

Committente  <b>STOGIT</b>	Progettista 	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 1 di 82	<b>Rev.</b> 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

## INGEGNERIA DI DETTAGLIO PER L'INSTALLAZIONE DI UN NUOVO ELETTOCOMPRESSORE NELLA CENTRALE DI SETTALA (MI)

### RELAZIONE GEOLOGICA



*Handwritten signature of M. Scarapazzi*



REV.	STATO DI VALIDITA'	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROV./AUTOR.
2	EX-DE	18/05/2022	EMISSIONE PER PERMESSI	M. SCARAPAZZI	F. BERTOLDO	F. BIANCHI E. PETRILLO
1	EX-DE	22/09/2021	EMISSIONE PER PERMESSI	M. SCARAPAZZI	F. BERTOLDO	F. BIANCHI E. PETRILLO
0	EX-DE	10/06/2021	EMISSIONE PER INFORMAZIONE	M. SCARAPAZZI	P. RUSSO S. SCANDALE	F. BIANCHI E. PETRILLO
REVISIONI DOCUMENTO						

 <b>STOGIT</b>	 <b>TEN</b> TECHNIP ENERGIES	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 2 di 82	<b>Rev.</b> 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

## INDICE

1.	SCOPO DEL LAVORO	4
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
3.	DESCRIZIONE GEOGRAFICA DELL'AREA	6
4.	APPROCCIO METODOLOGICO	7
5.	INQUADRAMENTO TERRITORIALE URBANISTICO	12
6.	PGT VIGENTE	13
7.	PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO	15
8.	CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA	19
9.	CARTA GEOMORFOLOGICA	20
10.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	21
11.	INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E IDROGEOLOGICO	23
12.	OPERE IN PROGETTO	29
13.	INDAGINI GEOGNOSTICHE	29
14.	MODELLO GEOLOGICO	32
15.	SISMICITA' DELL'AREA	33
16.	SISMICITA' STORICA	34
17.	MAGNITUDO DI RIFERIMENTO	36
18.	FAGLIAZIONE ATTIVA E CAPACE	39
18.1.	Database D.I.S.S	40
18.2.	Database ITHACA	43
19.	CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SOTTOSUOLO SECONDO IL DM 17/01/2018	43
20.	VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI FENOMENI DI LIQUEFAZIONE	46
21.	VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI LIQUEFAZIONE DEL SITO	47
22.	STUDIO DI RISPOSTA SISMICA LOCALE	48
23.	ANALISI COMPUTAZIONALE	50
24.	ANALISI DI RISPOSTA SISMICA LOCALE	51
25.	SISMOSTRATIGRAFIA	58
26.	CURVE DI DECADIMENTO	60
27.	RISULTATI DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE	64

	Progettista 	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 3 di 82	<b>Rev.</b> 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

28.	CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SITO	79
29.	CONCLUSIONI	80
30.	BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA	81
	APPENDICE 1	82

Committente  <b>STOGIT</b>	Progettista 	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 4 di 82	<b>Rev.</b> 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

## 1. SCOPO DEL LAVORO

La presente relazione geologica è stata redatta, su incarico conferito da STOGIT S.p.A. nel mese di aprile 2021, allo scopo di fornire uno studio di dettaglio geologico, sismico e litotecnico del sottosuolo in relazione ai progetti di innovazione e sviluppo del business che prevede l'installazione di un nuovo compressore mosso da motore elettrico (ElettroCompressore - ELCO) all'interno della Centrale di Settala (MI).

La presente relazione geologica è redatta con riferimento al sito ubicato all'interno della Centrale di Settala, e con riferimento alle opere descritte al capitolo 12.

Gli studi e le indagini sono stati realizzati al fine di ottemperare a quanto prescritto dal D.M. 2018 del 17/01/2018 Cap. 8.3.

A seguito delle informazioni raccolte, anche su pregresse indagini geognostiche fornite dalla committenza, è stato possibile eseguire la modellazione sismica ai sensi del § 7.2.6 delle NTC 18 ed in ottemperanza al D.G.R. 30 novembre 2011 - n. IX/2616: "Aggiornamento dei 'Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della L.R. 11 marzo 2005, n. 12", approvati con D.G.R. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con D.G.R. 28 maggio 2008, n. 8/7374. Il suddetto documento, come sviluppo metodologico, si fonda sull'analisi di indagini dirette e prove sperimentali effettuate su alcune aree campione della Regione Lombardia, i cui risultati sono contenuti in uno "Studio-Pilota" redatto dal Politecnico di Milano – Dip. di Ingegneria Strutturale.

In relazione a quanto sopra esposto, ed alle prescrizioni cogenti, il presente lavoro ha definito il modello geologico dell'area di progetto ed ha sviluppato una caratterizzazione geotecnica propedeutica per il più specifico studio volta alla scelta e al dimensionamento del sistema di fondazione.

Il comportamento dinamico dei terreni è stato sviluppato, come previsto per opere strategiche in Classe d'Uso 4, attraverso uno specifico studio di Risposta Sismica Locale con metodi complessi riportata al Capitolo 24.

Il documento in oggetto riassume le risultanze principali delle indagini e studi pregressi; oltre alle risultanze delle indagini integrative che sono state previste per il progetto del nuovo ELCO.

	Progettista 	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 5 di 82	<b>Rev.</b> 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il presente elaborato è stato redatto in conformità alle indicazioni fornite dal quadro normativo nazionale e regionale di seguito elencato:

- C.S.L.L.P.P. Circolare 21 gennaio 2019 n. 7. Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018;
- D.M. Infrastrutture 17 gennaio 2018 Aggiornamento "Norme tecniche per le costruzioni";
- D.M. Infrastrutture 14 gennaio 2008, "Norme tecniche per le costruzioni";
- Ordinanza PCM n. 3274 del 20.03.2003, "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica." e successive modifiche ed integrazioni;
- Ordinanza PCM n. 3519 del 28.04.2006, "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone";
- UNI EN 1997-1 (2005) \_ Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - parte 1: Regole generali;
- D.P.R. 5 giugno 2001 n. 328 Attività professionali riservate agli iscritti alla classe A dell'Ordine dei Geologi;
- Legge 2 febbraio 1974, n. 64 Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- Associazione Geotecnica Italiana (giugno 1977) Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche.
- Deliberazione Giunta Regionale DGR 30.11.2011 n.IX/2616 "Aggiornamento dei «Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n.12»;
- Legge regionale 12 ottobre 2015 – n. 33. "Disposizioni in materia di opere o di costruzioni e relativa vigilanza in zone sismiche";
- Delibera Giunta Regionale 11 Luglio 2014 – n.X/2129. "Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (L.R. 1/2000, art. 3, c. 108, let. d);
- Delibera Giunta Regionale 30 marzo 2016 – n. X/5001. "Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica (artt. 3, comma 1, e 13, comma 1, della L.R. 33/2015);
- Comune di Settala, variante n.1 al Piano di Governo del Territorio del comune di Settala, approvata con deliberazione CC n. 3 del 11/02/2014

Committente  STOGIT	Progettista 	COMMESSA NS/18012/R-01	UNITA' 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 6 di 82	Rev. 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

### 3. DESCRIZIONE GEOGRAFICA DELL'AREA

L'area d'indagine è situata nel comune di Settala, nella porzione sud-orientale della Provincia di Milano e nel contesto morfologico della Media Pianura Lombarda. In dettaglio il sito, posto immediatamente ad Est del centro urbano, è ubicato in via Strada Cascina Baialupa.

Il sito in esame appartiene alla centrale di stoccaggio di Settala e si trova nella porzione Est del centro abitato di Settala (Figura 1), a Sud-Est della SP39 e a circa un km e mezzo a Nord-Ovest del Canale della Muzza.

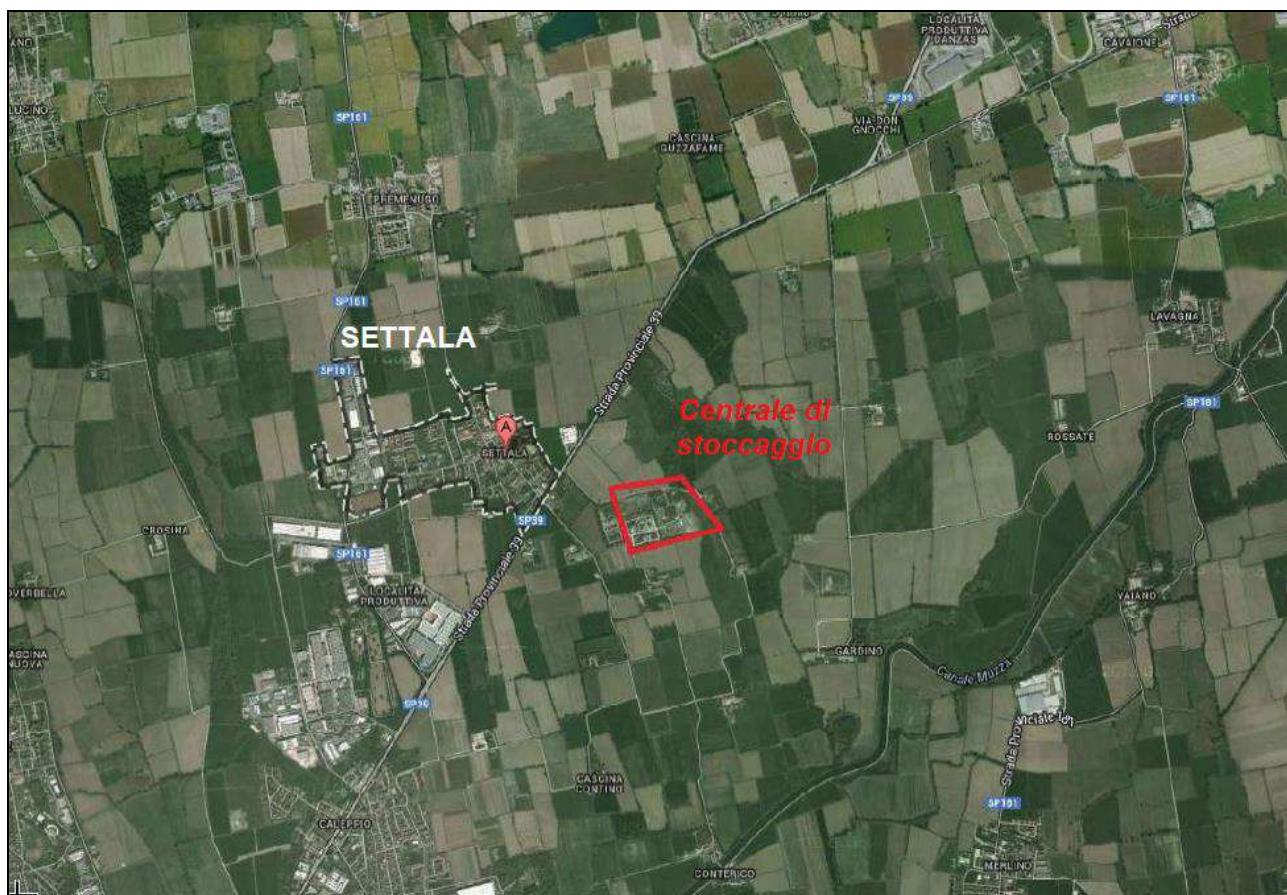


Figura 1: Ubicazione del sito, in rosso l'area di progetto (tratto da Google Earth)

Committente  STOGIT	Progettista 	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 7 di 82	<b>Rev.</b> 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

#### 4. APPROCCIO METODOLOGICO

Il presente documento è stato sviluppato con particolare riferimento alla Legge Regionale n. 12 del 2005 "Legge per il governo del territorio" che ha rinnovato in maniera sostanziale la disciplina urbanistica e realizzato una sorta di "testo unico" regionale mediante l'unificazione di discipline di settore attinenti all'assetto del territorio (urbanistica, edilizia, tutela idrogeologica e antisismica, ecc.). Secondo tale normativa la pianificazione comunale si attua attraverso il Piano di Governo del Territorio (PGT) i cui indirizzi sono stati definiti con la D.G.R. 30 novembre 2011 n.9/2616 "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della L.R. 11 marzo 2005, n.12."

Per la caratterizzazione sismica il D.G.R. n.9/2616 richiede l'identificazione della categoria di terreno presente in una determinata area e, in funzione delle caratteristiche del sottosuolo presente, si distinguono due grandi gruppi di effetti locali: quelli di sito o di amplificazione sismica locale e quelli dovuti ad instabilità. I primi causano modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico (terremoto di riferimento) relativo ad una formazione rocciosa di base (bedrock), può subire durante l'attraversamento degli strati di terreno sovrastanti. Gli effetti locali a loro volta possono essere divisi in effetti d'amplificazione topografica causati dalla morfologia del sito e gli effetti d'amplificazione litologica, dovuti a condizioni locali geologiche. I secondi interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento instabile o potenzialmente instabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese e sono rappresentati in generale da fenomeni di instabilità consistenti in veri e propri collassi e talora movimenti di grandi masse di terreno incompatibili con la stabilità delle strutture. Tali instabilità sono rappresentate da fenomeni diversi a seconda delle condizioni presenti nel sito.

Il D.G.R. n.9/2616 per l'analisi della valutazione dell'amplificazione sismica locale, in ottemperanza a quanto previsto dalle N.T.C. 2018, riporta nell'Allegato 5 la metodologia proposta che si fonda sull'analisi di indagini dirette e prove sperimentali effettuate su alcune aree campione della Regione Lombardia ed i cui risultati sono contenuti in uno "Studio-Pilota" redatto dal Politecnico di Milano – Dip. di Ingegneria Strutturale. Tale metodologia prevede tre livelli di approfondimento, in funzione della zona sismica di appartenenza e degli scenari di pericolosità sismica locale definiti. I livelli di approfondimento sono:

1^ livello: riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base sia di osservazioni geologiche (cartografia di inquadramento), sia di dati esistenti. Questo livello, obbligatorio per tutti i Comuni, prevede la redazione della Carta della pericolosità sismica locale, nella quale deve essere riportata la perimetrazione areale delle diverse situazioni tipo, riportate nella Tabella 1 dell'Allegato 5, in grado di determinare gli effetti sismici locali (aree a pericolosità sismica locale - PSL). Costituisce lo studio propedeutico ai successivi livelli di approfondimento ed è un metodo empirico che trova le basi nella osservazione diretta degli effetti prodotti dai terremoti. Il metodo permette l'individuazione delle zone

Committente  STOGIT	Progettista 	COMMESSA NS/18012/R-01	UNITA' 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 8 di 82	Rev. 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

ove i diversi effetti prodotti dall'azione sismica sono, con buona attendibilità, prevedibili sulla base di osservazioni geologiche e i risultati di indagini geognostiche, geofisiche e geotecniche già svolte. Lo studio permette di produrre la carta della pericolosità sismica locale in cui è riportata la perimetrazione areale delle diverse situazioni tipo in grado di determinare gli effetti sismici locali (Figura 2).

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2a	Zone con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.)	Cedimenti
Z2b	Zone con depositi granulari fini saturi	Liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc.)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

Figura 2: Scenari di risposta sismica locale

La carta della pericolosità sismica locale permette l'assegnazione diretta della classe di pericolosità e dei successivi livelli di approfondimento necessari.

2<sup>a</sup> livello: caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi negli scenari perimetrati nella carta di pericolosità sismica locale, che fornisce la stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di Amplificazione (Fa). L'applicazione del 2<sup>a</sup> livello consente l'individuazione delle aree in cui la normativa nazionale risulta insufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale (Fa calcolato superiore a Fa di soglia comunali forniti dal Politecnico di Milano). Per queste aree si dovrà procedere alle indagini ed agli approfondimenti di 3<sup>a</sup> livello o, in alternativa, utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore. Il secondo livello è obbligatorio per i comuni ricadenti nelle zone sismiche 2 e 3, e nelle aree a pericolosità sismica locale individuate attraverso il 1<sup>o</sup> livello suscettibili di amplificazioni sismiche morfologiche e litologiche (zone Z3 e Z4 della Tabella 1 dell'Allegato 5) e interferenti con l'urbanizzato e/o con le aree di espansione urbanistica. Per i comuni



	Progettista 	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 9 di 82	<b>Rev.</b> 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

ricadenti in zona sismica 4 tale livello deve essere applicato nelle aree a pericolosità sismica locale z3 e Z4 nel caso di costruzioni strategiche e rilevanti ai sensi della d.g.r. n. 14964/2003; ferma restando la facoltà dei comuni di estenderlo anche ad altre categorie di edifici. Per le aree a pericolosità sismica locale caratterizzate da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione (zone Z1 e Z2 della Tabella 1 dell'Allegato 5) non è prevista l'applicazione degli studi di 2<sup>a</sup> livello, ma il passaggio diretto a quelli di 3<sup>a</sup> livello. La procedura consiste in un approccio semiquantitativo e fornisce la stima quantitativa della risposta sismica dei terreni in termini di valore di fattore di amplificazione Fa. Il valore di Fa si riferisce agli intervalli di periodo tra 0.1-0.5 e 0.5-1.5 s, i due intervalli di periodo nei quali viene calcolato il valore Fa sono stati scelti in funzione del periodo proprio delle tipologie edilizie presenti più frequentemente nel territorio regionale; in particolare l'intervallo tra 0.1-0.5 s si riferisce a strutture relativamente basse, regolari e piuttosto rigide, mentre l'intervallo tra 0.5-1.5 s si riferisce a strutture più alte e più flessibili.

3<sup>a</sup> livello: definizione degli effetti di amplificazioni tramite indagini e analisi più approfondite. Al fine di poter effettuare le analisi di 3<sup>a</sup> livello la Regione Lombardia ha predisposto due banche dati, rese disponibili sul Geoportale della Regione Lombardia, il cui utilizzo è dettagliato nell'allegato 5. Tale livello si applica in fase progettuale nei seguenti casi:

- quando, a seguito dell'applicazione del 2<sup>a</sup> livello, si dimostra l'inadeguatezza della normativa sismica nazionale all'interno degli scenari PSL caratterizzati da effetti di amplificazioni morfologiche e litologiche (zone Z3 e Z4 della Tabella 1 dell'Allegato 5);
- in presenza di aree caratterizzate da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione (zone Z1 e Z2), nelle zone sismiche 2 e 3 per tutte le tipologie di edifici, mentre in zona sismica 4 nel caso di costruzioni di nuovi edifici strategici e rilevanti di cui al d.d.u.o. n. 19904 del 21 novembre 2003, ferma restando la facoltà dei Comuni di estenderlo anche alle altre categorie di edifici.

Nel caso di sovrapposizione di più scenari sul medesimo ambito territoriale si dovrà procedere con il grado di approfondimento più cautelativo.

In Figura 3 si sintetizzano gli adempimenti e le tempistiche in funzione della zona sismica di appartenenza.

Committente  STOGIT	Progettista 	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 10 di 82	<b>Rev.</b> 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

	Livelli di approfondimento e fasi di applicazione		
	1^ livello fase pianificatoria	2^ livello fase pianificatoria	3^ livello fase progettuale
Zona sismica 2-3	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 se interferenti con urbanizzato e urbanizzabile, ad esclusione delle aree già inedificabili	- Nelle aree indagate con il 2^ livello quando Fa calcolato > valore soglia comunale; - Nelle zone PSL Z1e Z2.
Zona sismica 4	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 solo per edifici strategici e rilevanti di nuova previsione (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03)	- Nelle aree indagate con il 2^ livello quando Fa calcolato > valore soglia comunale; - Nelle zone PSL Z1 e Z2 per edifici strategici e rilevanti.

Figura 3: Livelli di approfondimento

La Regione Lombardia ha approvato la delibera n. 5001 del 30 marzo 2016, che definisce le linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica, ai sensi dell'art. 3, comma 1, e dell'art. 13, comma 1, della legge regionale n. 33 del 2015. La nuova zonazione sismica e la l.r. n. 33 del 2015 sono entrambe efficaci dal 10 aprile 2016. Si riporta di seguito uno stralcio normativo della nuova classificazione sismica regionale, in cui è evidenziata la zona sismica a cui fare riferimento per l'area d'interesse per il progetto in oggetto.

ISTAT	Provincia	Comune	Zona Sismica	AgMax
03015210	MI	SETTALA	3	0.066974

Le novità introdotte dalla LR. n. 33 del 2015 e dalla D.g.r. n. 5001 del 2016 sono:

- trasferimento ai comuni delle competenze in materia di opere o costruzioni e vigilanza in zone sismiche, per le opere ricadenti sul loro territorio;
- per i comuni in zona sismica 2: obbligo dell'autorizzazione preventiva all'avvio dei lavori;
- per i comuni in zona 3 e 4: obbligo del deposito della documentazione relativa al progetto prima dell'avvio dei lavori;
- attività di controllo sistematico degli interventi relativi a opere o edifici pubblici o, in genere, edifici destinati a servizi pubblici essenziali, ovvero progetti relativi ad opere comunque di particolare rilevanza sociale o destinate allo svolgimento di attività, che possono risultare, in caso di evento sismico, pericolose per la collettività;

	Progettista 	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 11 di 82	<b>Rev.</b> 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

- attività di controllo su tutti gli altri tipi di edifici in tutte le zone sismiche.

Il 24 dicembre 2019 è entrata in vigore la legge n. 156 del 12 dicembre 2019, che apporta importanti modifiche alla disciplina delle costruzioni in zone sismiche, modificando l'art. 94-bis del d.p.r. n. 380 del 2001, introdotto dal cosiddetto Decreto Sblocca Cantieri (entrato in vigore il 19 giugno 2019), e determinando rilevanti effetti per i Comuni in zona sismica 2 e 3. In particolare:

- non è più necessaria l'autorizzazione sismica per i Comuni in zona 3
- le riparazioni e gli interventi locali relativi a opere strategiche e rilevanti sono esclusi dall'autorizzazione sismica in qualunque zona.

Regione Lombardia ha approvato la d.g.r. n. 4317 del 15 febbraio 2021 che individua l'elenco degli interventi privi di rilevanza ai fini sismici e definisce la nuova procedura di comunicazione di deposito sismico.

Committente    STOGIT	Progettista  	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto  INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 12 di 82	<b>Rev.</b> 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

## 5. INQUADRAMENTO TERRITORIALE URBANISTICO

La centrale di stoccaggio Gas e gli impianti ad essa afferente tra i quali figura il sito oggetto di studio, sono attivi dal 1966. Le operazioni svolte nel sito in esame sono prevalentemente quelle di compressione del gas naturale, proveniente dalla rete di distribuzione nazionale ai fini dell'iniezione dello stesso, attraverso una serie di pozzi, all'interno del giacimento esaurito, utilizzato come serbatoio di stoccaggio per la successiva erogazione e distribuzione alla rete nazionale a valle di un trattamento ad hoc.

L'area d'indagine, di proprietà della Società Snam Rete e Gas S.p.A. è inquadrata dalla Provincia di Milano attraverso gli strumenti urbanistici del Piano Territoriale Coordinamento Provinciale (PTCP) e dal Comune di Settala attraverso lo strumento urbanistico del Piano di Governo del Territorio (PGT).

Committente  STOGIT	Progettista 	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 13 di 82	<b>Rev.</b> 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

## 6. PGT VIGENTE

La variante n.1 al Piano di Governo del Territorio del comune di Settala, approvata con deliberazione CC n. 3 del 11/02/2014, ricade nella zona classificata come "Aree urbanizzate o urbanizzabili dal P.G.T. vigente" (riquadro in rosso). Di seguito si riporta lo Stralcio Carta della "Tav. All.1 "Consumo del suolo" di Piano di Governo Territoriale vol.1 Quadro Conoscitivo" (Figura 4).  
<http://www.halleyweb.com/c015210/zf/index.php/trasparenza/index/index/categoria/264/page/1>

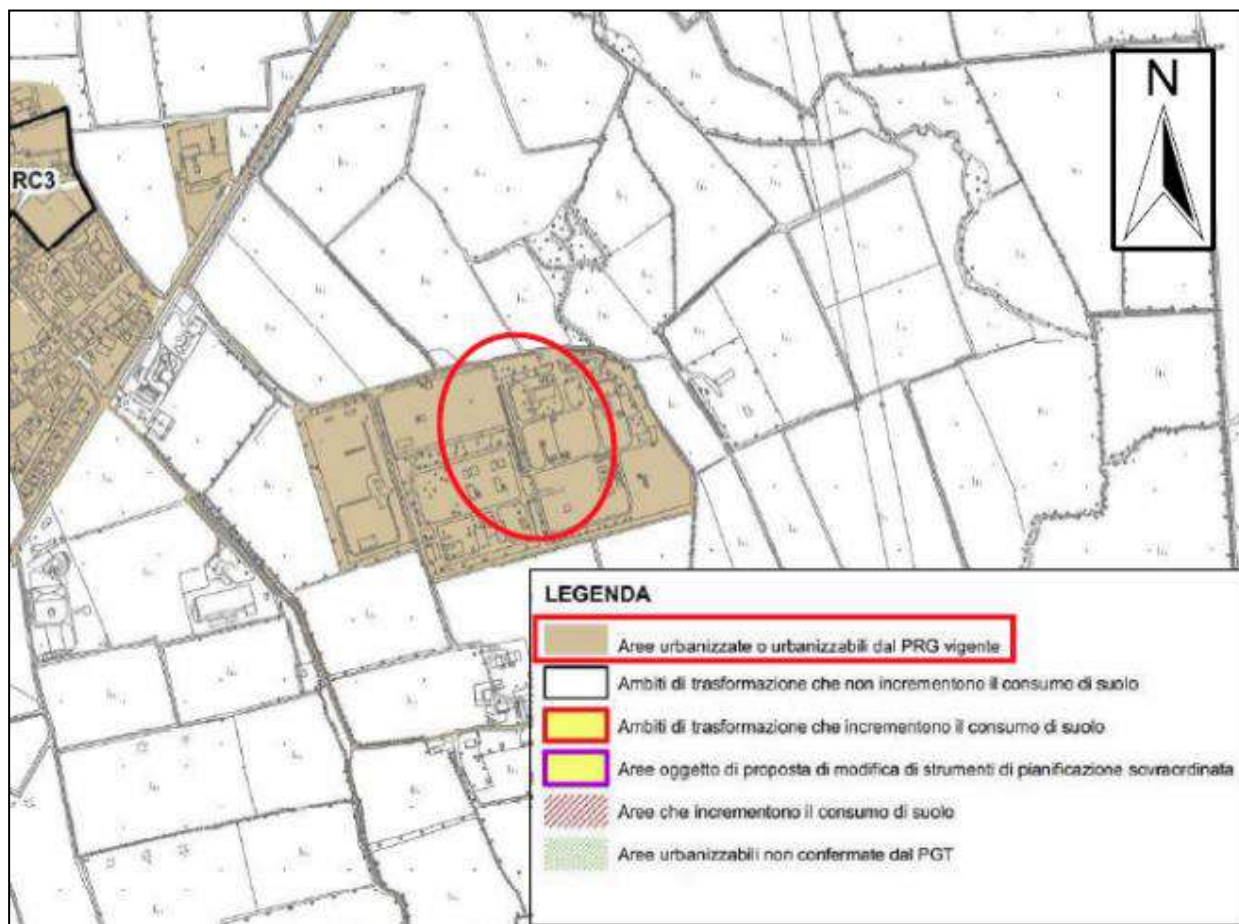


Figura 4: Livelli di approfondimento Stralcio carta "Previsioni di Piano-Vincoli del PGT".

Inoltre, la Carta di Pericolosità Sismica Locale, inquadra il sito dove ricade la centrale, in zona "Z3, come mostrato nello stralcio di Tavola 1 Carta di Pericolosità Sismica Locale di Luglio 2014, con l'indicazione della classe di pericolosità sismica locale (Figura 5).

Committente  STOGIT	Progettista 	COMMESSA NS/18012/R-01	UNITA' 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 14 di 82	Rev. 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

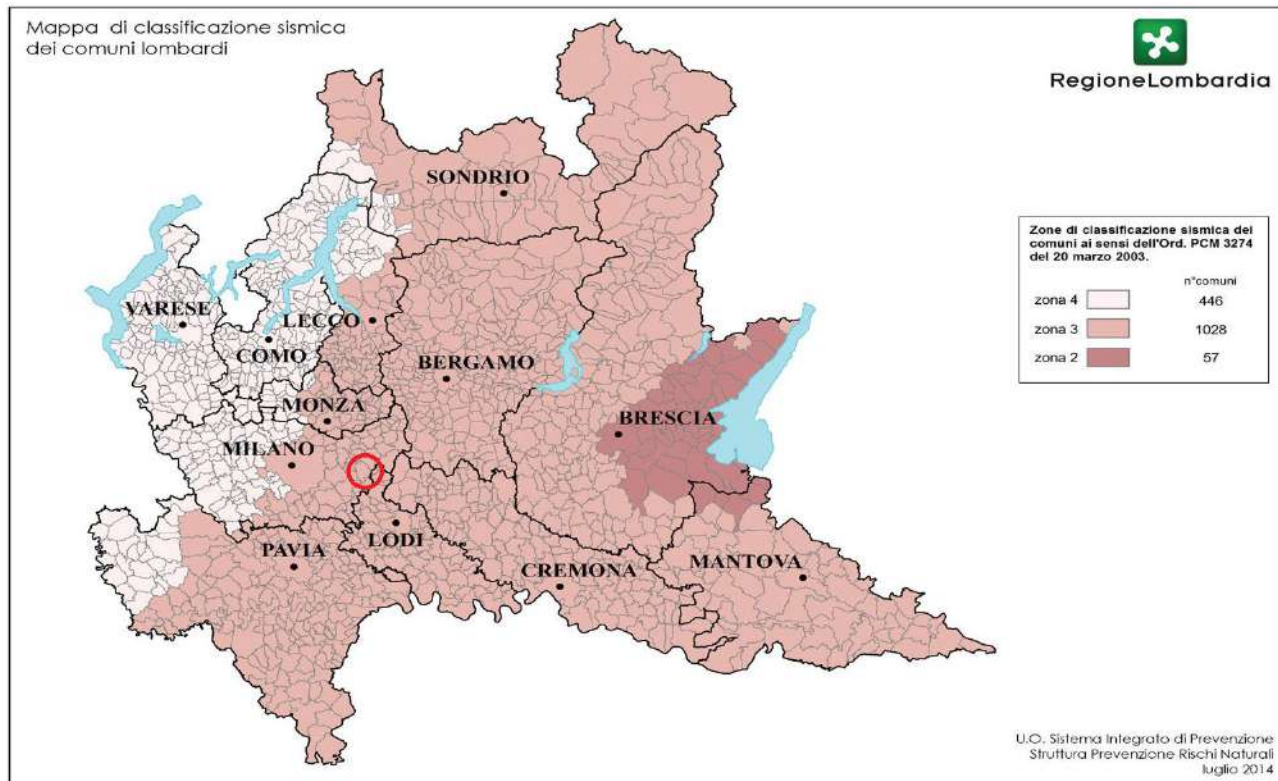


Figura 5: Stralcio di Tavola 1 "Carta della pericolosità sismica locale".

([https://www.ordineingegneri.milano.it/ordine/organi-e-gruppi-di-lavoro/commissioni/commissioni/commissione-strutture/documentazione%20utile/documentazione-utile/nuova-classificazione-sismica-regione-lombardia/classificazione-sismica-dei-comuni-della-regione-lombardia/DGR\\_X\\_2129\\_11072014\\_y1\\_acl.pdf](https://www.ordineingegneri.milano.it/ordine/organi-e-gruppi-di-lavoro/commissioni/commissioni/commissione-strutture/documentazione%20utile/documentazione-utile/nuova-classificazione-sismica-regione-lombardia/classificazione-sismica-dei-comuni-della-regione-lombardia/DGR_X_2129_11072014_y1_acl.pdf))

Committente  STOGIT	Progettista 	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 15 di 82	<b>Rev.</b> 2

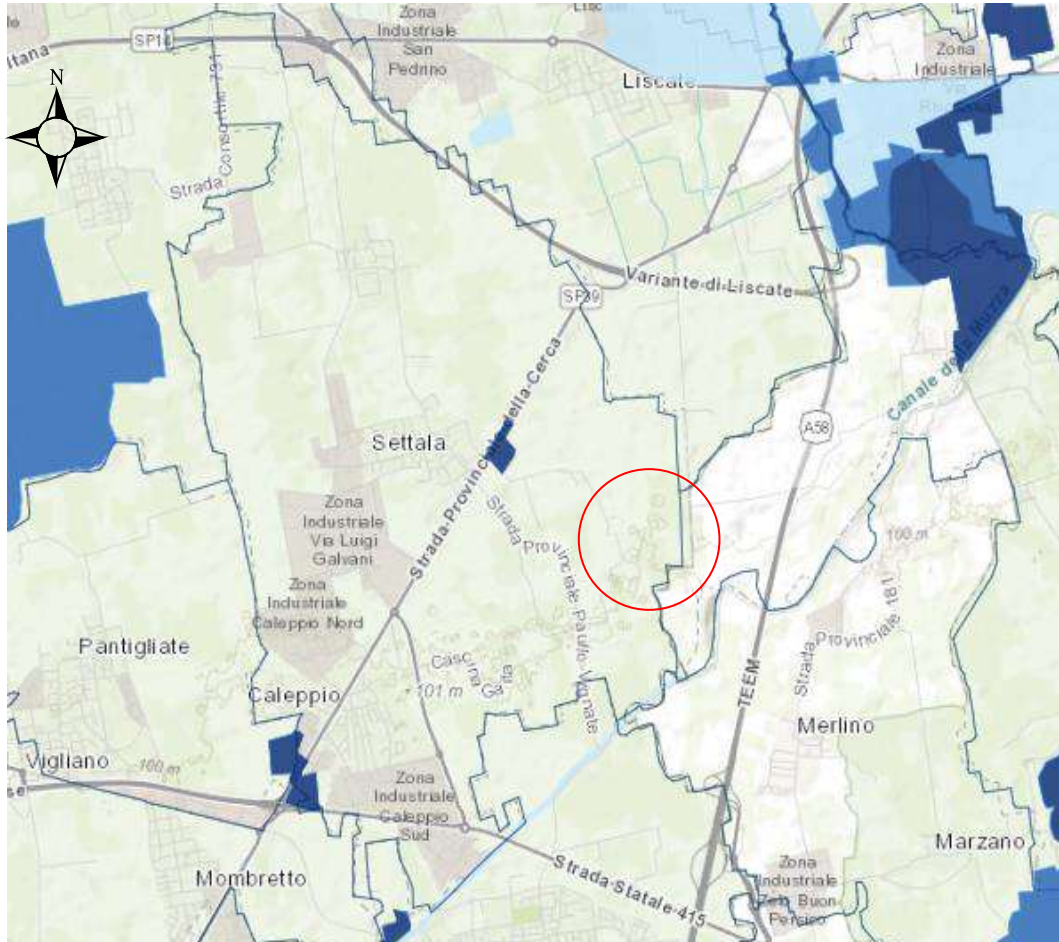
Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

## 7. PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO

Il Piano per l'Assetto Idrogeologico (o PAI), di cui lo stralcio in scala 1:10.000 è riportato in Figura 6A, è uno strumento fondamentale della politica di assetto territoriale delineata dalla legge 183/89, esso è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico- operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni, gli interventi e le norme d'uso riguardanti la difesa dal rischio idrogeologico del territorio.

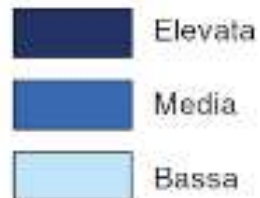
Committente  STOGIT	Progettista 	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 16 di 82	<b>Rev.</b> 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001



### LEGENDA

#### Pericolosità idraulica



AREA IN STUDIO

Figura 6A P.A.I. 1:10.000 (stralcio da [www.idrogeo.isprambiente.it](http://www.idrogeo.isprambiente.it))



Committente  STOGIT	Progettista 	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 17 di 82	<b>Rev.</b> 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

L'Autorità di Bacino del Fiume Po ha redatto il Piano stralcio per l'Assetto idrogeologico (PAI), approvato ai sensi della L. 183/89, con d.p.c.m. 24/05/2001 e succ. mod., da tale piano ed in particolare dalla cartografia allegata ad esso è possibile individuare quelle che sono le principali caratteristiche relative al rischio idrogeologico del sito di studio. Ciò è possibile attraverso la suddivisione delle aree a rischio idrogeologico in fasce con caratteristiche omogenee:

- Fascia A: Fascia di deflusso della piena, costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente del deflusso della corrente per la piena di riferimento, ovvero che è costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena;
- Fascia B: Fascia di esondazione, esterna alla precedente, costituita dalla porzione di territorio interessata da inondazione al verificarsi della piena di riferimento;
- Fascia C: Area di inondazione per piena catastrofica, costituita dalla porzione di territorio esterna alla precedente Fascia B e che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravi di quelli della piena di riferimento.

In conseguenza di ciò, ed in particolare riferimento alla Direttiva Alluvioni 2007/70/CE Revisione del 2020, l'area di interesse appartenente alla Centrale di stoccaggio gas di Settala, ricade all'esterno delle zone classificate a rischio di esondazione rispetto all'Adda, corso fluviale principale del territorio (Figura 7). In particolare, il limite esterno della fascia C si posiziona a circa 4,0 km di distanz

Committente  <b>STOGIT</b>	Progettista 	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 18 di 82	<b>Rev.</b> 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

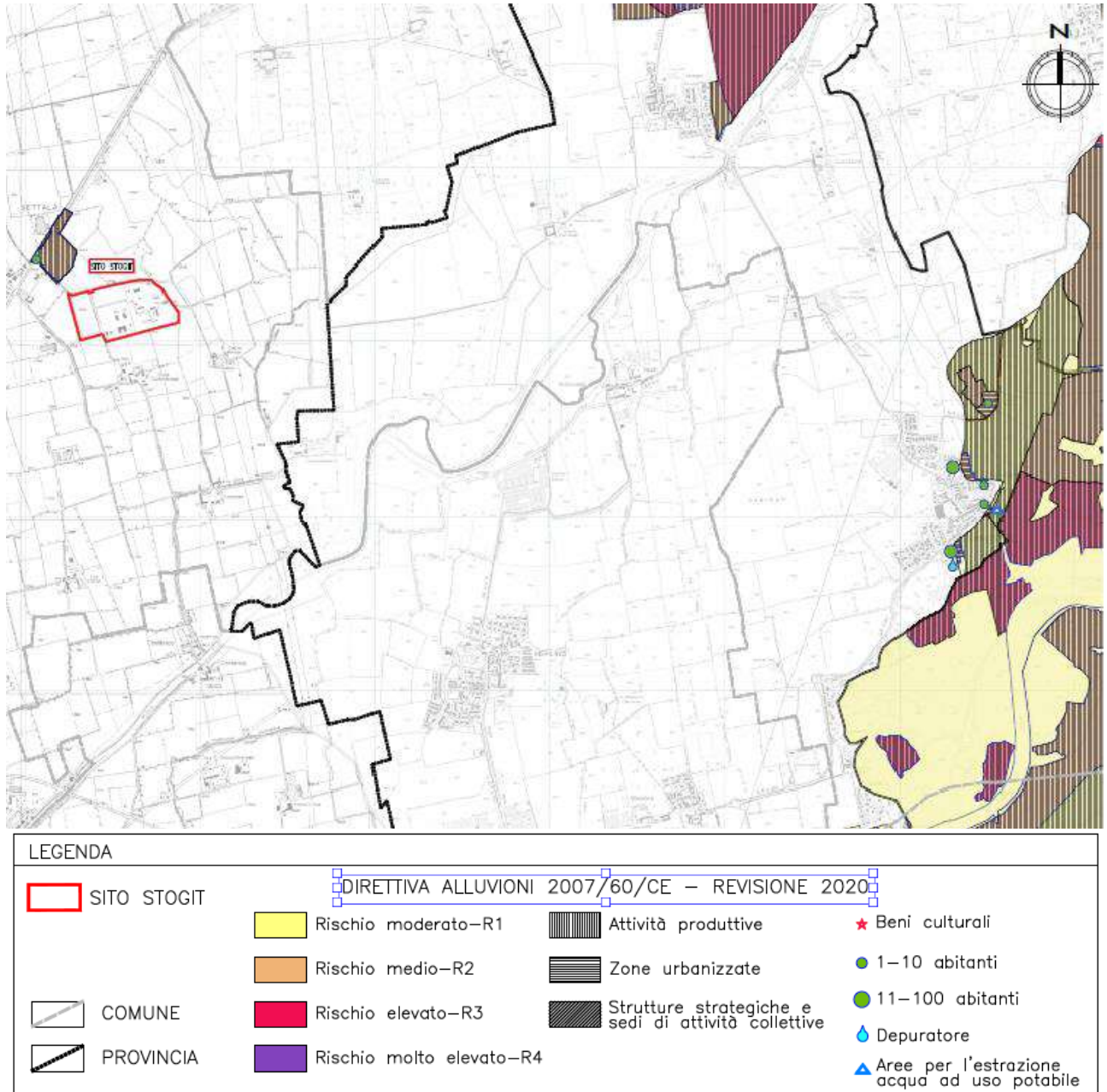


Figura 7B Carta del rischio idraulico (stralcio 1:25.000 Rev. 2020)

Committente  STOGIT	Progettista 	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 19 di 82	<b>Rev.</b> 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

## 8. CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA

In riferimento a quanto previsto dalla normativa regionale cogente è di seguito riportata l'ubicazione dell'opera in progetto in riferimento allo stralcio della carta di fattibilità geologica riportata in Figura 8. Da tale confronto si evince che l'area di progetto ricade all'interno delle aree considerate a rischio in Classe di fattibilità geologica che prevede modeste limitazioni.

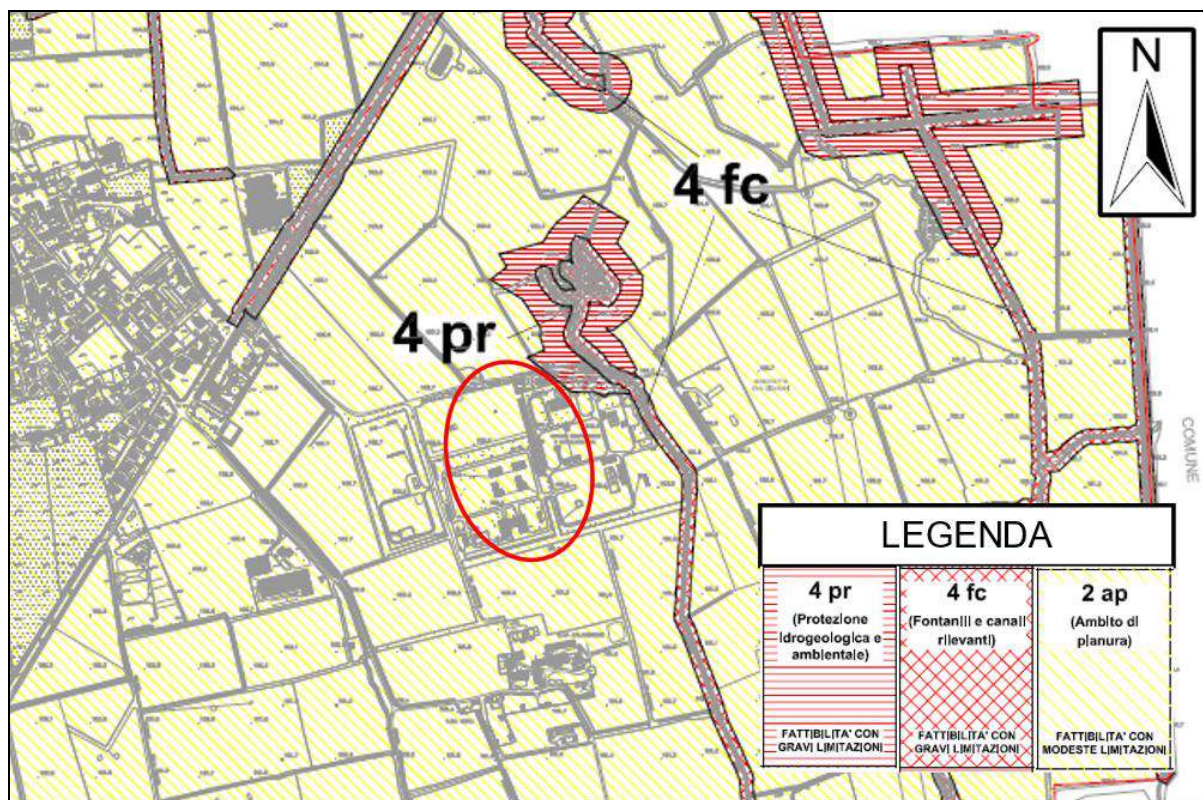


Figura 8: Estratto da Carta della fattibilità geologica, 2010 (area di studio in rosso) Fonte: <http://www.halleyweb.com/c015210/zf/index.php/trasparenza/index/index/categoria/264/page/4>

Committente  STOGIT	Progettista 	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 20 di 82	<b>Rev.</b> 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

## 9. CARTA GEOMORFOLOGICA

La morfologia attuale della pianura può essere messa in relazione con i processi di formazione dei grandi conoidi alluvionali del margine alpino, coalescenti verso il depocentro padano, di età pleistocenica (Marchetti 1992). Il territorio di studio rappresenterebbe la parte distale di uno di questi conoidi alluvionali.

Il sito oggetto di questo documento, come riportato nella carta geomorfologica di dettaglio 1:25.000 (Figura 9), è localizzato ad una quota sul livello del mare compresa tra 104,0 e i 105,0 m s.l.m. L'area è sub-pianeggiante con debolissima pendenza verso Sud-Est (dell'ordine del 5 ‰).

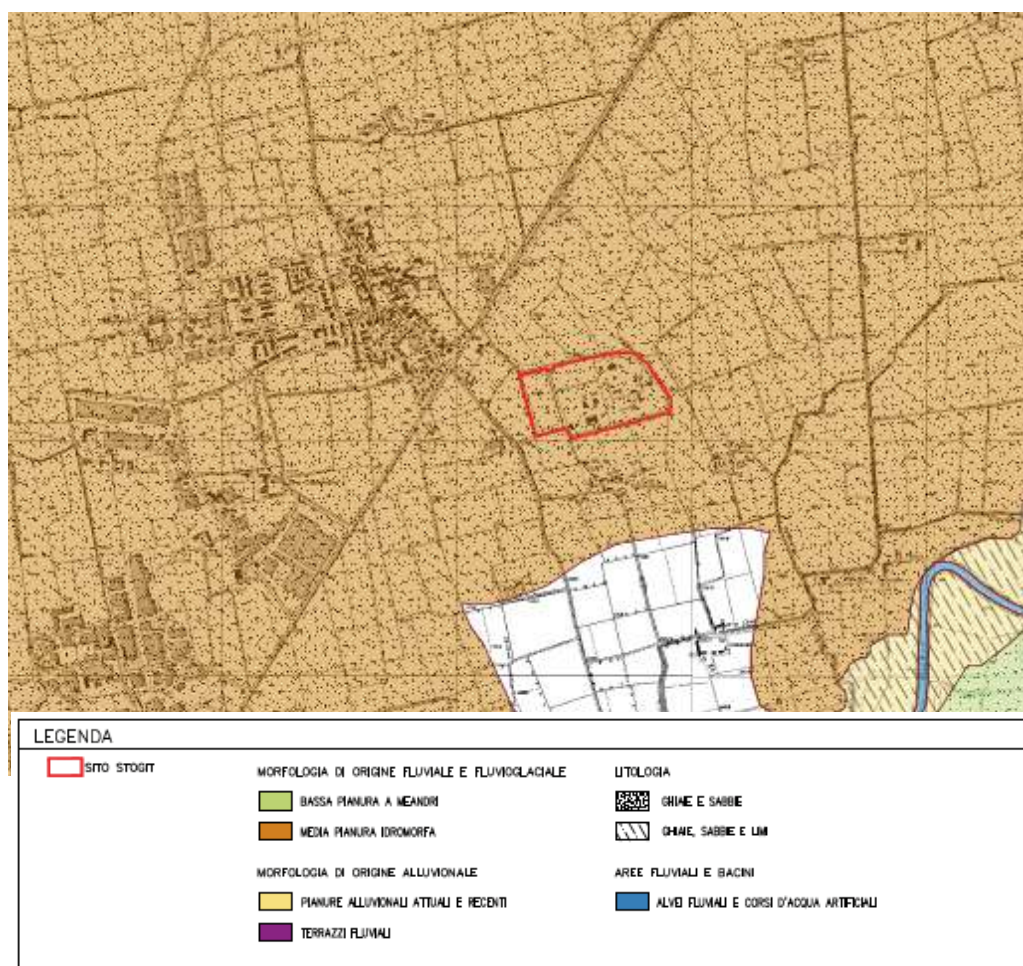


Figura 9: Estratto carta geomorfologica di dettaglio 1:25000.

Committente  STOGIT	Progettista 	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 21 di 82	<b>Rev.</b> 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

## 10. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

A scala provinciale, il territorio della Provincia di Milano, all'interno del quale ricade il sito d'indagine, ha avuto origine dalle complesse vicende intervenute durante l'era quaternaria, la sua genesi si deve, infatti, prima alla dinamica fluvio-glaciale durante il Pleistocene (1,7 - 0,01 milioni di anni), poi a quella fluviale durante l'Olocene (a partire da 0,01 milioni di anni).

Come si può ben capire, l'assetto geologico e litologico della pianura milanese è strettamente influenzato dall'alternanza delle azioni di deposito ed erosione dei corsi d'acqua, connessi ai fenomeni climatici precedentemente accennati.

Nella pianura milanese sono riconoscibili una serie di terrazzi fluviali la cui successione altimetrica risponde ad una precisa regola: la quota è tanto maggiore quanto più antica è l'età del terrazzo; inoltre tanto più antica è l'età del terrazzo più ridotta sarà la sua estensione attuale, in quanto sottoposto all'azione erosiva negli stadi interglaciali successivi.

La successione dei terrazzi nella pianura milanese è la seguente:

- Fluviale Mindel: superfici più antiche e poste a quote maggiori,
- Fluviale Riss: superfici intermedie per quota ed età,
- Fluviale Würm : superfici più recenti e disposte a quote inferiori.

Quest'ultima costituisce la piana proglaciale würmiana, nota come Livello fondamentale della pianura (LFdP) o Piano Generale Terrazzato (PGT), formatasi al termine dell'ultima glaciazione quaternaria; in essa sono bene riconoscibili le incisioni vallive, a tratti fortemente incassate, dei corsi d'acqua principali Fiume Adda ad Est e nella parte meridionale della provincia del fiume Po - ritenute di età olocenica.

In Figura 10 e Figura 11 si riporta un estratto cartografico della sezione geologica nella quale è rappresentata la successione litostratigrafica locale.

Committente  STOGIT	Progettista 	COMMESSA NS/18012/R-01	UNITA' 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 22 di 82	Rev. 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

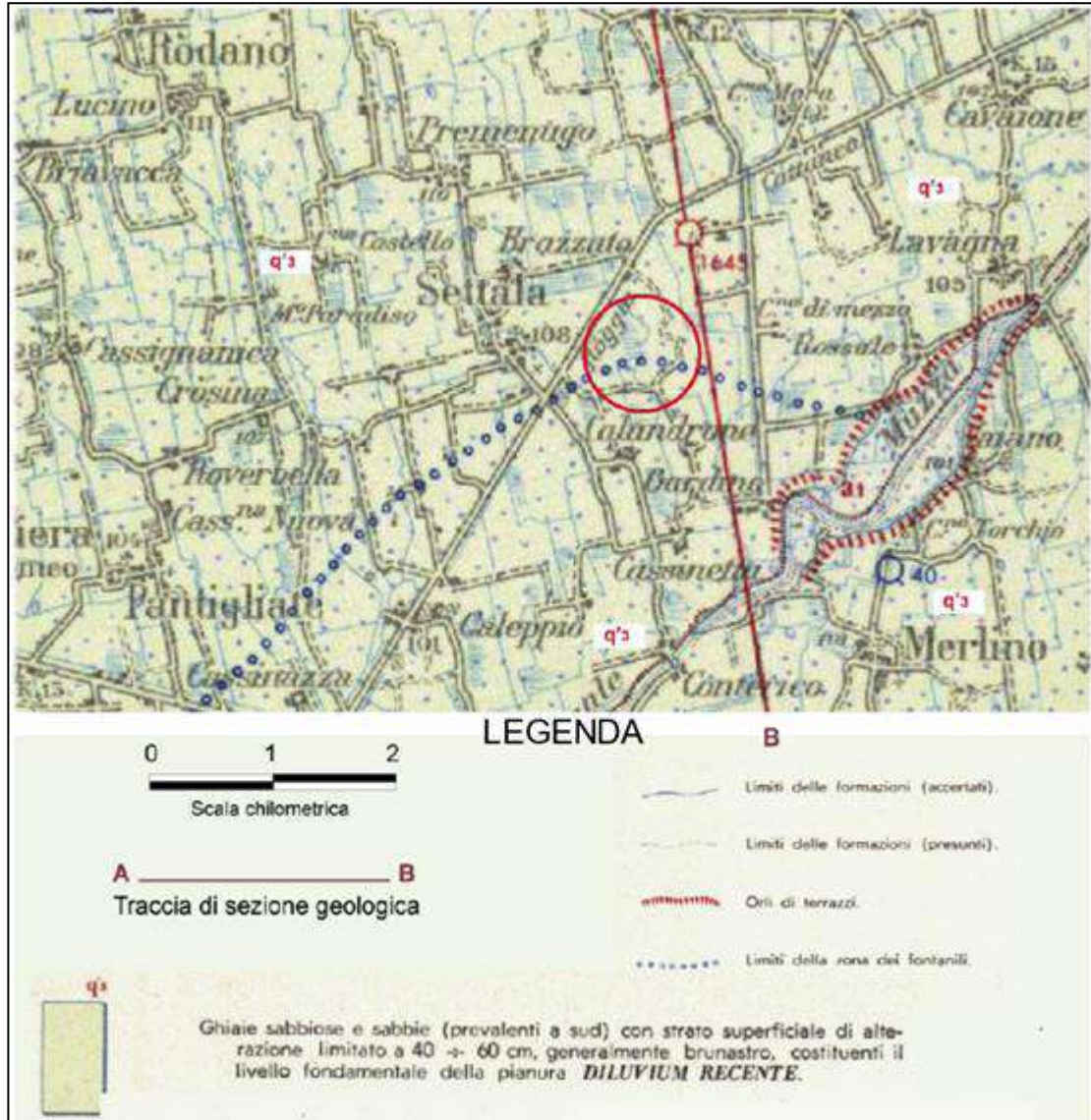


Figura 10: Estratto della Carta Geologica d'Italia 1:100.000, Foglio 45 – Milano (area di studio in rosso) fonte: [http://sgi.isprambiente.it/geologia100k/mostra\\_foglio.aspx?numero\\_foglio=45](http://sgi.isprambiente.it/geologia100k/mostra_foglio.aspx?numero_foglio=45)

Committente  STOGIT	Progettista 	COMMESSA NS/18012/R-01	UNITA' 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 23 di 82	Rev. 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

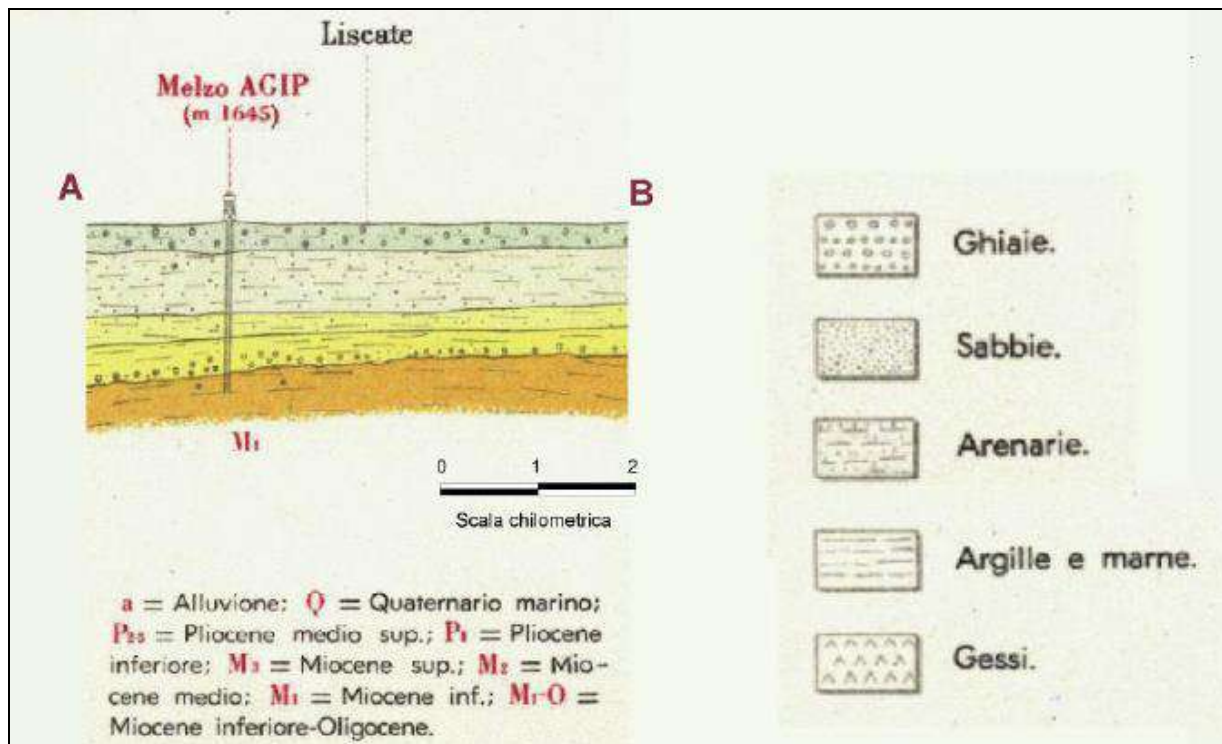


Figura 11: Sezione Carta geologica dell'area in studio (da CARTA GEOLOGICA D'ITALIA scala 1:100.000).

Alla scala locale, il sottosuolo del Sito, secondo quanto indicato dalla Carta Geologica d'Italia, Foglio 45 – Milano, risulta costituito da sedimenti di origine fluvioglaciale di età Wurmiana e Rissiana, costituiti da ghiaie con matrice sabbiosa o sabbioso limosa, localmente sabbie limose con clasti residuali (depositi fluvioglaciali).

## 11. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E IDROGEOLOGICO

Il reticolo idrografico (Figura 12) che caratterizza il territorio provinciale risulta essere particolarmente articolato e complesso, questo a causa della presenza di numerosi corsi d'acqua principali e secondari. Vanno ricordati come principali corsi d'acqua presenti nell'area, i fiumi: Adda e Serio; i quali hanno inciso la pianura ed hanno formato delle valli fluviali di profondità ed ampiezza variabile.

Committente  STOGIT	Progettista 	COMMESSA NS/18012/R-01	UNITA' 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 24 di 82	Rev. 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

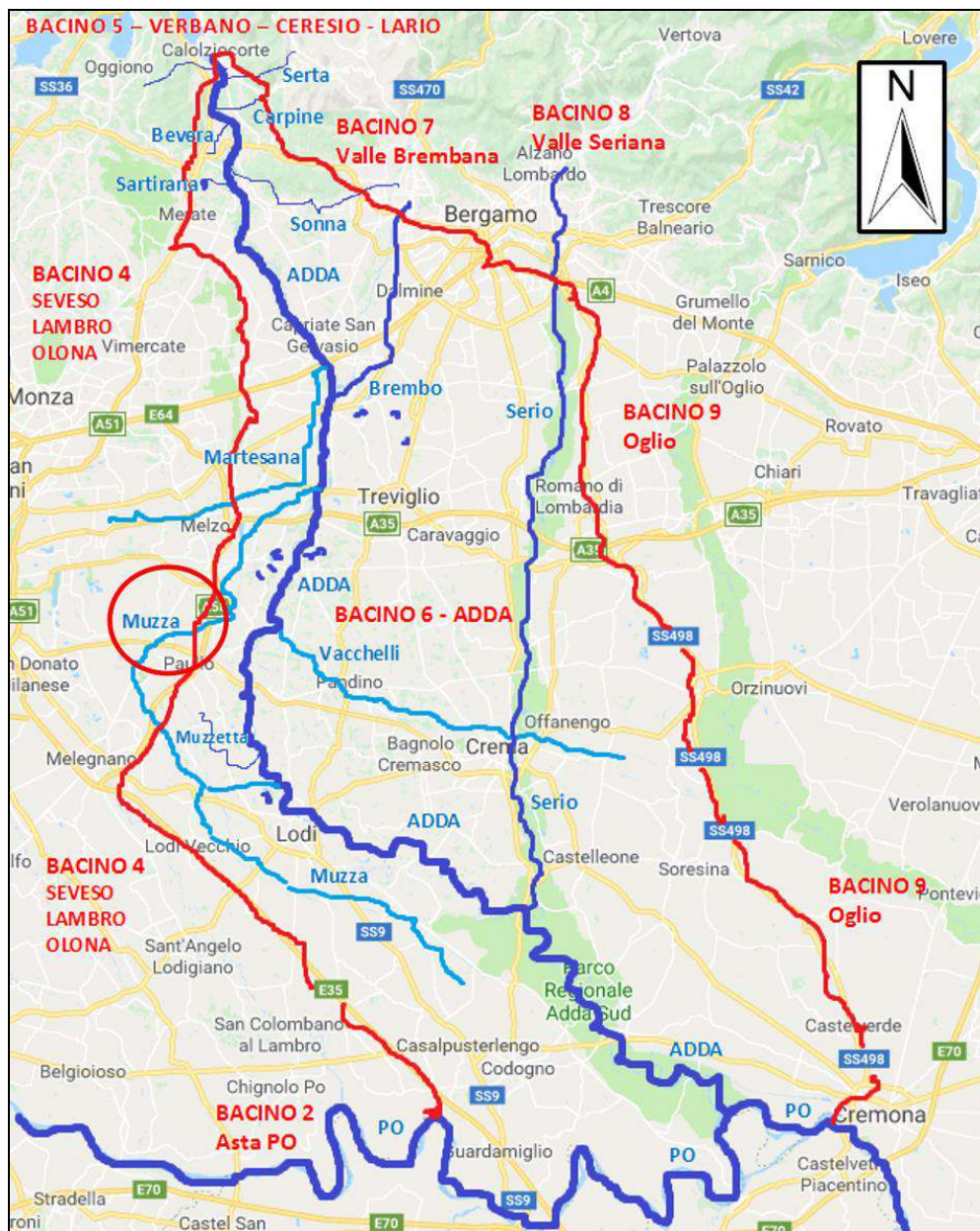


Figura 12: Reticolo idrografico principale della Provincia di Milano (area di studio in rosso) Fonte: Pescare nel bacino 4 "Seveso Lambro Olona" anno 2021 (<https://www.regione.lombardia.it/wps/wcm/connect/37ff48a8-bba5-422d-8948-382f33f02054/Prontuario+2021+Bacino+6+Adda+sub+lacuale.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=R00TWORKSPACE-37ff48a8-bba5-422d-8948-382f33f02054-nvYCx3K>).



Committente  STOGIT	Progettista 	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 25 di 82	<b>Rev.</b> 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

Si individuano inoltre la dorsale di Uboldo, tra Olona e Seveso (aree di Garbagnate e Senago) e più ad Est quella di Monza. (rif. **Stato delle acque sotterranee della provincia di Milano, ARPA Lombardia**).

La rete idrica superficiale, che condiziona l'infiltrazione delle acque, in questo settore è strettamente legata alle caratteristiche dei depositi superficiali ed alla morfologia dei terrazzi. La presenza di sedimenti limoso-argillosi a tetto dei depositi terrazzati non permette l'infiltrazione, se non localmente, delle acque superficiali che alimentano generalmente acquiferi di modeste dimensioni. Al contrario, in corrispondenza dei principali corsi d'acqua (Adda e Serio) che hanno inciso lo strato di alterazione impermeabile e le sottostanti unità grossolane, le acque superficiali alimentano gli acquiferi più importanti; in questo caso si ha un'alimentazione concentrata lungo le maggiori e più incise aste fluviali. I depositi alluvionali più recenti, infatti, a causa del ridotto o assente strato di alterazione superficiale, consentono una rapida infiltrazione delle acque meteoriche che alimentano la falda. (rif. **Note illustrative della carta geologica d'Italia alla scala 1: 50.000, foglio 118 – Milano, Servizio Geologico d'Italia – ARPA**).

Nel territorio est milanese, come nel resto della Pianura Padana, la diffusione di litotipi ad elevata permeabilità, la costituzione pianeggiante del terreno e l'abbondante alimentazione idrica, determinano la presenza di una considerevole circolazione idrica sotterranea. Questa ha luogo all'interno di una potente coltre alluvionale le cui caratteristiche litologiche e l'organizzazione stratigrafica complessa, funzione della giustapposizione di corpi sedimentari a differente grado di permeabilità, favoriscono la formazione di un acquifero multistrato, costituito cioè da più falde acquifere sovrapposte interdipendenti tra loro.

Seguendo le fonti bibliografiche e gli studi di carattere regionale, che riassumono le suddivisioni idrogeologiche tradizionali, nella successione litostratigrafica si possono riconoscere queste diverse unità idrogeologiche:

- Unità AP1 (alluvioni attuali e recenti, depositi fluvioglaciali wurmiani)

Costituita prevalentemente da sabbie e ghiaie. Ospita un acquifero freatico, caratterizzato da trasmissività da media ad elevata (intorno a  $10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s), tradizionalmente denominato il primo acquifero. All'interno di questa prima unità non sono presenti spessori elevati di materiali fini, perciò si può considerare l'intera unità come un'unica falda, in questo caso freatica. Lo spessore dell'unità, di poco superiore alla decina di metri nell'alta pianura, sale a qualche decina di metri (30–50 m) nella media e bassa pianura. Il bottom di questo primo acquifero è costituito da una sequenza di sedimenti argilloso-limosi di esteso sviluppo areale, ma caratterizzata da locali interruzioni, che possono mettere in contatto la falda freatica con le falde più profonde.

- Unità AP2 (depositi fluvioglaciali rissiani e mindeliani)

Si tratta di sedimenti ghiaioso - sabbiosi, con frequenti intercalazioni di argille, limi e rari conglomerati. Questi sedimenti ospitano un acquifero, tradizionalmente denominato il

	Progettista 	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 26 di 82	<b>Rev.</b> 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

secondo acquifero, che costituisce, con il primo acquifero, l'acquifero tradizionale. Questo è suddiviso a sua volta in diversi corpi idrici, parzialmente separati da intercalazioni limoso-argillose nell'alta pianura, che divengono nella media e bassa pianura più continue e potenti. Le falde del secondo acquifero hanno quindi carattere dell'unità AP1 (intorno a  $10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s). Lo spessore della successione varia da 80 m nell'alta pianura a 120 m della media e bassa pianura.

- Unità AP3 (argille, limi e torbe villafranchiane)

Si tratta di limi e argille di colore grigio, di potenza spesso decametrica, con subordinate intercalazioni di sabbie e ghiaie. Sono depositi di origine principalmente deltizio-lagunare, e transizionale, di età Pleistocenica. L'abbondanza d'intercalazioni di sedimenti argilloso-limosi arealmente continue, determina l'esistenza di corpi idrici separati, a carattere francamente confinato. La trasmissività è dell'ordine di  $10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s.

Tali depositi ospitano l'acquifero tradizionalmente denominato "acquifero profondo" o "terzo acquifero". La potenza della sequenza villafranchiana è valutata intorno a 150 m.

Nel territorio di studio la posizione del limite acque dolci/acque salmastre e salate si situa a profondità superiori ai 500 m/p.c. (Geologia degli acquiferi padani della regione Lombardia - Relazione tecnica, 2002), all'interno della formazione delle sabbie di Asti.

La classificazione della Regione Lombardia, individua 4 gruppi acquiferi. Facendo riferimento alla relazione geologica del PGT dei comuni entro cui si inserisce il progetto in esame, vengono distinte dalla più superficiale alla più profonda le unità riconosciute nel territorio studiato:

- GRUPPO ACQUIFERO A

È costituito da sabbie e ghiaie prevalenti, talora cementate, con subordinate intercalazioni di livelli limoso-argillosi. Gli spessori sono variabili, da pochi metri dal p.c. nelle porzioni settentrionali (Monza) a circa 50 metri di profondità nelle porzioni meridionali (Sesto S. Giovanni)

- GRUPPO ACQUIFERO B

È costituito da una successione di sedimenti sabbioso-ghiaiosi e sabbiosi e conglomerati a vario grado di cementazione con presenza di orizzonti, generalmente a limitata estensione laterale, sabbioso-limoso argillosi.

I livelli a conglomerato possiedono generalmente una permeabilità secondaria dovuta a sistemi di fratture che li attraversano.

Committente    STOGIT	Progettista 	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto  INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 27 di 82	<b>Rev.</b> 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

I gruppi acquiferi A e B descritti appartengono alla litozona ghiaioso-sabbiosa in cui è contenuto l'acquifero superficiale, sede della falda libera.

- GRUPPO ACQUIFERO C

È costituito da una successione di argille, talora fossilifere e torbose, caratterizzate da una discreta continuità laterale con intercalazioni sabbiose e ghiaiose. Il tetto di tale unità nell'area monzese è individuato alle profondità minime di 20 m e massime di circa 80 metri dal p.c.

Esso insieme al gruppo acquifero D appartengono alla litozona sabbioso-argillosa, al di sotto di cui è presente la litozona argillosa, a profondità crescenti da NE verso SO da 100 a oltre 250 m (rif. **Relazione di inquadramento geologico, idrogeologico e sismico, MM s.r.l.**)

Al fine di aggiornare i dati relativi alla falda freatica soggiacente il territorio comunale, è stata elaborata una carta delle isopiezometriche con i dati relativi a pozzi pubblici e privati ubicati in Settala e comuni limitrofi.

La carta, riportata in Figura 13, evidenzia su scala media (1: 10.000) una superficie piezometrica regolare con direzione prevalente NNW-SSE. Il gradiente medio è di circa 0,0031 con una diminuzione da nord verso sud.

Committente  STOGIT	Progettista 	COMMESSA NS/18012/R-01	UNITA' 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 28 di 82	Rev. 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

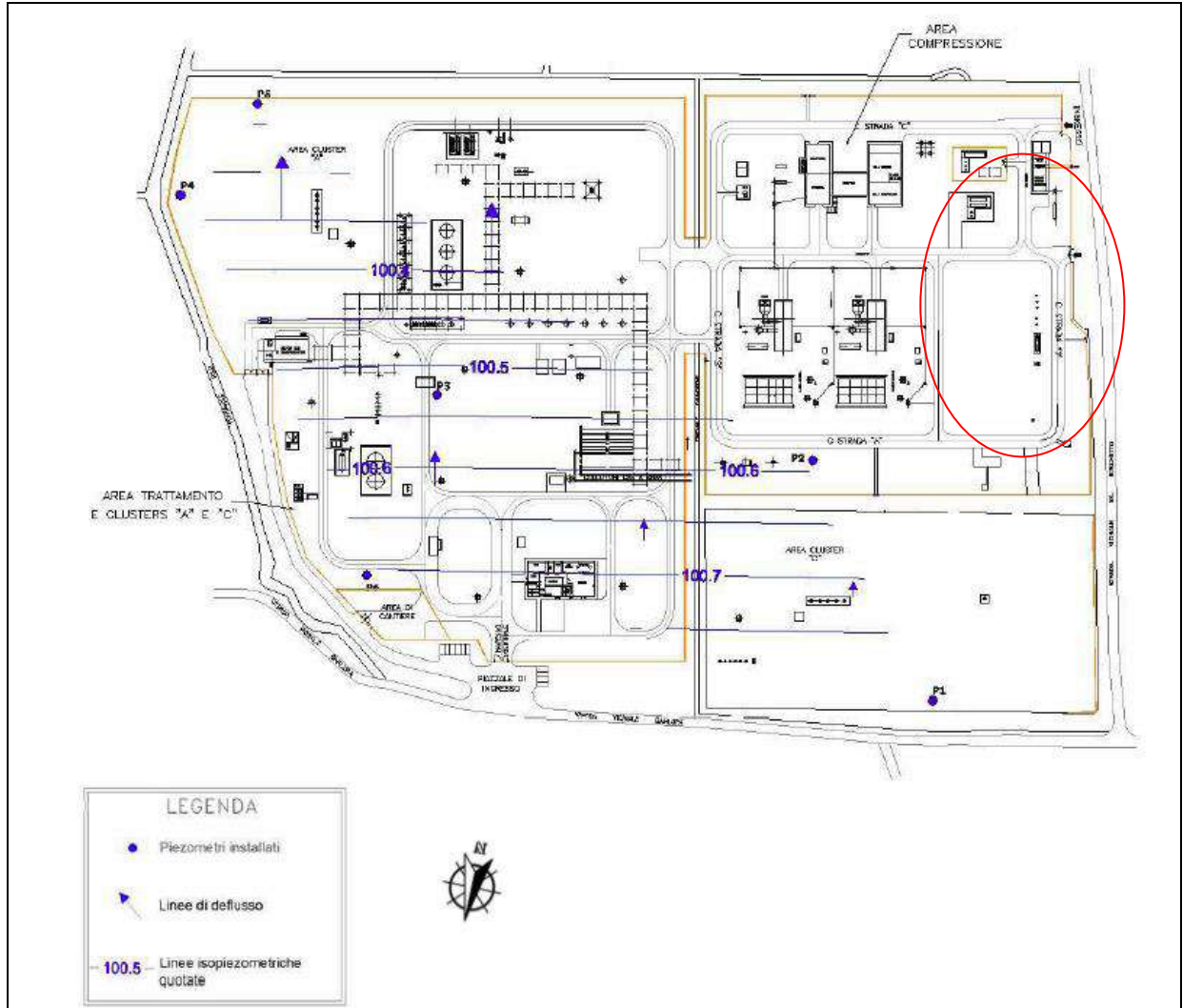


Figura 13: Stralcio Carta Idrogeologica di dettaglio desunta dalla rete piezometrica in riferimento allo studio ambientale SGM 2018 (area di studio in rosso).

Committente  <b>STOGIT</b>	Progettista 	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 29 di 82	<b>Rev.</b> 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

## 12. OPERE IN PROGETTO

La presente relazione è applicabile alle strutture progettuali da realizzare all'interno della centrale. In particolare sono previste diverse opere con le caratteristiche delle fondazioni di seguito riportate:

Fabbricato ELCO: l'edificio è fondato su 12 pali di lunghezza 16m e diametro 1m con interasse tra 4 e 6m. Sono previsti 12 plinti 1.4x1.4xm di altezza 1m, collegati da un cordolo a sezione quadrata 0.5x0.5m.

Fabbricato Sottostazione ELCO: si tratta di un edificio in c.a. con un piano terra ed uno interrato con piano interrato con fondazione tipo platea a -3.55m dal p.c. di dimensioni di circa 29x16m e spessore 0.5m. Da questa, oltre ai muri portanti si innalzano 8 pilastri 2.5x2.5m.

Fabbricato Media tensione: poggiato a -2.35m su una platea 15x6.7m di 0.5m di spessore, si compone di un piano interrato, in parte riempito con cls alleggerito, e di un primo piano.

Fondazioni dei filtri gas MS 301 e M3A-B: posizionati su 4 pali di lunghezza 15m e diametro 0.5m ad interasse di 1m. I pali sono collegati in testa da una platea di forma ottagonale di lato 1m e spessore 1m.

Fondazioni Cooler VFD: costituito da 8 pali di lunghezza 15m e diametro 0.5m disposti su 2 file ad interasse di 3.9m longitudinalmente e 3.25m lateralmente. Su ogni palo è presente un plinto di 0.6x0.6m e spessore 0.5m aventi 4 tirafondi e un cordolo di collegamento rafforzato tra le due file di pali.

Fondazioni Aircooler E-3A\_B: costituito da 18 pali di lunghezza 16m e diametro 0.5m su cui sono posti plinti 0.8mx0.8m e spessore 0.6m collegati da cordoli 0.4x0.6m e spessore 0.6m. L'interasse varia tra i 6.4m e i 4.2m.

Fondazioni Chiller HVAC: costituite da 4 pali di lunghezza 15m e diametro 0.5m, con platea 7.2x3.8m di spessore 1.5m.

## 13. INDAGINI GEOGNOSTICHE

La caratterizzazione e modellazione geologica è stata eseguita sia su base bibliografica e sia su ulteriori e specifiche indagini. La bibliografia tecnica disponibile si avvale delle diverse campagne geognostiche eseguite negli anni considerate, alla luce della quantità e diversificazione delle indagini, utili per l'identificazione dei diversi aspetti richiesti dalla normativa cogente. A tale proposito si riporta di seguito l'elenco delle varie campagne di studio e, per ciascuna di essa, delle indagini espedito.

PROGER S.r.l. (2008)

- n. 2 sondaggi geognostici eseguiti fino a 25 e 30 m (con n. 1 prova Down Hole) dal p.c.;
- n. 2 prove penetrometriche dinamiche DPSH.

GEOPLANNING S.r.l.(2014 e 2020)

- n. 2 sondaggi geognostici eseguiti fino a 25 e 30 m (con prova Down Hole) dal p.c.;

	Progettista 	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 30 di 82	<b>Rev.</b> 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

- n. 1 stesa sismica MASW;
- n. 1 misure di frequenza fondamentale del terreno HVSR.

S.G.M. S.r.l. (2018)

- n. 3 prove penetrometriche dinamiche superpesanti DPSH;
- n. 1 stesa sismica MASW;
- n. 1 misure di frequenza fondamentale del terreno HVSR.

Con riferimento alle informazioni da queste derivate ed in relazione al progetto in esame si è proceduto ad elaborare un ulteriore piano di indagini di dettaglio (riportato nel documento 0120-03-DARV-34124\_r0), che prevede le seguenti prove:

- esecuzione di n. 1 sondaggio a carotaggio continuo profondo 30 m denominato BH01 con prelievo di almeno n. 3 campioni (indisturbati nei terreni coesivi e rimaneggiati nei terreni granulari);
- esecuzione di prove penetrometriche S.P.T. in corrispondenza della perforazione BH01, con cadenza pari a 3 metri di perforazione fino alla profondità di 15 metri, cadenza pari a 6 metri per profondità maggiori di 15 metri da p.c.;
- esecuzione di n. 3 indagini DPSH;
- esecuzione di prove di laboratorio classiche, in campo statico, sui campioni prelevati;
- esecuzione di prove di laboratorio cicliche sui campioni prelevati.

Inoltre, preventivamente, è stato necessario eseguire le seguenti indagini con lo scopo di individuare interferenze e sottoservizi nel sottosuolo (rilevamento georadar e scavi esplorativi in corrispondenza dei punti d'indagine fino alla prof. di almeno 2 m dal p.c.).

Le indagini di laboratorio eseguite sui campioni prelevati ha previsto l'esecuzione di:

- n. 3 caratterizzazioni fisiche e granulometriche;
- n. 2 prove di taglio diretto.

Inoltre, per lo studio in campo dinamico, e quindi per lo studio di Risposta Sismica Locale, è stata eseguita n. 1 prova ciclica tipo "taglio torsionale ciclico" e n. 1 "prova di colonna risonante".

L'ubicazione delle indagini della nuova campagna geognostica e degli studi pregressi ritenuti più rappresentativi sono riportata in Figura 14.

Committente  STOGIT	Progettista 	COMMESSA NS/18012/R-01	UNITA' 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 31 di 82	Rev. 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

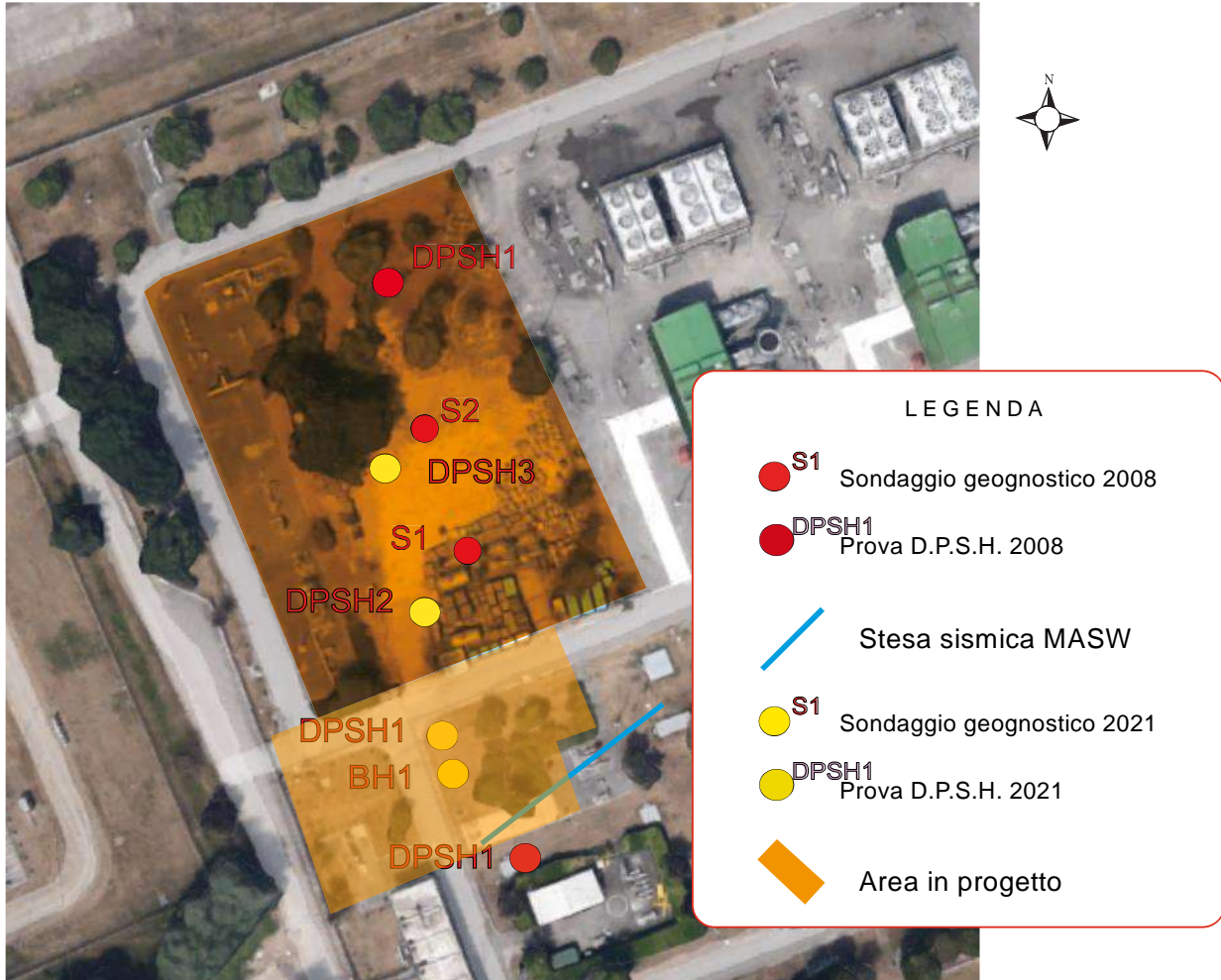


Figura 14: Ubicazione delle indagini eseguite

	Progettista 	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 32 di 82	<b>Rev.</b> 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

## 14. MODELLO GEOLOGICO

Il modello geologico relativo all'area studiata è stato redatto ai sensi del §6.2.1 delle NTC 18. Pertanto, la caratterizzazione e modellazione geologica rappresenta la ricostruzione concettuale della storia evolutiva del sito ottenuta mediante un preliminare lavoro bibliografico ed integrato mediante le risultanze della campagna geognostica eseguita.

Il modello geologico risultante è quindi una sintesi comprensiva dei seguenti aspetti:

- caratteristiche geologiche;
- successione stratigrafica locale;
- caratteristiche geostrutturali;
- processi morfoevolutivi e geomorfologici;
- caratteristiche idrogeologiche;
- sismo-tettonica.

In tal senso il modello geologico è stato elaborato in modo da inquadrare e supportare la problematica geotecnica relativa al progetto delle fondazioni dell'opera in progetto.

Il modello geologico è stato semplificato e schematizzato con un log stratigrafico ipotizzato fino a 30 m dal p.c., riportato schematicamente in Figura 15, e costituito dalle seguenti unità litostratigrafiche (descritte dalla più recente alla più antica):

- Unità 1: Terreno vegetale / di riporto eterometrico e coltre di alterazione superficiale costituita da sabbie e ghiaie limose sciolte di colore marrone scuro con spessore di 1,0-1.5 m circa;
- Unità 2: Limi argilloso-sabbiosi da sciolti/a bassa consistenza a moderatamente addensati. Spessore circa 3-4 m
- Unità 3: Sabbie e sabbie ghiaioso-limose sciolte. Spessore compreso tra circa 2 e 3 m
- Unità 4: Sabbie ghiaioso-limose e ghiaie sabbiose moderatamente addensate. Spessore compreso di circa 4 m
- Unità 5: Ghiaie con sabbie e ciottoli e sabbie limose addensate. Spessore di circa 5 m
- Unità 6: Ghiaie sabbiose con ciottoli molto addensate. Bedrock.

La falda a meno di variazioni stagionali è indicativamente stata rilevata tra circa 2 e 3 m dal piano campagna.



Committente  STOGIT	Progettista 	COMMESSA NS/18012/R-01	UNITA' 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 33 di 82	Rev. 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

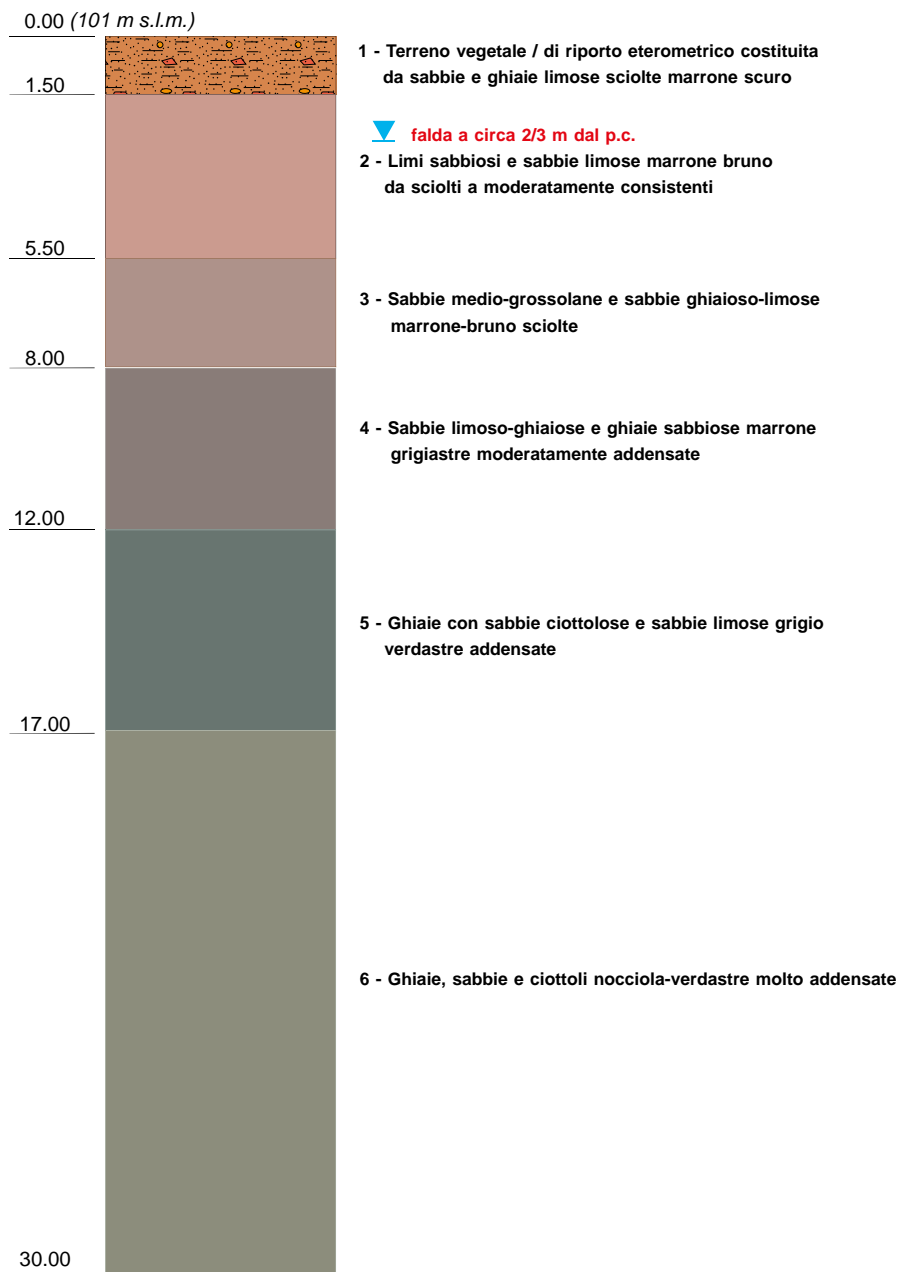


Figura 15: Sezione stratigrafica schematica

## 15. SISMICITA' DELL'AREA

La logica prestazionale adottata dalle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC18 – D.M. 17/01/2018) impone al progettista di affrontare e risolvere problematiche

Questo documento o disegno è proprietà della STOGIT e non potrà essere, a qualunque titolo, in tutto o in parte, direttamente o indirettamente, ceduto, riprodotto, copiato, divulgato o utilizzato senza la sua preventiva autorizzazione scritta, per fini e con modalità diversi da quelli per i quali è specificatamente fornito.

 <b>STOGIT</b>	Progettista 	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 34 di 82	<b>Rev.</b> 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

specialistiche, tra cui assume una particolare rilevanza la valutazione della stabilità geotecnico-sismica del sito di costruzione e del suolo di fondazione, con l'obiettivo ultimo di definire il rischio geotecnico nell'eventualità di un terremoto.

Un ruolo chiave nella caratterizzazione geotecnico-sismica dei suoli di fondazione occupa la stima della velocità di propagazione delle onde di taglio e conseguentemente del parametro  $V_{s,eq}$ , normativamente idoneo all'individuazione delle categorie di sottosuolo di riferimento, necessarie alla definizione dell'azione sismica di progetto mediante l'approccio richiesto dalle NTC18.

Nel presente capitolo è riportata la classificazione sismica del sito, la stima della velocità media di propagazione delle onde di taglio  $V_{s,eq}$ , l'individuazione della categoria del sottosuolo secondo la classificazione delle normative vigenti.

## 16. SISMICITA' STORICA

La sismicità storica dell'area in esame è stata analizzata consultando il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15 V4.0), nella versione del 2015, che elenca terremoti con intensità massima pari V e magnitudo  $M_w \geq 4.0$ , avvenuti dal 1000 al 2020, e il Data Base Macrosismico Italiano (DBMI15). Il DBMI15 contiene dati di intensità relativi a 4894 terremoti che fanno parte di CPTI15, compresi nello stesso intervallo temporale.

L'area di progetto è ubicata in un settore caratterizzato da bassa sismicità in cui l'intensità massima dei terremoti storici in un raggio di 10 km raramente supera il valore di 5 (Figura 15).

Committente  STOGIT	Progettista 	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 35 di 82	<b>Rev.</b> 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

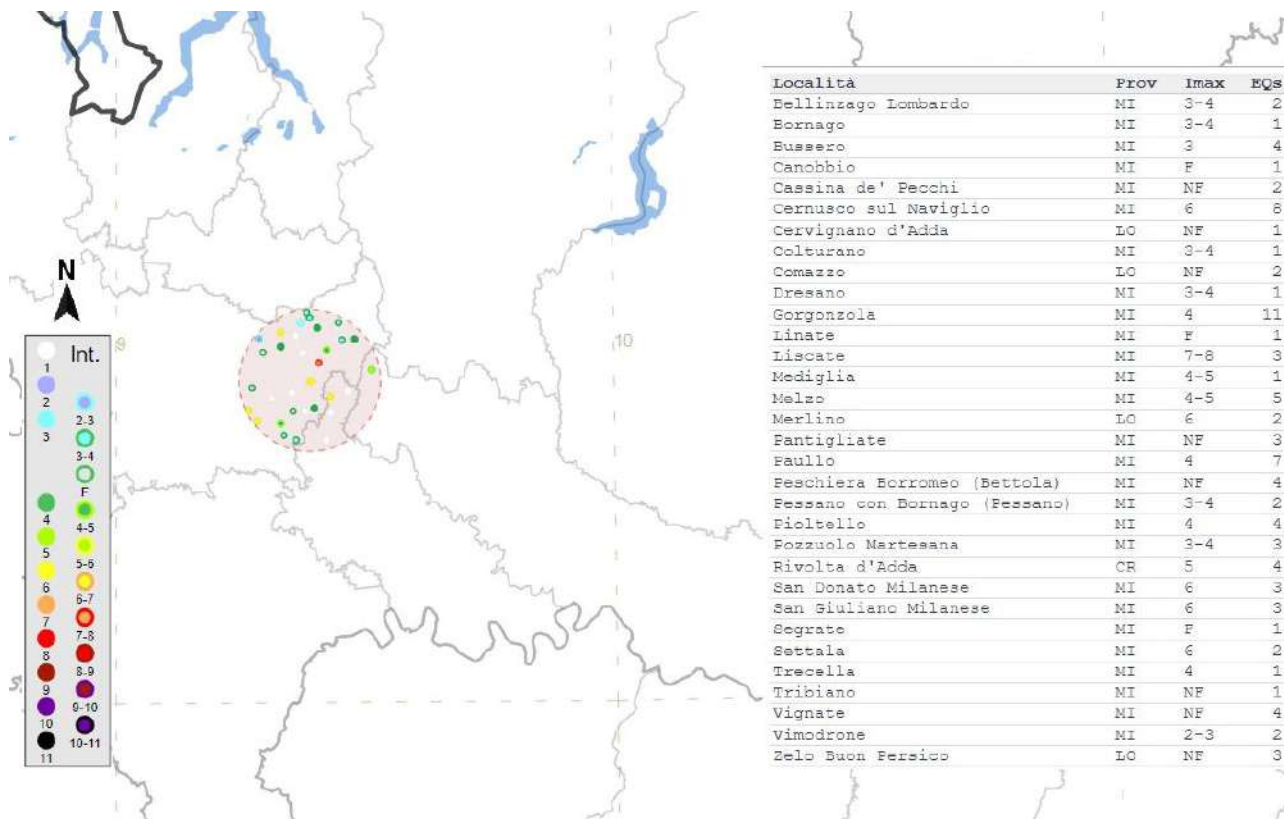


Figura 16: Distribuzione dei maggiori terremoti storici in un raggio di 10 km dal sito.

L'evento maggiore a scala regionale è quello del 1396 di Monza (Figura 1716).

Committente  STOGIT	Progettista 	COMMESSA NS/18012/R-01	UNITA' 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 36 di 82	Rev. 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

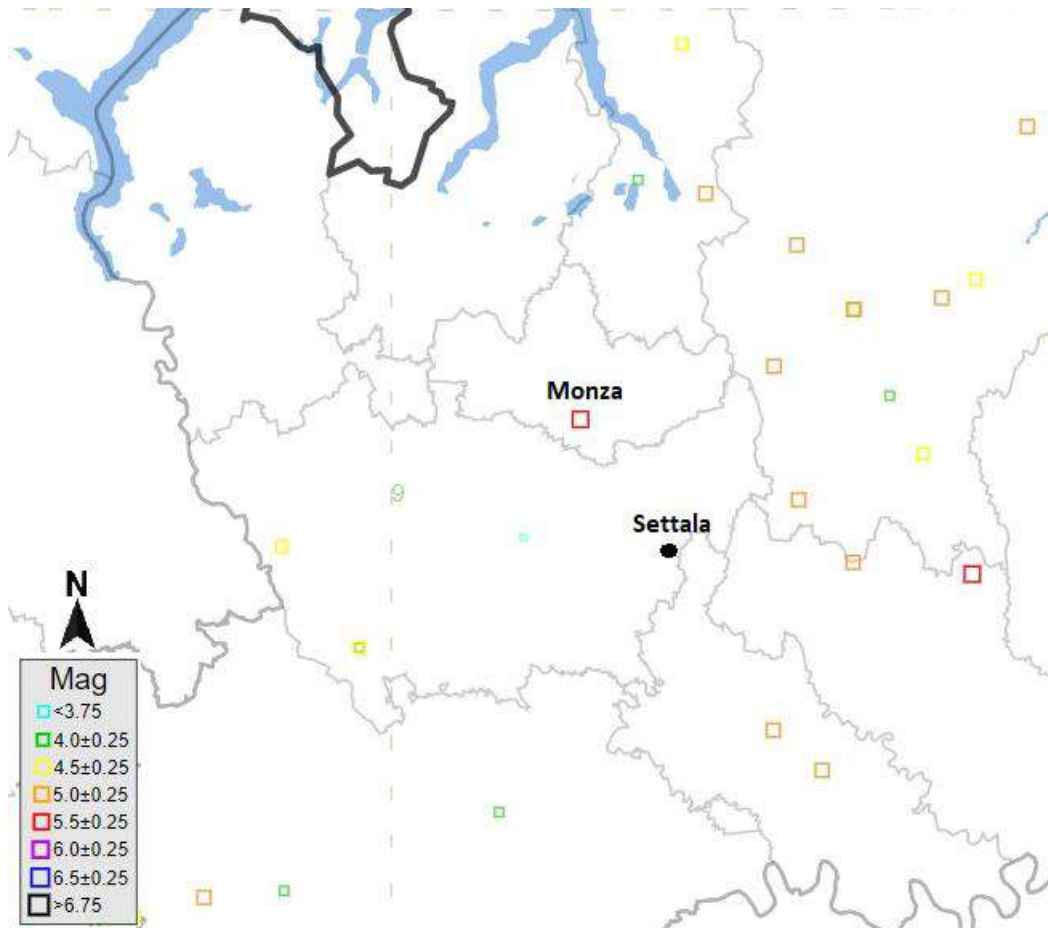


Figura 17: Distribuzione dei maggiori terremoti a scala regionale.

L'evento maggiore rappresentato è il terremoto del 1396 di Monza, con magnitudo momento  $M_w$  di 5,35. Nel XX secolo il terremoto di maggiore intensità risulta essere quello di Capriate San Gervasio, del 1979, con  $M_w$  di 4,85.

## 17. MAGNITUDO DI RIFERIMENTO

L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) ha mappato il territorio nazionale in zone sismogenetiche, tale mappatura, elaborata nel 2004, viene chiamata ufficialmente ZS9. La realizzazione della zonazione è basata su un modello cinematico di riferimento per il Mediterraneo centrale, sulle evidenze che emergono dai più recenti studi di tettonica attiva e sulla individuazione delle sorgenti sismogenetiche (tra i quali il Database of Potential Sources for Earthquakes Larger than  $M_{5.5}$  in Italy, DISS 3.3.0 Valensise e Pantosti, 2001)

Committente  STOGIT	Progettista 	COMMESSA NS/18012/R-01	UNITA' 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 37 di 82	Rev. 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

ZS9 (Figura 18) è composta di 36 aree poligonali, caratterizzate da comportamento tettonico e cinematico omogeneo e definite principalmente per l'utilizzo con metodi convenzionali di valutazione in termini probabilistici della pericolosità sismica.

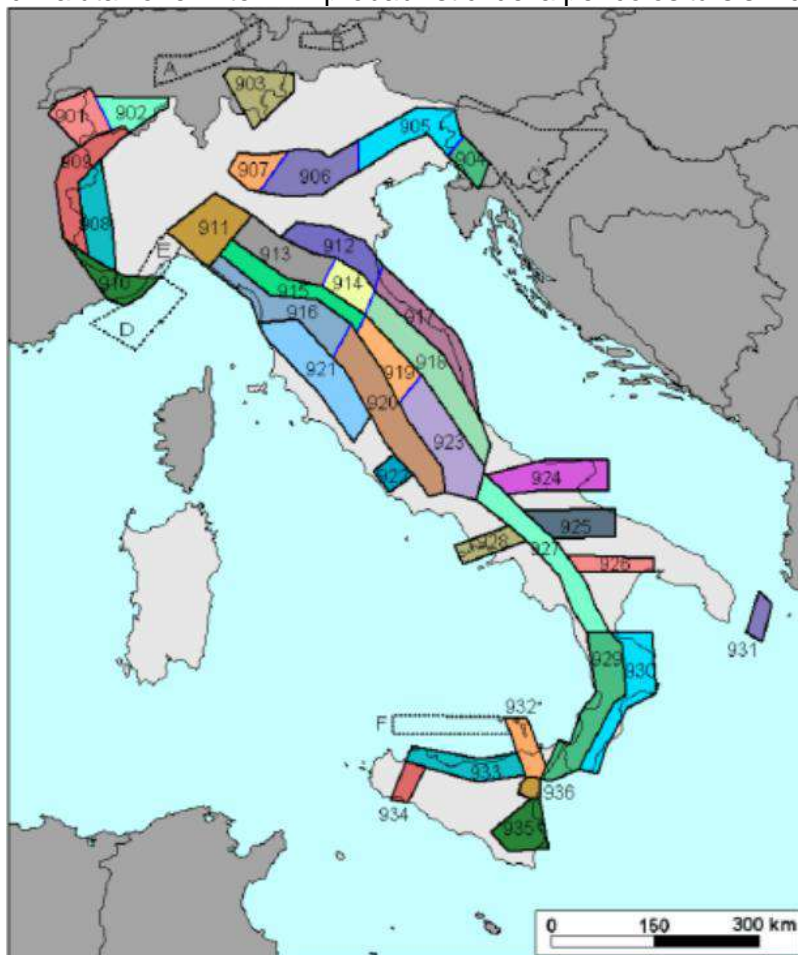


Figura 18: Zonizzazione sismogenetica ZS9 - Gruppo di lavoro per la redazione di pericolosità sismica (OPCM n. 3274) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

Come si evince dalla Figura 19, il comune di Settala (MI) non rientra in alcuna zona sismogenetica.

Committente  STOGIT	Progettista 	COMMESSA NS/18012/R-01	UNITA' 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 38 di 82	Rev. 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

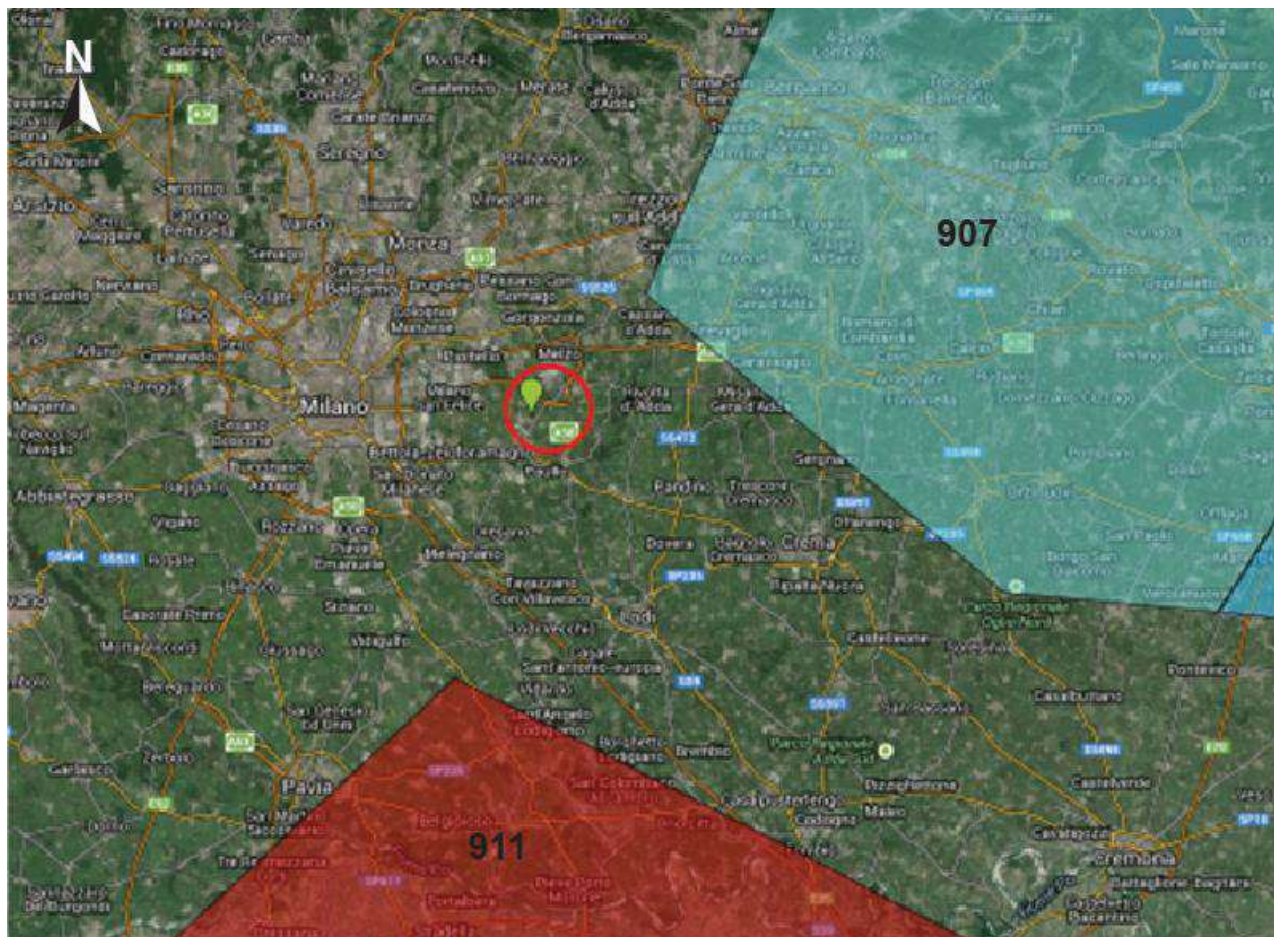


Figura 19: Zonizzazione sismogenetica ZS9 - Gruppo di lavoro per la redazione di pericolosità sismica (OPCM n. 3274) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Per la definizione della magnitudo del sisma atteso, non essendo possibile utilizzare in modo diretto il metodo basato sulla zonazione sismogenetica del territorio italiano (ZS9), si è ritenuto opportuno utilizzare il metodo della disaggregazione della pericolosità sismica, sulla base delle mappe interattive di pericolosità sismica pubblicate nel sito <http://esse1-gis.mi.ingv.it/> in relazione al progetto S1 dell'I.N.G.V. Tale procedura permette di valutare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità del sito in termini di magnitudo (M) e distanza (R), ovvero permette di determinare il terremoto di scenario, inteso come l'evento di magnitudo M a distanza R dal sito di intervento che contribuisce maggiormente alla pericolosità sismica del sito stesso.

Come mostrato in Figura 20, dall'analisi della disaggregazione si ottengono valori medi (media pesata) del terremoto di scenario di magnitudo  $M_w = 4,90$ .

Questo documento o disegno è proprietà della STOGIT e non potrà essere, a qualunque titolo, in tutto o in parte, direttamente o indirettamente, ceduto, riprodotto, copiato, divulgato o utilizzato senza la sua preventiva autorizzazione scritta, per fini e con modalità diversi da quelli per i quali è specificatamente fornito.

Committente  STOGIT	Progettista 	COMMESSA NS/18012/R-01	UNITA' 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 39 di 82	Rev. 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

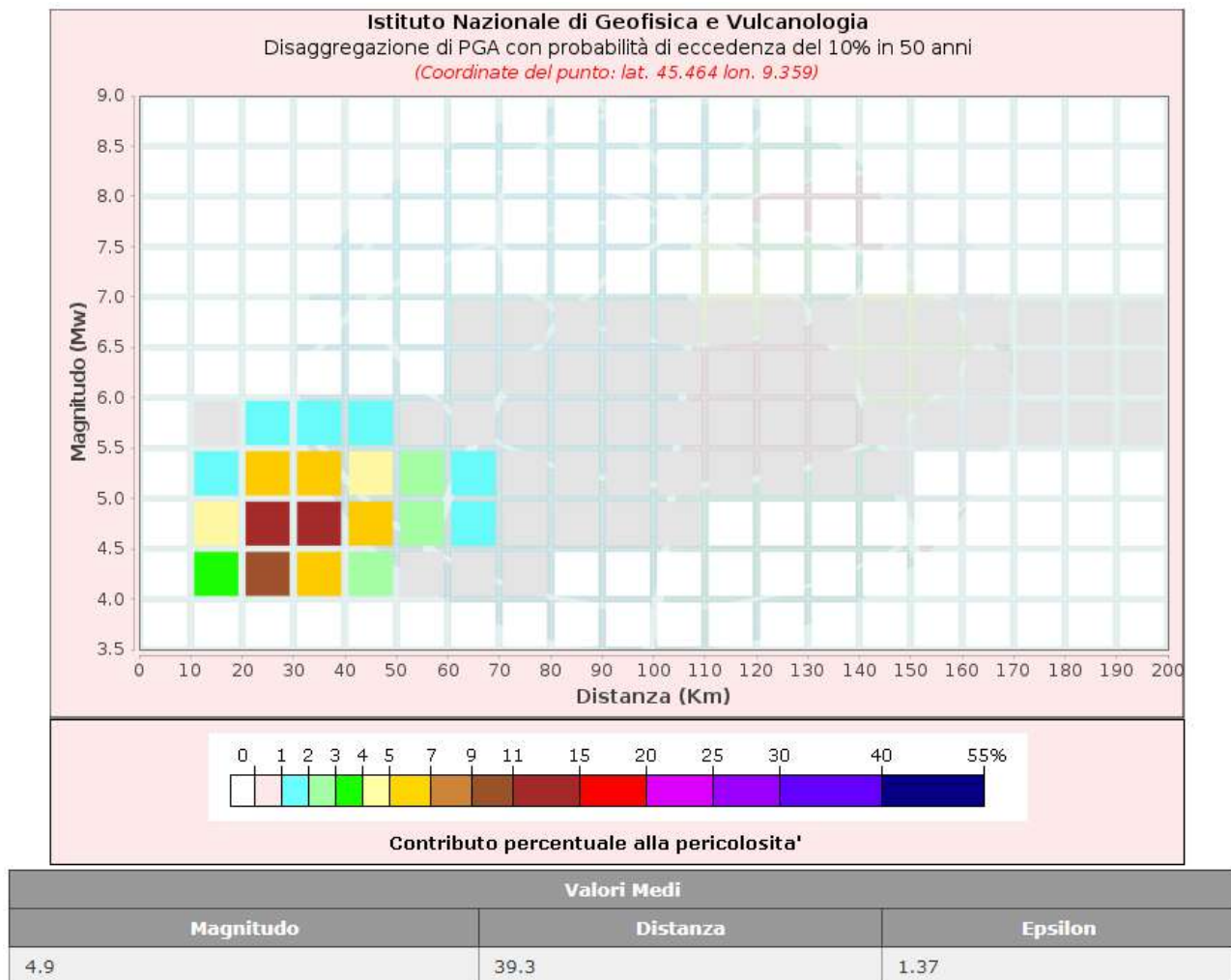


Figura 20: Disaggregazione del valore di  $a(g)$  e Magnitudo di scenario

## 18. FAGLIAZIONE ATTIVA E CAPACE

La deformazione crostale si distribuisce lungo sistemi di faglie riconoscibili in superficie e talvolta sepolte che si manifestano con eventi sismici. Le numerose osservazioni sinora effettuate indicano che il fenomeno della fagliazione superficiale diviene comune per terremoti crostali a partire da magnitudo intorno a 5.5-6, con rigetti e lunghezze di rottura sempre maggiori all'aumentare della magnitudo. Studi paleosismologici hanno consentito di riconoscere tali sistemi lungo varie strutture tettoniche individuando possibili faglie capaci e

 <b>STOGIT</b>	Progettista 	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 40 di 82	<b>Rev.</b> 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

attive. Di conseguenza l'individuazione delle faglie attive e capaci è di fondamentale importanza. Per faglia attiva, in accordo con quanto stabilito negli ICMS, si intende una faglia che si è attivata almeno una volta negli ultimi 40.000 anni ed è considerata capace una faglia attiva che raggiunge la superficie topografica producendo una frattura del terreno ovvero deformazioni in superficie.

Le conoscenze riguardanti i sistemi di fagliazione attiva risultano sintetizzate all'interno di due database principali e che riguardano l'intero territorio nazionale:

- Database of Individual Seismogenic Sources (DISS, INGV)
- Database ITaly HAZard from CApable faults (ITHACA, ISPRA).

### 18.1. Database D.I.S.S

Il database DISS raggruppa tutte le informazioni relative a faglie attive, pieghe attive, sorgenti sismogenetiche individuali, sorgenti sismogenetiche composite. Va sottolineato come il DISS si interessi esclusivamente di censire strutture primarie, cioè di quelle faglie che, prendendo in carico la maggior parte della deformazione tettonica e muovendosi in profondità, causano i terremoti principali e il relativo scuotimento. È ben noto che a queste strutture primarie possono essere associate in superficie una o più faglie secondarie, queste ultime non sono riportate nel Database.

L'intervento oggetto del presente studio ricade ai margini della ITCS115 Western S-Alps external thrust shallow-west (Figura 21).



Committente  STOGIT	Progettista 	COMMESSA NS/18012/R-01	UNITA' 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 41 di 82	Rev. 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

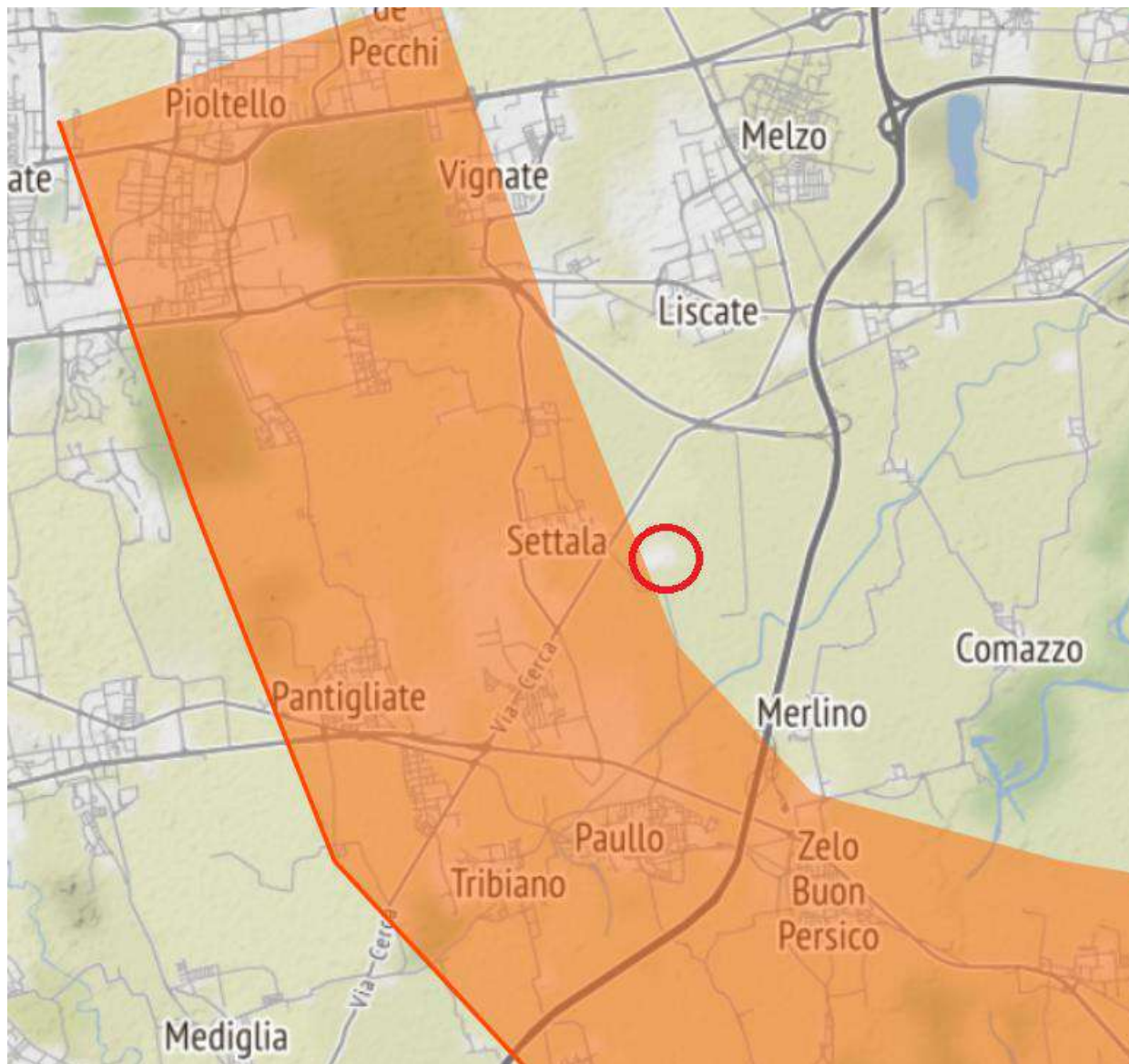


Figura 21: Stralcio DISS versione 3.2.1 (INGV) con indicata l'area in esame.

La sorgente sismogenetica ha i seguenti parametri (Figura 22).

 <b>STOGIT</b>	Progettista 	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 42 di 82	<b>Rev.</b> 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

Parameter		Quality	Evidence
Min depth [km]	2.0	OD	Based on subsurface geological and geophysical data from various authors.
Max depth [km]	6.0	OD	Based on subsurface geological and geophysical data from various authors.
Strike [deg] min... max	215...340	OD	Based on subsurface geological and geophysical data from various authors.
Dip [deg] min... max	25...50	OD	Based on subsurface geological and geophysical data from various authors.
Rake [deg] min... max	80...100	EJ	Inferred from geological and active stress data.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.1000... 0.5000	EJ	Unknown, values assumed from geodynamic constraints.
Max Magnitude [Mw]	6.2	ER	Estimated from Leonard's (2014) scaling relations.

LD=Literature Data; OD=Original Data; ER=Empirical Relationship; AR=Analytical Relationship; EJ=Expert Judgement

Figura 22: Informazioni parametriche ITCS115.

Questa sorgente composita appartiene al fronte thrust più esterno delle Alpi Meridionali nella pianura lombarda ed è stata individuata nell'ambito delle ricerche sviluppate durante il progetto europeo GeoMol.

L'elemento principale utilizzato per l'interpretazione della geometria delle sorgenti sismogenetiche in questo settore della Pianura Padana è la presenza di due principali strati di distacco all'interno della successione stratigrafica tagliata dalle faglie thrust delle Alpi meridionali. I due orizzonti di distacco sono uno più profondo situato alla sommità delle evaporiti triassiche (o alla base della sequenza carbonatica mesozoica), e uno meno profondo situato alla base dei depositi di avanfossa gonfolitici. Quest'ultimo, nell'area tra Milano e Mantova, diventa meno profondo verso est seguendo la geometria poco profonda del bacino che ha ospitato i sedimenti. Come conseguenza della presenza dei due orizzonti di distacco, il fronte esterno delle Alpi meridionali è caratterizzato da un grande thrust profondo che taglia la sequenza carbonatica mesozoica e da thrust poco profondi che si sono sviluppati all'interno dei depositi di avanfossa delle Gonfoliti. Quindi il fronte di spinta esterno delle Alpi meridionali è ora geometricamente come segmentato verso il basso con fonti separate: una corrispondente alla spinta più profonda e due alle spinte meno profonde, formando due piccoli

Committente  <b>STOGIT</b>	Progettista 	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 43 di 82	<b>Rev.</b> 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

archi. Questi ultimi, poiché il loro distacco si sta riducendo verso est, hanno anche un'ampiezza ridotta verso il basso nella stessa direzione.

Questa sorgente composita è la più occidentale e più grande delle due strutture poco profonde, e ospita la sorgente sismogenetica individuale del terremoto della Valle dell'Oglio del 1802. Nel complesso i cataloghi dei terremoti mostrano una scarsa distribuzione di sismicità in questa regione, tranne che per il suddetto terremoto avvenuto il 12 maggio 1802 (Mw 5.9) nella valle dell'Oglio.

## 18.2. Database ITHACA

Il database ITHACA di ISPRA, tiene conto delle faglie capaci, ovvero delle faglie attive che potenzialmente possono generare deformazione tettonica permanente in superficie.

Le faglie capaci vengono mappate e caratterizzate in ITHACA sulla base dei dati disponibili in letteratura, dopo una attenta revisione critica. Ne consegue che ITHACA:

- non rappresenta la totalità delle faglie capaci presenti sul territorio nazionale, ma solo quelle per le quali esiste uno studio e quindi un riferimento bibliografico;
- non ha una copertura omogenea a livello nazionale. Il dettaglio è funzione della qualità delle indagini che sono state effettuate (rilevabile dal campo study quality) e della scala alla quale è stato pubblicato il dato, indicata nel campo mapping scale, presente nella Scheda descrittiva associata ad ogni faglia. A tal riguardo, la risoluzione massima a cui poter utilizzare il dato non deve essere superiore alla mapping scale;

Il Catalogo ITHACA fornisce una prima indicazione sull'eventuale presenza di faglie attive e capaci in un determinato territorio, ma non può essere utilizzato per la loro caratterizzazione di dettaglio.

## 19. CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SOTTOSUOLO SECONDO IL DM 17/01/2018

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2. Il NTC 18 (v. Tab. seguente), si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio,  $V_s$ . I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità  $V_s$  per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo. I valori di  $V_s$  sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di

Committente  STOGIT	Progettista 	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 44 di 82	<b>Rev.</b> 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{S,eq}$  (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

Dove:

- $h_i$  = spessore in metri dell'i-esimo strato;
- $V_{S,i}$  = velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
- $N$  = numero di strati
- $H$  = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{S,eq}$  è definita dal parametro  $V_{S,30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Per il lavoro in oggetto si è quindi fatto riferimento a tale valore di velocità equivalente riferito al parametro  $V_{S,30}$ , potendo classificare il sottosuolo con riferimento (Figura 23) alla Tabella 3.2.II delle NTC18, diseguito riportata.

**Tab. 5.2 – Categorie di sottosuolo secondo il D.M. 17/01/2018 (Tabella 3.2.II)**

Categoria	Descrizione	$V_{S,30}$ (m/s)
<b>A</b>	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.	> 800

Committente  STOGIT	Progettista 	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 45 di 82	<b>Rev.</b> 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

<b>B</b>	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>	360 ÷ 800
<b>C</b>	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s).</i>	180 ÷ 360
<b>D</b>	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>	100 ÷ 180
<b>E</b>	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m</i>	---

Figura 23: Categorie di sottosuolo

Le prove geofisiche effettuate nell'area oggetto di studio di cui si riassumono di seguito i risultati delle prove eseguite dalla Geoplanning (2020) nell'area limitrofa a quella in esame (Cluster A):

PROVA ID	Vs
MASW 1A	331 m/s
DOWN HOLE	336 m/s

(hanno permesso una valutazione diretta della velocità di propagazione delle onde sismiche. Dall'elaborazione dei dati registrati (Prova Down Hole e Prova MASW 2008) è emersa una  $V_{S30}$  media di circa 350 m/s come peraltro congruente con i valori  $N_{S.P.T.}$  che nel complesso risultano prevalentemente compresi tra 15 e 50 colpi.

Di conseguenza il suolo risulta appartenente alla Categoria C: "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s)".

Committente  STOGIT	Progettista 	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 46 di 82	<b>Rev.</b> 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

## 20. VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI FENOMENI DI LIQUEFAZIONE

Secondo la definizione data nell'Eurocodice 8 e dall'OPCM 3274/2003:

*“la liquefazione denota una diminuzione di resistenza a taglio e/o di rigidità causata dall'aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo durante lo scuotimento sismico, tale da generare deformazioni permanenti significative o persino l'annullamento degli sforzi efficaci nel terreno.”*

Nel contesto considerato, il problema principale che si pone in fase di progettazione è la suscettibilità alla liquefazione quando la falda freatica si trova in prossimità della superficie ed il terreno di fondazione comprende strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, anche se contenenti una frazione fine limo-argillosa. In altre parole è necessario valutare il potenziale di liquefazione del terreno ove deve essere realizzata la costruzione.

Le ricerche che hanno portato all'evoluzione delle conoscenze dei parametri più significativi ed alla formulazione di metodi empirici e di analisi dinamica hanno preso avvio a partire dai terremoti di Nijgata dell'Alaska (1964).

Sono emersi così i primi criteri empirici di previsione, basati sulle caratteristiche granulometriche e sullo stato di addensamento; a tali criteri hanno fatto seguito metodi più raffinati e complessi capaci di tenere conto di un numero di parametri sempre più elevato.

Il quadro dei metodi oggi disponibili è quanto mai vario e va da criteri basati su soli dati geologici qualitativi (età del deposito, origine, stratigrafia, profondità della falda, ecc.) a metodi di analisi dinamica molto sofisticati, basati sulla valutazione della pressione effettiva della risposta sismica locale e su complesse prove di laboratorio.

Questi metodi si basano sul confronto fra le sollecitazioni di taglio che producono liquefazione e quelle indotte dal terremoto, ovvero fra gli stati tensionali che producono liquefazione o livelli di deformazione critici e gli stati tensionali indotti dalle onde sismiche nella loro propagazione. A tal fine richiedono la determinazione di parametri relativi sia all'evento sismico sia ai terreni di fondazione, valutati questi ultimi o con prove di laboratorio o con prove in situ; la loro applicazione richiede quindi:

- la valutazione della resistenza del terreno agli sforzi di taglio ciclici in condizioni non drenate, mediante correlazioni basate su prove in situ e/o di laboratorio;
- calcolo delle sollecitazioni di taglio indotte dall'evento sismico di riferimento.

La valutazione quantitativa del rischio liquefazione viene quindi fatta dal confronto fra le tensioni indotte nel terreno dall'evento sismico e la capacità di resistenza alle azioni dinamiche del terreno.

Committente  STOGIT	Progettista 	COMMESSA NS/18012/R-01	UNITA' 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 47 di 82	Rev. 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

## 21. VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI LIQUEFAZIONE DEL SITO

Il pericolo liquefazione deve essere accertato in base alla possibilità di **concomitanza** di:

- **fattori scatenanti** (caratteristiche dei terremoti attesi: sismicità della zona);
- **fattori predisponenti** (susceptibilità dei terreni: presenza di banchi di terreni incoerenti poco addensati e presenza di falda).

Le normative che regolano la materia sono:

- O.P.C.M. 3274/03;
- D.M. 17/01/2018 (NTC18).

Proprio in relazione a quest'ultima normativa citata, prima della vera e propria verifica della susceptibilità di liquefazione, le NTC propongono una griglia di casi per i quali il sito d'indagine non presenta possibilità di liquefazione dei terreni.

In particolare, le NTC recitano che: **La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:**

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N1)_{60} > 30$  oppure  $qc1N > 180$  dove  $(N1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $qc1N$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 24 (a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  ed in Figura 24 (b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$

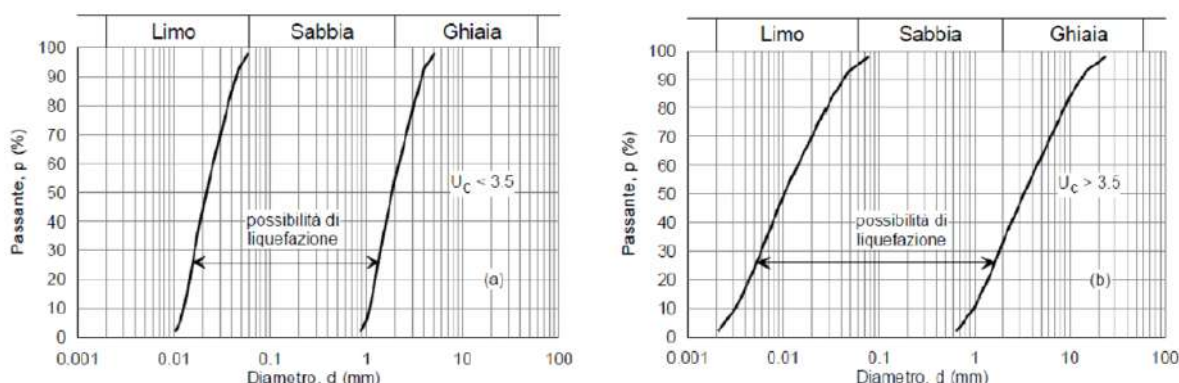


Figura 24: Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione (tratto Figura 7.11.1 (a) e (b) del D.M. 17/01/2018)

 <b>STOGIT</b>	Progettista 	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 48 di 82	<b>Rev.</b> 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

Ai sensi dell'art. 2.3 dell'Allegato 4 dell' O.P.C.M. 3274/03 la verifica della suscettibilità a liquefazione può essere omessa quando:

- *il terreno sabbioso saturo si trova a profondità superiore a 15 m dal piano campagna;*
- *$a_g < 0,15g$  e al contempo lo strato granulare da verificare soddisfi almeno una delle seguenti condizioni:*
  1. *contenuto di argilla superiore al 20% con indice di plasticità  $> 10$ ;*
  2. *contenuto di limo superiore al 35% e resistenza  $N1(60) > 20$ ;*
  3. *frazione fine trascurabile e resistenza  $N1(60) > 25$*

*dove  $N1(60)$  è il valore della resistenza penetrometrica  $N_{SPT}$  misurato in una prova Standard Penetration Test, normalizzato ad uno sforzo efficace di confinamento e ad un fattore di rendimento energetico 0,6 nell'esecuzione della prova.*

Quando nessuna delle precedenti condizioni è soddisfatta, la suscettibilità alla liquefazione deve essere verificata come minimo mediante i metodi generalmente accettati dall'ingegneria geotecnica, basati su correlazioni di campagna tra misure in sito e valori critici dello sforzo ciclico di taglio che hanno causato liquefazione durante terremoti passati.

In relazione alle caratteristiche sismiche del sito indagato, in particolare in relazione alle caratteristiche di magnitudo, accelerazione riportate ai paragrafi 5.1 e 5.2 del presente documento, nonché viste le caratteristiche litostratigrafiche sito specifiche in cui si osserva la presenza di materiali granulari, per lo più ghiaie ad addensamento medio-alto, nella porzione di terreno satura, si ritiene in prima ipotesi che il sito non possa essere soggetto a liquefazione (considerazioni analitiche sono trattate nella relazione geotecnica 0120-03-DARV-34064 r0).

## 22. STUDIO DI RISPOSTA SISMICA LOCALE

Secondo il §3.2 delle NTC 18, le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito in esame e sono funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la "risposta sismica locale".

Lo studio della Risposta Sismica Locale, nella presente relazione, è stato redatto in conformità al § 7.11.3.1 delle NTC 18 ed il modello sismostratigrafico del terreno è stato ricavato sulla base del modello geologico interpolato con i risultati delle indagini geofisiche e geognostiche. Il modello sismostratigrafico così ottenuto, è stato successivamente elaborato mediante il codice di calcolo LSR 2D, applicandovi come dato di input storie temporali naturali, definite al §3.2.3.6 delle NTC 18. Queste hanno lo scopo di analizzare gli effetti in superficie come richiesto dai §7.11.3.2 e §7.11.3.3 quantificando quindi le modifiche che un segnale sismico subisce a causa dei fattori anzidetti rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.



Committente  STOGIT	Progettista 	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 49 di 82	<b>Rev.</b> 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

Le analisi numeriche, che permettono di valutare gli effetti di sito nella propagazione delle onde sismiche, possono essere di tipo monodimensionali, bidimensionali e tridimensionali a seconda dell'omogeneità spaziale del modello di riferimento che, ovviamente, rappresenta le condizioni di sito. In questo studio è stato utilizzato il codice di calcolo LSR 2d che consente di effettuare le prime due analisi nel dominio del tempo, eseguendo una discretizzazione del modello sismogenetico attraverso gli elementi finiti e la risoluzione del sistema utilizzando il metodo lineare equivalente. Questo, come altri metodi simili, propone una soluzione determinando le modifiche che, in termini di ampiezza, durata e contenuto in frequenza, un segnale sismico (espresso nel dominio del tempo sottoforma di accelerazioni, velocità o spostamenti, o nel dominio della frequenza,  $\omega$ , come spettro di Fourier o spettro di risposta, F,) subisce una volta che raggiunto il bedrock attraversa un deposito raggiungendo la superficie.

Il comportamento dei terreni, sotto l'effetto di carichi ciclici però, è molto complesso ed è caratterizzato da una marcata non linearità a causa di fenomeni di accumulo di deformazioni permanenti, dissipazione di energia, degradazione progressiva delle caratteristiche geomeccaniche e condizioni di drenaggio. Il modello lineare equivalente semplifica la trattazione del problema non lineare con leggi costitutive semplificate come l'approccio visco-elastico lineare equivalente. Questo studia il comportamento tra tensione e deformazione del terreno basandosi sul modello di Kelvin-Voigt, in cui analiticamente il modulo di taglio e il rapporto di smorzamento sono variabili dipendenti dall'ampiezza della deformazione a taglio senza considerare alcuni importanti fenomeni fisici come il rammollimento. La legge costitutiva di questo modello lega la tensione  $\tau$  alla deformazione  $\gamma$  e dalla sua derivata  $\gamma'$ , secondo la relazione

$$\tau = G\gamma + \eta \gamma'$$

In questa equazione  $G$  è il modulo di taglio e  $\eta$  è la viscosità del mezzo. Per semplicità il modulo di taglio  $G$  è preso considerando il modulo di taglio secante  $G_s$  espresso dal rapporto

$$G_s = \tau_c / \gamma_c$$

Graficamente la legge sforzi deformazione è espressa dalla relazione (Figura 25)

$$dt/d\gamma = G_s(\gamma) + \gamma * dG_s/d\gamma \geq 0$$

Committente  STOGIT	Progettista 	COMMESSA NS/18012/R-01	UNITA' 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 50 di 82	Rev. 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

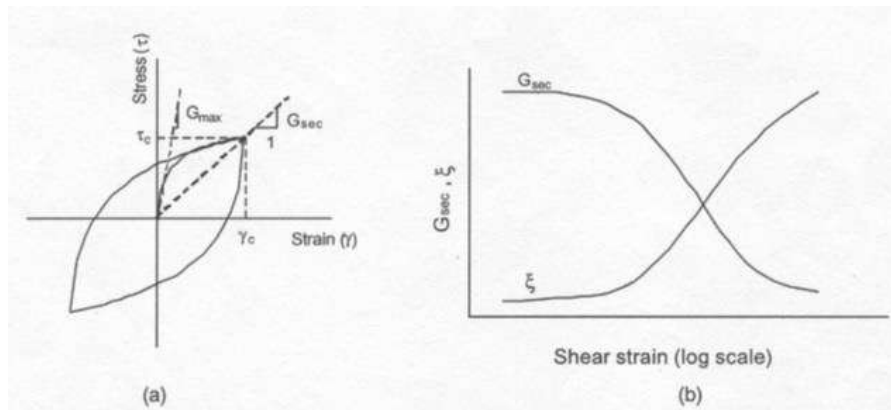


Figura 25: a) curva tensioni-deformazioni, b) variazione del modulo.

Un altro parametro fondamentale del modello è il coefficiente di smorzamento che tiene conto della dissipazione dell'energia durante i cicli d'isteresi carico/scarico. Il coefficiente di smorzamento D è definito come:

$$D = (1/4\pi) * (\Delta W_{diss} / W_{max})$$

In cui  $\Delta W_{diss}$  è la quantità di energia dissipata per unità di volume dal terreno durante un ciclo e  $W_{max}$  è la massima energia di deformazione per unità di volume immagazzinata dal terreno durante lo stesso ciclo.

La risoluzione delle leggi costitutive visco-elastiche avviene attraverso una metodologia iterativa all'interno di una discretizzazione del modello sismostratigrafico agli elementi finiti. Il programma risolve l'equazione del moto nel dominio del tempo con la soluzione integrale di Newmark utilizzando come input un'accelerazione alla base. Lateralmente invece vengono impostate le condizioni di free-field rappresentate da una geometria indefinita e dalla presenza di smorzatori viscosi.

## 23. ANALISI COMPUTAZIONALE

Il sistema d'equazioni è risolto rispetto ad una sollecitazione applicato al bedrock, questa è caratterizzata attraverso l'individuazione di 7 accelerogrammi, risolti separatamente, per ogni stato limite considerato e applicato al modello sismogenetico. Il moto sismico è specificato attraverso due componenti X-Z nel dominio del tempo, ma nel caso in esame, la componente Z è pari a zero non essendoci le condizioni espresse nel §7.2.2 delle NTC 18.

L'analisi avviene attraverso una procedura iterativa con l'aggiornamento dei parametri di rigidità e smorzamento alla fine di ogni ciclo concludendosi al raggiungimento di un prefissato criterio di convergenza. Oltre alla definizione del moto sismico, ciascun sismostrato deve essere caratterizzato attraverso le curve  $G = G(\gamma)$  e  $D = D(\gamma)$  che possono

Committente  <b>STOGIT</b>	Progettista 	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 51 di 82	<b>Rev.</b> 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

derivare dalla letteratura tecnica o da prove di laboratorio dinamiche. Il sistema è risolto imponendo dei valori iniziali del modulo di taglio e del fattore di smorzamento a livello di piccole deformazioni ( $G_0$  e  $D_0$ ) per poi calcolare la risposta dinamica del suolo e la valutazione della deformazione massima a taglio in ogni strato ( $\gamma_1$ ). Da questo valore si aggiornano i parametri  $G_1 = G(\gamma_1)$  e  $D_1 = D(\gamma_1)$  e l'analisi continua con un altro valore di deformazione e si ripete l'iterazione.

Affinchè l'analisi sia significativa, il moto sismico deve essere rappresentativo della sismicità dell'area in studio rispettando il meccanismo focale e il contenuto in frequenza e l'intensità, quindi l'energia, delle sollecitazioni dinamiche naturali. A tale scopo per la definizione dell'input sismico si deve stimare l'accelerazione di base, la disaggregazione, la conversione e normalizzazione degli accelerogrammi. Il primo passo è la definizione degli accelerogrammi di progetto al bedrock, §7.11.3.1 NTC 18, attraverso il codice di calcolo REXEL v 3.5. Questo permette la ricerca degli accelerogrammi compatibili all'interno di alcuni database come lo European Strong-motion Database (ESD) e l'Italian Accelerometric Archive (ITHACA) dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), impostando uno spettro target funzione della categoria di sottosuolo, categoria topografica, vita nominale dell'opera, classe d'uso, stato limite considerato e componente dell'azione sismica. Per procedere nella ricerca degli accelerogrammi occorre effettuare l'operazione di disaggregazione, una procedura di tipo statistico che permette di conoscere il contributo alla sismicità di un sito di ogni coppia di magnitudo (M) e distanza (R). Tali contributi dipendono dal valore di pericolosità associato al sito di progetto. Il software REXEL restituisce il numero di registrazioni disponibili all'interno di un limite inferiore e superiore rispetto allo spettro di riferimento e l'intervallo dei periodi d'interesse. La compatibilità delle registrazioni può essere garantita anche a set di accelerogrammi che, essendo stati normalizzati rispetto alla propria PGA (Peak Ground Acceleration), sono compatibili con lo spettro se scalati linearmente.

## 24. ANALISI DI RISPOSTA SISMICA LOCALE

Le basi per lo studio di risposta sismica locale sono definite nel §7.11.3.1 delle NTC18 che definisce le specifiche per la ricerca degli accelerogrammi necessari per la simulazione degli effetti sito.

Il primo passo per la loro determinazione è l'utilizzo del codice di calcolo REXEL v 3.5 (Iervolino et alii, 2008-2013). L'impostazione della ricerca è funzione sia delle caratteristiche dell'opera che dell'attività sismica prevista nel sito di progetto in funzione della vita di riferimento dell'opera e degli stati limite.

Per quanto riguarda i parametri che definiscono l'opera sono stati inseriti i valori in *Tabella 1*.

Longitudine ED50	9.403534
------------------	----------

Committente  STOGIT	Progettista 	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 52 di 82	<b>Rev.</b> 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

Latitudine ED50	45.451922
Categoria si sottosuolo	C
Categoria topografica	T1
Vita nominale	100
Classe d'uso	IV
Stati limite	SLO,SLD,SLV,SLC

*Tabella 1: Parametrizzazione del sito.*

Per rappresentare la sismicità del sito, su suolo rigido, si determinano i parametri di accelerazione di picco ( $a_g$ ) e le coppie di magnitudo e distanza in funzione dei diversi stati limite con un processo denominato disaggregazione. Questa è una procedura statistica che permette di definire il contributo di differenti scenari alla pericolosità sismica.

In Figura 26 si riposta la pericolosità sismica di sito.

Committente  STOGIT	Progettista 	COMMESSA NS/18012/R-01	UNITA' 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 53 di 82	Rev. 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

## Modello di pericolosità sismica MPS04-S1

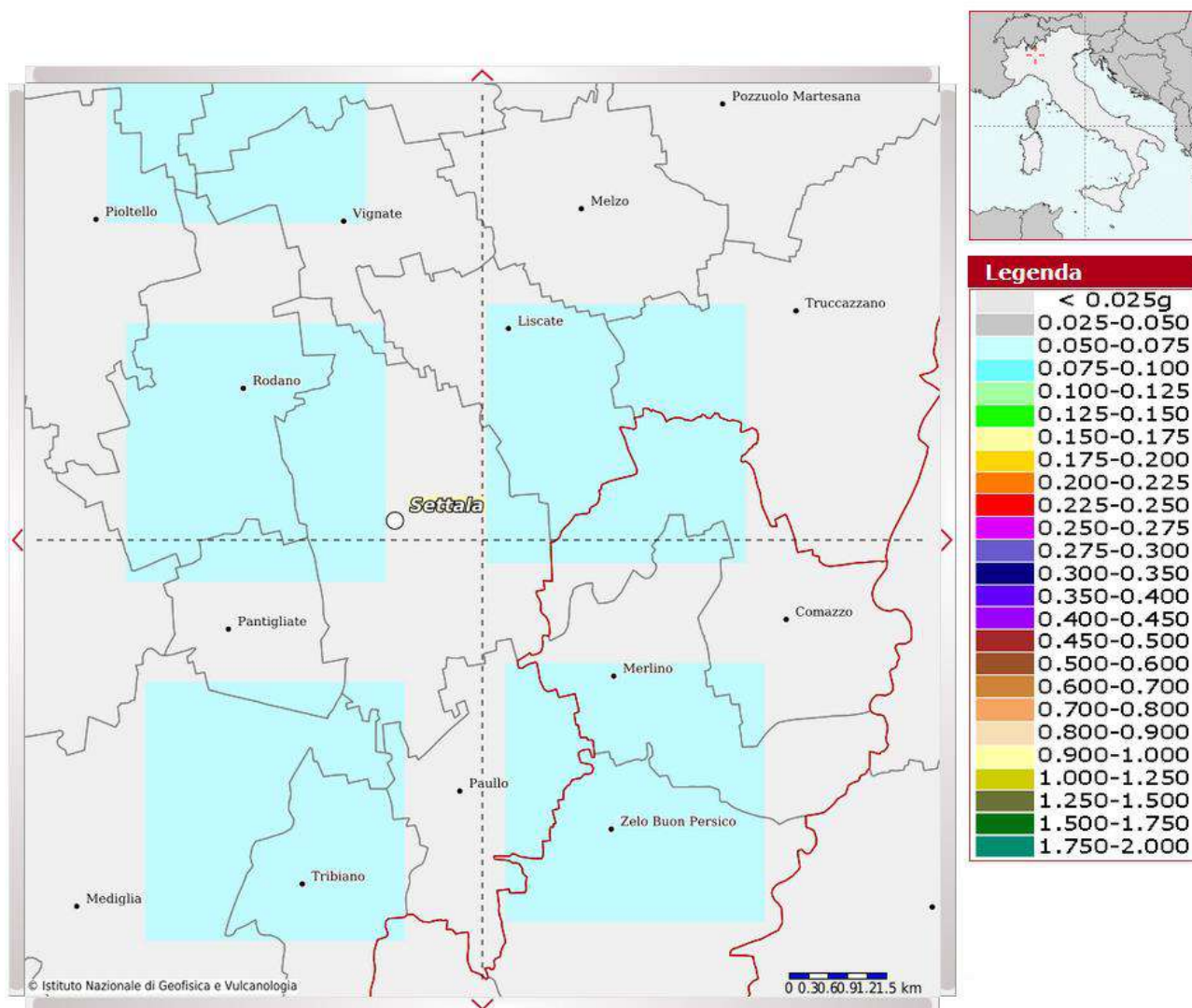


Figura 26: Pericolosità sismica di sito

Le mappe di disaggregazione differenziate per stato limite sono riportate in Figura 27, Figura 28, Figura 29 e Figura 30.

Committente  STOGIT	Progettista 	COMMESSA NS/18012/R-01	UNITA' 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 54 di 82	Rev. 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

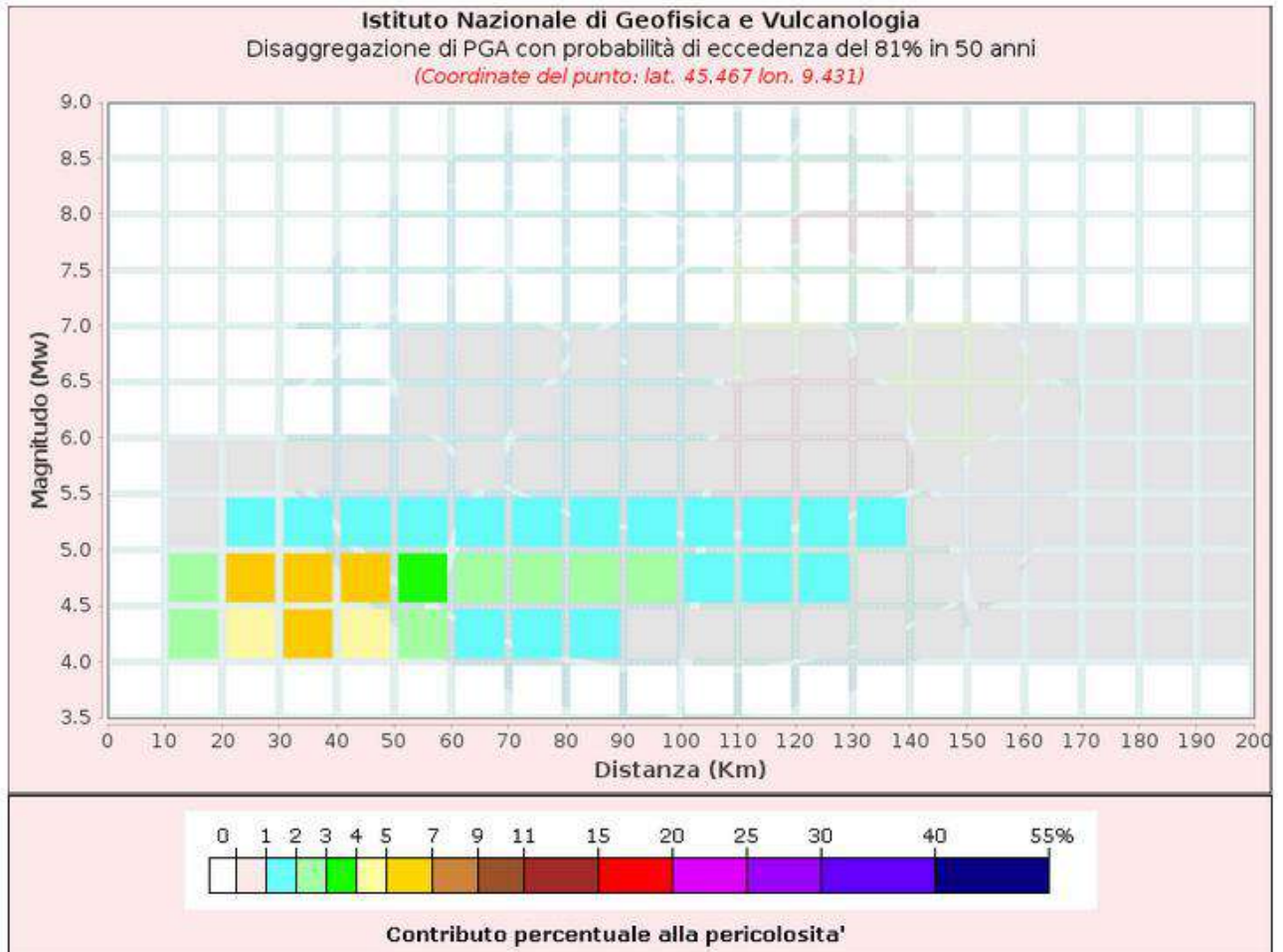


Figura 27: Mappa di disaggregazione sismica per SLO

Committente  STOGIT	Progettista 	COMMESSA NS/18012/R-01	UNITA' 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 55 di 82	Rev. 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

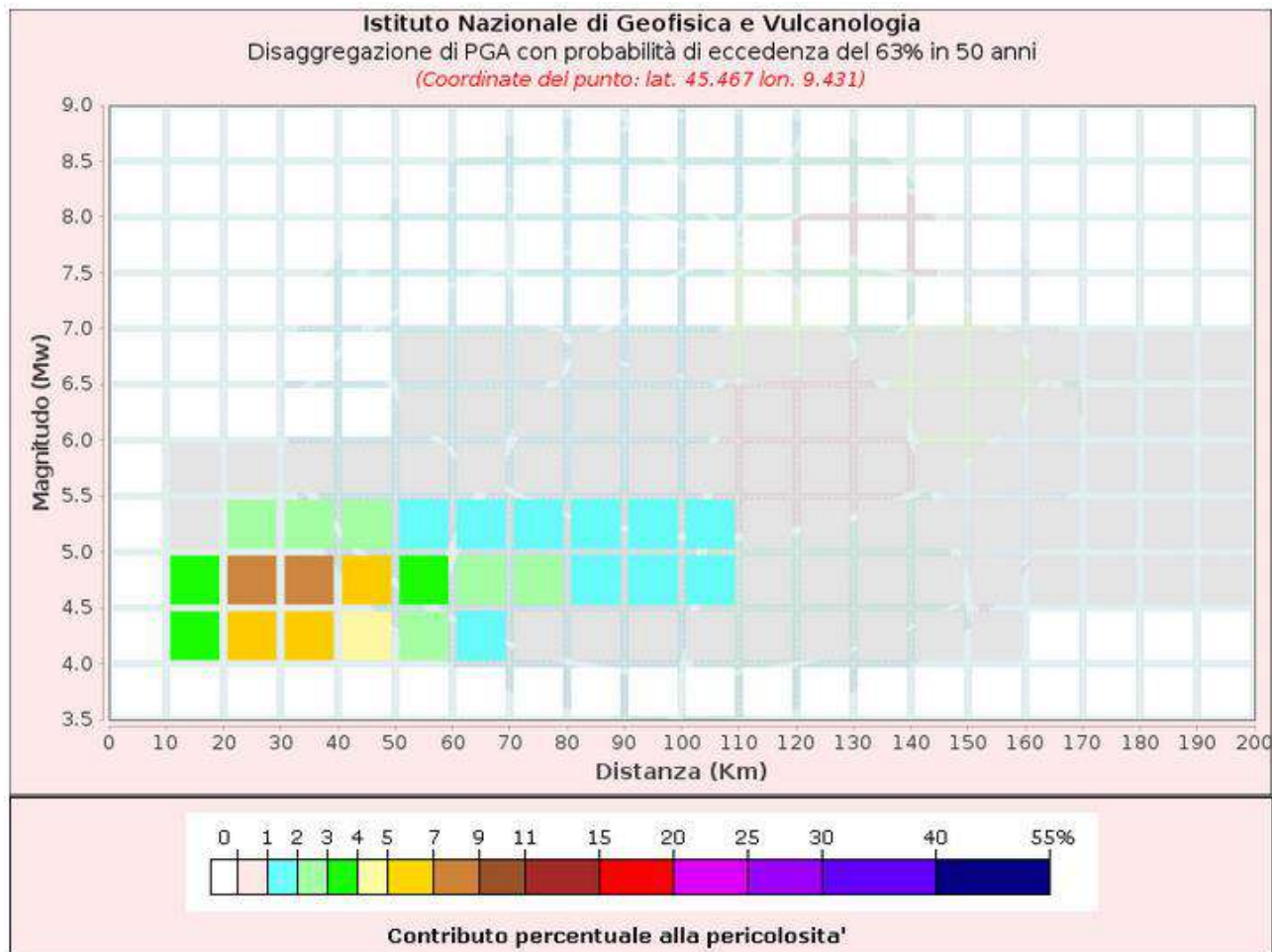


Figura 28: Mappa di disaggregazione sismica per SLD

Committente  STOGIT	Progettista 	COMMESSA NS/18012/R-01	UNITA' 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 56 di 82	Rev. 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

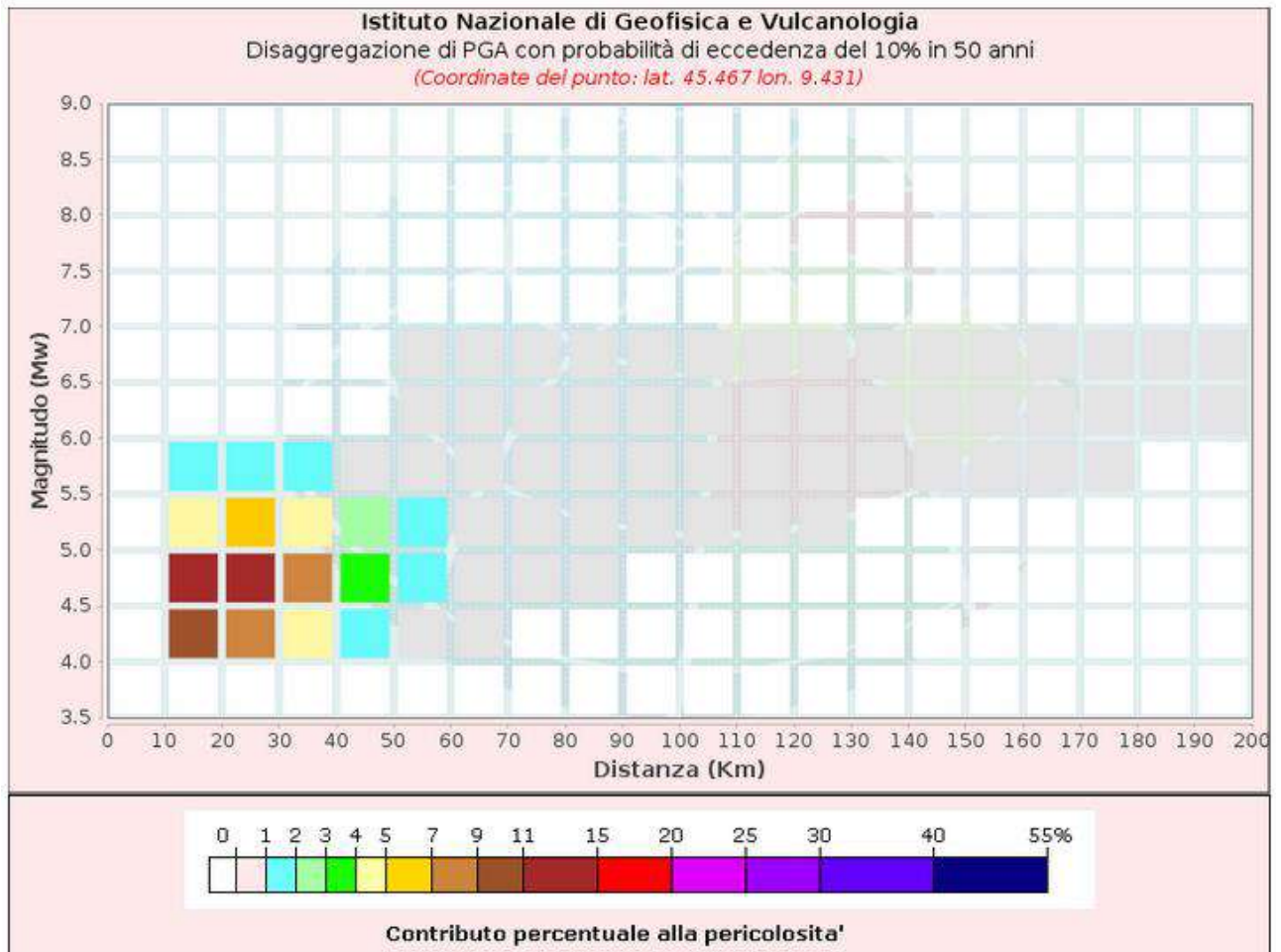


Figura 29: Mappa di disaggregazione sismica per SLV



Committente  STOGIT	Progettista 	COMMESSA NS/18012/R-01	UNITA' 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 57 di 82	Rev. 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

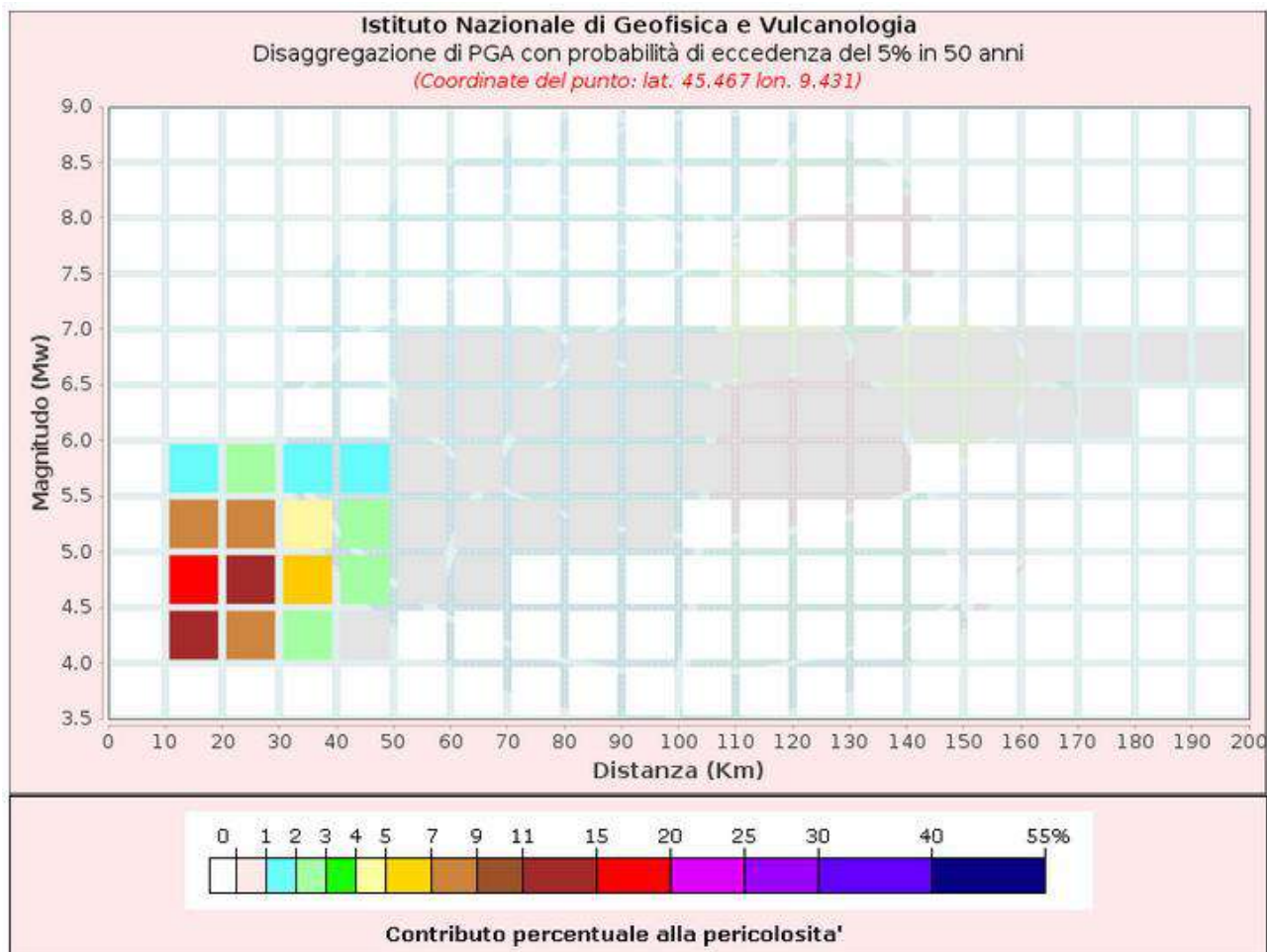


Figura 30: Mappa di disaggregazione sismica per SLC

Le coppie magnitudo distanza sono parametri necessari per impostare le ricerche degli accelerogrammi con REXCEL all'interno del database ITACA. REXEL consente di effettuare analisi mirate ad ottenere combinazioni di accelerogrammi compatibili con lo spettro di normativa che non necessitano di essere scalati ma anche set di accelerogrammi che, essendo stati normalizzati rispetto alla propria PGA (Peak Ground Acceleration), sono compatibili con lo spettro se scalati linearmente.

I risultati della disaggregazione sismica sono riportati nella *Tabella 2*

Stati limite	Magnitudo minima	Magnitudo massima	Raggio minimo	Raggio massimo
--------------	------------------	-------------------	---------------	----------------

Committente  STOGIT	Progettista 	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 58 di 82	<b>Rev.</b> 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

			(km)	(km)
SLO	4.0	5.5	10	140
SLD	4.0	5.5	10	110
SLV	4.0	6.0	10	60
SLC	4.0	6.0	10	50

Tabella 2: Risultati della disaggregazione sismica per i diversi stati limite.

Mentre gli accelerogrammi idonei per lo studio di risposta sismica locale sono spettro compatibili con quello ottenuto dalle NTC 18 e scalati, secondo ciascun stato limite studiato, con i valori di accelerazione di picco ottenuti in Figura 31.

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	120	0,041	2,567	0,239
SLD	201	0,050	2,570	0,263
SLV	1898	0,102	2,635	0,303
SLC	2475	0,111	2,644	0,306

Figura 31: Valori di  $a_{g,max}$  di riferimento per gli accelerogrammi

## 25. SISMOSTRATIGRAFIA

Dall'analisi del modello geologico, interpretato con i risultati ottenuti dalle indagini geofisiche, è possibile definire la sismostratigrafia di progetto (Figura 32). Considerando inoltre la geologia suborizzontale e l'estensione della piana, è possibile limitare l'analisi di risposta sismica locale alla dimensione 1D. Vengono inoltre riportati sul modello i punti di controllo che rappresentano la discretizzazione del modello in cui vengono restituiti le soluzioni delle equazioni.

Committente  STOGIT	Progettista 	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 59 di 82	<b>Rev.</b> 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

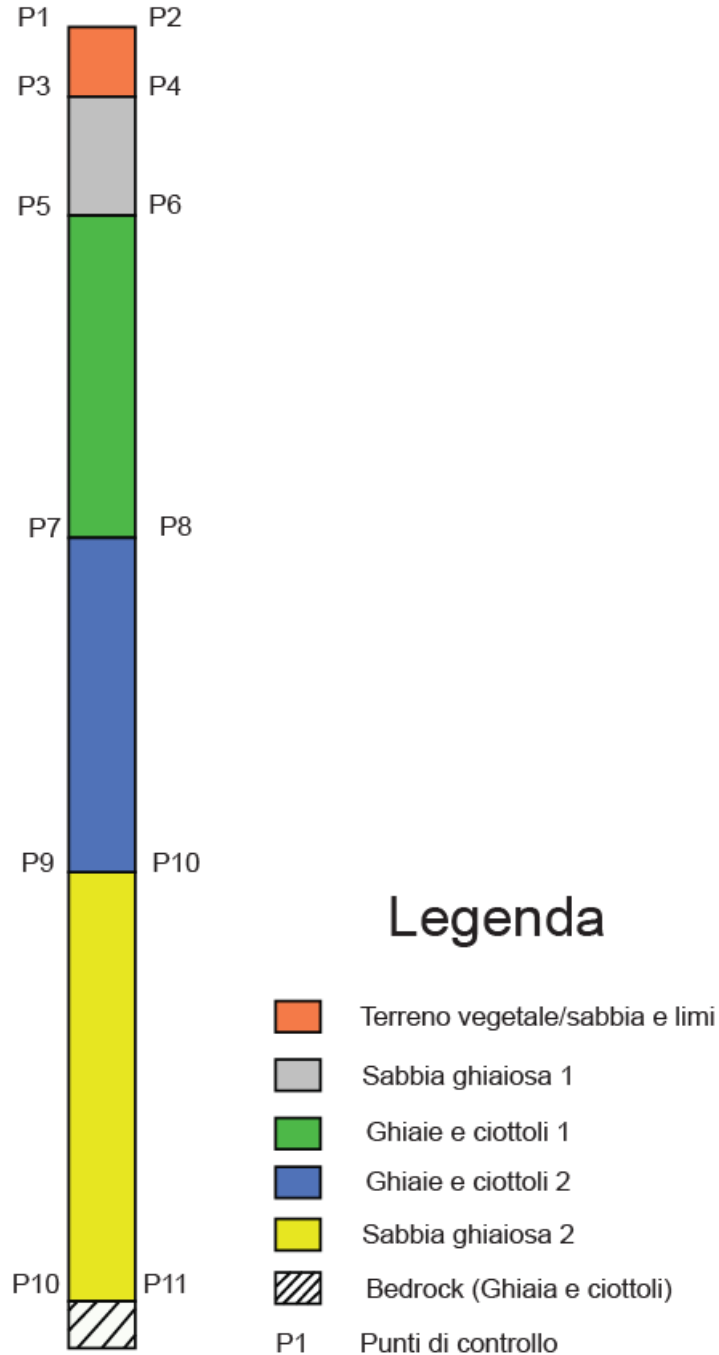


Figura 32: Sismostratigrafia di progetto.

In Tabella 3 invece si riportano le caratteristiche geomeccaniche dei singoli strati con i quali è stata modellata la sismostratigrafia di progetto.

Committente  <b>STOGIT</b>	Progettista 	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 60 di 82	<b>Rev.</b> 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

Strato	Spessore (m)	Densità $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Velocità onde di taglio Vs (m/s)	Coefficiente di Poisson $\nu$	Curva decadimento
Riporti/sabbie e limi	4.00	1950.00	263.00	0.35	Litologia limoso-sabbiosa (Banca Dati Regione Lombardia)
Sabbie ghiaiose 1	7.00	2050.00	277.00	0.35	Litologia sabbiosa (Banca Dati Regione Lombardia)
Ghiaie e ciottoli 1	19.00	2200.00	434.00	0.32	Litologia ghiaiosa (Banca Dati Regione Lombardia)
Ghiaie e ciottoli 2	20.00	2200.00	650.00	0.32	Litologia ghiaiosa (Banca Dati Regione Lombardia)
Sabbie ghiaiose 2	25.00	2150.00	600.00	0.35	Litologia sabbiosa (Banca Dati Regione Lombardia)
Ghiaie e ciottoli (bedrock)	indefinito	2250.00	800.00	0.35	Litologia ghiaiosa (Banca Dati Regione Lombardia)

Tabella 3: Parametri geomeccanici della sismostratigrafia di progetto.

## 26. CURVE DI DECADIMENTO

Per la simulazione del comportamento dinamico dei sismostrati sono state introdotte le curve di decadimento che correlano il parametro del modulo di taglio G e il parametro di smorzamento D in funzione della deformazione per diverse tipologie litologiche. La regione Lombardia ha messo a disposizione nella propria banca dati le curve necessarie per la caratterizzazione dinamica di diverse tipologie. Le curve utilizzate sono riportate in Figura 33, Figura 34, Figura 35, Figura 36, Figura 37 e Figura 38.

Committente  STOGIT	Progettista 	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 61 di 82	<b>Rev.</b> 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

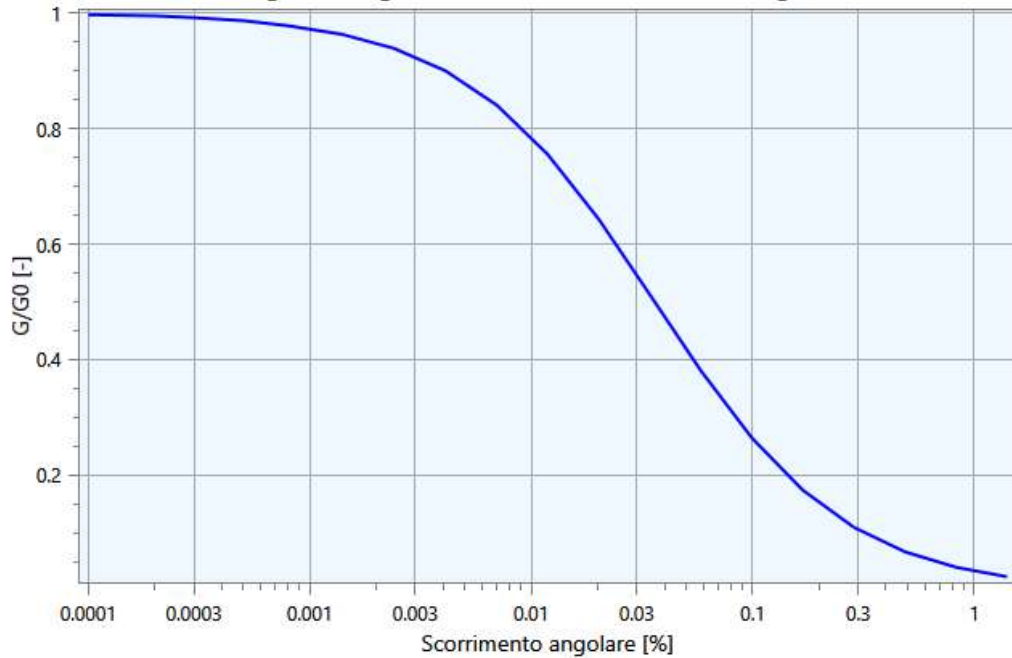


Figura 33: Modulo di taglio per litologia limo sabbiosa (Banca dati Regione Lombardia)

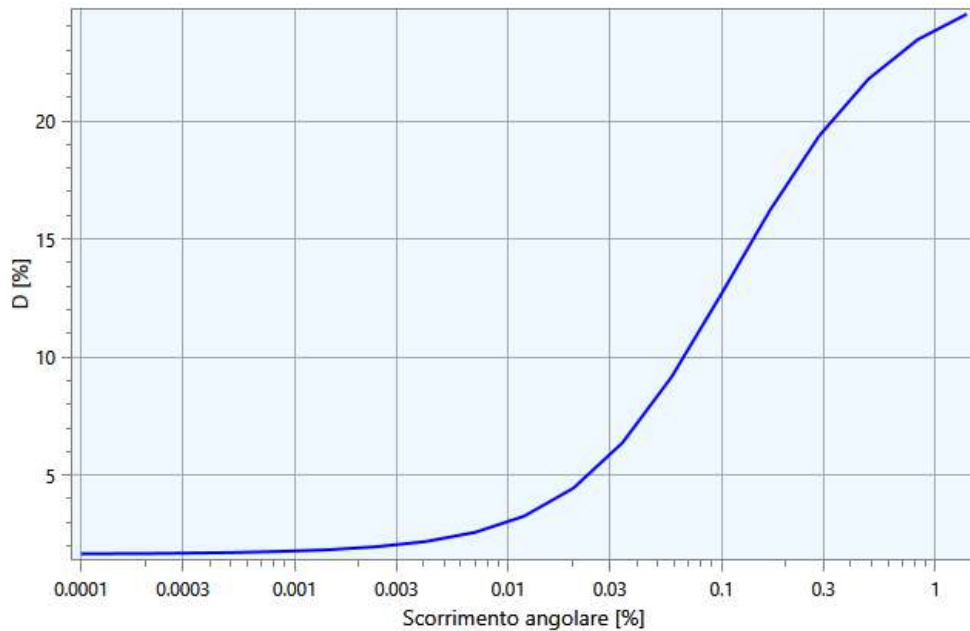


Figura 34: Smorzamento per litologia limo sabbiosa (Banca dati Regione Lombardia)

Questo documento o disegno è proprietà della STOGIT e non potrà essere, a qualunque titolo, in tutto o in parte, direttamente o indirettamente, ceduto, riprodotto, copiato, divulgato o utilizzato senza la sua preventiva autorizzazione scritta, per fini e con modalità diversi da quelli per i quali è specificatamente fornito.

Committente  STOGIT	Progettista 	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 62 di 82	<b>Rev.</b> 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

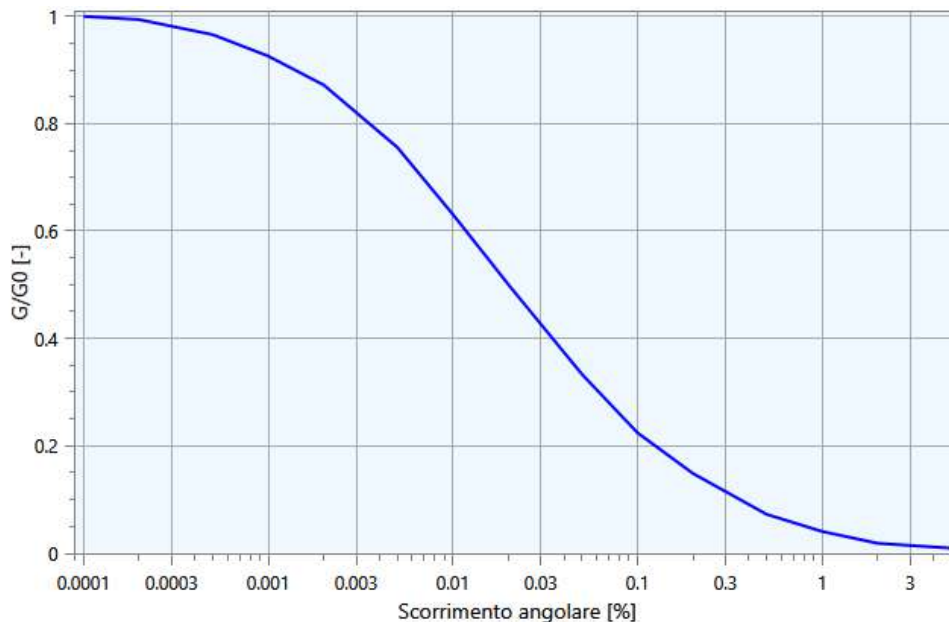


Figura 35: Modulo di taglio per litologia sabbiosa (Banca dati Regione Lombardia)

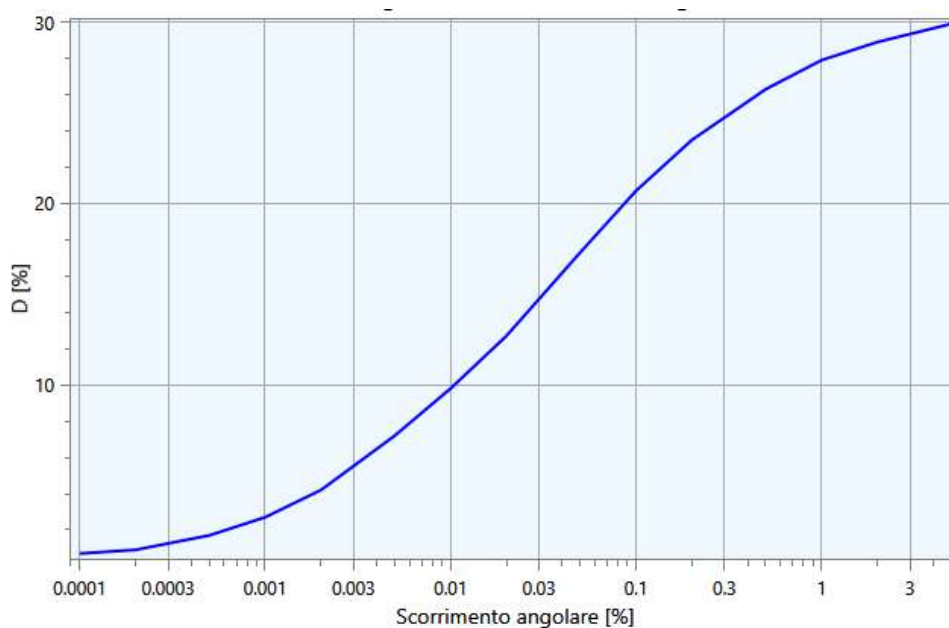


Figura 36: Smorzamento per litologia sabbiosa (Banca dati Regione Lombardia)

Committente  STOGIT	Progettista 	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 63 di 82	<b>Rev.</b> 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

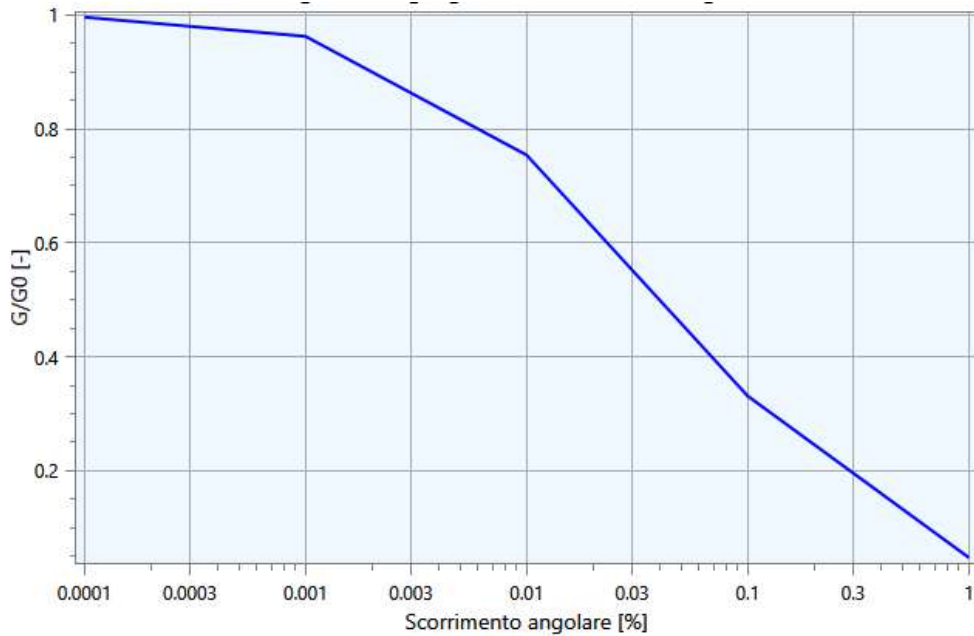


Figura 37: Modulo di taglio per litologia ghiaiosa (Banca dati Regione Lombardia)

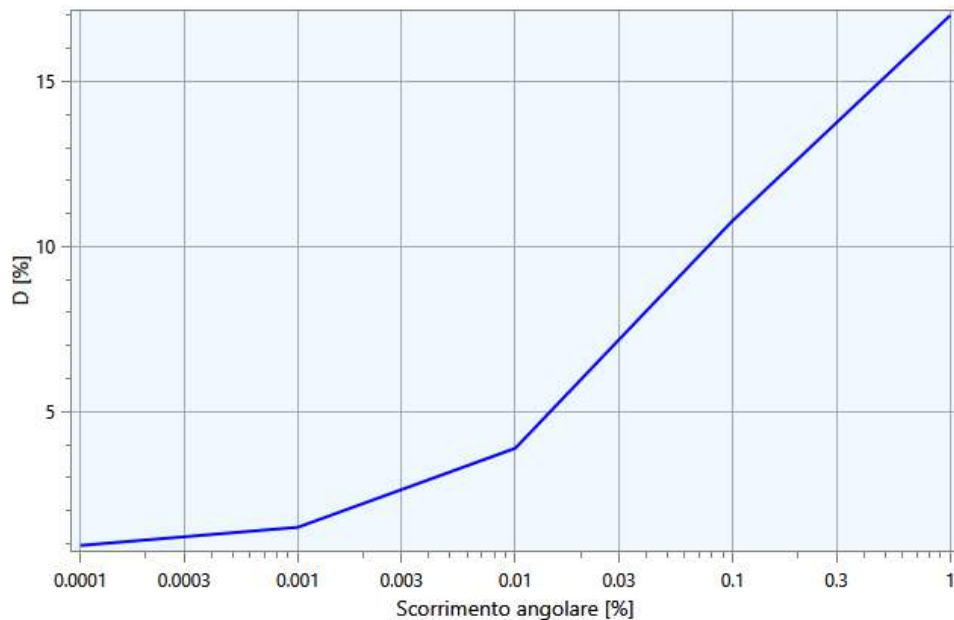


Figura 38: Smorzamento per litologia ghiaiosa (Banca dati Regione Lombardia)

Committente  STOGIT	Progettista 	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 64 di 82	<b>Rev.</b> 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

## 27. RISULTATI DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE

### SLO

In Figura 39 si riporta lo spettro di progetto delle NTC18 su suolo rigido confrontato con lo spettro medio ottenuto dall'analisi RSL e successivamente parametrizzato mediante la procedura suggerita dagli "Indirizzi e criteri per la Microzonazione Sismica" (GdL MS, 2008 – parti I e II – punto 2.5.4.3.1 pag 92). Questa procedura prevede, partendo dallo spettro di risposta medio in accelerazione rappresentativo dei 7 accelerogrammi:

- l'individuazione del periodo per il quale è massimo il valore dello spettro in accelerazione ( $TA$ );
- il calcolo del valor medio dello spettro in accelerazione ( $SA$ ) nell'intorno tra  $0.5 TA - 1.5 TA$ ;
- l'individuazione del periodo per il quale è massimo il valore dello spettro in pseudovelocità ( $TV$ );
- il calcolo del valor medio dello spettro in pseudovelocità ( $SV$ ) nell'intorno tra  $0.8 TV - 1.2 TV$ ;
- il calcolo del valore di  $TC = 2\pi Sv/Sa$ ;
- il calcolo del valore di  $TB = 1/3 TC$ ;
- il calcolo del valore  $TD = 4 ag + 1.6$  con  $ag$  uguale al valore di accelerazione a  $T$  uguale a zero;
- l'applicazione delle equazioni riportate nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018) per la determinazione dei tratti dello spettro tra  $T0, TB, TC, TD, T4$ .



Committente  STOGIT	Progettista 	COMMESSA NS/18012/R-01	UNITA' 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 65 di 82	Rev. 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

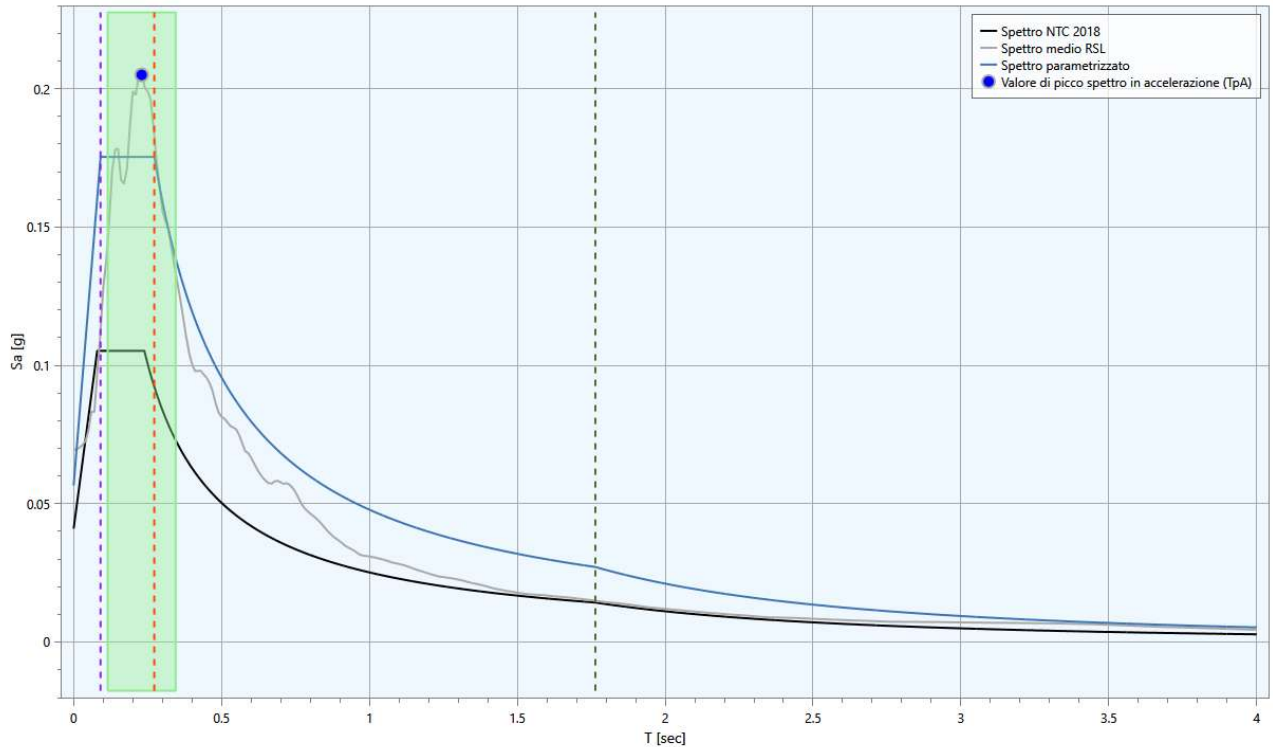


Figura 39: Spettro di risposta RSL per SLO confrontato con NTC 2018 cat. A

Di seguito si riporta il confronto (Figura 40) tra lo spettro delle NTC 18 per terreno di categoria C e lo spettro parametrizzato della RSL.

Committente  STOGIT	Progettista 	COMMESSA NS/18012/R-01	UNITA' 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 66 di 82	Rev. 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

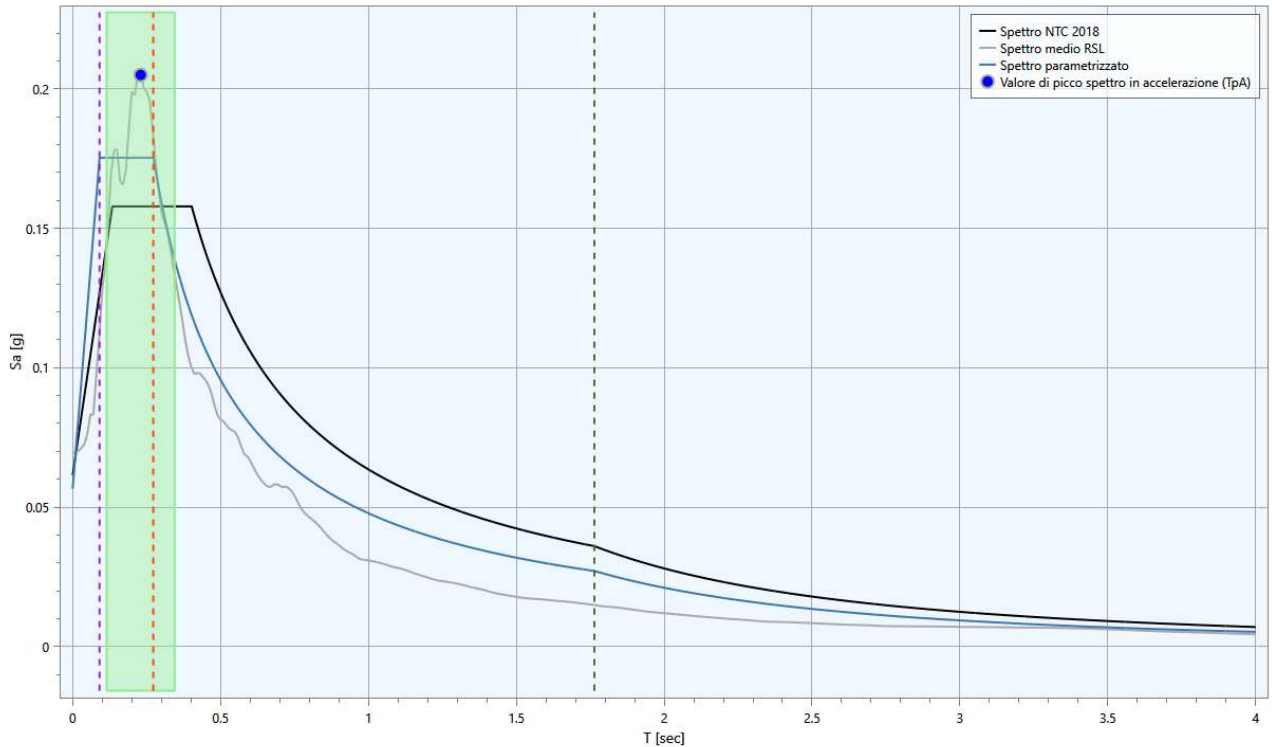


Figura 40: Confronto spettro NTC e RSL per SLO confrontato con NTC 2018 cat. C

Di seguito (Figura 41) si riportano i coefficienti parametri che caratterizzano lo spettro RSL.

Committente  STOGIT	Progettista 	COMMESSA NS/18012/R-01	UNITA' 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 67 di 82	Rev. 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

Parametrizzazione RSL	
<i>TpA [sec]</i>	0.230
<i>0.5 TpA [sec]</i>	0.115
<i>1.5 TpA [sec]</i>	0.345
<i>Sa,medio [g]</i>	0.175
<i>TpV [sec]</i>	0.260
<i>0.8 TpV [sec]</i>	0.208
<i>1.2 TpV [sec]</i>	0.312
<i>Sv,medio [g*s]</i>	0.008
<b>amax</b>	<b>0.057</b>
<b>FO</b>	<b>3.097</b>
<b>S</b>	<b>1.381</b>
<b>Tb [sec]</b>	<b>0.091</b>
<b>Tc [sec]</b>	<b>0.273</b>
<b>Td [sec]</b>	<b>1.764</b>

Figura 41: Parametri dello spettro RSL

## SLD

In Figura 42 si riporta lo spettro di progetto delle NTC18 su suolo rigido confrontato con lo spettro medio ottenuto dall'analisi RSL e successivamente parametrizzato mediante la procedura suggerita dagli "Indirizzi e criteri per la Microzonazione Sismica" (GdL MS, 2008 – parti I e II – punto 2.5.4.3.1 pag 92). Questa procedura prevede, partendo dallo spettro di risposta medio in accelerazione rappresentativo dei 7 accelerogrammi:

- l'individuazione del periodo per il quale è massimo il valore dello spettro in accelerazione ( $TA$ );
- il calcolo del valor medio dello spettro in accelerazione ( $SA$ ) nell'intorno tra  $0.5 TA - 1.5 TA$ ;
- l'individuazione del periodo per il quale è massimo il valore dello spettro in pseudovelocità ( $TV$ );
- il calcolo del valor medio dello spettro in pseudovelocità ( $SV$ ) nell'intorno tra  $0.8 TV - 1.2 TV$ ;
- il calcolo del valore di  $TC = 2\pi Sv/Sa$ ;
- il calcolo del valore di  $TB = 1/3 TC$ ;
- il calcolo del valore  $TD = 4 ag + 1.6$  con  $ag$  uguale al valore di accelerazione a  $T$  uguale a zero;

Committente  STOGIT	Progettista 	COMMESSA NS/18012/R-01	UNITA' 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 68 di 82	Rev. 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

- l'applicazione delle equazioni riportate nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018) per la determinazione dei tratti dello spettro tra  $T_0$ ,  $T_B$ ,  $T_C$ ,  $T_D$ ,  $T_4$ .

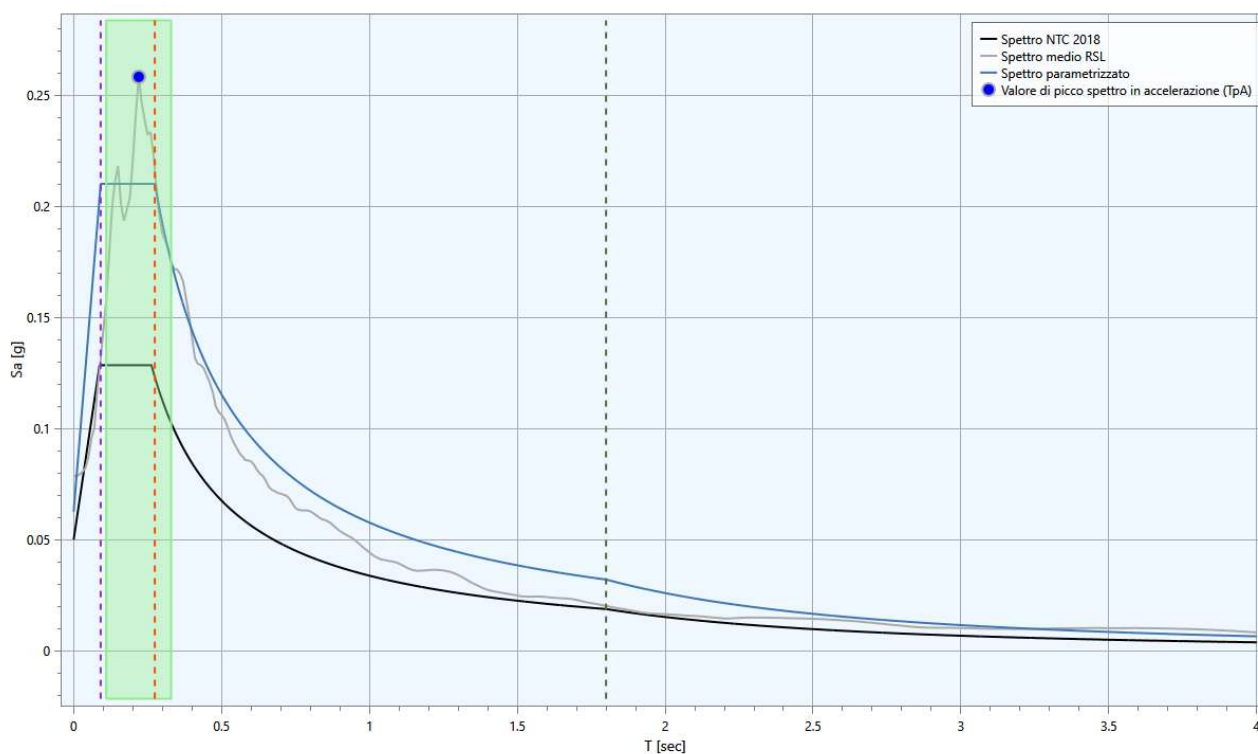


Figura 42: Spettro di risposta RSL per SLD confrontato con NTC 2018 cat. A

Di seguito si riporta il confronto (Figura 43) tra lo spettro delle NTC 18 per terreno di categoria C e lo spettro parametrizzato della RSL.

Committente  STOGIT	Progettista 	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 69 di 82	<b>Rev.</b> 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

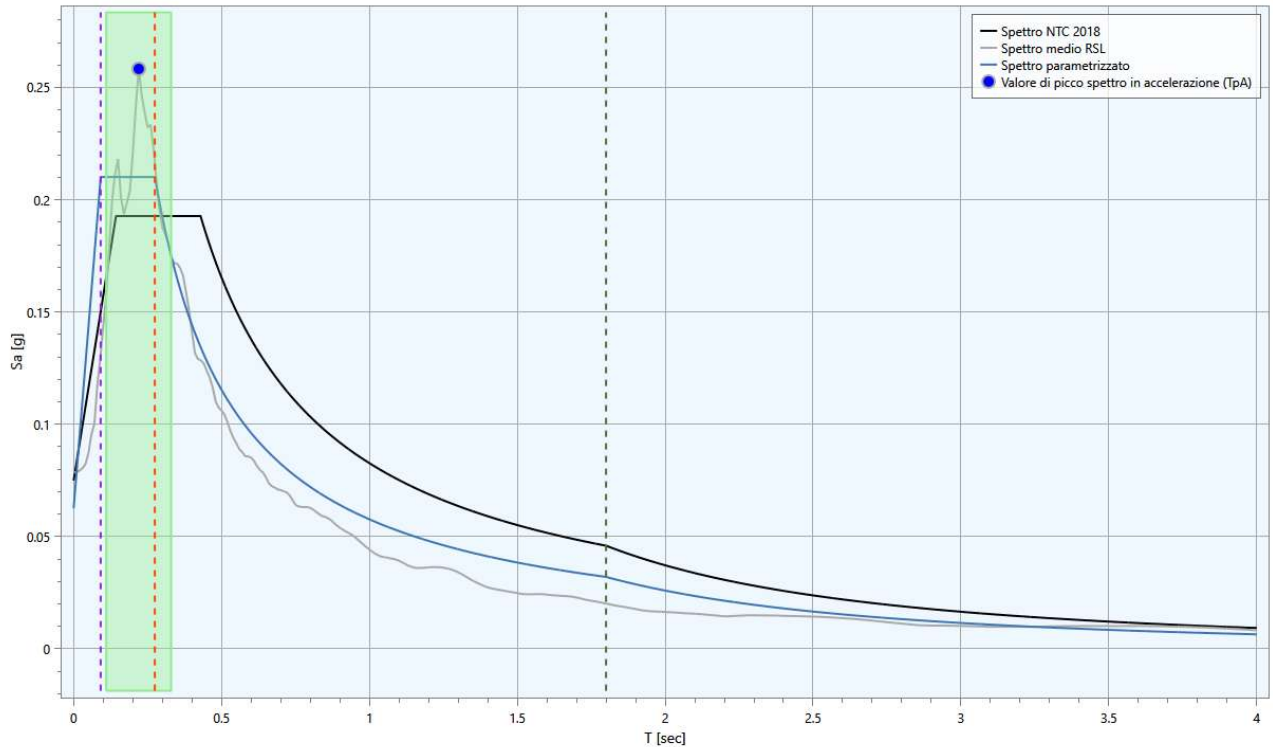


Figura 43: Confronto spettro NTC e RSL per SLD confrontato con NTC 2018 cat. C

Di seguito (Figura 44) si riportano i coefficienti parametri che caratterizzano lo spettro RSL.

Committente  STOGIT	Progettista 	COMMESSA NS/18012/R-01	UNITA' 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 70 di 82	Rev. 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

Parametrizzazione RSL	
<i>TpA [sec]</i>	0.220
<i>0.5 TpA [sec]</i>	0.110
<i>1.5 TpA [sec]</i>	0.330
<i>Sa,medio [g]</i>	0.210
<i>TpV [sec]</i>	0.370
<i>0.8 TpV [sec]</i>	0.296
<i>1.2 TpV [sec]</i>	0.444
<i>Sv,medio [g*s]</i>	0.009
<b>amax</b>	<b>0.063</b>
<b>F0</b>	<b>3.356</b>
<b>S</b>	<b>1.252</b>
<b>Tb [sec]</b>	<b>0.092</b>
<b>Tc [sec]</b>	<b>0.275</b>
<b>Td [sec]</b>	<b>1.800</b>

Figura 44: Parametri dello spettro RSL

## SLV

In Figura 45 si riporta lo spettro di progetto delle NTC18 su suolo rigido confrontato con lo spettro medio ottenuto dall'analisi RSL e successivamente parametrizzato mediante la procedura suggerita dagli "Indirizzi e criteri per la Microzonazione Sismica" (GdL MS, 2008 – parti I e II – punto 2.5.4.3.1 pag 92). Questa procedura prevede, partendo dallo spettro di risposta medio in accelerazione rappresentativo dei 7 accelerogrammi:

- l'individuazione del periodo per il quale è massimo il valore dello spettro in accelerazione ( $TA$ );
- il calcolo del valor medio dello spettro in accelerazione ( $SA$ ) nell'intorno tra  $0.5 TA - 1.5 TA$ ;
- l'individuazione del periodo per il quale è massimo il valore dello spettro in pseudovelocità ( $TV$ );
- il calcolo del valor medio dello spettro in pseudovelocità ( $SV$ ) nell'intorno tra  $0.8 TV - 1.2 TV$ ;
- il calcolo del valore di  $TC = 2\pi Sv/Sa$ ;
- il calcolo del valore di  $TB = 1/3 TC$ ;
- il calcolo del valore  $TD = 4 ag + 1.6$  con  $ag$  uguale al valore di accelerazione a  $T$  uguale a zero;
- l'applicazione delle equazioni riportate nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018) per la determinazione dei tratti dello spettro tra  $T0, TB, TC, TD, T4$ .

Committente  STOGIT	Progettista 	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 71 di 82	<b>Rev.</b> 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

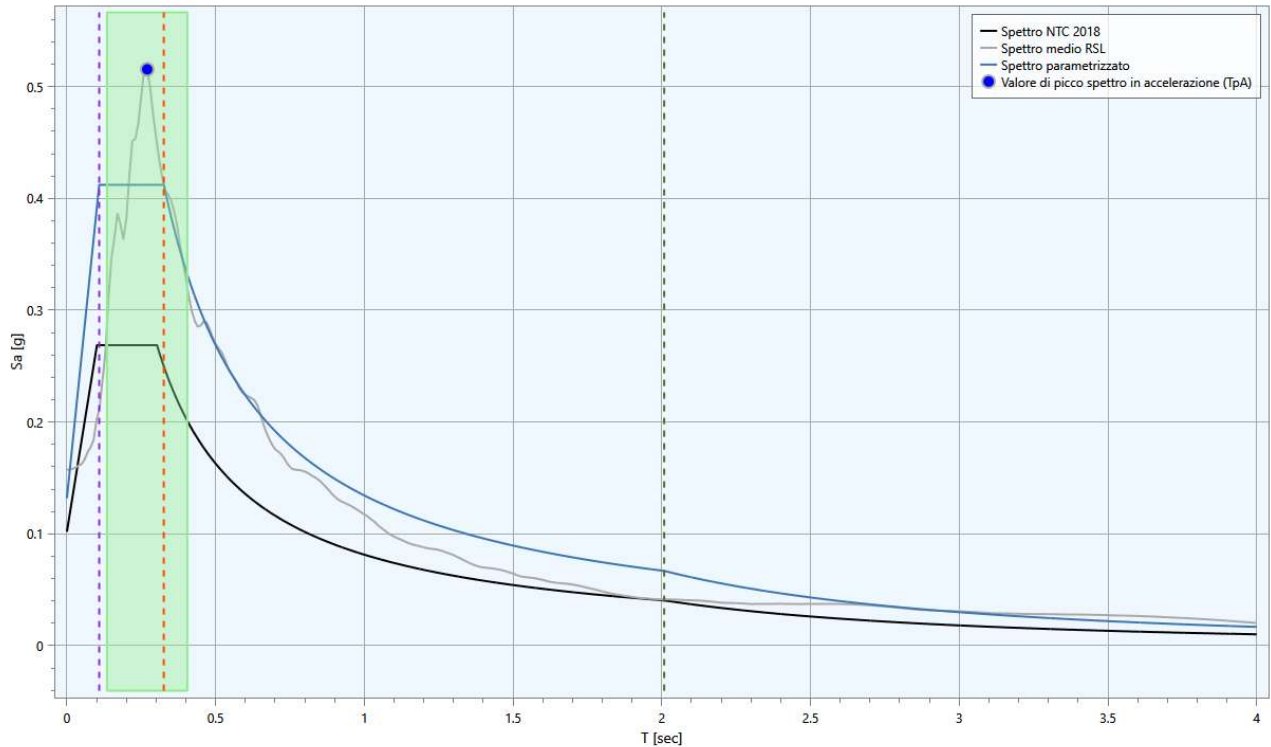


Figura 45: Spettro di risposta RSL per SLV confrontato con NTC 2018 cat. A

Di seguito si riporta il confronto (Figura 46) tra lo spettro delle NTC 18 per terreno di categoria C e lo spettro parametrizzato della RSL.

Questo documento o disegno è proprietà della STOGIT e non potrà essere, a qualunque titolo, in tutto o in parte, direttamente o indirettamente, ceduto, riprodotto, copiato, divulgato o utilizzato senza la sua preventiva autorizzazione scritta, per fini e con modalità diversi da quelli per i quali è specificatamente fornito.

<b>Committente</b>  <b>STOGIT</b>	<b>Progettista</b>  <b>TECHNIP ENERGIES</b>	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-01	<b>UNITA'</b> 0120
	<b>Localita'</b> CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	<b>Riferimento Committente</b> <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	<b>Progetto / Impianto</b> INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 72 di 82	<b>Rev.</b> 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

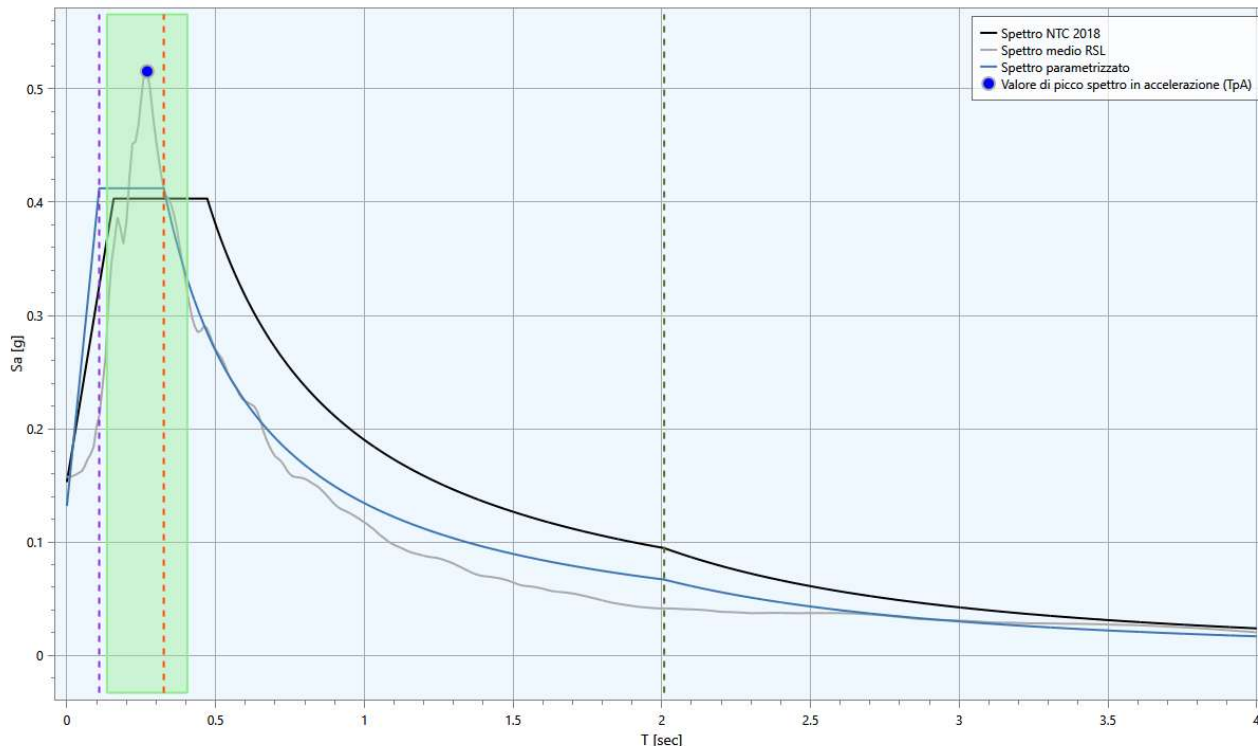


Figura 46: Confronto spettro NTC e RSL per SLV confrontato con NTC 2018 cat. C

Di seguito (Figura 47) si riportano i coefficienti parametri che caratterizzano lo spettro RSL.



Committente  STOGIT	Progettista 	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 73 di 82	<b>Rev.</b> 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

#### Parametrizzazione RSL

<i>TpA [sec]</i>	0.270
<i>0.5 TpA [sec]</i>	0.135
<i>1.5 TpA [sec]</i>	0.405
<i>Sa,medio [g]</i>	0.412
<i>TpV [sec]</i>	0.360
<i>0.8 TpV [sec]</i>	0.288
<i>1.2 TpV [sec]</i>	0.432
<i>Sv,medio [g*s]</i>	0.021
<b>amax</b>	<b>0.132</b>
<b>F0</b>	<b>3.125</b>
<b>S</b>	<b>1.293</b>
<b>Tb [sec]</b>	<b>0.109</b>
<b>Tc [sec]</b>	<b>0.326</b>
<b>Td [sec]</b>	<b>2.008</b>

Figura 47: Parametri dello spettro RSL

## SLC

In Figura 48 si riporta lo spettro di progetto delle NTC18 su suolo rigido confrontato con lo spettro medio ottenuto dall'analisi RSL e successivamente parametrizzato mediante la procedura suggerita dagli "Indirizzi e criteri per la Microzonazione Sismica" (GdL MS, 2008 – parti I e II – punto 2.5.4.3.1 pag 92). Questa procedura prevede, partendo dallo spettro di risposta medio in accelerazione rappresentativo dei 7 accelerogrammi:

- l'individuazione del periodo per il quale è massimo il valore dello spettro in accelerazione ( $TA$ );
- il calcolo del valor medio dello spettro in accelerazione ( $SA$ ) nell'intorno tra  $0.5 TA - 1.5 TA$ ;
- l'individuazione del periodo per il quale è massimo il valore dello spettro in pseudovelocità ( $TV$ );
- il calcolo del valor medio dello spettro in pseudovelocità ( $SV$ ) nell'intorno tra  $0.8 TV - 1.2 TV$ ;
- il calcolo del valore di  $TC = 2\pi Sv/Sa$ ;
- il calcolo del valore di  $TB = 1/3 TC$ ;
- il calcolo del valore  $TD = 4 ag + 1.6$  con  $ag$  uguale al valore di accelerazione a  $T$  uguale a zero;

Committente  STOGIT	Progettista 	COMMESSA NS/18012/R-01	UNITA' 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 74 di 82	Rev. 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

- l'applicazione delle equazioni riportate nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018) per la determinazione dei tratti dello spettro tra  $T_0$ ,  $T_B$ ,  $T_C$ ,  $T_D$ ,  $T_4$ .

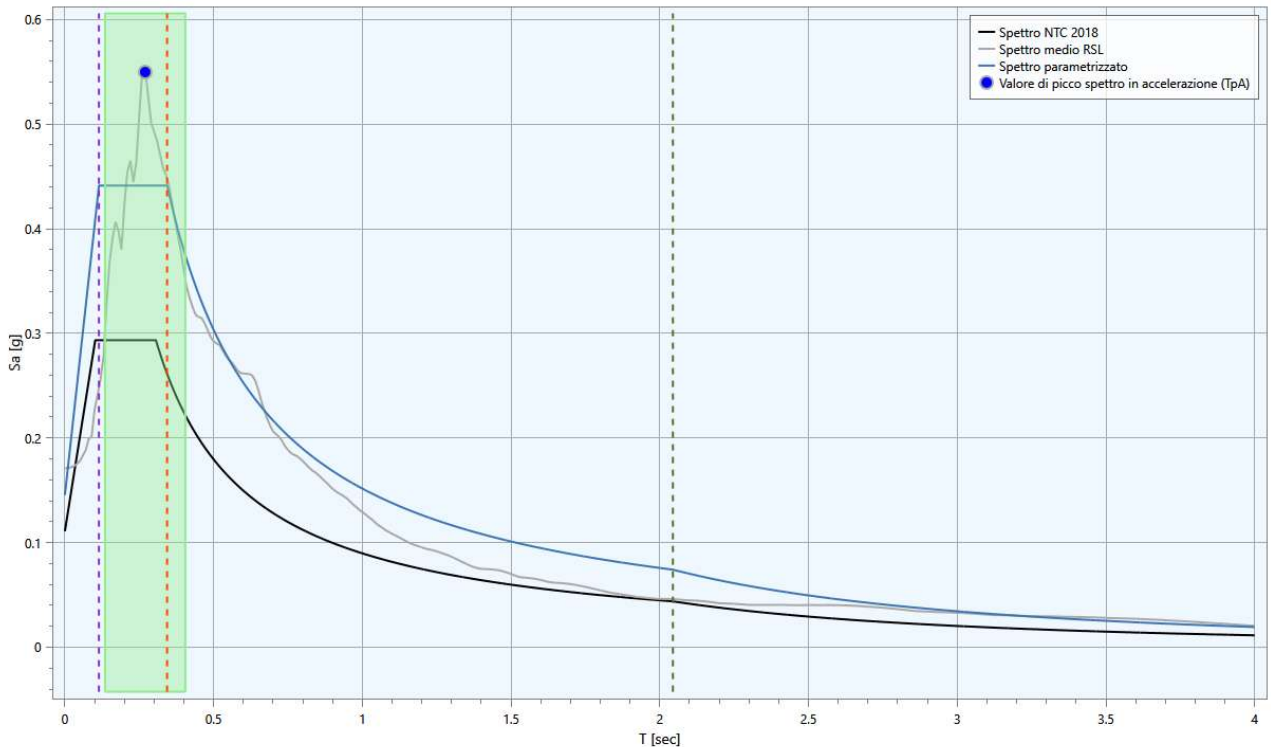


Figura 48: Spettro di risposta RSL per SLC confrontato con NTC 2018 cat. A

Di seguito si riporta il confronto (Figura 49) tra lo spettro delle NTC 18 per terreno di categoria C e lo spettro parametrizzato della RSL.

Committente  STOGIT	Progettista 	COMMESSA NS/18012/R-01	UNITA' 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 75 di 82	Rev. 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

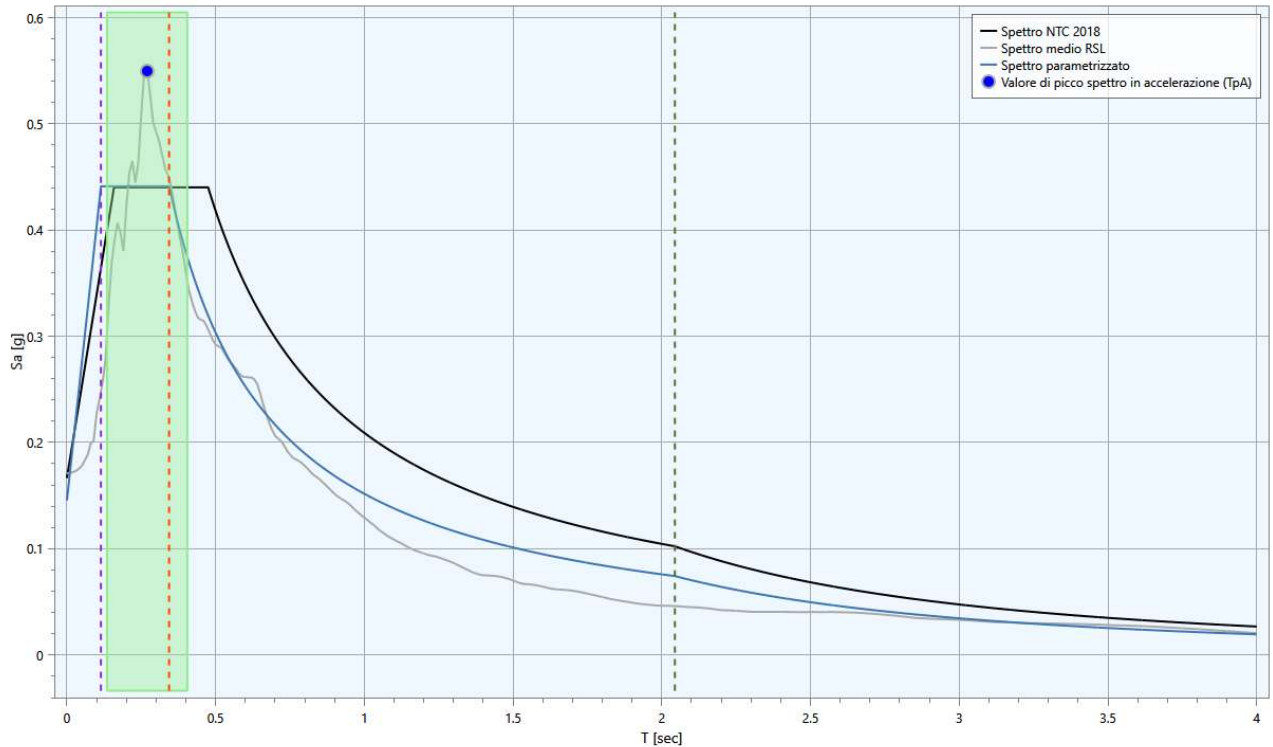


Figura 49: Confronto spettro NTC e RSL per SLC confrontato con NTC 2018 cat. C

Di seguito (Figura 50) si riportano i coefficienti parametri che caratterizzano lo spettro RSL.

Committente  STOGIT	Progettista 	COMMESSA NS/18012/R-01	UNITA' 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 76 di 82	Rev. 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

Parametrizzazione RSL	
<i>TpA [sec]</i>	0.270
<i>0.5 TpA [sec]</i>	0.135
<i>1.5 TpA [sec]</i>	0.405
<i>Sa,medio [g]</i>	0.441
<i>TpV [sec]</i>	0.630
<i>0.8 TpV [sec]</i>	0.504
<i>1.2 TpV [sec]</i>	0.756
<i>Sv,medio [g*s]</i>	0.024
<b>amax</b>	<b>0.146</b>
<b>F0</b>	<b>3.033</b>
<b>S</b>	<b>1.311</b>
<b>Tb [sec]</b>	<b>0.115</b>
<b>Tc [sec]</b>	<b>0.344</b>
<b>Td [sec]</b>	<b>2.044</b>

Figura 50: Parametri dello spettro RSL

L'analisi di RSL, eseguita sia agli Stati Limite Ultimi (SLV e SLC) che agli Stati Limite di Esercizio (SLO e SLD), ha evidenziato un incremento del valore di picco  $a_g$ , rispetto ai valori riferiti al bedrock (suolo rigido Cat. A, orizzontale e campo libero), mentre per quanto riguarda i valori riferiti allo spettro da normativa di categoria C (DM18) ha evidenziato un decremento (Tabella 4):

Stato limite	$a_g$ da spettro DM18 bedrock Cat.A	$a_{max}$ da spettro DM18 Cat.C	$a_{max}$ da spettro RSL
SLO	0.041	0.062	0.057
SLD	0.050	0.075	0.063
SLV	0.102	0.153	0.132
SLC	0.111	0.166	0.146

Tabella 4: Confronto tra gli spettri.

Di seguito Figura 51, Figura 52, Figura 53 e Figura 54 si riportano i valori di accelerazione riferiti allo spettro elastico medio in funzione della profondità ottenuti per ogni stato limite esaminato.

Committente  STOGIT	Progettista 	COMMESSA NS/18012/R-01	UNITA' 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 77 di 82	Rev. 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

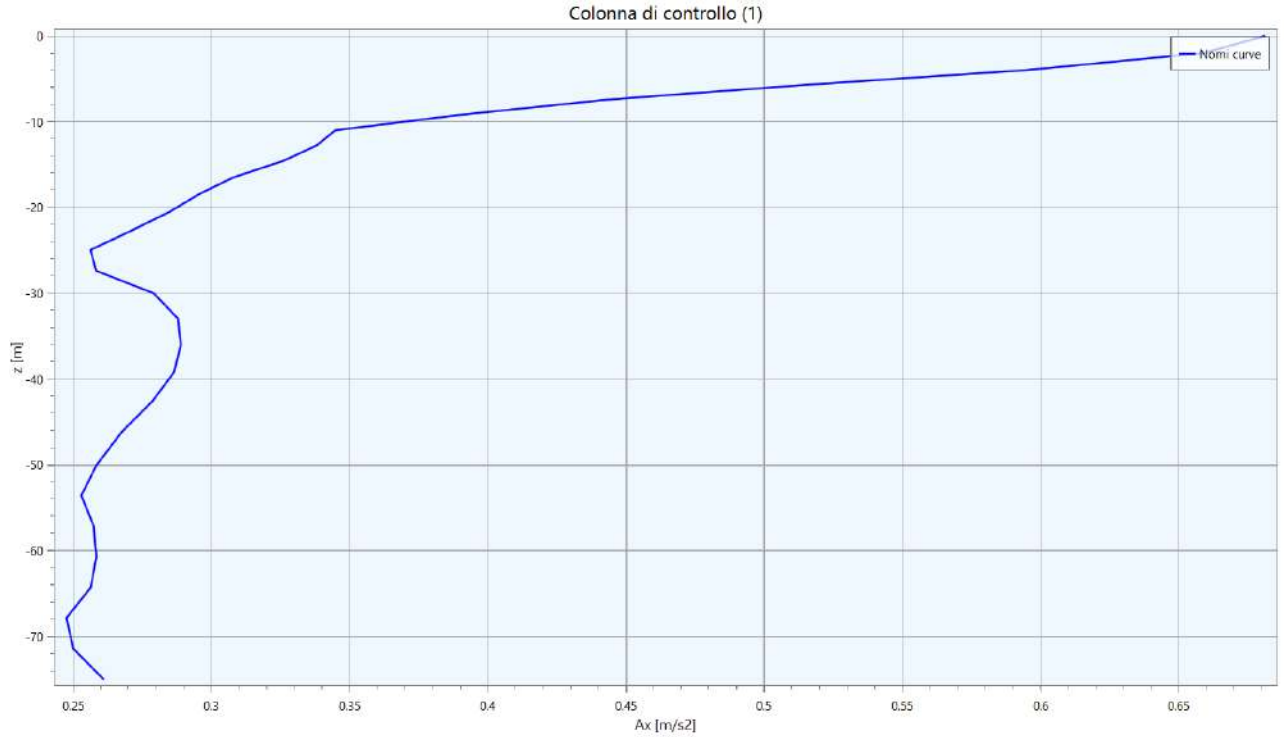
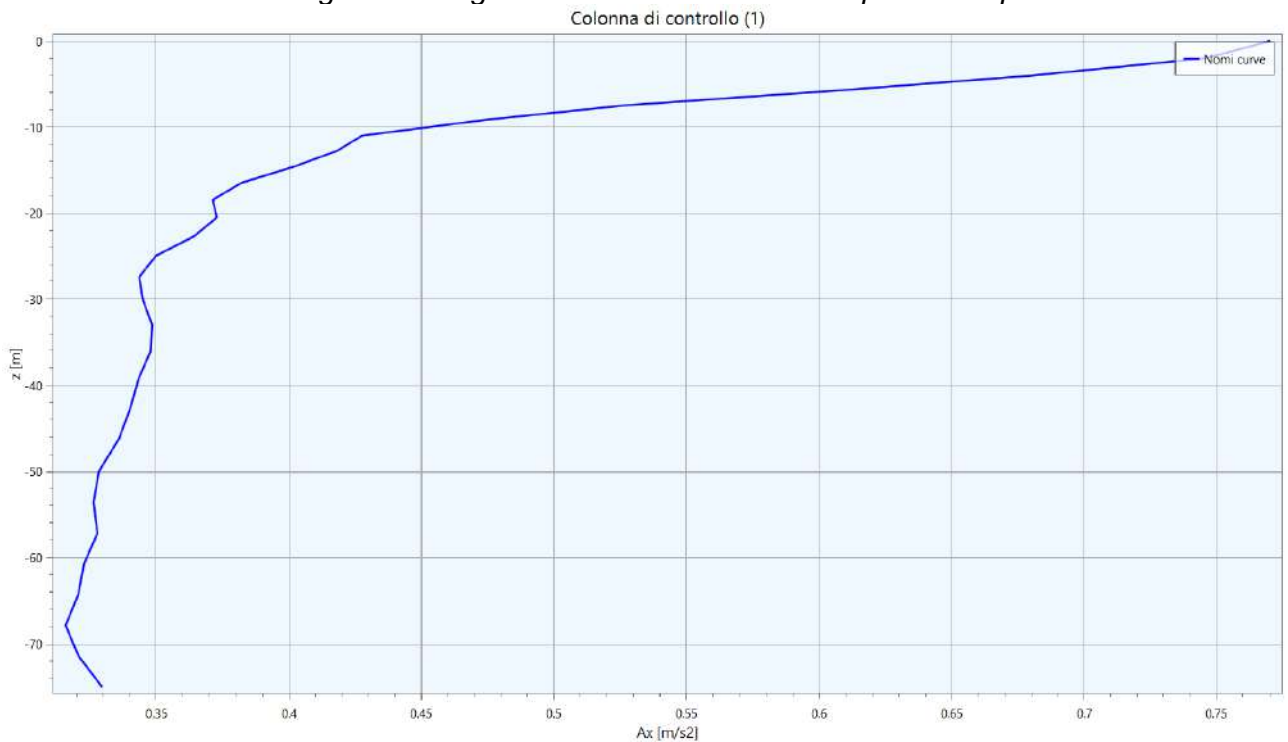


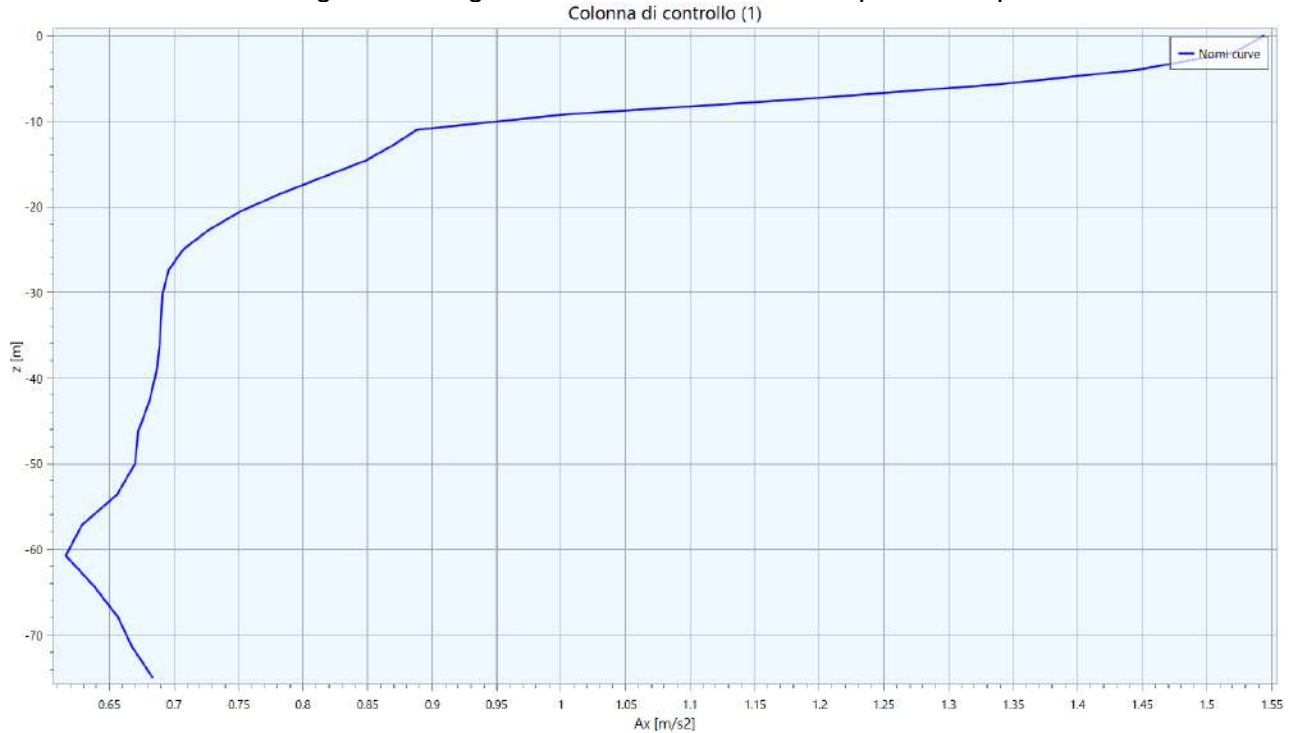
Figura 51 Diagramma accelerazione con la profondità per SLO



Committente  STOGIT	Progettista 	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 78 di 82	<b>Rev.</b> 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

*Figura 52 Diagramma accelerazione con la profondità per SLD*



*Figura 53 Diagramma accelerazione con la profondità per SLV*

Committente  STOGIT	Progettista 	COMMESSA NS/18012/R-01	UNITA' 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 79 di 82	Rev. 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

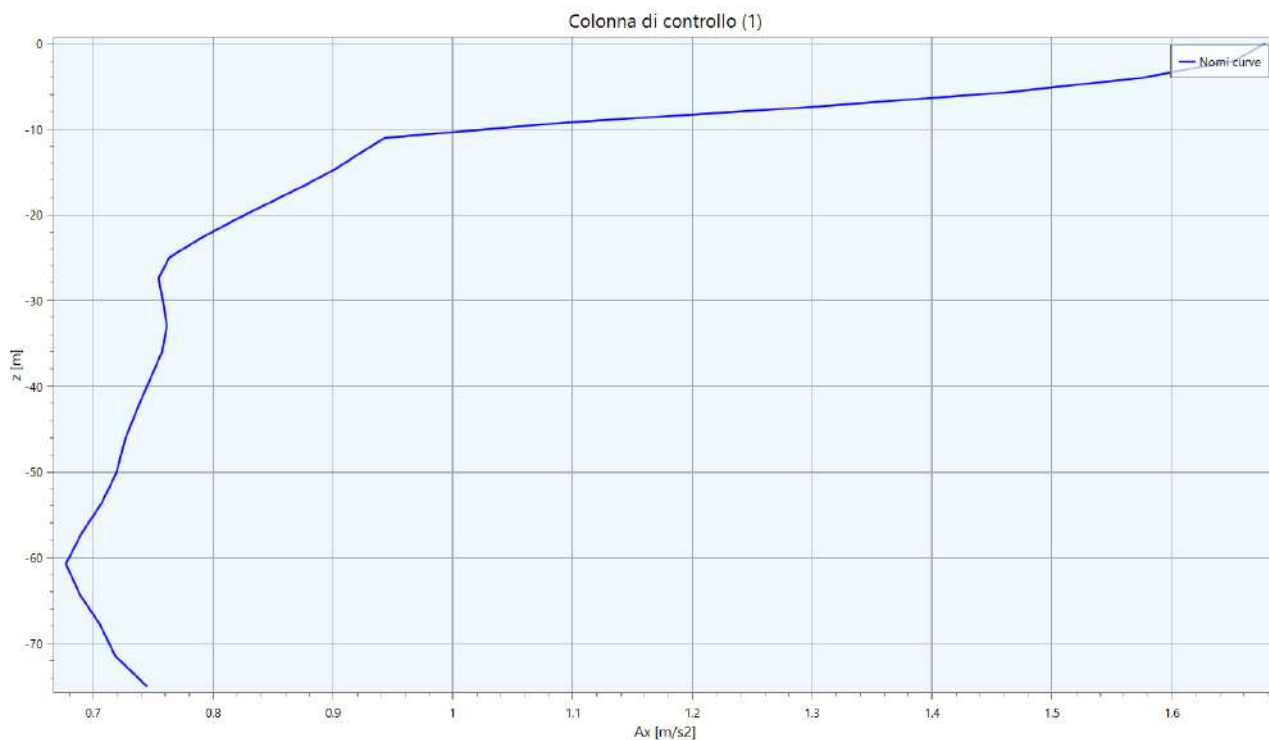


Figura 54 Diagramma accelerazione con la profondità per SLC

## 28. CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SITO

La classificazione sismica del territorio nazionale è stata rivista e aggiornata dall'**O.P.C.M. 3274/03** "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" che suddivide il territorio nazionale in 4 Zone Sismiche, distinte in base ai valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo, con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni. Ad ogni comune è stata quindi attribuita una specifica Zona, intendendo il carattere sismico decrescente andando da Zona 1 a Zona 4.

**Il Comune di Settala codice ISTAT 015251 risulta classificato come zona a rischio sismico di terza categoria (Zona 3) a cui si associa un rischio sismico basso  $a_{max} < 0.15g$  caratterizzato da scuotimenti modesti.**

Committente  STOGIT	Progettista 	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 80 di 82	<b>Rev.</b> 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

## 29. CONCLUSIONI

Sulla base delle evidenze di cui sopra ed in relazione al problema geotecnico in oggetto si espongono di seguito alcune considerazioni riassuntive ma si specifica che, a fine progettuale, è comunque imprescindibile la lettura completa della presente relazione.

Il settore in esame è posto in un settore geologico costituito da una potente sequenza di terreni fluvio-glaciali, prevalentemente granulari da sabbie limose a ghiaie con ciottoli, che dal complesso delle indagini eseguite in varie fasi, risultano avere una discreta continuità laterale e nel complesso un addensamento crescente gradualmente con la profondità.

Il sito, inserito nella Media Pianura Lombarda, si presenta localmente sub pianeggiante e risulta prossimo al corso del fiume Adda che scorre a breve distanza ad Est.

La falda superficiale si trova a profondità indicativa compresa tra circa 2 e 3 dal piano campagna a meno di variazioni stagionali.

I terreni presentano caratteristiche geotecniche crescenti con la profondità e, pur rimandando alla relazione geotecnica le specifiche valutazioni, si sconsiglia l'utilizzo di fondazioni superficiali.

Dall'analisi dei terreni e la sismicità di del sito, non sussistono le condizioni che permettano fenomeni di liquefazione.

In conclusione, fatte salve le considerazioni di cui sopra non esistono particolari problematiche dal punto di vista geologico ed idrogeologico alla realizzazione dell'opera.



	Progettista 	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 81 di 82	<b>Rev.</b> 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

### 30. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

Sito web Comune di Settala, Variante n°1 al PGT vigente approvata con del. CC n°3 del 11/02/2014:

<http://www.halleyweb.com/c015210/zf/index.php/trasparenza/index/index/categoria/264/page/4>

Sito INGV: <http://zonesismiche.mi.ingv.it/>

Modello di pericolosità sismica MPS04-INGV <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>

Progetto DISS DISS - Mapper ([ingv.it](http://ingv.it))

Sismicità storica di sito CPTI15-DBMI15 v4.0 ([ingv.it](http://ingv.it))

PAI e PGRA Fiume Po: <https://pai.adbpo.it/index.php/documentazione-pai/>

Geoportale Regione Lombardia (vari tematismi) Home - Geoportale della Lombardia

([regione.lombardia.it](http://regione.lombardia.it))

Committente  <b>STOGIT</b>	Progettista 	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34063</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 82 di 82	<b>Rev.</b> 2

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-001

## APPENDICE 1

## ALLEGATI

- AII. 1           SONDAGGI
- AII. 2           PROVE PENETROMETRICHE  
                  DINAMICHE CONTINUE (DPSH)
- AII. 3           PROVA DOWN HOLE
- AII. F.T.        PROVE DI LABORATORIO

# CENTRALE DI STOCCAGGIO GAS DI SETTALA (MI)

## PROGETTO DI ADEGUAMENTO DELLA CENTRALE DI COMPRESSIONE

### ALLEGATO 1

# SONDAGGI

DOC N. 33127

DICEMBRE 2008

## Documentazione fotografica S1



foto posizionamento S1



## Documentazione fotografica S2



foto posizionamento S2





CENTRALE DI STOCCAGGIO GAS  
DI SETTALA (MI)

PROGETTO DI ADEGUAMENTO  
DELLA CENTRALE DI COMPRESSIONE

ALLEGATO 2

PROVE PENETROMETRICHE  
DINAMICHE CONTINUE  
(DPSH)

DOC N.33127

DICEMBRE 2008



**POSTAZIONE DPSH 1**



**POSTAZIONE DPSH 2**

## PENETROMETRO DINAMICO IN USO : TG 63-100 EML.C

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla riferimento	Peso Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

## CARATTERISTICHE TECNICHE : TG 63-100 EML.C

PESO MASSA BATTENTE	M = 63,50 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,75 m
PESO SISTEMA BATTUTA	Ms = 0,63 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 51,00 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 20,43 cm <sup>2</sup>
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 60^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1,00 m
PESO ASTE PER METRO	Ma = 6,31 kg
PROF. GIUNZIONE 1 <sup>a</sup> ASTA	P1 = 0,40 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,20$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(20) $\Rightarrow$ Relativo ad un avanzamento di 20 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	NO
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q = (MH)/(A $\delta$ ) = 11,66 kg/cm <sup>2</sup> ( prova SPT : Qspt = 7.83 kg/cm <sup>2</sup> )
COEFF.TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 1,489$ ( teoricamente : Nspt = $\beta_t N$ )

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$R_{pd} = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [ area A]  
e = infissione per colpo =  $\delta / N$

M = peso massa battente (altezza caduta H)  
P = peso totale aste e sistema battuta

### UNITA' di MISURA (conversioni)

1 kg/cm <sup>2</sup> = 0.098067 MPa
1 MPa = 1 MN/m <sup>2</sup> = 10.197 kg/cm <sup>2</sup>
1 bar = 1.0197 kg/cm <sup>2</sup> = 0.1 MPa
1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

n° 1

- indagine :	PROGER S.p.A.	- data :	25/11/2008
- cantiere :	Centrale di stoccaggio	- quota inizio :	p.c.
- località :	Settala(Milano)	- prof. falda :	3,20 m da quota inizio
- note :		- pagina :	1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	3	31,5	---	1	7,60 - 7,80	3	18,4	---	9
0,20 - 0,40	28	294,2	---	1	7,80 - 8,00	4	24,5	---	9
0,40 - 0,60	28	270,0	---	2	8,00 - 8,20	4	24,5	---	9
0,60 - 0,80	16	154,3	---	2	8,20 - 8,40	4	24,5	---	9
0,80 - 1,00	11	106,1	---	2	8,40 - 8,60	4	23,3	---	10
1,00 - 1,20	4	38,6	---	2	8,60 - 8,80	6	34,9	---	10
1,20 - 1,40	1	9,6	---	2	8,80 - 9,00	10	58,2	---	10
1,40 - 1,60	1	8,9	---	3	9,00 - 9,20	6	34,9	---	10
1,60 - 1,80	1	8,9	---	3	9,20 - 9,40	7	40,7	---	10
1,80 - 2,00	3	26,7	---	3	9,40 - 9,60	6	33,3	---	11
2,00 - 2,20	3	26,7	---	3	9,60 - 9,80	3	16,6	---	11
2,20 - 2,40	4	35,6	---	3	9,80 - 10,00	8	44,3	---	11
2,40 - 2,60	2	16,6	---	4	10,00 - 10,20	8	44,3	---	11
2,60 - 2,80	2	16,6	---	4	10,20 - 10,40	9	49,9	---	11
2,80 - 3,00	2	16,6	---	4	10,40 - 10,60	9	47,6	---	12
3,00 - 3,20	3	24,8	---	4	10,60 - 10,80	12	63,5	---	12
3,20 - 3,40	2	16,6	---	4	10,80 - 11,00	16	84,7	---	12
3,40 - 3,60	2	15,5	---	5	11,00 - 11,20	21	111,1	---	12
3,60 - 3,80	2	15,5	---	5	11,20 - 11,40	23	121,7	---	12
3,80 - 4,00	1	7,7	---	5	11,40 - 11,60	15	76,0	---	13
4,00 - 4,20	1	7,7	---	5	11,60 - 11,80	15	76,0	---	13
4,20 - 4,40	1	7,7	---	5	11,80 - 12,00	17	86,1	---	13
4,40 - 4,60	1	7,3	---	6	12,00 - 12,20	17	86,1	---	13
4,60 - 4,80	1	7,3	---	6	12,20 - 12,40	20	101,3	---	13
4,80 - 5,00	2	14,5	---	6	12,40 - 12,60	32	155,3	---	14
5,00 - 5,20	2	14,5	---	6	12,60 - 12,80	21	101,9	---	14
5,20 - 5,40	3	21,8	---	6	12,80 - 13,00	20	97,1	---	14
5,40 - 5,60	1	6,8	---	7	13,00 - 13,20	19	92,2	---	14
5,60 - 5,80	1	6,8	---	7	13,20 - 13,40	14	68,0	---	14
5,80 - 6,00	1	6,8	---	7	13,40 - 13,60	14	65,3	---	15
6,00 - 6,20	2	13,7	---	7	13,60 - 13,80	21	97,9	---	15
6,20 - 6,40	2	13,7	---	7	13,80 - 14,00	34	158,5	---	15
6,40 - 6,60	4	25,8	---	8	14,00 - 14,20	22	102,6	---	15
6,60 - 6,80	4	25,8	---	8	14,20 - 14,40	16	74,6	---	15
6,80 - 7,00	2	12,9	---	8	14,40 - 14,60	34	152,4	---	16
7,00 - 7,20	2	12,9	---	8	14,60 - 14,80	42	188,3	---	16
7,20 - 7,40	4	25,8	---	8	14,80 - 15,00	44	197,3	---	16
7,40 - 7,60	2	12,2	---	9					

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML C**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm<sup>2</sup>** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

n° 2

- indagine :	PROGER S.p.A.	- data :	26/11/2008
- cantiere :	Centrale di stoccaggio	- quota inizio :	p.c.
- località :	Settala(Milano)	- prof. falda :	3,20 m da quota inizio
- note :		- pagina :	1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	4	42,0	---	1	7,80 - 8,00	7	42,8	---	9
0,20 - 0,40	4	42,0	---	1	8,00 - 8,20	11	67,3	---	9
0,40 - 0,60	43	414,7	---	2	8,20 - 8,40	5	30,6	---	9
0,60 - 0,80	39	376,1	---	2	8,40 - 8,60	7	40,7	---	10
0,80 - 1,00	41	395,4	---	2	8,60 - 8,80	7	40,7	---	10
1,00 - 1,20	44	424,3	---	2	8,80 - 9,00	6	34,9	---	10
1,20 - 1,40	31	298,9	---	2	9,00 - 9,20	7	40,7	---	10
1,40 - 1,60	15	133,7	---	3	9,20 - 9,40	8	46,5	---	10
1,60 - 1,80	5	44,6	---	3	9,40 - 9,60	7	38,8	---	11
1,80 - 2,00	1	8,9	---	3	9,60 - 9,80	8	44,3	---	11
2,00 - 2,20	2	17,8	---	3	9,80 - 10,00	6	33,3	---	11
2,20 - 2,40	4	35,6	---	3	10,00 - 10,20	6	33,3	---	11
2,40 - 2,60	3	24,8	---	4	10,20 - 10,40	6	33,3	---	11
2,60 - 2,80	4	33,1	---	4	10,40 - 10,60	6	31,8	---	12
2,80 - 3,00	4	33,1	---	4	10,60 - 10,80	7	37,0	---	12
3,00 - 3,20	5	41,4	---	4	10,80 - 11,00	15	79,4	---	12
3,20 - 3,40	4	33,1	---	4	11,00 - 11,20	19	100,6	---	12
3,40 - 3,60	2	15,5	---	5	11,20 - 11,40	21	111,1	---	12
3,60 - 3,80	4	30,9	---	5	11,40 - 11,60	21	106,3	---	13
3,80 - 4,00	5	38,7	---	5	11,60 - 11,80	18	91,1	---	13
4,00 - 4,20	5	38,7	---	5	11,80 - 12,00	31	157,0	---	13
4,20 - 4,40	4	30,9	---	5	12,00 - 12,20	32	162,0	---	13
4,40 - 4,60	3	21,8	---	6	12,20 - 12,40	27	136,7	---	13
4,60 - 4,80	3	21,8	---	6	12,40 - 12,60	32	155,3	---	14
4,80 - 5,00	3	21,8	---	6	12,60 - 12,80	24	116,5	---	14
5,00 - 5,20	3	21,8	---	6	12,80 - 13,00	24	116,5	---	14
5,20 - 5,40	5	36,3	---	6	13,00 - 13,20	17	82,5	---	14
5,40 - 5,60	4	27,3	---	7	13,20 - 13,40	26	126,2	---	14
5,60 - 5,80	3	20,5	---	7	13,40 - 13,60	19	88,6	---	15
5,80 - 6,00	5	34,2	---	7	13,60 - 13,80	19	88,6	---	15
6,00 - 6,20	4	27,3	---	7	13,80 - 14,00	26	121,2	---	15
6,20 - 6,40	5	34,2	---	7	14,00 - 14,20	29	135,2	---	15
6,40 - 6,60	7	45,2	---	8	14,20 - 14,40	16	74,6	---	15
6,60 - 6,80	5	32,3	---	8	14,40 - 14,60	16	71,7	---	16
6,80 - 7,00	4	25,8	---	8	14,60 - 14,80	29	130,0	---	16
7,00 - 7,20	3	19,4	---	8	14,80 - 15,00	32	143,5	---	16
7,20 - 7,40	3	19,4	---	8	15,00 - 15,20	32	143,5	---	16
7,40 - 7,60	5	30,6	---	9	15,20 - 15,40	28	125,5	---	16
7,60 - 7,80	5	30,6	---	9					

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm<sup>2</sup>** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

- Numero Colpi Punta N = **N(20)** [  $\delta = 20$  cm ]

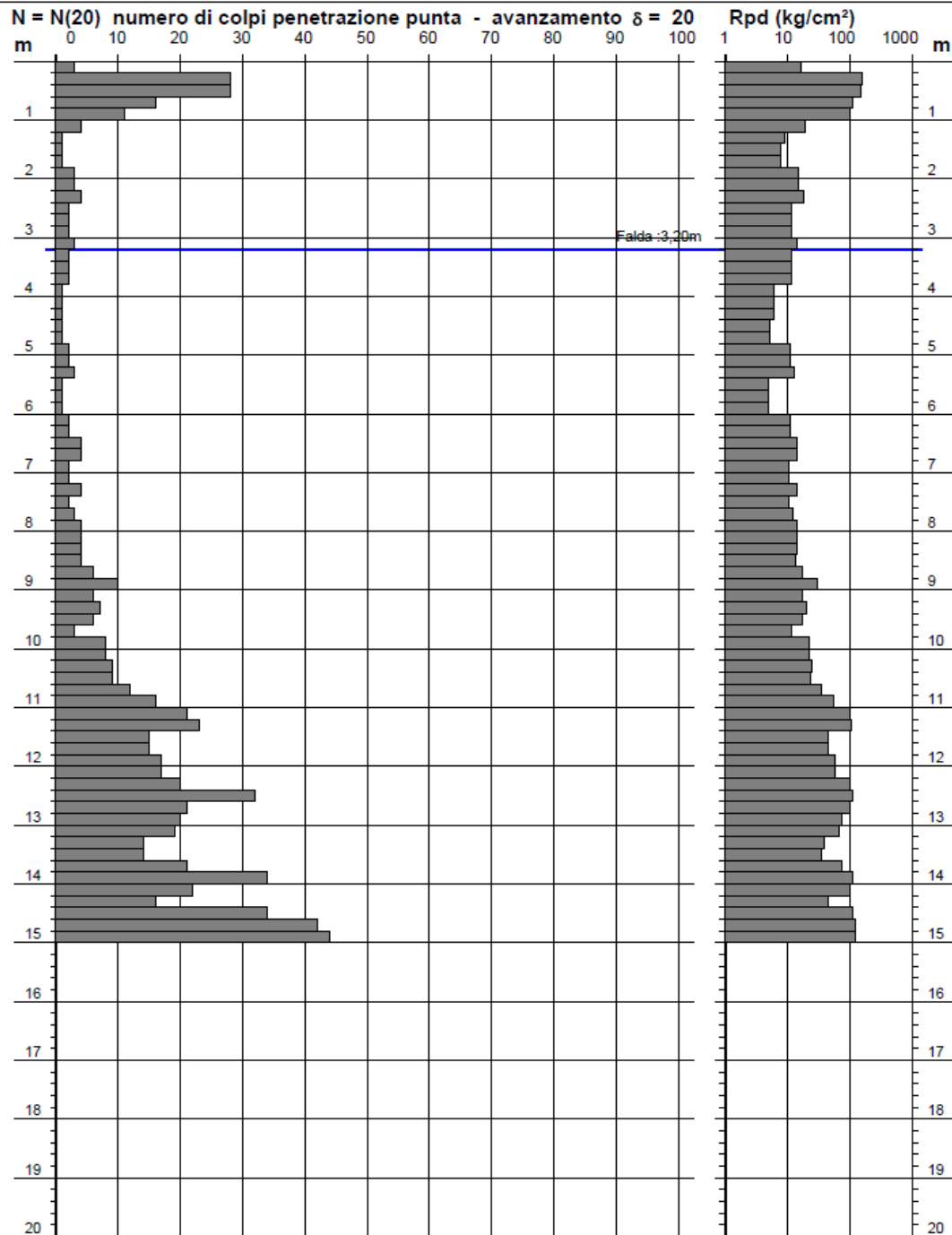
- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 1

Scala 1: 100

- indagine :	PROGER S.p.A.	- data :	25/11/2008
- cantiere :	Centrale di stoccaggio	- quota inizio :	p.c.
- località :	Settala(Milano)	- prof. falda :	3,20 m da quota inizio



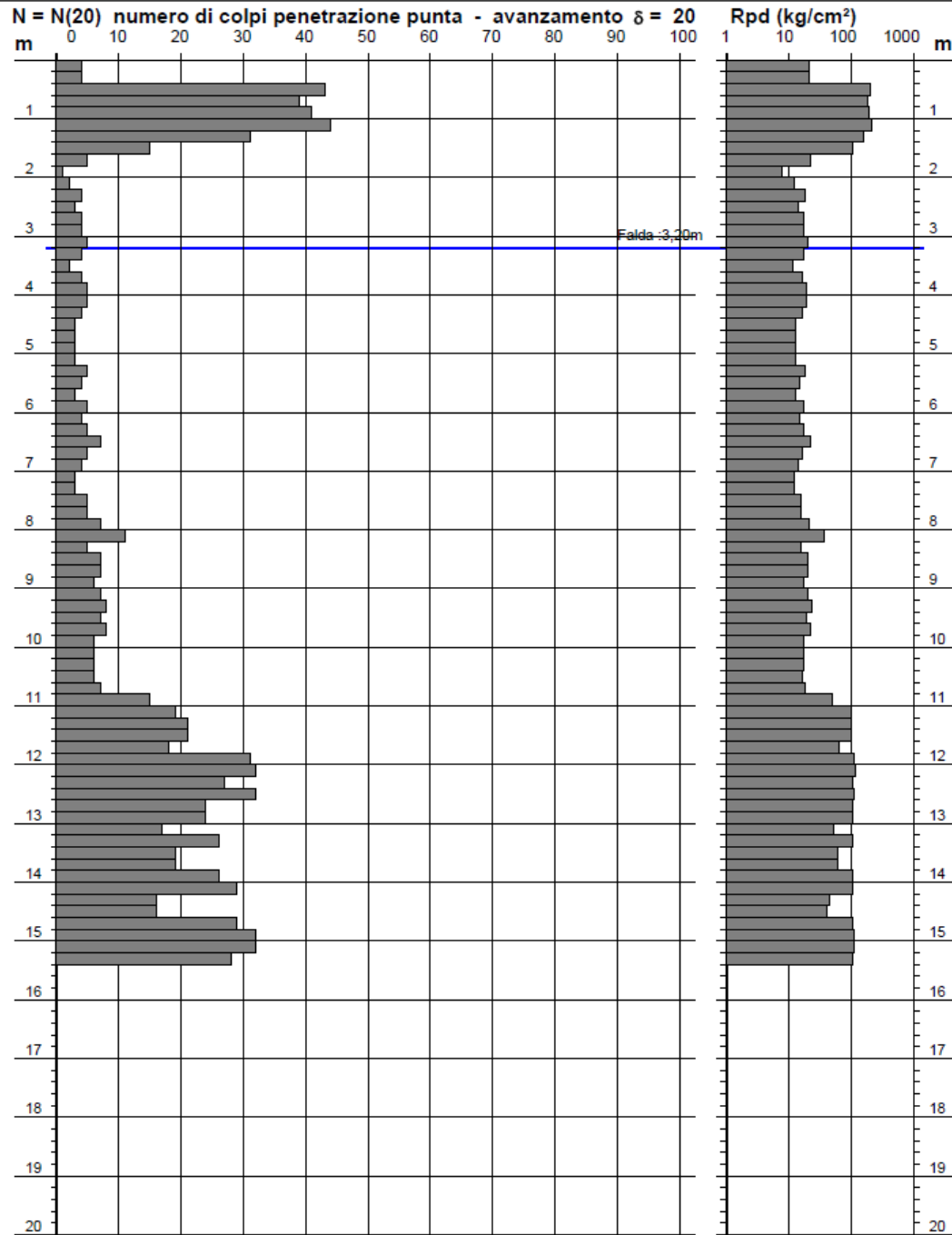
- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**  
 - M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**  
 - Numero Colpi Punta N = N(20) [  $\delta = 20$  cm ] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 2

Scala 1: 100

- indagine :	PROGER S.p.A.	- data :	26/11/2008
- cantiere :	Centrale di stoccaggio	- quota inizio :	p.c.
- località :	Settala(Milano)	- prof. falda :	3,20 m da quota inizio

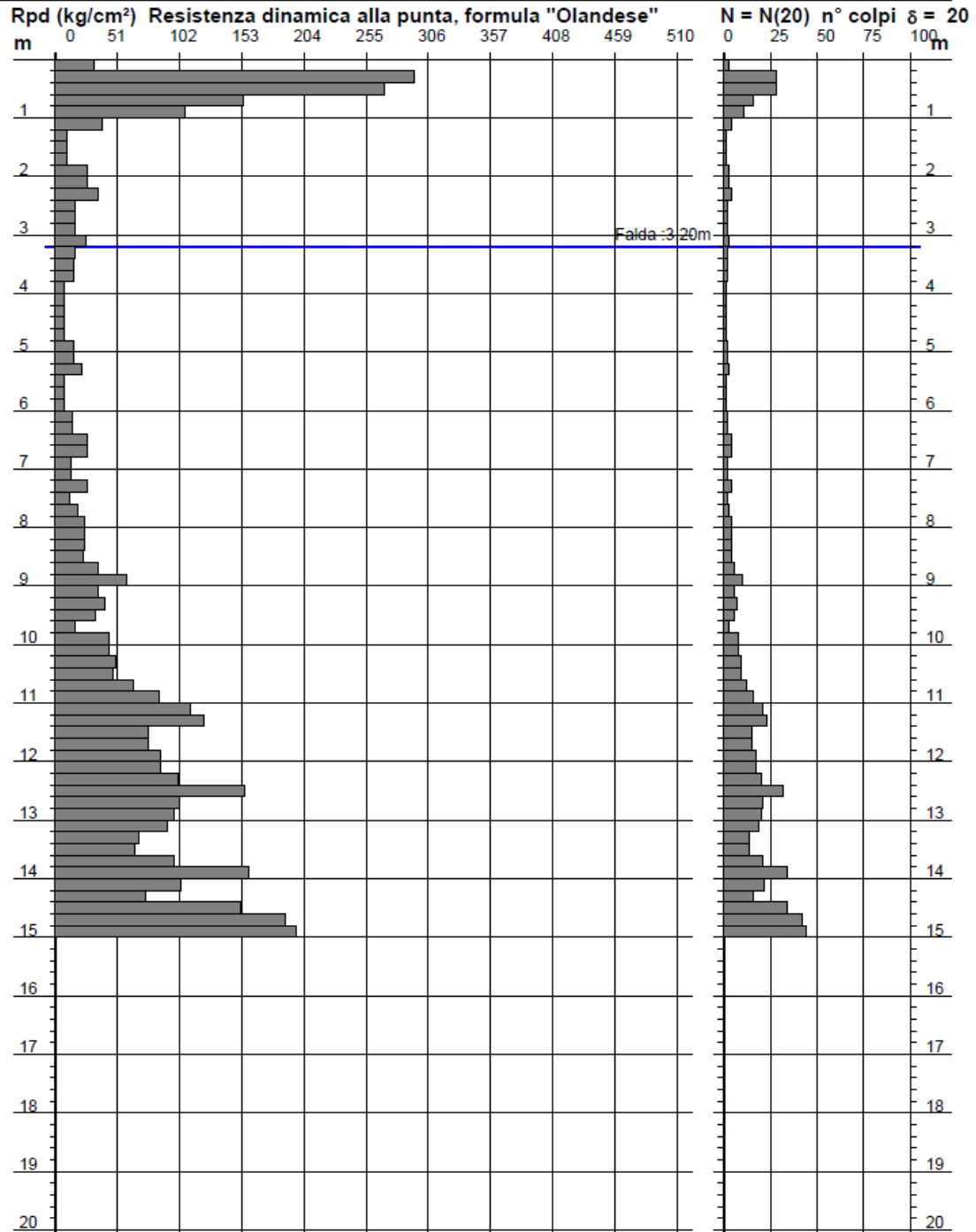


- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**  
 - M (massa battente)= **63,50 kg**    - H (altezza caduta)= **0,75 m**    - A (area punta)= **20,43 cm<sup>2</sup>**    - D(diam. punta)= **51,00 mm**  
 - Numero Colpi Punta **N = N(20)** [  $\delta = 20$  cm ]    - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

n° 1  
Scala 1: 100

- indagine :	PROGER S.p.A.	- data :	25/11/2008
- cantiere :	Centrale di stoccaggio	- quota inizio :	p.c.
- località :	Settala(Milano)	- prof. falda :	3,20 m da quota inizio



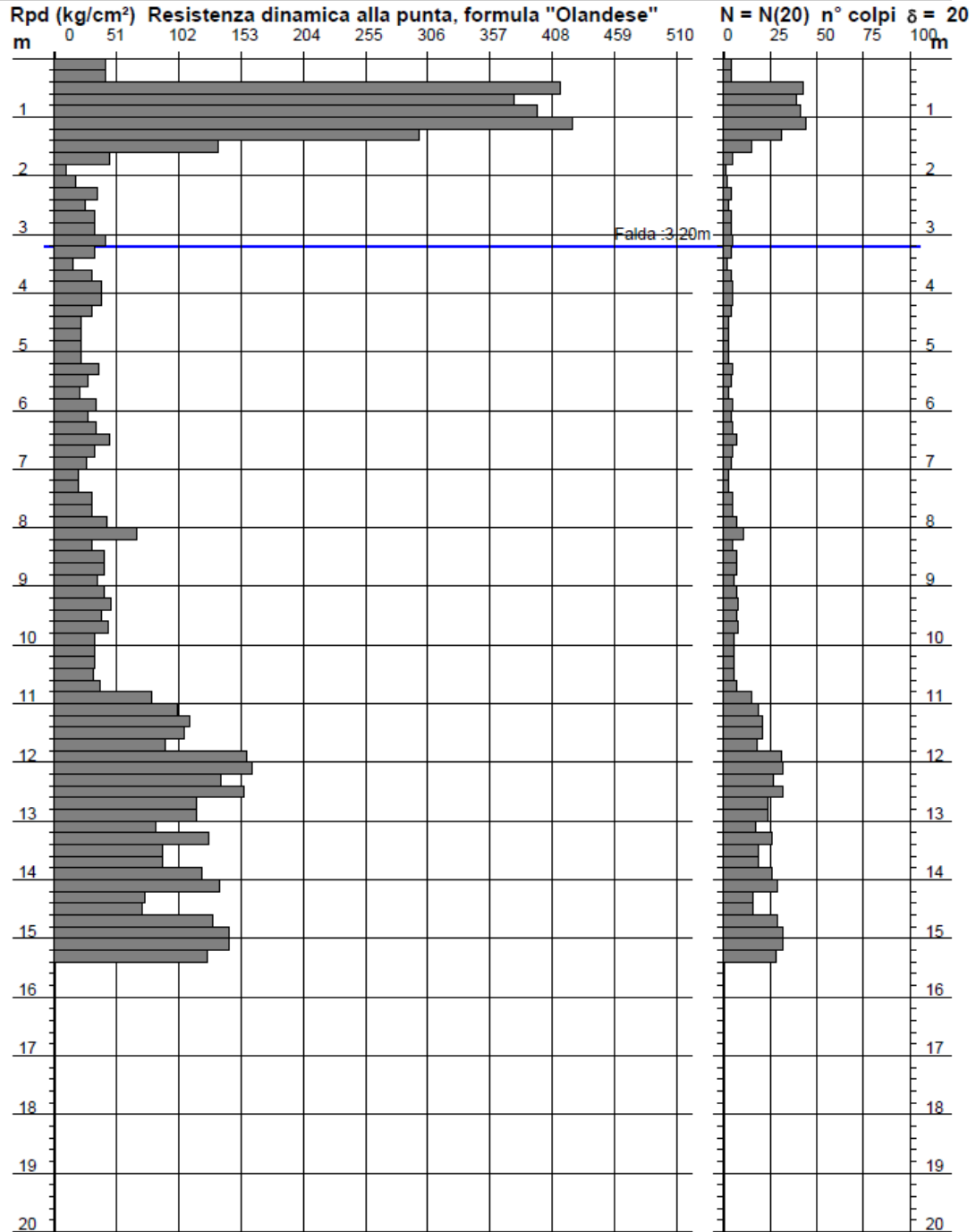
- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**  
 - M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm<sup>2</sup>** - D(diam. punta)= **51,00 mm**  
 - Numero Colpi Punta N = N(20) [ $\delta = 20$  cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**



## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

n° 2  
Scala 1: 100

- indagine :	PROGER S.p.A.	- data :	26/11/2008
- cantiere :	Centrale di stoccaggio	- quota inizio :	p.c.
- località :	Settala(Milano)	- prof. falda :	3,20 m da quota inizio



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**  
 - M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**  
 - Numero Colpi Punta N = N(20) [  $\delta = 20$  cm ] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

n° 1

- indagine :	PROGER S.p.A.	- data :	25/11/2008
- cantiere :	Centrale di stoccaggio	- quota inizio :	p.c.
- località :	Settala(Milano)	- prof. falda :	3,20 m da quota inizio
- note :		- pagina :	1

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	$\beta$	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00 1,40	N	13,0	1	28	7,0	11,5	1,5	24,5	13	1,49	19
		Rpd	129,2	10	294	69,4	115,7	13,5	244,9			
2	1,40 7,80	N	2,1	1	4	1,5	1,0	1,1	3,1	2	1,49	3
		Rpd	15,8	7	36	11,2	7,6	8,0	23,2			
3	7,80 10,60	N	6,3	3	10	4,6	2,3	4,0	8,6	6	1,49	9
		Rpd	35,8	17	58	26,2	12,2	23,6	48,0			
4	10,60 14,40	N	19,4	12	34	15,7	5,7	13,7	25,1	19	1,49	28
		Rpd	95,8	64	159	79,6	26,7	69,1	122,5			
5	14,40 15,00	N	40,0	34	44	37,0	---	---	---	40	1,49	60
		Rpd	179,3	152	197	165,9	---	---	---			

M: valore medio    min: valore minimo    Max: valore massimo    s: scarto quadratico medio  
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 20$  cm)    Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta_t = 1,49$ )    Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 20$  cm)

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

n° 2

- indagine :	PROGER S.p.A.	- data :	26/11/2008
- cantiere :	Centrale di stoccaggio	- quota inizio :	p.c.
- località :	Settala(Milano)	- prof. falda :	3,20 m da quota inizio
- note :		- pagina :	1

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	$\beta$	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00 1,80	N	25,1	4	44	14,6	17,9	7,2	43,0	25	1,49	37
		Rpd	241,3	42	424	141,7	172,7	68,6	414,0			
2	1,80 10,80	N	4,9	1	11	3,0	1,9	3,0	6,8	5	1,49	7
		Rpd	32,2	9	67	20,6	10,1	22,1	42,3			
3	10,80 15,40	N	24,0	15	32	19,5	5,9	18,1	30,0	24	1,49	36
		Rpd	115,8	72	162	93,8	27,5	88,3	143,4			

M: valore medio    min: valore minimo    Max: valore massimo    s: scarto quadratico medio  
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 20$  cm)    Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta_t = 1,49$ )    Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 20$  cm)

CENTRALE DI STOCCAGGIO GAS  
DI SETTALA (MI)

PROGETTO DI ADEGUAMENTO  
DELLA CENTRALE DI COMPRESSIONE

ALLEGATO 3

PROVA DOWN HOLE

DOC N. 33127

DICEMBRE 2008

## 1.0 PREMESSA

*1.1 Procedura sperimentale*

*1.2 Interpretazione down hole con il metodo diretto*

*1.3 Interpretazione down hole con il metodo intervallo*

## 2.0 INTERPRETAZIONE DELLE MISURE

*2.1 Dati misure down hole*

*2.2 Risultati*

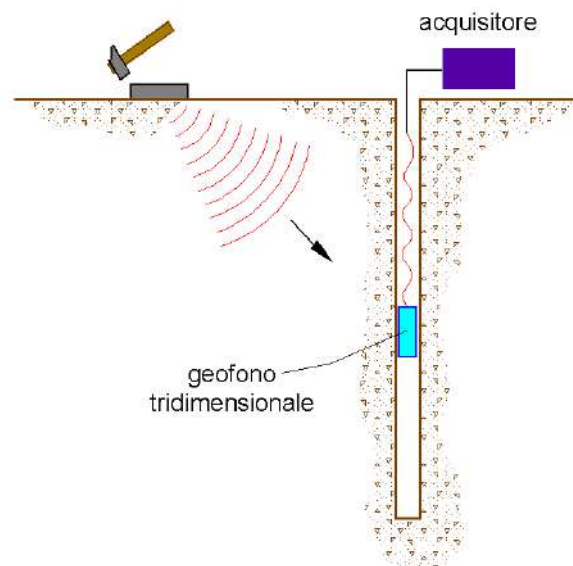


## 1. PREMESSA

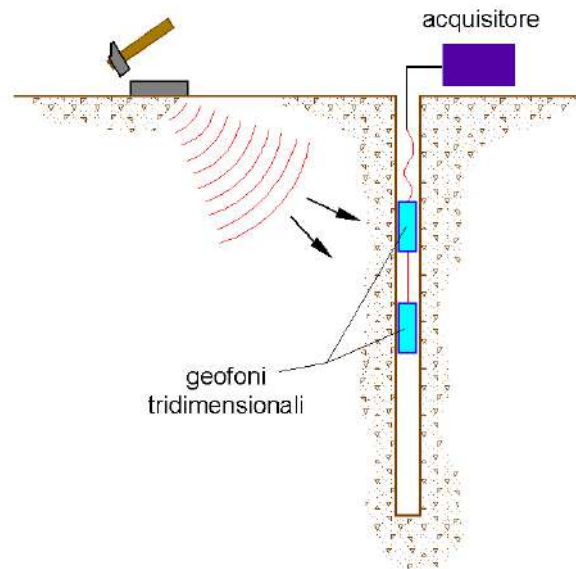
Nel metodo sismico down hole (DH) viene misurato il tempo necessario per le onde P e S di spostarsi tra una sorgente sismica, posta in superficie, e i ricevitori, posti all'interno di un foro di sondaggio (figura 1, 2).

Le componenti indispensabili per una misura DH accurata consistono:

- 1 una sorgente meccanica in grado di generare onde elastiche ricche di energia e direzionali;
- 2 uno o più geofoni tridimensionali, con appropriata risposta in frequenza (4,5-14 Hz), direzionali e dotati di un sistema di ancoraggio alle pareti del tubo-foro;
- 3 un sismografo multi-canale, in grado di registrare le forme d'onda in modo digitale e di registrarle su memoria di massa;
- 4 un trasduttore (*trigger*) alloggiato nella sorgente necessario per l'identificazione dell'istante di partenza della sollecitazione dinamica mediante massa battente.



**Figura 1** – Schema down hole ad un solo ricevitore



**Figura 2** – Schema down hole a due ricevitori

Durante la perforazione, per ridurre l'effetto di disturbo nel terreno, i fori vengono sostenuti mediante fanghi bentonici e il loro diametro viene mantenuto piuttosto piccolo (mediamente  $\varnothing \approx 15$  cm).

I fori vengono poi rivestiti mediante tubazioni, generalmente in PVC, e riempiti con una malta a ritiro controllato, generalmente composta di acqua, cemento e bentonite rispettivamente in proporzione di 100, 30 e 5 parti in peso.

Prima di ogni cosa, è però importante assicurarsi che il foro sia libero da strozzature e che il tubo di rivestimento non presenti lesioni.

### **1.1 Procedura sperimentale**

La sorgente consiste in una piastra di alluminio che, dopo avere opportunamente predisposto il piano di appoggio, viene adagiata in superficie ad una distanza di 1,5 – 2,5 m dal foro e orientata in direzione ortogonale ad un raggio uscente dall'asse foro. Alla sorgente è agganciato il trasduttore di velocità utilizzato come *trigger*.

Se si dispone di due ricevitori, questi vengono collegati in modo da impedirne la rotazione relativa e da fissarne la distanza. Il primo dei due ricevitori viene raccordato ad una batteria di aste che ne permette l'orientamento dalla superficie e lo spostamento.

Una volta raggiunta la profondità di prova, i geofoni vengono orientati in modo che un trasduttore di ogni sensore sia diretto parallelamente all'asse della sorgente (orientamento assoluto).

A questo punto i ricevitori vengono assicurati alle pareti del tubo di rivestimento, la sorgente viene colpita in senso verticale (per generare onde di compressione P) o lateralmente (per generare onde di taglio SH) e, contemporaneamente, parte la registrazione del segnale di *trigger* e dei ricevitori.

Eseguite le registrazioni la profondità dei ricevitori viene modificata e la procedura sperimentale ripetuta.

### ***1.2 Interpretazione in down hole con il metodo diretto***

Per poter interpretare il down hole con il metodo diretto, inizialmente, bisogna correggere i tempi di tragitto ( $t$ ) misurati lungo i percorsi sorgente-ricevitore per tenere conto dell'inclinazione del percorso delle onde. Se  $d$  è la distanza della sorgente dall'asse del foro (figura 3),  $r$  la distanza fra la sorgente e la tripletta di sensori,  $z$  la profondità di misura è possibile ottenere i tempi corretti ( $t_{\text{corr}}$ ) mediante la seguente formula di conversione:

$$1.0) t_{\text{corr}} = \frac{z}{r} t$$

Calcolati i tempi corretti sia per le onde P che per le onde S si realizza il grafico  $t_{\text{corr}} - z$  in modo che la velocità media delle onde sismiche in strati omogenei di terreno è rappresentata dall'inclinazione dei segmenti di retta lungo i quali si allineano i dati sperimentali (figura 4).

Ottenuti graficamente i sismostrati si ottengono la densità media, funzione della velocità e della profondità, e i seguenti parametri:

1 coefficiente di Poisson medio:

$$2.0) \nu_{\text{medio}} = 0.5 \frac{\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 2}{\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 1}$$

2 modulo di deformazione a taglio medio:

$$3.0) G_{\text{medio}} = \rho V_s^2$$

3 modulo di compressibilità edometrica medio:

$$4.0) E_{\text{dmedio}} = \rho V_p^2$$

4 modulo di Young medio:

$$5.0) E_{\text{medio}} = 2\rho V_s^2 (1 + \nu)$$

5 modulo di compressibilità volumetrica medio:

$$6.0) E_{\text{vmedio}} = \rho \left( V_p^2 - \frac{4}{3} V_s^2 \right)$$

### 1.3 Interpretazione in down hole con il metodo intervallo

Con il metodo intervallo i tempi di tragitto dell'onda sismica si misurano fra due ricevitori consecutivi (figura 5) posti a differente profondità, consentendo così di migliorare la qualità delle misure (*velocità d'intervallo*).

Quando si dispone di un solo ricevitore, cioè nell'ipotesi in cui le coppie non corrispondano ad un unico impulso, i valori di velocità determinati vengono definiti di *pseudo-intervallo*, consentendo solo un'apparente migliore definizione del profilo di velocità.

Ottenute le misure è possibile calcolare i tempi corretti con la 1.0) e la velocità intervallo delle onde P e S, con relativo grafico (figura 6), con la formula seguente:

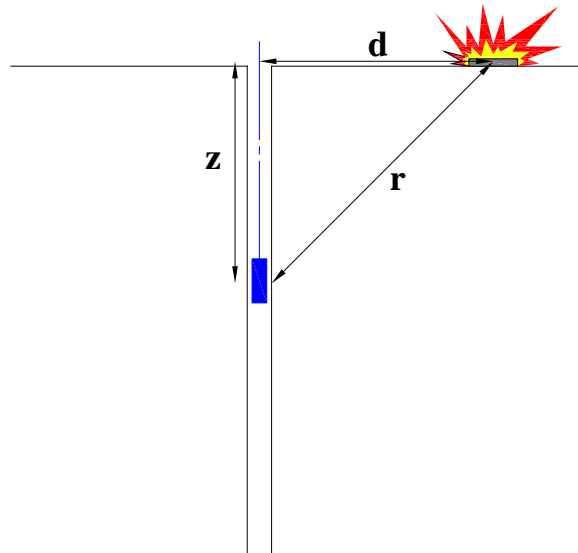
$$7.0) V_{p,s} = \frac{r_2 - r_1}{t_{2\text{corr}} - t_{1\text{corr}}}$$



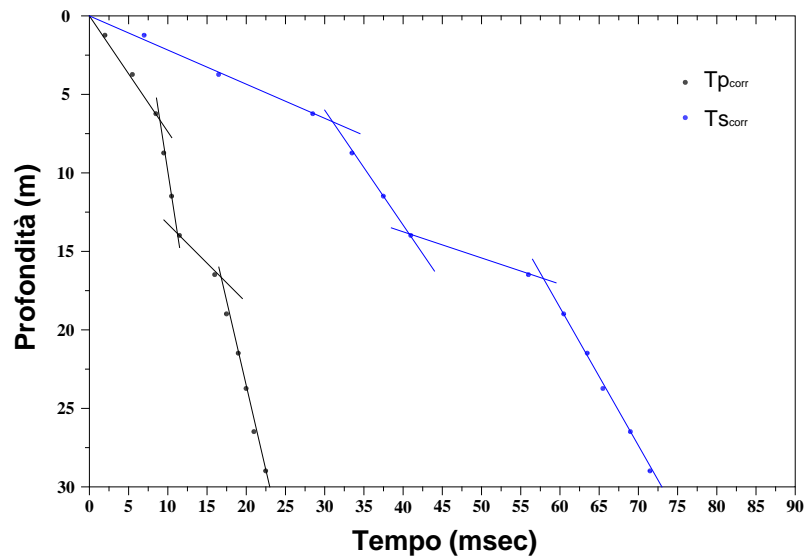
Ottenute le velocità intervallo si calcolano la densità, il coefficiente di Poisson, il modulo di deformazione a taglio, il modulo di compressibilità edometrica, il modulo di Young, il modulo di compressibilità volumetrica per ogni intervallo con le formule riportate sopra.

Il metodo intervallo presenta però dei limiti:

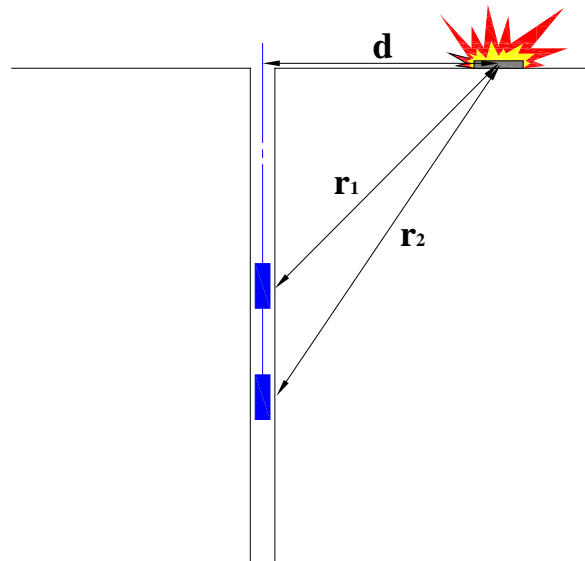
- A. non tiene conto della velocità degli strati sovrastanti;
- B. non è applicabile nel caso in cui  $t_{2corr} < t_{1corr}$ .



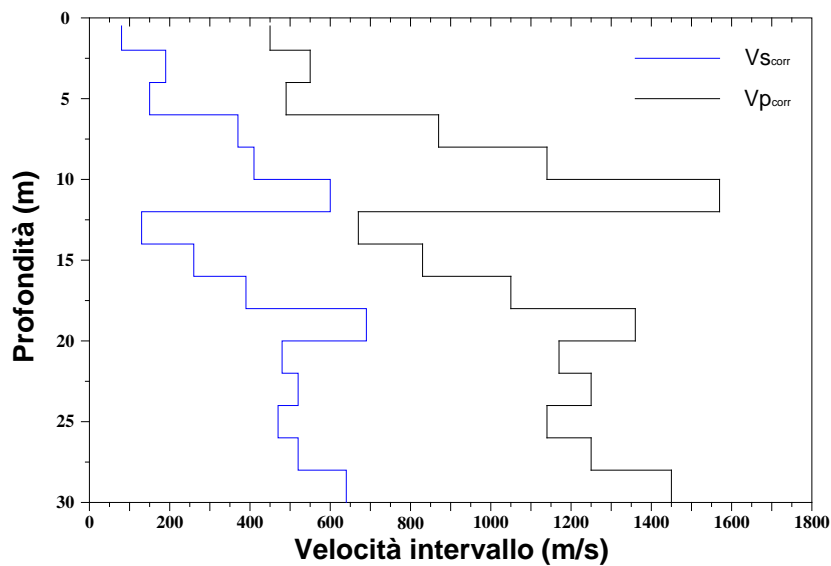
**Figura 3** – Schema di down hole con metodo diretto



**Figura 4** – Dromocrone



**Figura 5** – Schema di down hole con metodo intervallo



**Figura 6** – Profilo delle velocità sismiche con metodo intervallo

Ambedue le procedure d'interpretazione sopra descritte sono comunque suscettibili di una critica fondamentale, cioè si basano sull'ipotesi che i percorsi delle onde siano rettilinei e

-----  
coincidenti con quelli che collegano la sorgente ai ricevitori. Di solito ciò non è esatto, dato che, prima di giungere ai ricevitori, le onde subiscono fenomeni di rifrazione che ne modificano il percorso.

## 2. INTERPRETAZIONE DELLE MISURE

### *Dati iniziali*

Offset scoppio (m)	Numero di ricezioni	Posizione primo geofono (m)	Interdistanza (m)
2	29	2	1

### *2.1 Dati misure down hole*

Registrazione Nr.	Z (m)	Tp (msec)	Ts (msec)
1	2,00	6,77	14,61
2	3,00	8,28	18,66
3	4,00	9,96	21,40
4	5,00	10,77	24,09
5	6,00	11,15	25,74
6	7,00	11,66	27,53
7	8,00	12,79	30,03
8	9,00	13,87	32,54
9	10,00	15,23	35,36
10	11,00	15,45	38,04
11	12,00	15,89	40,29
12	13,00	16,39	42,67
13	14,00	17,03	44,76
14	15,00	17,64	47,07
15	16,00	18,31	49,55
16	17,00	19,17	52,02
17	18,00	20,49	54,66
18	19,00	21,83	57,25
19	20,00	23,36	60,04
20	21,00	24,95	63,00
21	22,00	26,49	65,99
22	23,00	27,98	69,05
23	24,00	29,38	71,90
24	25,00	30,21	74,45
25	26,00	31,05	77,07
26	27,00	31,46	79,99
27	28,00	32,11	80,94
28	29,00	32,77	82,82
29	30,00	33,45	85,13

---

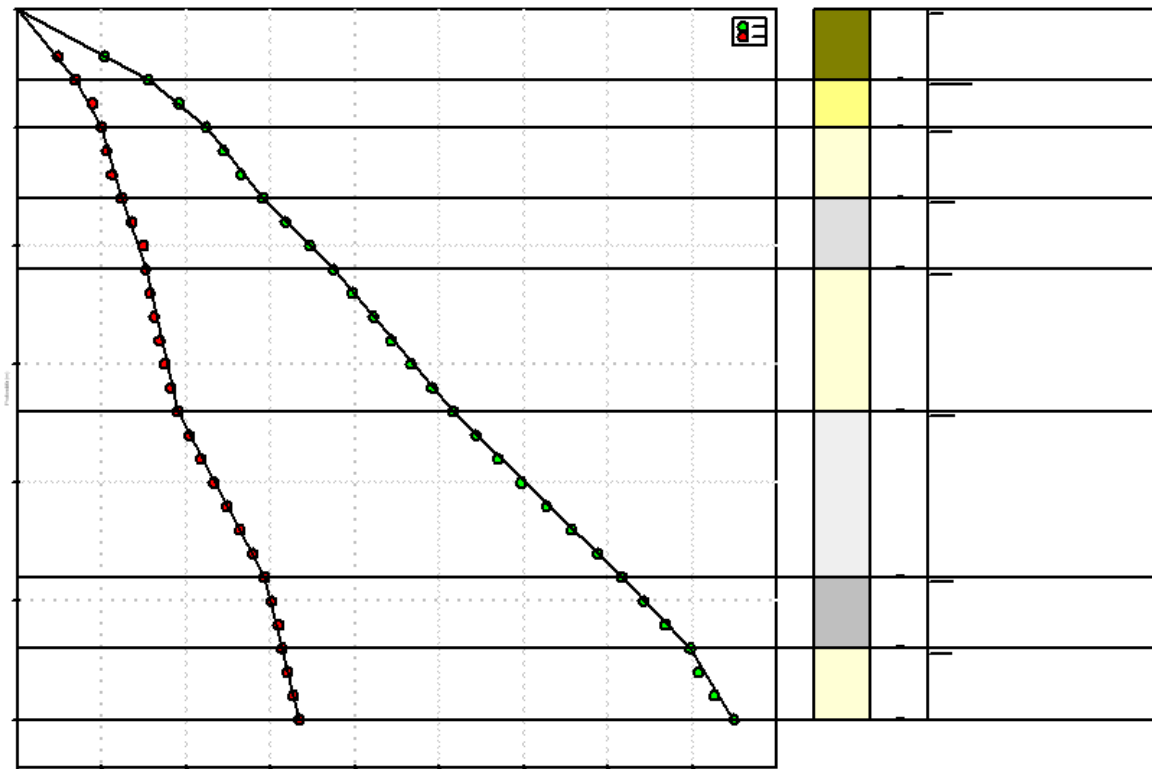
### 2.3 Risultati

SR (m)	Tpcorr (msec)	Tscorr (msec)
2,8284	4,7871	10,3308
3,6056	6,8894	15,5261
4,4721	8,9085	19,1407
5,3852	9,9997	22,367
6,3246	10,5778	24,4191
7,2801	11,2114	26,4708
8,2462	12,4081	29,1334
9,2195	13,5397	31,7651
10,198	14,9342	34,6733
11,1803	15,2008	37,4264
12,1655	15,6738	39,7418
13,153	16,1994	42,1738
14,1421	16,8588	44,3101
15,1328	17,4853	46,6571
16,1245	18,1686	49,1674
17,1172	19,0387	51,6637
18,1108	20,3647	54,3257
19,105	21,7101	56,9354
20,0998	23,2441	59,742
21,095	24,8376	62,7162
22,0907	26,3812	65,719
23,0868	27,8748	68,7904
24,0832	29,2785	71,6516
25,0799	30,1138	74,2129
26,0768	30,9585	76,843
27,074	31,374	79,7715
28,0713	32,0284	80,7343
29,0689	32,6923	82,6237
30,0666	33,3759	84,9414

Vp (m/s)	Vs (m/s)	g (kN/mc)	ni	G (MPa)	Ed (MPa)	E (MPa)	Ev (MPa)
173,05	80,19	16,73	0,3633	10,97	51,09	29,91	36,46
369,69	149,60	17,98	0,4021	41,03	250,58	115,06	195,87
429,15	239,72	19,46	0,2732	114,03	365,46	290,37	213,42
836,79	283,02	19,85	0,4354	162,13	1417,34	465,44	1201,16
1624,98	457,78	21,35	0,4569	456,24	5748,75	1329,39	5140,43
1508,05	465,71	21,28	0,4473	470,63	4934,95	1362,29	4307,44
807,30	362,84	20,32	0,3734	272,79	1350,43	749,30	986,71
860,11	369,84	20,29	0,3866	283,00	1530,63	784,82	1153,29
701,69	336,46	19,86	0,3507	229,26	997,12	619,32	691,45
3684,55	356,80	20,00	0,4953	259,63	27687,15	776,45	27340,97
2082,87	425,50	20,57	0,4782	379,76	9099,93	1122,72	8593,58
1878,81	406,04	20,34	0,4755	341,95	7321,43	1009,09	6865,49
1500,00	463,00	20,75	0,4473	453,59	4760,80	1312,96	4156,02
1581,33	422,11	20,38	0,4616	370,28	5196,71	1082,40	4703,00
1451,34	395,05	20,09	0,46	319,72	4315,17	933,58	3888,88
1140,90	397,67	20,07	0,4309	323,65	2663,92	926,22	2232,39
749,32	373,25	19,80	0,335	281,28	1133,65	751,02	758,61
738,96	380,96	19,83	0,319	293,47	1104,19	774,17	712,90
648,50	354,45	19,53	0,287	250,20	837,53	644,01	503,93
624,54	334,61	19,27	0,2987	220,01	766,45	571,45	473,10
645,05	331,59	19,20	0,3204	215,27	814,64	568,49	527,62
666,91	324,31	19,09	0,3451	204,74	865,80	550,79	592,82
709,84	348,25	19,33	0,3415	239,05	993,19	641,37	674,45
1193,22	389,14	19,73	0,4405	304,66	2864,49	877,73	2458,28
1180,18	379,03	19,60	0,4425	287,13	2783,76	828,37	2400,92
2400,00	340,52	19,16	0,4897	226,55	11253,75	674,98	10951,69
1523,99	1035,84	23,66	0,0707	2588,69	5603,49	5543,42	2151,91
1502,64	528,00	20,73	0,4296	589,31	4772,97	1684,96	3987,22
1459,48	430,47	19,98	0,4524	377,54	4339,81	1096,68	3836,43



## Dromocrone



### Metodo intervallo

Profondità di riferimento: 30 m  
**VS30: 316,69 m/s**

### Sismostrati con metodo Intervallo

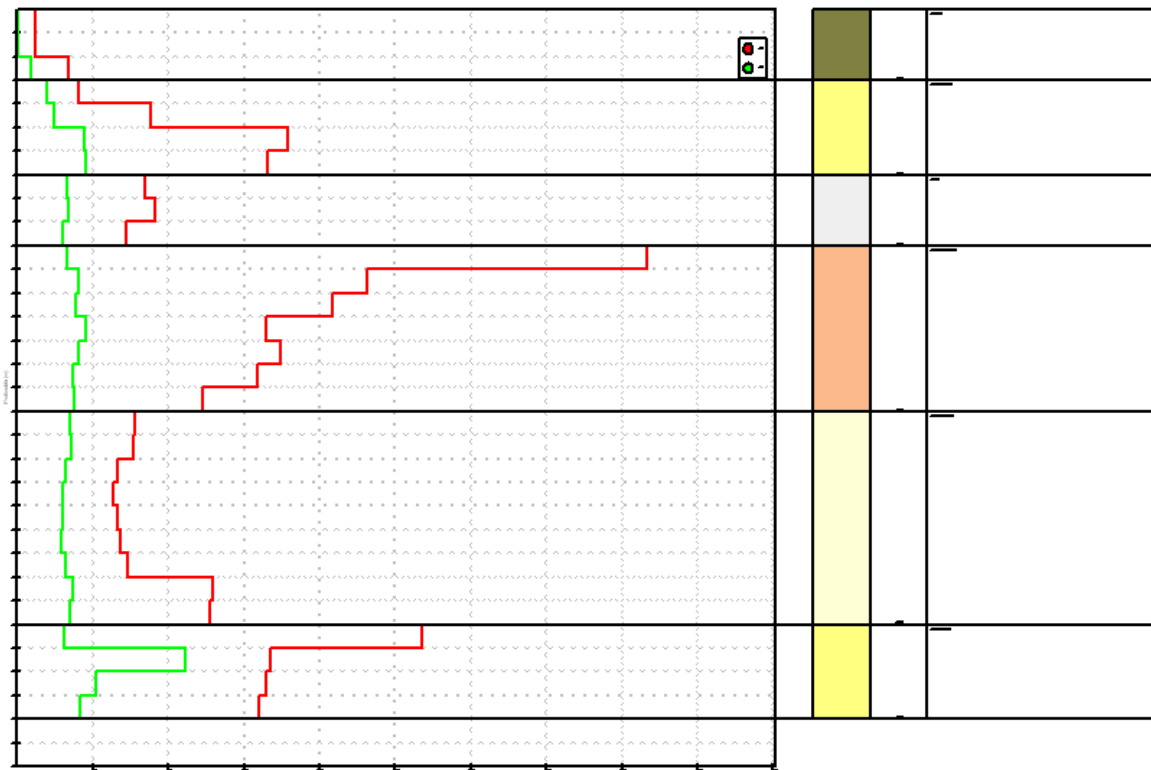
Descrizione (-)	Profondità (m)
Top Soil	3
Sabbie Limose	7
Ghiaie	10
Sabbie con ciottoli	17
Sabbie ghiaiose	26
Sabbie limose	30



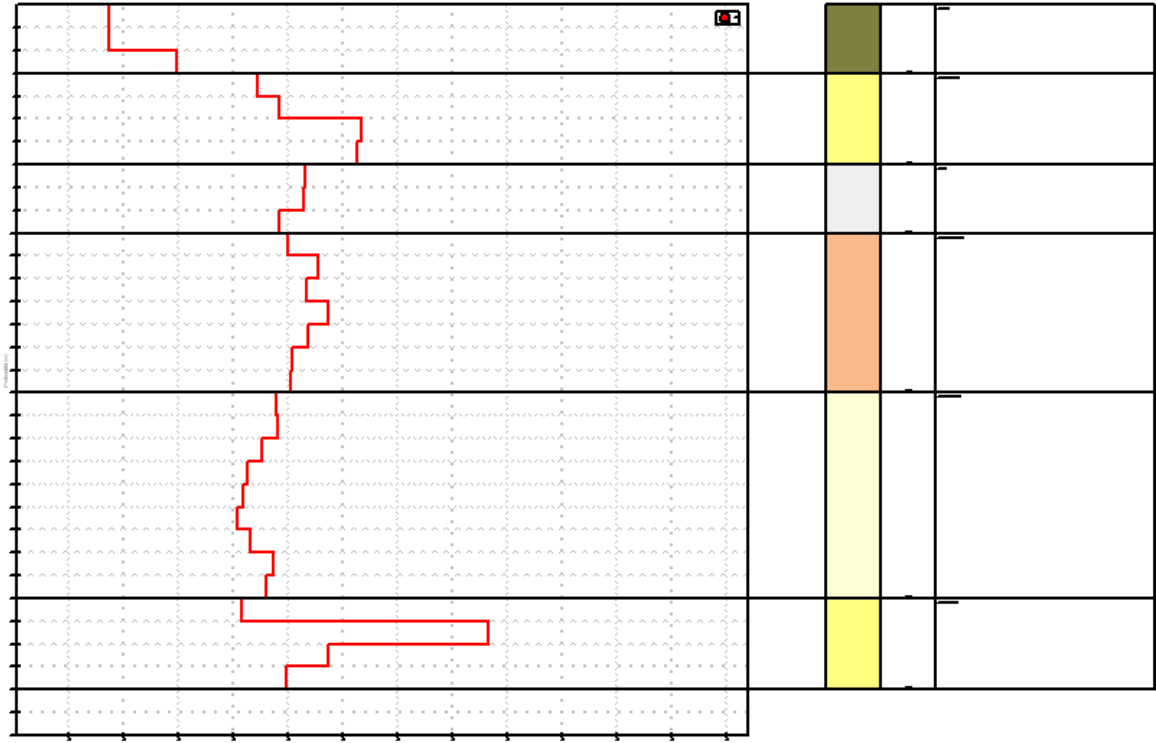
### Valori medi

Vp medio (m/s)	Vs medio (m/s)	g medio (kN/mc)	ni medio	G medio (MPa)	Ed medio (MPa)	E medio (MPa)	Ev medio (MPa)
271,37	114,9	17,35	0,38	26	150,84	72,49	116,17
1099,74	361,56	20,48	0,4	300,76	3116,62	861,87	2715,61
789,7	356,38	20,16	0,37	261,68	1292,73	717,81	943,82
1902,83	409,45	20,31	0,46	349,8	8720,73	1023,35	8254,33
795,17	357,29	19,49	0,35	255,09	1351,52	689,71	1011,4
1721,53	583,71	20,88	0,36	945,52	6492,51	2250,01	5231,81

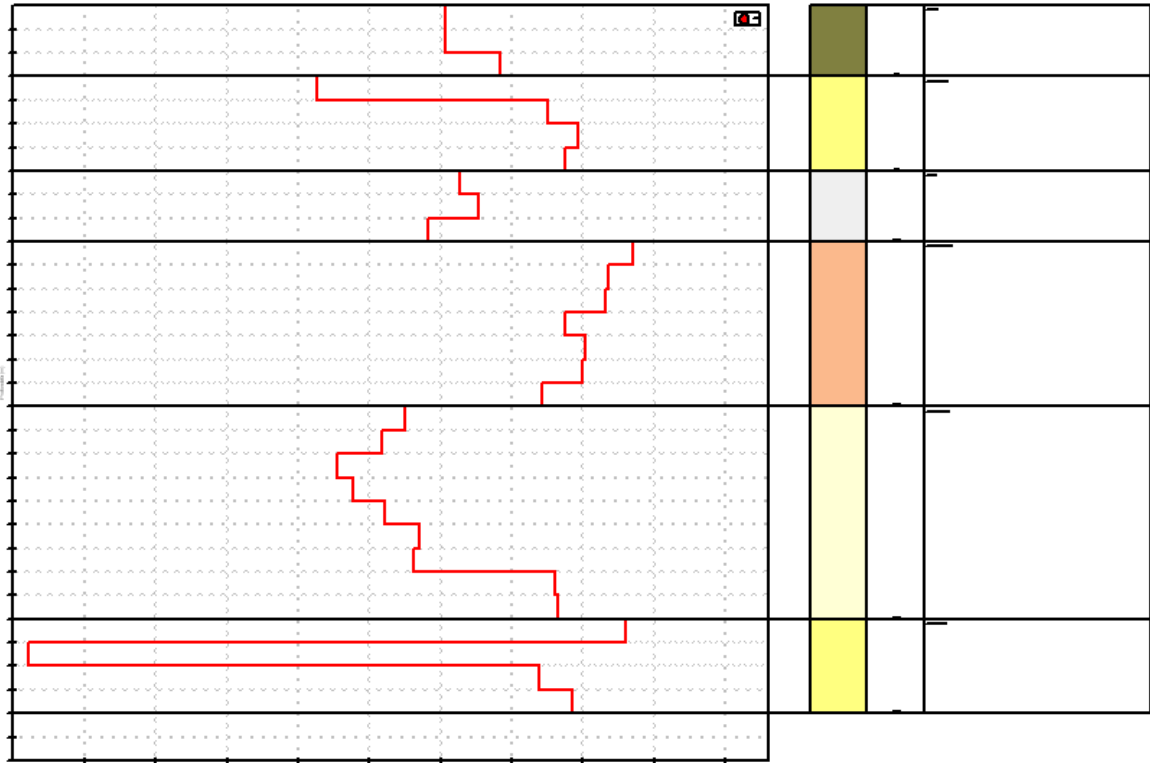
### Profilo velocità di intervallo



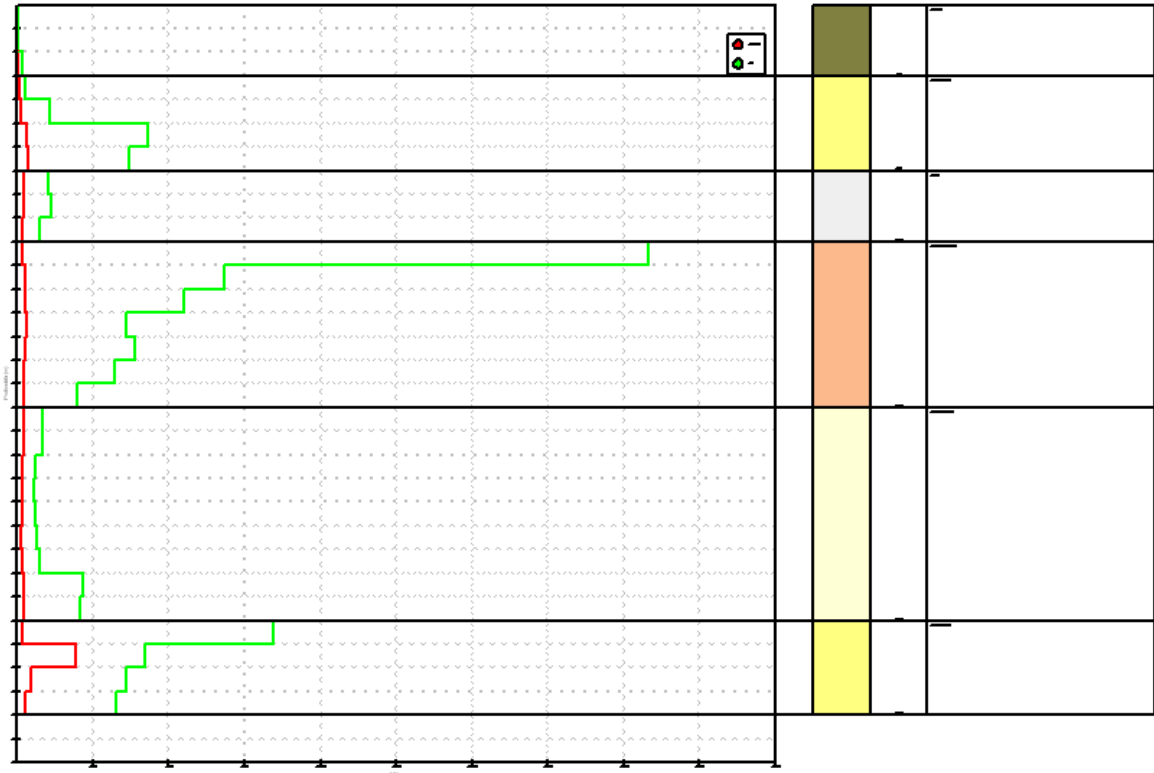
**Profilo peso di volume di intervallo**



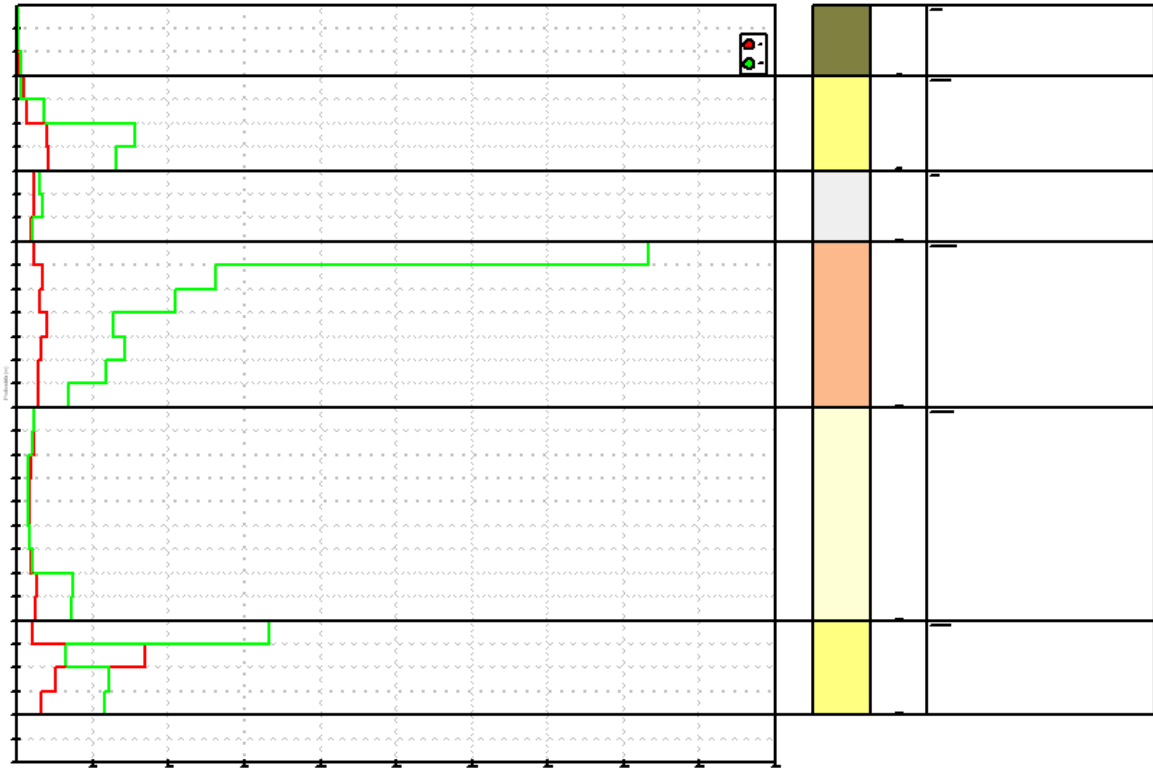
## Profilo coefficiente di Poisson di intervallo



## Profili modulo di deformazione a taglio e modulo di compressibilità edometrica



## Profili modulo di Young e modulo di compressibilità volumetrica di intervallo



Committente  	Progettista  <b>TEN</b> <small>TECHNIP ENERGIES</small>	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-R01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34124</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 11 di 14	<b>Rev.</b> 0

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-002

## ANNESSO 2

### Stratigrafie sondaggi

Committente: <b>Technip Italy FMC</b>	<b>SONDAGGIO VERTICALE BH 1</b>				Ordine n°: Ip1394	Pag 1/1
Redattore <b>Dott. Geol. Nadia Mortellaro</b>	Oggetto: <b>Progetto ELCO - Centrale Stogit di Settala (Mi) - Indagini geognostiche per l'installazione di un nuovo elettrocompressore</b>				Quota Bocca Foro s.l.m.:	
Operatore <b>S.re G. Banda</b>	Profondità raggiunta <b>30.0 m</b>	Tipo Carotaggio <b>Continuo a rotazione idraulica</b>	Tipo Sonda <b>Beretta T45</b>	Inizio/Fine Esecuzione <b>19/07/2021 - 02/08/2021</b>	Coordinate:	

Scala (mt.)	Litologia	Descrizione	Quota (m)	RQD	%Carotaggio	Prove durante la perf.	S.P.T.	Prelievo Campioni	Corona Carotiere	Quota falda acquifera (data misura)	Pocket Penetrom Kg/cm <sup>2</sup> Testacchio Norm	Strumentazione Geotechnica	
1		Terreno vegetale	0.40										
2		Terreno di riporto costituito da sabbia e ghiaia grigio-beige con clasti grossolani (diam. max 2 cm)	1.50										
3		Sabbia limosa da poco a mediamente addensata, di colore da bruno chiaro a bruno scuro con inclusi litici millimetrici grigio scuro	2.30							(02-08-21) 2.50 m			
4		Sabbia debolmente ghiaiosa moderatamente addensata, di colore da bruno-nocciola. Verso il basso diminuisce la componente ghiaiosa e sono presenti poche ghiaie millimetriche e centimetriche arrotondate, poligeniche di colore da grigio chiaro a grigio scuro	4.00				PA - n. Colpi: 2-4-11 3.70 - 4.15 m		W/CS				
5		Sabbia e ghiaia grossolana moderatamente addensata colore bruno-nocciola. Si alternano tratti la cui componente ghiaiosa è meno presente a favore di pochi ciottoli arrotondati, poligenici di dimensioni centimetriche, diam max=10 cm e tratti esclusivamente sabbiosi. Da 11.55 a 12.0 m, da 12.0 a 12.4 m, livelli di ghiaia eterogenea grossolana costituita da clasti poligenici arrotondati, dimensioni da millimetrici a centimetrici (diam. Max 10 cm). Da 12.4 aumenta il grado di addensamento delle sabbie.					PA - n. Colpi: 3-5-10 6.0 - 6.45 m						
6							PA - n. Colpi: 3-5-9 8.4 - 8.85 m	8.10 m CI 1					
7							PA - n. Colpi: 6-10-16 12.55 - 13.0 m						
8				14.30									
9		Sabbia fine debolmente limosa mediamente addensata colore bruno-nocciola, alternata a tratti sabbiosi-ghiaiosi con clasti da millimetrici a centimetrici monogenici biancastri, arrotondati. Da 17.0 m presenti solo inclusi millimetrici					PA - n. Colpi: 3-6-10 16.45 - 16.90 m	16.00 m CI 2					
10		Sabbia limosa e/o limo sabbiosa colore bruno-nocciola addensata con inclusi litici millimetrici e centimetrici. Da 20.0 a 20.2 m presenti ciottoli arrotondati poligenici diam max. 3-4 cm. Da 22.4 a 25.0 m, sabbia e ghiaia grossolane poco addensata											
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18				18.40									
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25													
26													
27													
28			27.70										
29		Sabbia e ghiaia moderatamente addensata colore bruno-nocciola, a tratti prevalentemente sabbiosi.											
30			30.00										

Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio,  
Prove SPT: PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa  
Corona: W-Widia, D-Diamantata Campioni: CR (disturbato) - CI (indisturbato)

**Cassette catalogatrici N° 6**  
**Tubazione di rivestimento fino a 30 m**

<b>SONDAGGIO SE-AMB 001</b> AMBIENTALE		<b>OGGETTO: Progetto ELCO - Centrale Stogit di Settala (MI) - Indagini geognostiche per l'installazione di un nuovo elettrocompressore</b>				Ordine n°: Ip1394	Pag 1/1
Redattore Dott. Geol. Cristiano La Rosa						Quota Bocca Foro s.l.m.:	
Operatore S.re Salvatore Pirrera	Profondità raggiunta 4,20 m	Tipo Carotaggio Continuo a rotazione idraulica	Tipo Sonda Beretta T45	Inizio/Fine Esecuzione 03/08/2021 - 03/08/2021		Coordinate	

Scala (mt.)	Litologia	Descrizione	Quota (m)	RQD	%Carotaggio	Prove durante la perf.	S.P.T.	Prelievo Campioni	Corona Carotiere	Pocket Penetrom Kg/cm <sup>2</sup> Scodolato Tascabile N/mm <sup>2</sup>	Quota falda acquifera	Strumentaz. Geotecnica:
		Terreno vegetale costituito da sabbia fine debolmente limosa con ghiaia e pochi ciottoli	0.50					0.00				
1		Sabbia ghiaiosa debolmente limosa di colore marrone	2.40					CA 1	W CS			
	1.00											
2								CA 2				
		Sabbia ghiaiosa di color avana con rara presenza di ciottoli di forma appiattita ed allungata	4.20					2.50				
3								3.20				
								CA 3				
4								4.20				
5												
6												
7												
8												
9												
10												



<b>SONDAGGIO SE-AMB 002</b>		<b>OGGETTO: Progetto ELCO - Centrale Stogit di Settala (Mi) - Indagini geognostiche per l'installazione di un nuovo elettrocompressore</b>				Ordine n°: Ip1394	Pag 1/1
AMBIENTALE						Quota Bocca Foro s.l.m.:	
Redattore <b>Dott. Geol. Cristiano La Rosa</b>							
Operatore <b>S.re Salvatore Pirra</b>		Profondità raggiunta <b>3,20 m</b>	Tipo Carotaggio <b>Continuo a rotazione idraulica</b>	Tipo Sonda <b>Beretta T45</b>	Inizio/Fine Esecuzione <b>04/08/2021 - 04/08/2021</b>	Coordinate	

Scala (mt.)	Litologia	Descrizione	Quota (m)	RQD	%Carotaggio	Prove durante la perf.	S.P.T.	Prelievo Campioni	Corona Carotiere	Pocket Penetrom Kg/cm <sup>2</sup>	Spesometro	Teseometro	Quota falda acquifera	Strumentaz. Geotecnica:
0.00														
1		Terreno vegetale costituito da sabbia fine debolmente limosa color marrone	1.10					CA 1	W CS					
							1.00							
2		Sabbia fine ghiaiosa color avana	2.00				CA 2							
							2.00							
3		Limo argilloso e/o argilla limosa di color nocciola. Presenza di inclusi nerastri	3.20					CA 3						
							3.20							
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														

<b>SONDAGGIO SE-AMB 003</b>		<b>OGGETTO: Progetto ELCO - Centrale Stogit di Settala (Mi) - Indagini geognostiche per l'installazione di un nuovo elettrocompressore</b>				Ordine n°: Ip1394	Page 1/1
AMBIENTALE						Quota Bocca Foro s.l.m.:	
Redattore Dot. Geol. Cristiano La Rosa							
Operatore S.re Salvatore Pirrera		Profondità raggiunta 9,00 m	Tipo Carotaggio Continuo a rotazione idraulica	Tipo Sonda Beretta T45	Inizio/Fine Esecuzione 03/08/2021 - 04/08/2021	Coordinate	

Scala (mt.)	Litologia	Descrizione	Quota (m)	RQD	%Carotaggio	Prove durante la perf.	S.P.T.	Prelievo Campioni	Corona Carotiere	Pocket Penetrom Kg/cm <sup>2</sup>	Spesometro Teseometro Nioni	Quota falda acquifera	Strumentaz. Geotecnica:
1		Terreno vegetale costituito da sabbia fine debolmente limosa con ghiaia, color marrone	1.30					0.00					
2		Sabbia medio-fine ghiaiosa color avana con rara presenza di ciottoli	4.50					CA 1 1.00 1.50 CA 2 2.50 3.20 CA 3 4.20	W CS			2.95	
3		Sabbia medio-fine debolmente limosa con rara presenza di ghiaia	6.80										
4		Sabbia limosa con ghiaia di colore marrone	7.50										
5		Sabbia ghiaiosa debolmente limosa con presenza di ciottoli	9.00										
6													
7													
8													
9													
10													

Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio,  
Corona: W-Widia, D-Diamantata  
Campioni: CA (ambientale) - CI (indisturbato) - CR (rimaneggiato)

**Cassette catalogatrici N° 2**  
**Rivestimento da 0,00 a 9,00 m (Ø127 mm)**  
**Prelevato n. 1 campione di fluido**

<b>SONDAGGIO SE-AMB 004</b>		<b>OGGETTO: Progetto ELCO - Centrale Stogit di Settala (Mi) - Indagini geognostiche per l'installazione di un nuovo elettrocompressore</b>				Ordine n°: Ip1394	Pag 1/1
AMBIENTALE						Quota Bocca Foro s.l.m.:	
Redattore Dott. Geol. Cristiano La Rosa							
Operatore S.re Salvatore Pirrera		Profondità raggiunta 4,20 m	Tipo Carotaggio Continuo a rotazione idraulica	Tipo Sonda Beretta T45	Inizio/Fine Esecuzione 31/08/2021 - 31/08/2021	Coordinate	

Scala (mt.)	Litologia	Descrizione	Quota (m)	RQD	%Carotaggio	Prove durante la perf.	S.P.T.	Prelievo Campioni	Corona Carotiere	Pocket Penetrom Kg/cm <sup>2</sup>	Spesometro	Tescobolla	Noni	Quota falda acquifera	Strumentaz. Geotecnica:
		Terreno vegetale costituito da sabbia fine debolmente limosa con ghiaia. Presenza di apparati radicali.	0.50					0.00							
1		Sabbia fine debolmente ghiaiosa di colore avana.	2.40					CA 1	W CS						
	1.00														
2	1.50														
		Sabbia ghiaiosa di color avorio con rara presenza di ciottoli di forma appiattita ed allungata	4.20					CA 2							
	2.50														
3	3.20														
4								CA 3							
								4.20							
5															
6															
7															
8															
9															
10															

Committente  	Progettista 	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-R01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34124</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 12 di 14	<b>Rev.</b> 0

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-002

## ANNESSO 3

### Report fotografico

## Sondaggio geognostico **BH1**



*Profondità sondaggio: 30,00 m*

Attrezzatura di perforazione: <b>Sonda Beretta T45</b>	Operatore alla sonda: <b>Sig. G. Banda</b>
Perforazione a carotaggio continuo diametro: <b>101 mm</b>	Rivestimento: <b>30 m</b>
Cassette catalogatrici: <b>n 6</b>	Attrezzato -
Campioni indisturbati: <b>n. 2</b> – rimaneggiati <b>n. 1</b>	Prove in foro: <b>n. 7 SPT</b>
Data inizio: <b>19/07/2021</b>	Data fine: <b>02/08/2021</b>

Il geologo responsabile del sondaggio  
Dott. Geol. N. Mortellaro



Foto 1 – Cassetta n. 1 da 0.00 m a 5.00 m



Foto 2 – Cassetta n. 2 da 5.00 m a 10.00 m



Foto 3 – Casseta n. 3 da 10.00 m a 15.00 m



Foto 4 – Casseta n. 4 da 15.00 m a 20.00 m



Foto 5 – Cassetta n. 5 da 20.00 m a 25.00 m



Foto 6 – Cassetta n. 6 da 25.00 m a 30.00 m





*Foto 7– Prescavo*

**CONSORZIO L.R.  
Laboratori Riuniti**

Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg  
delle Imprese di Catania n. 05184000874.  
Iscritta al R.E.A. 270647

[consorzio@lr-srl.it](mailto:consorzio@lr-srl.it)

[www.LR-SRL.it](http://www.LR-SRL.it)

**Uffici e Sede legale**

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)

Tel. +39 095 336490

**Laboratorio Aut. L. 1086/71**

Zona Industriale, Capannone n. 5  
94010 Catenanuova (EN)

Fax +39 095 7336297

**Laboratorio Aut. Terre e Rocce**

Via C. Colombo n. 69  
94018 Troina (EN)

## Sondaggio geognostico **SE-AMB 001**



Profondità <i>sondaggio verticale</i> : <b>4.20 m</b>	Operatore alla sonda: <b>Sig. S. Pirrera</b>
Perforazione a carotaggio continuo diametro: <b>101 mm</b>	Attrezzatura di perforazione: <b>Beretta T42</b>
Campioni ambientali: <b>N. 3</b>	Cassette catalogatrici: <b>n. 1</b>
Data inizio: <b>03/08/2021</b>	Data fine: <b>03/08/2021</b>

Il geologo responsabile del sondaggio  
Dott. Geol. Cristiano La Rosa

**CONSORZIO L.R.**  
**Laboratori Riuniti**

Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg delle Imprese di Catania n. 05184000874. Iscritta al R.E.A. 270647

[consorzio@lr-srl.it](mailto:consorzio@lr-srl.it)

[www.LR-SRL.it](http://www.LR-SRL.it)

**Uffici e Sede legale**

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)

Tel. +39 095 336490

**Laboratorio Aut. L. 1086/71**

Zona industriale, Capannone n. 5  
94010 Catenanuova (EN)

Fax +39 095 7336297

**Laboratorio Aut.**  
**Terre e Rocce**

Via C. Colombo n. 69  
94018 Troina (EN)



Foto 1 - cassetta 1 da 0,00 m a 4,20 m

**CONSORZIO L.R.**  
**Laboratori Riuniti**

Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg delle Imprese di Catania n. 05184000874. Iscritta al R.E.A. 270647

[consorzio@lr-srl.it](mailto:consorzio@lr-srl.it)

[www.LR-SRL.it](http://www.LR-SRL.it)

**Uffici e Sede legale**

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)

Tel. +39 095 336490

**Laboratorio Aut. L. 1086/71**

Zona industriale, Capannone n. 5  
94010 Catenanuova (EN)

Fax +39 095 7336297

**Laboratorio Aut.**  
**Terre e Rocce**

Via C. Colombo n. 69  
94018 Troina (EN)



Foto 2 –



Foto 3 –

**CONSORZIO L.R.**  
**Laboratori Riuniti**

Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg delle Imprese di Catania n. 05184000874. Iscritta al R.E.A. 270647

[consorzio@lr-srl.it](mailto:consorzio@lr-srl.it)

[www.LR-SRL.it](http://www.LR-SRL.it)

**Uffici e Sede legale**

Via Pablo Picasso n. 2  
 95037 San Giovanni La Punta (CT)

**Tel. +39 095 336490**

**Laboratorio Aut. L. 1086/71**

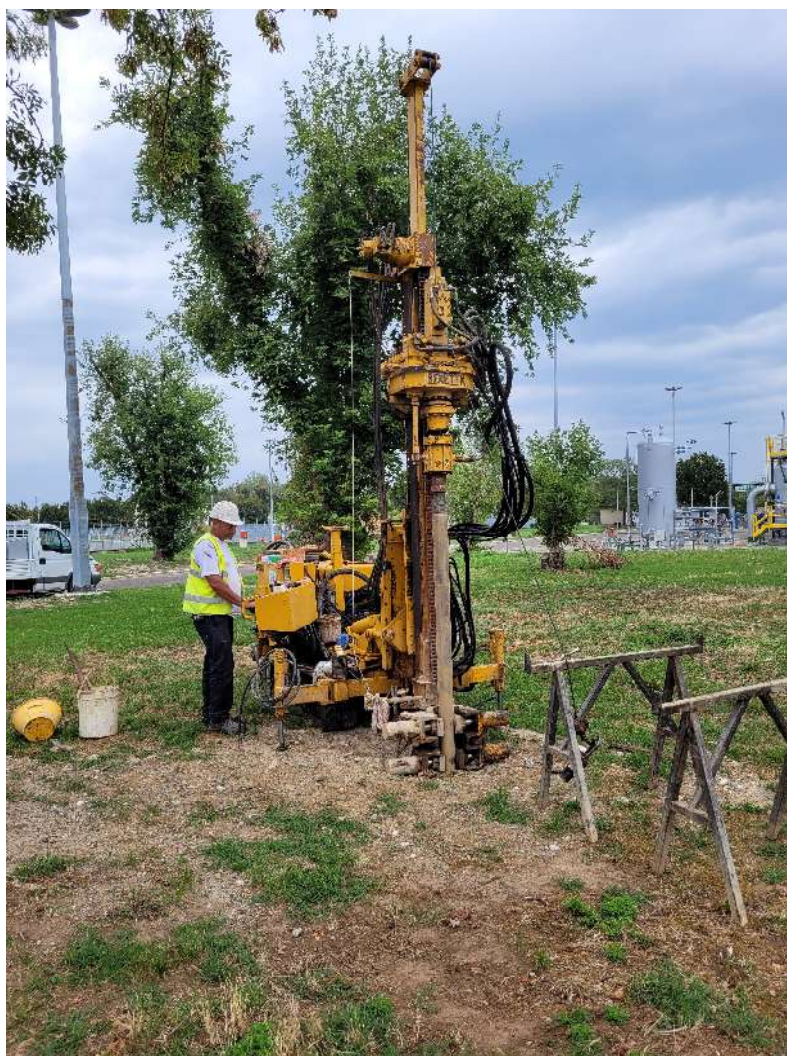
Zona industriale, Capannone n. 5  
 94010 Catenanuova (EN)

**Fax +39 095 7336297**

**Laboratorio Aut.**  
**Terre e Rocce**

Via C. Colombo n. 69  
 94018 Troina (EN)

## Sondaggio geognostico **SE-AMB 002**



Profondità <i>sondaggio verticale</i> : <b>3.20 m</b>	Operatore alla sonda: <b>Sig. S. Pirrera</b>
Perforazione a carotaggio continuo diametro: <b>101 mm</b>	Attrezzatura di perforazione: <b>Beretta T42</b>
Campioni ambientali: <b>N. 3</b>	Cassette catalogatrici: <b>n. 1</b>

Data inizio: <b>04/08/2021</b>	Data fine: <b>04/08/2021</b>
--------------------------------	------------------------------

Il geologo responsabile del sondaggio  
Dott. Geol. Cristiano La Rosa

**CONSORZIO L.R.**  
**Laboratori Riuniti**

Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg delle Imprese di Catania n. 05184000874. Iscritta al R.E.A. 270647

[consorzio@lr-srl.it](mailto:consorzio@lr-srl.it)

[www.LR-SRL.it](http://www.LR-SRL.it)

**Uffici e Sede legale**

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)

Tel. +39 095 336490

**Laboratorio Aut. L. 1086/71**

Zona industriale, Capannone n. 5  
94010 Catenanuova (EN)

Fax +39 095 7336297

**Laboratorio Aut.**  
**Terre e Rocce**

Via C. Colombo n. 69  
94018 Troina (EN)



Foto 1 - cassetta 1 da 0,00 m a 3,20 m

**CONSORZIO L.R.**  
**Laboratori Riuniti**

Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg delle Imprese di Catania n. 05184000874. Iscritta al R.E.A. 270647

consorzio@lr-srl.it

www.LR-SRL.it

**Uffici e Sede legale**

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)

Tel. +39 095 336490

**Laboratorio Aut. L. 1086/71**

Zona industriale, Capannone n. 5  
94010 Catenanuova (EN)

Fax +39 095 7336297

**Laboratorio Aut.**  
**Terre e Rocce**

Via C. Colombo n. 69  
94018 Troina (EN)

## Sondaggio geognostico **SE-AMB 003**



Profondità <i>sondaggio verticale</i> : <b>3.20 m</b>	Operatore alla sonda: <b>Sig. S. Pirrera</b>
Perforazione a carotaggio continuo diametro: <b>101 mm</b>	Attrezzatura di perforazione: <b>Beretta T42</b>
Campioni ambientali: <b>N. 3</b>	Cassette catalogatrici: <b>n. 1</b>

Data inizio: <b>03/08/2021</b>	Data fine: <b>04/08/2021</b>
--------------------------------	------------------------------

Il geologo responsabile del sondaggio  
Dott. Geol. Michele Aiera

**CONSORZIO L.R.**  
**Laboratori Riuniti**

Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg delle Imprese di Catania n. 05184000874. Iscritta al R.E.A. 270647

[consorzio@lr-srl.it](mailto:consorzio@lr-srl.it)

[www.LR-SRL.it](http://www.LR-SRL.it)

**Uffici e Sede legale**

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)

Tel. +39 095 336490

**Laboratorio Aut. L. 1086/71**

Zona industriale, Capannone n. 5  
94010 Catenanuova (EN)

Fax +39 095 7336297

**Laboratorio Aut.**  
**Terre e Rocce**

Via C. Colombo n. 69  
94018 Troina (EN)

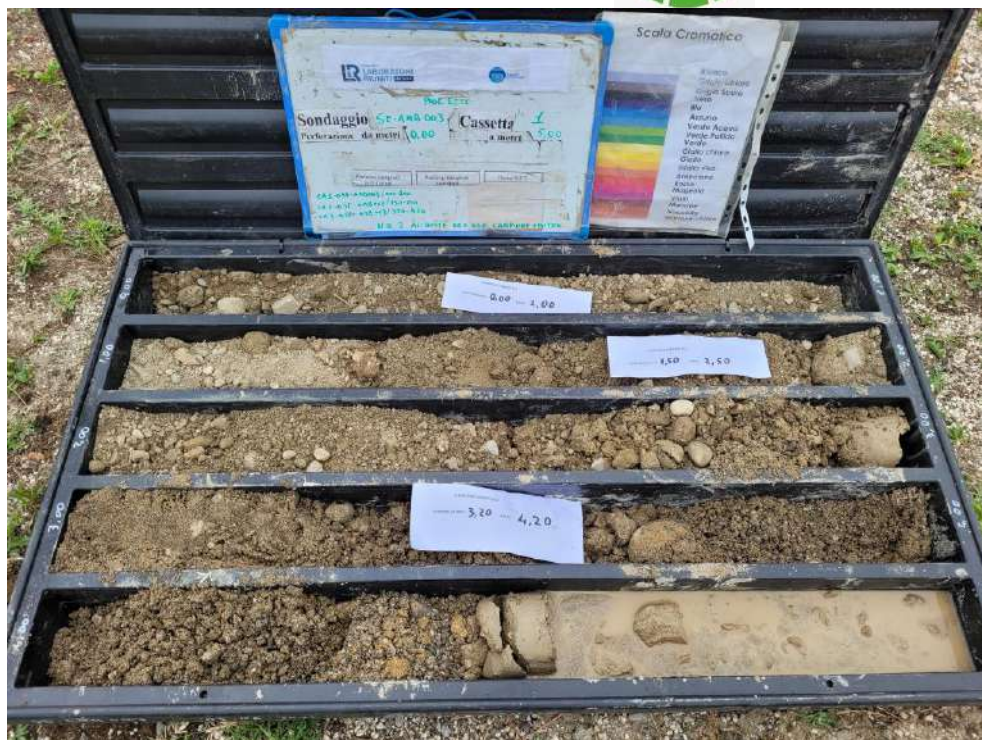


Foto 1 - cassetta 1 da 0,00 m a 5,00 m



Foto 2 - cassetta 1 da 5,00 m a 9,00 m

**CONSORZIO L.R.**  
**Laboratori Riuniti**

Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg delle Imprese di Catania n. 05184000874. Iscritta al R.E.A. 270647

consorzio@lr-srl.it

www.LR-SRL.it

**Uffici e Sede legale**

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)

Tel. +39 095 336490

**Laboratorio Aut. L. 1086/71**

Zona industriale, Capannone n. 5  
94010 Catenanuova (EN)

Fax +39 095 7336297

**Laboratorio Aut.**  
**Terre e Rocce**

Via C. Colombo n. 69  
94018 Troina (EN)





Foto 3 – Pozzetto aperto con piezometro



Foto 4 – Pozzetto chiuso

**CONSORZIO L.R.**  
**Laboratori Riuniti**

Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg delle Imprese di Catania n. 05184000874. Iscritta al R.E.A. 270647

[consorzio@lr-srl.it](mailto:consorzio@lr-srl.it)

[www.LR-SRL.it](http://www.LR-SRL.it)

**Uffici e Sede legale**

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)

**Tel. +39 095 336490**

**Laboratorio Aut. L. 1086/71**

Zona industriale, Capannone n. 5  
94010 Catenanuova (EN)

**Fax +39 095 7336297**

**Laboratorio Aut.**  
**Terre e Rocce**

Via C. Colombo n. 69  
94018 Troina (EN)

## Sondaggio geognostico **SE-AMB 004**



Profondità <i>sondaggio verticale</i> : <b>4.20 m</b>	Operatore alla sonda: <b>Sig. S. Pirrera</b>
Perforazione a carotaggio continuo diametro: <b>101 mm</b>	Attrezzatura di perforazione: <b>Beretta T42</b>
Campioni ambientali: <b>N. 3</b>	Cassette catalogatrici: <b>n. 1</b>
Data inizio: <b>31/08/2021</b>	Data fine: <b>31/08/2021</b>

Il geologo responsabile del sondaggio  
Dott. Geol. Cristiano La Rosa

**CONSORZIO L.R.**  
**Laboratori Riuniti**

Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg delle Imprese di Catania n. 05184000874. Iscritta al R.E.A. 270647

[consorzio@lr-srl.it](mailto:consorzio@lr-srl.it)

[www.LR-SRL.it](http://www.LR-SRL.it)

**Uffici e Sede legale**

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)

Tel. +39 095 336490

**Laboratorio Aut. L. 1086/71**

Zona industriale, Capannone n. 5  
94010 Catenanuova (EN)

Fax +39 095 7336297

**Laboratorio Aut.**  
**Terre e Rocce**

Via C. Colombo n. 69  
94018 Troina (EN)



Foto 1 - cassetta 1 da 0,00 m a 3,20 m

**CONSORZIO L.R.  
 Laboratori Riuniti**

Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg delle Imprese di Catania n. 05184000874. Iscritta al R.E.A. 270647

consorzio@lr-srl.it

www.LR-SRL.it

**Uffici e Sede legale**

Via Pablo Picasso n. 2  
 95037 San Giovanni La Punta (CT)

Tel. +39 095 336490

**Laboratorio Aut. L. 1086/71**

Zona industriale, Capannone n. 5  
 94010 Catenanuova (EN)

Fax +39 095 7336297

**Laboratorio Aut.  
 Terre e Rocce**

Via C. Colombo n. 69  
 94018 Troina (EN)



Foto 2- Prescavo

**CONSORZIO L.R.**  
**Laboratori Riuniti**

Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg delle Imprese di Catania n. 05184000874. Iscritta al R.E.A. 270647

[consorzio@lr-srl.it](mailto:consorzio@lr-srl.it)

[www.LR-SRL.it](http://www.LR-SRL.it)

**Uffici e Sede legale**

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)

**Tel. +39 095 336490**

**Laboratorio Aut. L. 1086/71**

Zona industriale, Capannone n. 5  
94010 Catenanuova (EN)

**Fax +39 095 7336297**

**Laboratorio Aut.**  
**Terre e Rocce**

Via C. Colombo n. 69  
94018 Troina (EN)

Committente  	Progettista 	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-R01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34124</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 13 di 14	<b>Rev.</b> 0

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-002

## ANNESSE 4

### Prove Penetrometriche

## DIN- DPSH1



**CONSORZIO L.R.**  
**Laboratori Riuniti**

Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg delle Imprese di Catania n. 05184000874. Iscritta al R.E.A. 270647

[consorzio@lr-srl.it](mailto:consorzio@lr-srl.it)

[www.LR-SRL.it](http://www.LR-SRL.it)

**Uffici e Sede legale**

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)

Tel. +39 095 336490

**Laboratorio Aut. L. 1086/71**

Zona Industriale, Capannone n. 5  
94010 Catenanuova (EN)

Fax +39 095 7336297

**Laboratorio Aut. Terre e Rocce**

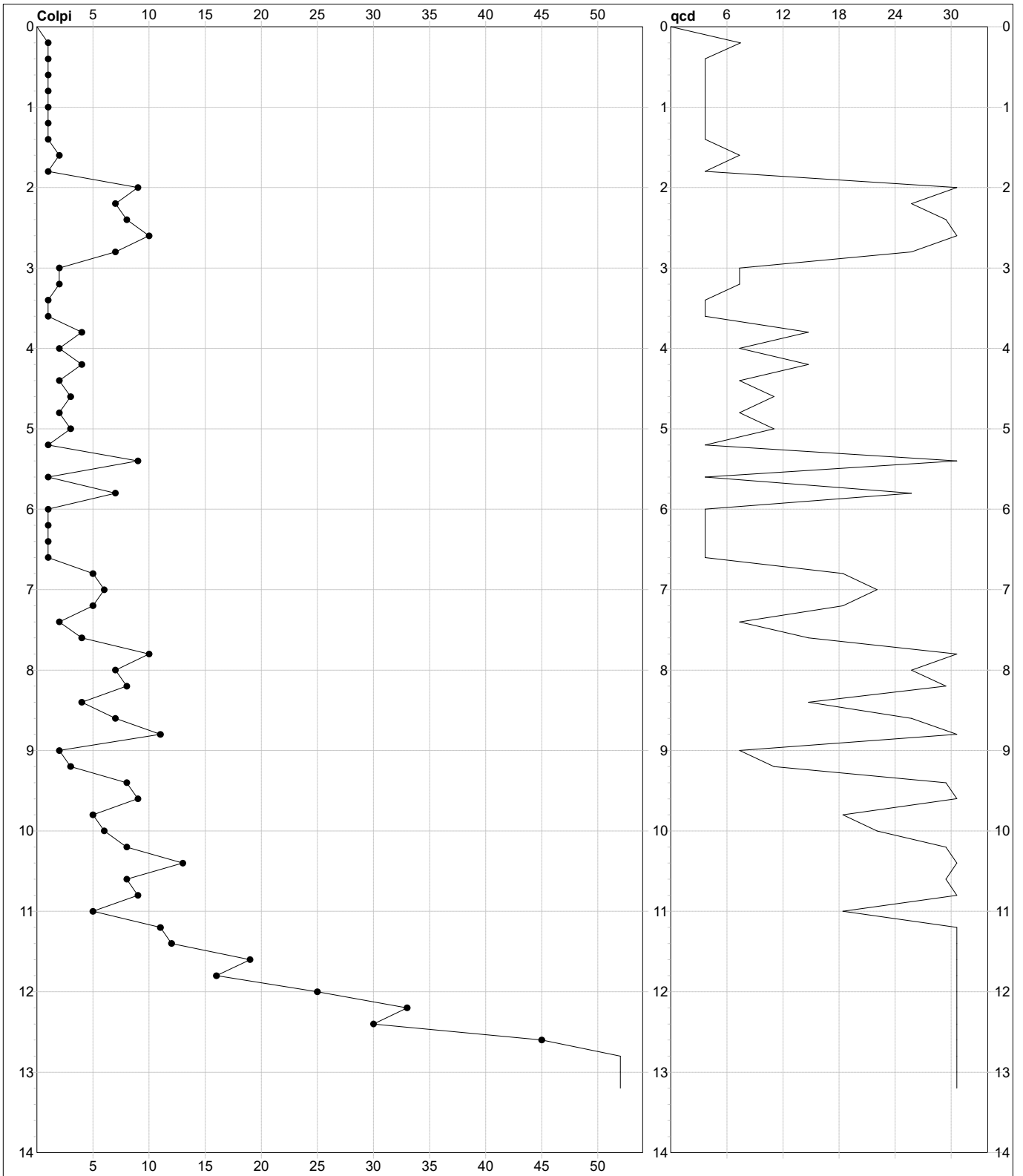
Via C. Colombo n. 69  
94018 Troina (EN)

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

<b>DIN</b>	<b>1</b>
Riferimento	<b>107-2021</b>

Committente **LABORATORI RIUNITI**  
 Cantiere **NUOVO IMPIANTO**  
 Località **CENTRALE GAS STOGITSETTALA -MI-**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**      Data esec. **31/08/2021**  
 Scala: **1:70**  
 Pagina **1**      Quota inizio: :  
 Elaborato      Falda **Foro chiuso**



Penetrometro: <b>DPSH (S. Heavy)</b> 63.50 kg 0.75 m 0.20 m	Responsabile: : Assistente: :	preforo <b>m</b> Corr.astine: : <b>kg/ml</b> Cod.ISTAT: <b>0</b>
----------------------------------------------------------------------	----------------------------------	------------------------------------------------------------------------

<b>PROVA PENETROMETRICA DINAMICA</b> <b>LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI</b>	<b>DIN</b>	<b>1</b>
	Riferimento	<b>107-2021</b>

Committente	<b>LABORATORI RIUNITI</b>	U.M.:	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>	Data esec.	31/08/2021
Cantiere	<b>NUOVO IMPIANTO</b>	Pagina	1	Falda	Foro chiuso
Località	<b>CENTRALE GAS STOGITSETTALA -MI-</b>	Elaborato			

H m	note n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm <sup>2</sup>	H m	note n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm <sup>2</sup>
0.20	1	1		7.45					
0.40	1	1		3.68					
0.60	2	1		3.68					
0.80	2	1		3.68					
<b>1.00</b>	2	1		3.68					
1.20	2	1		3.68					
1.40	2	1		3.68					
1.60	3	2		7.36					
1.80	3	1		3.68					
<b>2.00</b>	3	9		33.11					
2.20	3	7		25.75					
2.40	3	8		29.43					
2.60	4	10		36.79					
2.80	4	7		25.75					
<b>3.00</b>	4	2		7.36					
3.20	4	2		7.36					
3.40	4	1		3.68					
3.60	5	1		3.68					
3.80	5	4		14.72					
<b>4.00</b>	5	2		7.36					
4.20	5	4		14.72					
4.40	5	2		7.36					
4.60	6	3		11.04					
4.80	6	2		7.36					
<b>5.00</b>	6	3		11.04					
5.20	6	1		3.68					
5.40	6	9		33.11					
5.60	7	1		3.68					
5.80	7	7		25.75					
<b>6.00</b>	7	1		3.68					
6.20	7	1		3.68					
6.40	7	1		3.68					
6.60	8	1		3.68					
6.80	8	5		18.40					
<b>7.00</b>	8	6		22.07					
7.20	8	5		18.40					
7.40	8	2		7.36					
7.60	9	4		14.72					
7.80	9	10		36.79					
<b>8.00</b>	9	7		25.75					
8.20	9	8		29.43					
8.40	9	4		14.72					
8.60	10	7		25.75					
8.80	10	11		40.47					
<b>9.00</b>	10	2		7.36					
9.20	10	3		11.04					
9.40	10	8		29.43					
9.60	11	9		33.11					
9.80	11	5		18.40					
<b>10.00</b>	11	6		22.07					
10.20	11	8		29.43					
10.40	11	13		47.83					
10.60	12	8		29.43					
10.80	12	9		33.11					
<b>11.00</b>	12	5		18.40					
11.20	12	11		40.47					
11.40	12	12		44.15					
11.60	13	19		69.90					
11.80	13	16		58.87					
<b>12.00</b>	13	25		91.98					
12.20	13	33		121.41					
12.40	13	30		110.37					
12.60	14	45		165.56					
12.80	14	56		206.03					
<b>13.00</b>	14	70		257.53					
13.20	14	100		367.91					

H = profondità  
L1 = quota  
L2 = Contatto

qcd = Collaborazioni  
note = spec.tec.



## DIN - DPSH 2



**CONSORZIO L.R.  
Laboratori Riuniti**

Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg delle Imprese di Catania n. 05184000874.  
Iscritta al R.E.A. 270647

[consorzio@lr-srl.it](mailto:consorzio@lr-srl.it)

[www.LR-SRL.it](http://www.LR-SRL.it)

**Uffici e Sede legale**

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)

Tel. +39 095 336490

**Laboratorio Aut. L. 1086/71**

Zona Industriale, Capannone n. 5  
94010 Catenanuova (EN)

Fax +39 095 7336297

**Laboratorio Aut. Terre e Rocce**

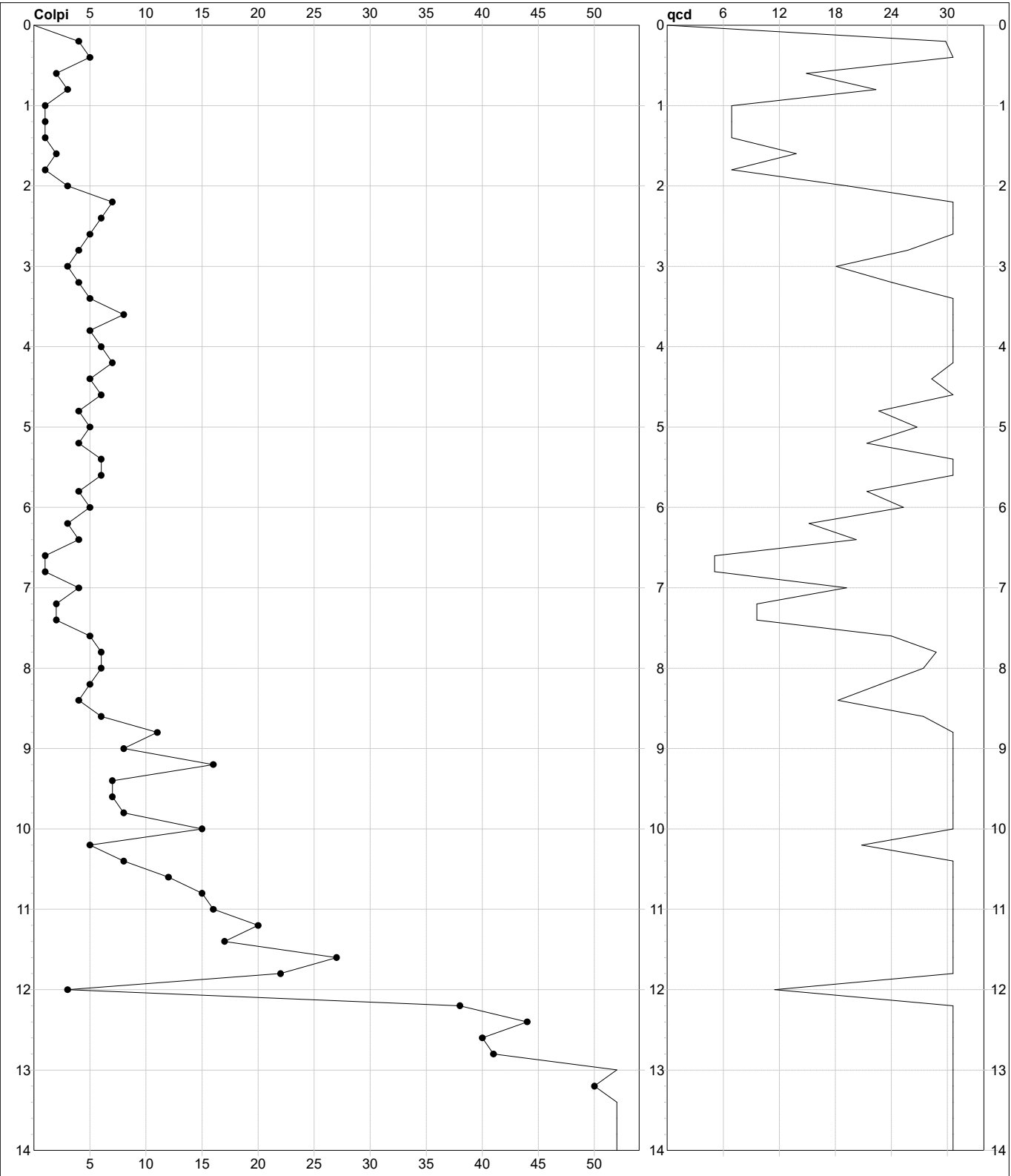
Via C. Colombo n. 69  
94018 Troina (EN)

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

<b>DIN</b>	<b>2</b>
Riferimento	<b>107-2021</b>

Committente **LABORATORI RIUNITI**  
 Cantiere **NUOVO IMPIANTO**  
 Località **CENTRALE GAS STOGITSETTALA -MI-**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**    Data esec. **31/08/2021**  
 Scala: **1:70**  
 Pagina **1**    Quota inizio: :  
 Elaborato    Falda **Foro chiuso**



<b>Penetrometro:</b> DPSH (S. Heavy) 63.50 kg 0.75 m 0.20 m	Responsabile:: Assistente::	preforo    m Corr.astine: : kg/ml Cod.ISTAT: 0
----------------------------------------------------------------------	--------------------------------	------------------------------------------------------

<b>PROVA PENETROMETRICA DINAMICA</b> <b>LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI</b>	<b>DIN</b>	<b>2</b>
	Riferimento	<b>107-2021</b>

Committente	<b>LABORATORI RIUNITI</b>	U.M.:	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>	Data esec.	31/08/2021
Cantiere	<b>NUOVO IMPIANTO</b>	Pagina	1	Falda	Foro chiuso
Località	<b>CENTRALE GAS STOGITSETTALA -MI-</b>	Elaborato			

H m	note n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm <sup>2</sup>	H m	note n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm <sup>2</sup>
0.20	1	4		29.80					
0.40	1	5		37.24					
0.60	2	2		14.90					
0.80	2	3		22.35					
<b>1.00</b>	2	1		6.90					
1.20	2	1		6.90					
1.40	2	1		6.90					
1.60	3	2		13.81					
1.80	3	1		6.90					
<b>2.00</b>	3	3		19.30					
2.20	3	7		45.04					
2.40	3	6		38.61					
2.60	4	5		32.17					
2.80	4	4		25.74					
<b>3.00</b>	4	3		18.07					
3.20	4	4		24.10					
3.40	4	5		30.12					
3.60	5	8		48.19					
3.80	5	5		30.12					
<b>4.00</b>	5	6		33.98					
4.20	5	7		39.64					
4.40	5	5		28.32					
4.60	6	6		33.98					
4.80	6	4		22.65					
<b>5.00</b>	6	5		26.72					
5.20	6	4		21.37					
5.40	6	6		32.06					
5.60	7	6		32.06					
5.80	7	4		21.37					
<b>6.00</b>	7	5		25.29					
6.20	7	3		15.17					
6.40	7	4		20.23					
6.60	8	1		5.06					
6.80	8	1		5.06					
<b>7.00</b>	8	4		19.20					
7.20	8	2		9.60					
7.40	8	2		9.60					
7.60	9	5		24.00					
7.80	9	6		28.80					
<b>8.00</b>	9	6		27.41					
8.20	9	5		22.84					
8.40	9	4		18.27					
8.60	10	6		27.41					
8.80	10	11		50.25					
<b>9.00</b>	10	8		34.86					
9.20	10	16		69.72					
9.40	10	7		30.50					
9.60	11	7		30.50					
9.80	11	8		34.86					
<b>10.00</b>	11	15		62.48					
10.20	11	5		20.83					
10.40	11	8		33.32					
10.60	12	12		49.99					
10.80	12	15		62.48					
<b>11.00</b>	12	16		63.84					
11.20	12	20		79.79					
11.40	12	17		67.82					
11.60	13	27		107.72					
11.80	13	22		87.77					
<b>12.00</b>	13	3		11.48					
12.20	13	38		145.47					
12.40	13	44		168.44					
12.60	14	40		153.12					
12.80	14	41		156.95					
<b>13.00</b>	14	52		191.31					
13.20	14	50		183.95					
13.40	14	56		206.03					
13.60	15	60		220.74					
13.80	15	77		283.29					
<b>14.00</b>	15	81		286.84					

H = profondità  
L1 = quota  
L2 = Contatto

qcd = Collaborazioni  
note = spec.tec.

## DIN- DPSH 3



**CONSORZIO L.R.**  
**Laboratori Riuniti**

Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg delle Imprese di Catania n. 05184000874. Iscritta al R.E.A. 270647

[consorzio@lr-srl.it](mailto:consorzio@lr-srl.it)

[www.LR-SRL.it](http://www.LR-SRL.it)

**Uffici e Sede legale**

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)

Tel. +39 095 336490

**Laboratorio Aut. L. 1086/71**

Zona Industriale, Capannone n. 5  
94010 Catenanuova (EN)

Fax +39 095 7336297

**Laboratorio Aut. Terre e Rocce**

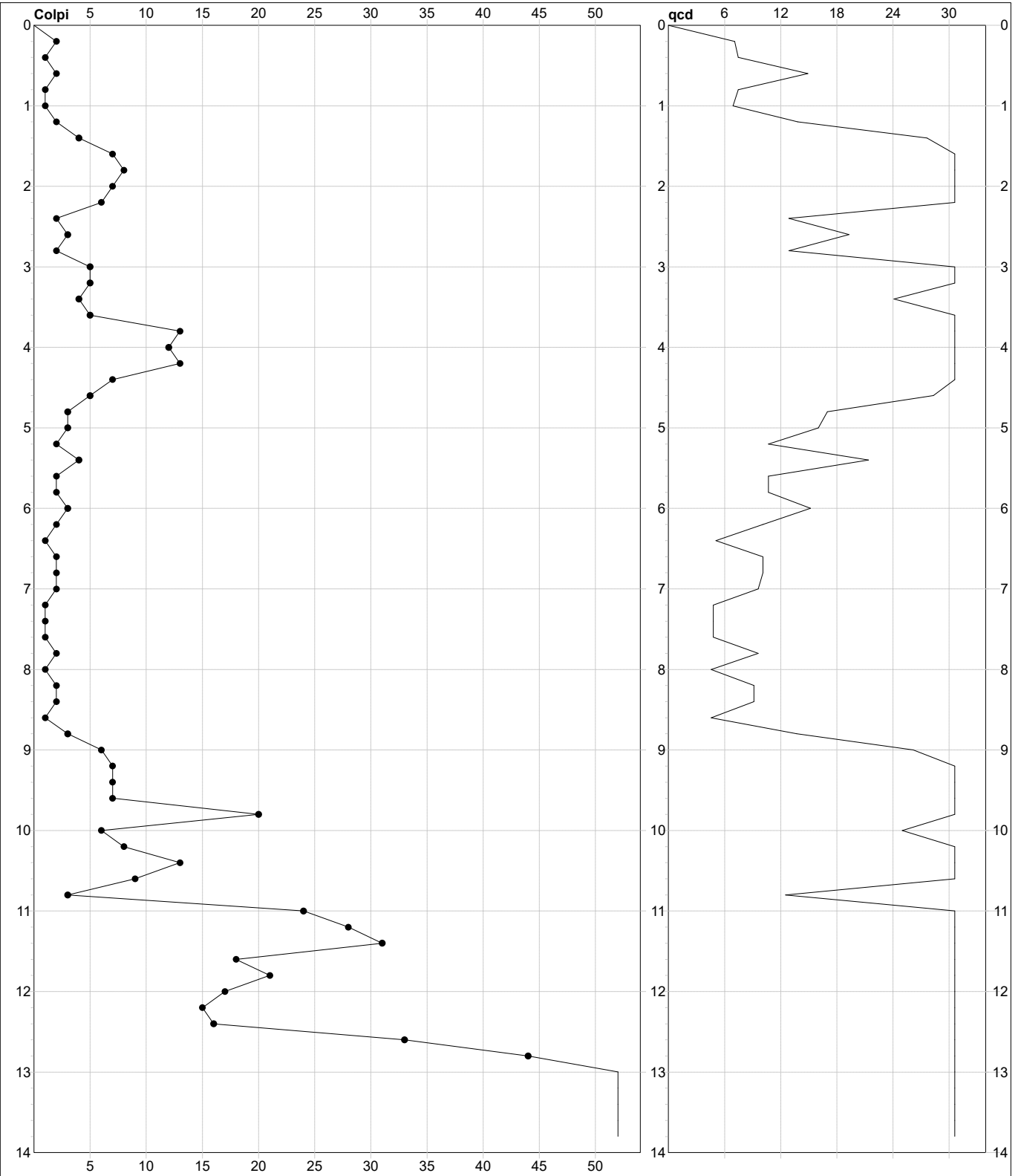
Via C. Colombo n. 69  
94018 Troina (EN)

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

<b>DIN</b>	<b>3</b>
Riferimento	<b>107-2021</b>

Committente **LABORATORI RIUNITI**  
 Cantiere **NUOVO IMPIANTO**  
 Località **CENTRALE GAS STOGITSETTALA -MI-**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**      Data esec. **31/08/2021**  
 Scala: **1:70**  
 Pagina **1**      Quota inizio: :  
 Elaborato      Falda **Foro chiuso**



<b>Penetrometro:</b> DPSH (S. Heavy) 63.50 kg 0.75 m 0.20 m	Responsabile:: Assistente::	preforo    m Corr.astine: : kg/ml Cod.ISTAT: 0
----------------------------------------------------------------------	--------------------------------	------------------------------------------------------

<b>PROVA PENETROMETRICA DINAMICA</b> <b>LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI</b>	<b>DIN</b>	<b>3</b>
	Riferimento	<b>107-2021</b>

Committente	<b>LABORATORI RIUNITI</b>	U.M.:	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>	Data esec.	31/08/2021
Cantiere	<b>NUOVO IMPIANTO</b>	Pagina	1	Falda	Foro chiuso
Località	<b>CENTRALE GAS STOGITSETTALA -MI-</b>	Elaborato			

H m	note n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm <sup>2</sup>	H m	note n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm <sup>2</sup>
0.20	1	2		7.08					
0.40	1	1		7.45					
0.60	2	2		14.90					
0.80	2	1		7.45					
<b>1.00</b>	2	1		6.90					
1.20	2	2		13.81					
1.40	2	4		27.62					
1.60	3	7		48.33					
1.80	3	8		55.24					
<b>2.00</b>	3	7		45.04					
2.20	3	6		38.61					
2.40	3	2		12.87					
2.60	4	3		19.30					
2.80	4	2		12.87					
<b>3.00</b>	4	5		30.12					
3.20	4	5		30.12					
3.40	4	4		24.10					
3.60	5	5		30.12					
3.80	5	13		78.32					
<b>4.00</b>	5	12		67.96					
4.20	5	13		73.62					
4.40	5	7		39.64					
4.60	6	5		28.32					
4.80	6	3		16.99					
<b>5.00</b>	6	3		16.03					
5.20	6	2		10.69					
5.40	6	4		21.37					
5.60	7	2		10.69					
5.80	7	2		10.69					
<b>6.00</b>	7	3		15.17					
6.20	7	2		10.11					
6.40	7	1		5.06					
6.60	8	2		10.11					
6.80	8	2		10.11					
<b>7.00</b>	8	2		9.60					
7.20	8	1		4.80					
7.40	8	1		4.80					
7.60	9	1		4.80					
7.80	9	2		9.60					
<b>8.00</b>	9	1		4.57					
8.20	9	2		9.14					
8.40	9	2		9.14					
8.60	10	1		4.57					
8.80	10	3		13.70					
<b>9.00</b>	10	6		26.15					
9.20	10	7		30.50					
9.40	10	7		30.50					
9.60	11	7		30.50					
9.80	11	20		87.15					
<b>10.00</b>	11	6		24.99					
10.20	11	8		33.32					
10.40	11	13		54.15					
10.60	12	9		37.49					
10.80	12	3		12.50					
<b>11.00</b>	12	24		95.75					
11.20	12	28		111.71					
11.40	12	31		123.68					
11.60	13	18		71.81					
11.80	13	21		83.78					
<b>12.00</b>	13	17		65.08					
12.20	13	15		57.42					
12.40	13	16		61.25					
12.60	14	33		126.33					
12.80	14	44		168.44					
<b>13.00</b>	14	81		298.00					
13.20	14	90		331.12					
13.40	14	60		220.74					
13.60	15	91		334.79					
13.80	15	98		360.55					

H = profondità  
L1 = quota  
L2 = Contatto

qcd = Collaborazioni  
note = spec.tec.

Committente  	Progettista 	<b>COMMESSA</b> NS/18012/R-R01	<b>UNITA'</b> 0120
	Localita' CENTRALE DI COMPRESSIONE DI SETTALA (MI)	Riferimento Committente <b>0120-03-DARV-34124</b>	
	Progetto / Impianto INGEGNERIA DI DETTAGLIO ELCO SETTALA	Fg. 14 di 14	<b>Rev.</b> 0

Riferimento TPIDL: 201419C301-120-RT-1411-002

## ANNESSO 5

### Prove di laboratorio



# Meccanica Terre e Rocce

Laboratorio analisi geotecniche – associato ALGI n° 109/97

del geologo Filippo Furia

Via C. Colombo n.69 – 94018 Troina (EN)

tel. + 39 0935 657178 fax + 39 0935 657433

e-mail: [info@mtralgi.com](mailto:info@mtralgi.com) web: [www.mtralgi.com](http://www.mtralgi.com)

Part. IVA 00602230864 C.C.I.A.A. Enna n.39329

TIPO DOCUMENTO - DOCUMENT TYPE	
<b>ELABORATI E PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO</b>	
COMMITTENTE – CUSTOMER	
	
LOCALITA' - LOCATION	
<b>Settala (MI)</b>	
OGGETTO - SUBJECT	
<b>Ingegneria di dettaglio per l'installazione di un nuovo elettrocompressore nella centrale di Settala (MI)</b>	
	
DATA FINE REPORT - REPORT END DATE	DATA CONSEGNA REPORT - REPORT DELIVERY
<b>13/09/2021</b>	<b>13/09/2021</b>



## Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

- Autorizzazione "SETTORE TERRE" ai sensi della Circ. 7618/STC Decreto n°0000522 del 30/09/2019
- Autorizzazione "SETTORE ROCCE" ai sensi della Circ. 7618/STC Decreto n°0000522 del 30/09/2019

 Member of ISO Federation CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM ISO 9001 CERTIFICATO n° 39011/19/S scadenza 12.12.2022	VERBALE ACCETTAZIONE N° <b>4462</b>		DATA ACCETTAZIONE <b>27/07/2021</b>		N° REPERTORIO <b>4282</b>
	Dott. Geol. FILIPPO FURIA	Dott. Geol. FILIPPO CARMENI	Geom. GIUSEPPE MISURACA	Geom. SILVESTRO LO PRESTI	PAGINA – SHEET <b>35</b>
	DIRETTORE DI LABORATORIO	RESPONSABILE QUALITA'	TECNICO DI LABORATORIO	TECNICO DI LABORATORIO	
 certyceq ISO 14001:2015 CERT. N.: IT1166/MTR/A34/191011	 Reg. No. 374/R-078			 certyceq OHSAS 18001:2007 CERT. N.: IT1166/MTR/H34/191011	



**Laboratorio Geotecnico Autorizzato "SETTORE TERRE" dal 2006**  
**Rinnovo n°0000522 del 30/09/2019**

**COMMITTENTE:** Technip Italy Direzione Lavori S.p.A.  
**LOCALITA' LAVORO:** Settala (MI)  
**CANTIERE:** Ingegneria di dettaglio per l'installazione di un nuovo elettrocompressore nella centrale di Settala (MI)

Nel mese di luglio la ditta in epigrafe ha consegnato presso i locali di questo laboratorio n° 3 campioni di terreno, per essere sottoposti a prove di laboratorio.

Le prove richieste sono state trascritte nel Verbale di Accettazione n. **4462 del 27/07/2021**.

In laboratorio, i campioni sono stati aperti e catalogati. Essi sono stati sottoposti a prove geotecniche atte ad individuare le caratteristiche fisiche e meccaniche.

Prima di eseguire le prove, si è verificata la compatibilità delle stesse con le caratteristiche litologiche dei terreni. Verificata positivamente la conformità si è proceduto all'esecuzione delle prove.

Le prove sono state eseguite adottando le nozioni tecniche riportate nel Registro "Procedure tecniche" in dotazione al personale del laboratorio. Le procedure tecniche sono conformi alle specifiche più ricorrenti (ASTM, BS, UNI).

I rapporti di prova sono qui di seguito riportati.

Il presente plico è costituito da n. 35 fogli di lavoro numerati per ogni singolo certificato.

Lo sperimentatore delle prove è il geom. **Giuseppe Misuraca**.  
Lo sperimentatore delle prove è il geom. **Silvestro Lo Presti**.

Troina 13/09/2021

**FIRMA**  
**M.T.R.**  
**IL DIRETTORE TECNICO**  
**Dott. Geol. FILIPPO FURIA**



**Verbale accettazione N. 4462 del 27/7/2021 Certificato N. 93668 del 13/9/2021**

**Committente:** Technip Italy Direzione Lavori S.p.A.

**Indirizzo:** Viale Castello della Magliana, n° 68 - 00148 Roma C.F. / Part. iva 04874901004

**Progetto / Lavoro:** Ingegneria di dettaglio per l'installazione di un nuovo elettrocompressore nella centrale di Settala (MI)

**Località Prelievo Campione :** Settala (MI)

**Sondaggio :** BH1 **Campione:** C1 **prelevato da:** m 8,10 a m 8,40

**Classe di Qualità Dichiarata:** Q 1  **Tipo di contenitore:** fustella in acciaio a pareti sottili

**Descrizione visiva:** Sabbia fine limosa, di colore bruno a medio addensamento con ciottoli

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

### Prove effettuate sul campione

- ✓ Caratteristiche fisiche
- ✓ Analisi granulometrica
  - Limiti di Atterberg
  - Determinazione della sostanza organica
  - Determinazione del contenuto di CaCo3
- ✓ Prova colonna risonante "RC"
  - Taglio Diretto
  - Determinazione Resistenze Residue
- ✓ Taglio Torsionale Ciclico "TC"
  - Permeabilità in cella Triassiale
  - Prova edometrica
  - Densità in sito
  - Carico su Piastra
  - Valore di portanza CBR

### Forma del campione

- Cubico
- ✓ Cilindrico
- Materiale sciolto

### Caratteristiche porta campione

fustella in acciaio a pareti sottili  
estremità sigillate con paraffina

### Qualità del campione

(dichiarata dalla ditta di perforazione)  
(UNI ENV 1997-2:2002)

- ✓ Q 1 (indisturbato)
- Q 2 (disturbo limitato)
- Q 3 (semi-disturbato)
- Q 4 (disturbato)
- Q 5 (rimaneggiato)



**REP. 4282**

**Data inizio prova:** 23/08/2021

**Data fine prova:** 23/08/2021

**Nota:**

**Firma Direttore Laboratorio**

**IL DIRETTORE TECNICO**  
Dot. Geol. **FILIPPO FURIA**

**Firma Sperimentatori**

(Geol. **Lo Presti Silvestro**)



**Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia**

Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)

tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864

Laboratorio Geotecnico Autorizzato "SETTORE TERRE" dal 2006

Rinnovo n°0000522 del 30/09/2019 ai sensi della Circ. Min. 7618/STC



Pagina 1 di 1

**Verbale accettazione N. 4462 del 27/7/2021 Certificato N. 93669 del 13/9/2021**

**Committente:** Technip Italy Direzione Lavori S.p.A.

**Indirizzo:** Viale Castello della Magliana, n° 68 - 00148 Roma **C.F. / Part. iva** 04874901004

**Progetto / Lavoro:** Ingegneria di dettaglio per l'installazione di un nuovo elettrocompressore nella centrale di Settala (MI)

**Località Prelievo Campione :** Settala (MI)

**Sondaggio :** BH1 **Campione:** C1 **prelevato da:** m 8,10 a m 8,40

**Classe di Qualità Dichiarata:** Q 1  **Tipo di contenitore:** fustella in acciaio a pareti sottili

**Descrizione visiva:** Sabbia fine limosa, di colore bruno a medio addensamento con ciottoli

### MISURA DEL CONTENUTO D'ACQUA (N12-UNI-10008)

	Misura 1	Misura 2	Misura 3
<b>Massa Tara [g]</b>	6,95	7,05	179,54
<b>Massa Tara + massa campione umido [g]</b>	402,24	441,82	852,40
<b>Massa Tara + massa campione secco [g]</b>	364,51	401,25	788,86
<b>Contenuto d'acqua [%]</b>	<b>10,55</b>	<b>10,29</b>	<b>10,43</b>

**Contenuto medio d'acqua [%]**

**10,42**



**REP.** 4282

**Data inizio prova:** 23/08/2021

**Data fine prova:** 24/08/2021

**Nota:**

**Firma Direttore Laboratorio**

**IL DIRETTORE TECNICO**  
Dott. Geol. **FILIPPO FURIA**

**Firma Sperimentatori**

**IO SPERIMENTATORE**  
(Geom. **Luigi Presti Silvestro**)



**Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia**

Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)

tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864

Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE TERRE" dal 2006

Rinnovo n°0000522 del 30/09/2019 ai sensi della Circ. Min. 7618/STC



Pagina 1 di 1

**Verbale accettazione N. 4462 del 27/7/2021 Certificato N. 93670 del 13/9/2021**

**Committente:** Technip Italy Direzione Lavori S.p.A.

**Indirizzo:** Viale Castello della Magliana, n° 68 - 00148 Roma **C.F. / Part. iva** 04874901004

**Progetto / Lavoro:** Ingegneria di dettaglio per l'installazione di un nuovo elettrocompressore nella centrale di Settala (MI)

**Località Prelievo Campione :** Settala (MI)

**Sondaggio :** BH1 **Campione:** C1 **prelevato da:** m 8,10 a m 8,40

**Classe di Qualità Dichiarata:** Q 1 **Tipo di contenitore:** fustella in acciaio a pareti sottili

**Descrizione visiva:** Sabbia fine limosa, di colore bruno a medio addensamento con ciottoli

### MISURA DEL PESO DELL'UNITA DI VOLUME

(B.S. 1377 - 1990 Part. II - metodo delle misurazioni lineari )

	Misura 1	Misura 2	Misura 3
Altezza media provino [cm]	17,40	3,00	3,00
Diametro medio provino [cm]	8,40	6,40	6,40
Massa provino [g]	1997,50	200,08	198,83
Volume Provino [cm <sup>3</sup> ]	964,27	96,51	96,51
Peso dell'unità di volume [KN/m <sup>3</sup> ]	20,315	20,331	20,204

**Peso medio dell'unità di volume [KN/m<sup>3</sup>]**

**20,28**



**REP.** 4282

**Data inizio prova:** 23/08/2021

**Data fine prova:** 23/08/2021

**Nota:**

**Firma Direttore Laboratorio**

M.T.R.  
IL DIRETTORE TECNICO  
Dott. Geol. **FILIPPO FURIA**

**Firma Sperimentatori**

IO SPERIMENTATORE  
(Geom. **Lo Presti Silvestro**)



**Verbale accettazione N. 4462 del 27/7/2021 Certificato N. 93671 del 13/9/2021**

**Committente:** Technip Italy Direzione Lavori S.p.A.

**Indirizzo:** Viale Castello della Magliana, n° 68 - 00148 Roma **C.F. / Part. iva** 04874901004

**Progetto / Lavoro:** Ingegneria di dettaglio per l'installazione di un nuovo elettrocompressore nella centrale di Settala (MI)

**Località Prelievo Campione :** Settala (MI)

**Sondaggio :** BH1 **Campione:** C1 **prelevato da:** m 8,10 a m 8,40

**Classe di Qualità Dichiarata:** Q 1 **Tipo di contenitore:** fustella in acciaio a pareti sottili

**Descrizione visiva:** Sabbia fine limosa, di colore bruno a medio addensamento con ciottoli

### MISURA DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI (ASTM D 854 )

	Misura 1	Misura 2
Massa picnometro [g]	109,96	82,52
Massa picnometro + massa campione secco [g]	163,49	124,55
Massa picnometro + massa campione secco + acqua [g]	393,27	307,80
Massa picnometro + massa acqua [g]	359,83	281,61
Temperatura di prova [°C]	20,0	20,0
Peso specifico dei grani alla temperatura di prova [KN/m <sup>3</sup> ]	26,130	26,025
Peso specifico dei grani riferito al peso specifico dell'acqua distillata alla temperatura di 20 ° C	2,669	2,659
Peso specifico dei grani alla temperatura di 20°C [KN/m <sup>3</sup> ]	26,124	
Dimensione massima dei grani [mm]	4,750	
Metodo di prova	A	



REP. 4282

Data inizio prova: 24/08/2021

Data fine prova: 25/08/2021

Nota:

Firma Direttore Laboratorio  
**IL DIRETTORE TECNICO**  
Dott. Geol. **FILIPPO FURIA**

Firma Sperimentatori  
**IO SPERIMENTATORE**  
(Geom. **Lo Presti Silvestro**)



**Verbale accettazione N. 4462 del 27/7/2021 Certificato N. 93672 del 13/9/2021**

**Committente:** Technip Italy Direzione Lavori S.p.A.

**Indirizzo:** Viale Castello della Magliana, n° 68 - 00148 Roma **C.F. / Part. iva** 04874901004

**Progetto / Lavoro:** Ingegneria di dettaglio per l'installazione di un nuovo elettrocompressore nella centrale di Settala (MI)

**Località Prelievo Campione :** Settala (MI)

**Sondaggio :** BH1 **Campione:** C1 **prelevato da:** m 8,10 **a m** 8,40

**Classe di Qualità Dichiarata:** Q 1 **Tipo di contenitore:** fustella in acciaio a pareti sottili

**Def. Granulometrica (AGI):** Sabbia con ghiaia, limosa

### ANALISI GRANULOMETRICA

(Raccomandazioni AGI 1994)

<b>Peso netto del Campione essiccato [g]</b>		481,99		
<b>Peso del campione essiccato trattenuto al setaccio 0,063 (g)</b>		427,69		
<b>Passante al setaccio 0,063 [g]</b>		54,30		
	<b>Diametro</b>	<b>PESO NETTO</b>	<b>TRATTENUTO</b>	<b>PASSANTE</b>
	<b>Apertura mm</b>	<b>Tratt. gr.</b>	<b>Cumul. %</b>	<b>Cumul. %</b>
<b>SETACCIATURA</b>	25	0,00	0,00	100,00
	19	14,42	2,99	97,01
	9,5	60,03	15,45	84,55
	4,75	41,29	24,01	75,99
	2	56,36	35,71	64,29
	0,85	96,18	55,66	44,34
	0,425	92,89	74,93	25,07
	0,25	35,43	82,28	17,72
	0,106	22,81	87,02	12,98
	0,063	8,28	88,73	11,27
<b>SEDIMENTAZIONE</b>				

**Ghiaia [%]= 35,71**

**Sabbia [%]= 53,03**

**REP.** 4282

**Data inizio prova:** 24/08/2021

**Data fine prova:** 25/08/2021

**Nota:**

Firma Direttore Laboratorio  
**IL DIRETTORE TECNICO**  
Dot. Geol. **FILIPPO FURIA**

Firma Sperimentatori  
**IO SPERIMENTATORI**  
(Geom. **Lo Presti Silvestro**)





**Verbale accettazione N. 4462 del 27/7/2021 Certificato N. 93672 del 13/9/2021**

**Committente:** Technip Italy Direzione Lavori S.p.A.

**Indirizzo:** Viale Castello della Magliana, n° 68 - 00148 Roma **C.F. / Part. iva** 04874901004

**Progetto / Lavoro:** Ingegneria di dettaglio per l'installazione di un nuovo elettrocompressore nella centrale di Settala (MI)

**Località Prelievo Campione :** Settala (MI)

**Sondaggio :** BH1 **Campione:** C1 **prelevato da:** m 8,10 a m 8,40

**Classe di Qualità Dichiarata:** Q 1 **Tipo di contenitore:** fustella in acciaio a pareti sottili

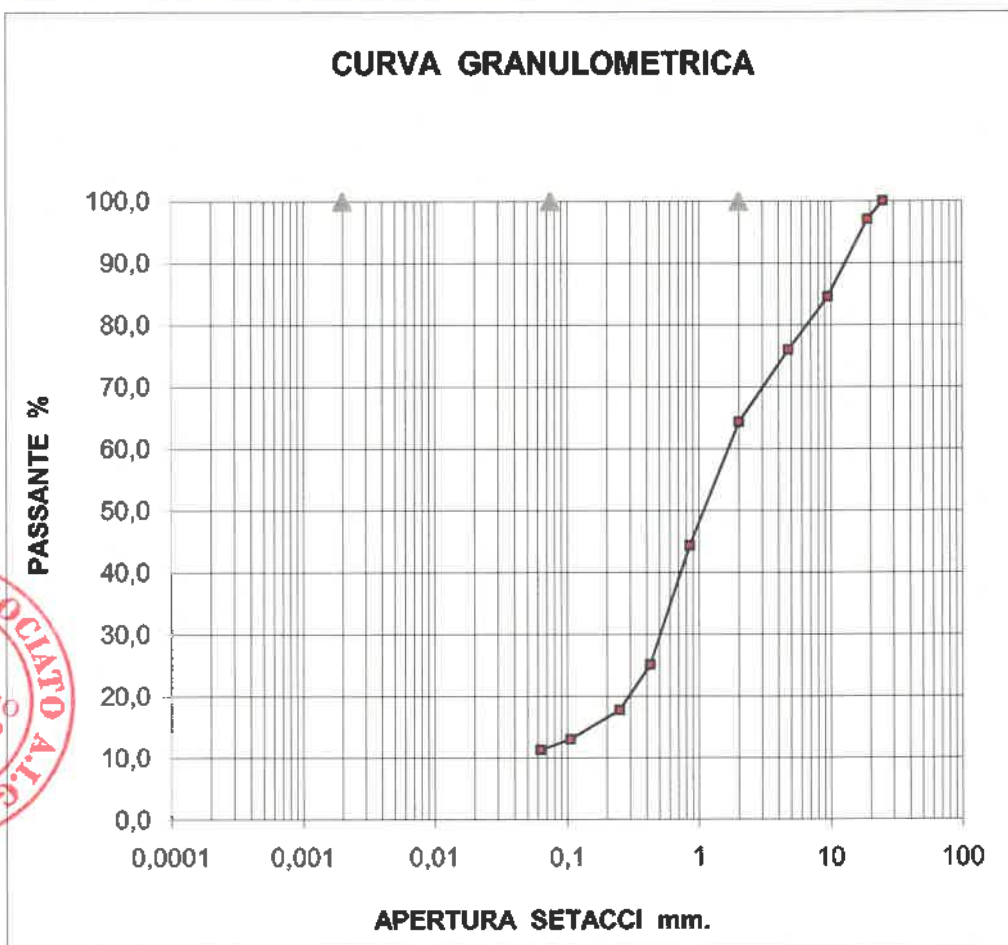
**Def. Granulometrica (AGI):** Sabbia con ghiaia, limosa

## ANALISI GRANULOMETRICA

(Raccomandazioni AGI 1994)

Temperatura [°C]	20
Volume cilindro prova [cm <sup>3</sup> ]	1000
Peso specifico dei grani	2,66

### CURVA GRANULOMETRICA



REP. 4282

Data inizio prova: 24/08/2021

Data fine prova: 25/08/2021

Nota:

Firma Direttore Laboratorio  
 IL DIRETTORE TECNICO  
 Dott. Geol. **FILIPPO FURIA**

Firma Sperimentatori  
 IO SPERIMENTATORE  
 (Geom. **Lo Presti Silvestro**)


**Verbale accettazione N. 4462 del 27/7/2021 Certificato N. 93673 del 13/9/2021**
**Committente:** Technip Italy Direzione Lavori S.p.A.**Indirizzo:** Viale Castello della Magliana, n° 68 - 00148 Roma **C.F. / Part. iva** 04874901004**Progetto / Lavoro:** Ingegneria di dettaglio per l'installazione di un nuovo elettrocompressore nella centrale di Settala (MI)**Località Prelievo Campione :** Settala (MI)**Sondaggio :** BH1 **Campione:** CI1 **prelevato da:** m 8,10 a m 8,40**Classe di Qualità Dichiarata:** Q 1 **Tipo di contenitore:** fustella in acciaio tipo Shelby**Descrizione visiva:** sabbia fine limosa di colore bruno a medio addensamento con ciottoli**PROVA COLONNA RISONANTE "RC"**

(ASTM D 4015/95)

**Tipo di Attrezzatura impiegata:** WF Controls SpA

Dimensioni iniziale del provino	Prov. 1	U. M.
Altezza media	10,00	cm
Diametro medio	5,00	cm
Sezione media	19,63	cm <sup>2</sup>
Volume medio	196,35	cm <sup>3</sup>

Caratteristiche fisiche iniziale del provino	Prov. 1	U. M.
Massa	406	g
Contenuto d'Acqua	10,43	%
Peso dell'Unità di Volume	20,30	KN/m <sup>3</sup>
Peso specifico dei granli *	2,66	* valore medio del campione
Peso dell'Unità di volume secco	18,34	KN/m <sup>3</sup>
Indice dei vuoti	0,42	
Grado di saturazione	66,21	

**Informazioni Generali**

Tipo di provino	ricostruito
Superficie di appoggio	Pietra porosa
Eccitazione	Sinusoidale
Frequenza di Eccitazione	1 Hz

Fase finale di Saturazione	Prov. 1	U. M.
Pressione in cella	300	KPa
Back Pressure	190	KPa
Pressione dei pori	269,6	KPa
B Skempton	0,82	

Fase di Consolidazione	Prov. 1	U. M.
Pressione in cella	500	KPa
Back Pressure	190	KPa
Pressione Efficace	310	KPa
Variazione di Volume finale $\Delta v$	2,74	cm <sup>3</sup>

**REP.** 4282 **Data inizio prova:** 06/09/2021 **Data fine prova:** 09/09/2021

**Nota:** provino ricostruito in stampo cilindrico a volume noto inserendo una quantità in peso di terreno necessaria a ricavare il peso di volume originario del campione indisturbato estratto dal contenitore.

 Firma Direttore Laboratorio  
 IL DIRETTORE TECNICO  
 Dott. Geol. FILIPPO FURIA

 IO Sperimentatori  
 (Geom. Lo Presti Silvestro)





**Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia**

Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)

tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864

Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE TERRE" dal 2006

Rinnovo n°0000522 del 30/09/2019 ai sensi della Circ. Min. 7618/STC

Member of CNR Performance

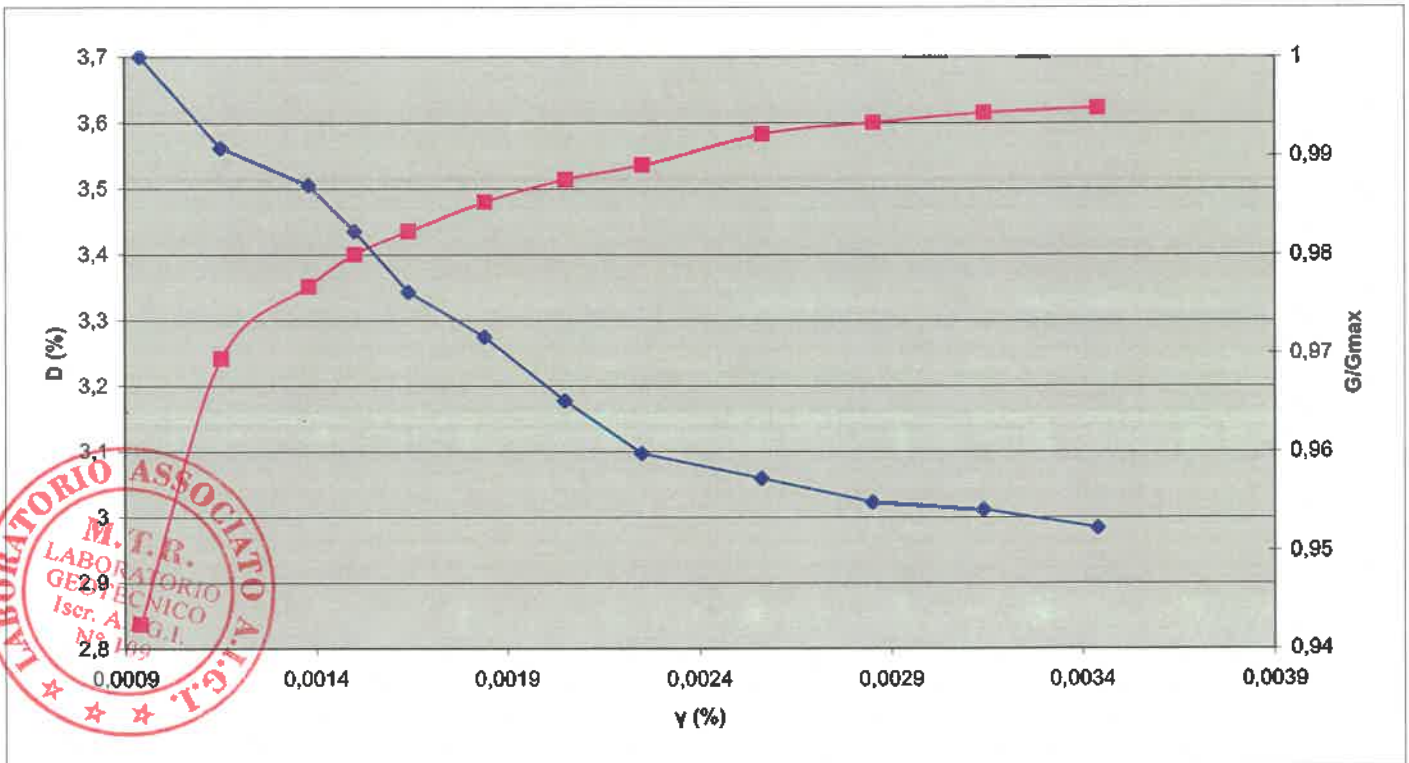


**Verbale accettazione N. 4462 del 27/7/2021 Certificato N. 93673 del 13/9/2021**

**PROVA COLONNA RISONANTE "RC"  
(ASTM D 4015/95)**

A	$\gamma$	G	G/G <sub>max</sub>	D	F
Volt	%	MPa		%	Hz
0,020	0,00094	136,41	1	2,837	118,03
0,040	0,00115	135,15	0,99076	3,351	117,5
0,060	0,00138	134,64	0,98702	3,242	117,29
0,070	0,00150	134	0,98233	3,184	117,42
0,080	0,00164	133,16	0,97617	3,435	116,66
0,100	0,00184	132,54	0,97163	3,561	116,4
0,120	0,00205	131,66	0,96518	3,514	116,02
0,140	0,00225	130,93	0,95983	3,536	115,71
0,170	0,00256	130,58	0,95726	3,583	115,57
0,190	0,00285	130,25	0,95484	3,600	115,25
0,220	0,00314	130,15	0,95411	3,615	114,96
0,250	0,00344	129,9	0,952	3,622	114,74

Legenda:		
A	=	Amplificazione angolare
$\gamma$	=	Deformazione angolare
G	=	Modulo di Taglio
G/G <sub>max</sub>	=	Modulo di Taglio normalizzato
D	=	Rapporto di smorzamento
F	=	Frequenza di risonanza



**REP. 4282      Data inizio prova: 06/09/2021      Data fine prova: 09/09/2021**

Nota:

Firma Direttore Laboratorio  
**M.T.R.**  
**IL DIRETTORE TECNICO**  
**Dot. Geol. FILIPPO FURIA**

Firma Sperimentatori  
**IO SPERIMENTATORI**  
**(Geom. Le Presti/Silvestro)**


**Verbale accettazione N. 4462 del 27/7/2021 Certificato N. 93674 del 13/9/2021**
**Committente:** Technip Italy Direzione Lavori S.p.A.**Indirizzo:** Viale Castello della Magliana, n° 68 - 00148 Roma **C.F. / Part. iva** 04874901004**Progetto / Lavoro:** Ingegneria di dettaglio per l'installazione di un nuovo elettrocompressore nella centrale di Settala (MI)**Località Prelievo Campione :** Settala (MI)**Sondaggio :** BH1 **Campione:** C1 **prelevato da: m** 8,10 a m 8,40**Classe di Qualità Dichiarata:** Q 1 **Tipo di contenitore:** fustella in acciaio tipo Shelby**Descrizione visiva:** sabbia fine limosa di colore bruno a medio addensamento con ciottoli**PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICO**

(ASTM D 4015/95)

**Tipo di Attrezzatura impiegata:** WF Controls SpA

Dimensioni iniziale del provino	Prov. 1	U. M.
Altezza media	10,00	cm
Diametro medio	5,00	cm
Sezione media	19,63	cm <sup>2</sup>
Volume medio	196,35	cm <sup>3</sup>

Caratteristiche fisiche iniziale del provino	Prov. 1	U. M.
Massa	406	g
Contenuto d'Acqua	10,43	%
Peso dell'Unità di Volume	20,30	KN/m <sup>3</sup>
Peso specifico dei grani *	2,66	* valore medio del campione
Peso dell'Unità di volume secco	18,34	KN/m <sup>3</sup>
Indice dei vuoti	0,42	
Grado di saturazione	66,21	

**Informazioni Generali**

Tipo di provino	Indisturbato
Superficie di appoggio	Pietra porosa
Eccitazione	Sinusoidale
Frequenza di Eccitazione	0,5 Hz

Fase finale di Saturazione	Prov. 1	U. M.
Pressione in cella	300	KPa
Back Pressure	190	Kpa
Pressione dei pori	269,6	KPa
B Skempton	0,82	

Fase di Consolidazione	Prov. 1	U. M.
Pressione in cella	500	KPa
Back Pressure	190	Kpa
Pressione Efficace	310	KPa
Variazione di Volume finale $\Delta v$	2,74	cm <sup>3</sup>

**REP. 4282**      **Data inizio prova: 09/09/2021**      **Data fine prova: 13/09/2021**
**Nota:** provino ricostruito in stampo cilindrico a volume noto inserendo una quantità in peso di terreno necessaria a ricavare il peso di volume originario del campione indisturbato estratto dal contenitore.


  
**Firma Direttore Laboratorio**  
 Dr. Geol. **FILIPPO FURIA**
**Firma Sperimentatori**  
 (Geom. Dr. Cresti Silvestro)



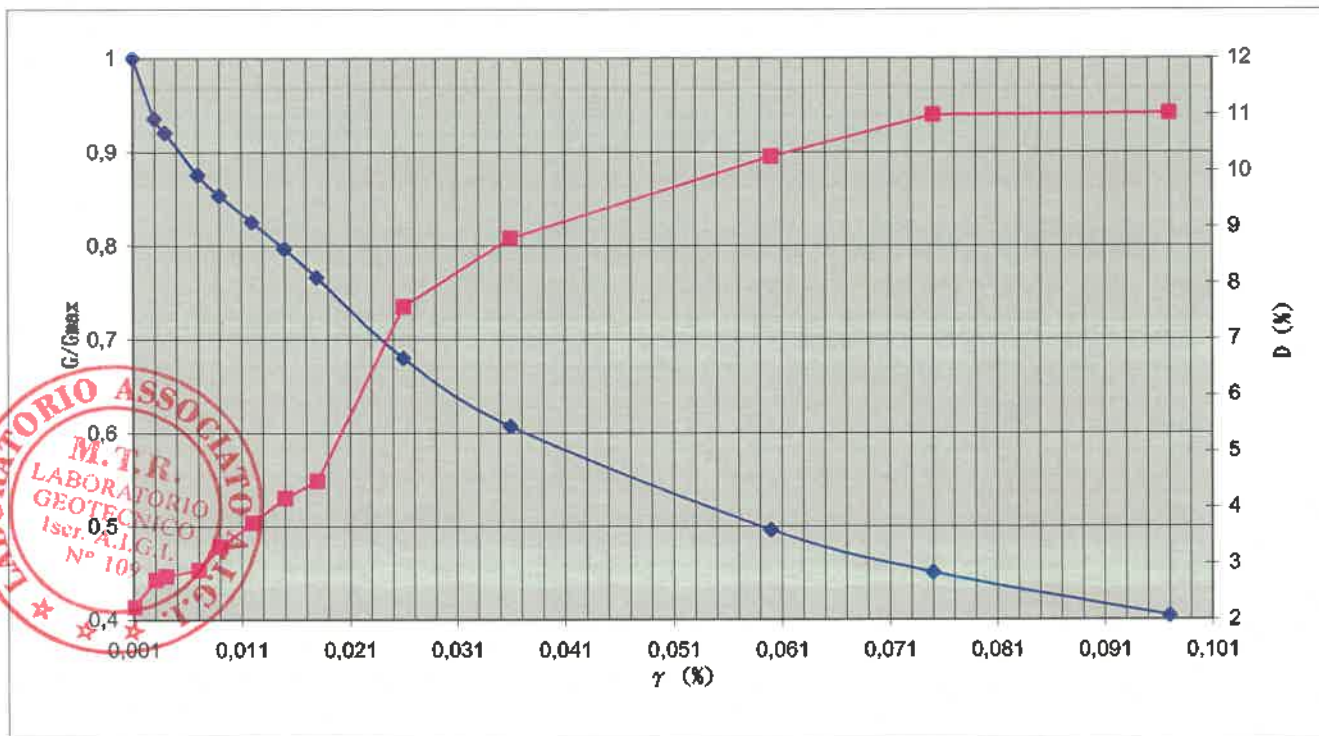
Verbale accettazione N. 4462 del 27/7/2021 Certificato N. 93674 del 13/9/2021

### PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICO (ASTM D 4015/95)

Frequenza	$\gamma$	D	G	G/G <sub>max</sub>
Hz	%	%	MPa	
0,5	0,001	2,23	224,69	1
0,5	0,003	2,72	210,18	0,935
0,5	0,004	2,78	206,84	0,921
0,5	0,007	2,89	196,68	0,875
0,5	0,009	3,30	191,78	0,854
0,5	0,012	3,73	185,44	0,825
0,1	0,015	4,17	178,99	0,797
0,5	0,018	4,48	172,14	0,766
0,5	0,026	7,58	152,81	0,680
0,5	0,036	8,80	136,37	0,607
0,5	0,06	10,25	111,43	0,496
0,5	0,075	10,99	101,25	0,451
0,5	0,097	11,02	90,81	0,404

Legenda:	
$\gamma$	= Deformazione di Taglio
D	= Rapporto di smorzamento
G	= Modulo di Taglio
G/G <sub>max</sub>	= Modulo di Taglio normalizzato

n cicli per impulso/deformazione: 10



REP. 4282

Data inizio prova: 09/09/2021

Data fine prova:

13/09/2021

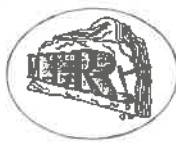
Nota:

Firma Direttore Laboratorio

M.T.R.  
IL DIRETTORE TECNICO  
Dott. Geol. FILIPPO FURIA

Firma Sperimentatori

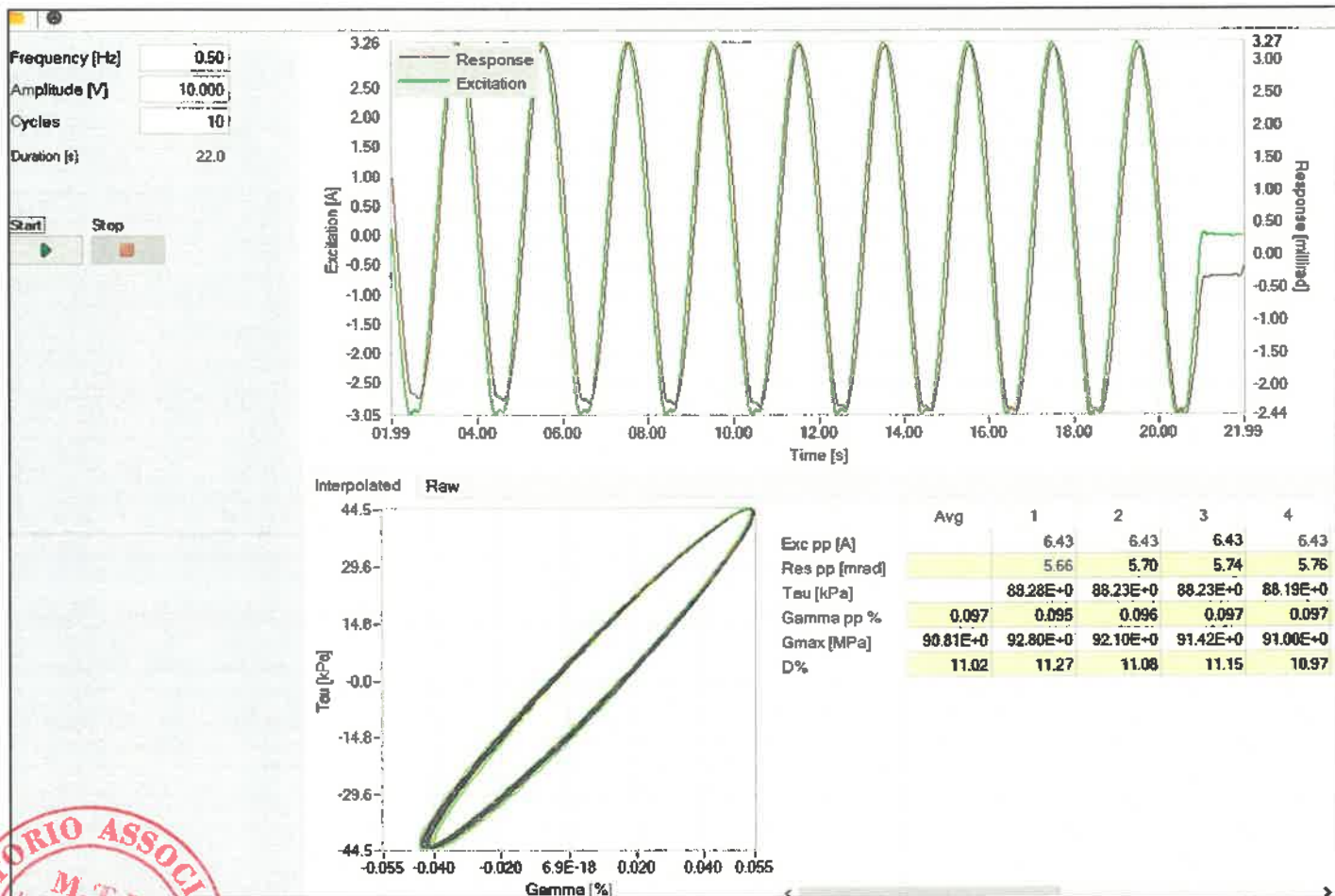
IO SPERIMENTATORI  
(Geom. Lo Presti Silvestro)



Verbale accettazione N. 4462 del 27/7/2021 Certificato N. 93674 del 13/9/2021

**PROVA DI TAGLIO TORSIONALE CICLICO  
 (ASTM D 4015/95)**

**Diagramma isteresi ultimo ciclo di deformazione  
 (n 10 cicli)**



REP. 4282

Data inizio prova: 09/09/2021

Data fine prova: 13/09/2021

Nota:

Firma Direttore Laboratorio

M.T.R.  
 IL DIRETTORE TECNICO  
 Dott. Geo. FILIPPO FURIA

Firma Sperimentatori

IO SPERIMENTATORE  
 (Geom. Lo Presti Silvestro)



**Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia**

Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)  
tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864

Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE TERRE" dal 2006  
Rinnovo n°0000522 del 30/09/2019 ai sensi della Circ. Min. 7618/STC



Pagina 1 di 1

**Verbale accettazione N. 4462 del 27/7/2021 Certificato N. 93675 del 13/9/2021**

**Committente:** Technip Italy Direzione Lavori S.p.A.

**Indirizzo:** Viale Castello della Magliana, n° 68 - 00148 Roma **C.F. / Part. iva** 04874901004

**Progetto / Lavoro:** Ingegneria di dettaglio per l'installazione di un nuovo elettrocompressore nella centrale di Settala (MI)

**Località Prelievo Campione :** Settala (MI)

**Sondaggio :** BH1 **Campione:** C 2 **prelevato da:** m 16,00 **a m** 16,45

**Classe di Qualità Dichiarata:** Q 1 **Tipo di contenitore:** fustella in acciaio a pareti sottili

**Descrizione visiva:** Sabbia debolmente limosa di colore beige tendente al bruno, a buon addensamento

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

### Prove effettuate sul campione

- ✓ Caratteristiche fisiche
- ✓ Analisi granulometrica
  - Limiti di Atterberg
  - Determinazione della sostanza organica
  - Determinazione del contenuto di CaCO<sub>3</sub>
  - Espansione Laterale Libera (E.L.L.)
- ✓ Taglio Diretto
  - Determinazione Resistenze Residue
  - Prova triassiale (CIU)
  - Permeabilità in cella Triassiale
  - Prova edometrica
  - Densità in sito
  - Carico su Piastra
  - Indice di portanza CBR

### Forma del campione

Cubico

✓ Cilindrico

Materiale sciolto

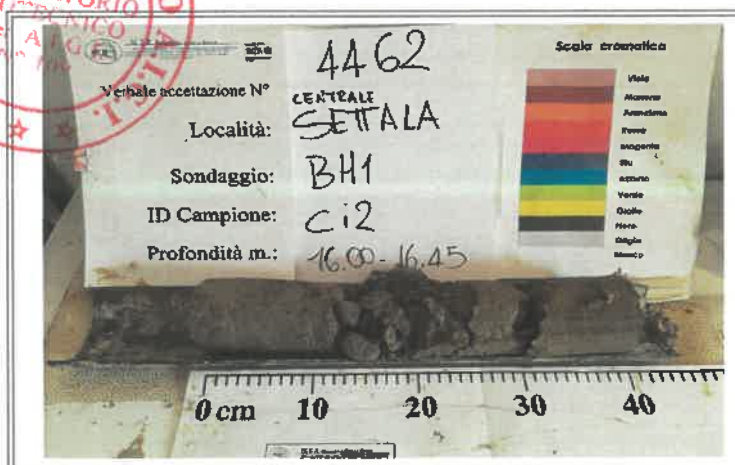
### Caratteristiche porta campione

fustella in acciaio a pareti sottili  
estremità sigillate con paraffina

### Qualità del campione

(dichiarata dalla ditta di perforazione)  
(UNI ENV 1997-2:2002)

- ✓ Q 1 (indisturbato)
- Q 2 (disturbo limitato)
- Q 3 (semi-disturbato)
- Q 4 (disturbato)
- Q 5 (rimaneggiato)



REP. 4282

Data inizio prova:

02/08/2021

Data fine prova:

02/08/2021

**Nota:** All'apertura il campione perde la sua consistenza originaria

Firma Direttore Laboratorio  
**IL DIRETTORE TECNICO**  
Dot. Geol. **FILIPPO FURIA**

Firma Sperimentatori  
**IO Sperimentatori**  
(Geom. **Lo Presti Silvestro**)



**Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia**

Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)

tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864

Laboratorio Geotecnico Autorizzato "SETTORE TERRE" dal 2006

Rinnovo n°0000522 del 30/09/2019 ai sensi della Circ. Min. 7618/STC



Pagina 1 di 1

**Verbale accettazione N. 4462 del 27/7/2021 Certificato N. 93676 del 13/9/2021**

**Committente:** Technip Italy Direzione Lavori S.p.A.

**Indirizzo:** Viale Castello della Magliana, n° 68 - 00148 Roma **C.F. / Part. iva** 04874901004

**Progetto / Lavoro:** Ingegneria di dettaglio per l'installazione di un nuovo elettrocompressore nella centrale di Settala (MI)

**Località Prelievo Campione :** Settala (MI)

**Sondaggio :** BH1 **Campione:** C 2 **prelevato da:** m 16,00 a m 16,45

**Classe di Qualità Dichiarata:** Q 1 **Tipo di contenitore:** fustella in acciaio a pareti sottili

**Descrizione visiva:** Sabbia debolmente limosa di colore beige tendente al bruno, a buon addensamento

### MISURA DEL CONTENUTO D'ACQUA (N12-UNI-10008)

	Misura 1	Misura 2	Misura 3
<b>Massa Tara [g]</b>	6,85	11,02	185,30
<b>Massa Tara + massa campione umido [g]</b>	557,01	598,13	1089,50
<b>Massa Tara + massa campione secco [g]</b>	488,52	526,62	978,10
<b>Contenuto d'acqua [%]</b>	<b>14,22</b>	<b>13,87</b>	<b>14,05</b>

**Contenuto medio d'acqua [%]**

**14,05**



**REP.** 4282

**Data inizio prova:** 02/08/2021

**Data fine prova:** 03/08/2021

**Nota:**

**Firma Direttore Laboratorio**

**M. FURIA**  
**IL DIRETTORE TECNICO**  
**Dot. Geol. FILIPPO FURIA**

**Firma Sperimentatori**

**IQ Sperimentatori**  
**(Geom. L. Presti - S. Scosaro)**



**Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia**

Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)

tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864

Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE TERRE" dal 2006

Rinnovo n°0000522 del 30/09/2019 ai sensi della Circ. Min. 7618/STC



Pagina 1 di 1

**Verbale accettazione N. 4462 del 27/7/2021 Certificato N. 93677 del 13/9/2021**

**Committente:** Technip Italy Direzione Lavori S.p.A.

**Indirizzo:** Viale Castello della Magliana, n° 68 - 00148 Roma **C.F. / Part. iva** 04874901004

**Progetto / Lavoro:** Ingegneria di dettaglio per l'installazione di un nuovo elettrocompressore nella centrale di Settala (MI)

**Località Prelievo Campione :** Settala (MI)

**Sondaggio :** BH1 **Campione:** C 2 **prelevato da:** m 16,00 **a m** 16,45

**Classe di Qualità Dichiarata:** Q 1 **Tipo di contenitore:** fustella in acciaio a pareti sottili

**Descrizione visiva:** Sabbia debolmente limosa di colore beige tendente al bruno, a buon addensamento

**MISURA DEL PESO DELL'UNITA DI VOLUME**  
(B.S. 1377 - 1990 Part. II - metodo delle misurazioni lineari )

	Misura 1	Misura 2	Misura 3
<b>Altezza media provino [cm]</b>	2,00	2,00	2,00
<b>Diametro medio provino [cm]</b>	6,77	6,77	6,77
<b>Massa provino [g]</b>	149,82	153,32	154,79
<b>Volume Provino [cm<sup>3</sup>]</b>	72,00	72,00	72,00
<b>Peso dell'unità di volume [KN/m<sup>3</sup>]</b>	20,405	20,881	21,082

**Peso medio dell'unita di volume [KN/m<sup>3</sup>]**

**20,79**



**REP.** 4282

**Data inizio prova:** 02/08/2021

**Data fine prova:** 02/08/2021

**Nota:**

**Firma Direttore Laboratorio**

**M.T.R.**  
**IL DIRETTORE TECNICO**  
**Dot. Geol. FILIPPO FURIA**

**Firma Sperimentatori**

**IO SPERIMENTATORE**  
**(Geom. Lo Presti Silvestro)**



**Verbale accettazione N. 4462 del 27/7/2021 Certificato N. 93678 del 13/9/2021**

**Committente:** Technip Italy Direzione Lavori S.p.A.

**Indirizzo:** Viale Castello della Magliana, n° 68 - 00148 Roma **C.F. / Part. iva** 04874901004

**Progetto / Lavoro:** Ingegneria di dettaglio per l'installazione di un nuovo elettrocompressore nella centrale di Settala (MI)

**Località Prelievo Campione :** Settala (MI)

**Sondaggio :** BH1 **Campione:** C 2 **prelevato da:** m 16,00 **a m** 16,45

**Classe di Qualità Dichiarata:** Q 1 **Tipo di contenitore:** fustella in acciaio a pareti sottili

**Descrizione visiva:** Sabbia debolmente limosa di colore beige tendente al bruno, a buon addensamento

### MISURA DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI (ASTM D 854)

	Misura 1	Misura 2
<b>Massa picnometro [g]</b>	98,72	110,75
<b>Massa picnometro + massa campione secco [g]</b>	141,87	173,44
<b>Massa picnometro + massa campione secco + acqua [g]</b>	374,77	399,71
<b>Massa picnometro + massa acqua [g]</b>	347,70	360,48
<b>Temperatura di prova [°C]</b>	20,0	20,0
<b>Peso specifico dei grani alla temperatura di prova [KN/m3]</b>	26,316	26,210
<b>Peso specifico dei grani riferito al peso specifico dell'acqua distillata alla temperatura di 20 ° C</b>	2,688	2,677
<b>Peso specifico dei grani alla temperatura di 20°C [KN/m3]</b>	26,310	
<b>Dimensione massima dei grani [mm]</b>	4,750	
<b>Metodo di prova</b>	A	

**REP.** 4282

**Data inizio prova:** 03/08/2021

**Data fine prova:** 04/08/2021

**Nota:**

**Firma Direttore Laboratorio**  
IL DIRETTORE TECNICO  
Dott. Geol. FILIPPO FURIA

**Firma Sperimentatori**  
LO SPERIMENTATORE  
(Geom. Lo Presti Silvestro)





**Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia**

Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)

tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864

Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE TERRE" dal 2006

Rinnovo n°0000522 del 30/09/2019 ai sensi della Circ. Min. 7618/STC



Pagina 1 di 2

**Verbale accettazione N. 4462 del 27/7/2021 Certificato N. 93679 del 13/9/2021**

**Committente:** Technip Italy Direzione Lavori S.p.A.

**Indirizzo:** Viale Castello della Magliana, n° 68 - 00148 Roma **C.F. / Part. iva** 04874901004

**Progetto / Lavoro:** Ingegneria di dettaglio per l'installazione di un nuovo elettrocompressore nella centrale di Settala (MI)

**Località Prelievo Campione :** Settala (MI)

**Sondaggio :** BH1 **Campione:** C 2 **prelevato da:** m 16,00 **a m** 16,45

**Classe di Qualità Dichiarata:** Q 1 **Tipo di contenitore:** fustella in acciaio a pareti sottili

**Def. Granulometrica (AGI):** Sabbia limosa debolmente argillosa

### ANALISI GRANULOMETRICA

(Raccomandazioni AGI 1994)

<b>Peso netto del Campione essiccato [g]</b>		498,60		
<b>Peso del campione essiccato trattenuto al setaccio 0,063 [g]</b>		369,47		
<b>Passante al setaccio 0,063 [g]</b>		129,14		
	<b>Diametro</b>	<b>PESO NETTO</b>	<b>TRATTENUTO</b>	<b>PASSANTE</b>
	<b>Apertura mm</b>	<b>Tratt. gr.</b>	<b>Cumul. %</b>	<b>Cumul. %</b>
<b>SETACCIATURA</b>	9,5	0,00	0,00	100,00
	4,75	0,52	0,10	99,90
	2	1,83	0,47	99,53
	0,85	3,53	1,18	98,82
	0,425	222,58	45,82	54,18
	0,25	89,97	63,86	36,14
	0,106	41,92	72,27	27,73
	0,063	9,12	74,10	25,90
<b>SEDIMENTAZIONE</b>	0,043		75,94	24,06
	0,037		76,69	23,31
	0,030		77,44	22,56
	0,026		78,19	21,81
	0,021		79,70	20,30
	0,017		81,20	18,80
	0,012		83,46	16,54
	0,007		85,71	14,29
	0,005		88,72	11,28
	0,004		90,22	9,78
	0,003		91,73	8,27
	0,002		93,98	6,02
0,001		95,49	4,51	
		100,00	0,00	

**Ghiaia [%] = 0,47**

**Sabbia [%] = 73,63**

**Limo [%] = 19,88**

**Argilla [%] = 6,02**

**REP.** 4282

**Data inizio prova:** 03/08/2021

**Data fine prova:** 07/08/2021

**Nota:**

Firma Direttore Laboratorio  
IL DIRETTORE TECNICO  
Dott. Geol. FILIPPO FURIA

Firma Sperimentatori  
IO SPERIMENTATORI  
(Geom. Lo Presti Suvestro)





**Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia**

Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)

tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864

Laboratorio Geotecnico Autorizzato "SETTORE TERRE" dal 2006

Rinnovo n°0000522 del 30/09/2019 ai sensi della Circ. Mln. 7618/STC



Pagina 2 di 2

**Verbale accettazione N. 4462 del 27/7/2021 Certificato N. 93679 del 13/9/2021**

**Committente:** Technip Italy Direzione Lavori S.p.A.

**Indirizzo:** Viale Castello della Magliana, n° 68 - 00148 Roma **C.F. / Part. iva** 04874901004

**Progetto / Lavoro:** Ingegneria di dettaglio per l'installazione di un nuovo elettrocompressore nella centrale di Settala (MI)

**Località Prelievo Campione :** Settala (MI)

**Sondaggio :** BH1 **Campione:** C 2 **prelevato da:** m 16,00 **a m** 16,45

**Classe di Qualità Dichiarata:** Q 1 **Tipo di contenitore:** fustella in acciaio a pareti sottili

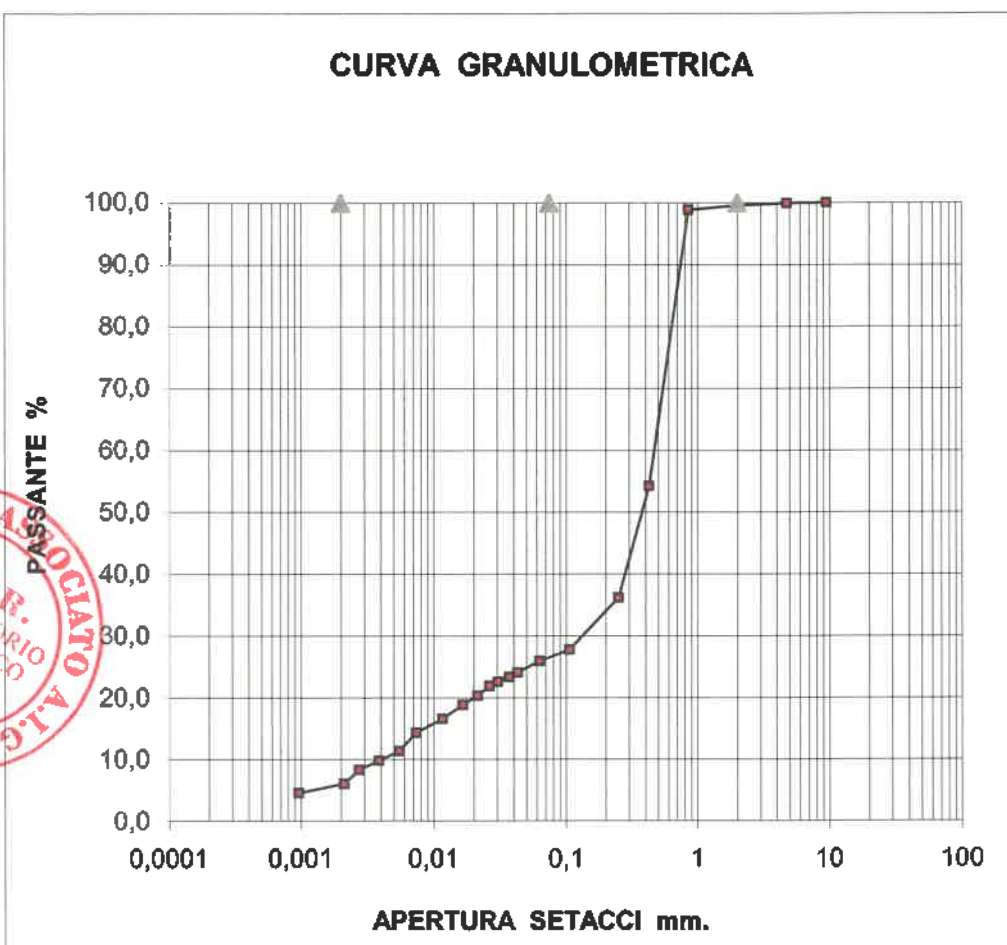
**Def. Granulometrica (AGI):** Sabbia limosa debolmente argillosa

## ANALISI GRANULOMETRICA

(Raccomandazioni AGI 1994)

Temperatura [°C]	20
Volume cilindro prova [cm <sup>3</sup> ]	1000
Peso specifico dei grani	2,68

### CURVA GRANULOMETRICA



**REP.** 4282

**Data inizio prova:** 03/08/2021

**Data fine prova:** 07/08/2021

**Nota:**

Firma Direttore Laboratorio  
M.T.R.  
D. DIRETTORE TECNICO  
Dott. Geol. FILIPPO FURIA

Firma Sperimentatori  
IO SPERIMENTATORE  
(Geom. Le Presti Silvestro)

**Verbale accettazione N. 4462 del 27/7/2021 Certificato N. 93680 del 13/9/2021****Committente:** Technip Italy Direzione Lavori S.p.A.**Indirizzo:** Viale Castello della Magliana, n° 68 - 00148 Roma **C.F. / Part. iva** 04874901004**Progetto / Lavoro:** Ingegneria di dettaglio per l'installazione di un nuovo elettrocompressore nella centrale di Settala (MI)**Località Prelievo Campione :** Settala (MI)**Sondaggio :** BH1 **Campione:** C 2 **prelevato da:** m 16,00 a m 16,45**Classe di Qualità Dichiarata:** Q 1 **Tipo di contenitore:** fustella in acciaio a pareti sottili**Descrizione visiva:** Sabbia debolmente limosa di colore beige tendente al bruno, a buon addensamento

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D 3080)

**Tipo di Attrezzatura impiegata:** Macchina Elettronica Tecnotest con acquisizione dati automatizzata

### CARATTERISTICHE FISICHE DEI PROVINI

Caratteristiche fisiche iniziali dei provini	Prov. 1	Prov. 2	Prov. 3	U.M.
Contenuto d'Acqua	14,22	13,87	14,05	%
Peso dell'Unità di Volume	20,40	20,88	21,08	KN/m <sup>3</sup>
Peso Specifico dei granl	2,68	2,68	2,68	
Peso dell'Unità di Volume secco	17,86	18,34	18,48	KN/m <sup>3</sup>
Indice dei Vuoti	0,47	0,43	0,42	
Grado di saturazione	80,69	85,59	89,04	%

Caratteristiche fisiche finali dei provini	Prov. 1	Prov. 2	Prov. 3	U.M.
Contenuto d'Acqua	24,89	24,41	25,43	%
Peso dell'Unità di Volume	19,70	19,78	19,62	KN/m <sup>3</sup>
Peso dell'Unità di Volume secco	15,78	15,90	15,64	KN/m <sup>3</sup>
Indice dei Vuoti	0,67	0,65	0,68	
Grado di saturazione	100,00	100,00	100,00	%

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE INIZIALI DEL PROVINO E MODALITA' DI PROVA

Altezza media (cm)	2,00	Area media (cm <sup>2</sup> )	36,00	Volume medio (cm <sup>3</sup> )	72,00
Tipo di Scatola	quadrata	Velocità di deformazione	1,80E-07	m/s	
Tens. Normale Prov. 1	147,10	Tens. Normale Prov. 2	294,20	Tens. Normale Prov. 3	441,30 Kpa
Tipo di campione	indisturbato				

**REP.** 4282 **Data inizio prova:** 03/08/2021 **Data fine prova:** 06/08/2021

Nota:

Firma Direttore Laboratorio

M.F.R.  
**IL DIRETTORE TECNICO**  
Dot. Geol. **FILIPPO FURIA**

Firma Sperimentatori

**IO SPERIMENTATORE**  
(Geom. **Lo Presti Silvestro**)



**Verbale accettazione N. 4462 del 27/7/2021 Certificato N. 93680 del 13/9/2021**

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**  
 dati sperimentale della Fase di Rottura

provino 1		
$\delta x$	$\delta h$	F
0,00	0,00	0,00
0,00	-0,01	177,00
0,19	-0,05	267,27
0,41	-0,10	308,87
0,62	-0,16	354,00
0,84	-0,22	367,28
1,05	-0,27	377,36
1,27	-0,33	380,55
1,49	-0,37	382,67
1,70	-0,41	384,44
1,90	-0,45	386,92
2,11	-0,48	384,98
2,33	-0,50	381,08
2,54	-0,52	378,78
2,76	-0,53	372,59
2,99	-0,54	367,28
3,22	-0,54	361,43
3,44	-0,54	355,77
3,65	-0,54	349,58
3,87	-0,53	344,27
4,09	-0,53	339,84
4,31	-0,53	333,65
4,53	-0,54	326,03
4,76	-0,54	320,37
4,98	-0,54	312,41
5,21	-0,54	304,44
5,44	-0,54	296,48
5,66	-0,54	285,32
5,89	-0,55	275,24
6,11	-0,55	267,45
6,33	-0,55	255,59
6,55	-0,55	249,57

provino 2		
$\delta x$	$\delta h$	F
0,00	0,00	0,00
0,05	0,00	225,00
0,22	0,00	345,00
0,39	0,00	409,50
0,56	0,00	493,50
0,73	-0,01	556,50
0,90	-0,02	593,40
1,07	-0,04	632,70
1,24	-0,05	643,80
1,41	-0,07	650,40
1,59	-0,09	645,30
1,76	-0,12	642,30
1,93	-0,15	631,80
2,10	-0,18	622,50
2,27	-0,20	615,00
2,44	-0,23	603,00
2,61	-0,25	594,60
2,78	-0,28	573,60
2,95	-0,31	556,50
3,12	-0,34	543,90
3,30	-0,37	525,30
3,47	-0,39	505,50
3,64	-0,41	484,50
3,81	-0,43	466,50
3,98	-0,45	450,00
4,15	-0,47	423,90
4,32	-0,49	402,60
4,49	-0,50	393,00
4,66	-0,51	382,50
4,83	-0,53	363,00
5,01	-0,54	328,80
5,18	-0,54	300,00

provino 3		
$\delta x$	$\delta h$	F
0,00	0,00	0,00
0,15	0,00	216,45
0,30	-0,04	469,26
0,45	-0,11	636,65
0,60	-0,17	756,13
0,74	-0,25	814,57
0,89	-0,31	865,80
1,04	-0,36	896,10
1,19	-0,41	917,17
1,34	-0,44	926,26
1,48	-0,47	929,44
1,63	-0,50	928,14
1,78	-0,51	926,41
1,93	-0,52	921,50
2,08	-0,52	912,26
2,22	-0,52	905,48
2,37	-0,52	900,43
2,52	-0,52	898,41
2,67	-0,52	894,66
2,82	-0,52	889,18
2,96	-0,52	883,40
3,11	-0,52	876,62
3,26	-0,52	867,24
3,41	-0,52	861,47
3,56	-0,53	843,43
3,70	-0,53	838,38
3,85	-0,54	830,01
4,00	-0,54	809,67
4,15	-0,55	796,54
4,30	-0,55	785,71
4,44	-0,55	779,22
4,59	-0,56	767,68



$\delta x$  = Spostamento orizzontale (mm) F= Forza di Taglio (N);  $\delta h$ = deformazione Verticale (mm)

REP 4282      Data inizio prova: 03/08/2021      Data fine prova: 06/08/2021

Nota:

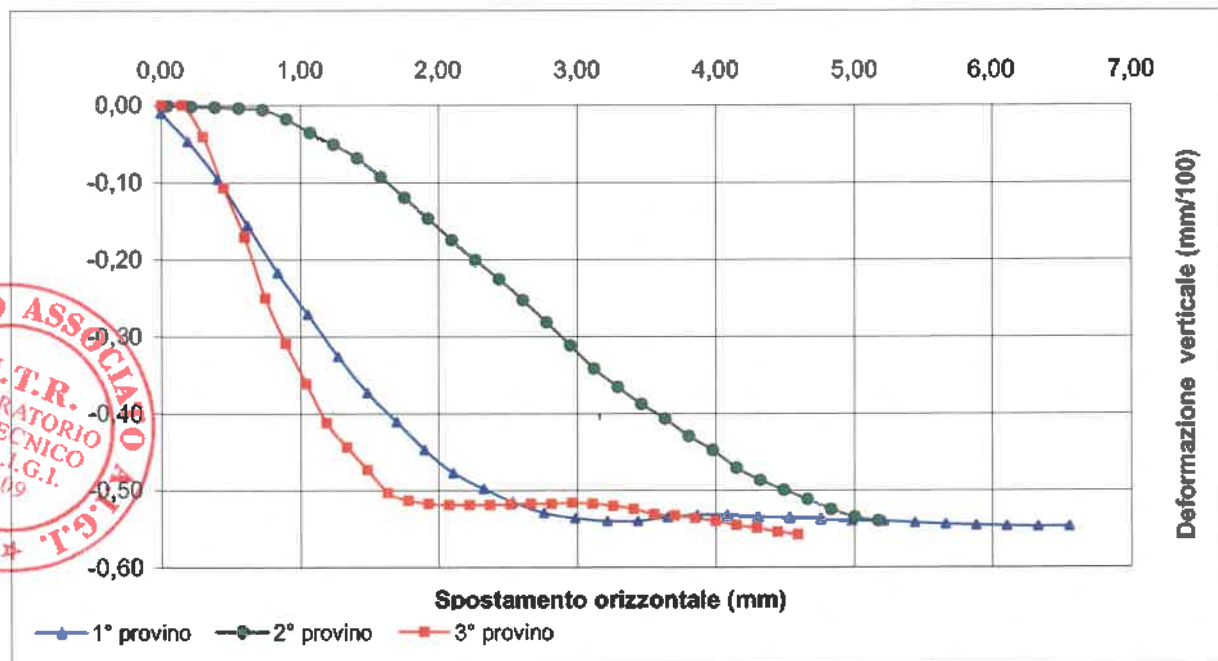
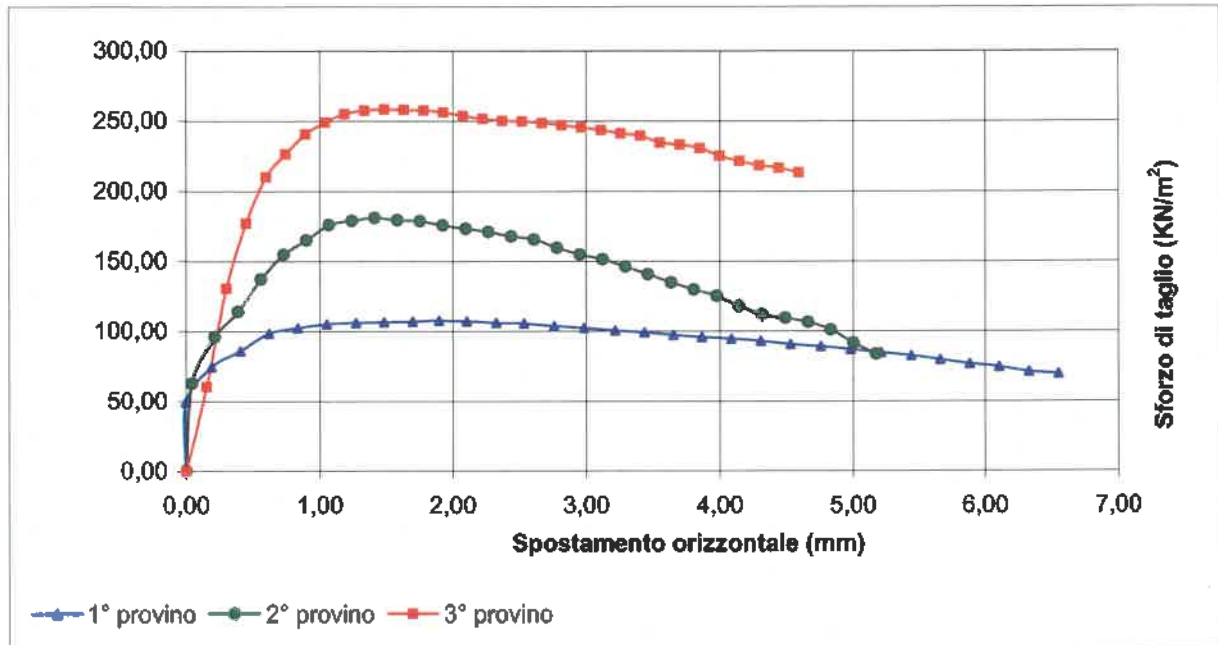
Firma Direttore Laboratorio  
**M.T.R.**  
 IL DIRETTORE TECNICO  
 Dott. Geol. **FILIPPO FURIA**

Firma Sperimentatori  
**IO SPERIMENTATORI!**  
 (Geom. Lo Presti Silvestro)



Verbale accettazione N. 4462 del 27/7/2021 Certificato N. 93680 del 13/9/2021

### PROVA DI TAGLIO DIRETTO diagrammi della fase di rottura



REP 4282

Data inizio prova: 03/08/2021

Data fine prova: 06/08/2021

Nota:

Firma Direttore Laboratorio  
IL DIRETTORE TECNICO  
Dot. Geol. FILIPPO FURIA

Firma Sperimentatore  
IO Sperimentatore  
(Geom. Lo Presti Silvestro)







**Verbale accettazione N. 4462 del 27/7/2021 Certificato N. 93681 del 13/9/2021**

**Committente:** Technip Italy Direzione Lavori S.p.A.

**Indirizzo:** Viale Castello della Magliana, n° 68 - 00148 Roma **C.F. / Part. iva** 04874901004

**Progetto / Lavoro:** Ingegneria di dettaglio per l'installazione di un nuovo elettrocompressore nella centrale di Settala (MI)

**Località Prelievo Campione :** Settala (MI)

**Sondaggio :** BH1 **Campione:** CR1 **prelevato da:** m 22,00 a m 22,40

**Classe di Qualità Dichiarata:** Q 3 **Tipo di contenitore:** Sacchetto in plastica sigillato

**Descrizione visiva:** Sabbia poco limosa di colore grigio chiaro con sporadici inclusi centimetrici sub-arrotondati, a medio addensamento

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

### Prove effettuate sul campione

- ✓ Caratteristiche fisiche
- ✓ Analisi granulometrica
  - Limiti di Atterberg
  - Determinazione della sostanza organica
  - Determinazione del contenuto di CaCo3
  - Prova colonna risonante "RC" \*
- ✓ **Taglio Diretto** \*
  - Determinazione Resistenze Residue \*
  - Prova triassiale (CIU) \*
  - Permeabilità in cella Triassiale
  - Prova edometrica \*
  - Densità in sito
  - Carico su Piastra
  - Indice di portanza CBR

### Forma del campione

- Cubico
- Cilindrico
- ✓ Materiale sciolto

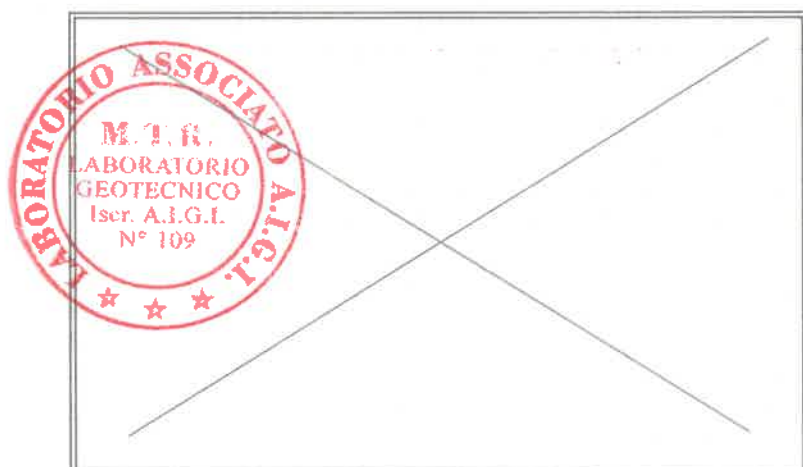
### Caratteristiche porta campione

Sacchetto in plastica sigillato

### Qualità del campione

(dichiarata dalla ditta di perforazione)  
(UNI ENV 1997-2:2002)

- Q 1 (indisturbato)
- Q 2 (disturbo limitato)
- ✓ Q 3 (semi-disturbato)
- Q 4 (disturbato)
- Q 5 (rimaneggiato)



**REP. 4282**

**Data inizio prova: 23/08/2021 Data fine prova: 23/08/2021**

**Nota: (\*) Prove meccaniche eseguite nel campione su disposizione del committente pur non avendo una classe di qualità dichiarata Q1**

**Firma Direttore Laboratorio**

**M.T.R.**  
**IL DIRETTORE TECNICO**  
Dot. Geol. **FILIPPO FURIA**

**Firma Sperimentatori**

**IO Sperimentatore**  
**(Geom. Le Puzzi Silvestro)**





**Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia**

Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)

tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864

Laboratorio Geotecnico Autorizzato "SETTORE TERRE" dal 2006

Rinnovo n°0000522 del 30/09/2019 ai sensi della Circ. Min. 7618/STC



Pagina 1 di 1

**Verbale accettazione N. 4462 del 27/7/2021 Certificato N. 93682 del 13/9/2021**

**Committente:** Technip Italy Direzione Lavori S.p.A.

**Indirizzo:** Viale Castello della Magliana, n° 68 - 00148 Roma **C.F. / Part. iva** 04874901004

**Progetto / Lavoro:** Ingegneria di dettaglio per l'installazione di un nuovo elettrocompressore nella centrale di Settala (MI)

**Località Prelievo Campione :** Settala (MI)

**Sondaggio :** BH1 **Campione:** CR1 **prelevato da:** m 22,00 a m 22,40

**Classe di Qualità Dichiarata:** Q 3 **Tipo di contenitore:** Sacchetto in plastica sigillato

**Descrizione visiva:** Sabbia poco limosa di colore grigio chiaro con sporadici inclusi centimetrici sub-arrotondati, a medio addensamento

### MISURA DEL CONTENUTO D'ACQUA (N12-UNI-10008)

	Misura 1	Misura 2	Misura 3
<b>Massa Tara [g]</b>	185,31	5,88	5,62
<b>Massa Tara + massa campione umido [g]</b>	1015,70	341,64	278,56
<b>Massa Tara + massa campione secco [g]</b>	975,52	325,21	265,52
<b>Contenuto d'acqua [%]</b>	<b>5,08</b>	<b>5,15</b>	<b>5,02</b>

**Contenuto medio d'acqua [%]**

**5,08**



**REP.** 4282

**Data inizio prova:** 23/08/2021

**Data fine prova:** 24/08/2021

Nota:

Firma Direttore Laboratorio

**M.T.R.**  
**IL DIRETTORE TECNICO**  
Dott. Geol. **FILIPPO FURIA**

Firma Sperimentatore

**IO SPERIMENTATORE**  
(Geom. **Lo Presti Silvestro**)



**Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia**

Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)

tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864

Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE TERRE" dal 2006

Rinnovo n°0000522 del 30/09/2019 ai sensi della Circ. Min. 7618/STC



Pagina 1 di 1

**Verbale accettazione N. 4462 del 27/7/2021 Certificato N. 93683 del 13/9/2021**

**Committente:** Technip Italy Direzione Lavori S.p.A.

**Indirizzo:** Viale Castello della Magliana, n° 68 - 00148 Roma **C.F. / Part. iva** 04874901004

**Progetto / Lavoro:** Ingegneria di dettaglio per l'installazione di un nuovo elettrocompressore nella centrale di Settala (MI)

**Località Prelievo Campione :** Settala (MI)

**Sondaggio :** BH1 **Campione:** CR1 **prelevato da:** m 22,00 **a m** 22,40

**Classe di Qualità Dichiarata:** Q 3 **Tipo di contenitore:** Sacchetto in plastica sigillato

**Descrizione visiva:** Sabbia poco limosa di colore grigio chiaro con sporadici inclusi centimetrici sub-arrotondati, a medio addensamento

### MISURA DEL PESO DELL'UNITA DI VOLUME

(B.S. 1377 - 1990 Part. II - metodo delle misurazioni lineari )

	Misura 1	Misura 2	Misura 3
<b>Altezza media provino [cm]</b>	3,00	3,00	3,00
<b>Diametro medio provino [cm]</b>	6,40	6,40	6,40
<b>Massa provino [g]</b>	188,64	186,13	187,61
<b>Volume Provino [cm<sup>3</sup>]</b>	96,51	96,51	96,51
<b>Peso dell'unità di volume [KN/m<sup>3</sup>]</b>	19,168	18,913	19,064

**Peso medio dell'unità di volume [KN/m<sup>3</sup>]**

**19,05**



**REP.** 4282

**Data inizio prova:** 23/08/2021

**Data fine prova:** 23/08/2021

**Nota:** Provini ricostruiti

**Firma Direttore Laboratorio**

**M.T.R.**  
**IL DIRETTORE TECNICO**  
Dott. Geol. **FILIPPO FURIA**

**Firma Sperimentatori**  
**IO Sperimentatore**  
(Geom. **Lo Presti Silvestro**)



**Verbale accettazione N. 4462 del 27/7/2021 Certificato N. 93684 del 13/9/2021**

**Committente:** Technip Italy Direzione Lavori S.p.A.

**Indirizzo:** Viale Castello della Magliana, n° 68 - 00148 Roma **C.F. / Part. iva** 04874901004

**Progetto / Lavoro:** Ingegneria di dettaglio per l'installazione di un nuovo elettrocompressore nella centrale di Settala (MI)

**Località Prelievo Campione :** Settala (MI)

**Sondaggio :** BH1 **Campione:** CR1 **prelevato da:** m 22,00 a m 22,40

**Classe di Qualità Dichiarata:** Q 3 **Tipo di contenitore:** Sacchetto in plastica sigillato

**Descrizione visiva:** Sabbia poco limosa di colore grigio chiaro con sporadici inclusi centimetrici sub-arrotondati, a medio addensamento

### MISURA DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI (ASTM D 854 )

	Misura 1	Misura 2
<b>Massa picnometro [g]</b>	116,78	108,76
<b>Massa picnometro + massa campione secco [g]</b>	181,06	167,82
<b>Massa picnometro + massa campione secco + acqua [g]</b>	405,52	395,23
<b>Massa picnometro + massa acqua [g]</b>	365,58	358,62
<b>Temperatura di prova [°C]</b>	20,0	20,0
<b>Peso specifico dei grani alla temperatura di prova [KN/m3]</b>	<b>25,899</b>	<b>25,795</b>
<b>Peso specifico dei grani riferito al peso specifico dell'acqua distillata alla temperatura di 20 ° C</b>	<b>2,646</b>	<b>2,635</b>
<b>Peso specifico dei grani alla temperatura di 20°C [KN/m3]</b>	<b>25,893</b>	
<b>Dimensione massima dei grani [mm]</b>	4,750	
<b>Metodo di prova</b>	A	

REP. 4282

Data inizio prova: 24/08/2021

Data fine prova: 25/08/2021

Nota:

Firma Direttore Laboratorio

**M.T.R.**  
**IL DIRETTORE TECNICO**  
**Dot. Geol. FILIPPO FURLA**

Firma Sperimentatori

**IO SPERIMENTATORE**  
**(Geom. Io Presti Silvestro)**


**Verbale accettazione N. 4462 del 27/7/2021 Certificato N. 93685 del 13/9/2021**
**Committente:** Technip Italy Direzione Lavori S.p.A.**Indirizzo:** Viale Castello della Magliana, n° 68 - 00148 Roma **C.F. / Part. iva** 04874901004**Progetto / Lavoro:** Ingegneria di dettaglio per l'installazione di un nuovo elettrocompressore nella centrale di Settala (MI)**Località Prelievo Campione :** Settala (MI)**Sondaggio :** BH1 **Campione:** CR1 **prelevato da:** m 22,00 **a m** 22,40**Classe di Qualità Dichiarata:** Q 3 **Tipo di contenitore:** Sacchetto in plastica sigillato**Def. Granulometrica (AGI):** Sabbia con ghiaia, limosa**ANALISI GRANULOMETRICA****(Raccomandazioni AGI 1994)****Peso netto del Campione essiccato [g]** 591,42**Peso del campione essiccato trattenuto al setaccio 0,063 (g)** 453,23**Passante al setaccio 0,063 [g]** 138,19

	Diametro	PESO NETTO	TRATTENUTO	PASSANTE
	Apertura mm	Tratt. gr.	Cumul. %	Cumul. %
<b>SETACCIATURA</b>	19	0,00	0,00	100,00
	9,5	21,05	3,56	96,44
	4,75	19,89	6,92	93,08
	2	43,43	14,27	85,73
	0,85	169,06	42,85	57,15
	0,425	111,62	61,72	38,28
	0,25	54,81	70,99	29,01
	0,106	24,98	75,22	24,78
	0,063	8,39	76,63	23,37
<b>SEDIMENTAZIONE</b>	0,043		78,09	21,91
	0,038		79,46	20,54
	0,031		80,83	19,17
	0,027		81,52	18,48
	0,022		82,20	17,80
	0,017		83,57	16,43
	0,012		84,94	15,06
	0,007		87,68	12,32
	0,006		89,73	10,27
	0,004		91,10	8,90
	0,003		92,47	7,53
0,002		93,84	6,16	
0,001		96,58	3,42	
		100,00	0,00	

**Ghiaia [%]=** 14,27**Sabbia [%]=** 62,37**Limo [%]=** 17,20**Argilla [%]=** 6,16**REP.** 4282**Data Inizio prova:** 24/08/2021**Data fine prova:** 27/08/2021**Nota:****Firma Direttore Laboratorio**

 M. I. R.  
 DIRETTORE TECNICO  
 Dott. Geol. FILIPPO FURIA

**Firma Sperimentatore:**  
 IO Sperimentatore  
 (Geom. Lo Presti Silvestro)



**Verbale accettazione N. 4462 del 27/7/2021 Certificato N. 93685 del 13/9/2021**

**Committente:** Technip Italy Direzione Lavori S.p.A.

**Indirizzo:** Viale Castello della Magliana, n° 68 - 00148 Roma **C.F. / Part. iva** 04874901004

**Progetto / Lavoro:** Ingegneria di dettaglio per l'installazione di un nuovo elettrocompressore nella centrale di Settala (MI)

**Località Prelievo Campione :** Settala (MI)

**Sondaggio :** BH1 **Campione:** CR1 **prelevato da:** m 22,00 **a m** 22,40

**Classe di Qualità Dichiarata:** Q 3 **Tipo di contenitore:** Sacchetto in plastica sigillato

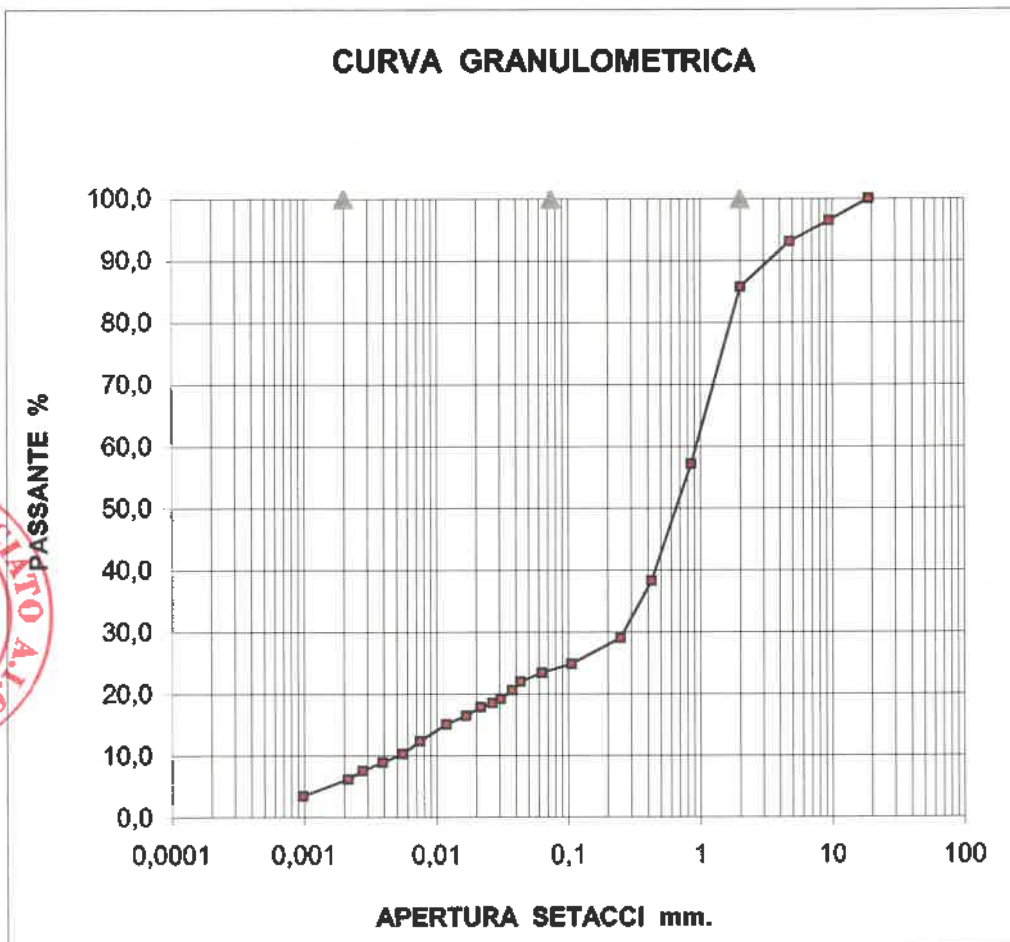
**Def. Granulometrica (AGI):** Sabbia con ghiaia, limosa

### ANALISI GRANULOMETRICA

(Raccomandazioni AGI 1994)

Temperatura [°C]	20
Volume cilindro prova [cm <sup>3</sup> ]	1000
Peso specifico dei grani	2,64

#### CURVA GRANULOMETRICA



REP. 4282

Data inizio prova: 24/08/2021

Data fine prova: 27/08/2021

Nota:

Firma Direttore Laboratorio  
M.T.R. LABORATORIO GEOTECNICO  
Dott. Geol. FILIPPO FURIA

Firma Sperimentatore  
I.C. Sperimentatore  
(Geom. Io Presti Silvestro)


**Verbale accettazione N. 4462 del 27/7/2021 Certificato N. 93686 del 13/9/2021**
**Committente:** Technip Italy Direzione Lavori S.p.A.**Indirizzo:** Viale Castello della Magliana, n° 68 - 00148 Roma **C.F. / Part. iva** 04874901004**Progetto / Lavoro:** Ingegneria di dettaglio per l'installazione di un nuovo elettrocompressore nella centrale di Settala (MI)**Località Prelievo Campione :** Settala (MI)**Sondaggio :** BH1 **Campione:** CR1 **prelevato da:** m 22,00 **a m** 22,40**Classe di Qualità Dichiarata:** Q 3 **Tipo di contenitore:** Sacchetto in plastica sigillato**Descrizione visiva:** Sabbia poco limosa di colore grigio chiaro con sporadici inclusi centimetrici sub-arrotondati, a medio addensamento

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D 3080)

**Tipo di Attrezzatura impiegata:** Macchina Elettronica Tecnotest con acquisizione dati automatizzata

### CARATTERISTICHE FISICHE DEI PROVINI

Caratteristiche fisiche iniziali dei provini	Prov. 1	Prov. 2	Prov. 3	U.M.
Contenuto d'Acqua	5,08	5,15	5,02	%
Peso dell'Unità di Volume	19,17	18,91	19,06	KN/m3
Peso Specifico dei grani	2,64	2,64	2,64	
Peso dell'Unità di Volume secco	18,24	17,99	18,15	KN/m3
Indice dei Vuoti	0,42	0,44	0,43	
Grado di saturazione	32,00	30,91	31,08	%

Caratteristiche fisiche finali dei provini	Prov. 1	Prov. 2	Prov. 3	U.M.
Contenuto d'Acqua	8,90	9,06	9,08	%
Peso dell'Unità di Volume	22,83	22,79	22,78	KN/m3
Peso dell'Unità di Volume secco	20,97	20,90	20,88	KN/m3
Indice dei Vuoti	0,23	0,24	0,24	
Grado di saturazione	100,00	100,00	100,00	%

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE INIZIALI DEL PROVINO E MODALITA' DI PROVA

Altezza media (cm)	3,00	Area media (cm <sup>2</sup> )	32,17	Volume medio (cm <sup>3</sup> )	96,51
Tipo di Scatola	rotonda	Velocità di deformazione	1,44E-07	m/s	
Tens. Normale Prov. 1	196,13	Tens. Normale Prov. 2	392,27	Tens. Normale Prov. 3	588,40 Kpa
Tipo di campione	a disturbo limitato				

<b>REP.</b> 4282	<b>Data inizio prova:</b> 25/08/2021	<b>Data fine prova:</b> 31/08/2021
------------------	--------------------------------------	------------------------------------

**Nota:** Provini ricostruiti

**Firma Direttore Laboratorio**  
 IL DIRETTORE TECNICO  
 Dott. Geol. FILIPPO FURLA

**Firma Sperimentatori**  
 IO SPERIMENTATORI  
 (Geom. Lo Presti inv est 0)

**Verbale accettazione N. 4462 del 27/7/2021 Certificato N. 93686 del 13/9/2021**

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

### dati sperimentale della Fase di Rottura

provino 1		
$\delta x$	$\delta h$	F
0,00	0,00	0,00
0,05	-0,01	105,04
0,22	-0,03	161,60
0,40	-0,09	224,22
0,57	-0,13	262,60
0,74	-0,15	293,30
0,92	-0,18	345,42
1,09	-0,24	374,71
1,26	-0,26	428,85
1,43	-0,29	452,68
1,61	-0,31	463,59
1,78	-0,36	470,66
1,95	-0,39	468,64
2,13	-0,41	467,02
2,30	-0,48	463,59
2,47	-0,49	459,55
2,65	-0,52	454,90
2,82	-0,53	446,82
2,99	-0,55	441,37
3,16	-0,59	431,27
3,34	-0,60	424,20
3,51	-0,61	421,17
3,68	-0,62	408,65
3,86	-0,63	398,95
4,03	-0,66	392,28
4,20	-0,67	380,77
4,38	-0,67	366,83
4,55	-0,68	356,53
4,72	-0,69	347,84
4,89	-0,69	338,35
5,07	-0,69	331,48
5,24	-0,69	325,22
5,41	-0,70	318,15
5,59	-0,70	308,05
5,76	-0,70	295,93

provino 2		
$\delta x$	$\delta h$	F
0,00	0,00	0,00
0,06	-0,03	225,00
0,18	-0,04	375,90
0,35	-0,10	495,60
0,52	-0,13	565,50
0,70	-0,17	636,60
0,87	-0,21	673,50
1,04	-0,23	706,80
1,21	-0,25	723,00
1,38	-0,31	738,60
1,56	-0,32	753,60
1,73	-0,35	763,50
1,90	-0,36	772,50
2,07	-0,37	779,40
2,24	-0,38	774,60
2,42	-0,39	771,00
2,59	-0,39	768,00
2,76	-0,40	756,60
2,93	-0,40	736,50
3,10	-0,41	723,60
3,28	-0,41	706,80
3,45	-0,41	694,50
3,62	-0,43	681,00
3,79	-0,44	672,60
3,96	-0,44	663,60
4,14	-0,44	655,50
4,31	-0,45	636,90
4,48	-0,45	630,00
4,65	-0,45	621,00
4,82	-0,45	615,00
5,00	-0,45	600,00
5,17	-0,46	583,50
5,34	-0,46	553,80
5,51	-0,46	543,00
5,68	-0,46	528,60

provino 3		
$\delta x$	$\delta h$	F
0,00	0,00	0,00
0,09	-0,01	455,54
0,21	-0,02	614,50
0,37	-0,07	710,40
0,54	-0,11	810,21
0,70	-0,14	926,36
0,87	-0,23	999,00
1,03	-0,27	1065,60
1,20	-0,31	1129,54
1,36	-0,34	1187,26
1,53	-0,40	1215,67
1,69	-0,45	1250,66
1,86	-0,50	1257,41
2,02	-0,53	1254,21
2,19	-0,60	1250,30
2,35	-0,63	1243,20
2,52	-0,66	1233,43
2,68	-0,70	1224,55
2,85	-0,73	1207,68
3,01	-0,76	1199,16
3,18	-0,81	1182,11
3,34	-0,85	1176,07
3,51	-0,89	1167,72
3,67	-0,94	1148,18
3,84	-0,97	1138,77
4,00	-0,98	1128,83
4,17	-0,99	1122,61
4,33	-1,00	1116,22
4,50	-1,03	1110,89
4,66	-1,04	1103,25
4,83	-1,04	1096,68
4,99	-1,04	1086,20
5,16	-1,04	1063,82
5,32	-1,04	1043,40
5,49	-1,05	1030,08

 $\delta x$  = Spostamento orizzontale (mm) F= Forza di Taglio (N);  $\delta h$ = deformazione Verticale (mm)

REP 4282

Data inizio prova: 25/08/2021

Data fine prova: 31/08/2021

Nota:

Firma Direttore Laboratorio

  
**M.T.F.**  
 IL DIRETTORE TECNICO  
 Dott. Geol. FILIPPO FURIA

Firma Sperimentatori

  
**I.O. SPERIMENTATORE**  
 (Geom. Lo Presti Silvestro)

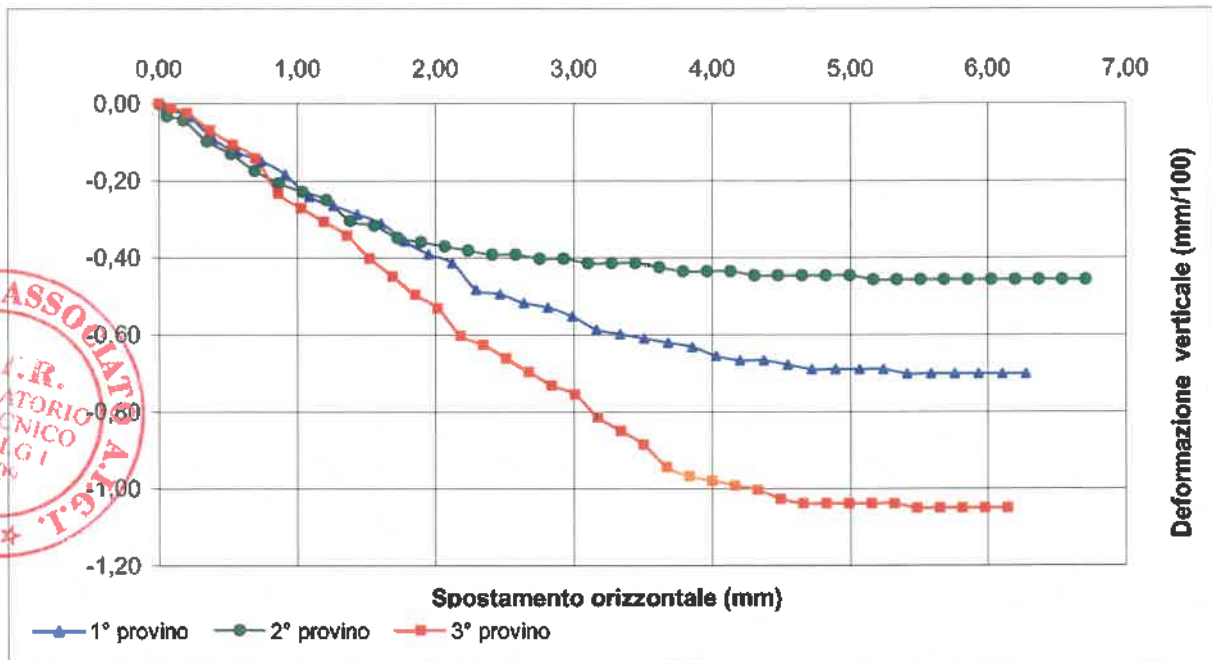
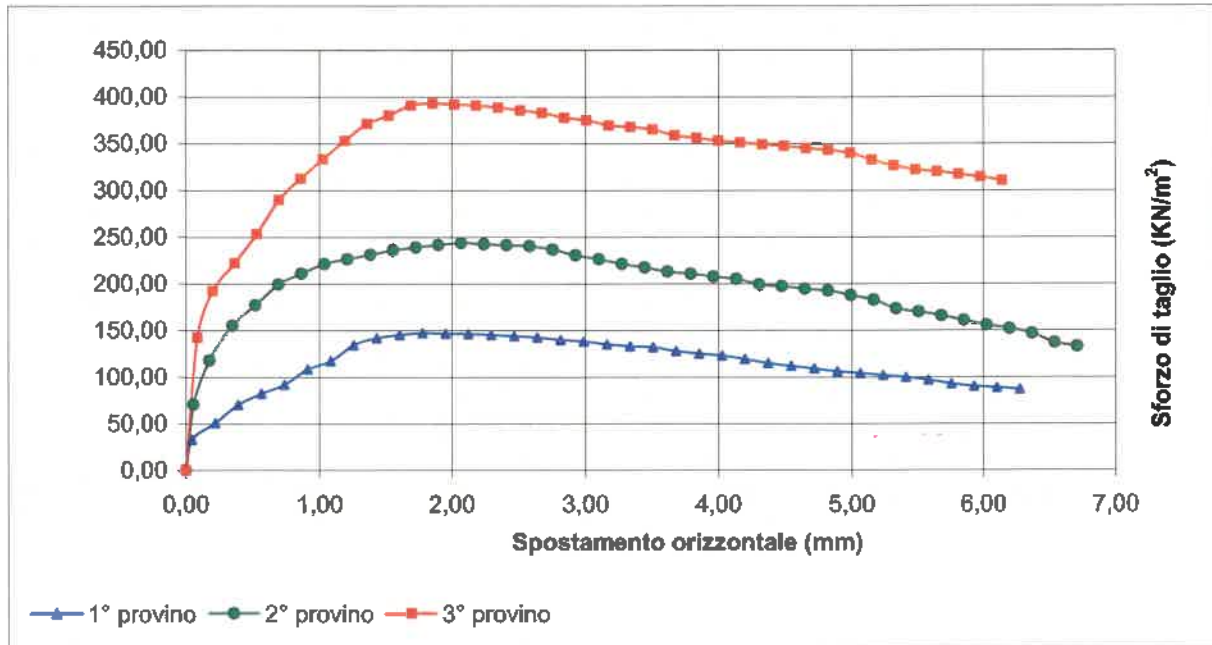






Verbale accettazione N. 4462 del 27/7/2021 Certificato N. 93686 del 13/9/2021

### PROVA DI TAGLIO DIRETTO diagrammi della fase di rottura



REP 4282

Data inizio prova: 25/08/2021 Data fine prova: 31/08/2021

Nota:

Firma Direttore Laboratorio  
IL DIRETTORE TECNICO  
Dott. Geol. FILIPPO FURIA

Firma Sperimentatori  
IO SPERIMENTATORE  
(Geom. Le Presti Silvestro)



**Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia**

Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)

tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864

Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE TERRE" dal 2006

Rinnovo n°0000522 del 30/09/2019 ai sensi della Circ. Min. 7618/STC



pagina 1 di 2

Allegato 1

**Verbale accettazione N. 4462 del 27/7/2021 Certificato N. 93686 del 13/9/2021**

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

calcoli della Fase di Rottura

provino 1		
$\delta x$	$\delta h$	T
0,00	0,00	0,00
0,05	-0,01	32,83
0,22	-0,03	50,50
0,40	-0,09	70,07
0,57	-0,13	82,06
0,74	-0,15	91,66
0,92	-0,18	107,94
1,09	-0,24	117,10
1,26	-0,26	134,01
1,43	-0,29	141,46
1,61	-0,31	144,87
1,78	-0,36	147,08
1,95	-0,39	146,45
2,13	-0,41	145,95
2,30	-0,48	144,87
2,47	-0,49	143,61
2,65	-0,52	142,16
2,82	-0,53	139,63
2,99	-0,55	137,93
3,16	-0,59	134,77
3,34	-0,60	132,56
3,51	-0,61	131,62
3,68	-0,62	127,70
3,86	-0,63	124,67
4,03	-0,66	122,59
4,20	-0,67	118,99
4,38	-0,67	114,64
4,55	-0,68	111,42
4,72	-0,69	108,70
4,89	-0,69	105,73
5,07	-0,69	103,59
5,24	-0,69	101,63
5,41	-0,70	99,42
5,59	-0,70	96,27
5,76	-0,70	92,48
5,93	-0,70	89,64
6,11	-0,70	88,38
6,28	-0,70	86,48

provino 2		
$\delta x$	$\delta h$	T
0,00	0,00	0,00
0,06	-0,03	70,31
0,18	-0,04	117,47
0,35	-0,10	154,88
0,52	-0,13	176,72
0,70	-0,17	198,94
0,87	-0,21	210,47
1,04	-0,23	220,88
1,21	-0,25	225,94
1,38	-0,31	230,81
1,56	-0,32	235,50
1,73	-0,35	238,59
1,90	-0,36	241,41
2,07	-0,37	243,56
2,24	-0,38	242,06
2,42	-0,39	240,94
2,59	-0,39	240,00
2,76	-0,40	236,44
2,93	-0,40	230,16
3,10	-0,41	226,13
3,28	-0,41	220,88
3,45	-0,41	217,03
3,62	-0,43	212,81
3,79	-0,44	210,19
3,96	-0,44	207,38
4,14	-0,44	204,84
4,31	-0,45	199,03
4,48	-0,45	196,88
4,65	-0,45	194,06
4,82	-0,45	192,19
5,00	-0,45	187,50
5,17	-0,46	182,34
5,34	-0,46	173,06
5,51	-0,46	169,69
5,68	-0,46	165,19
5,86	-0,46	160,31
6,03	-0,46	155,16
6,20	-0,46	151,41
6,37	-0,46	146,44
6,54	-0,46	136,50

provino 3		
$\delta x$	$\delta h$	T
0,00	0,00	0,00
0,09	-0,01	142,36
0,21	-0,02	192,03
0,37	-0,07	222,00
0,54	-0,11	253,19
0,70	-0,14	289,49
0,87	-0,23	312,19
1,03	-0,27	333,00
1,20	-0,31	352,98
1,36	-0,34	371,02
1,53	-0,40	379,90
1,69	-0,45	390,83
1,86	-0,50	392,94
2,02	-0,53	391,94
2,19	-0,60	390,72
2,35	-0,63	388,50
2,52	-0,66	385,45
2,68	-0,70	382,67
2,85	-0,73	377,40
3,01	-0,76	374,74
3,18	-0,81	369,41
3,34	-0,85	367,52
3,51	-0,89	364,91
3,67	-0,94	358,81
3,84	-0,97	355,87
4,00	-0,98	352,76
4,17	-0,99	350,82
4,33	-1,00	348,82
4,50	-1,03	347,15
4,66	-1,04	344,77
4,83	-1,04	342,71
4,99	-1,04	339,44
5,16	-1,04	332,45
5,32	-1,04	326,06
5,49	-1,05	321,90
5,65	-1,05	319,79
5,82	-1,05	317,07
5,98	-1,05	313,85
6,15	-1,05	310,25

$\delta x$  = Spostamento orizzontale (mm) T= Tensione Tang. Eff. (KPa);  $\delta h$ = deformazione Verticale (mm)

REP 4282

Data inizio prova: 25/08/2021

Data fine prova: 31/08/2021

Nota:

Firma Direttore Laboratorio

M.T.R.  
IL DIRETTORE TECNICO  
Dott. Geol. FILIPPO FURIA

Firma Sperimentatori

IO SPERIMENTATORE  
(Geom. Lo Presti Silvestro)



**Meccanica Terre e Rocce del dott. Filippo Furia**

Via C. Colombo n 69 - 94018 Troina (EN)

tel. + 39 0935 657178 Partita I.V.A. 00602230864

Laboratorio Geotecnico Autorizzato " SETTORE TERRE" dal 2006

Rinnovo STC n°7154 del 28/10/2014 ai sensi della Circo. Min. 7618/STC



pagina 2 di 2

Allegato 1

**Verbale accettazione N. 4462 del 27/7/2021 Certificato N. 93686 del 13/9/2021**

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

**dati**

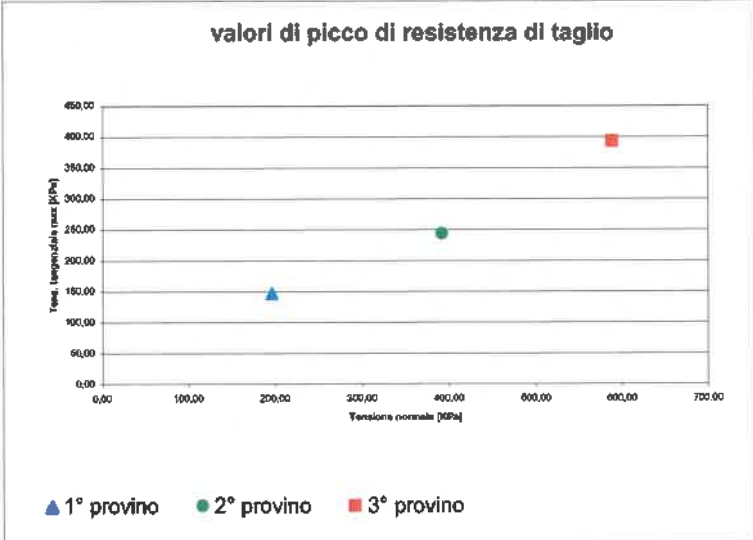
**sperimentale della Fase di Rottura**

provino 1		
$\delta x$	$\delta h$	T

provino 2		
$\delta x$	$\delta h$	T
6,72	-0,46	132,19

provino 3		
$\delta x$	$\delta h$	T

$\delta x$  = Spostamento orizzontale (mm) T= Tensione Tang. Eff. (KPa);  $\delta h$ = deformazione Verticale (mm)



<b>REP</b> 4282	<b>Data inizio prova:</b> 25/08/2021	<b>Data fine prova:</b> 31/08/2021
<b>Nota:</b>		

Firma Direttore Laboratorio  
**M.T.R.**  
 IL DIRETTORE TECNICO  
 Dott. Geol. **FILIPPO FURIA**

Firma Sperimentatori  
 IO SPERIMENTATORI  
 (Geom. **Luigi Silvestro**)