 6 mm v = 0,0358 mm/min					

Prova eseguita su provini : *indisturbati non pretagliati*Data di emissione **05/04/16**

Il Tecnico: Dr. A. Tentor

Il Direttore del Laboratorio: **Geol. Roberto Fioriti**

Azienda Certificata ISO 9001:2008 N. 30861

pag. 1/2

PS 75-01/1040 Rev.2

ALIGASSOCIAZIONE LABORATORI DI
INGEGNERIA E GEOTECNICA

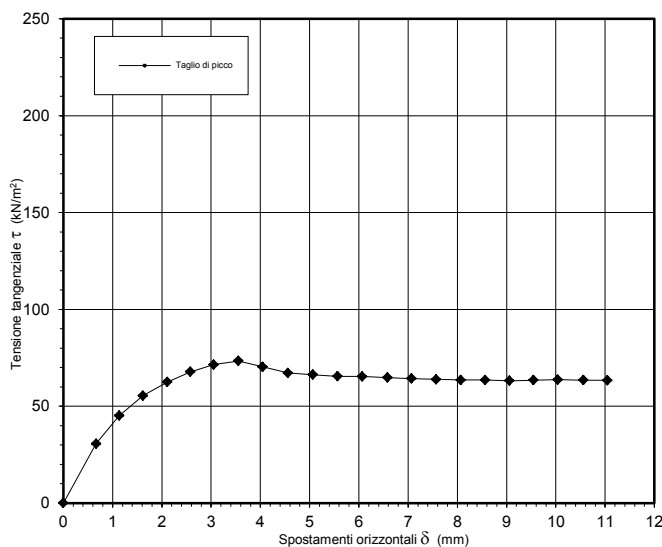
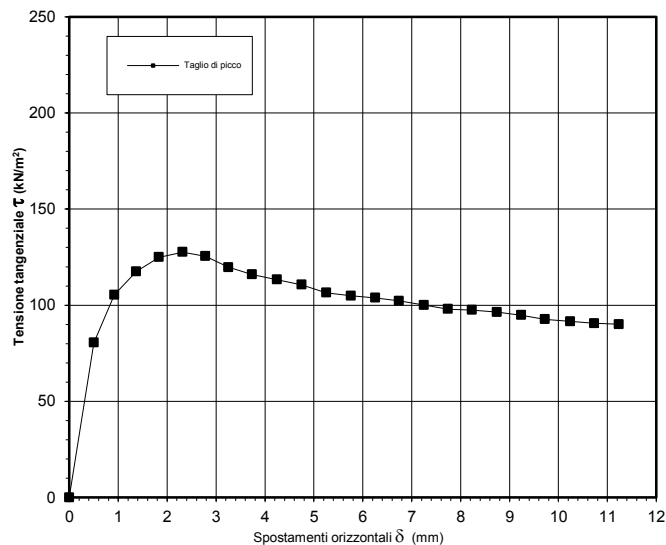
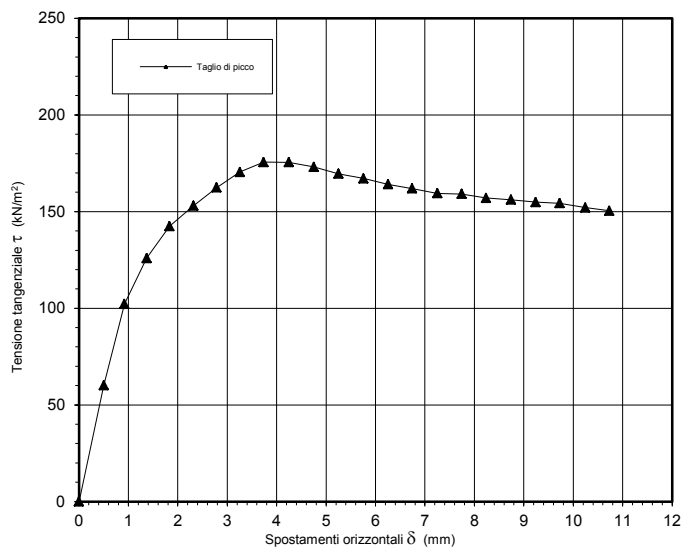
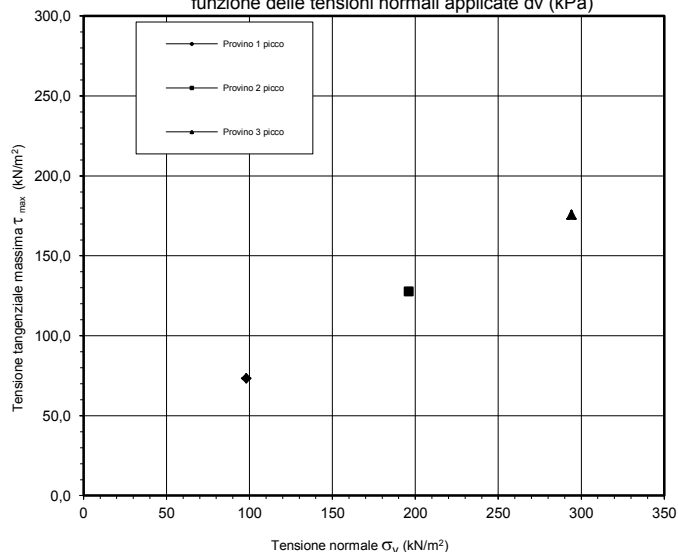
Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi

Laboratorio autorizzato ai sensi dell'Art. 59 del DPR n. 380 del 06/06/2001 ad eseguire e certificare prove su terre e rocce

RISULTATO DELLA PROVA

CERTIFICATO DI PROVA N.	61618	Cod. lavoro	7329/16	N. di accettazione	10600/4
Committente	CONSORZIO BONIFICA BASSA FRIULANA			Data di accettazione	14/03/16
Cantiere	SISTEMAZIONE IDRAULICA AUSSA-CORNO			Data di esecuzione	31/03/16
Località	SAN GIORGIO DI NOGARO (UD)				
Campione	Sondaggio C3 - Campione C1 da 2,30 a 2,90m			Prelevato da	SRV SRL

L'attrezzatura di prova è riportata sul documento del Sistema di Qualità PS63-01/LMAS

Prova di taglio diretto secondo indicazioni AGI 1994Provino 1 - σ_v (kN/m²) = 98,1Provino 2 - σ_v (kN/m²) = 196,1Provino 3 - σ_v (kN/m²) = 294,2Grafico tensione tangenziale massima τ_{max} (kPa) in funzione delle tensioni normali applicate σ_v (kPa)Data di emissione **05/04/16**

Il Tecnico: Dr. A. Tentor

Il Direttore del Laboratorio: **Geol. Roberto Fioriti**

Azienda Certificata ISO 9001:2008 N. 30861

PS 75-01/1040 Rev.2

pag.2/2

ALIGASSOCIAZIONE LABORATORI DI
INGEGNERIA E GEOTECNICA

Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi

Laboratorio autorizzato ai sensi dell'Art. 59 del DPR n. 380 del 06/06/2001 ad eseguire e certificare prove su terre e rocce

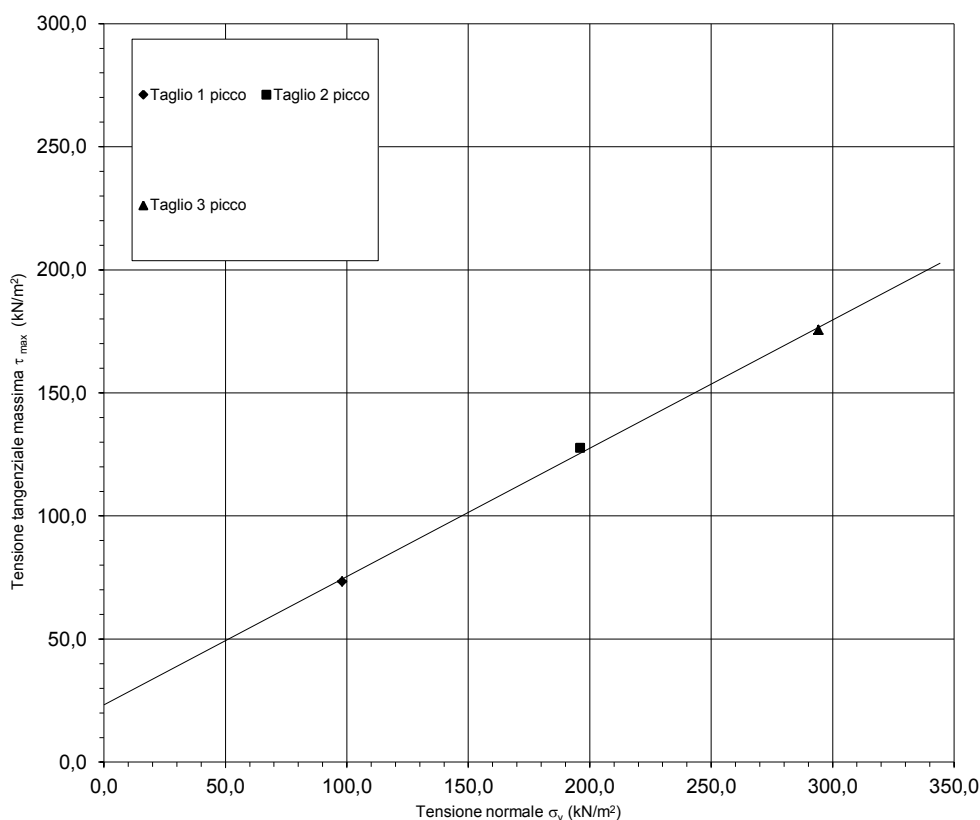
RISULTATO DELLA PROVA

	Cod. lavoro	7329/16	N. di accettazione	10600/4
Committente	CONSORZIO BONIFICA BASSA FRIULANA		Data di accettazione	14/03/16
Cantiere	SISTEMAZIONE IDRAULICA AUSSA-CORNO		Data di esecuzione	31/03/16
Località	SAN GIORGIO DI NOGARO (UD)			
Campione	Sondaggio C3 - Campione C1 da 2,30 a 2,90m		Prelevato da	SRV SRL

L'attrezzatura di prova è riportata sul documento del Sistema di Qualità PS63-01/LMAS

Prova di taglio diretto secondo indicazioni AGI 1994

Su richiesta del Cliente viene fornita la seguente interpretazione grafica della prova di taglio:

Grafico tensione tangenziale massima τ_{max} (kPa) in funzione delle tensioni normali applicate σ_v (kPa)

Valori definiti dalla regressione lineare

	Taglio diretto	Taglio residuo
Angolo di resistenza al taglio (gradi)	27,5	
Coesione intercetta(kN/m2)	23	

Data di emissione 05/04/16

Il Tecnico: Dr. A. Tentor

Il Direttore del Laboratorio: Geol. Roberto Fioriti

Azienda Certificata ISO 9001:2008 N. 30861

PS 75-01/1040 Rev.2

pag.1/1

ALIGASSOCIAZIONE LABORATORI DI
INGEGNERIA E GEOTECNICA

Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi

Laboratorio autorizzato ai sensi dell'Art. 59 del DPR n. 380 del 06/06/2001 ad eseguire e certificare prove su terre e rocce

RISULTATO DELLA PROVA

CERTIFICATO N.	61619	Cod. lavoro	7329/16	Numero ingresso	10600/5
Committente	CONSORZIO BONIFICA BASSA FRIULANA			Data ingresso	14/03/16
Cantiere	SISTEMAZIONE IDRAULICA AUSSA-CORNO			Data esecuzione	21/03/16
Località	SAN GIORGIO DI NOGARO (UD)				
Campione	Sondaggio C3 - Campione C2 da 4,00 a 4,60m			Prelevato da	SRV SRL


Sigle di prova : W-umidità; GAPP-densità apparente; GS-peso spec. granuli; LA-limiti Atterberg; GSA-granulometria; AREO-areometria; ELL-espansione lat. Libera; EDO-edometria; TRIAXUU-triassiale U.U.; TRIAXCU-triassiale C.U.; TRIAXCD-triassiale C.D.; Ko-consolidazione anisotropa; TGCD-taglio diretto; K-prova di permeabilità.

Descrizione del campione e programma prove

Diametro : 8,4 cm

Lunghezza campione : 55 cm

Contenitore : Fustella inox

Fotografia campione	Descrizione stratigrafica	P.Penetrom kPa	P.vane kPa	Sigla prova
	Limo argilloso di colore grigio oliva chiaro (5Y 5/2). Campione inodore, consistente e con forte reazione all'acido cloridrico.	140	50	W GAPP GS EDO
		100		
	Limo argillo-sabbioso colore grigio oliva chiaro (5Y 5/2). Presenza di lenti prettamente sabbiose millimetriche. Campione duro, inodore e con forte reazione all'acido cloridrico.	>400		
	Limo argilloso di colore grigio oliva chiaro (5Y 5/2). Campione inodore, duro e con forte reazione all'acido cloridrico.	250	100	
		240	80	

Data di emissione 05/04/2016

Il Tecnico: Dr. Andrea Tentor

Direttore del Laboratorio: Geol. Roberto Fioriti



Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi

Laboratorio autorizzato ai sensi dell'Art. 59 del DPR n. 380 del 06/06/2001 ad eseguire e certificare prove su terre e rocce

RISULTATO DELLA PROVA

CERTIFICATO DI PROVA N.	61620	Cod. lavoro	7329/16	N. di accettazione	10600/5
Committente	CONSORZIO BONIFICA BASSA FRIULANA			Data di accettazione	14/03/16
Cantiere	SISTEMAZIONE IDRAULICA AUSSA-CORNO			Data di esecuzione	21/03/16
Località	SAN GIORGIO DI NOGARO (UD)				
Campione	Sondaggio C3 - Campione C2 da 4,00 a 4,60m			Prelevato da	SRV SRL

L'attrezzatura di prova è riportata sul documento del Sistema di Qualità PS63-01/LMAS

Determinazione dei parametri indice**Determinazione del contenuto d'acqua - Norma ASTM D 2216 /98**

w_m	Contenuto d'acqua percentuale medio	27,1	(%)
----------------------	-------------------------------------	------	-----

Misura del peso dell'unità di volume - Norma BS 1377 T15/e

γ_m	Peso di volume apparente medio	19,61	(kN/m ³)
----------------------	--------------------------------	-------	----------------------

Misura del peso specifico dei grani - Norma ASTM D 854 - 00

G_s medio	Peso specifico dei grani medio	2,76	(-)
----------------------------	--------------------------------	------	-----

Parametri correlati

e₀	Indice dei vuoti	0,754	(-)
n	Porosità	43,0	(%)
Sr	Grado di saturazione	99,2	(%)
γ_d	Peso di volume secco	15,43	(kN/m ³)

Limiti di Atterberg - Norma ASTM D 4318-84 [X] CNR UNI 10014 []

LL	Limite di liquidità	-	(%)
LP	Limite di plasticità	-	(%)
IP	Indice di pasticità	-	(%)
IC	Indice di consistenza	-	(-)
IL	Indice di liquidità	-	(-)

LR	Limite di ritiro	-	(%)
R	Coefficiente di ritiro	-	(-)

Data di emissione **05/04/16**

Il Tecnico: Dr. A. Tentor

Il Direttore del Laboratorio: **Geol. Roberto Fioriti**

Azienda Certificata ISO 9001:2008 N. 30861

PS75-01/1006a Rev.1

pag. 1/1

ALIQ ASSOCIAZIONE LABORATORI DI
INGEGNERIA E GEOTECNICA

Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi

Laboratorio autorizzato ai sensi dell'Art. 59 del DPR n. 380 del 06/06/2001 ad eseguire e certificare prove su terre e rocce

RISULTATO DELLA PROVA

CERTIFICATO DI PROVA N.	61621	Cod. lavoro	7329/16	N. di accettazione	10600/5
Committente	CONSORZIO BONIFICA BASSA FRIULANA	Data di accettazione	14/03/16		
Cantiere	SISTEMAZIONE IDRAULICA AUSSA-CORNO	Data di esecuzione	04/04/16		
Località	SAN GIORGIO DI NOGARO (UD)				
Campione	Sondaggio C3 - Campione C2 da 4,00 a 4,60m	Prelevato da	SRV SRL		

L'attrezzatura di prova è riportata sul documento del Sistema di Qualità PS63-01/LMAS

Prova edometrica a incremento di carico controllato (IL) secondo Raccomandazioni AGI 1994

Edometro n.	2	Altezza iniziale provino in mm	20,00	(H ₀)
Cella edometrica n.	18	Diametro del provino in mm	50,46	(D)

Parametri iniziali del provino

Parametri iniziali del provino			Contenuto in acqua W	<u>27,1</u>	%
Peso di vol.app. secco γ_{dry}	<u>15,43</u>	kN/m ³	Peso di vol.app. γ	<u>19,61</u>	kN/m ³
Peso specif. granuli	<u>2,76</u>	-	Indice dei vuoti e_0	<u>0,754</u>	-

Tensione verticale di consolidazione σ_v (kPa)	Deformazione verticale del provino ε_v %	Tempo t (min)	Intervallo di carico (kPa)											
			0-12,5	12,5-25	25-50	50-100	100-200	200-400	400-800	800-1600	1600-3200			
		0	20,000	19,915	19,820	19,603	19,295	18,913	18,442	17,923	17,358			
		0,1	20,000	19,911	19,813	19,591	19,275	18,883	18,404	17,871	17,296			
		0,25	19,999	19,906	19,806	19,579	19,255	18,853	18,366	17,819	17,233			
12,5	0,43	0,5	19,997	19,903	19,801	19,568	19,236	18,833	18,335	17,790	17,191			
25	0,90	1	19,994	19,900	19,793	19,553	19,212	18,806	18,300	17,748	17,136			
50	1,98	2	19,989	19,896	19,782	19,533	19,183	18,760	18,248	17,692	17,059			
100	3,52	4	19,980	19,888	19,764	19,504	19,143	18,704	18,186	17,610	16,986			
200	5,44	8	19,971	19,878	19,740	19,464	19,094	18,638	18,107	17,531	16,924			
400	7,79	15	19,962	19,868	19,711	19,426	19,040	18,581	18,054	17,486	16,879			
800	10,39	30	19,952	19,857	19,675	19,375	18,995	18,539	18,019	17,456	16,851			
1600	13,21	60	19,941	19,846	19,647	19,342	18,968	18,510	17,994	17,436	16,829			
3200	16,26	120	19,931	19,836	19,631	19,327	18,946	18,488	17,976	17,419	16,808			
800	15,12	240	19,923	19,828	19,618	19,312	18,933	18,472	17,960	17,401	16,788			
200	13,65	480	19,919	19,824	19,610	19,300	18,920	18,459	17,942	17,383	16,769			
50	11,77	960	19,917	19,822	19,605	19,296	18,915	18,447	17,929	17,367	16,753			
		1440	19,915	19,820	19,603	19,295	18,913	18,442	17,923	17,358	16,748			
			2,9	2,6	2,3	3,2	5,2	8,5	15,4	28,3	52,5			
			Modulo di deformazione edometrica M_{ed} (MPa)											

Data di emissione **05/04/16**

Il Tecnico: Dr. Andrea Tentor

Il Direttore del Laboratorio: **Geol. Roberto Fioriti**

Azienda Certificata ISO 9001:2008 N. 30861

pag. 1/2

PS 75-01/1025 Rev.2

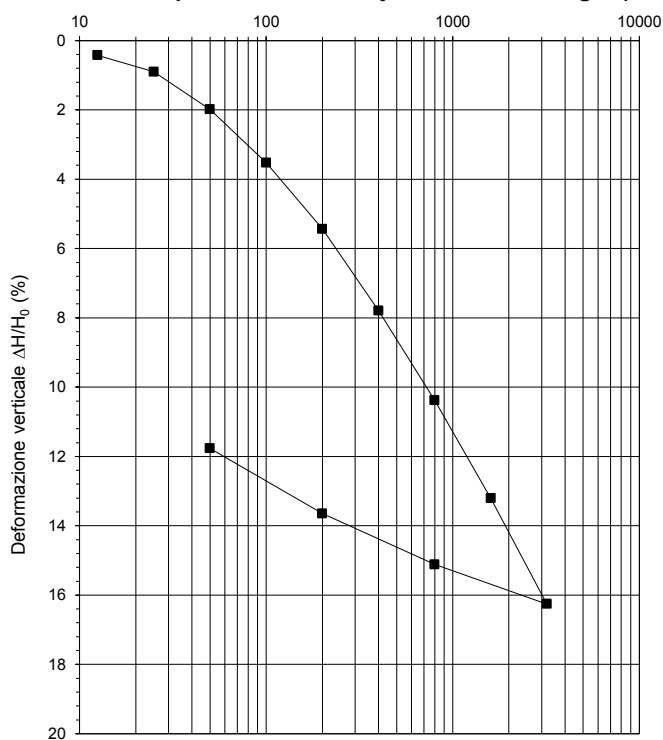
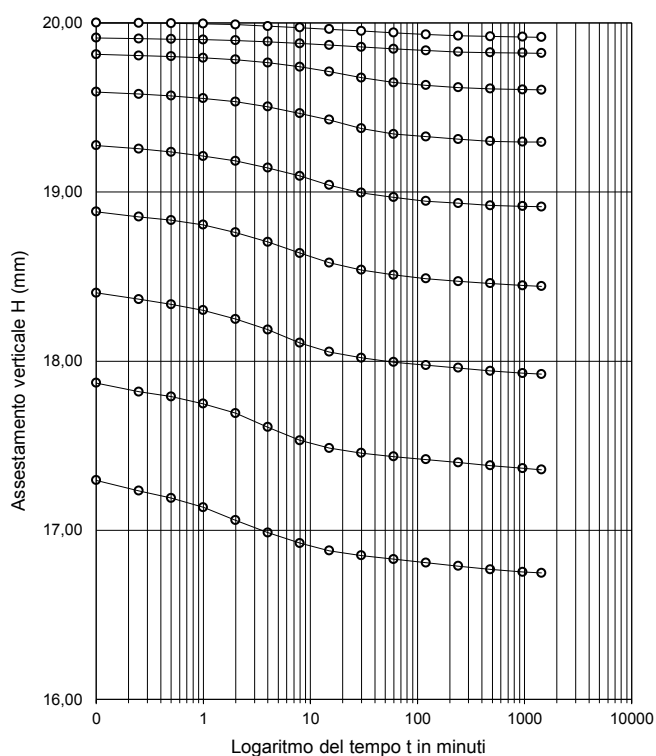
ALIGASSOCIAZIONE LABORATORI DI
INGEGNERIA E GEOTECNICA

Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi

Laboratorio autorizzato ai sensi dell'Art. 59 del DPR n. 380 del 06/06/2001 ad eseguire e certificare prove su terre e rocce

RISULTATO DELLA PROVA**CERTIFICATO DI PROVA N. 61621**Cod. lavoro 7329/16N. di accettazione 10600/5Committente CONSORZIO BONIFICA BASSA FRIULANAData di accettazione 14/03/16Cantiere SISTEMAZIONE IDRAULICA AUSSA-CORNOData di esecuzione 04/04/16Località SAN GIORGIO DI NOGARO (UD)Campione Sondaggio C3 - Campione C2 da 4,00 a 4,60mPrelevato da SRV SRL

L'attrezzatura di prova è riportata sul documento del Sistema di Qualità PS63-01/LMAS

Prova edometrica a incremento di carico controllato (IL) secondo Raccomandazioni AGI 1994**Curva di compressibilità $\Delta H/\Delta H_0$ in funzione di $\log \sigma'_v$** Tensione verticale di consolidazione $\log \sigma'_v$ in kPa**Diagramma degli assestamenti H in funzione di $\log t$** 

Intervallo di carico (kPa)	Coeff. consolid.* C_v (cm^2/min)	Coeff. compress. m_v (MPa^{-1})	Coeff. permeabilità K (m/sec)
0 - 12,5 kPa	0,0161	0,340	8,92E-11
12,5 - 25 kPa	0,0144	0,380	8,93E-11
25 - 50 kPa	0,0160	0,434	1,14E-10
50 - 100 kPa	0,0207	0,308	1,04E-10
100 - 200 kPa	0,0276	0,191	8,61E-11
200 - 400 kPa	0,0458	0,118	8,80E-11
400 - 800 kPa	0,0548	0,065	5,81E-11
800 - 1600 kPa	0,0688	0,035	3,97E-11
1600 - 3200 kPa	0,0696	0,019	2,17E-11

* determinato secondo il metodo di Casagrande

Data di emissione **05/04/16**

Il Tecnico: Dr. Andrea Tentor

Il Direttore del Laboratorio: **Geol. Roberto Fioriti**

Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi

Laboratorio autorizzato ai sensi dell'Art. 59 del DPR n. 380 del 06/06/2001 ad eseguire e certificare prove su terre e rocce

RISULTATO DELLA PROVA

CERTIFICATO N.	61622	Cod. lavoro	7329/16	Numero ingresso	10600/6
Committente	CONSORZIO BONIFICA BASSA FRIULANA			Data ingresso	14/03/16
Cantiere	SISTEMAZIONE IDRAULICA AUSSA-CORNO			Data esecuzione	21/03/16
Località	SAN GIORGIO DI NOGARO (UD)				
Campione	Sondaggio C4 - Campione C1 da 2,50 a 4,00m			Prelevato da	SRV SRL


Sigle di prova : W-umidità; GAPP-densità apparente; GS-peso spec. granuli; LA-limiti Atterberg; GSA-granulometria; AREO-areometria; ELL-espansione lat. Libera; EDO-edometria; TRIAXUU-triassiale U.U.; TRIAXCU-triassiale C.U.; TRIAXCD-triassiale C.D.; Ko-consolidazione anisotropa; TGCD-taglio diretto; K-prova di permeabilità.

Descrizione del campione e programma prove

Diametro : 8,4 cm

Lunghezza campione : 54 cm

Contenitore : Fustella inox

Fotografia campione	Descrizione stratigrafica	P.Penetrom kPa	P.vane kPa	Sigla prova
 <p>10600-6 SCARPA</p>	<p>Limo argilloso subordinatamente sabbioso di colore grigio oliva chiaro (5Y 5/2). Presenza di screziature ocracee. Campione inodore, da consistente a molto consistente e con forte reazione all'acido cloridrico.</p>	170	30	EDO W GAPP
		370	60	
		210	50	
		200		

Data di emissione 05/04/2016

Il Tecnico: Dr. Andrea Tentor

Direttore del Laboratorio: Geol. Roberto Fioriti



Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi

Laboratorio autorizzato ai sensi dell'Art. 59 del DPR n. 380 del 06/06/2001 ad eseguire e certificare prove su terre e rocce

RISULTATO DELLA PROVA

CERTIFICATO DI PROVA N.	61623	Cod. lavoro	7329/16	N. di accettazione	10600/6
Committente	CONSORZIO BONIFICA BASSA FRIULANA			Data di accettazione	14/03/16
Cantiere	SISTEMAZIONE IDRAULICA AUSSA-CORNO			Data di esecuzione	21/03/16
Località	SAN GIORGIO DI NOGARO (UD)				
Campione	Sondaggio C4 - Campione C1 da 2,50 a 4,00m			Prelevato da	SRV SRL

L'attrezzatura di prova è riportata sul documento del Sistema di Qualità PS63-01/LMAS

Determinazione dei parametri indice**Determinazione del contenuto d'acqua - Norma ASTM D 2216 /98**

w_m	Contenuto d'acqua percentuale medio	22,0	(%)
----------------------	-------------------------------------	------	-----

Misura del peso dell'unità di volume - Norma BS 1377 T15/e

γ_m	Peso di volume apparente medio	20,54	(kN/m ³)
----------------------	--------------------------------	-------	----------------------

Misura del peso specifico dei grani - Norma ASTM D 854 - 00

G_s medio	Peso specifico dei grani medio	2,76	(-)
----------------------------	--------------------------------	------	-----

Parametri correlati

e₀	Indice dei vuoti	0,607	(-)
n	Porosità	37,8	(%)
Sr	Grado di saturazione	99,9	(%)
γ_d	Peso di volume secco	16,83	(kN/m ³)

Limiti di Atterberg - Norma ASTM D 4318-84 [X] CNR UNI 10014 []

LL	Limite di liquidità	-	(%)
LP	Limite di plasticità	-	(%)
IP	Indice di pasticità	-	(%)
IC	Indice di consistenza	-	(-)
IL	Indice di liquidità	-	(-)

LR	Limite di ritiro	-	(%)
R	Coefficiente di ritiro	-	(-)

Data di emissione **05/04/16**

Il Tecnico: Dr. A. Tentor

Il Direttore del Laboratorio: **Geol. Roberto Fioriti**

Azienda Certificata ISO 9001:2008 N. 30861

PS75-01/1006a Rev.1

pag. 1/1

ALIQASSOCIAZIONE LABORATORI DI
INGEGNERIA E GEOTECNICA

Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi

Laboratorio autorizzato ai sensi dell'Art. 59 del DPR n. 380 del 06/06/2001 ad eseguire e certificare prove su terre e rocce

RISULTATO DELLA PROVA

CERTIFICATO DI PROVA N.	61624	Cod. lavoro	7329/16	N. di accettazione	10600/6
Committente	CONSORZIO BONIFICA BASSA FRIULANA	Data di accettazione	14/03/16		
Cantiere	SISTEMAZIONE IDRAULICA AUSSA-CORNO	Data di esecuzione	04/04/16		
Località	SAN GIORGIO DI NOGARO (UD)				
Campione	Sondaggio C4 - Campione C1 da 2,50 a 4,00m	Prelevato da	SRV SRL		

L'attrezzatura di prova è riportata sul documento del Sistema di Qualità PS63-01/LMAS

Prova edometrica a incremento di carico controllato (IL) secondo Raccomandazioni AGI 1994

Edometro n.	3	Altezza iniziale provino in mm	20,00	(H ₀)
Cella edometrica n.	16	Diametro del provino in mm	50,46	(D)

Parametri iniziali del provino

Parametri iniziali del provino			Contenuto in acqua W	22,0	%
Peso di vol.app. secco γ_{dry}	16,83	kN/m ³	Peso di vol.app. γ	20,54	kN/m ³
Peso specif. granuli	2,76	-	Indice dei vuoti e_0	0,607	-

Tensione verticale di consolidazione σ_v (kPa)	Deformazione verticale del provino ε_v %	Tempo t (min)	Intervallo di carico (kPa)											
			0-12,5	12,5-25	25-50	50-100	100-200	200-400	400-800	800-1600	1600-3200			
		0	20,000	19,956	19,886	19,792	19,625	19,392	19,113	18,736	18,293			
		0,1	19,993	19,945	19,878	19,773	19,589	19,340	19,033	18,638	18,181			
		0,25	19,986	19,933	19,870	19,754	19,553	19,288	18,953	18,539	18,068			
		0,5	19,982	19,930	19,866	19,741	19,527	19,261	18,925	18,513	18,027			
		1	19,979	19,925	19,859	19,722	19,504	19,243	18,905	18,483	17,997			
		2	19,975	19,919	19,852	19,708	19,486	19,223	18,880	18,461	17,976			
		4	19,971	19,914	19,843	19,693	19,471	19,205	18,858	18,434	17,947			
		8	19,968	19,909	19,833	19,679	19,459	19,191	18,840	18,414	17,925			
		15	19,965	19,905	19,825	19,669	19,448	19,179	18,817	18,392	17,906			
		30	19,962	19,900	19,819	19,659	19,436	19,165	18,799	18,373	17,882			
		60	19,960	19,896	19,814	19,652	19,424	19,153	18,785	18,356	17,863			
		120	19,959	19,892	19,808	19,645	19,414	19,140	18,773	18,342	17,844			
		240	19,958	19,890	19,804	19,638	19,406	19,131	18,763	18,327	17,826			
		480	19,957	19,888	19,799	19,632	19,399	19,122	18,750	18,312	17,812			
		960	19,956	19,887	19,795	19,628	19,394	19,117	18,741	18,298	17,796			
		1440	19,956	19,886	19,792	19,625	19,392	19,113	18,736	18,293	17,788			
			5,7	3,6	5,3	6,0	8,6	14,3	21,2	36,1	63,4			
			Modulo di deformazione edometrica M_{ed} (MPa)											

Data di emissione **05/04/16**

Il Tecnico: Dr. Andrea Tentor

Il Direttore del Laboratorio: **Geol. Roberto Fioriti**

Azienda Certificata ISO 9001:2008 N. 30861

PS 75-01/1025 Rev.2

pag. 1/2

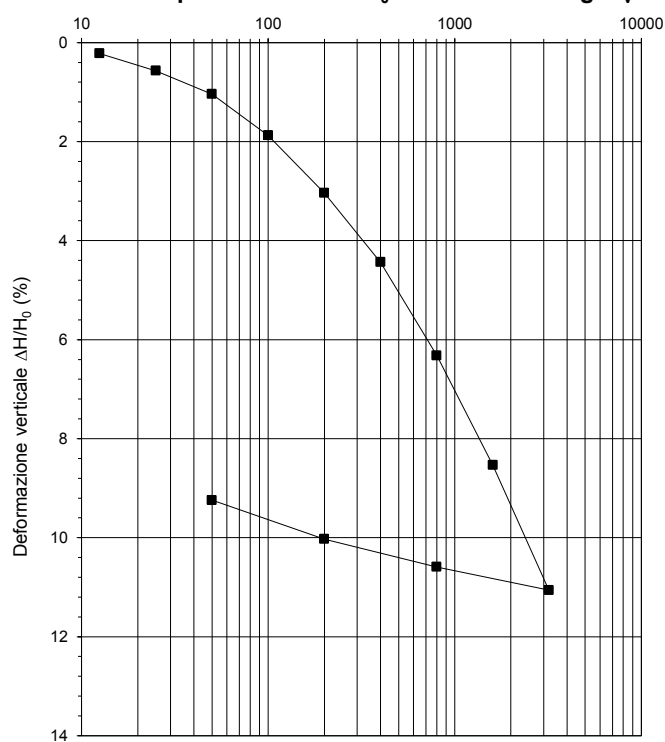
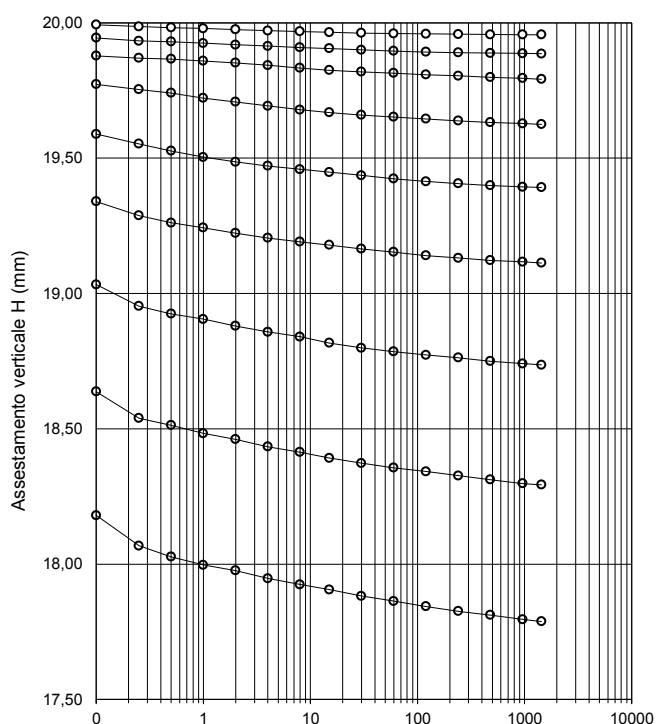
ALIGASSOCIAZIONE LABORATORI DI
INGEGNERIA E GEOTECNICA

Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi

Laboratorio autorizzato ai sensi dell'Art. 59 del DPR n. 380 del 06/06/2001 ad eseguire e certificare prove su terre e rocce

RISULTATO DELLA PROVA**CERTIFICATO DI PROVA N. 61624**Cod. lavoro 7329/16N. di accettazione 10600/6Committente CONSORZIO BONIFICA BASSA FRIULANAData di accettazione 14/03/16Cantiere SISTEMAZIONE IDRAULICA AUSSA-CORNOData di esecuzione 04/04/16Località SAN GIORGIO DI NOGARO (UD)Campione Sondaggio C4 - Campione C1 da 2,50 a 4,00mPrelevato da SRV SRL

L'attrezzatura di prova è riportata sul documento del Sistema di Qualità PS63-01/LMAS

Prova edometrica a incremento di carico controllato (IL) secondo Raccomandazioni AGI 1994**Curva di compressibilità $\Delta H/\Delta H_0$ in funzione di $\log \sigma'_v$** Tensione verticale di consolidazione $\log \sigma'_v$ in kPa**Diagramma degli assestamenti H in funzione di $\log t$** 

Logaritmo del tempo t in minuti

Intervallo di carico (kPa)	Coeff. consolid.* C_v (cm^2/min)	Coeff. compress. m_v (MPa^{-1})	Coeff. permeabilità K (m/sec)
0 - 12,5 kPa	0,0686	0,176	1,97E-10
12,5 - 25 kPa	0,0459	0,280	2,10E-10
25 - 50 kPa	0,0622	0,188	1,91E-10
50 - 100 kPa	0,0656	0,167	1,79E-10
100 - 200 kPa	0,0508	0,117	9,66E-11
200 - 400 kPa	0,0517	0,070	5,89E-11
400 - 800 kPa	0,0511	0,047	3,94E-11
800 - 1600 kPa	0,0493	0,028	2,23E-11
1600 - 3200 kPa	0,0422	0,016	1,09E-11

* determinato secondo il metodo di Casagrande

Data di emissione **05/04/16**

Il Tecnico: Dr. Andrea Tentor

Il Direttore del Laboratorio: Geol. Roberto Fioriti

