



REGIONE PUGLIA

COMUNE DI TORCHIAROLO



Progetto esecutivo per la valorizzazione e riqualificazione integrata dei paesaggi costieri Lungomare Torre San Gennaro e Lendinuso

PROGETTO

Ufficio Tecnico

Ing. Daniele Gravili
Geom. Vincenzo Tondo

Progettazione specialistica

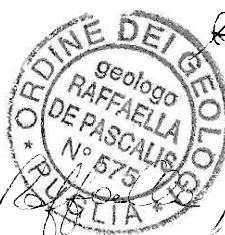
RTP  ASTRA ENGINEERING S.r.l. (capogruppo)
Ing. Alberto De Pascalis

Dott.ssa Geol. Raffaella De Pascalis

Ing. Alberto Romano

Consulenza Geologica

Dott.ssa Geol. Ilaria Maggiulli



COMMITTENTE

COMUNE DI TORCHIAROLO (BR)

R.U.P.

Geom. Celerina Pileggi

ELABORATO

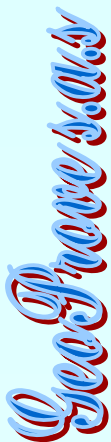
All. 2.2

TITOLO ELABORATO

RELAZIONE SULLE INDAGINI GEOGNOSTICHE,
GEOFISICHE E DI LABORATORIO

Data: Novembre 2016

Rev: 1^a emissione



GeoProve P.a.s.

Tel 0833-692992

Fax 0833-1820673

e-mail

geoprovesas@libero.it

sede operativa

Zona Industriale,

lotto n.26 - Ruffano (Le)

sede legale

P.zza Libertà, 10

73049 Ruffano (Le)

P.iva

03940580750



Società autorizzata ad effettuare e
certificare prove su terre con
Decreto n° 7475

Società autorizzata ad effettuare e
certificare prove su materiale da
costruzione con Decreto n° 3079



COMUNE DI TORCHIAROLO (PROVINCIA DI BRINDISI)

COMMITTENTE: ASTRA ENGINEERING

INDAGINI GEOGNOSTICHE EFFETTUATI
LUNGO ALCUNI TRATTI DI STRADA
LITORANEA DELLE MARINE DI LINDINUSO E
TORRE SAN GENNARO

Ruffano, novembre 2016

IL DIRETTORE TECNICO
Dott. Geol. Marcello DE DONATIS

INDICE

INDICE.....	1
PREMESSA	2
CARATTERI GEOLOGICI.....	3
INDAGINE GEOGNOSTICA	7
SONDAGGI GEOGNOSTICI A CAROTAGGIO CONTINUO	8
Prelievo dei campioni e analisi di laboratorio.....	22
PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE(DPSH).....	26
Profili sismici tomografici a rifrazione	42
SISMICA CON METODOLOGIA MASW (MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES)	54
PROSPEZIONE GEORADAR (GROUND PENETRATING RADAR) ..	65
Schema di funzionamento	66
Taratura dati (velocità di propagazione).....	68
INDAGINE GPR E ANALISI DEI RISULTATI	69

PREMESSA

Nel mese di novembre 2016, la Società Geoprove s.a.s. di Ruffano, incaricata dalla Società Astra Engineering, eseguiva indagini geognostiche e geofisiche allo scopo di ricostruire il modello geologico-stratigrafico e di caratterizzare meccanicamente i terreni investigati di alcuni tratti delle aree costiere delle marine di Lindinuso e Torre San Gennaro, comune di Torchiarolo (Br). La campagna d'indagini è stata effettuata in conformità al D.M. 14.01.2008 ed è stata finalizzata alla raccolta di dati qualitativi e quantitativi occorrenti per la previsione del comportamento dell'opera in rapporto alle caratteristiche del terreno.

Sono stati pertanto eseguiti:

- n. 3 Sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinti alla profondità di 10.0 metri;
- n. 6 prelievi di campioni indisturbati prelevati durante la fase di perforazione;
- analisi di laboratorio eseguite su n.3 campioni indisturbati;
- n. 2 Prove Penetrometriche Dinamiche Continue-DPSH;
- n. 3 prospezioni sismiche tomografiche a rifrazione;
- n. 3 prospezioni sismiche con metodologia MASW;

Inoltre sono stati eseguiti 24 profili GPR sulla strada litoranea, al fine di individuare la presenza di sottoservizi sottostanti.

CARATTERI GEOLOGICI

L'area oggetto di studio ricade nel foglio 204 Tavoletta Lecce della Carta Geologica d'Italia e presenta una morfologia tabulare.

Il paesaggio fisico dell'area è costituito da una depressione alluvionale tabulare posta ad una quota topografica di 3 metri s.l.m.; tettonicamente è collocata all'interno di un esteso graben.

L'attuale configurazione geologica è frutto della tettonica distensiva che ha interessato il basamento calcareo durante il Terziario e che ha dato vita ad una serie di depressioni in cui si sono deposte in trasgressione le sequenze sedimentarie pleistoceniche.

Il rilievo geologico ha evidenziato la presenza delle seguenti formazioni dal basso verso l'alto:

- Calcari di Altamura (Cretaceo);
- Calcareni di Gravina (Pleistocene inf.);
- Formazione di Gallipoli (Pleistocene sup.)

Calcari di Altamura (Cretaceo)

I Calcari non sono affioranti nell'area indagata, ma costituiscono l'ossatura dell'intera penisola salentina. Presentano una stratificazione variabile, con strati di circa 20-30 cm di spessore che a luoghi possono raggiungere spessori fino ad oltre un metro.

Tale formazione è interessata da una fratturazione sub-verticale, con diaclasi e leptoclasti che, avendo un andamento normale ai piani di strato talvolta rendono la roccia brecciata e scomponibile in solidi di forma geometrica che conferiscono alla formazione suddetta un generale permeabilità in grande.

Sono presenti inoltre, strutture fisico-meccaniche secondarie dovute all'azione del carsismo, con fratture e saccature riempite di materiale residuale (Terra Rossa).

Litologicamente si tratta di calcari e calcari dolomitici di colore avana, compatti e tenaci, in strati e banchi, talora riccamente fossiliferi, cui si alternano livelli dolomitici di colore grigio o nocciola.

L'origine è biochimica per i calcari e secondaria per le dolomie.

In base ai dati forniti dall'AGIP, in seguito alla perforazione petrolifera eseguita vicino Ugento, indicano uno spessore massimo di 640 metri. Alla base di tale formazione si rinvencono le "Dolomie di Galatina". Il passaggio fra le due formazioni avviene con molta gradualità, infatti con l'aumentare della profondità aumenta la percentuale di dolomia, fino a diventare prevalente nelle Dolomie di Galatina.

Per quanto riguarda il suo ambiente deposizionale, esso è di mare poco profondo e più esattamente di piattaforma continentale. Inoltre, data la presenza di spessori abbastanza potenti, appare chiaro che l'ambiente di sedimentazione ha potuto mantenersi pressoché immutato nel tempo per effetto di una costante subsidenza.

Calcareniti di Gravina (Pleistocene inf.)

Questo litotipo si rinviene in profondità e affiora nelle immediate vicinanze dell'area di studio.

Questa formazione presenta caratteristiche litologiche, sedimentologiche e stratigrafiche simili alle Calcareniti di Gravina (Ba), alle quali è assimilabile e da cui prende il nome.

Litologicamente si tratta di una calcarenite più o meno compatta, grigio chiara, cui si associano sabbioni calcarei (bianchi e giallastri) talora parzialmente cementati.

Il contenuto di carbonato di calcio è in genere elevato ed oscilla tra il 97-98%.

Per quanto riguarda la stratificazione è spesso indistinta e quando essa appare si hanno strati poco potenti, da qualche centimetro ad oltre un metro.

Il passaggio di essa verso le formazioni sottostanti avviene per trasgressione, lo testimoniano le brecce e i conglomerati che troviamo alla base di essa.

Formazione di Gallipoli (Pleistocene medio-sup.)

Questa formazione risulta costituita da due unità: Sabbie e Argille.

Le argille si rinvencono in profondità e si correlano, sia dal punto di vista litologico che stratigrafico, alle argille subappennine plio-pleistoceniche o alle argille grigio-azzurre Calabrianne, rinvenibili in diverse zone della Puglia, dal Tavoliere alla fascia premurgiana, alle Murge e al Salento.

Sostanzialmente i caratteri di tali argille sono largamente confrontabili lungo tutte le aree di affioramento.

Stratigraficamente si pongono nella parte mediana del Ciclo sedimentario plio-pleistocenico.

Esse poggiano in continuità di sedimentazione sulle calcareniti plio-pleistoceniche (Calcareniti di Gravina).

Superiormente passano gradualmente, in linea generale, a depositi sabbiosi o calcarenitici calabriani, costituenti i termini di chiusura di detto Ciclo.

In passaggio alle successive formazioni risulta generalmente di carattere trasgressivo rispetto ai depositi post-calabriani calcarenitici.

Le sabbie si rinvencono, con probabile passaggio graduale, dei depositi sabbiosi di natura calcareo-micacea. Esse sono affioranti estesamente su tutta l'area indagata.

Il deposito sabbioso in questione si correla abbastanza bene dal punto di vista stratigrafico e litologico con le formazioni sabbiose del Ciclo plio-pleistocenico su menzionato.

Così come le argille grigio-azzurre calabriane, anche tale deposito sabbioso risulta variamente costituito e di potenza variabile da luogo a luogo lungo le zone di affioramento.

Nell'area salentina l'articolazione e la frammentazione dei bacini di sedimentazione ha prodotto la differente costituzione litologica: sono presenti livelli arenacei, limosi e/o argillosi e calcarenitici nell'ambito dei depositi sabbiosi.

Per quanto riguarda specificatamente l'area rilevata, tale deposito è costituito da sabbie sciolte solo localmente contenenti livelli cementati.

Il colore è giallo-paglierino, la grana prevalentemente fine ed uniforme.

INDAGINE GEOGNOSTICA

L'indagine è stata effettuata in conformità al D.M. 14.01.2008 ed è stata finalizzata alla raccolta di dati qualitativi e quantitativi di supporto alla progettazione.

L'indagine è consistita nell'esecuzione di:

- n. 3 Sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinti alla profondità di 10.0 metri;
- n. 6 prelievi di campioni indisturbati prelevati durante la fase di perforazione;
- analisi di laboratorio eseguite su n.3 campioni indisturbati;
- n. 2 Prove Penetrometriche Dinamiche Continue-DPSH;
- n. 3 prospezioni sismiche tomografiche a rifrazione;
- n. 3 prospezioni sismiche con metodologia MASW;

Inoltre sono stati eseguiti 24 profili GPR sulla strada litoranea, al fine di individuare la presenza di sottoservizi sottostanti.

SONDAGGI GEOGNOSTICI A CAROTAGGIO CONTINUO

Nel giorno 02/11/2016 sono stati eseguiti tre sondaggi geognostici a carotaggio continuo della profondità di 10 metri.

La terebrazione è stata eseguita impiegando una trivella della CMV, mod. MK 600, realizzando dei fori di sondaggio del diametro di ϕ 101 mm, consentendo di ricostruire l'intera stratigrafia del sottosuolo ed il relativo modello geologico.

Il metodo utilizzato per l'esecuzione del perforo è stato quello a rotazione con carotaggio continuo. In pratica la macchina perforatrice è dotata di una testa idraulica che fornisce alla batteria d'aste di perforazione un movimento rotatorio. La spinta necessaria all'attrezzo di perforazione per "tagliare" il terreno è invece prodotto da pistoncini idraulici.

Il funzionamento consiste nell'infiggere nel terreno un tubo di acciaio (carotiere), munito al fondo di un utensile tagliente (corona), collegato in superficie mediante una batteria di aste cave; l'infissione avviene ruotando e spingendo contemporaneamente le aste in superficie mediante sonda. Il metodo di avanzamento è manuale, dato che la pressione è applicata e regolata dall'operatore.

Con la perforazione a rotazione si può attraversare qualsiasi tipo di terreno, con diametro di perforazione di 101 mm.

Il tipo di utensile di perforazione più comunemente impiegato consiste in un carotiere la cui estremità inferiore è costituita da una corona tagliente provvista di elementi di metallo duro diamantato.

Durante la perforazione, per evitare fenomeni franosi del materiale da non poter eseguire una dettagliata ricostruzione stratigrafica del terreno

investigato, il foro è stato rivestito con tubi sottili in acciaio, in giunti filettati, che dopo l'esecuzione del sondaggio sono stati rimossi.

Il materiale perforato è stato conservato in cassette catalogatrici, in PVC della lunghezza di un metro, munite di scomparti divisorii (1 m di lunghezza con 5 compartimenti) e di coperchio. Sulle cassette è stato indicato in modo indelebile, il numero di sondaggio e le profondità. Sugli scomparti interni sono state scritte le quote di riferimento di ciascuna manovra eseguita.

Le cassette sono state documentate da foto allegate alla presente relazione.

Di seguito si allegano: la restituzione grafica delle stratigrafie, nelle quali sono riportate anche le profondità di prelievo dei campioni, la documentazione fotografica ed una planimetria con l'ubicazione.

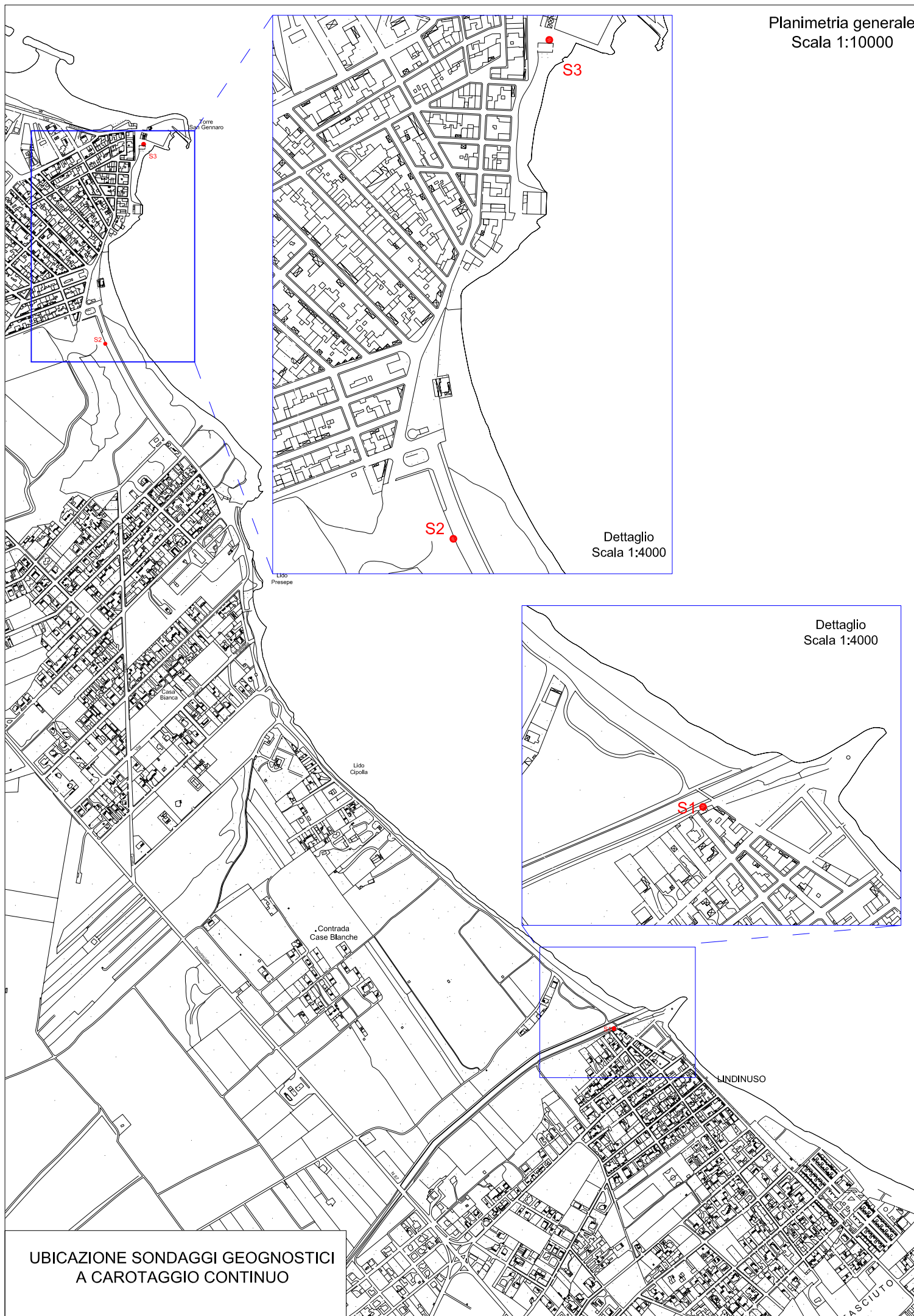
SONDAGGIO GEOGNOSTICO A CAROTAGGIO CONTINUO S1

Committente: Astra Engineering.	
Località: Lindinuso, Torre San Gennaio – Torchiarolo (Br)	
Quota s.l.m.: 3 mt s.l.m.	Data: 02/11/2016
Coordinate: Latitudine: 40°31'12.96'' N Longitudine: 18°05'15.44''E	

Caratteristiche generali e modalità di perforazione

Sonda perforatrice	CMV MK600
Diametro del foro	Ø 101
Profondità raggiunta	10.0 m
Inclinazione del foro di sondaggio	verticale
Tecnica di scavo	A rotazione a carotaggio con uso di liquidi di perforazione opportunamente dosati
Tubo di rivestimento	0.0 m - 10.0 m
Cassette catalogatrici	2

Planimetria generale
Scala 1:10000



UBICAZIONE SONDAGGI GEOGNOSTICI
A CAROTAGGIO CONTINUO

Committente: Astra engineering			Sondaggio: S1		
Riferimento: Lindinuso - Torchiarolo (Br)			Data: 02/11/2016		
Coordinate: 40°31'12.96" N 18°05'15.44" E			Quota: 3 mt slm		
Perforazione: Sondaggio geognostico a carotaggio continuo					
SCALA 1:50		STRATIGRAFIA		Pagina 1/1	
α mm	metri	LITOLOGIA	DESCRIZIONE	A	Campioni
			Materiale di riporto costituito da pietrame calcareo con clasti di dimensioni variabili		
1			Sabbie limose di colore marrone scuro-nerastre, torbose; inclusioni di qualche piccolo clasto brecciato, calcareo	C1) Ind < 1.50 2.00	
2			Sabbie limose e argille plastiche inconsistenti di colore verdino chiaro; inclusioni di straterelli litoidi di colore nerastro		
3				C2) Ind < 3.50 4.00	
4					
5			Sabbie fini inconsistenti di colore verde; inclusioni di straterelli calcarei di colore biancastro e nerastro		
6					
7			Ghiaie sabbiose e sabbie limose di colore verde chiaro; i clasti sono costituiti da breccie di dimensioni variabili		
8					
9					
10					



Esecuzione sondaggio geognostico a carotaggio continuo S1



Cassetta n. 1 (0.00 m - 5.00 m)



Cassetta n. 2 (5.00 m - 10.00 m)

SONDAGGIO GEOGNOSTICO A CAROTAGGIO CONTINUO S2

Committente: Astra Engineering.	
Località: Lindinuso, Torre San Gennaio – Torchiarolo (Br)	
Quota s.l.m.: 3 mt s.l.m.	Data: 02/11/2016
Coordinate: Latitudine: 40°32'01.96'' N Longitudine: 18°04'30.66''E	

Caratteristiche generali e modalità di perforazione

Sonda perforatrice	CMV MK600
Diametro del foro	Ø 101
Profondità raggiunta	10.0 m
Inclinazione del foro di sondaggio	verticale
Tecnica di scavo	A rotazione a carotaggio con uso di liquidi di perforazione opportunamente dosati
Tubo di rivestimento	0.0 m - 10.0 m
Cassette catalogatrici	2

Committente: Astra engineering				Sondaggio: S2		
Riferimento: Torre San Gennaro - Torchiarolo (Br)				Data: 02/11/2016		
Coordinate: 40°32'01.96" N 18°04'30.66" E				Quota: 3 mt slm		
Perforazione: Sondaggio geognostico a carotaggio continuo						
SCALA 1:50		STRATIGRAFIA		Pagina 1/1		
α mm	metri	LITOLOGIA	DESCRIZIONE	A	Campioni	Cass
			Sabbie giallastre sciolte (dune); piccolo livello di paleosuolo a 1.40 metri			
	1					
	2					
	3		Argille limose grigio-azzurre e sabbie fini incnsistenti di colore marrone scuro			
	4				C1) Ind < 3.50 4.00	
	5		Sabbie e sabbie limose giallastre, inconsistenti; intercalazioni di livelli e strati di calcarenite molto consistenti della stessa composizione delle sabbie			
	6				C2) Ind < 4.50 5.00	
	7					
	8					
	9					
101	10					



Esecuzione sondaggio geognostico a carotaggio continuo S2



Cassetta n. 1 (0.00 m - 5.00 m)



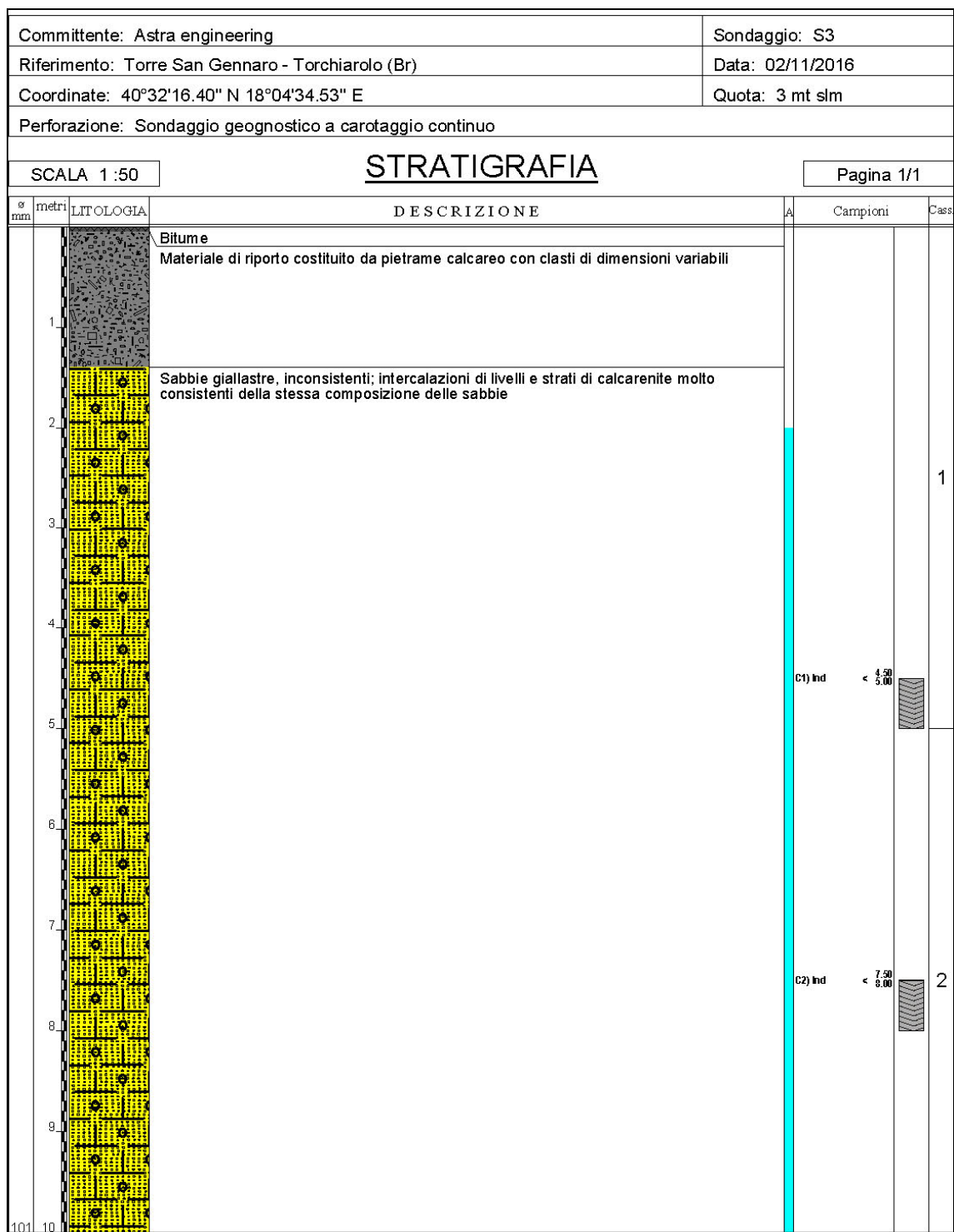
Cassetta n. 2 (5.00 m - 10.00 m)

SONDAGGIO GEOGNOSTICO A CAROTAGGIO CONTINUO S3

Committente: Astra Engineering.	
Località: Lindinuso, Torre San Gennaio – Torchiarolo (Br)	
Quota s.l.m.: 3 mt s.l.m.	Data: 02/11/2016
Coordinate: Latitudine: 40°32'16.40'' N Longitudine: 18°04'34.53''E	

Caratteristiche generali e modalità di perforazione

Sonda perforatrice	CMV MK600
Diametro del foro	Ø 101
Profondità raggiunta	10.0 m
Inclinazione del foro di sondaggio	verticale
Tecnica di scavo	A rotazione a carotaggio con uso di liquidi di perforazione opportunamente dosati
Tubo di rivestimento	0.0 m - 10.0 m
Cassette catalogatrici	2





Esecuzione sondaggio geognostico a carotaggio continuo S3



Cassetta n. 1 (0.00 m - 5.00 m)



Cassetta n. 2 (5.00 m - 10.00 m)

Prelievo dei campioni e analisi di laboratorio

Durante l'esecuzione dei sondaggi geognostici sono stati prelevati complessivamente n. 6 campioni indisturbati a diverse profondità. Su 3 dei sei campioni prelevati sono state eseguite le analisi di laboratorio come richiesto.

Sui campioni indisturbati è stata apposta un'etichetta con indicati cantiere, committente, designazione del sondaggio, numero campione, profondità di prelievo, data di prelievo.

I campioni dopo essere stati prelevati, sono stati sigillati e conservati in ambienti umidi, per evitare che venga espulsa l'acqua presente all'interno del campione.

I campioni sono poi stati portati in laboratorio e conservati in celle, che consentono di mantenere una temperatura di 20 °C ed una umidità del 90%.

I 6 campioni di terra, di forma cilindrica, sono stati identificati con due codici rappresentativi del sondaggio e del campione.

Nello specifico si ha:

S1 C1	Profondità di prelievo 1.50-2.00 metri
S1 C2	Profondità di prelievo 3.50-4.00 metri
S2 C1	Profondità di prelievo 3.50-4.00 metri
S2 C2	Profondità di prelievo 4.50-5.00 metri
S3 C1	Profondità di prelievo 4.50-5.00 metri
S3 C2	Profondità di prelievo 7.50-8.00 metri

Le analisi di laboratorio sono state effettuate solo su tre campioni e precisamente sui campioni S1C2, S2C2 e S3C1.

Su tutti i tre campioni sono state ricavate le proprietà indice e le proprietà fisiche, peso di volume, contenuto d'acqua, grado di saturazione, peso specifico, porosità, indice dei vuoti ecc; su tutti i campioni sono inoltre state eseguite le analisi granulometriche, determinati i limiti di Atterberg (liquido, plastico e di ritiro), le prove di compressibilità edometrica e le prove di taglio diretto

Per i campioni è stato realizzato un quadro riassuntivo delle Prove Geotecniche di Laboratorio, operando, perciò, una sintesi delle principali caratteristiche geotecniche.

Analisi granulometriche:

- il campione S1C2 è una sabbia limosa ed argillosa debolmente ghiaiosa;
- il campione S2C2 è una sabbia argillosa e limosa;
- il campione S3C1 è una sabbia limosa ed argillosa

Per l'esatta percentuale del passante ad i vari setacci e per una stima delle percentuali delle varie classi granulometriche si rimanda ad i certificati allegati. Sono state inoltre redatte una tabella riassuntiva delle analisi granulometriche e degli elaborati grafici circa l'analisi statistica: i "grafici granulometria" e il "diagramma triangolare".

Proprietà fisiche

Le caratteristiche fisiche del campione S1C2 sono:

- contenuto di acqua: 18.2 %;
- peso di volume: 19.8 kN/mc;
- peso specifico: 25.9 kN/mc;
- porosità: 35.1 %;
- grado di saturazione: 88.5 %

del campione S2C2

- contenuto di acqua: 21.2 %;
- peso di volume: 19.8 kN/mc;
- peso specifico: 25.9 kN/mc;
- porosità: 36.9 %;
- grado di saturazione: 95.7 %

Le caratteristiche fisiche del campione S3C1 sono:

- contenuto di acqua: 19.7 %;
- peso di volume: 19.3 kN/mc;
- peso specifico: 25.8 kN/mc;
- porosità: 37.6 %;
- grado di saturazione: 86.1 %

I **limiti di Atterberg** sono stati eseguiti per determinare il limite di liquidità, il limite di plasticità, il limite di ritiro, l'indice di plasticità e l'indice di consistenza. Attraverso l'analisi statistica, inseriti nell'Abaco di Plasticità di Casagrande, si può osservare graficamente nell'Abaco allegato, in quale campo ricadono.

I risultati portano ad osservare che tutti e tre i campioni si comportano come argille inorganiche a bassa compressibilità (CL).

Prove di taglio diretto

Su tutti i campioni sono state eseguite delle prove di taglio diretto con la scatola di Casagrande.

I valori di angolo di attrito e coesione emersi dalle prove eseguite sono:

S1C2 $\varphi = 27.9^\circ$ $c = 9 \text{ kPa}$

S2C2 $\varphi = 26.5^\circ$ $c = 10 \text{ kPa}$

S3C1 $\varphi = 27.1^\circ$ $c = 9 \text{ kPa}$

Prove edometriche

Queste prove permettono di ottenere i moduli edometrici per diversi carichi di applicazione, in particolare a 24.5 kPa, a 49.0 kPa, a 98.0 kPa, a 196.0 kPa, a 392.0 kPa, a 784.0 kPa e a 1568.0 kPa.

Per una lettura completa delle misure effettuate si rimanda agli allegati.

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE(DPSH)

Caratteristiche strumentali

Lo strumento utilizzato è un penetrometro statico prodotto dalla PAGANI GEOTHECNICAL EQUIPMENT, modello TG63/200 da 200 kN di spinta, (si allega a seguire la **Dichiarazione di conformità e l'Attestazione Marcatura CE**)

PAGANI

Geotechnical Equipment

di PAGANI ERMANNO

C.F. PGNRNN50H08B025P P.IVA 00309180339
C.C.I.A.A. PC97486 Reg. Impr. PC1996/21142
Sede legale: Loc. Santimento, 44
Sede Amministrativa e Stabilimento: Loc. Campogrande
Telefono: +39 0523 771535
Fax: +39 0523 773449
29010 CALENDASCO (PIACENZA) - ITALIA

Calendasco, li 05.12.2009

DICHIARAZIONE DI CONFORMITA'

Numero documento: CON000194

Oggetto: Penetrometro

TG63-100KN	statico-dinamico
TG63-200KN	statico
	dinamico

con matricola P001053

IL COSTRUTTORE: PAGANI GEOTECHNICAL EQUIPMENT di PAGANI ERMANNO
SEDE: LOCALITA' SANTIMENTO, 44
STABILIMENTO: LOC. CAMPOGRANDE
29010 - CALENDASCO - PIACENZA

dichiara sotto la sua esclusiva responsabilità che l'apparecchiatura in oggetto

- è uno strumento volto a sondare la struttura e la resistenza dei terreni;
- è conforme alle disposizioni delle direttive macchine 98/37/CE e 2006/42/CE;
- è conforme alle disposizioni della direttiva 2004/108/CE sulla compatibilità elettromagnetica;
- è conforme alle disposizioni della direttiva 2006/95/CE sulla bassa tensione;
- è conforme alle disposizioni delle direttive 97/68/CE e 2002/88/CE sulle emissioni in atmosfera dei motori a combustione;
- il fascicolo tecnico è redatto direttamente dal Costruttore e rimane a disposizione delle Autorità competenti degli stati Membri c/o la sede sopracitate;
- ogni modifica, effettuata dall'utilizzatore, alla macchina qui certificata, fa decadere la validità della presente Dichiarazione. Eventuali responsabilità, conseguenti alla manomissione, saranno a carico dell'utilizzatore.

In fede


PAGANI Geotechnical Equipment
di PAGANI ERMANNO

Pagani Ermanno, Titolare
(timbro e firma)

Geoprove s.a.s.
di Branca Loretta & C.

LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE

LABORATORIO INDAGINI E ANALISI SU TERRE

Sede Legale: Piazza della Libertà, 10 - 73046 Ruffano (LE)

tel: 0833-692992 - fax: 0833-1820873

e-mail: geoprovess@libero.it - <http://www.geoprove.eu/>

P.IVA/Cod.Fisc. 03940560750



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE
Autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/01
dal Ministero dei Trasporti e delle Infrastrutture
con Decreto n° 3079 del 20/03/2013
LABORATORIO INDAGINI E ANALISI SU TERRE
Società autorizzata ad effettuare e certificare
prove su terre con Decreto n° 7475 del 27/07/2012

PAGANI

Geotechnical Equipment

di PAGANI ERMANNINO

C.F. PGNRNN50H08B025P P.IVA 00309180339
C.C.I.A.A. PC97486 Reg. Impr. PC1996/21142

Sede legale: Loc. Santimento, 44

Sede Amministrativa e Stabilimento: Loc. Campogrande

Telefono: +39 0523 771535

Fax: +39 0523 773449

29010 CALENDASCO (PIACENZA) - ITALIA

Calendasco, li 05.12.2009

ATTESTAZIONE MARCATURA CE

IL COSTRUTTORE: PAGANI GEOTECHNICAL EQUIPMENT di PAGANI ERMANNINO
SEDE: LOCALITA' SANTIMENTO, 44
STABILIMENTO: LOC. CAMPOGRANDE
29010 - CALENDASCO - PIACENZA

dichiara che sull'attrezzatura

PENETROMETRO

	TG63-100KN
	TG63-200KN

statico-dinamico
statico
dinamico

CON MATRICOLA P001053

è presente la targhetta CE, come previsto dall'art. 10 della direttiva 98/37/CE e dall'art. 5 c.1 l.f. e
dall'art. 16 della direttiva 2006/42/CE.

In fede


PAGANI Geotechnical Equipment
di PAGANI ERMANNINO

Pagani Ermanno, Titolare
(timbro e firma)

Geoprove s.a.s.
di Branca Loretta & C.

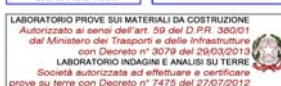
LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE
LABORATORIO INDAGINI E ANALISI SU TERRE

Sede Legale: Piazza della Libertà, 10 - 73046 Ruffano (LE)

tel: 0833-692992 - fax: 0833-1820673

e-mail: geoprovessae@libero.it - <http://www.geoprove.eu/>

P.IVA/Cod.Fisc. 03940580750





Dati tecnici			
Motore	Tipo	Benzina; 2 cyl.; V	Diesel; 2 cyl.
	Potenza [HP (kW) - RPM]	18 (13.5) - 3600	18 (13.5) - 3600
	Raffreddamento	Aria	Acqua
Traslazione	Cingolato a trasmissione idrostatica	Cingolato Gommato	
	Velocità di traslazione [km/h]	0 ÷ 2	
	Pendenza max. %	25	
Pompa idraulica	Numero di pompe	2	
	Max. pressione operativa [bar]	240	
Stabilizzatori	Numero	3	
	Tipo	Idraulico	

Cpt

- Max pressione operativa [bar]: 240
- Forza di infissione [kN]: 200
- Forza di estrazione [kN]: 205
- Velocità di infissione senza carico [cm/sec]: $0 \div 10$
- Velocità di estrazione senza carico [cm/sec]: $0 \div 7.5$
- Corsa [mm]: 1250

Ancoraggio

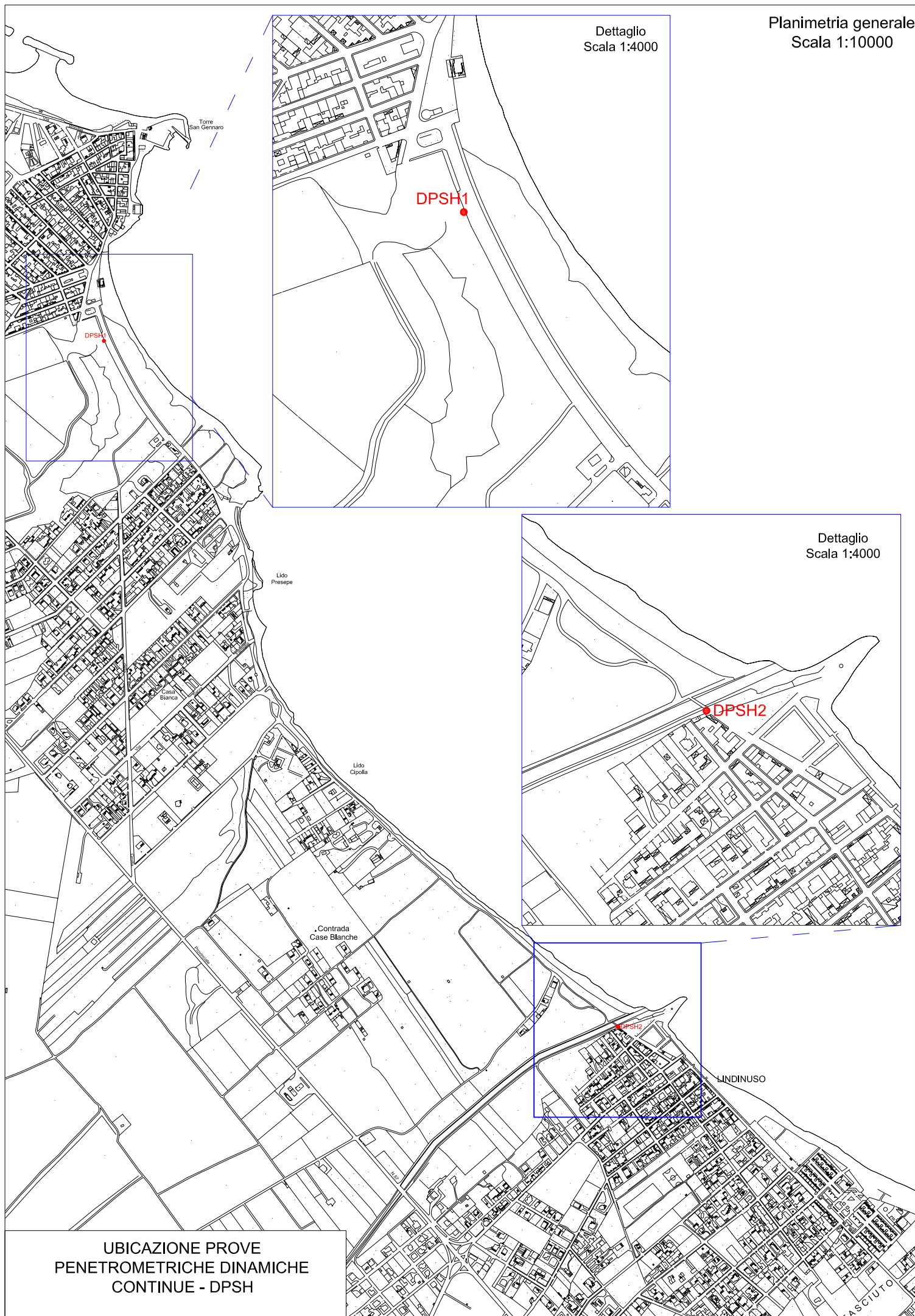
- Motori idraulici con riduttore: 4
- Coppia [kgm]: 160
- Sistema di ancoraggio: aste elicoidali composte
- Aste elicoidali $\varnothing \times L$ [mm]: 100 x 750

In totale sono state eseguite 2 prove penetrometriche dinamiche DPSH.

Il sondaggio penetrometrico dinamico consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica battendo sulle aste con un maglio a caduta libera e contando il numero di colpi necessari all'avanzamento della punta, di successive quantità costanti.

Le prove sono state eseguite con un penetrometro TG 63-200 della PAGANI, le cui caratteristiche tecniche sono di seguito riportate:

UBICAZIONE PROVE
PENETROMETRICHE DINAMICHE
CONTINUE - DPSH



Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	8 Kg
Diametro punta conica	50,46 mm
Area di base punta	20 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6,3 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1,504
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

Risultanze delle prove penetrometriche dinamiche continue (D.P.S.H.)

La DPSH1 è stata eseguita in corrispondenza del Sondaggio S2, mentre la DPSH2 nei pressi del Sondaggio S1.

La prima prova è stata spinta alla profondità di 7.40 metri, mentre la seconda a 4.20 metri.

Dalle prove sono state ricostruite la seguenti successioni litostratigrafiche:

DPSH1:

- da 0.00 m a 2.80 m Sabbie sciolte (Dune)
- da 2.80 m a 4.60 m Argille e sabbie fini
- da 4.60 m a 7.40 m Sabbie

La falda si è rinvenuta a circa 2.50 metri



Esecuzione prove penetrometrica dinamica continua – DPSH1



PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
 Prova eseguita in data 08/11/2016
 Profondità prova 7.40 mt
 Falda rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	0	0.855	0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	0	0.851	0.00	0.00	0.00	0.00
0.60	0	0.847	0.00	0.00	0.00	0.00
0.80	2	0.843	16.39	19.44	0.82	0.97
1.00	1	0.840	7.55	8.99	0.38	0.45
1.20	1	0.836	7.52	8.99	0.38	0.45
1.40	1	0.833	7.49	8.99	0.37	0.45
1.60	1	0.830	7.46	8.99	0.37	0.45
1.80	5	0.826	37.14	44.95	1.86	2.25
2.00	5	0.823	34.42	41.82	1.72	2.09
2.20	2	0.820	13.72	16.73	0.69	0.84
2.40	1	0.817	6.83	8.36	0.34	0.42
2.60	1	0.814	6.81	8.36	0.34	0.42
2.80	1	0.811	6.79	8.36	0.34	0.42
3.00	0	0.809	6.79	8.36	0.34	0.42
3.20	0	0.806	6.79	8.36	0.34	0.42
3.40	0	0.803	6.79	8.36	0.34	0.42
3.60	1	0.801	6.26	7.82	0.31	0.39
3.80	1	0.798	6.24	7.82	0.31	0.39
4.00	3	0.796	17.53	22.02	0.88	1.10
4.20	3	0.794	17.48	22.02	0.87	1.10
4.40	2	0.791	11.62	14.68	0.58	0.73
4.60	3	0.789	17.38	22.02	0.87	1.10
4.80	14	0.737	75.75	102.76	3.79	5.14
5.00	13	0.735	66.10	89.92	3.30	4.50
5.20	9	0.783	48.75	62.25	2.44	3.11
5.40	10	0.781	54.03	69.17	2.70	3.46
5.60	24	0.679	112.74	166.01	5.64	8.30
5.80	24	0.677	112.44	166.01	5.62	8.30
6.00	22	0.675	97.19	143.88	4.86	7.19
6.20	21	0.674	92.53	137.34	4.63	6.87
6.40	11	0.772	55.54	71.94	2.78	3.60
6.60	15	0.720	70.67	98.10	3.53	4.91
6.80	23	0.669	100.60	150.42	5.03	7.52
7.00	11	0.767	52.34	68.22	2.62	3.41
7.20	19	0.716	84.33	117.84	4.22	5.89
7.40	100	0.564	349.90	620.22	17.49	31.01

Liquefazione Metodo di Shi-Ming (1982)

Strato	VII Nspt critico	VIII Nspt critico	IX Nspt critico	X Nspt critico	Condizione
Strato 1	6.36	10.6	16.96	25.44	Liquefazione possibile al VII° Mercalli
Strato 2	7.17	11.95	19.12	28.68	Liquefazione possibile al VII° Mercalli
Strato 3	8.43	14.05	22.48	33.72	Liquefazione possibile al X° Mercalli

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	2.26	2.80	2.26	Gibbs & Holtz 1957	9.6
Strato 2	2.17	4.60	2.17	Gibbs & Holtz 1957	4.56
Strato 3	25	7.40	20	Gibbs & Holtz 1957	44.16

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	2.26	2.80	2.26	Sowers (1961)	28.63
Strato 2	2.17	4.60	2.17	Sowers (1961)	28.61
Strato 3	25	7.40	20	Sowers (1961)	33.6

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
Strato 1	2.26	2.80	2.26	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 2	2.17	4.60	2.17	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 3	25	7.40	20	Bowles (1982) Sabbia Media	175.00

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
Strato 1	2.26	2.80	2.26	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	32.11
Strato 2	2.17	4.60	2.17	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	31.92
Strato 3	25	7.40	20	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	68.55

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	2.26	2.80	2.26	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 2	2.17	4.60	2.17	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 3	25	7.40	20	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMEN TE ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
Strato 1	2.26	2.80	2.26	Meyerhof ed altri	1.41
Strato 2	2.17	4.60	2.17	Meyerhof ed altri	1.41
Strato 3	25	7.40	20	Meyerhof ed altri	1.99

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
Strato 1	2.26	2.80	2.26	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.87
Strato 2	2.17	4.60	2.17	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.87
Strato 3	25	7.40	20	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	2.26	2.80	2.26	(A.G.I.)	0.35
Strato 2	2.17	4.60	2.17	(A.G.I.)	0.35
Strato 3	25	7.40	20	(A.G.I.)	0.31

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 1	2.26	2.80	2.26	Ohsaki (Sabbie pulite)	139.89
Strato 2	2.17	4.60	2.17	Ohsaki (Sabbie pulite)	134.64
Strato 3	25	7.40	20	Ohsaki (Sabbie pulite)	1086.13

Velocità onde

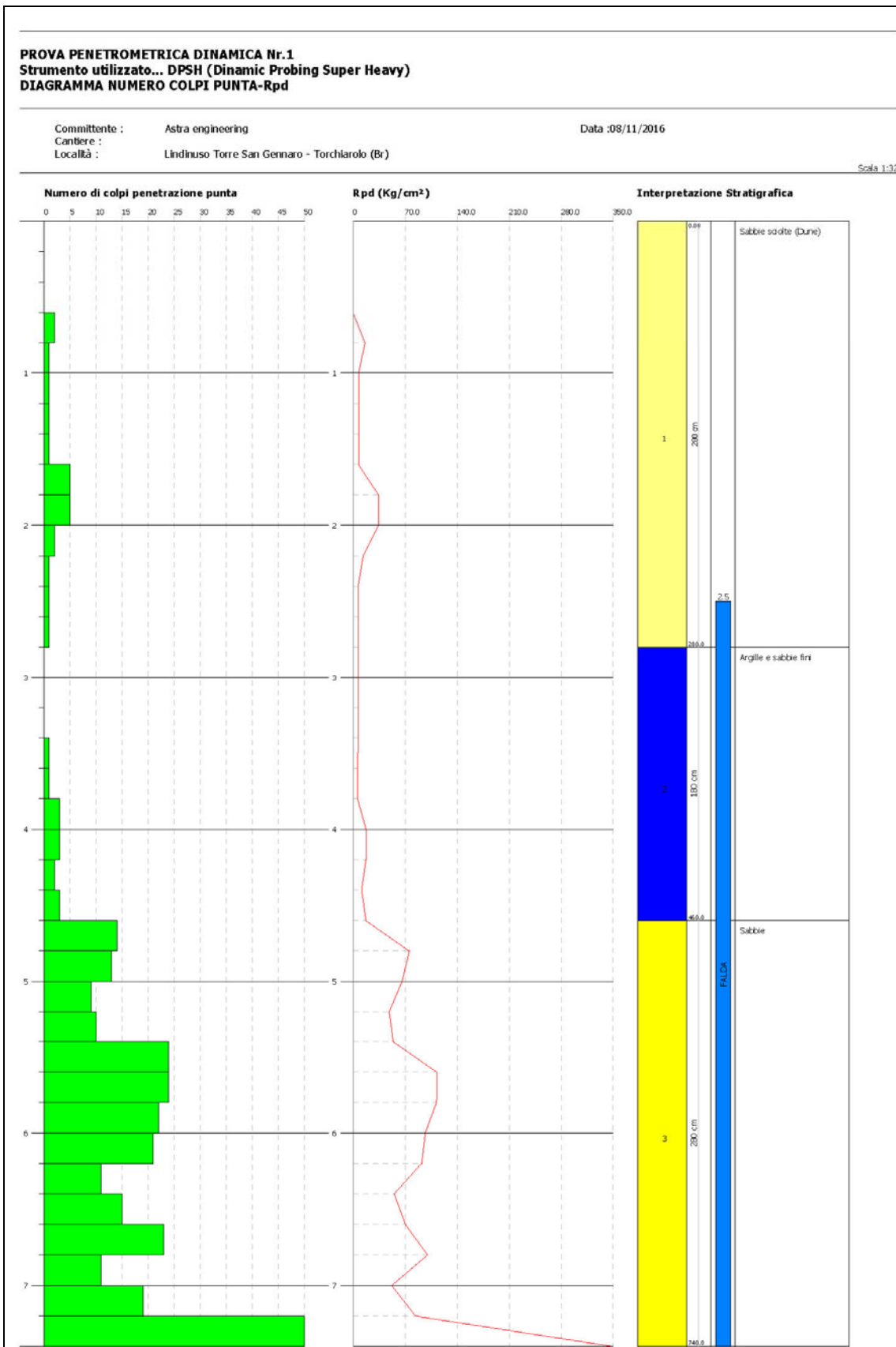
	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	2.26	2.80	2.26	Ohta & Goto (1978) Limi	84.059
Strato 2	2.17	4.60	2.17	Ohta & Goto (1978) Limi	100.691
Strato 3	25	7.40	20	Ohta & Goto (1978) Limi	162.324

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	2.26	2.80	2.26	Navfac 1971-1982	0.33
Strato 2	2.17	4.60	2.17	Navfac 1971-1982	0.31
Strato 3	25	7.40	20	Navfac 1971-1982	4.05

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1	2.26	2.80	2.26	Robertson 1983	4.52
Strato 2	2.17	4.60	2.17	Robertson 1983	4.34
Strato 3	25	7.40	20	Robertson 1983	40.00



DPSH2:

- da 0.00 m a 0.20 m Bitume e massicciata stradale
- da 0.20 m a 1.00 m Materiale di riporto
- da 1.00 m a 3.00 m Sabbie limose con inclusioni di rare ghiaie
- da 3.00 m a 4.20 m Sabbie e strati litoidi

La falda si è rinvenuta a circa 3.00 metri



Esecuzione prove penetrometrica dinamica continua – DPSH2

PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
Prova eseguita in data 08/11/2016
Profondità prova 4.20 mt
Falda rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	21	0.755	154.00	204.07	7.70	10.20
0.40	8	0.851	66.14	77.74	3.31	3.89
0.60	5	0.847	41.16	48.59	2.06	2.43
0.80	6	0.843	49.17	58.31	2.46	2.92
1.00	10	0.840	75.49	89.90	3.77	4.49
1.20	4	0.836	30.07	35.96	1.50	1.80
1.40	3	0.833	22.46	26.97	1.12	1.35
1.60	1	0.830	7.46	8.99	0.37	0.45
1.80	7	0.826	52.00	62.93	2.60	3.15
2.00	7	0.823	48.19	58.54	2.41	2.93
2.20	13	0.770	83.73	108.72	4.19	5.44
2.40	3	0.817	20.50	25.09	1.03	1.25
2.60	2	0.814	13.62	16.73	0.68	0.84
2.80	2	0.811	13.57	16.73	0.68	0.84
3.00	3	0.809	18.97	23.46	0.95	1.17
3.20	10	0.806	63.02	78.18	3.15	3.91
3.40	23	0.703	126.49	179.83	6.32	8.99
3.60	25	0.701	136.99	195.46	6.85	9.77
3.80	37	0.648	187.58	289.28	9.38	14.46
4.00	57	0.596	249.37	418.39	12.47	20.92
4.20	100	0.594	435.79	734.03	21.79	36.70

Liquefazione Metodo di Shi-Ming (1982)

Strato	VII Nspt critico	VIII Nspt critico	IX Nspt critico	X Nspt critico	Condizione
Strato 2	0	0	0	0	
Strato 3	0	0	0	0	
Strato 4	7.14	11.9	19.04	28.56	

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 2	10.9	1.00	10.9	Gibbs & Holtz 1957	41.65
Strato 3	6.77	3.00	6.77	Gibbs & Holtz 1957	26.89
Strato 4	45.72	4.20	30.36	Gibbs & Holtz 1957	65.99

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 2	10.9	1.00	10.9	Sowers (1961)	31.05
Strato 3	6.77	3.00	6.77	Sowers (1961)	29.9
Strato 4	45.72	4.20	30.36	Sowers (1961)	36.5

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato 2	10.9	1.00	10.9	Bowles (1982) Sabbia Media	129.50
Strato 3	6.77	3.00	6.77	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 4	45.72	4.20	30.36	Bowles (1982) Sabbia Media	226.80

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 2	10.9	1.00	10.9	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	49.85
Strato 3	6.77	3.00	6.77	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	41.37
Strato 4	45.72	4.20	30.36	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	89.82

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 2	10.9	1.00	10.9	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMEN TE ADDENSATO
Strato 3	6.77	3.00	6.77	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 4	45.72	4.20	30.36	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
Strato 2	10.9	1.00	10.9	Meyerhof ed altri	1.76
Strato 3	6.77	3.00	6.77	Meyerhof ed altri	1.61
Strato 4	45.72	4.20	30.36	Meyerhof ed altri	2.14

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
Strato 2	10.9	1.00	10.9	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.92
Strato 3	6.77	3.00	6.77	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.90
Strato 4	45.72	4.20	30.36	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 2	10.9	1.00	10.9	(A.G.I.)	0.33
Strato 3	6.77	3.00	6.77	(A.G.I.)	0.34
Strato 4	45.72	4.20	30.36	(A.G.I.)	0.29

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 2	10.9	1.00	10.9	Ohsaki (Sabbie pulite)	613.90
Strato 3	6.77	3.00	6.77	Ohsaki (Sabbie pulite)	392.34
Strato 4	45.72	4.20	30.36	Ohsaki (Sabbie pulite)	1607.97

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 2	10.9	1.00	10.9	Ohta & Goto (1978) Limi	93.709
Strato 3	6.77	3.00	6.77	Ohta & Goto (1978) Limi	108.871
Strato 4	45.72	4.20	30.36	Ohta & Goto (1978) Limi	158.098

Liquefazione

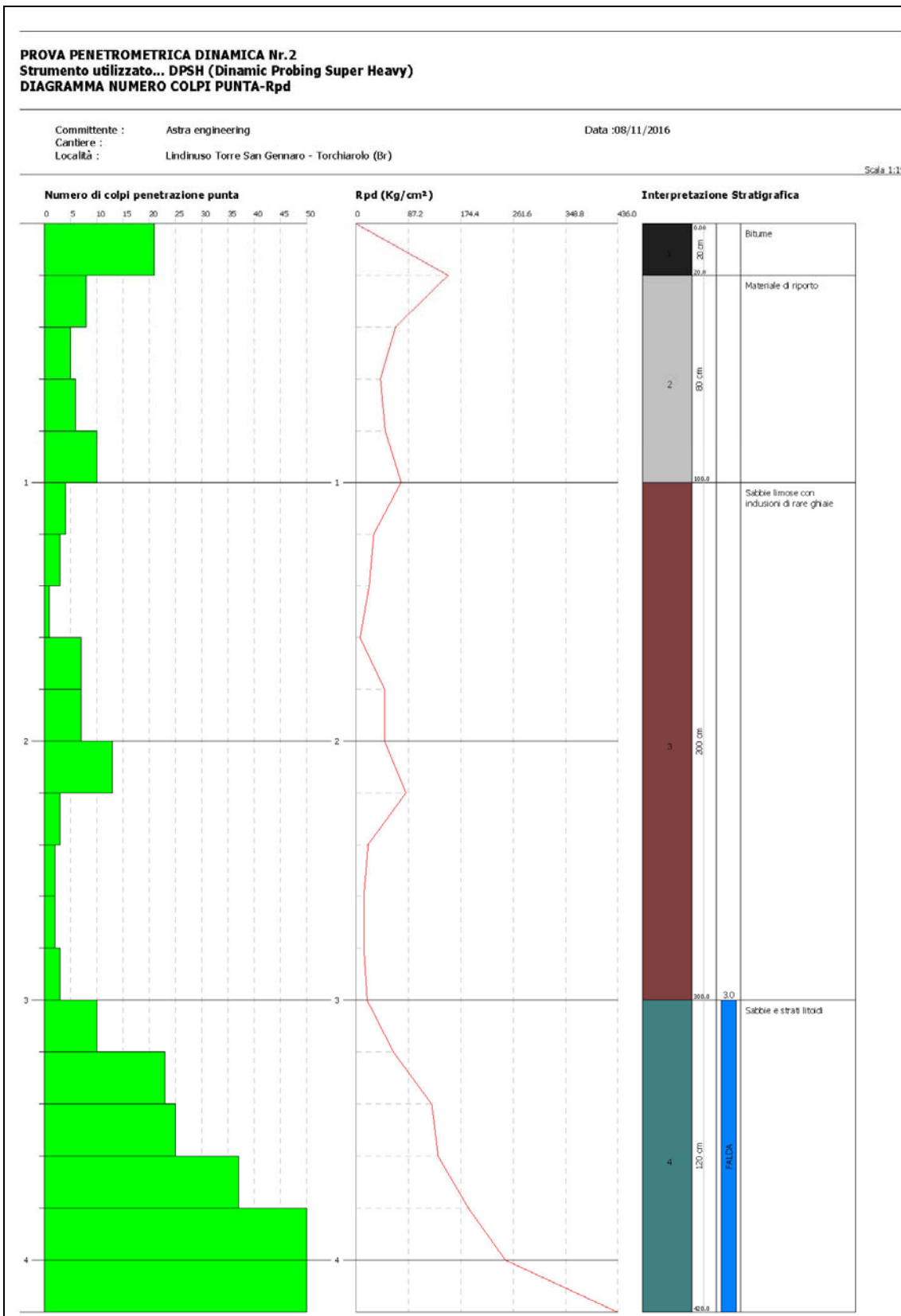
	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs liquefazione
Strato 2	10.9	1.00	10.9	Seed e Idriss (1971)	---
Strato 3	6.77	3.00	6.77	Seed e Idriss (1971)	---
Strato 4	45.72	4.20	30.36	Seed e Idriss (1971)	---

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 2	10.9	1.00	10.9	Navfac 1971-1982	2.29
Strato 3	6.77	3.00	6.77	Navfac 1971-1982	1.39
Strato 4	45.72	4.20	30.36	Navfac 1971-1982	5.66

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 2	10.9	1.00	10.9	Robertson 1983	21.80
Strato 3	6.77	3.00	6.77	Robertson 1983	13.54
Strato 4	45.72	4.20	30.36	Robertson 1983	60.72



Profili sismici tomografici a rifrazione

Per la ricostruzione stratigrafica e sismostratigrafica dell'area e per la caratterizzazione meccanica dei litotipi che si rinvenivano nell'area sono stati eseguiti tre profili sismici di lunghezza 55 metri il primo e il terzo profilo e 110 metri il secondo.

L'elaborazione del profilo sismico è avvenuta mediante apposito algoritmo delle sezioni sismografiche, con restituzione tomografia. Tale metodo permette di individuare anomalie nella velocità di propagazione delle onde sismiche, con un elevato potere risolutivo offrendo la possibilità di ricostruire stratigraficamente situazioni complesse, non risolvibili con differenti tecniche di indagine.

La tomografia sismica, rispetto alla convenzionale sismica a rifrazione, limita i problemi interpretativi dovuti agli strati ad inversione di velocità (orizzonte fantasma) o di ridotti spessori.

Essa consiste nella ricostruzione di sezioni bidimensionali (2D) realizzate mediante serie di stendimenti sismici a rifrazione con sismografo a 12 canali.

Lo strumento di acquisizione è il Geode, della Geometrics con geofoni da 12 Hz, il software utilizzato per l'elaborazione tomografica è il Rayfract.

La sezione di output del software di interpretazione geofisica è in grado di rappresentare la discretizzazione del sottosuolo indagato in differenti sismogrammi, ovvero livelli caratterizzati da omologhe velocità sismiche.

Per il trattamento dei dati per la ricostruzione tomografica dell'immagine si utilizza una suddivisione dell'area di studio in celle elementari, calcolando per ciascuna di queste un valore di velocità congruente con il tempo di tragitto medio relativo ai percorsi dei raggi

sismici che le attraversano; la presentazione delle elaborazioni eseguite dà come risultato una mappa della distribuzione delle velocità sismiche in una sezione piana contenente le sorgenti ed i geofoni.

Le indagini sismiche, in pratica, si effettuano misurando i tempi diretti di propagazione nel terreno delle onde sismiche tra una sorgente di energia, e uno o più sensori (geofoni), che vengono posizionati lungo un allineamento a distanze progressivamente crescenti dal punto di emissione dell'energia. Le indagini possono essere effettuate sia a livello, che in foro.

Le onde elastiche possono essere generate mediante l'utilizzazione di masse battenti o tramite esplosioni controllate. L'impiego dell'una o dell'altra fonte di energizzazione dipende essenzialmente dalla profondità d'investigazione richiesta.

In tale campagna di indagine le prospezioni sismiche sono state realizzate posizionando sorgenti e geofoni lungo un allineamento, utilizzando 12 geofoni con 5 registrazioni per ogni stendimento.

L'energizzazione è stata del tipo a massa battente.

Il risultato finale è la rappresentazione delle velocità (in m/s) per piani o sezioni indagate visualizzata mediante una scala cromatica, che va dal blu (basse velocità) al rosso (alte velocità). Quanto più il mezzo attraversato dal suono è rigido e incompressibile, tanto maggiore sarà la sua velocità caratteristica. Valori bassi della velocità mettono in evidenza la variazione negativa delle caratteristiche elastiche e meccaniche

Ogni profilo sismico è stato registrato con n.5 scoppi in linea (shots)

- Estremo a sx
- Intermedio a sx
- Centrale
- Intermedio a dx

– Estremo a dx

Gli “scoppi” estremi sono stati ubicati ad una distanza dal primo e dall’ultimo geofono pari alla meta della distanza intergeofonica utilizzata.

L’elaborazione tomografica e la restituzione del modello geofisico è stata effettuata con il *software Rayfract* che esegue l’inversione tomografica con il metodo *WET (Wavepath Eikonal Traveltime tomography processing)*.

Il software RAYFRACT consente la realizzazione di dettagliati modelli di velocità del sottosuolo, con le più evolute tecniche tomografiche, soprattutto nel caso di strutture profonde. Tali tecniche consistono in due metodi, quello di inversione DELTA t-v, mediante il quale si ottengono dei profili 1D "profondità-velocità" dai dati di *traveltime* e il metodo di inversione 2D, WET, mediante il quale si ottimizzano i modelli di velocità ottenuti con il metodo DELTA t-v.

Il software RAYFRACT è stato supportato dal software SURFER 8 mediante il quale è stato eseguito automaticamente il *gridding*, l'*imaging* ed il *contouring* dei suddetti modelli di velocità.

Partendo direttamente dall’importazione delle tracce sismiche, RAYFRACT permette di effettuare il *picking* dei primi arrivi, eseguito in questo caso manualmente, ed ottenere quindi un *image* delle strutture di velocità anche in situazioni di topografia estrema e di marcati contrasti laterali di velocità.

Il modello iniziale del gradiente di velocità ottenuto con il metodo DELTA t-v viene ottimizzato automaticamente mediante l’inversione tomografica 2D WET (*Wet Tomography Eikonal Traveltime*). La teoria in proposito basa i modelli tomografici sulla modellizzazione del percorso di un fascio di raggi per ogni primo arrivo, contrariamente a quanto previsto

con la tomografia convenzionale basata sulla modellizzazione del percorso di un raggio sismico per ogni primo arrivo.

In tal modo si ottiene l'output finale dell'inversione WET.

Qui di seguito si allega una planimetria con l'ubicazione degli stendimenti sismici; segue la documentazione fotografica, le sezioni sismiche tomografiche e la descrizione dei risultati ottenuti.

Indagine sismica tomografica a rifrazione 1-1'

Committente: Astra Engineering	
Località: Torre San Gennaro - Torchiarolo (Br)	
Quota: 3.0 m s.l.m.	Data: 02/11/2016

Il profilo è lungo 55 metri e ci ha permesso di ricostruire un modello a tre sismostrati: in affioramento per uno spessore di circa 3.0 m si rinviene il primo sismostrato che caratterizzato da una velocità V_p di 500 m/sec è riconducibile a sabbie sciolte (Dune); segue il secondo sismostrato che ha restituito delle velocità che aumentano progressivamente con la profondità e raggiungono mediamente 1200-1300 m/s, tali velocità sono da attribuire ad un litotipo costituito da argille e sabbie fini.

A circa 4.50-5.00 metri di profondità si rinviene il terzo sismostrato che caratterizzato da velocità V_p mediamente di 2000 m/sec è da ricondurre ad un substrato costituito da sabbie e calcareniti.

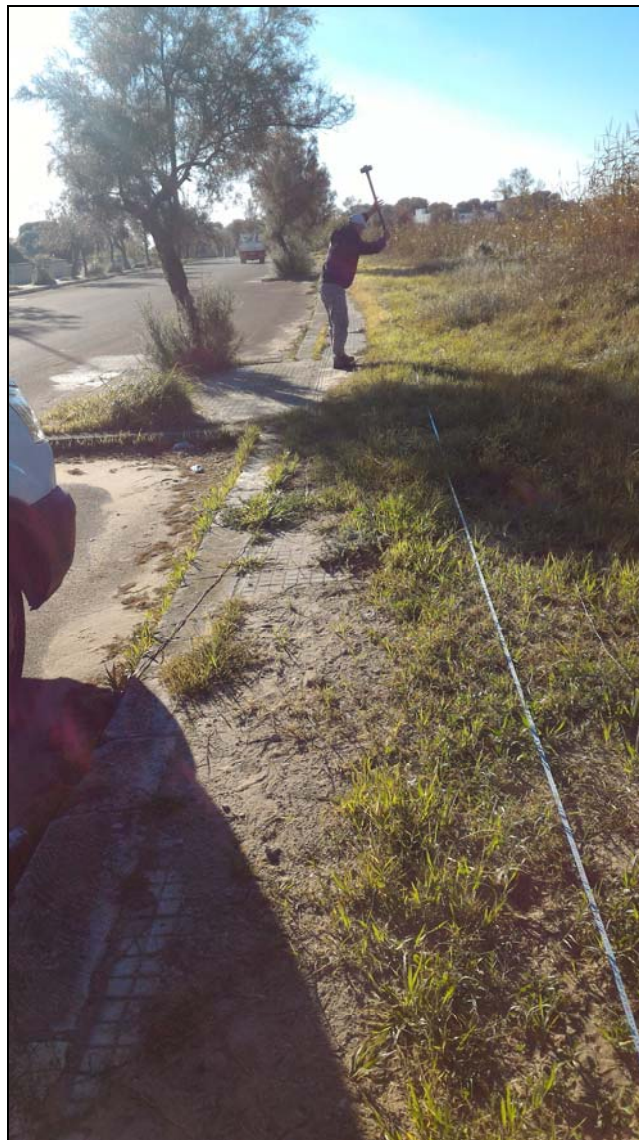
Planimetria generale
Scala 1:10000



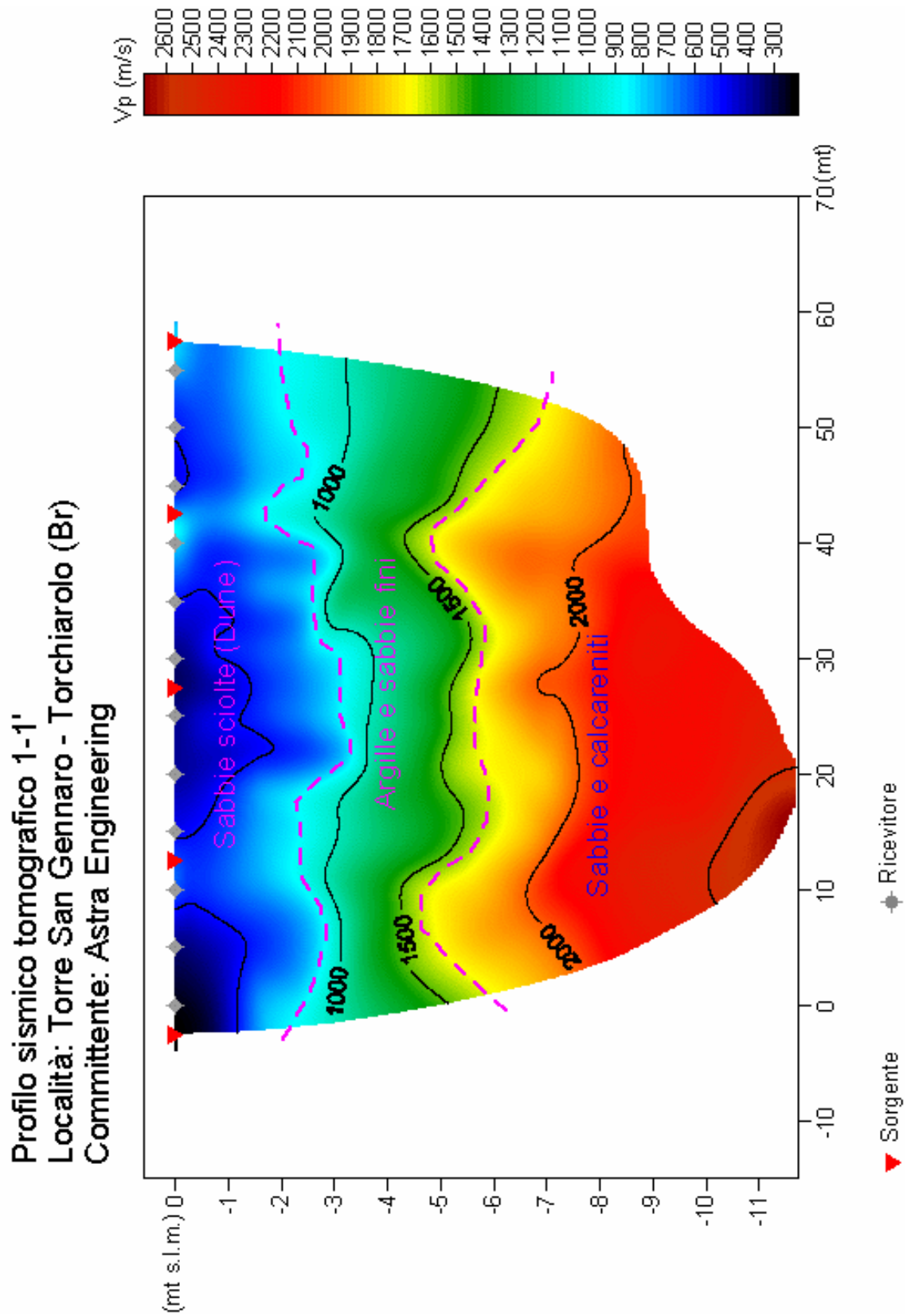
Dettaglio
Scala 1:4000

Dettaglio
Scala 1:4000

UBICAZIONE PROFILI SISMICI
TOMOGRAFICI A RIFRAZIONE



Esecuzione profilo sismico tomografico a rifrazione 1-1'



Indagine sismica tomografica a rifrazione 2-2'

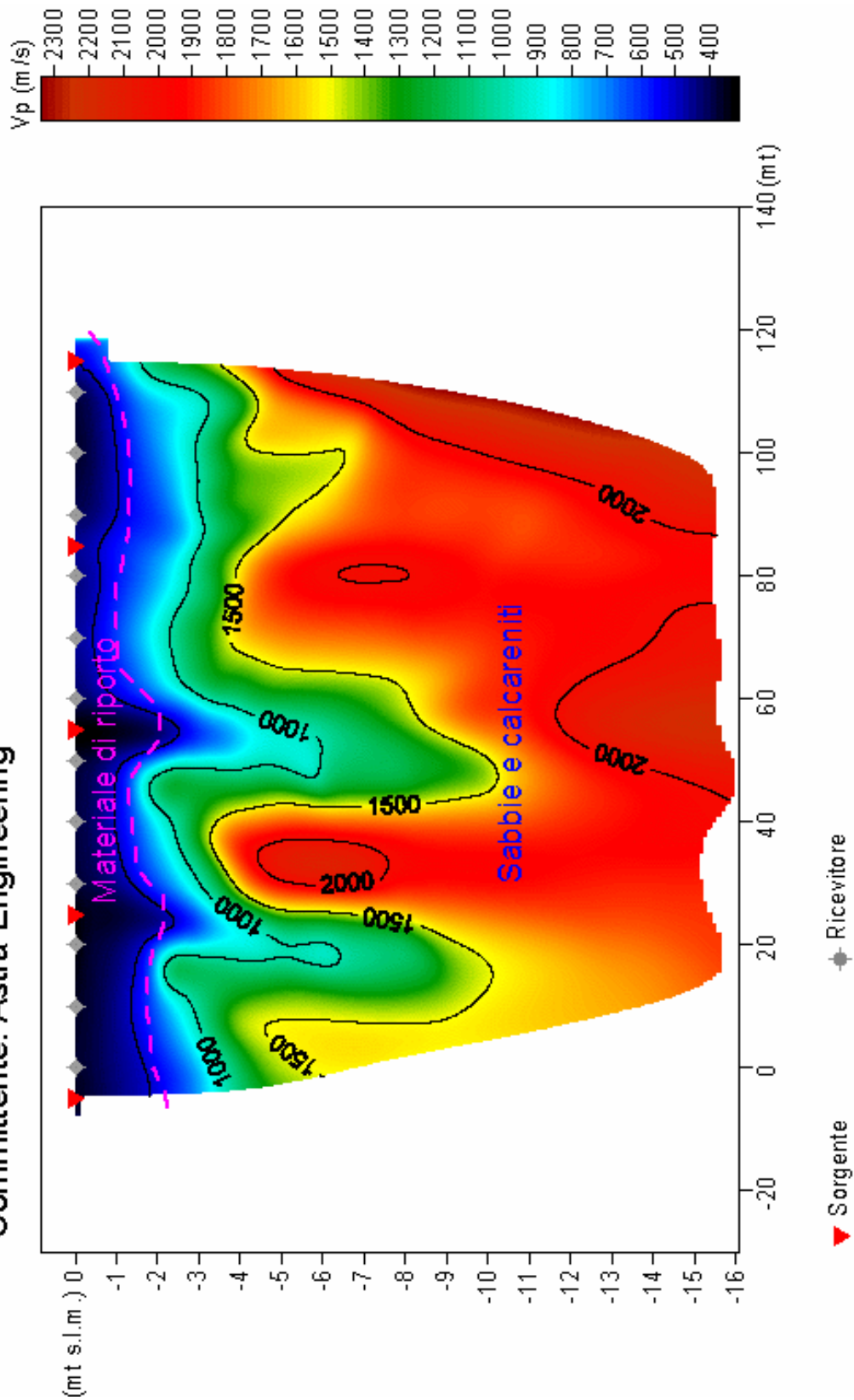
Committente: Astra engineering	
Località: Torre San Gennaro – Torchiaolo (Br)	
Quota: 3.0 m s.l.m.	Data: 02/11/2016

Il profilo è lungo 110 e ci ha permesso di ricostruire un modello a due sismostrati. In superficie si riscontrano dei valori di velocità V_p di 400 m/s tipici di un terreno di riporto, mentre il secondo sismostrato si rinviene ad una profondità variabile da 1.0 a 2.0 metri e mostra una eterogeneità dei valori di velocità V_p che si aggirano intorno ai 1500 m/s; in questo strato siamo in presenza di sabbie inconsistenti con intercalazioni di strati e livelli calcarenitici molto consistenti.



Esecuzione profilo sismico tomografico a rifrazione 2-2'

Profilo sismico tomografico 2-2'
Località: Torre San Gennaro - Torchiarolo (Br)
Committente: Astra Engineering



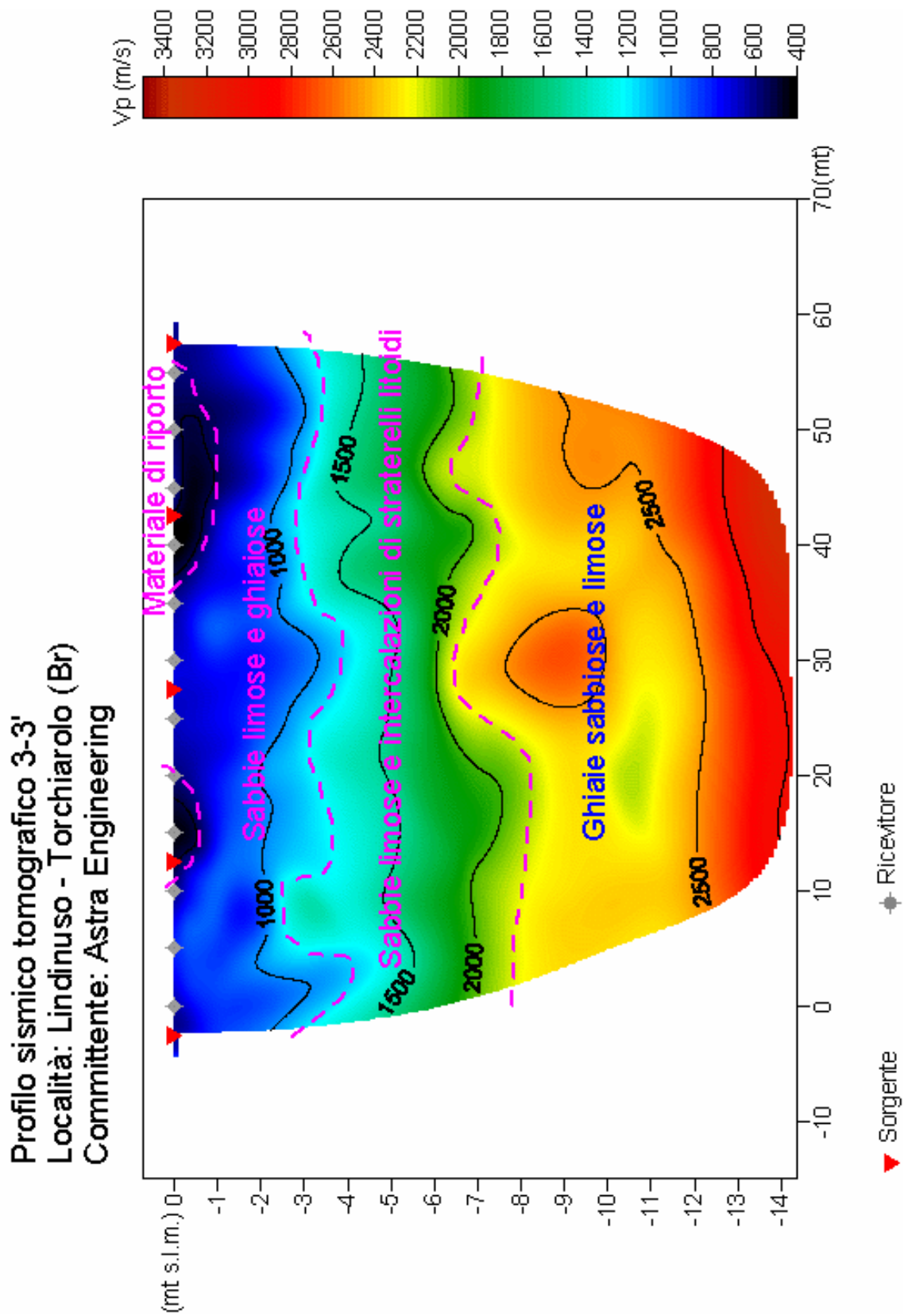
Indagine sismica tomografica a rifrazione 3-3'

Committente: Astra engineering	
Località: Lindinuso – Torchiaolo (Br)	
Quota: 3.0 m s.l.m.	Data: 02/11/2016

Il profilo è lungo 55 metri e in questo caso si possono individuare quattro sismostrati: in superficie, solo in due porzioni della sezione per uno spessore massimo di 1.0 metro abbiamo del materiale di riporto caratterizzato da velocità V_p di 400 m/s, segue poi uno strato caratterizzato da sabbie limose e ghiaiose con velocità di V_p di 800 m/s, tale litotipo affiora nelle aree dove non si rinviene il terreno di riporto. Il terzo sismostrato si rinviene ad una profondità variabile da 2.50 a 3.50 metri ed è caratterizzato da sabbie limose con intercalazioni di sottili strati litoidi, le velocità V_p , in questo caso, sono mediamente di 1500 m/s. In profondità (7.0 – 8.0 metri) siamo in presenza di velocità V_p mediamente di 2500 m/s, caratteristi di ghiaie sabbiose e limose.



Esecuzione profilo sismico tomografico a rifrazione 3-3'



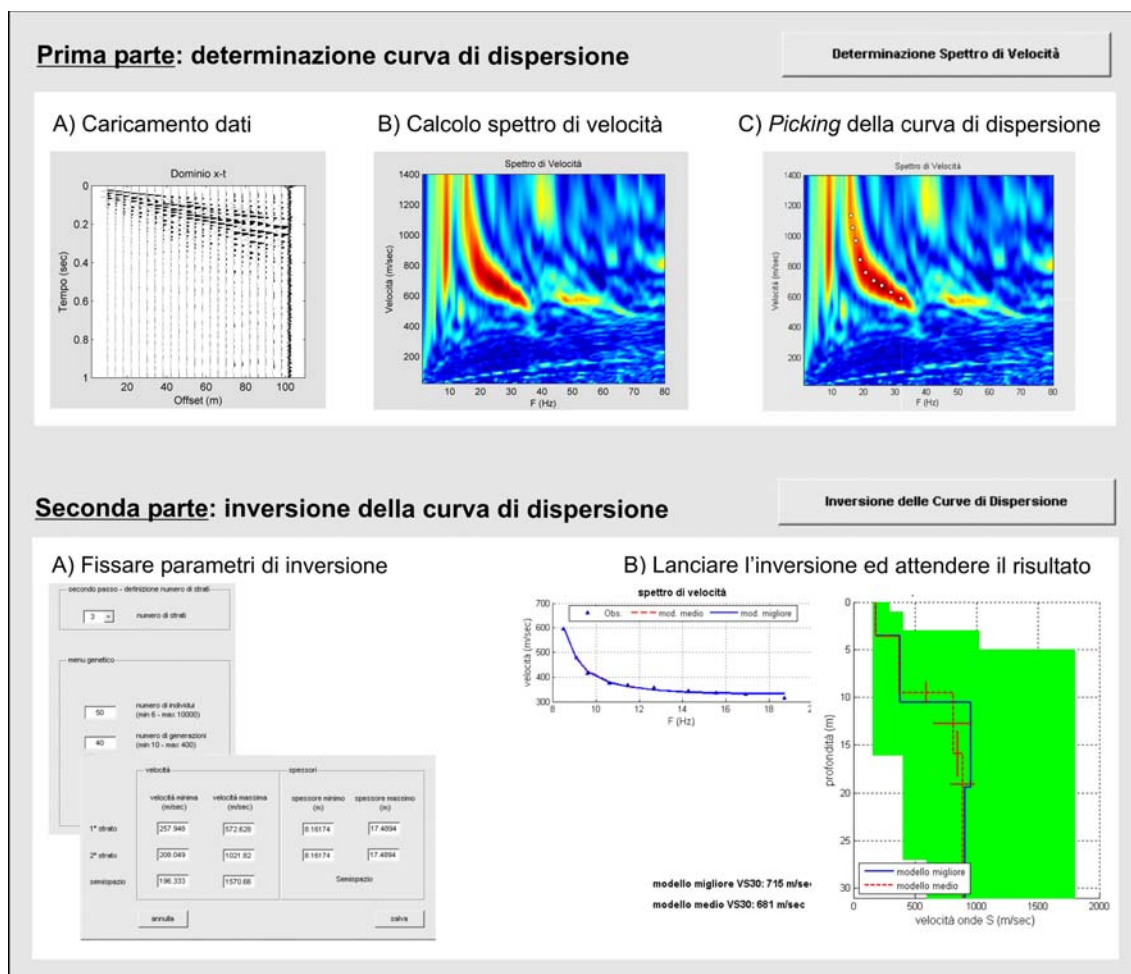
SISMICA CON METODOLOGIA MASW (MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES)

Per individuare la categoria sismica del suolo di fondazione sono state eseguite due indagini di sismica con metodologia MASW nell'area in esame ed in particolare, la prima lungo il versante della frana e la seconda in direzione quasi perpendicolare alla prima.

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva (non è necessario eseguire perforazioni o scavi), che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) posti sulla superficie del suolo. Le onde superficiali di Rayleigh, durante la loro propagazione vengono registrate lungo lo stendimento di geofoni (da 4.5 Hz) e vengono successivamente analizzate attraverso complesse tecniche computazionali basate su un approccio di riconoscimento di modelli multistrato di terreno.

La metodologia per la realizzazione di una indagine sismica MASW prevede almeno i seguenti passi:

- Acquisizioni multicanale dei segnali sismici, generati da una sorgente energizzante artificiale (maglio battente su piastra in alluminio), lungo uno stendimento rettilineo di sorgente-geofoni
- Estrazione dei modi dalle curve di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh;
- Inversione delle curve di dispersione per ottenere profili verticali delle V_s .



Gli algoritmi genetici rappresentano un tipo di procedura di ottimizzazione appartenente alla classe degli algoritmi euristici (o anche global-search methods o soft computing).

Rispetto ai comuni metodi di inversione lineare basati su metodi del gradiente (matrice Jacobiana), queste tecniche di inversione offrono un'affidabilità del risultato di gran lunga superiore per precisione e completezza.

I comuni metodi lineari forniscono infatti soluzioni che dipendono pesantemente dal modello iniziale di partenza che l'utente deve necessariamente fornire. Per la natura del problema (inversione delle curve di dispersione), la grande quantità di minimi locali porta infatti ad attrarre il

modello iniziale verso un minimo locale che può essere significativamente diverso da quello reale (o globale).

In altre parole, i metodi lineari richiedono che il modello di partenza sia già di per sé vicinissimo alla soluzione reale. In caso contrario il rischio è quello di fornire soluzioni erranee.

Gli algoritmi genetici (come altri analoghi) offrono invece un'esplorazione molto più ampia delle possibili soluzioni.

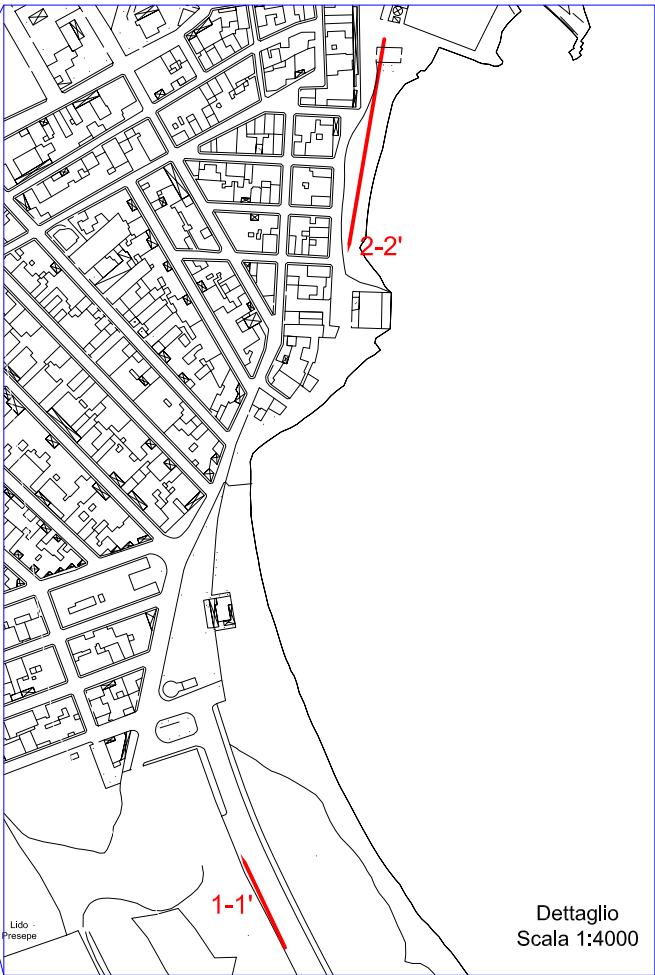
La V_{s30} è stata calcolata con la seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum h_i/V_i}$$

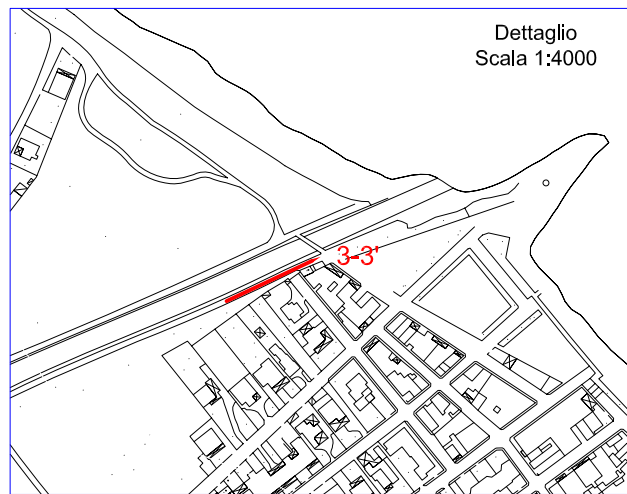
Ottenendo i seguenti risultati:

- Profilo 1: $V_{s30} = 555$ m/sec
- Profilo 2: $V_{s30} = 547$ m/sec
- Profilo 3: $V_{s30} = 623$ m/sec

Planimetria generale
Scala 1:10000



Dettaglio
Scala 1:4000



Dettaglio
Scala 1:4000

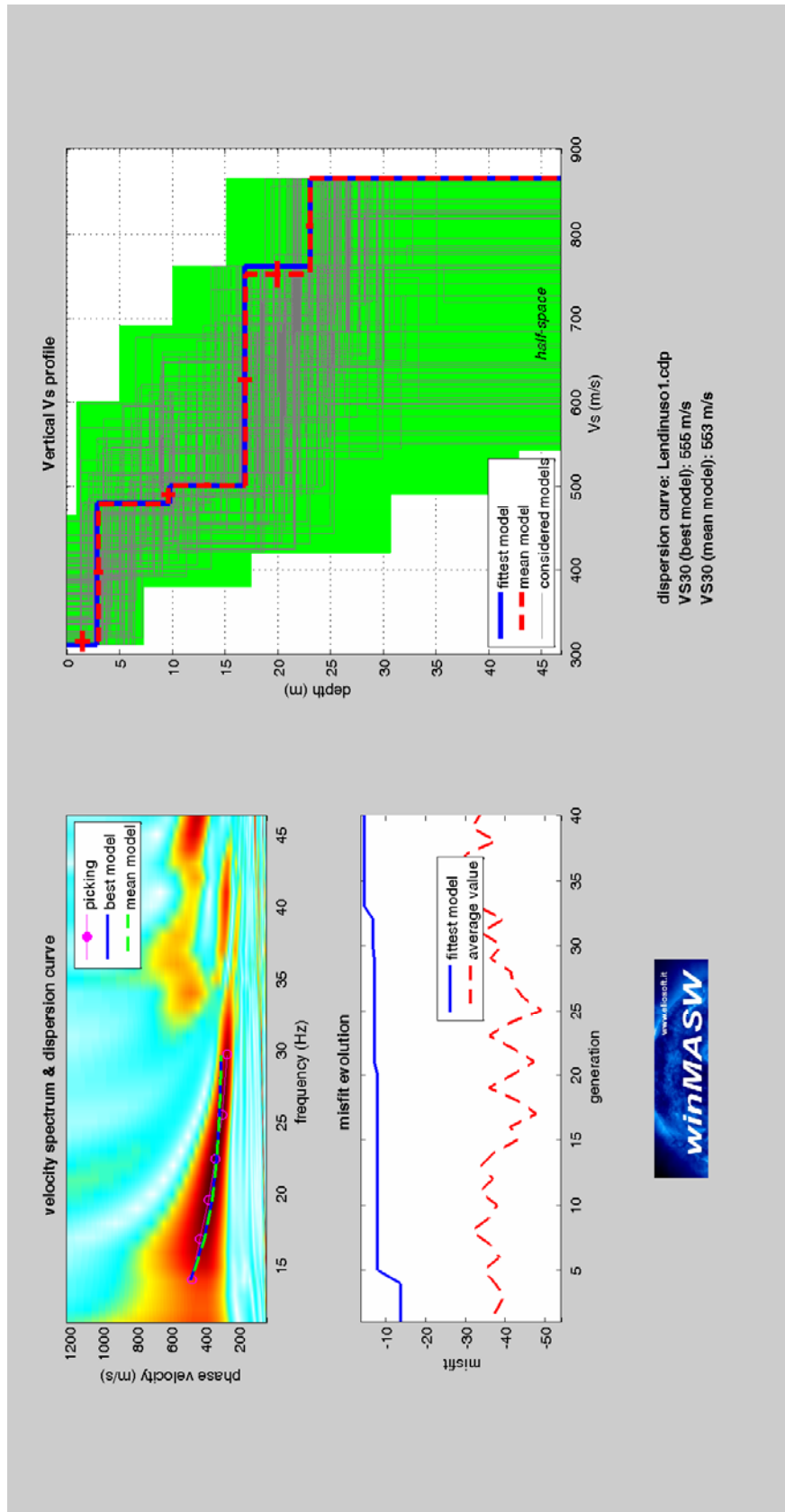
UBICAZIONE PROFILI SISMICI MASW

Indagine sismica con metodologia MASW – Profilo 1

Committente: Astra Engineering	
Località: Torre San Gennaro – Torchiarolo (Br)	
Quota: 3.0 m s.l.m.	Data: 03/11/2016
Vs30= 555 m/s	Categoria sottosuolo: B

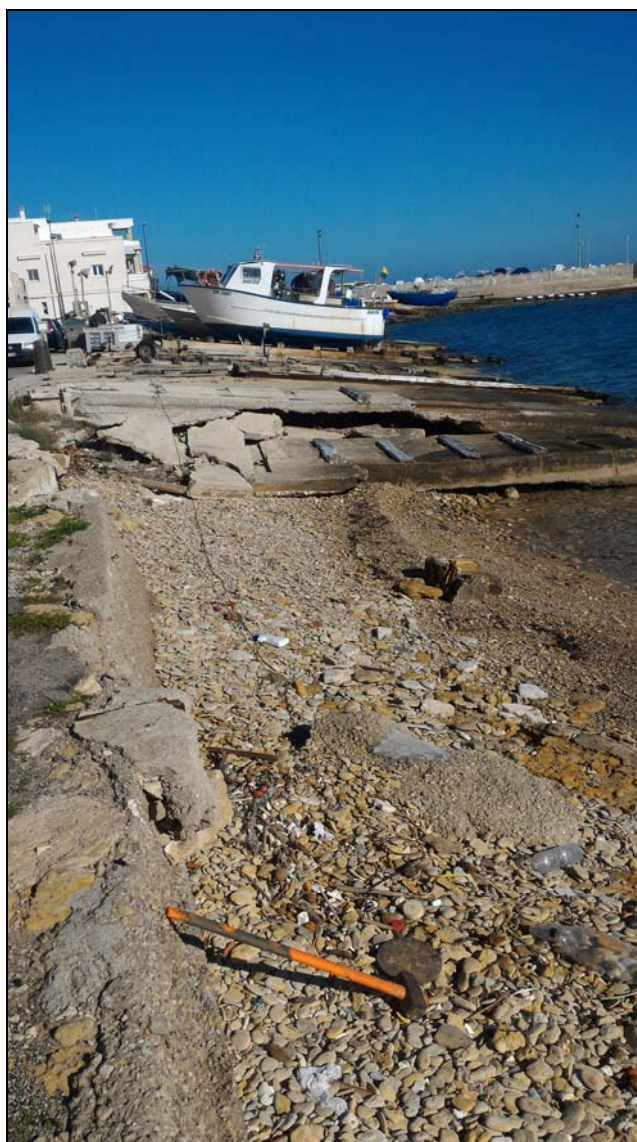


Esecuzione profilo sismico Masw – Profilo 1

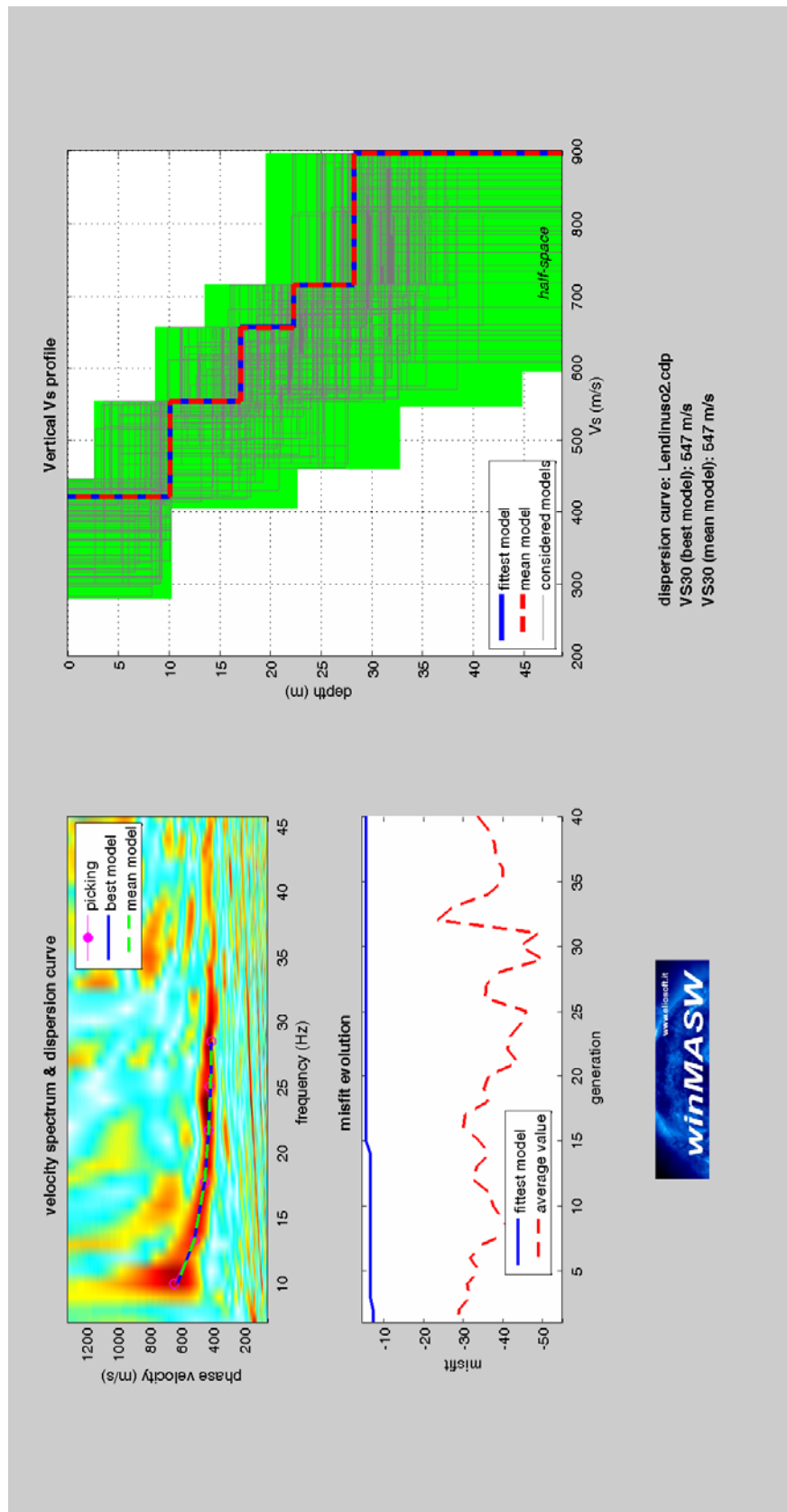


Indagine sismica con metodologia MASW – Profilo 2

Committente: Astra Engineering	
Località: Torre San Gennaro – Torchiarolo (Br)	
Quota: 3.0 m s.l.m.	Data: 03/11/2016
Vs30= 547 m/s	Categoria sottosuolo: B



Esecuzione profilo sismico Masw – Profilo 2

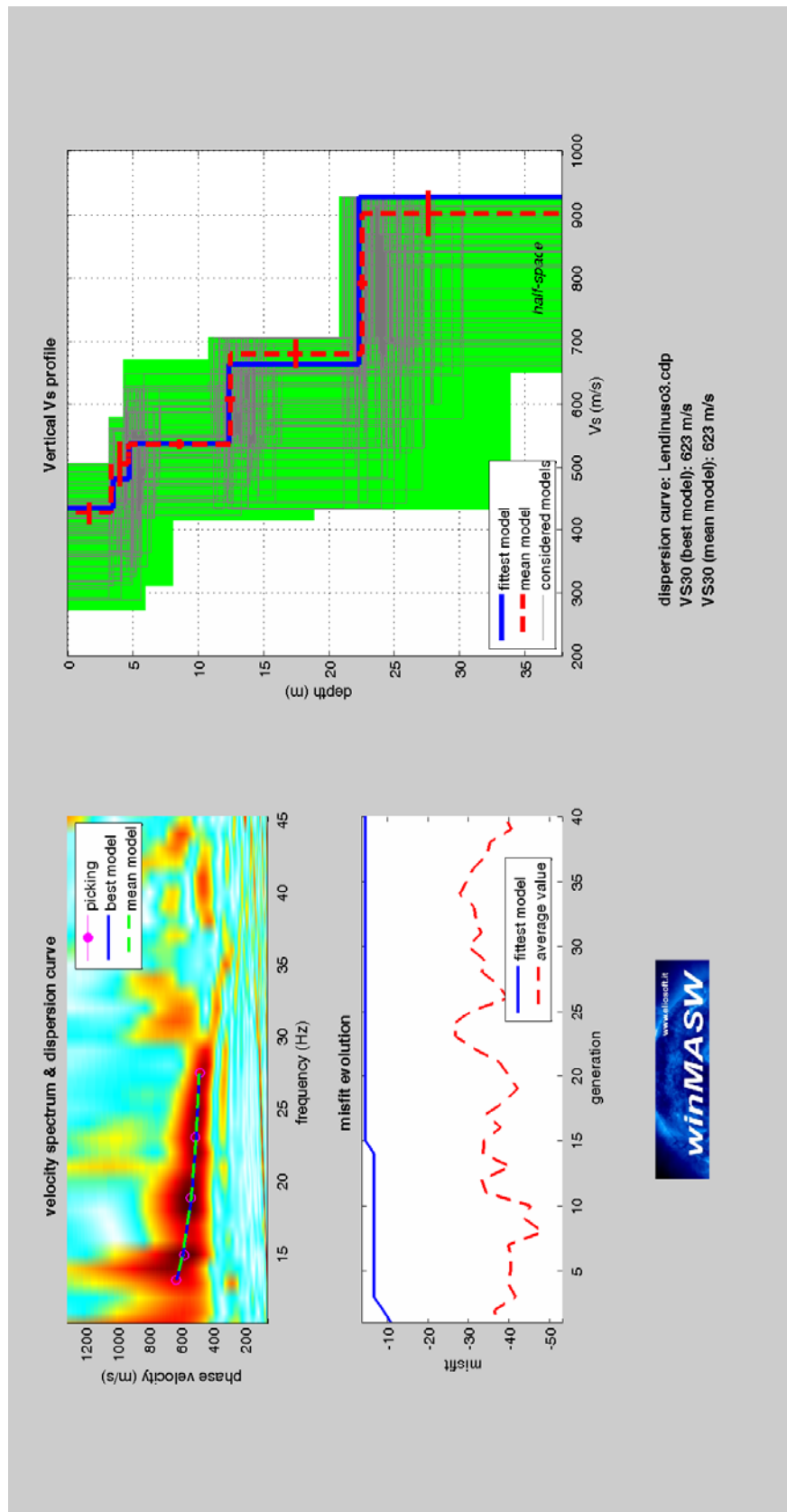


Indagine sismica con metodologia MASW – Profilo 3

Committente: Astra Engineering	
Località: Lindinuso – Torchiarolo (Br)	
Quota: 3.0 m s.l.m.	Data: 03/11/2016
Vs30= 623 m/s	Categoria sottosuolo: B



Esecuzione profilo sismico Masw – Profilo 3



Le categorie di suolo individuate dal Decreto Ministeriale 14 Gennaio 2008, recante “Norme Tecniche per le costruzioni” sono le seguenti:

- A) ***Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi*** caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m;
- B) ***Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti*** con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina);
- C) ***Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti*** con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina);
- D) ***Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti***, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $NSPT_{,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina)

E) **Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m**, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Avendo ottenuto valori di V_{s30} 550 m/sec, 547 m/sec e 623 m/sec, il suolo in esame rientra nella **categoria B** con valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s; il suolo di fondazione può essere pertanto assimilato a **Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti**.

PROSPEZIONE GEORADAR (GROUND PENETRATING RADAR)

Il Georadar (Ground Penetrating Radar) è uno strumento di recente introduzione nella esplorazione geofisica in grado di determinare la presenza di “anomalie dielettriche” in terreni, rocce e strutture.

E' una metodologia di prospezione geofisica che consiste, generalmente, nella trasmissione di impulsi elettromagnetici attraverso antenne di appropriata frequenza e nella misura del tempo di propagazione che l'onda riflessa impiega per raggiungere l'antenna. Attraverso il tempo di propagazione è possibile determinare la distanza della sorgente riflettente.

Questa capacità dipende da cambiamenti dell'impedenza elettrica del terreno, ed in particolare dalla differenza di valori della costante dielettrica tra il mezzo ospitante e l'oggetto ospitato.

Per consentire misurazioni accurate è necessario che gli impulsi siano brevi e che la velocità di propagazione nel mezzo sia abbastanza costante.

La propagazione delle onde elettromagnetiche nel mezzo viene governata da due fondamentali caratteristiche petro-fisiche che sono: la conduttività e la percettività relativa.

La conduttività elettrica σ (mS/m), o il suo inverso, la resistività ρ (Ohm*m), regola l'attenuazione del segnale al punto tale che non consente la riflessione.

La percettività dielettrica relativa o costante dielettrica del mezzo (k) regola la velocità del segnale.

Le onde elettromagnetiche ricevute, contenenti segnali riflessi, vengono acquisite digitalmente tramite computer. Esse vengono visualizzate, secondo sezioni di tempo, lungo i profili. Questi vengono successivamente

elaborati attraverso filtraggi, deconvoluzioni, migrazioni, ecc. e poi interpretati.

Il processing dei dati radar è la parte più impegnativa del rilievo georadar. Per una buona interpretazione è importante il **filtraggio** che tende ad esaltare certe caratteristiche e/o ad eliminare segnali di disturbo con l'obiettivo di migliorare l'immagine del rilievo.

Il filtraggio viene eseguito per rimuovere segnali provenienti da oggetti piccoli di non interesse o da disturbi esterni, che in genere sono distinguibili in quanto si caratterizzano per un contenuto in frequenza differente dall'insieme dei segnali.

Un rilievo GPR va preparato, nel senso che vanno eseguite una serie di attività finalizzate ad ottimizzare il rilievo stesso. Vanno perciò definite:

- la maglia del rilievo in funzione dell'oggetto da indagare (della dimensione) e dell'estensione dell'indagine stessa;
- le antenne, la cui frequenza governa la risoluzione lungo le tracce, nonché la profondità di penetrazione.

Schema di funzionamento

Lo strumento è caratterizzato dalla presenza di un'antenna costituita da un trasmettitore di segnale e da un ricevitore.

- Il generatore invia, attraverso le antenne, delle onde elettromagnetiche (impulso);
- l'impulso attraversa il mezzo a contatto ed incontrando una struttura od un oggetto con contrasto dielettrico, in parte viene riflesso verso la superficie di contatto ed in parte continua ad attraversare il mezzo;
- appena ricevuto il segnale di start la ricevente raccoglie un campione e lo invia all'unità di controllo;

- col ripetersi dei suddetti punti continuamente, ma secondo una frequenza di campionamento ben precisa e prestabilita, l'unità di controllo raccoglie tutti i campioni di una traccia;
- quando l'intera traccia è campionata l'unità di controllo la invia al computer dove viene salvata e visualizzata.

Le onde elettromagnetiche ricevute, acquisite digitalmente tramite computer, vengono poi elaborate ed interpretate.

L'elaborazione dei radargrammi, ottenuta con l'utilizzo del programma "Reflex", è consistita nella correzione topografica e nell'applicazione di una serie di filtri che ne hanno esaltato le caratteristiche; la stessa banda di colore che viene sostituita alla registrazione monocromatica, contribuisce ad una migliore visualizzazione dei "disturbi".

L'indagine è stata eseguita utilizzando una strumentazione "RIS MF HI-MOD#1" della IDS con antenna da 600 MHz.

Dall'interpretazione delle sezioni è possibile riconoscere delle anomalie localizzate che consistono in chiari segnali iperbolici associati ad oggetti sepolti di limitata estensione, con caratteristiche dielettriche nettamente distinte rispetto all'ambiente circostante.

Come già accennato, il georadar è un apparecchiatura ricetrasmittente in grado di inviare un impulso multifrequenza nel sottosuolo e di ricevere le riflessioni che si generano in corrispondenza delle variazioni di caratteristiche elettriche. E' importante sottolineare che le prestazioni del sistema sono influenzate dalla natura e dalle condizioni del substrato investigato. Generalmente, più il substrato è omogeneo, migliore è la percezione delle anomalie in esso contenute. Le peggiori prestazioni si ottengono nei materiali saturi, in special modo se argillosi.

Taratura dati (velocità di propagazione)

La determinazione delle velocità di propagazione nel materiale è un passo essenziale per l'interpretazione dei dati perché consente la ricostruzione di sezioni interpretative. L'operazione infatti serve a convertire i tempi in distanze o profondità ed è quindi indispensabile per dare un senso alla prospezione.

E' stata eseguita una taratura indiretta su base strumentale, utilizzando le riflessioni di forma iperbolica la cui presenza è associata alla presenza di bersagli nella struttura o terreno da indagare. La forma delle iperboli è infatti descrivibile con una relazione nella quale compare il valore della velocità di propagazione. E' da rilevare relativamente ai radargrammi allegati che:

1. durante l'esecuzione delle prospezioni radar è stato utilizzato un profilo di amplificazione definito in situ valutando alcuni parametri quali: l'attenuazione media, la costante dielettrica, velocità di strisciata, ecc..
2. le profondità sono espresse in unità di tempo (ns) e non in unità di lunghezza in quanto queste ultime risulterebbero imprecise, poiché, l'eventuale presenza di ipogei o intercapedini d'aria altera i percorsi di propagazione delle onde.
3. sui radargrammi allegati l'intervallo marker è espresso in metri;
4. il radargramma va letto da sinistra (inizio strisciata) verso destra (fine strisciata).
5. Nei radargrammi lungo l'asse delle ordinate sono riportati i tempi di propagazione espressi in n/sec e una profondità estimativa.

INDAGINE GPR E ANALISI DEI RISULTATI

L'indagine è consistita in 24 strisciate; tutti i profili sono stati acquisiti mantenendo costanti i parametri di acquisizione (acquisizione in continuo).

Dopo aver acquisito i profili GPR in situ è stata effettuata l'elaborazione di questi, ottenendo perciò i radargrammi, allegati alla presente relazione.

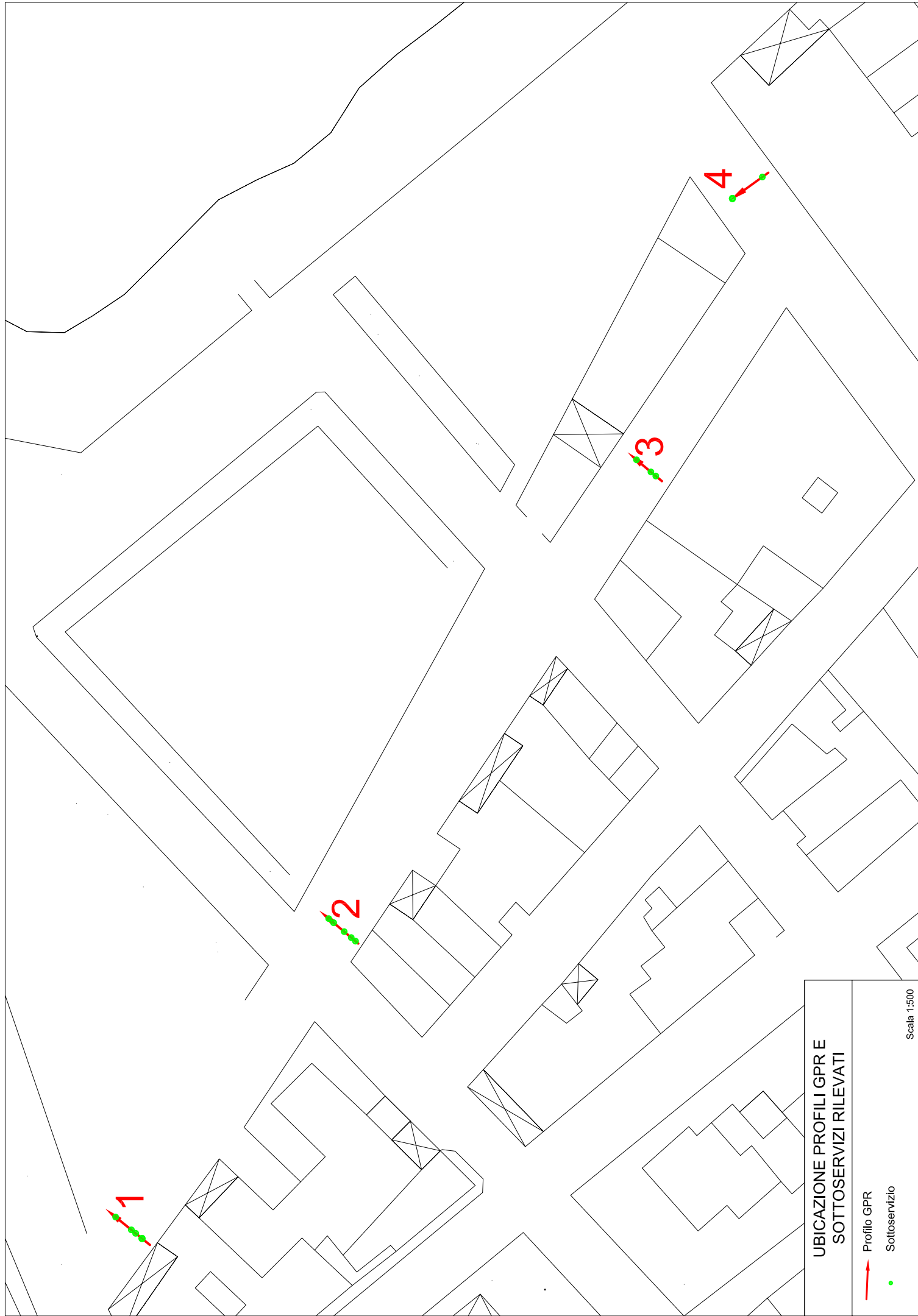
Nelle strisciate allegate, delle quali si riporta la restituzione ottenuta con l'utilizzo dell'antenna da 600 Mhz, sono stati rilevati vari segnali iperbolic.

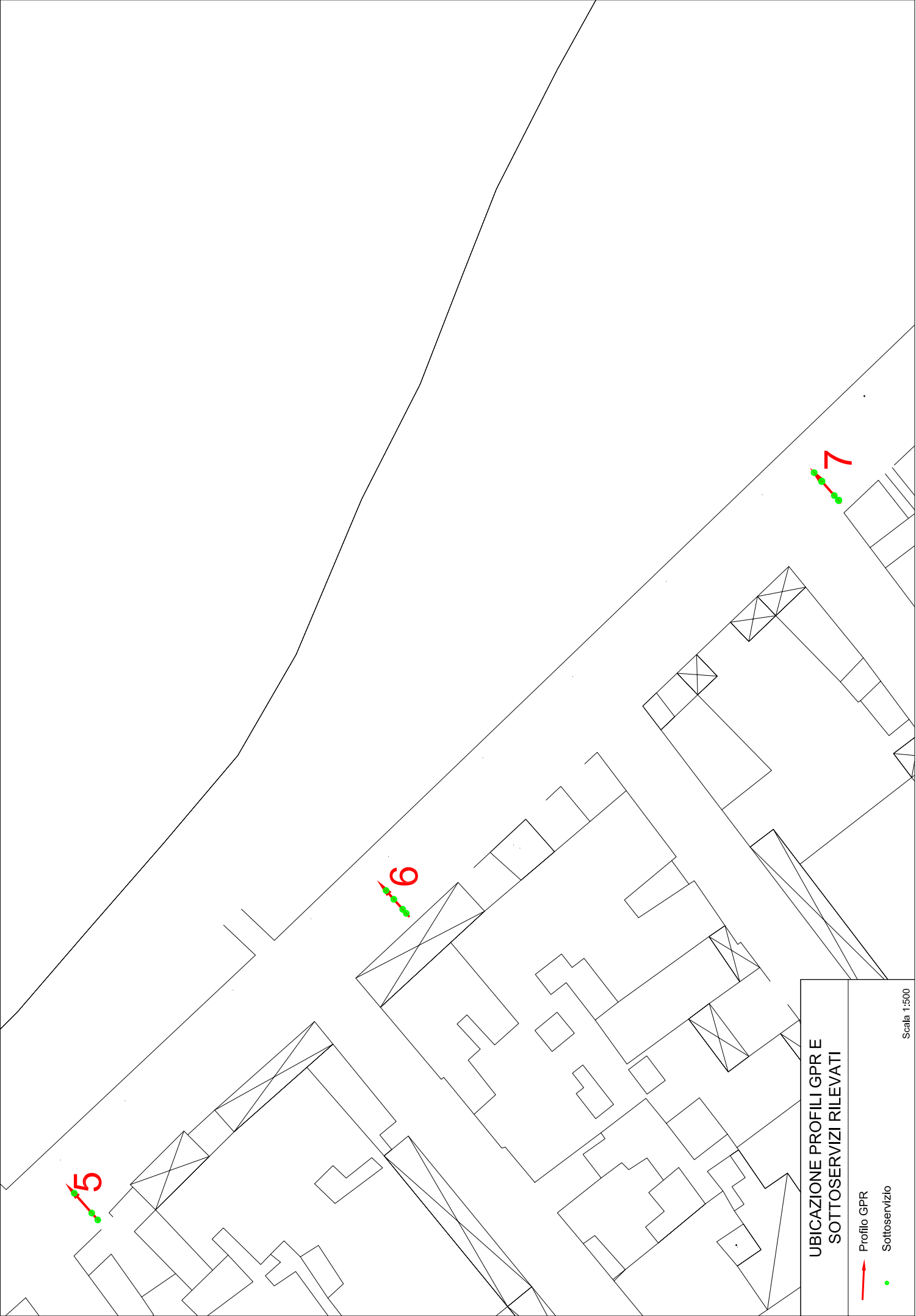
La descrizione che segue è articolata con:

- una tabella identificativa della località oggetto di indagine con l'indicazione della distanza e della profondità dei vari sottoservizi individuati;
- la planimetria dei profili GPR e i sottoservizi rilevati;
- copia dei radargrammi elaborati.



Esecuzione indagine GPR

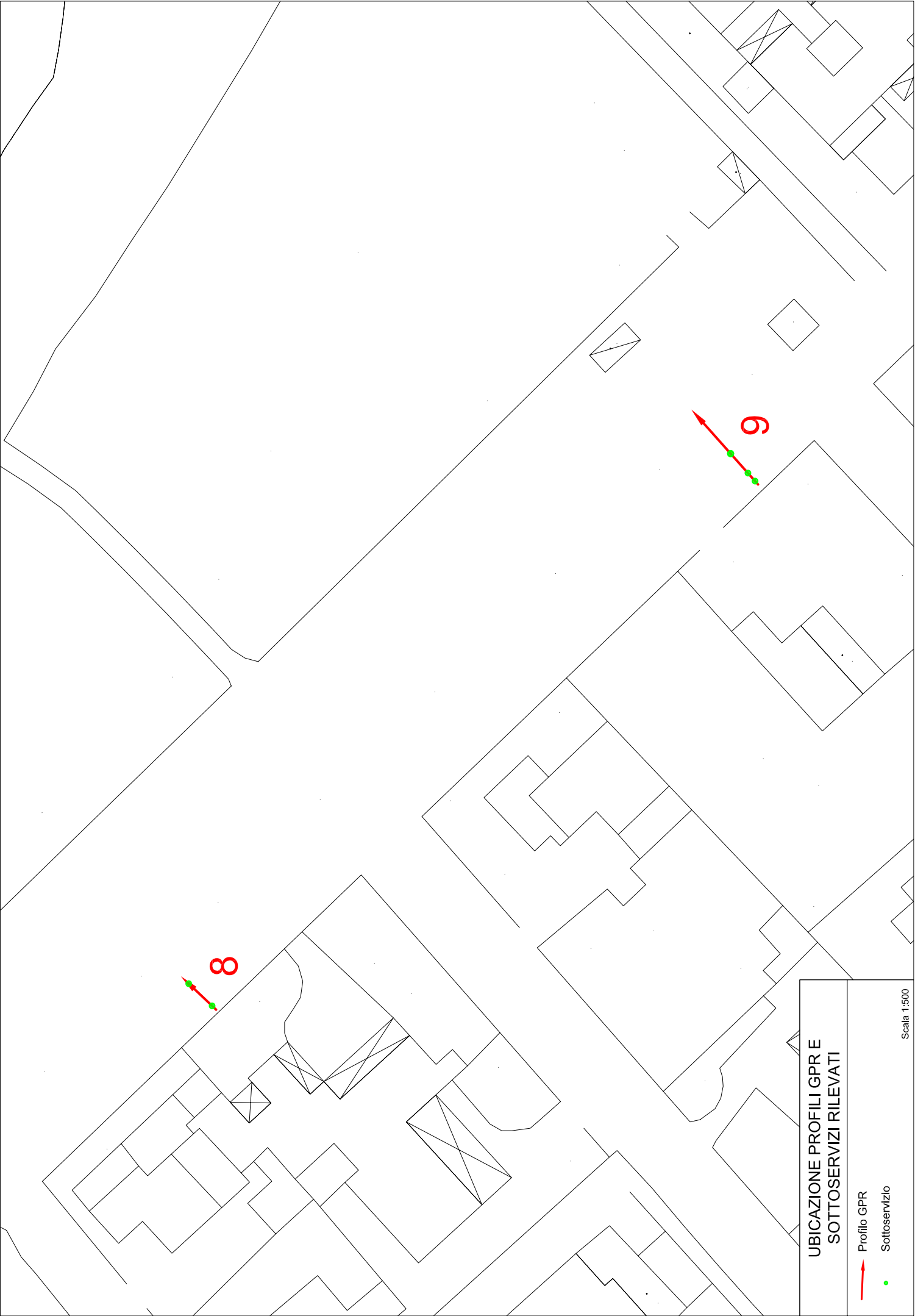




UBICAZIONE PROFILI GPR E
SOTTOSERVIZI RILEVATI

Profilo GPR
Sottoservizio

Scala 1:500



UBICAZIONE PROFILI GPR E
SOTTOSERVIZI RILEVATI

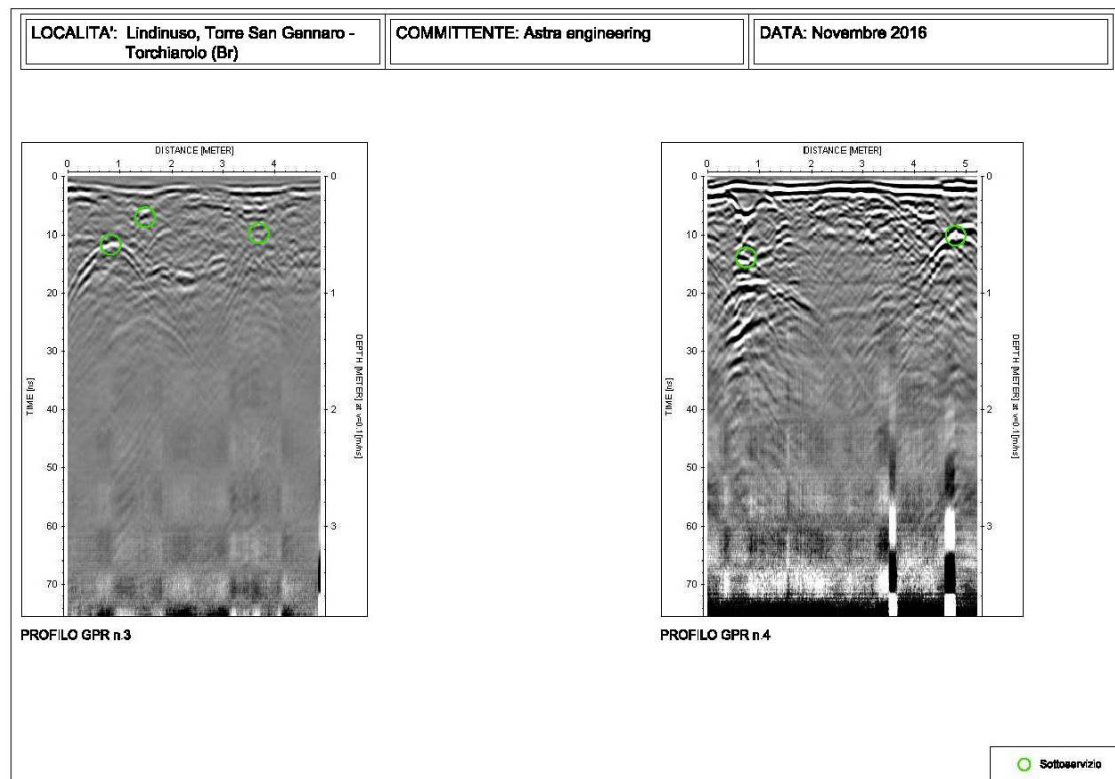
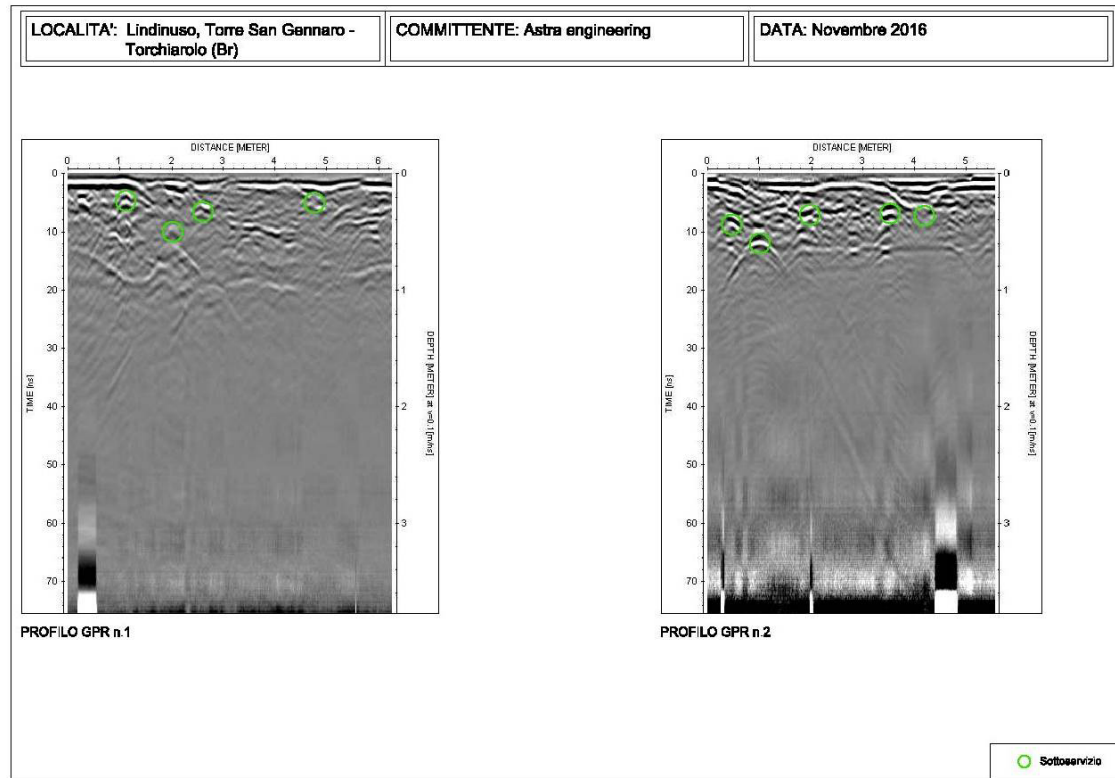
 Profilo GPR

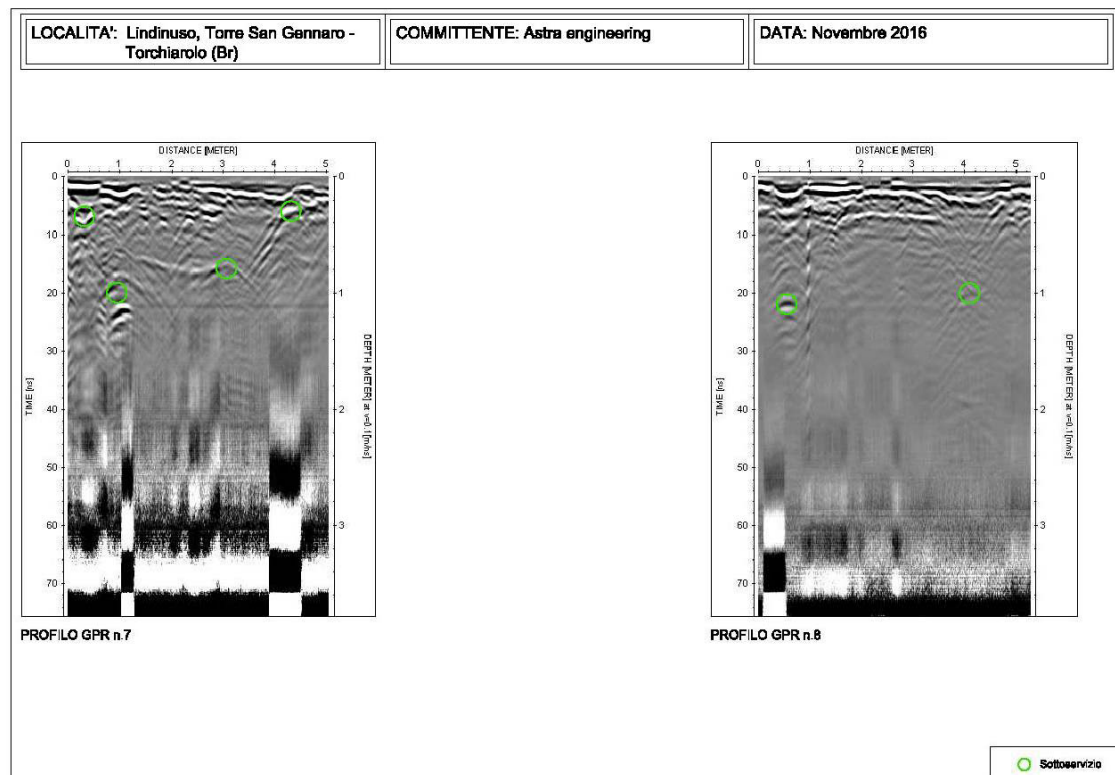
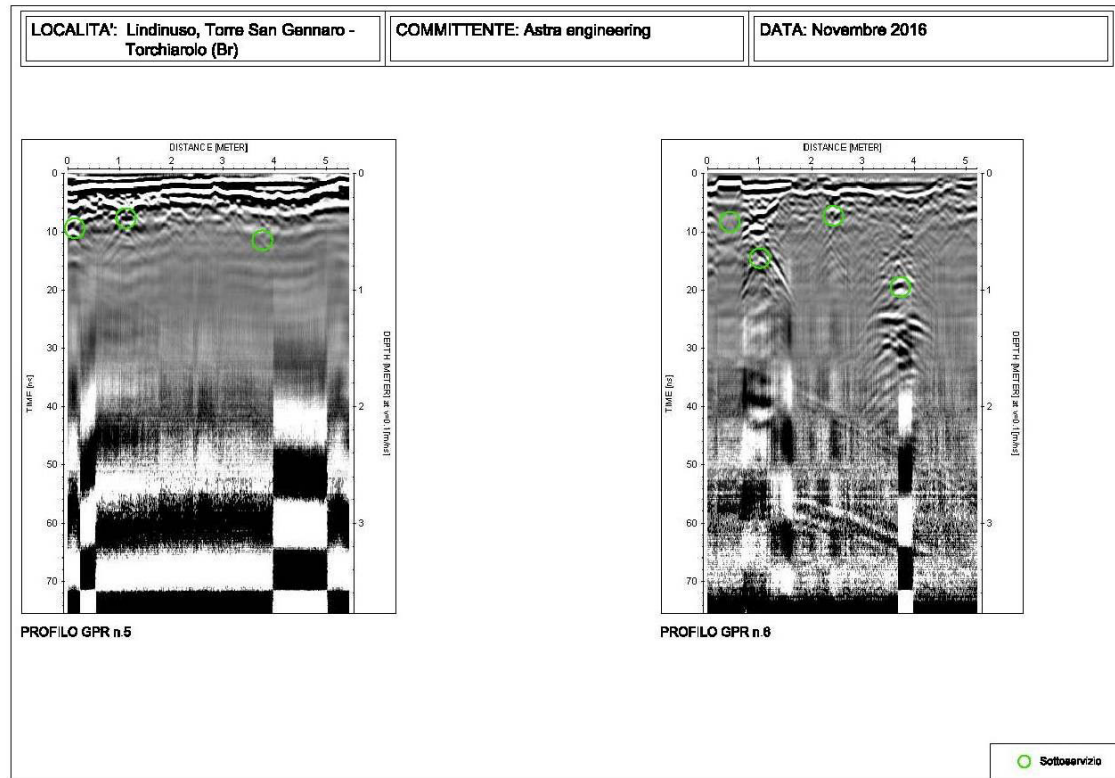
 Sottoservizio

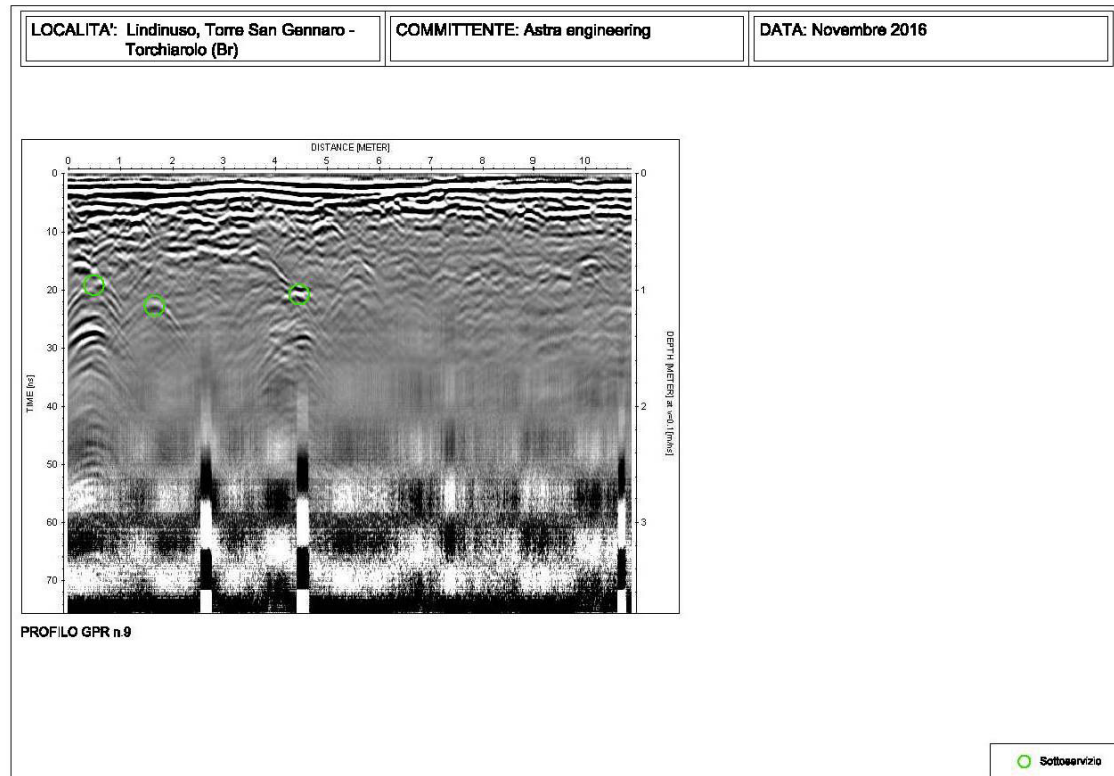
Scala 1:500

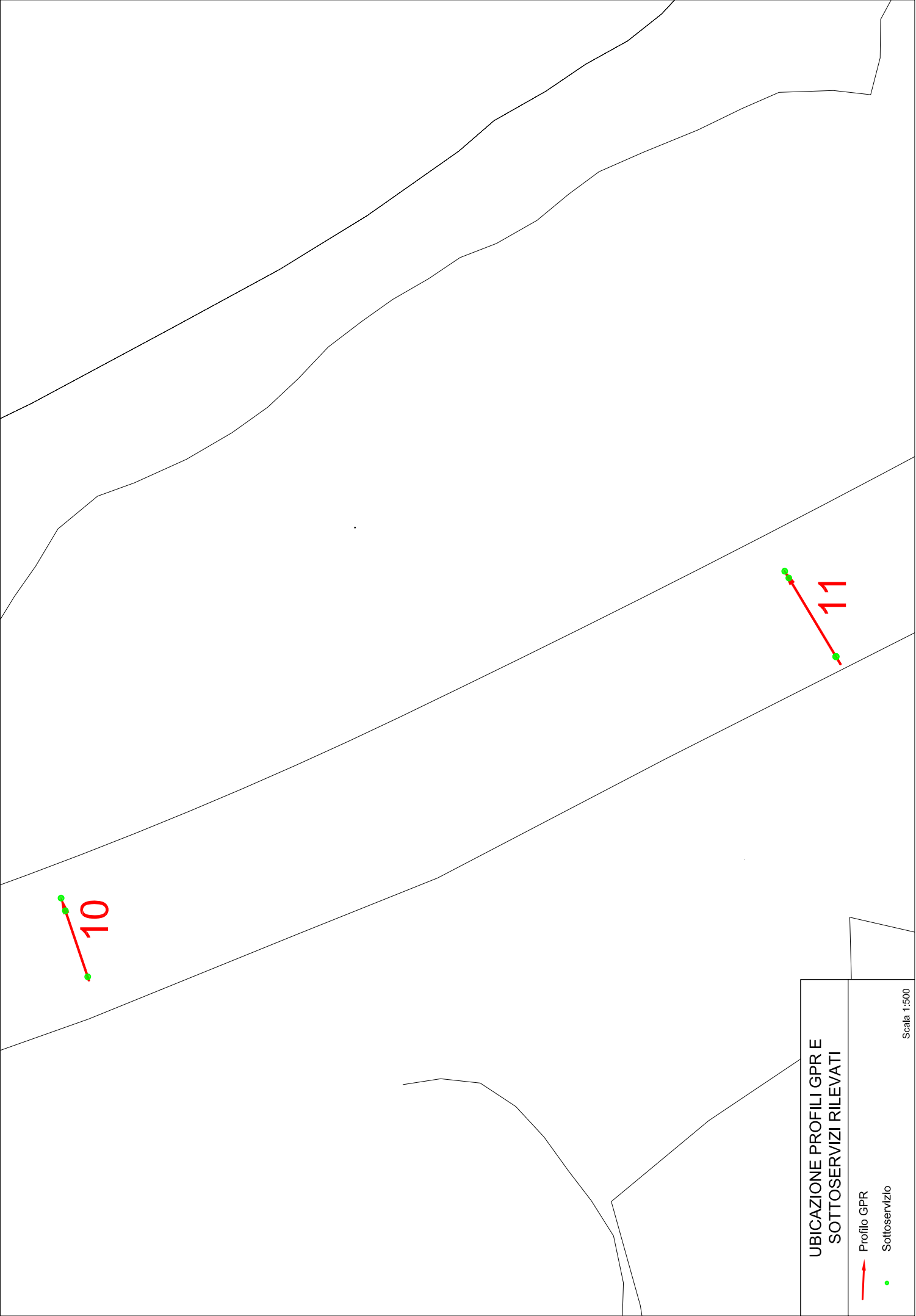
LOCALITA': LINDINUSO		
Numero Strisciata Radar e lunghezza totale in metri	Distanza del sottoservizio dall'inizio strisciata (metri)	Profondità del sottoservizio dal p.c. (metri)
N. 1 Lunghezza: 6.24	1.11	0.2
	2.60	0.3
	4.80	0.5
	2.00	0.5
N. 2 Lunghezza: 5.54	0.40	0.4
	1.00	0.6
	2.00	0.3
	3.50	0.3
	4.20	0.4
N. 3 Lunghezza: 4.87	0.87	0.6
	3.60	0.5
	1.56	0.4
N. 4 Lunghezza: 5.19	0.80	0.8
	4.80	0.5
N. 5 Lunghezza: 5.42	3.96	0.5
	1.10	0.4
	0.11	0.4

N. 6 Lunghezza: 5.19	0.98	0.5
	2.43	0.4
	3.70	1.0
	0.40	0.4
N. 7 Lunghezza: 5.03	1.00	1.0
	4.30	0.4
	0.30	0.4
	3.05	0.8
N. 8 Lunghezza: 5.26	4.10	1.0
	0.60	1.0
N. 9 Lunghezza: 10.89	0.50	1.1
	1.66	1.1
	4.48	1.0

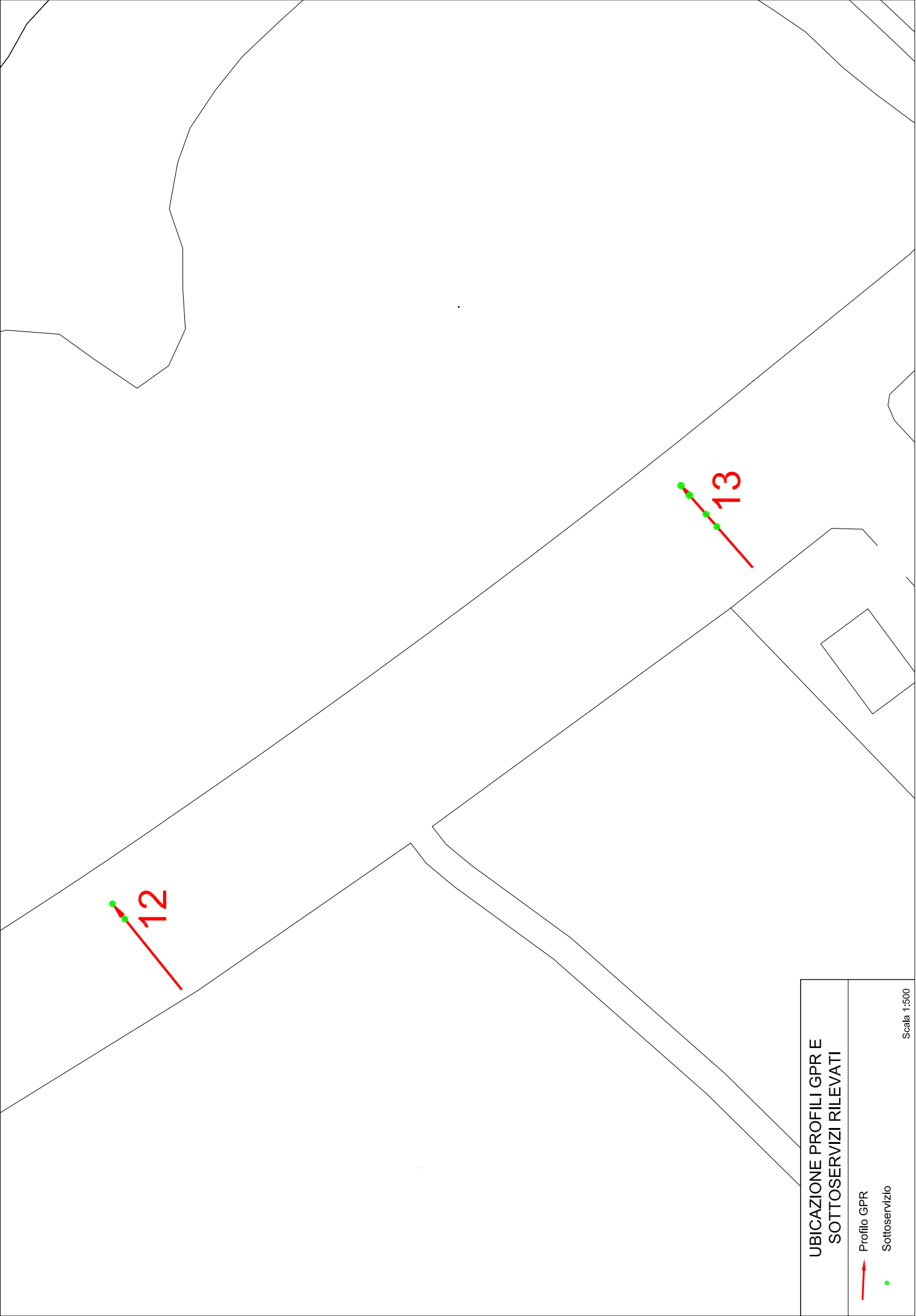




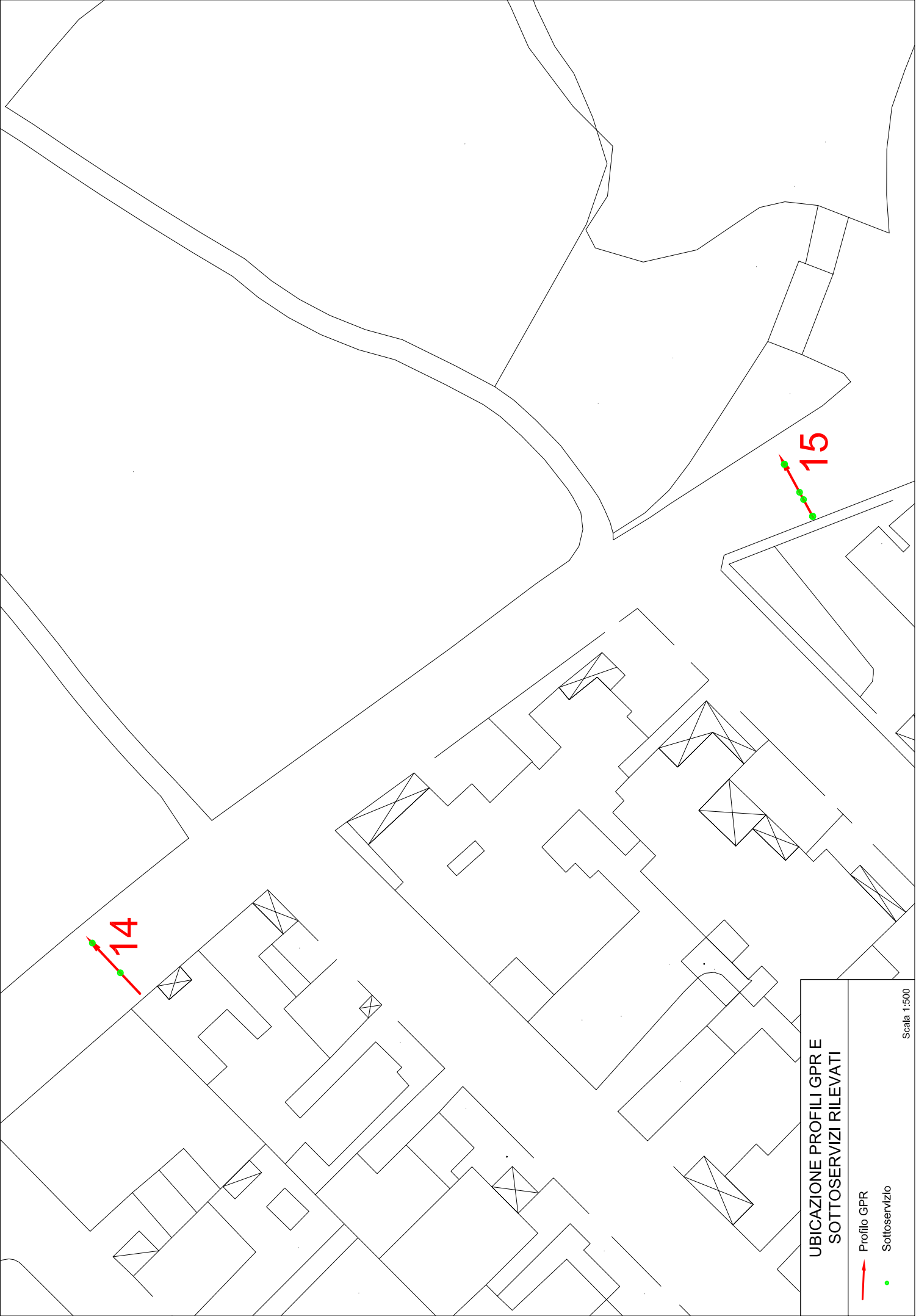




UBICAZIONE PROFILI GPR E SOTTOSERVIZI RILEVATI	
 Profilo GPR	 Sottoservizio
Scala 1:500	



UBICAZIONE PROFILI GPR E SOTTOSERVIZI RILEVATI	
Profilo GPR	Sottoservizio
	
Scala 1:500	

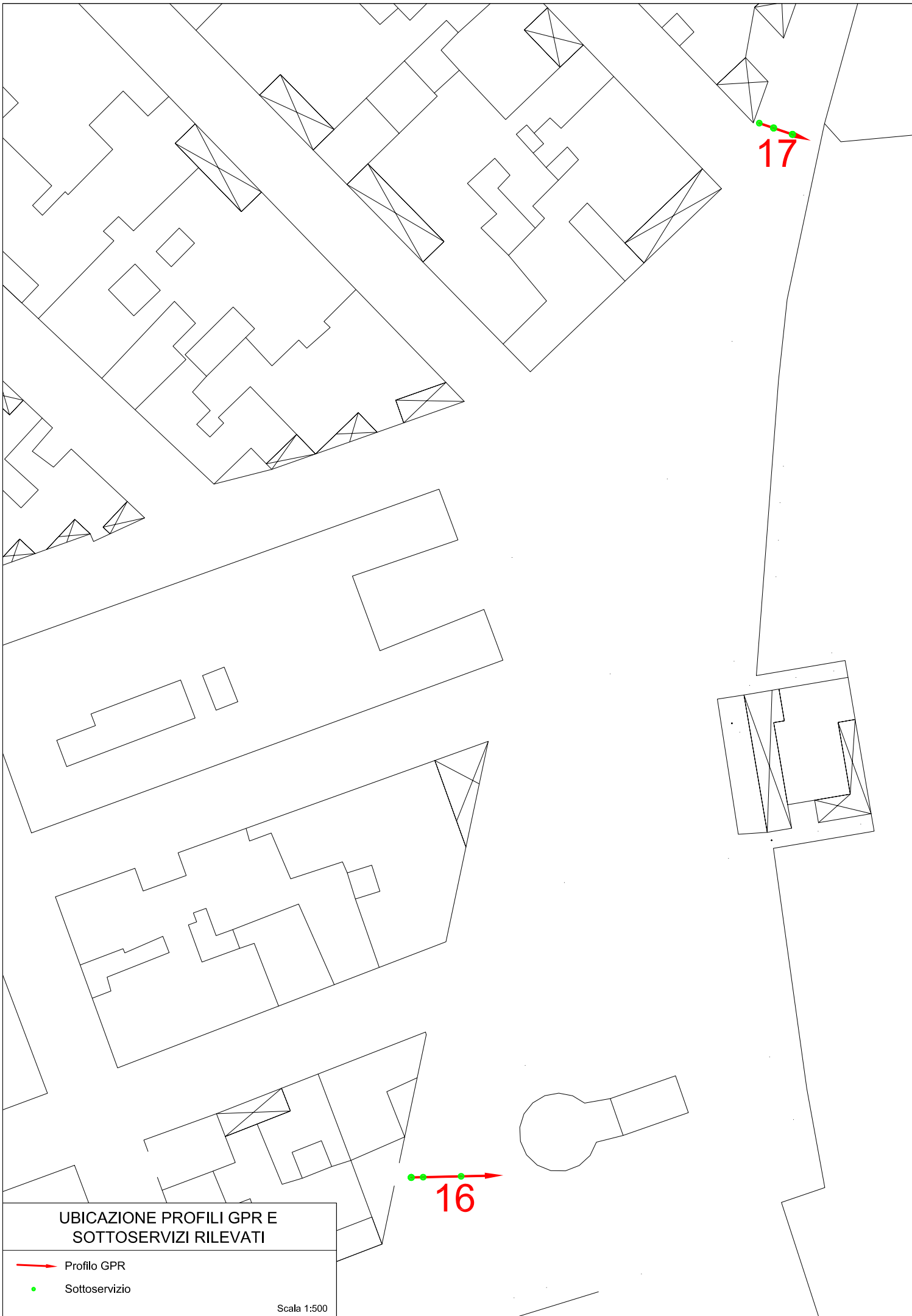


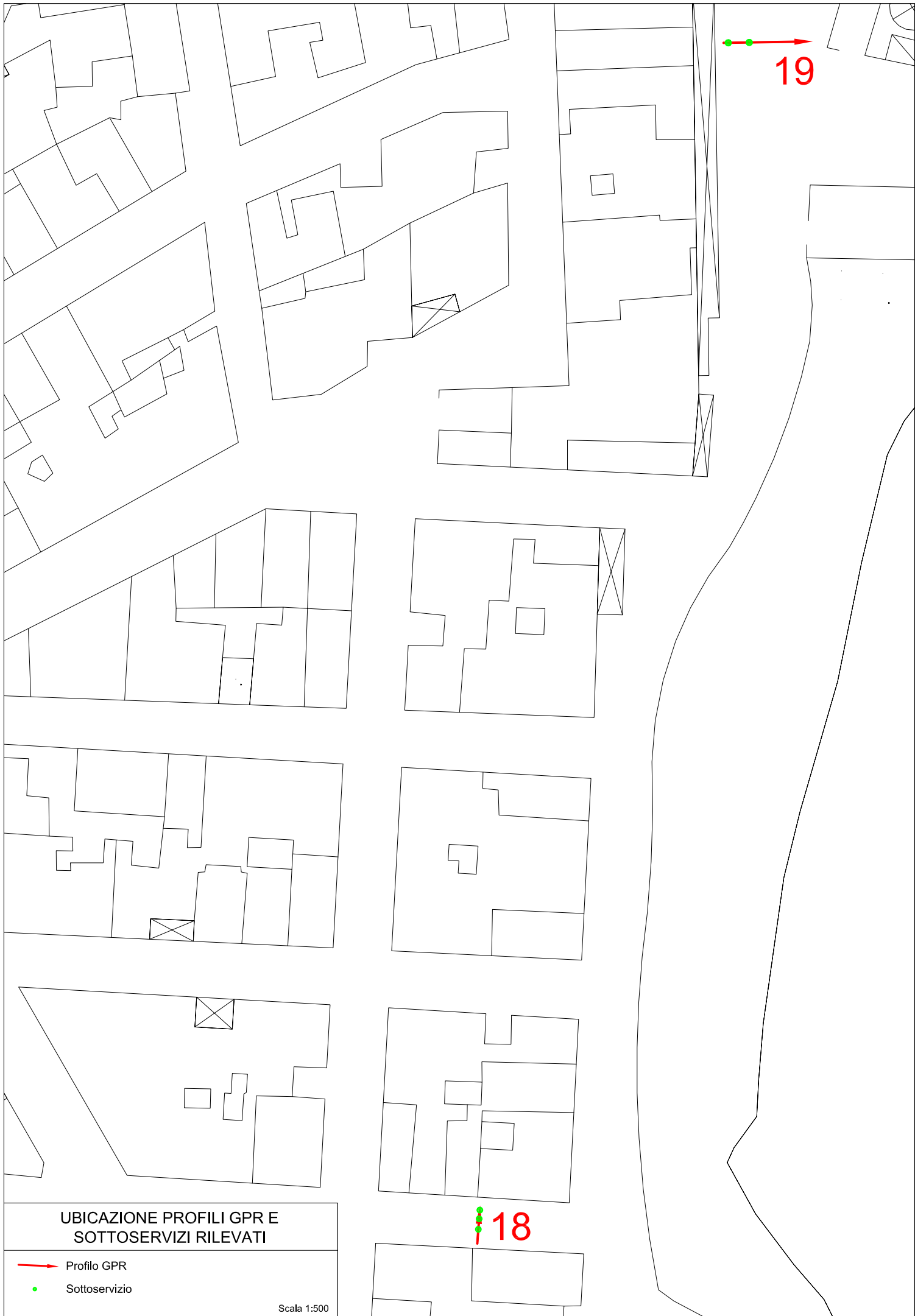
UBICAZIONE PROFILI GPR E
SOTTOSERVIZI RILEVATI

 Profilo GPR

 Sottoservizio

Scala 1:500





Brindisi

21

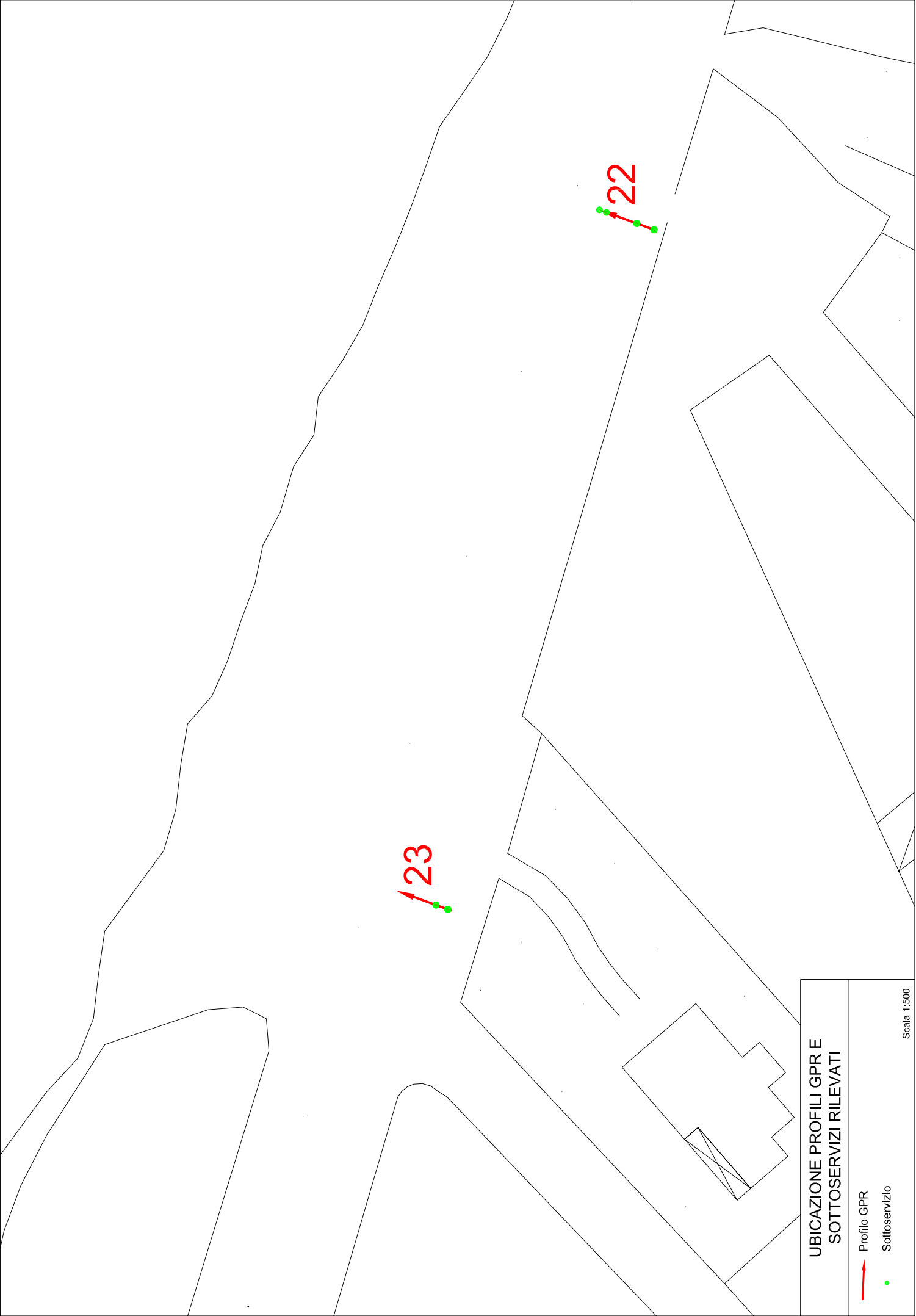
20

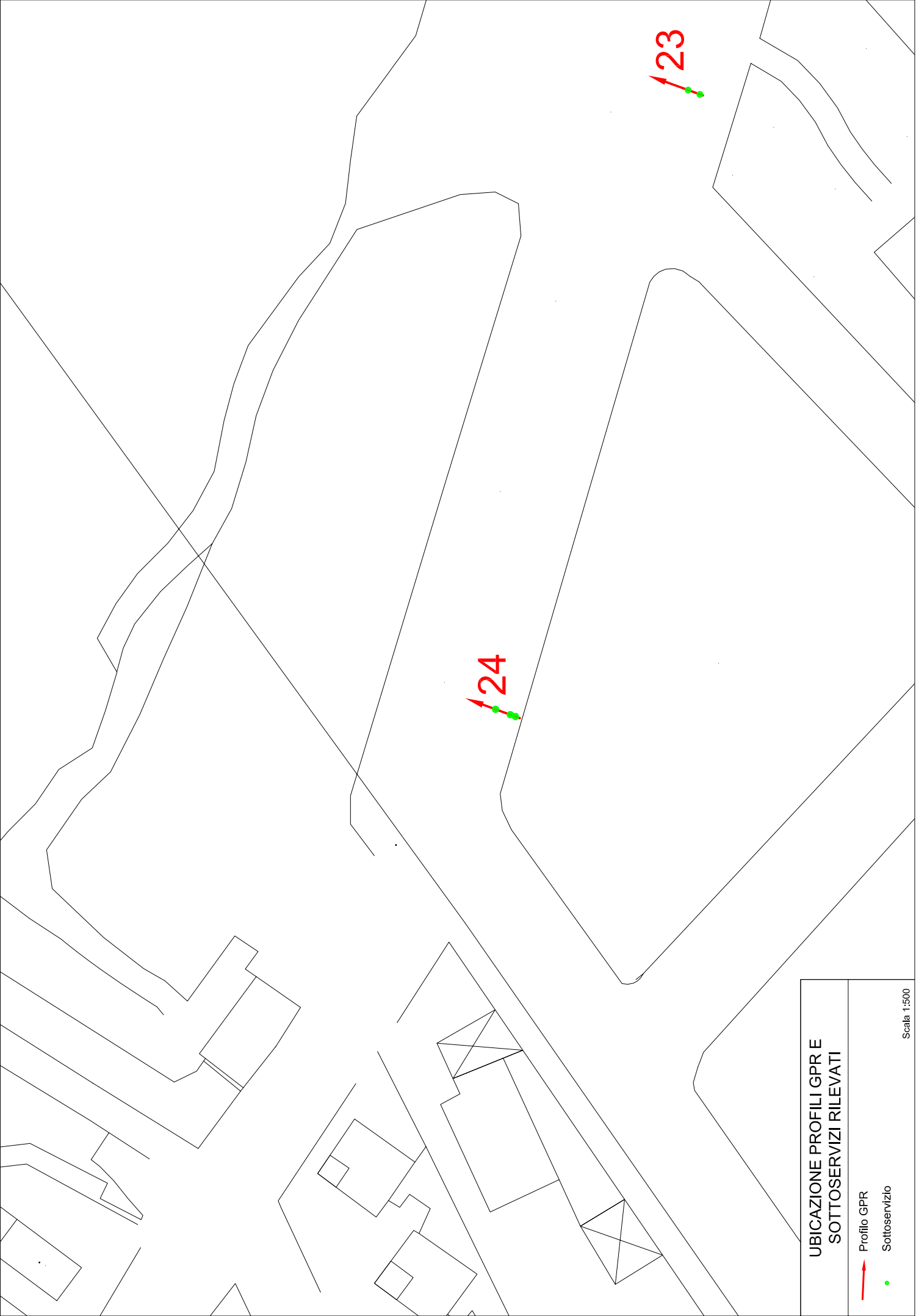
UBICAZIONE PROFILI GPR E
SOTTOSERVIZI RILEVATI

Profilo GPR

Sottoservizio

Scala 1:500



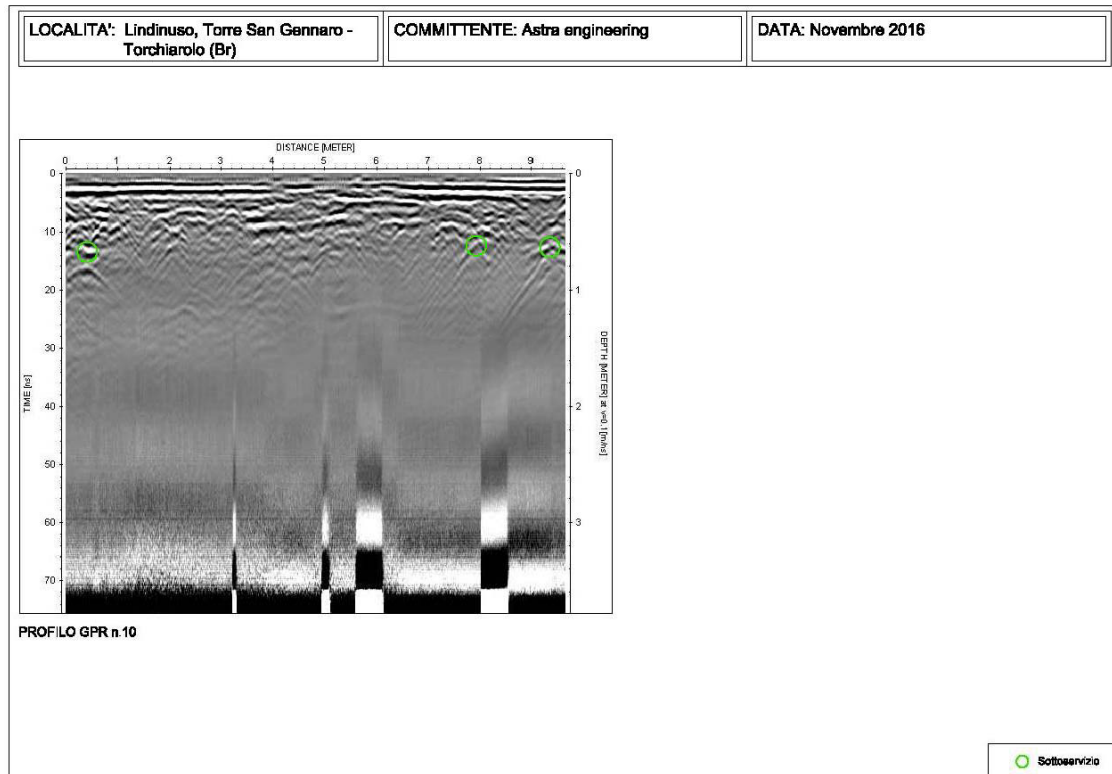


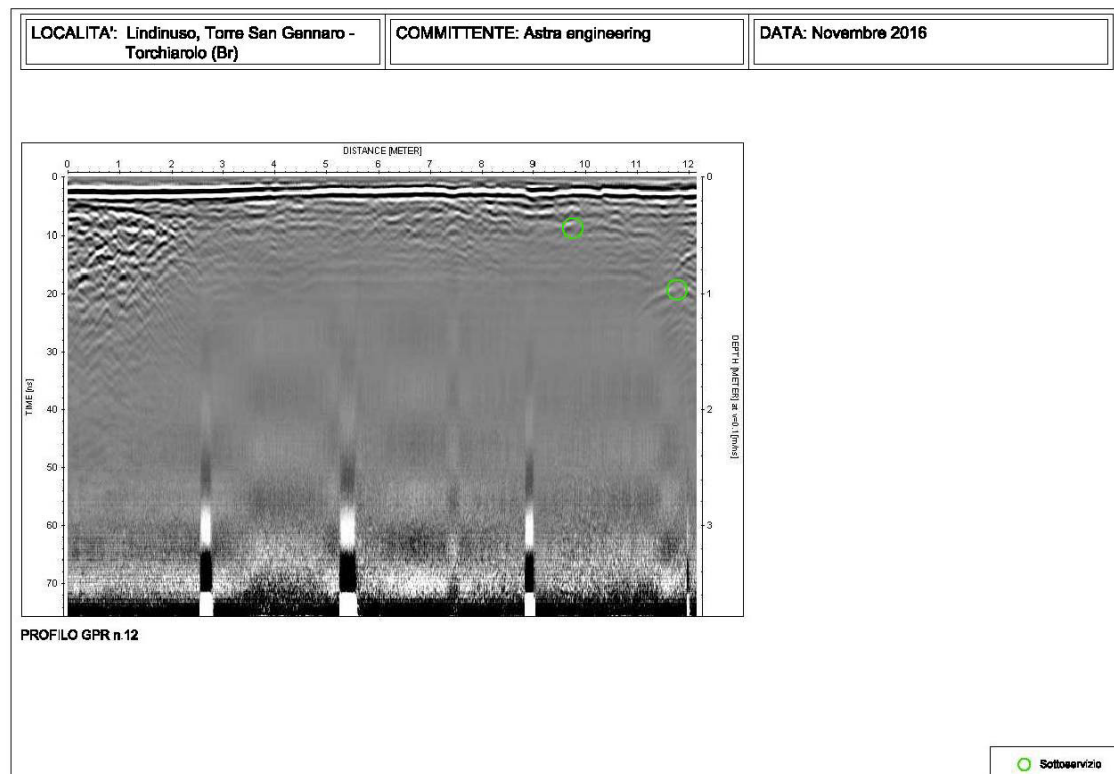
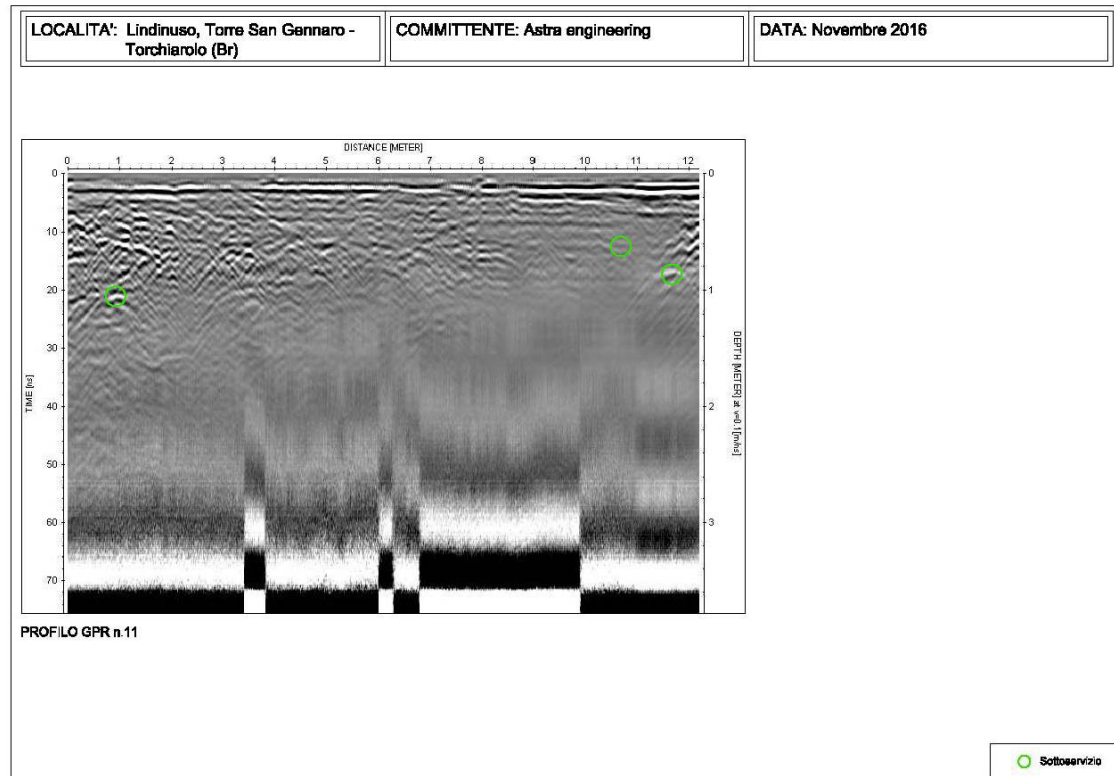
UBICAZIONE PROFILI GPR E SOTTOSERVIZI RILEVATI	
 Profilo GPR	 Sottoservizio
Scala 1:500	

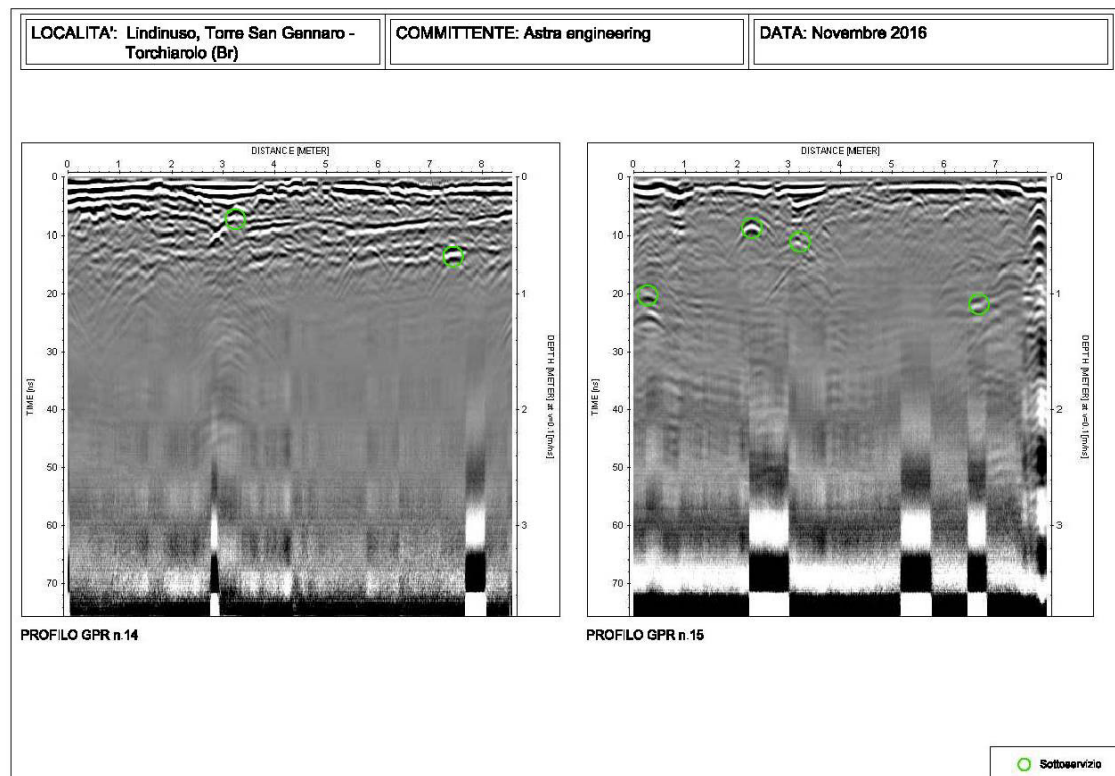
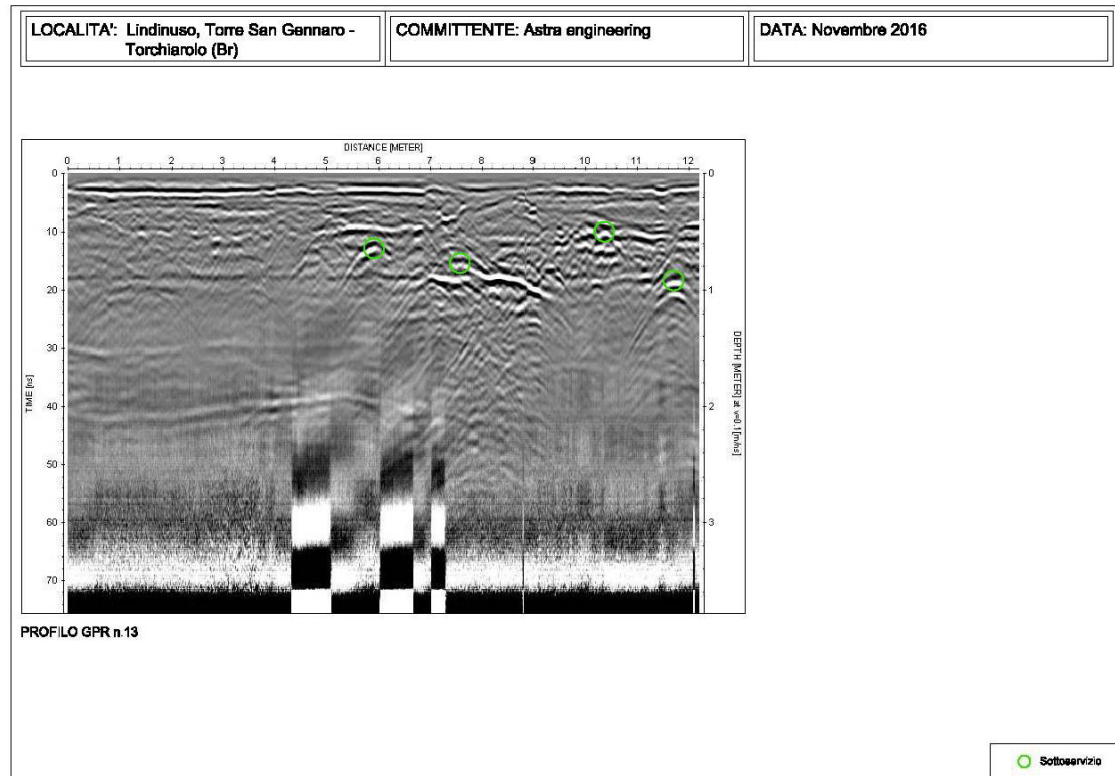
LOCALITA': TORRE SAN GENNARO		
N. 10 Lunghezza: 9.64	0.40	0.8
	9.40	0.6
	7.95	0.7
N. 11 Lunghezza: 12.17	10.88	0.6
	11.74	0.8
	0.95	1.0
N. 12 Lunghezza: 12.14	9.73	0.6
	11.86	1.0
N. 13 Lunghezza: 12.17	5.80	0.6
	7.60	0.7
	10.30	0.5
	11.70	0.9
N. 14 Lunghezza: 8.58	3.10	0.4
	7.53	0.6
N. 15 Lunghezza: 7.97	2.30	0.5
	3.20	0.6
	0.23	1.0
	6.65	1.0
N. 16 Lunghezza: 10.00	1.30	0.6

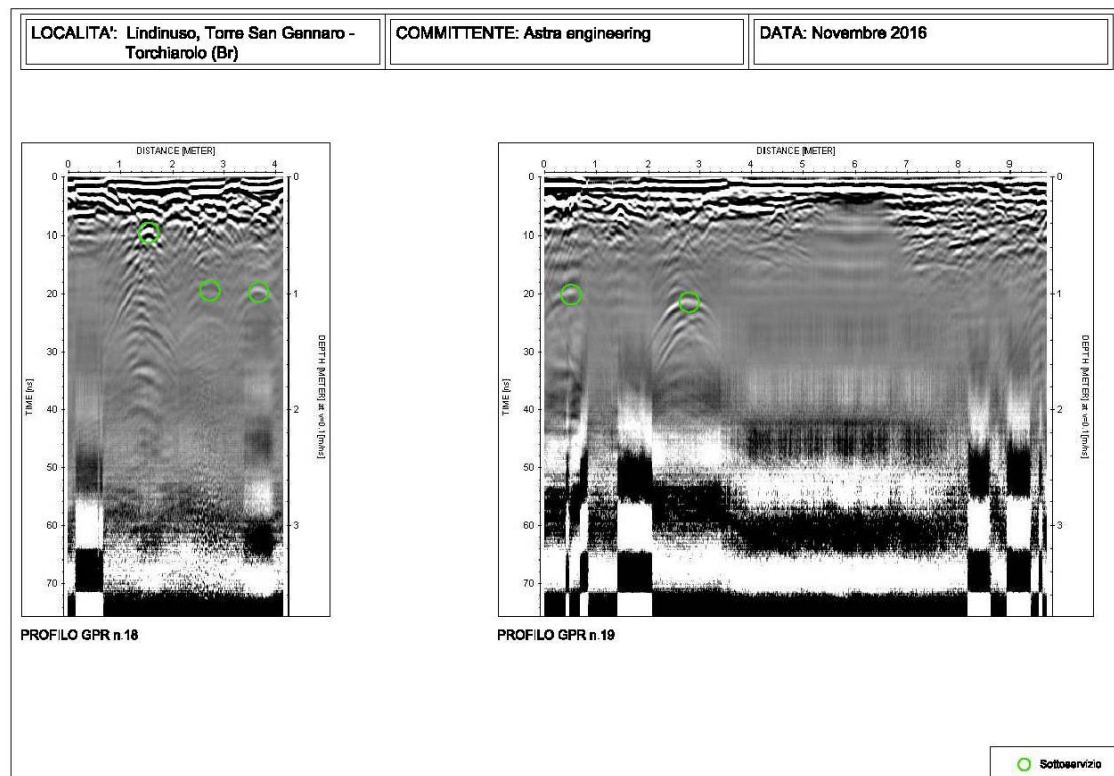
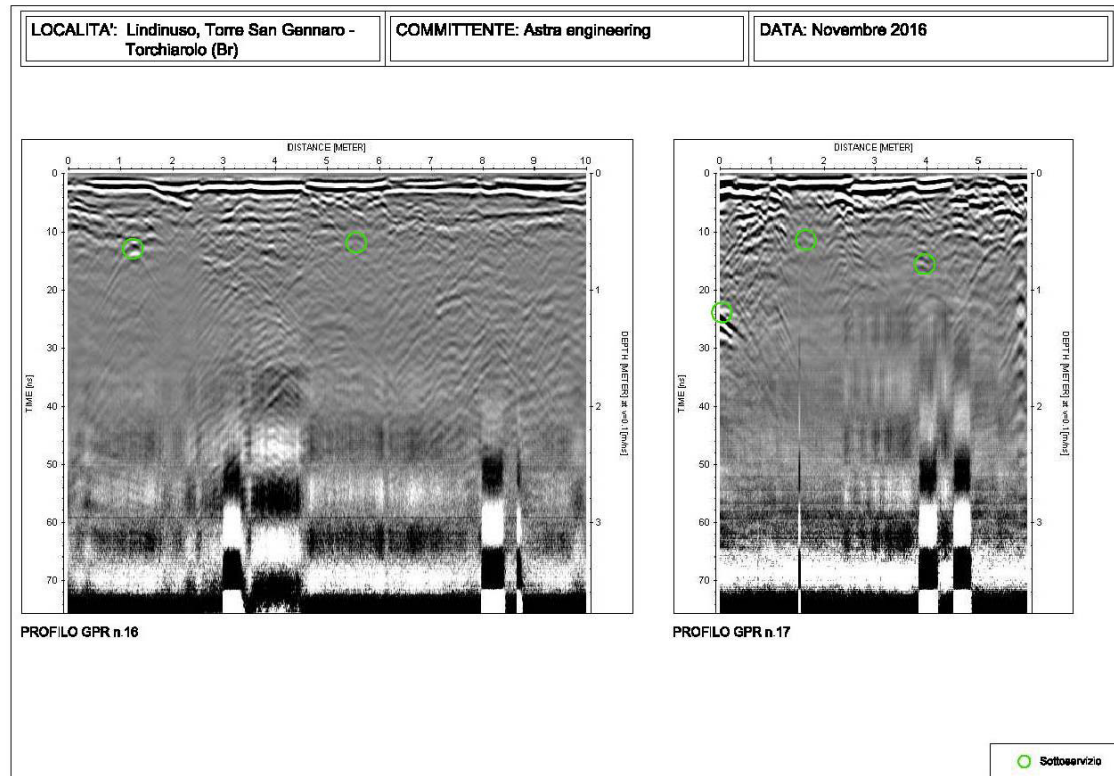
	5.42	0.6
N. 17 Lunghezza: 5.91	0.00 3.80 1.64	1.2 0.8 0.6
N. 18 Lunghezza: 4.15	1.55 2.70 3.65	0.5 0.9 1.0
N. 19 Lunghezza: 9.69	0.50 2.78	0.9 1.0
N. 20 Lunghezza: 6.30	0.45 4.80 3.70 5.45	0.8 0.6 0.9 0.5
N. 21 Lunghezza: 6.28	0.00 5.10	0.8 0.4
N. 22 Lunghezza: 6.37	0.00 2.00 5.49 6.30	0.8 0.3 0.4 1.3
N. 23 Lunghezza: 6.30	0.34 1.70	0.9 0.4

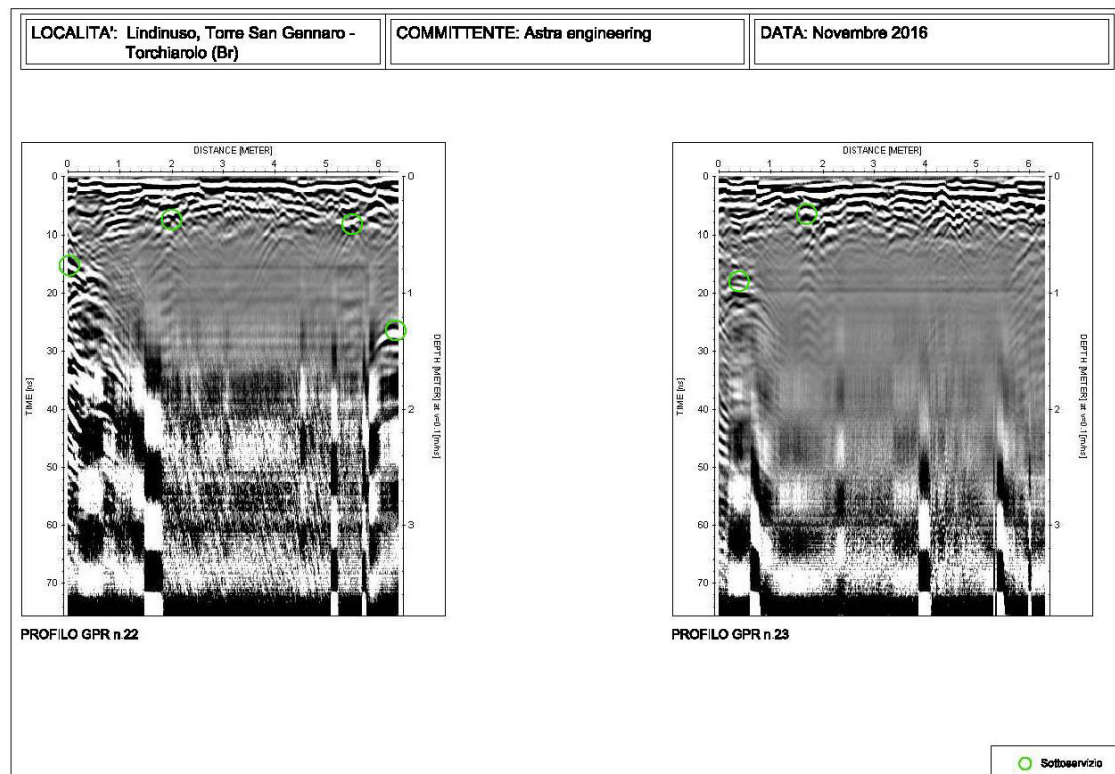
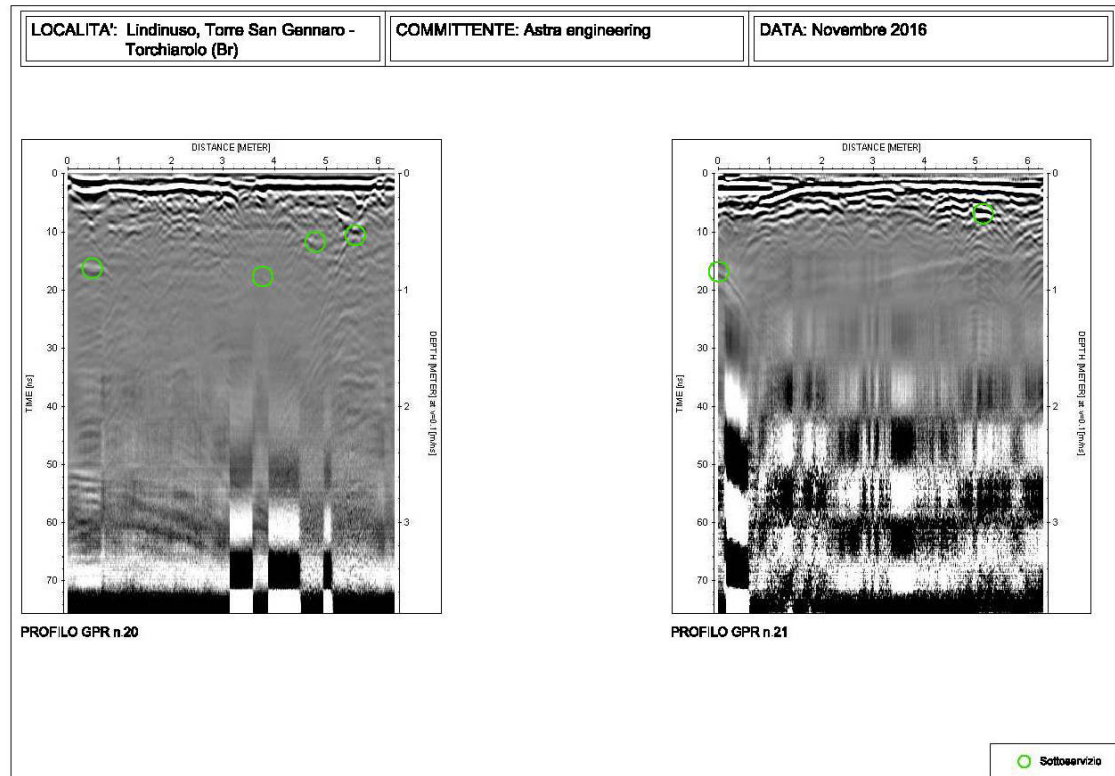
N. 24 Lunghezza: 6.28	0.50	0.7
	1.10	0.6
	2.80	0.5

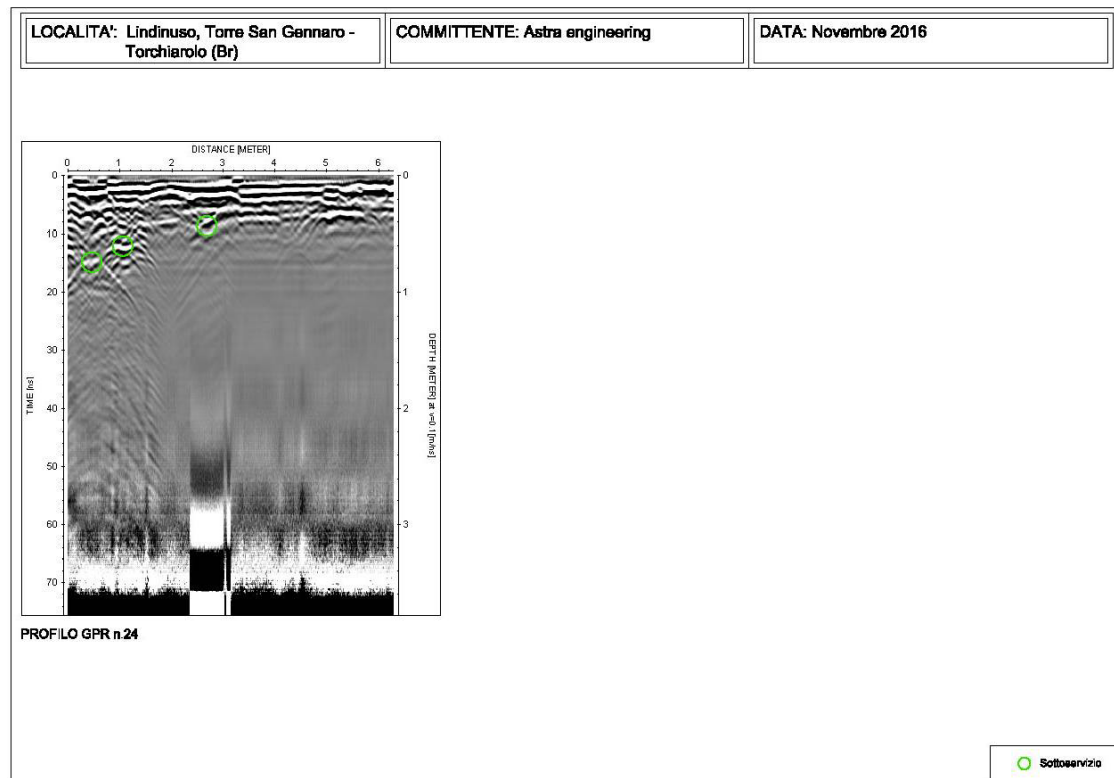












Ruffano, novembre 2016

IL DIRETTORE TECNICO

Dott. Geol. Marcello DE DONATIS

ALLEGATO:

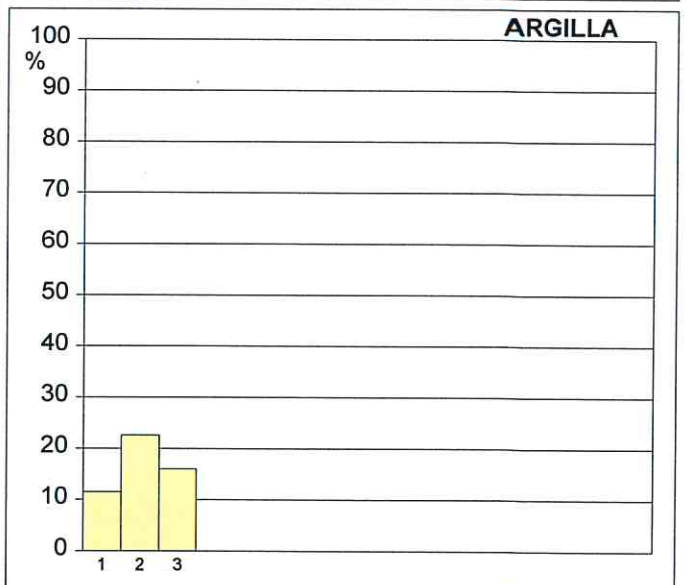
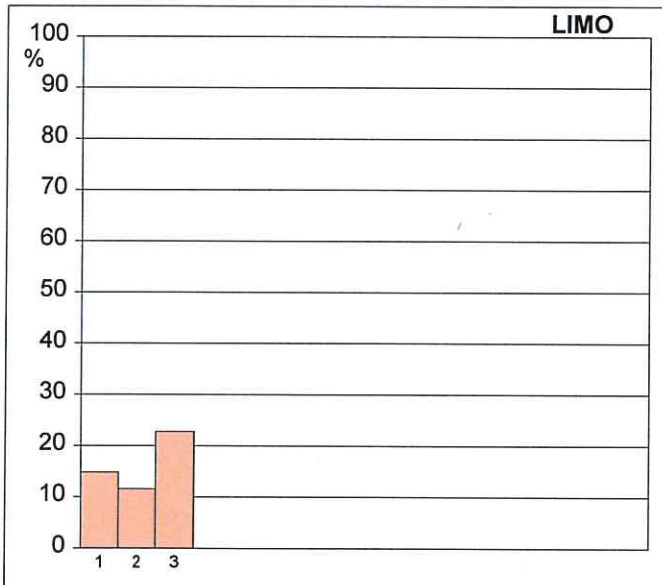
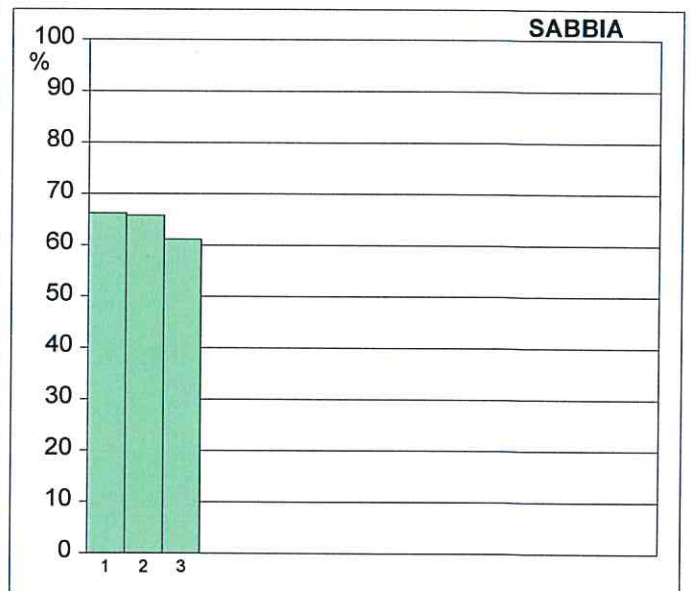
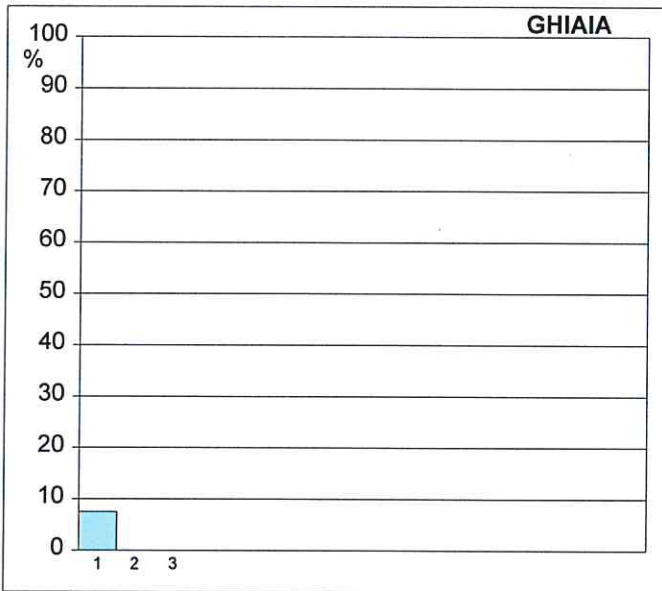
CERTIFICATI DI ANALISI DI LABORATORIO

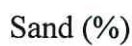
QUADRO RIASSUNTIVO PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Riferimento			Caratteristiche fisiche										Limiti di consistenza				Granulometria				Classificazione	Taglio diretto		Edometrica				
Sond. n°	Camp. n°	Profondità m	W %	γ kN/m³	γ_{sec} kN/m³	γ_{sat} kN/m³	γ_s kN/m³	Indice vuoti	Poros. %	Sat. %	LL %	LP %	IP %	IC %	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	CNR-UNI	ϕ °	c kPa	24.5 kPa	49.0 kPa	98.0 kPa	196.0 kPa	392.0 kPa		
S1	C2	3.50 - 4.00	18.2	19.8	16.8	20.2	25.9	0.54	35.1	88.5	22.1	13.4	8.7	0.45	7.5	66.2	14.8	11.5	A2-4 - I.G. = 0	27.9	9	2043	2884	6121	7840	13517		
S2	C2	4.50 - 5.00	21.2	19.8	16.3	20.0	25.9	0.58	36.9	95.7	27.9	18.2	9.7	0.69		65.8	11.6	22.6	A2-4 - I.G. = 0	26.5	10	1634	2672	4324	7475	13163		
S3	C1	4.50 - 5.00	19.7	19.3	16.1	19.8	25.8	0.60	37.6	86.1	27.2	17.6	9.6	0.78		61.2	22.8	16.0	A4 - I.G. = 1	27.1	9	2043	3269	4664	8909	12250		

TABELLA RIASSUNTIVA ANALISI GRANULOMETRICHE

N°	Sondaggio	Campione	Profondità m	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %
1	S1	C2	3.50 - 4.00	7.5	66.2	14.8	11.5
2	S2	C2	4.50 - 5.00	0.0	65.8	11.6	22.6
3	S3	C1	4.50 - 5.00	0.0	61.2	22.8	16.0

[illegible]

[illegible]

[illegible]

COMMITTENTE: ASTRA ENNGINEERING - VIA S. FRANCESCO SAVERIO, 6 GALATINA

RIFERIMENTO: TORCHIAROLO (BR) - LENDINUSO

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 3.50 - 4.00

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	18.2	%
Peso di volume	19.8	kN/m ³
Peso di volume secco	16.8	kN/m ³
Peso di volume saturo	20.2	kN/m ³
Peso specifico	25.9	kN/m ³
Indice dei vuoti	0.542	
Porosità	35.1	%
Grado di saturazione	88.5	%
Limite di liquidità	22.1	%
Limite di plasticità	13.4	%
Indice di plasticità	8.7	%
Indice di consistenza	0.45	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00	A2-4	I.G. = 0

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	7.5	%
Sabbia	66.2	%
Limo	14.8	%
Argilla	11.5	%
D 10	0.003068	mm
D 50	0.149543	mm
D 60	0.200138	mm
D 90	3.061458	mm
Passante set. 10	87.7	%
Passante set. 42	75.8	%
Passante set. 200	26.3	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ Rim	kPa
c_u	kPa	c_u Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c	8.7	kPa	ϕ 27.9 °
c Res		kPa	ϕ Res °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	c_d	kPa	ϕ_d °
C.U.	c'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu} °
	c_{cu}	kPa	ϕ_{cu} °
U.U.	c_u	kPa	ϕ_u °

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
12.3 ÷ 24.5	2043	0.001557	7.47E-08
24.5 ÷ 49.0	2884	0.001489	5.06E-08
49.0 ÷ 98.0	6121	0.001379	2.21E-08
98.0 ÷ 196.0	7840	0.001589	1.99E-08
196.0 ÷ 392.0	13517	0.001116	8.09E-09
392.0 ÷ 784.0	27207	0.000706	2.55E-09
784.0 ÷ 1568.0	48721	0.001538	3.10E-09

SABBIA LIMOSA ED ARGILLOSA DEBOLMENTE GHIAIOSA DI COLORE GIALLO-OLIVASTRO.

Rif. Munsell 5Y 6/6

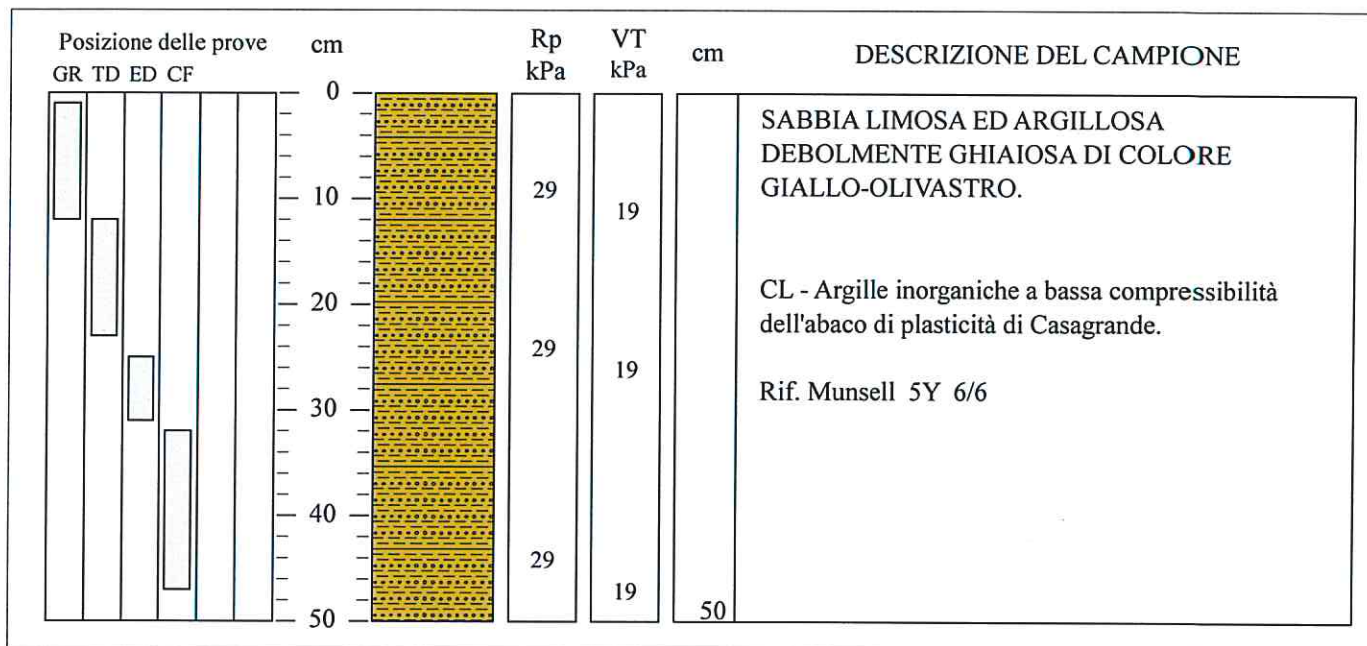
COMMITTENTE: ASTRA ENNGINEERING - VIA S. FRANCESCO SAVERIO, 6 GALATINA

RIFERIMENTO: TORCHIAROLO (BR) - LENDINUSO

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 3.50 - 4.00



TIPO DI CAMPIONE

- ☒ Cilindrico
☐ Cubico
☐ Massivo

QUALITÀ DEL CAMPIONE

- ☒ Q5 (Ottima)
☐ Q4 (Buona)
☐ Q3 (Sufficiente)
☐ Q2 (Insufficiente)
☐ Q1 (Pessima)

SABBIA LIMOSA ED ARGILLOSA DEBOLMENTE GHIAIOSA DI COLORE GIALLO-OLIVASTRO.

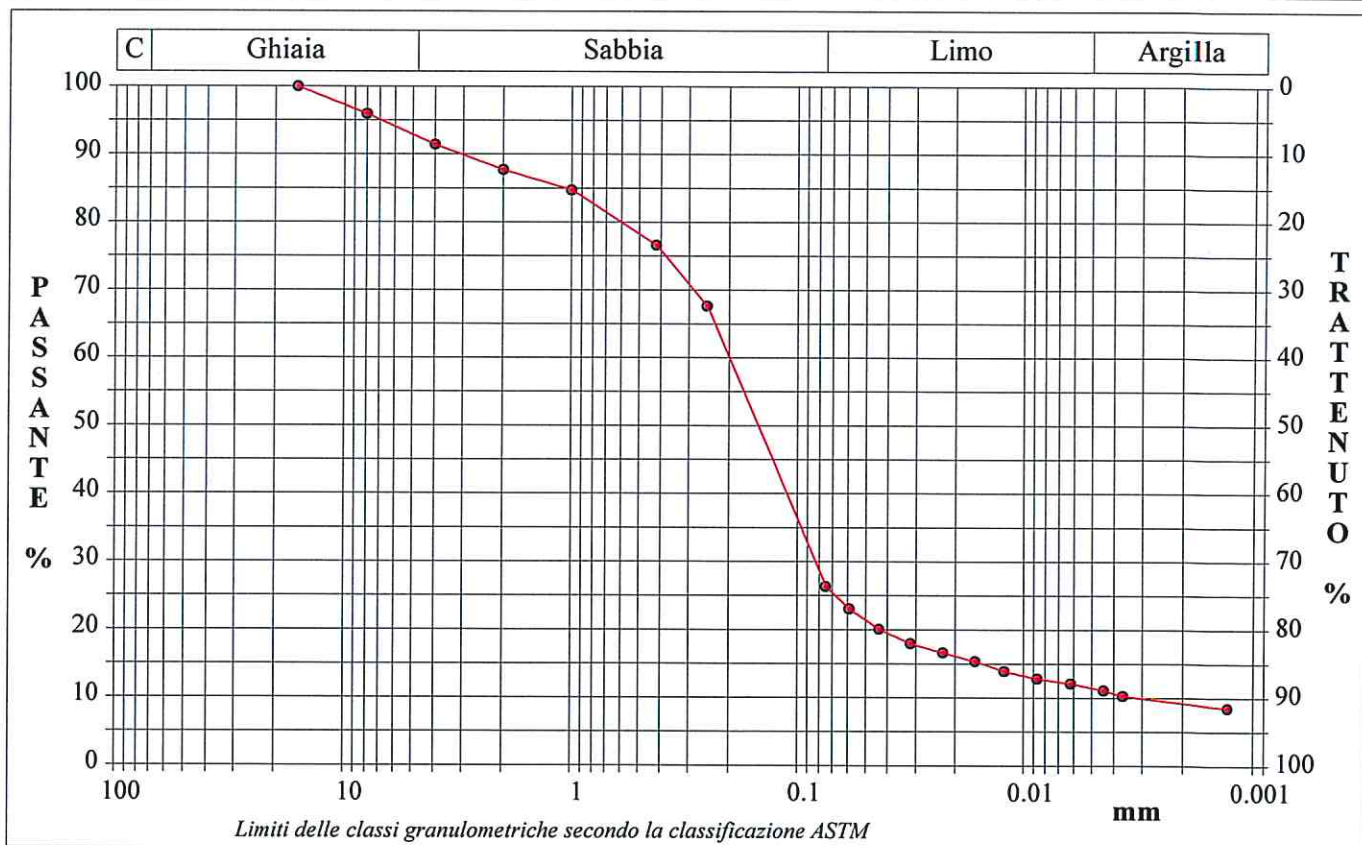
CERTIFICATO DI PROVA N°: 752/gr/16	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 17/11/16	Inizio analisi: 06/11/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 107 del 06/11/16		Apertura campione: 06/11/16	Fine analisi: 09/11/16

COMMITTENTE: ASTRA ENNGINEERING - VIA S. FRANCESCO SAVERIO, 6 GALATINA			
RIFERIMENTO: TORCHIAROLO (BR) - LENDINUSO			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m	3.50 - 4.00

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	7.5 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	87.7 %	D10	0.00307 mm
Sabbia	66.2 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	75.8 %	D30	0.08349 mm
Limo	14.8 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	26.3 %	D50	0.14954 mm
Argilla	11.5 %			D60	0.20014 mm
Coefficiente di uniformità	65.23	Coefficiente di curvatura	11.35	D90	3.06146 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
16.0000	100.00	0.4200	76.63	0.0317	17.99	0.0062	12.11		
8.0000	95.95	0.2500	67.63	0.0228	16.63	0.0044	11.12		
4.0000	91.42	0.0750	26.32	0.0164	15.37	0.0037	10.31		
2.0000	87.73	0.0592	23.05	0.0122	13.92	0.0013	8.50		
1.0000	84.73	0.0436	20.07	0.0087	12.84				

SABBIA LIMOSA ED ARGILLOSA DEBOLMENTE GHIAIOSA DI COLORE GIALLO-OLIVASTRO.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 752/gr/16 Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 17/11/16	Inizio analisi: 06/11/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 107 del 06/11/16	Apertura campione: 06/11/16	Fine analisi: 09/11/16

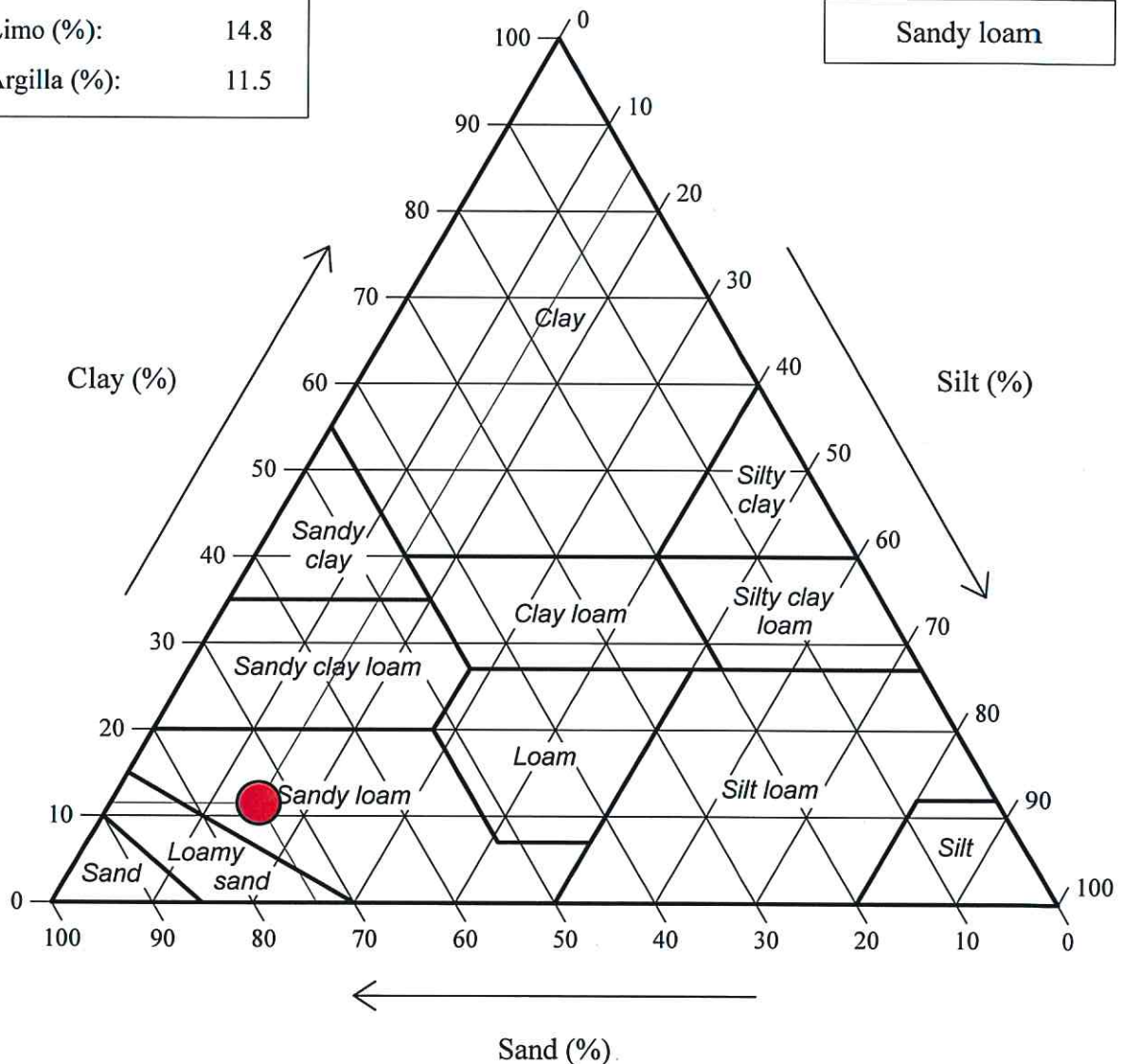
COMMITTENTE: ASTRA ENGINEERING - VIA S. FRANCESCO SAVERIO, 6 GALATINA
RIFERIMENTO: TORCHIAROLO (BR) - LENDINUSO
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C2 PROFONDITA': m 3.50 - 4.00

ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Sabbia (%): 73.7
Limo (%): 14.8
Argilla (%): 11.5

Sandy loam



SABBIA LIMOSA ED ARGILLOSA DEBOLMENTE GHIAIOSA DI COLORE GIALLO-OLIVASTRO.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 752/u/16	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 17/11/16	Inizio analisi: 07/11/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 107 del 06/11/16		Apertura campione: 06/11/16	Fine analisi: 08/11/16

COMMITTENTE: ASTRA ENNGINEERING - VIA S. FRANCESCO SAVERIO, 6 GALATINA

RIFERIMENTO: TORCHIAROLO (BR) - LENDINUSO

SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C2 PROFONDITA': m 3.50 - 4.00

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

W_n = contenuto d'acqua allo stato naturale (media delle tre misure) = 18.2 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 8.00 mm

SABBIA LIMOSA ED ARGILLOSA DEBOLMENTE GHIAIOSA DI COLORE GIALLO-OLIVASTRO.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 752/pdv/16	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 17/11/16	Inizio analisi: 07/11/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 107 del 06/11/16		Apertura campione: 06/11/16	Fine analisi: 07/11/16
COMMITTENTE: ASTRA ENNGINEERING - VIA S. FRANCESCO SAVERIO, 6 GALATINA			
RIFERIMENTO: TORCHIAROLO (BR) - LENDINUSO			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m	3.50 - 4.00
<u>PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE</u>			
Modalità di prova: Norma BS 1377 T15/D			

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale (media delle due misure) = 19.8 kN/m³

SABBIA LIMOSA ED ARGILLOSA DEBOLMENTE GHIAIOSA DI COLORE GIALLO-OLIVASTRO.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 752/ps/16	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 17/11/16	Inizio analisi: 08/11/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 107 del 06/11/16		Apertura campione: 06/11/16	Fine analisi: 08/11/16

COMMITTENTE: ASTRA ENNGINEERING - VIA S. FRANCESCO SAVERIO, 6 GALATINA				
RIFERIMENTO: TORCHIAROLO (BR) - LENDINUSO				
SONDAGGIO: S1		CAMPIONE: C2		PROFONDITA': m 3.50 - 4.00

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = 25.9

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = 25.8

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 27.5 °C

Dimensione massima delle particelle: 8.00 mm

Disaerazione eseguita per bollitura

SABBIA LIMOSA ED ARGILLOSA DEBOLMENTE CHIAROSA DI COLORE GIALLO-OLIVASTRO.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 752/lc/16	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 17/11/16	Inizio analisi: 09/11/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 107 del 06/11/16		Apertura campione: 06/11/16	Fine analisi: 10/11/16

COMMITTENTE: ASTRA ENNGINEERING - VIA S. FRANCESCO SAVERIO, 6 GALATINA				
RIFERIMENTO: TORCHIAROLO (BR) - LENDINUSO				
SONDAGGIO: S1		CAMPIONE: C2		PROFONDITA': m 3.50 - 4.00

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

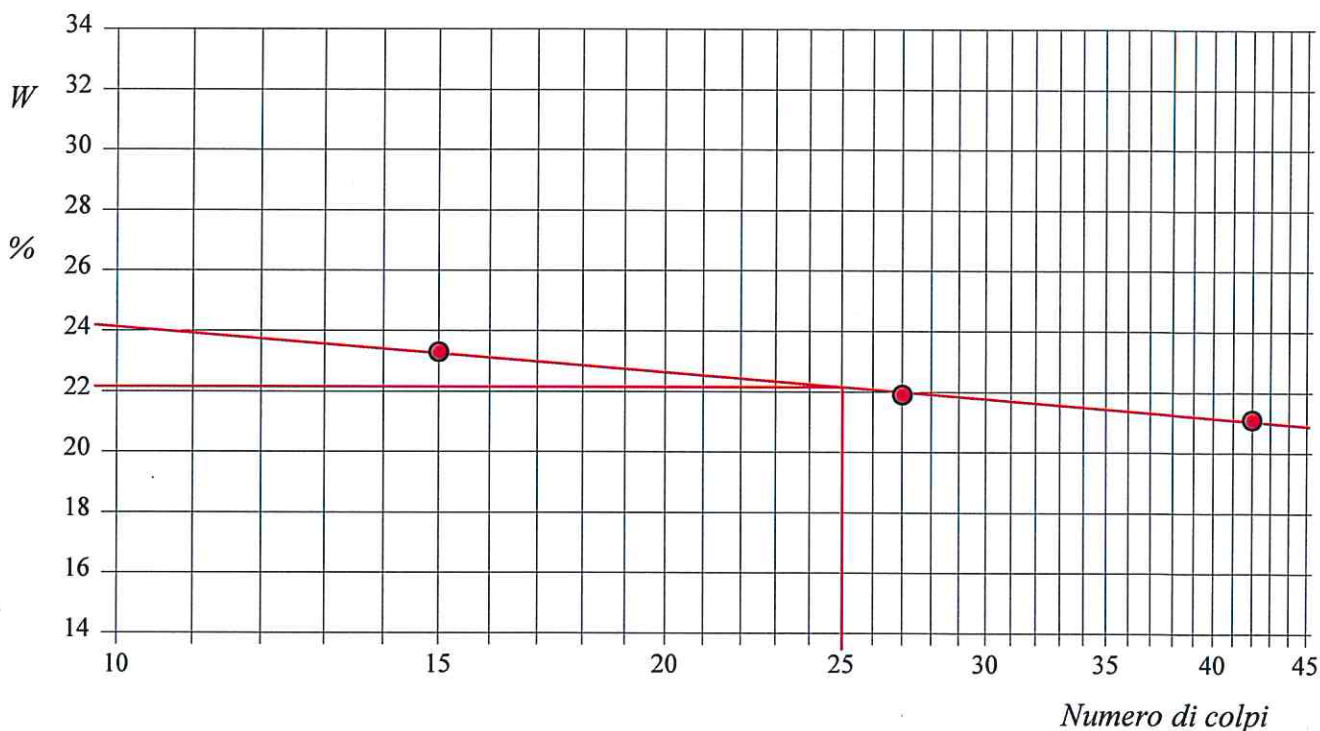
Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità	22.1 %
Limite di plasticità	13.4 %
Indice di plasticità	8.7 %

La prova è stata eseguita sulla frazione
granulometrica passante al setaccio
n° 40 (0.42 mm)

LIMITE DI LIQUIDITA'					LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	15	27	42		Umidità (%)	13.2	13.6
Umidità (%)	23.3	21.9	21.1		Umidità media	13.4	

Determinazione del Limite di liquidità



SABBIA LIMOSA ED ARGILLOSA DEBOLMENTE CHIARA DI COLORE GIALLO-OLIVASTRO.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 752/lc/16	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 17/11/16	Inizio analisi: 09/11/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 107 del 06/11/16		Apertura campione: 06/11/16	Fine analisi: 10/11/16

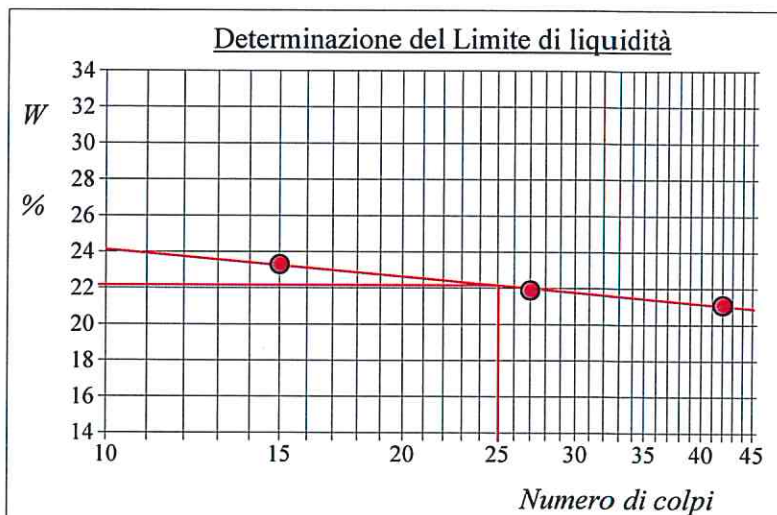
COMMITTENTE: ASTRA ENNGINEERING - VIA S. FRANCESCO SAVERIO, 6 GALATINA				
RIFERIMENTO: TORCHIAROLO (BR) - LENDINUSO				
SONDAGGIO: S1		CAMPIONE: C2		PROFONDITA': m 3.50 - 4.00

ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

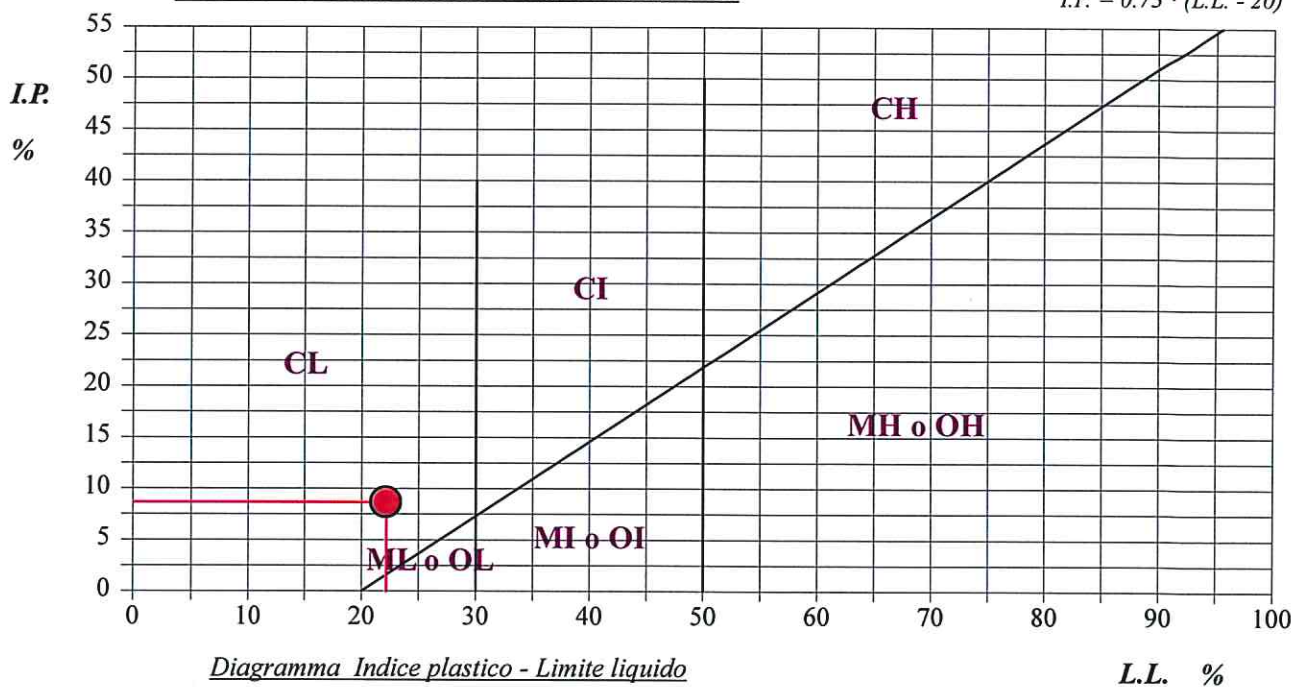
Limite di liquidità	22.1	%
Limite di plasticità	13.4	%
Indice di plasticità	8.7	%
Indice di consistenza	0.45	
Passante al set. n° 40	SI	

C - Argille inorganiche	L - Bassa compressibilità
M - Limi inorganici	I - Media compressibilità
O - Argille e limi organici	H - Alta compressibilità



ABACO DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE

$$I.P. = 0.73 \cdot (L.L. - 20)$$



SABBIA LIMOSA ED ARGILLOSA DEBOLMENTE CHIAIOSA DI COLORE GIALLO-OLIVASTRO.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 752/gr/16	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 17/11/16	Inizio analisi: 06/11/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 107 del 06/11/16		Apertura campione: 06/11/16	Fine analisi: 09/11/16

COMMITTENTE: ASTRA ENNGINEERING - VIA S. FRANCESCO SAVERIO, 6 GALATINA

RIFERIMENTO: TORCHIAROLO (BR) - LENDINUSO

SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C2 PROFONDITA': m 3.50 - 4.00

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO

Classificazione secondo: CNR -UNI 10006

ANALISI GRANULOMETRICA

Passante setaccio 10 (2 mm)	87.7	%
Passante setaccio 40 (0.42 mm)	75.8	%
Passante setaccio 200 (0.075 mm)	26.3	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	22.1	%
Limite di plasticità	13.4	%
Indice di plasticità	8.7	%

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO: A2-4

INDICE DI GRUPPO: 0

Tipi usuali dei materiali principali:

Ghiaia limosa o argillosa e sabbia

SABBIA LIMOSA ED ARGILLOSA DEBOLMENTE GHIAIOSA DI COLORE GIALLO-OLIVASTRO.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 752/Ed/16 **Pagina** 1/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 107 del 06/11/16

DATA DI EMISSIONE: 17/11/16

Inizio analisi: 11/11/16

Apertura campione: 06/11/16

Fine analisi: 15/11/16

COMMITTENTE: ASTRA ENGINEERING - VIA S. FRANCESCO SAVERIO, 6 GALATINA

RIFERIMENTO: TORCHIAROLO (BR) - LENDINUSO

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 3.50 - 4.00

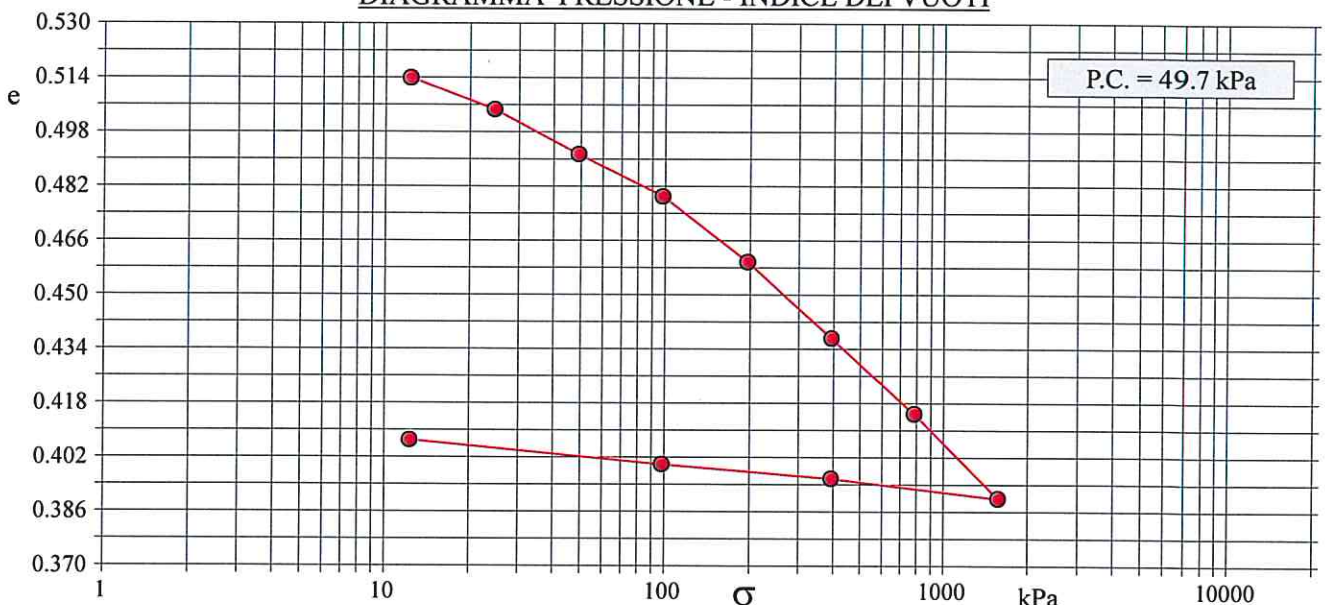
PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

Caratteristiche del campione

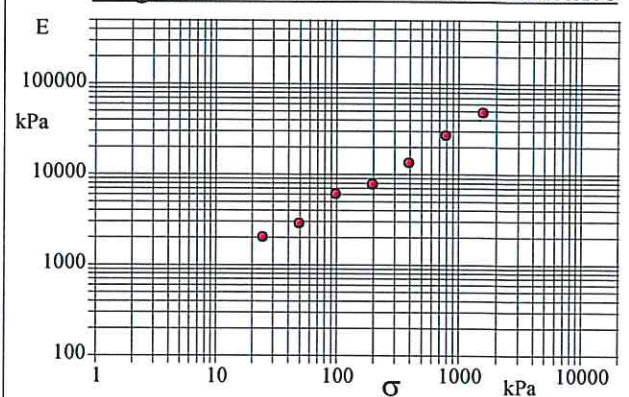
Peso di volume (kN/m³)	19.83	Altezza provino cm	2.00	Indice dei vuoti	0.55
Umidità (%)	18.7	Volume provino (cm³)	39.27	Porosità (%)	35.43
Peso specifico (kN/m³)	25.86	Volume dei vuoti (cm³)	13.91	Saturazione (%)	90.0

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc	Modulo kPa
12.3	45.0	0.514		
24.5	57.0	0.505	0.031	2043
49.0	74.0	0.491	0.044	2884
98.0	90.0	0.479	0.041	6121
196.0	115.0	0.460	0.064	7840
392.0	144.0	0.437	0.075	13517
784.0	172.8	0.415	0.074	27207
1568.0	205.0	0.390	0.083	48721
392.0	197.5	0.396		
98.0	192.1	0.400		
12.3	183.0	0.407		

Diagramma Pressione - Modulo edometrico



SABBIA LIMOSA ED ARGILLOSA DEBOLMENTE GHIAIOSA DI COLORE GIALLO-OLIVASTRO.

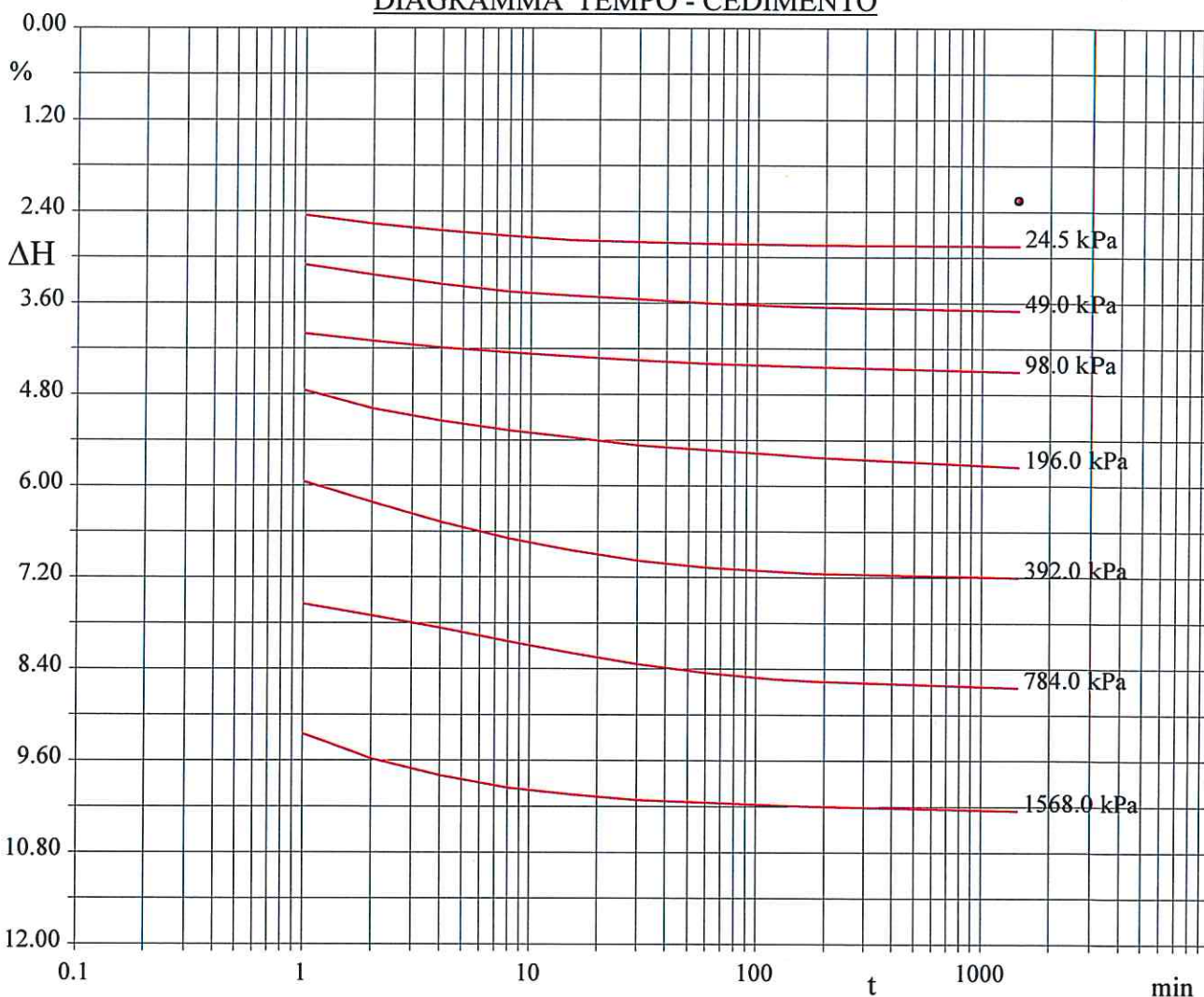
CERTIFICATO DI PROVA N°: 752/Ed/16	Pagina 2/3	DATA DI EMISSIONE: 17/11/16	Inizio analisi: 11/11/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 107 del 06/11/16		Apertura campione: 06/11/16	Fine analisi: 15/11/16

COMMITTENTE: ASTRA ENNGINEERING - VIA S. FRANCESCO SAVERIO, 6 GALATINA				
RIFERIMENTO: TORCHIAROLO (BR) - LENDINUSO				
SONDAGGIO: S1		CAMPIONE: C2		PROFONDITA': m 3.50 - 4.00

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO



Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

CERTIFICATO DI PROVA N°: 752/td/16 Pagina 1/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 107 del 06/11/16

DATA DI EMISSIONE: 17/11/16

Inizio analisi: 11/11/16

Apertura campione: 06/11/16

Fine analisi: 17/11/16

COMMITTENTE: ASTRA ENGINEERING - VIA S. FRANCESCO SAVERIO, 6 GALATINA

RIFERIMENTO: TORCHIAROLO (BR) - LENDINUSO

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 3.50 - 4.00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	98	196	294
Tensione a rottura (kPa):	65	110	169
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	4.50 -0.19	5.00 -0.22	4.50 -0.26
Umidità iniziale e umidità finale (%):	18.0 12.6	18.9 12.2	18.4 12.4
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	19.8 19.8	19.8 19.8	19.8 20.0
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	87.6 70.5	89.9 69.0	88.2 72.4

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Tipo di prova:	Consolidata - lenta
Velocità di deformazione:	0.004 mm / min
Tempo di consolidazione (ore):	24

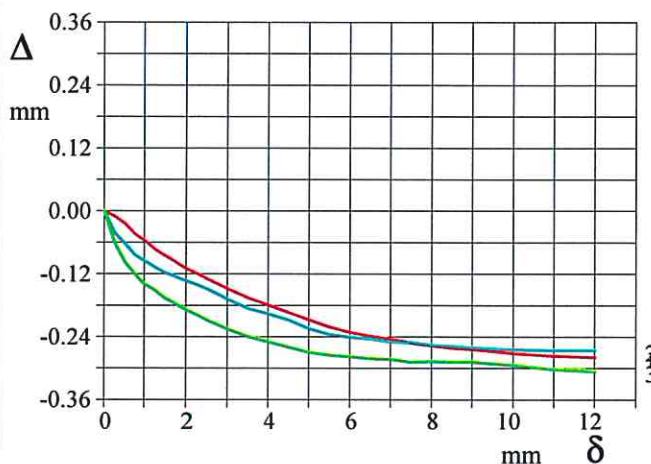
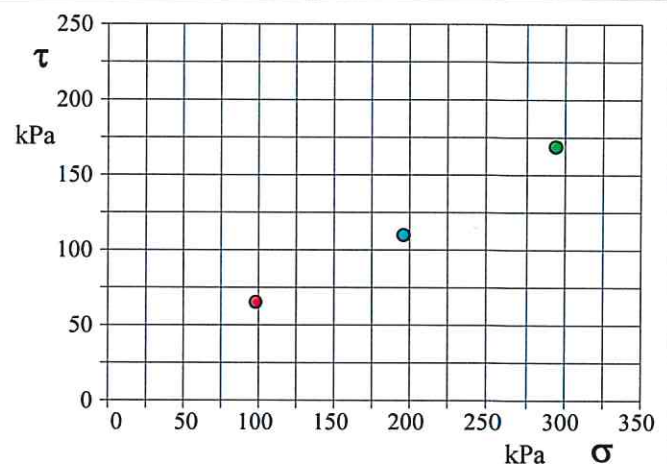


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

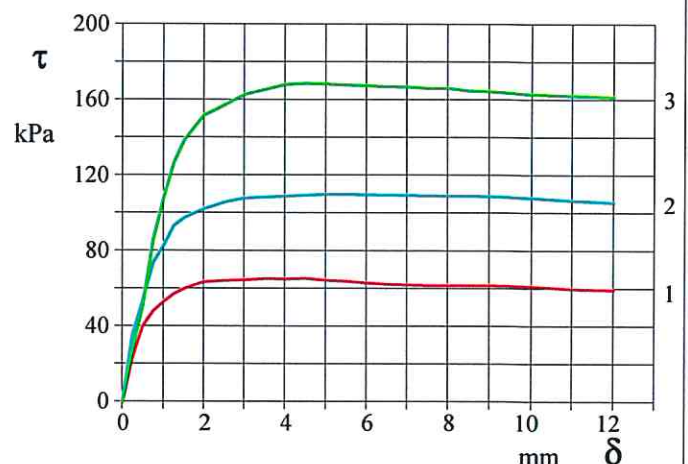


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

SABBIA LIMOSA ED ARGILLOSA DEBOLMENTE GHIAIOSA DI COLORE GIALLO-OLIVASTRO.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 752/td/16	Pagina 2/4	DATA DI EMISSIONE: 17/11/16	Inizio analisi: 11/11/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 107 del 06/11/16		Apertura campione: 06/11/16	Fine analisi: 17/11/16

COMMITTENTE: ASTRA ENNGINEERING - VIA S. FRANCESCO SAVERIO, 6 GALATINA

RIFERIMENTO: TORCHIAROLO (BR) - LENDINUSO

SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m	3.50 - 4.00
---------------	--------------	----------------	-------------

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

[illegible]

CERTIFICATO DI PROVA N°: 752/td/16 Pagina 3/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 107 del 06/11/16

DATA DI EMISSIONE: 17/11/16

Inizio analisi: 11/11/16

Apertura campione: 06/11/16

Fine analisi: 17/11/16

COMMITTENTE: ASTRA ENGINEERING - VIA S. FRANCESCO SAVERIO, 6 GALATINA

RIFERIMENTO: TORCHIAROLO (BR) - LENDINUSO

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 3.50 - 4.00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1

Pressione (kPa)	98
Altezza iniziale (cm)	2.00
Altezza finale (cm)	1.91
Sezione (cm ²)	19.63
T ₅₀ (min)	4.8
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0.021

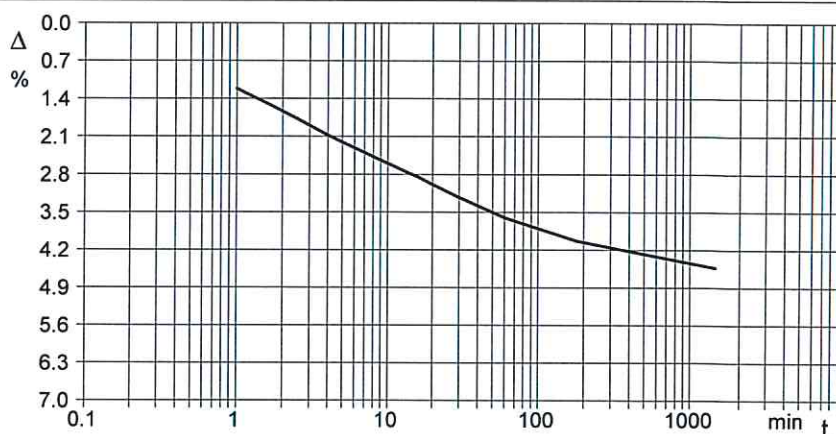


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2

Pressione (kPa)	196
Altezza iniziale (cm)	2.00
Altezza finale (cm)	1.88
Sezione (cm ²)	19.63
T ₅₀ (min)	4.9
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0.020

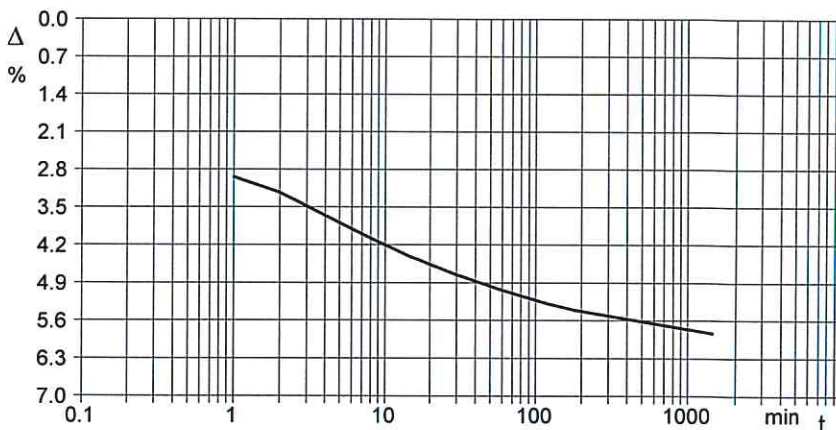
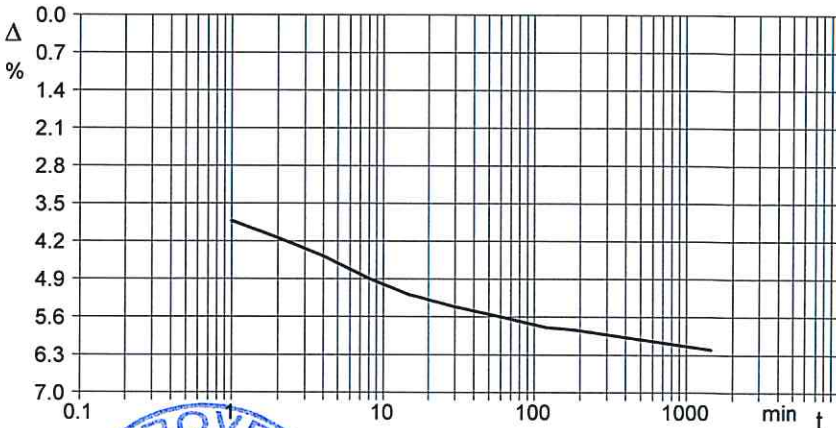


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3

Pressione (kPa)	294
Altezza iniziale (cm)	2.00
Altezza finale (cm)	1.88
Sezione (cm ²)	19.63
T ₅₀ (min)	4.5
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0.022



Vs = Velocità stimata di prova Df = Deformazione a rottura stimata

tf = 50 x T₅₀ Vs = Df / tf

CERTIFICATO DI PROVA N°: 752/td/16	Pagina 4/4	DATA DI EMISSIONE: 17/11/16	Inizio analisi: 11/11/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 107 del 06/11/16		Apertura campione: 06/11/16	Fine analisi: 17/11/16

COMMITTENTE: ASTRA ENGINEERING - VIA S. FRANCESCO SAVERIO, 6 GALATINA

RIFERIMENTO: TORCHIAROLO (BR) - LENDINUSO

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 3.50 - 4.00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

[illegible]

COMMITTENTE: ASTRA ENGINEERING - VIA S. FRANCESCO SAVERIO, 6 GALATINA

RIFERIMENTO: TORCHIAROLO (BR) - LENDINUSO

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 3.50 - 4.00

CLASSIFICA BASATA SULLA GRANULOMETRIA

Classifica A.G.I.

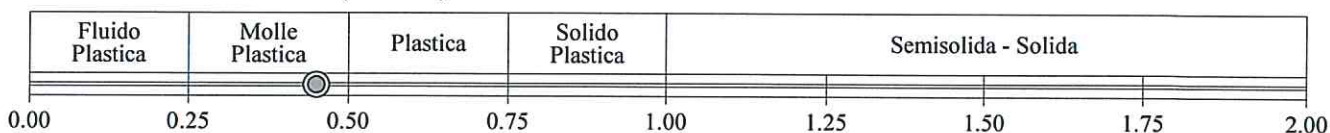
Sabbia limosa e argillosa debolmente ghiaiosa

CLASSIFICHE BASATE SUI LIMITI DI CONSISTENZA

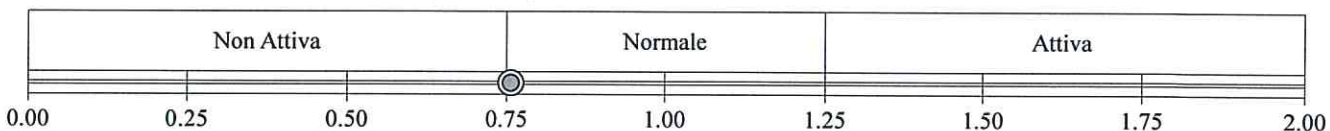
Abaco di plasticità di Casagrande

CL - Argille inorganiche a bassa compressibilità

I.C. = Indice di consistenza = $(LL - W_n) / IP = 0.45$

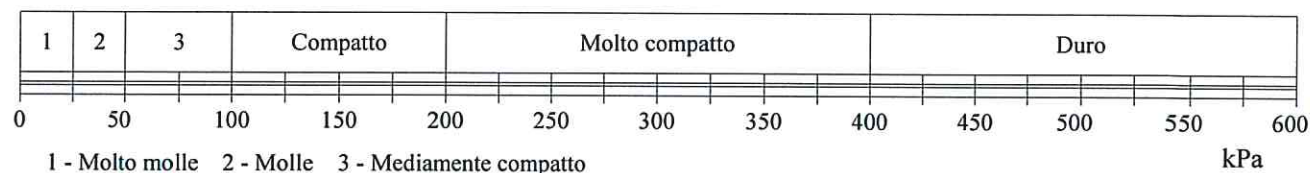


A = Attività (Skempton) = IP / CF (clay fraction) = 0.76



CLASSIFICA BASATA SULLA COESIONE NON DRENATA

Coesione non drenata =

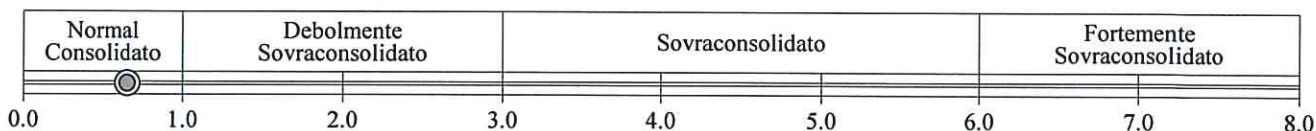


CLASSIFICA BASATA SULLA PRECONSOLIDAZIONE

Pressione del campione in sito (kPa) = 75.8

Pressione di preconsolidazione [da Prova Edometrica] (kPa) = 49.7

O.C.R. (Over Consolidation Ratio) = 0.66



SABBIA LIMOSA ED ARGILLOSA DEBOLMENTE GHIAIOSA DI COLORE GIALLO-OLIVASTRO.

COMMITTENTE: ASTRA ENGINEERING - VIA S. FRANCESCO SAVERIO, 6 GALATINA

RIFERIMENTO: TORCHIAROLO (BR) - LENDINUSO

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 4.50 - 5.00

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	21.2	%
Peso di volume	19.8	kN/m ³
Peso di volume secco	16.3	kN/m ³
Peso di volume saturo	20.0	kN/m ³
Peso specifico	25.9	kN/m ³
Indice dei vuoti	0.585	
Porosità	36.9	%
Grado di saturazione	95.7	%
Limite di liquidità	27.9	%
Limite di plasticità	18.2	%
Indice di plasticità	9.7	%
Indice di consistenza	0.69	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00	A2-4	I.G. = 0

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	65.8	%
Limo	11.6	%
Argilla	22.6	%
D 10		mm
D 50	0.102413	mm
D 60	0.124798	mm
D 90	0.225824	mm
Passante set. 10	98.8	%
Passante set. 42	97.4	%
Passante set. 200	34.2	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ Rim	kPa
c_u	kPa	c_u Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c	10.4	kPa	ϕ 26.5 °
c Res		kPa	ϕ Res °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	c_d	kPa	ϕ_d °
C.U.	c'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu} °
	c_{cu}	kPa	ϕ_{cu} °
U.U.	c_u	kPa	ϕ_u °

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
12.3 ÷ 24.5	1634	0.001447	8.68E-08
24.5 ÷ 49.0	2672	0.001390	5.10E-08
49.0 ÷ 98.0	4324	0.001525	3.46E-08
98.0 ÷ 196.0	7475	0.001355	1.78E-08
196.0 ÷ 392.0	13163	0.001157	8.62E-09
392.0 ÷ 784.0	25455	0.000890	3.43E-09
784.0 ÷ 1568.0	50256	0.001119	2.18E-09

SABBIA ARGILLOSA E LIMOSA DI COLORE GIALLASTRO.

Rif. Munsell 5Y 7/8

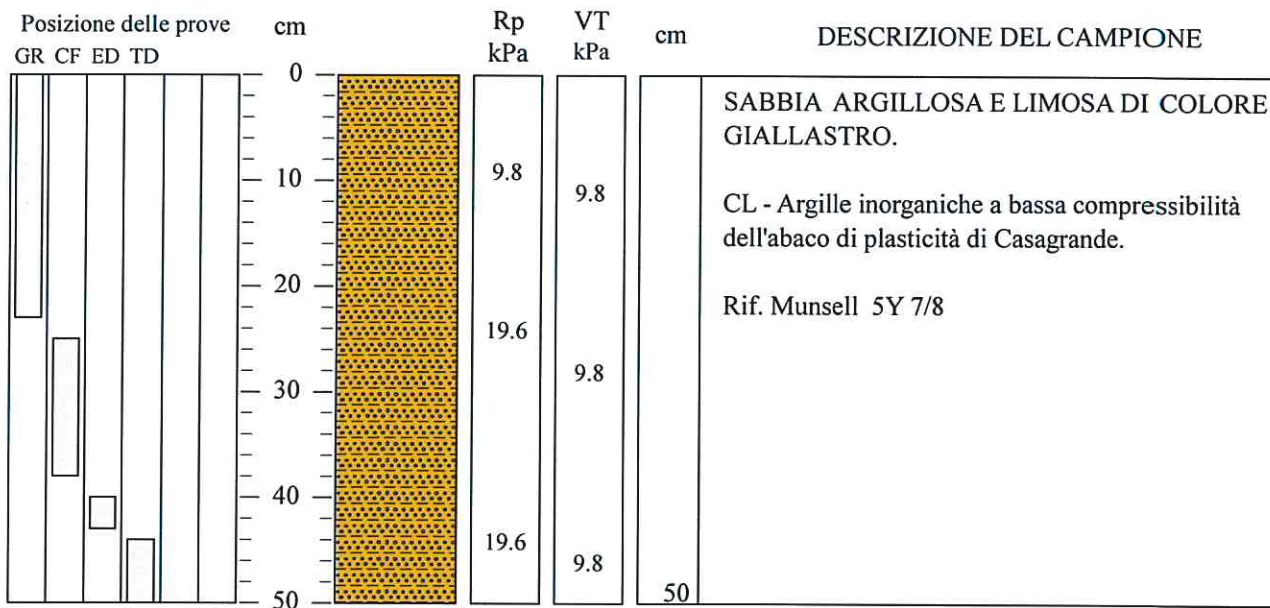
COMMITTENTE: ASTRA ENNGINEERING - VIA S. FRANCESCO SAVERIO, 6 GALATINA

RIFERIMENTO: TORCHIAROLO (BR) - LENDINUSO

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 4.50 - 5.00



TIPO DI CAMPIONE

- ☒ Cilindrico
☐ Cubico
☐ Massivo

QUALITÀ DEL CAMPIONE

- ☒ Q5 (Ottima)
☐ Q4 (Buona)
☐ Q3 (Sufficiente)
☐ Q2 (Insufficiente)
☐ Q1 (Pessima)

SABBIA ARGILLOSA E LIMOSA DI COLORE GIALLASTRO.

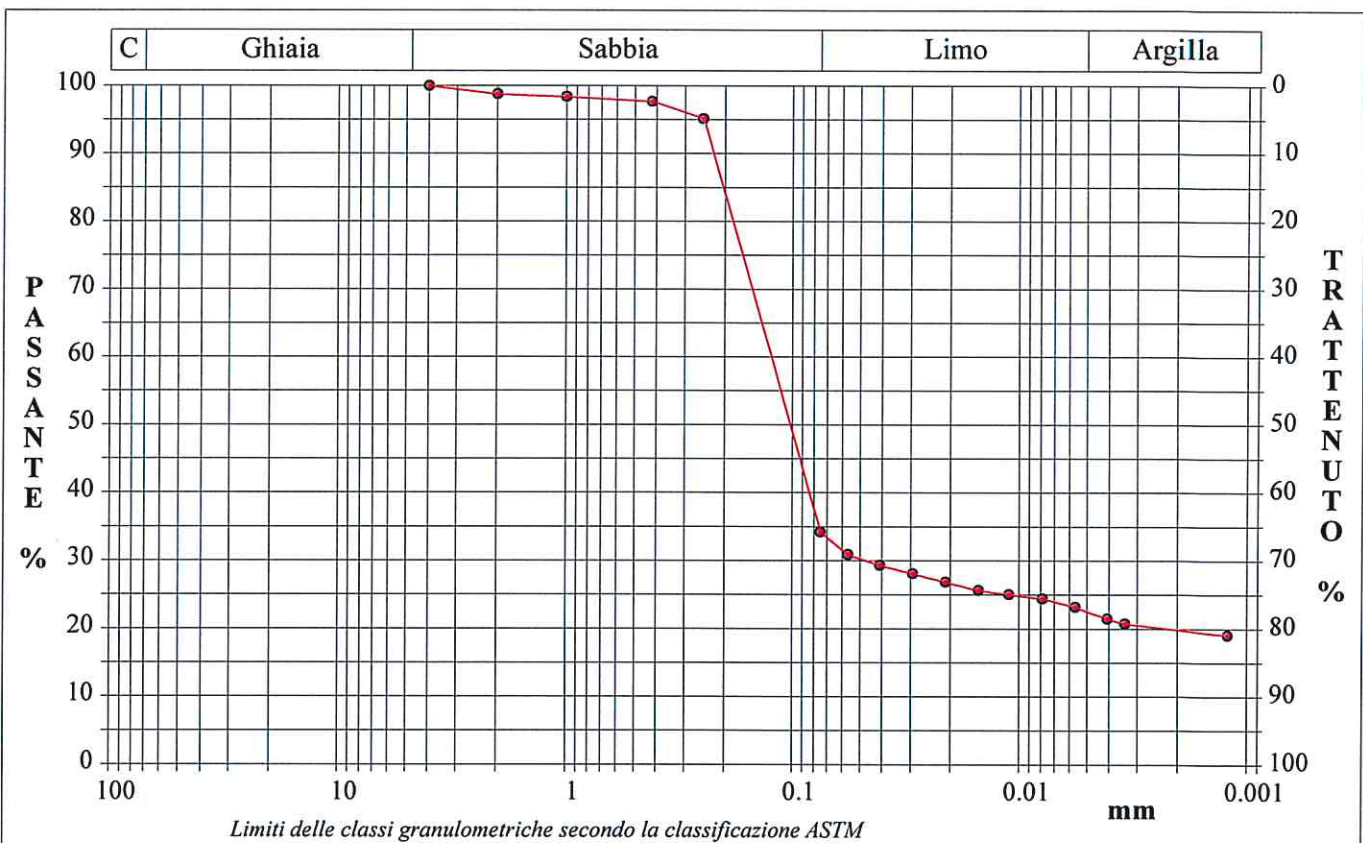
CERTIFICATO DI PROVA N°: 753/Gr/16	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 17/11/16	Inizio analisi: 06/11/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 107 del 06/11/16		Apertura campione: 06/11/16	Fine analisi: 09/11/16

COMMITTENTE: ASTRA ENNGINEERING - VIA S. FRANCESCO SAVERIO, 6 GALATINA				
RIFERIMENTO: TORCHIAROLO (BR) - LENDINUSO				
SONDAGGIO: S2		CAMPIONE: C2		PROFONDITA': m 4.50 - 5.00

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	0.0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	98.8 %	D10	---	mm
Sabbia	65.8 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	97.4 %	D30	0.04693	mm
Limo	11.6 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	34.2 %	D50	0.10241	mm
Argilla	22.6 %			D60	0.12480	mm
Coefficiente di uniformità	---	Coefficiente di curvatura	---	D90	0.22582	mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
4.0000	100.00	0.0750	34.24	0.0151	25.67	0.0034	20.78		
2.0000	98.79	0.0568	30.92	0.0111	25.06	0.0012	19.07		
1.0000	98.40	0.0409	29.34	0.0079	24.45				
0.4200	97.69	0.0294	28.11	0.0057	23.22				
0.2500	95.14	0.0211	26.89	0.0041	21.51				

SABBIA ARGILLOSA E LIMOSA DI COLORE GIALLASTRO

CERTIFICATO DI PROVA N°: 753/Gr/16 Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 17/11/16	Inizio analisi: 06/11/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 107 del 06/11/16	Apertura campione: 06/11/16	Fine analisi: 09/11/16

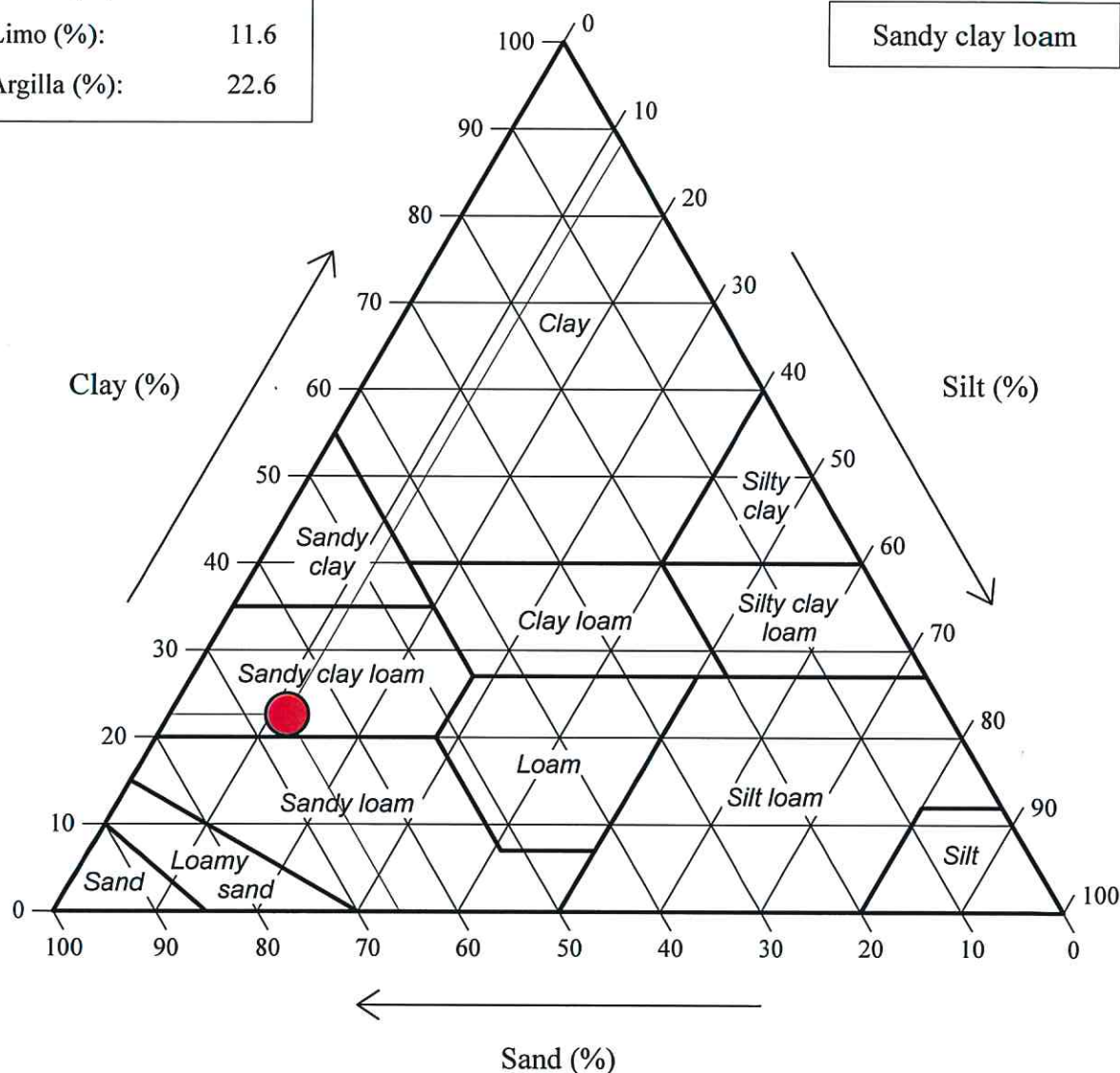
COMMITTENTE: ASTRA ENGINEERING - VIA S. FRANCESCO SAVERIO, 6 GALATINA
RIFERIMENTO: TORCHIAROLO (BR) - LENDINUSO
SONDAGGIO: S2 CAMPIONE: C2 PROFONDITA': m 4.50 - 5.00

ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Sabbia (%): 65.8
Limo (%): 11.6
Argilla (%): 22.6

Sandy clay loam



SABBIA ARGILLOSA E LIMOSA DI COLORE GIALLASTRO.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 753/u/16	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 17/11/16	Inizio analisi: 08/11/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 107 del 06/11/16		Apertura campione: 06/11/16	Fine analisi: 09/11/16

COMMITTENTE: ASTRA ENNGINEERING - VIA S. FRANCESCO SAVERIO, 6 GALATINA				
RIFERIMENTO: TORCHIAROLO (BR) - LENDINUSO				
SONDAGGIO: S2		CAMPIONE: C2		PROFONDITA': m 4.50 - 5.00

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

W_n = contenuto d'acqua allo stato naturale (media delle tre misure) = 21.2 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 2.00 mm

SABBIA ARGILLOSA E LIMOSA DI COLORE GIALLASTRO.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 753/Pdv/16	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 17/11/16	Inizio analisi: 08/11/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 107 del 06/11/16		Apertura campione: 06/11/16	Fine analisi: 08/11/16
COMMITTENTE: ASTRA ENGINEERING - VIA S. FRANCESCO SAVERIO, 6 GALATINA			
RIFERIMENTO: TORCHIAROLO (BR) - LENDINUSO			
SONDAGGIO: S2	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m	4.50 - 5.00
PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE			
Modalità di prova: Norma BS 1377 T15/D			

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale (media delle due misure) = 19.8 kN/m³

SABBIA ARGILLOSA E LIMOSA DI COLORE GIALLASTRO

CERTIFICATO DI PROVA N°: 753/Ps/16	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 17/11/16	Inizio analisi: 09/11/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 107 del 06/11/16		Apertura campione: 06/11/16	Fine analisi: 09/11/16
COMMITTENTE: ASTRA ENGINEERING - VIA S. FRANCESCO SAVERIO, 6 GALATINA			
RIFERIMENTO: TORCHIAROLO (BR) - LENDINUSO			
SONDAGGIO: S2	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 4.50 - 5.00	
<u>PESO SPECIFICO DEI GRANULI</u>			
Modalità di prova: Norma ASTM D 854			

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = 25.9

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = 25.8

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 27.0 °C

Dimensione massima delle particelle: 2.00 mm

Disaerazione eseguita per bollitura

SABBIA ARGILLOSA E LIMOSA DI COLORE GIALLASTRO.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 753/Lc/16	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 17/11/16	Inizio analisi: 10/11/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 107 del 06/11/16		Apertura campione: 06/11/16	Fine analisi: 11/11/16

COMMITTENTE: ASTRA ENGINEERING - VIA S. FRANCESCO SAVERIO, 6 GALATINA				
RIFERIMENTO: TORCHIAROLO (BR) - LENDINUSO				
SONDAGGIO: S2		CAMPIONE: C2		PROFONDITA': m 4.50 - 5.00

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

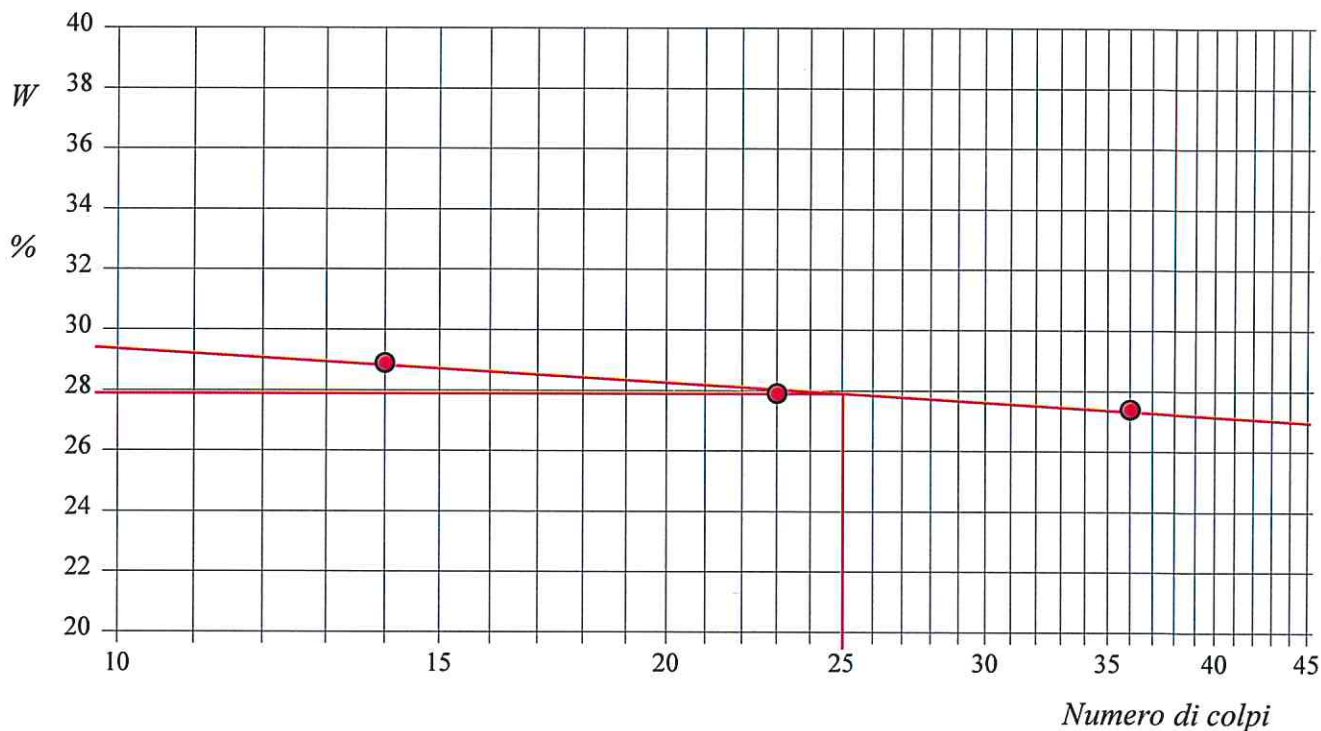
Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità	27.9 %
Limite di plasticità	18.2 %
Indice di plasticità	9.7 %

La prova è stata eseguita sulla frazione
granulometrica passante al setaccio
n° 40 (0.42 mm)

LIMITE DI LIQUIDITA'					LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	14	23	36		Umidità (%)	18.0	18.4
Umidità (%)	28.9	27.9	27.4		Umidità media	18.2	

Determinazione del Limite di liquidità



SABBIA ARGILLOSA E LIMOSA DI COLORE GIALLASTRO

CERTIFICATO DI PROVA N°: 753/Lc/16 Allegato I	DATA DI EMISSIONE: 17/11/16	Inizio analisi: 10/11/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 107 del 06/11/16	Apertura campione: 06/11/16	Fine analisi: 11/11/16

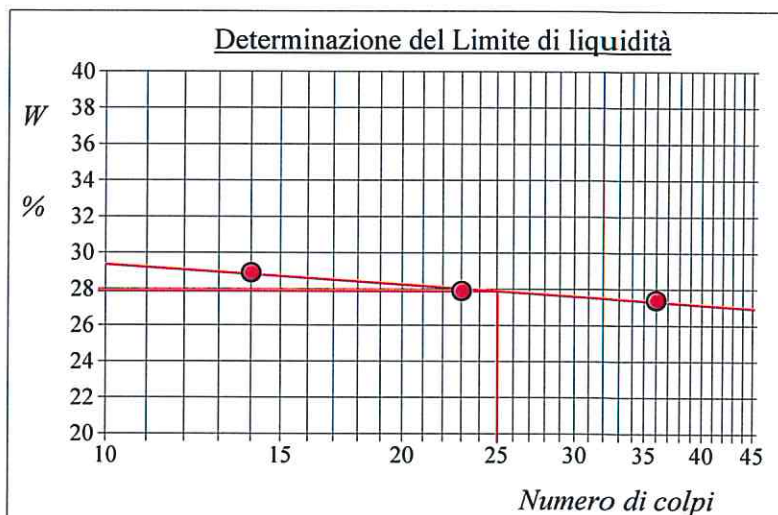
COMMITTENTE: ASTRA ENGINEERING - VIA S. FRANCESCO SAVERIO, 6 GALATINA
RIFERIMENTO: TORCHIAROLO (BR) - LENDINUSO
SONDAGGIO: S2 CAMPIONE: C2 PROFONDITA': m 4.50 - 5.00

ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

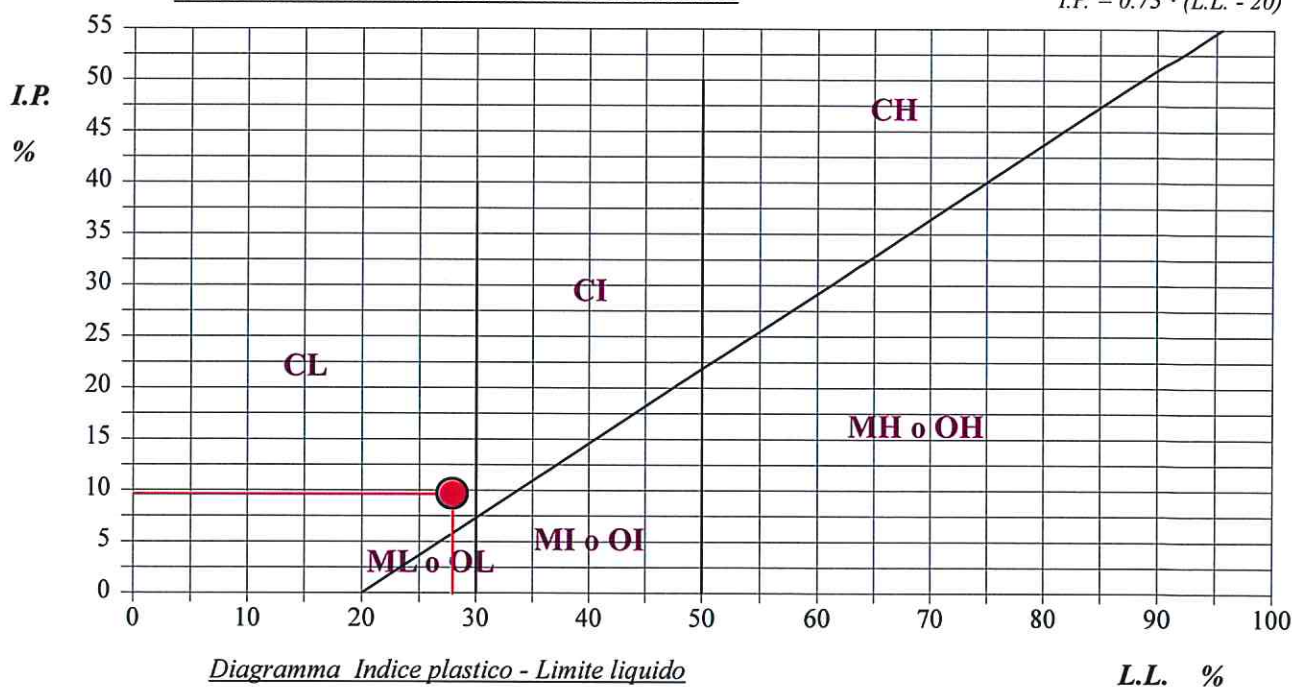
Limite di liquidità	27.9	%
Limite di plasticità	18.2	%
Indice di plasticità	9.7	%
Indice di consistenza	0.69	
Passante al set. n° 40	SI	

C - Argille inorganiche	L - Bassa compressibilità
M - Limi inorganici	I - Media compressibilità
O - Argille e limi organici	H - Alta compressibilità



ABACO DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE

$$I.P. = 0.73 \cdot (L.L. - 20)$$



SABBIA ARGILLOSA E LIMOSA DI COLORE GIALLASTRO.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 753/Gr/16 Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 17/11/16	Inizio analisi: 06/11/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 107 del 06/11/16	Apertura campione: 06/11/16	Fine analisi: 09/11/16

COMMITTENTE: ASTRA ENGINEERING - VIA S. FRANCESCO SAVERIO, 6 GALATINA
RIFERIMENTO: TORCHIAROLO (BR) - LENDINUSO
SONDAGGIO: S2 CAMPIONE: C2 PROFONDITA': m 4.50 - 5.00

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO

Classificazione secondo: CNR -UNI 10006

ANALISI GRANULOMETRICA

LIMITI DI CONSISTENZA

Passante setaccio 10 (2 mm)	98.8 %	Limite di liquidità	27.9 %
Passante setaccio 40 (0.42 mm)	97.4 %	Limite di plasticità	18.2 %
Passante setaccio 200 (0.075 mm)	34.2 %	Indice di plasticità	9.7 %

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO: A2-4

INDICE DI GRUPPO: 0

Tipi usuali dei materiali principali:
Ghiaia limosa o argillosa e sabbia

SABBIA ARGILLOSA E LIMOSA DI COLORE GIALLASTRO.



Tecnico di laboratorio
Dott. Raffaele Corvaglia

Geoprove s.a.s.
Direttore del laboratorio
Dott. Marcello De Donatis

CERTIFICATO DI PROVA N°: 753/Ed/16	Pagina 1/3	DATA DI EMISSIONE: 17/11/16	Inizio analisi: 11/11/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 107 del 06/11/16		Apertura campione: 06/11/16	Fine analisi: 17/11/16

COMMITTENTE: ASTRA ENGINEERING - VIA S. FRANCESCO SAVERIO, 6 GALATINA

RIFERIMENTO: TORCHIAROLO (BR) - LENDINUSO

SONDAGGIO: S2 CAMPIONE: C2 PROFONDITA': m 4.50 - 5.00

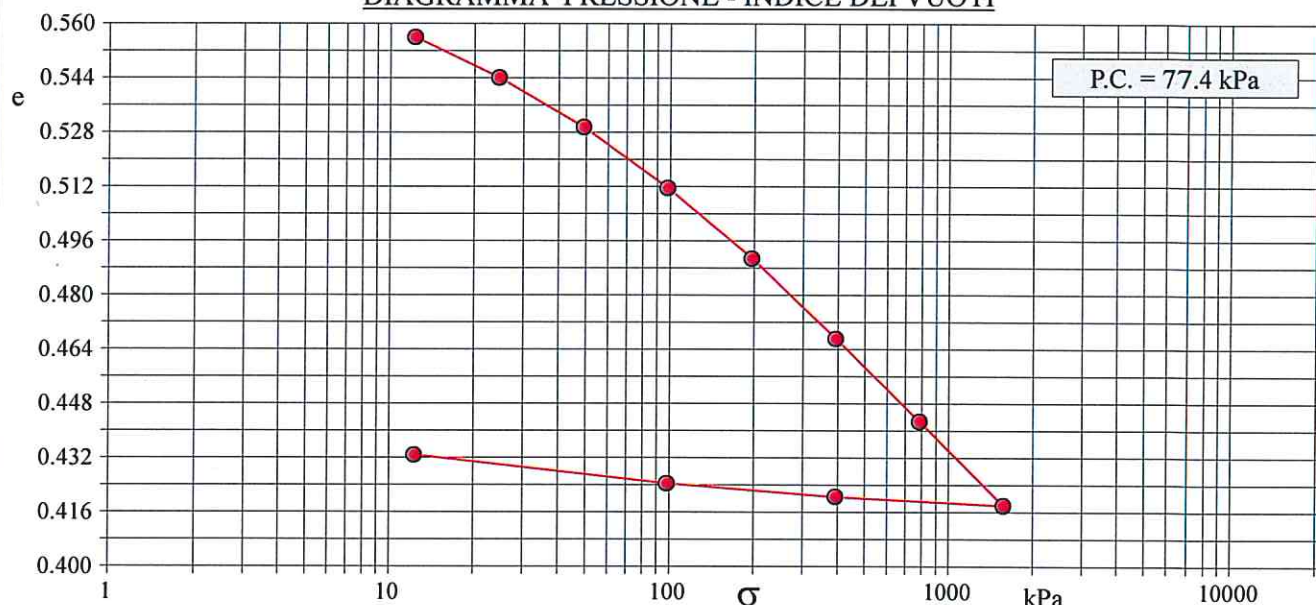
PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

Caratteristiche del campione

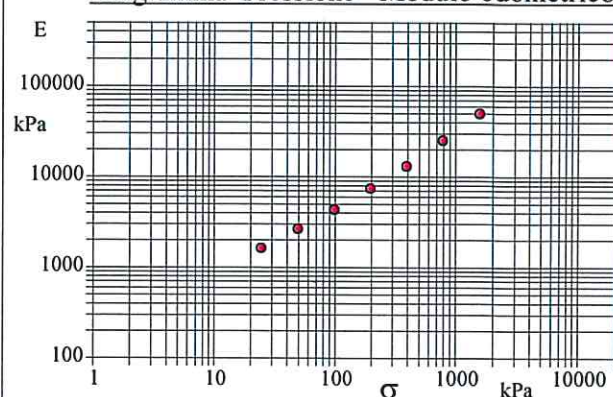
Peso di volume (kN/m³)	19.79	Altezza provino cm	2.00	Indice dei vuoti	0.59
Umidità (%)	21.2	Volume provino (cm³)	39.27	Porosità (%)	36.92
Peso specifico (kN/m³)	25.89	Volume dei vuoti (cm³)	14.50	Saturazione (%)	95.6

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc	Modulo kPa
12.3	37.0	0.556		
24.5	52.0	0.544	0.039	1634
49.0	70.4	0.530	0.048	2672
98.0	93.0	0.512	0.060	4324
196.0	119.2	0.491	0.069	7475
392.0	149.0	0.467	0.078	13163
784.0	179.8	0.443	0.081	25455
1568.0	211.0	0.418	0.082	50256
392.0	207.8	0.421		
98.0	202.9	0.424		
12.3	192.3	0.433		

Diagramma Pressione - Modulo edometrico



SABBIA ARGILLOSA E LIMOSA DI COLORE GIALLASTRO.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 753/Ed/16 Pagina 2/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 107 del 06/11/16

DATA DI EMISSIONE: 17/11/16

Inizio analisi: 11/11/16

Apertura campione: 06/11/16

Fine analisi: 17/11/16

COMMITTENTE: ASTRA ENGINEERING - VIA S. FRANCESCO SAVERIO, 6 GALATINA

RIFERIMENTO: TORCHIAROLO (BR) - LENDINUSO

SONDAGGIO: S2

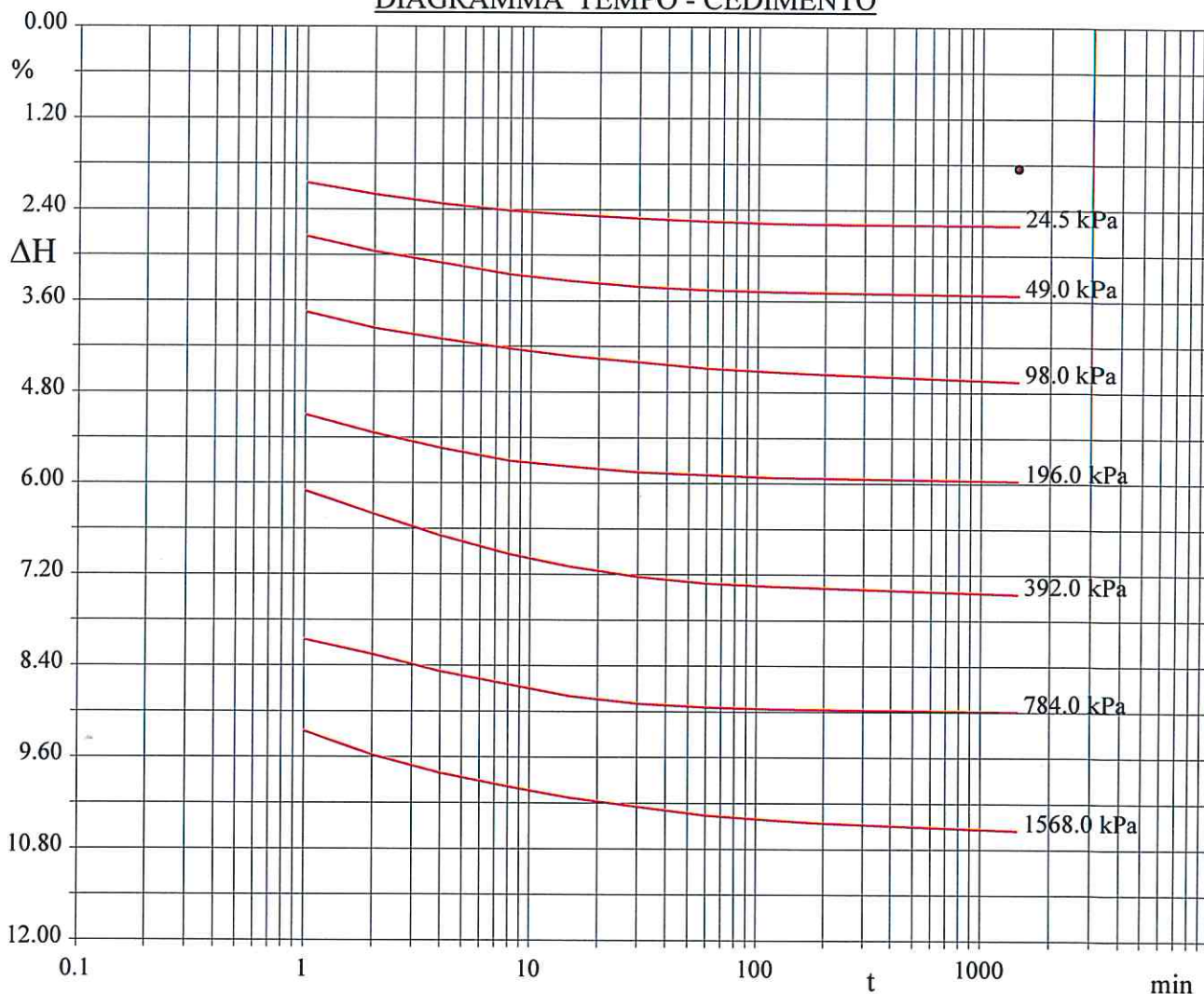
CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 4.50 - 5.00

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO



CERTIFICATO DI PROVA N°: 753/Ed/16	Pagina 3/3	DATA DI EMISSIONE: 17/11/16	Inizio analisi: 11/11/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 107 del 06/11/16		Apertura campione: 06/11/16	Fine analisi: 17/11/16

COMMITTENTE: ASTRA ENNGINEERING - VIA S. FRANCESCO SAVERIO, 6 GALATINA

RIFERIMENTO: TORCHIAROLO (BR) - LENDINUSO

SONDAGGIO: S2 CAMPIONE: C2 PROFONDITA': m 4.50 - 5.00

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

[illegible][illegible]

CERTIFICATO DI PROVA N°: 753/Td/16 Pagina 1/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 107 del 06/11/16

DATA DI EMISSIONE: 17/11/16

Inizio analisi: 11/11/16

Apertura campione: 06/11/16

Fine analisi: 15/11/16

COMMITTENTE: ASTRA ENGINEERING - VIA S. FRANCESCO SAVERIO, 6 GALATINA

RIFERIMENTO: TORCHIAROLO (BR) - LENDINUSO

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 4.50 - 5.00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	98	196	294
Tensione a rottura (kPa):	52	115	150
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	5.00 -0.15	5.00 -0.17	6.00 -0.22
Umidità iniziale e umidità finale (%):	21.8 18.9	21.9 18.8	21.6 18.2
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	19.8 20.2	19.8 20.5	19.8 20.6
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	96.9 95.8	97.1 98.9	96.4 99.2

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Tipo di prova:	Consolidata - lenta
Velocità di deformazione:	0.004 mm / min
Tempo di consolidazione (ore):	24

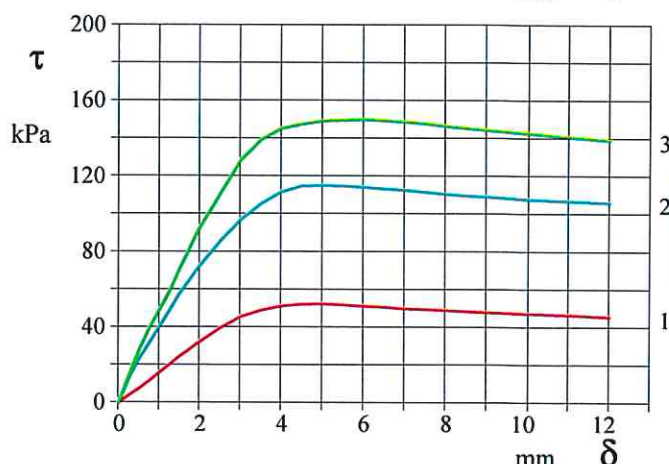
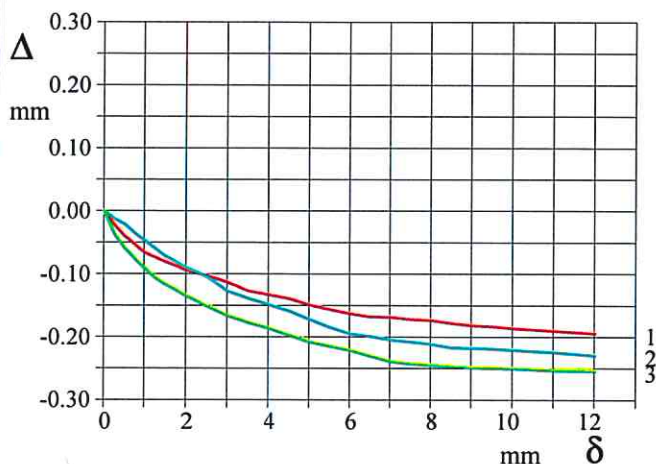
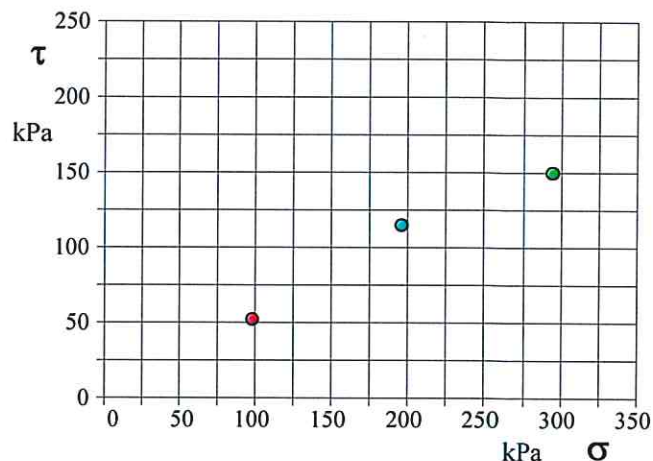


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

SABBIA ARGILLOSA E LIMOSA DI COLORE GIALLASTRO

CERTIFICATO DI PROVA N°: 753/Td/16	Pagina 2/4	DATA DI EMISSIONE: 17/11/16	Inizio analisi: 11/11/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 107 del 06/11/16		Apertura campione: 06/11/16	Fine analisi: 15/11/16

COMMITTENTE: ASTRA ENGINEERING - VIA S. FRANCESCO SAVERIO, 6 GALATINA

RIFERIMENTO: TORCHIAROLO (BR) - LENDINUSO

SONDAGGIO:	S2	CAMPIONE:	C2	PROFONDITA': m	4.50 - 5.00
------------	----	-----------	----	----------------	-------------

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

[illegible]

CERTIFICATO DI PROVA N°: 753/Td/16	Pagina 3/4	DATA DI EMISSIONE: 17/11/16	Inizio analisi: 11/11/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 107 del 06/11/16		Apertura campione: 06/11/16	Fine analisi: 15/11/16

COMMITTENTE: ASTRA ENNGINEERING - VIA S. FRANCESCO SAVERIO, 6 GALATINA				
RIFERIMENTO: TORCHIAROLO (BR) - LENDINUSO				
SONDAGGIO: S2		CAMPIONE: C2		PROFONDITA': m 4.50 - 5.00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	98
Altezza iniziale (cm)	2.00
Altezza finale (cm)	1.91
Sezione (cm ²)	19.63
T ₅₀ (min)	5.2
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0.019

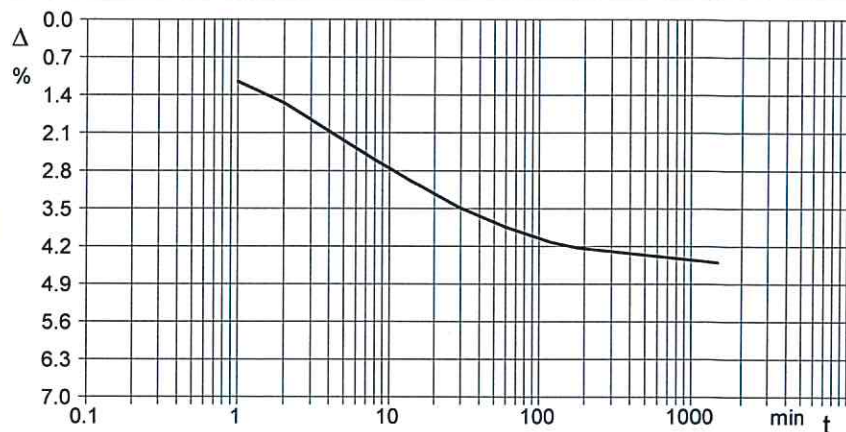


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	196
Altezza iniziale (cm)	2.00
Altezza finale (cm)	1.88
Sezione (cm ²)	19.63
T ₅₀ (min)	9.4
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0.011

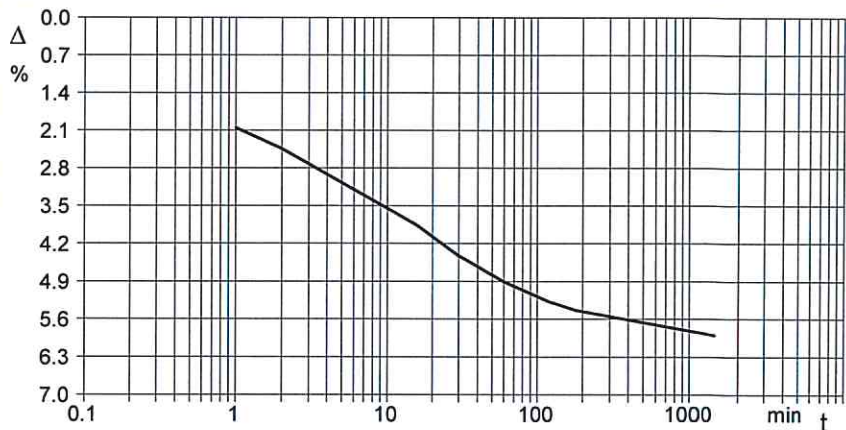
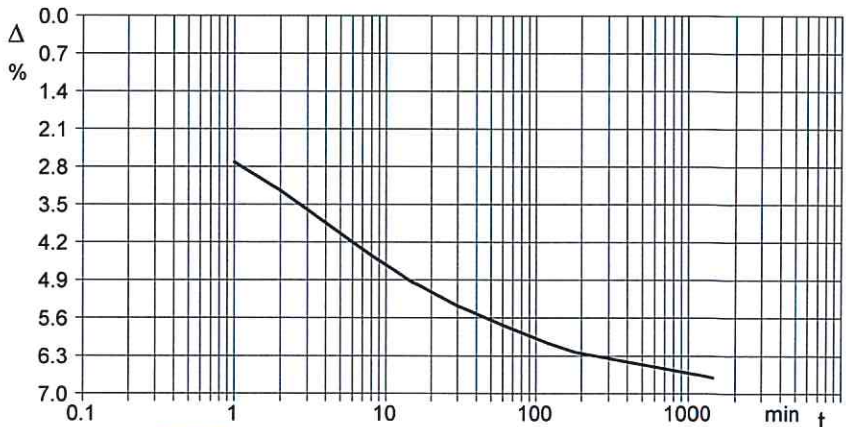


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	294
Altezza iniziale (cm)	2.00
Altezza finale (cm)	1.87
Sezione (cm ²)	19.63
T ₅₀ (min)	4.3
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0.023



Vs = Velocità stimata di prova Df = Deformazione a rottura stimata

tf = 50 x T₅₀ Vs = Df / tf

CERTIFICATO DI PROVA N°: 753/Td/16 Pagina 4/4	DATA DI EMISSIONE: 17/11/16	Inizio analisi: 11/11/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 107 del 06/11/16	Apertura campione: 06/11/16	Fine analisi: 15/11/16

COMMITTENTE: ASTRA ENNGINEERING - VIA S. FRANCESCO SAVERIO, 6 GALATINA				
RIFERIMENTO: TORCHIAROLO (BR) - LENDINUSO				
SONDAGGIO: S2	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m	4.50 - 5.00	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

[illegible]

COMMITTENTE: ASTRA ENGINEERING - VIA S. FRANCESCO SAVERIO, 6 GALATINA

RIFERIMENTO: TORCHIAROLO (BR) - LENDINUSO

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 4.50 - 5.00

CLASSIFICA BASATA SULLA GRANULOMETRIA

Classifica A.G.I.

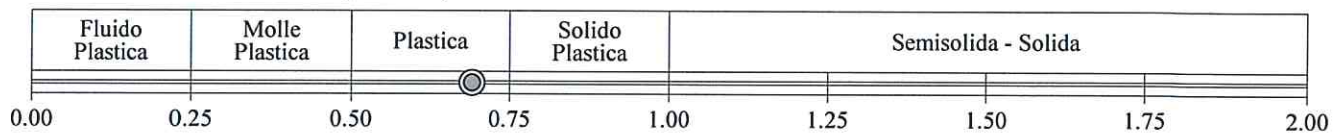
Sabbia argillosa e limosa

CLASSIFICHE BASATE SUI LIMITI DI CONSISTENZA

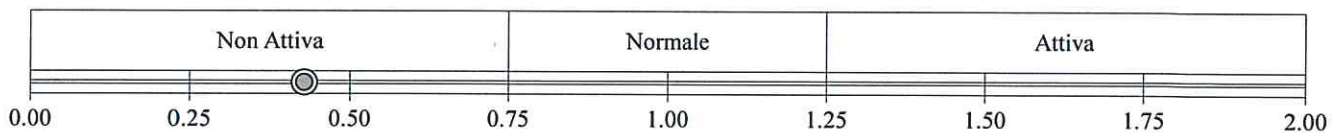
Abaco di plasticità di Casagrande

CL - Argille inorganiche a bassa compressibilità

I.C. = Indice di consistenza = $(LL - W_n) / IP = 0.69$

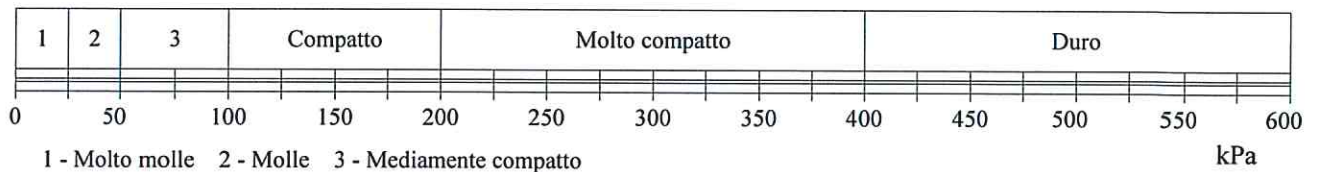


A = Attività (Skempton) = IP / CF (clay fraction) = 0.43



CLASSIFICA BASATA SULLA COESIONE NON DRENATA

Coesione non drenata =

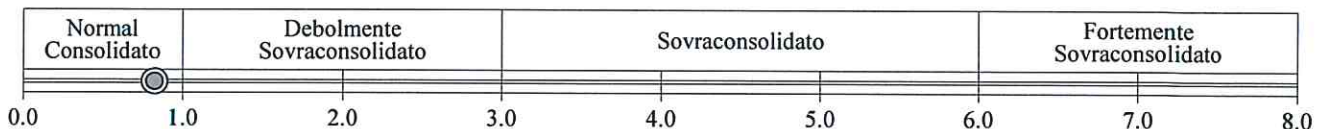


CLASSIFICA BASATA SULLA PRECONSOLIDAZIONE

Pressione del campione in sito (kPa) = 93.2

Pressione di preconsolidazione [da Prova Edometrica] (kPa) = 77.4

O.C.R. (Over Consolidation Ratio) = 0.83



SABBIA ARGILLOSA E LIMOSA DI COLORE GIALLASTRO.

COMMITTENTE: ASTRA ENNGINEERING - VIA S. FRANCESCO SAVERIO, 6 GALATINA

RIFERIMENTO: TORCHIAROLO (BR) - LENDINUSO

SONDAGGIO: S3 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 4.50 - 5.00

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	19.7	%
Peso di volume	19.3	kN/m ³
Peso di volume secco	16.1	kN/m ³
Peso di volume saturo	19.8	kN/m ³
Peso specifico	25.8	kN/m ³
Indice dei vuoti	0.603	
Porosità	37.6	%
Grado di saturazione	86.1	%
Limite di liquidità	27.2	%
Limite di plasticità	17.6	%
Indice di plasticità	9.6	%
Indice di consistenza	0.78	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00	A4	I.G. = 1

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	61.2	%
Limo	22.8	%
Argilla	16.0	%
D 10	0.001452	mm
D 50	0.113329	mm
D 60	0.163678	mm
D 90	0.679093	mm
Passante set. 10	98.3	%
Passante set. 42	81.9	%
Passante set. 200	38.8	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ Rim	kPa
c_u	kPa	c_u Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c	9.5	kPa	ϕ 27.1 °
c Res		kPa	ϕ Res °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	c_d	kPa	ϕ_d °
C.U.	c'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu} °
	c_{cu}	kPa	ϕ_{cu} °
U.U.	c_u	kPa	ϕ_u °

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec
12.3 ÷ 24.5	2043	0.001805	8.66E-08
24.5 ÷ 49.0	3269	0.001351	4.05E-08
49.0 ÷ 98.0	4664	0.001100	2.31E-08
98.0 ÷ 196.0	8909	0.001203	1.32E-08
196.0 ÷ 392.0	12250	0.001360	1.09E-08
392.0 ÷ 784.0	23059	0.001254	5.33E-09
784.0 ÷ 1568.0	50581	0.001920	3.72E-09

SABBIA LIMOSA ED ARGILLOSA DI COLORE GIALLASTRO.

Rif. Munsell 5Y 7/8

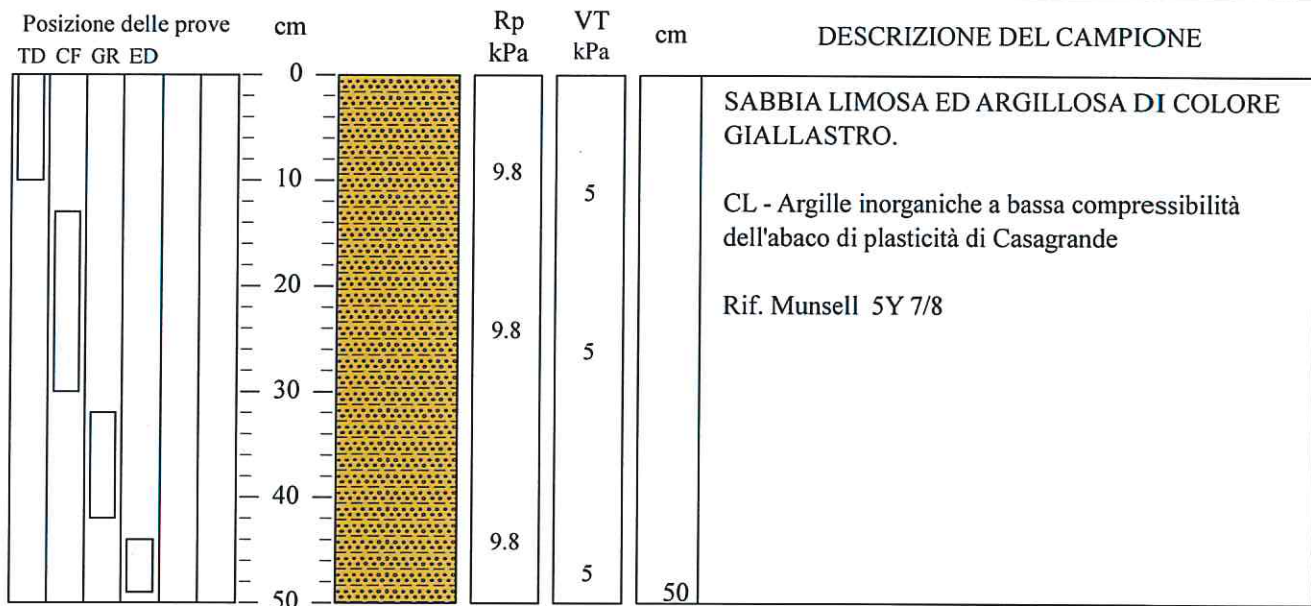
COMMITTENTE: ASTRA ENNGINEERING - VIA S. FRANCESCO SAVERIO, 6 GALATINA

RIFERIMENTO: TORCHIAROLO (BR) - LENDINUSO

SONDAGGIO: S3

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4.50 - 5.00



TIPO DI CAMPIONE

- ☒ Cilindrico
☐ Cubico
☐ Massivo

QUALITÀ DEL CAMPIONE

- ☒ Q5 (Ottima)
☐ Q4 (Buona)
☐ Q3 (Sufficiente)
☐ Q2 (Insufficiente)
☐ Q1 (Pessima)

SABBIA LIMOSA ED ARGILLOSA DI COLORE GIALLASTRO.

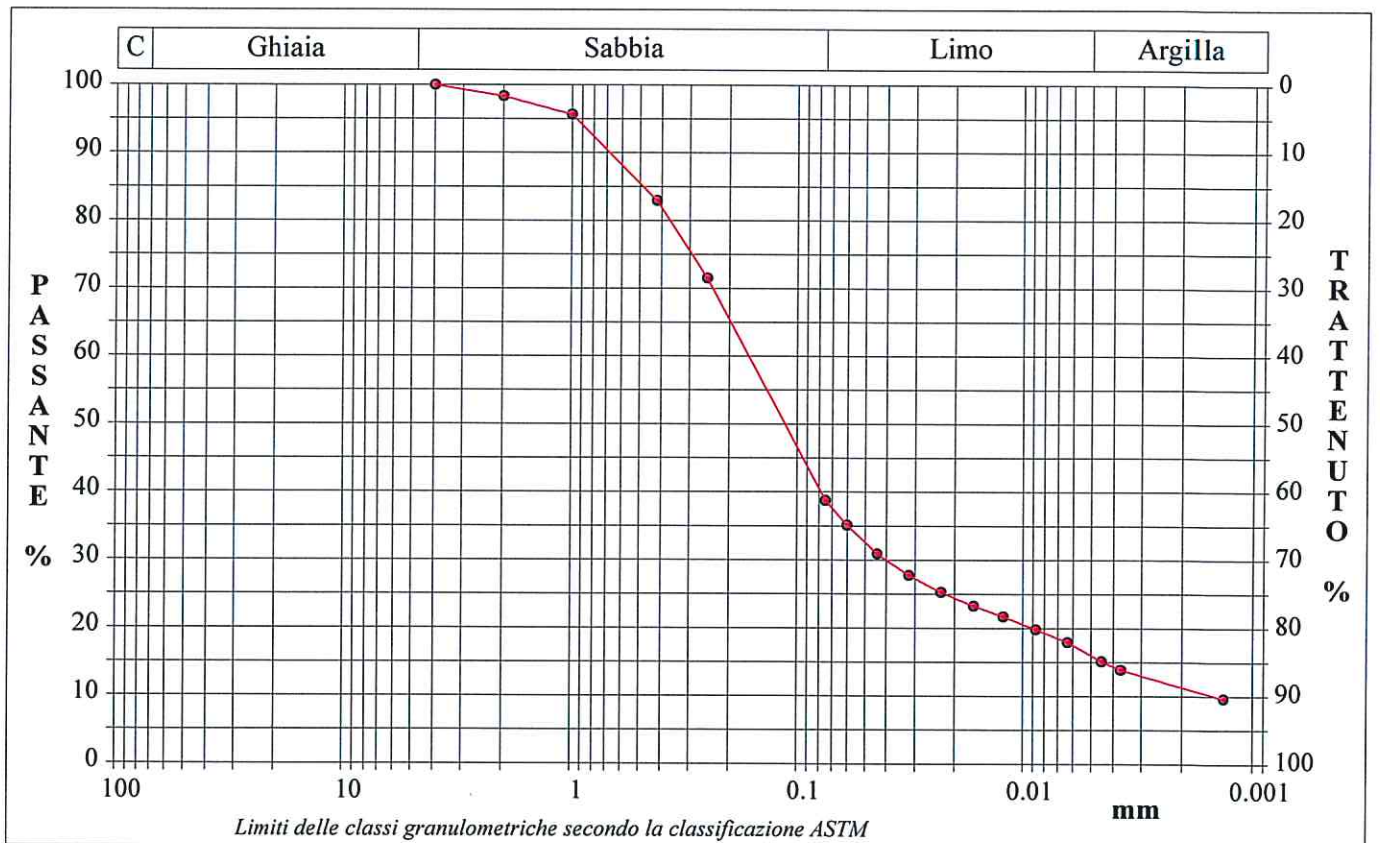
CERTIFICATO DI PROVA N°: 754/gr/16	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 17/11/16	Inizio analisi: 06/11/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 107 del 06/11/16		Apertura campione: 06/11/16	Fine analisi: 09/11/16

COMMITTENTE: ASTRA ENNGINEERING - VIA S. FRANCESCO SAVERIO, 6 GALATINA			
RIFERIMENTO: TORCHIAROLO (BR) - LENDINUSO			
SONDAGGIO: S3	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	4.50 - 5.00

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	0.0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	98.3 %	D10	0.00145 mm
Sabbia	61.2 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	81.9 %	D30	0.04006 mm
Limo	22.8 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	38.8 %	D50	0.11333 mm
Argilla	16.0 %			D60	0.16368 mm
Coefficiente di uniformità	112.72	Coefficiente di curvatura	6.75	D90	0.67909 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
4.0000	100.00	0.0750	38.77	0.0165	23.28	0.0037	13.90		
2.0000	98.34	0.0602	35.15	0.0122	21.72	0.0013	9.69		
1.0000	95.68	0.0441	30.93	0.0087	19.84				
0.4200	82.95	0.0320	27.81	0.0063	17.97				
0.2500	71.52	0.0230	25.31	0.0045	15.15				

SABBIA LIMOSA ED ARGILLOSA DI COLORE GIALLASTRO.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 754/gr/16 Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 17/11/16	Inizio analisi: 06/11/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 107 del 06/11/16	Apertura campione: 06/11/16	Fine analisi: 09/11/16

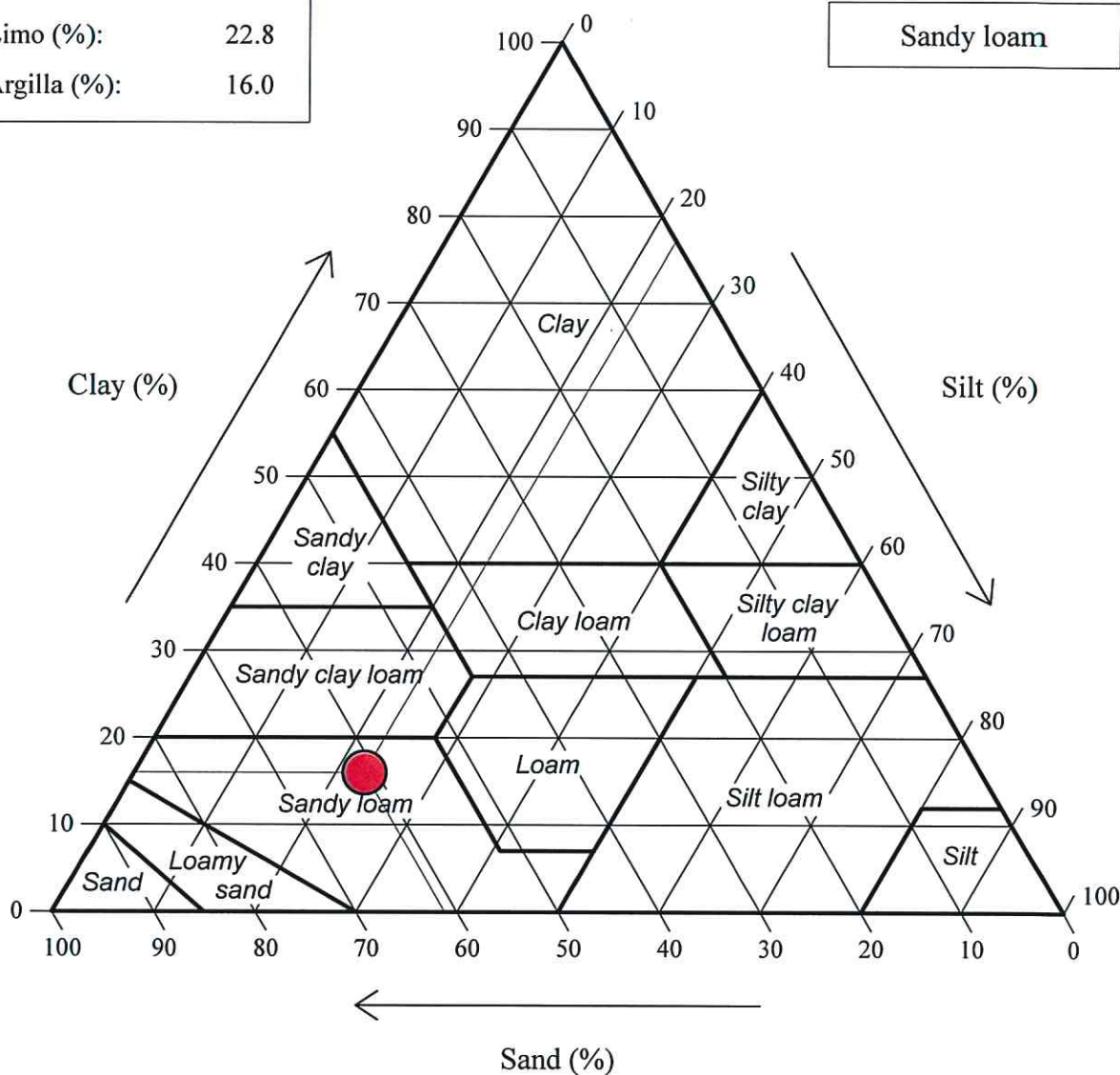
COMMITTENTE: ASTRA ENGINEERING - VIA S. FRANCESCO SAVERIO, 6 GALATINA
RIFERIMENTO: TORCHIAROLO (BR) - LENDINUSO
SONDAGGIO: S3 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 4.50 - 5.00

ANALISI GRANULOMETRICA - GRAFICO TRIANGOLARE

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Sabbia (%): 61.2
Limo (%): 22.8
Argilla (%): 16.0

Sandy loam



SABBIA LIMOSA ED ARGILLOSA DI COLORE GIALLASTRO.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 754/u/16	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 17/11/16	Inizio analisi: 08/11/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 107 del 06/11/16		Apertura campione: 06/11/16	Fine analisi: 09/11/16

COMMITTENTE: ASTRA ENNGINEERING - VIA S. FRANCESCO SAVERIO, 6 GALATINA				
RIFERIMENTO: TORCHIAROLO (BR) - LENDINUSO				
SONDAGGIO: S3		CAMPIONE: C1		PROFONDITA': m 4.50 - 5.00

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale (media delle tre misure) = 19.7 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo

☐ Stratificato

☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 4.00 mm

SABBIA LIMOSA ED ARGILLOSA DI COLORE GIALLASTRO.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 754/pdv/16	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 17/11/16	Inizio analisi: 08/11/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 107 del 06/11/16		Apertura campione: 06/11/16	Fine analisi: 08/11/16
COMMITTENTE: ASTRA ENGINEERING - VIA S. FRANCESCO SAVERIO, 6 GALATINA			
RIFERIMENTO: TORCHIAROLO (BR) - LENDINUSO			
SONDAGGIO: S3	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 4.50 - 5.00	
<u>PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE</u>			
Modalità di prova: Norma BS 1377 T15/D			

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale (media delle due misure) = 19.3 kN/m³

SABBIA LIMOSA ED ARGILLOSA DI COLORE GIALLASTRO.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 754/ps/16	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 17/11/16	Inizio analisi: 09/11/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 107 del 06/11/16		Apertura campione: 06/11/16	Fine analisi: 09/11/16

COMMITTENTE: ASTRA ENGINEERING - VIA S. FRANCESCO SAVERIO, 6 GALATINA			
RIFERIMENTO: TORCHIAROLO (BR) - LENDINUSO			
SONDAGGIO: S3		CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 4.50 - 5.00
<u>PESO SPECIFICO DEI GRANULI</u>			
Modalità di prova: Norma ASTM D 854			

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = 25.8

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = 25.8

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 29.0 °C

Dimensione massima delle particelle: 4.00 mm

Disaerazione eseguita per bollitura

SABBIA LIMOSA ED ARGILLOSA DI COLORE GIALLASTRO.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 754/lc/16	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 17/11/16	Inizio analisi: 10/11/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 107 del 06/11/16		Apertura campione: 06/11/16	Fine analisi: 11/11/16

COMMITTENTE: ASTRA ENNGINEERING - VIA S. FRANCESCO SAVERIO, 6 GALATINA				
RIFERIMENTO: TORCHIAROLO (BR) - LENDINUSO				
SONDAGGIO: S3		CAMPIONE: C1		PROFONDITA': m 4.50 - 5.00

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

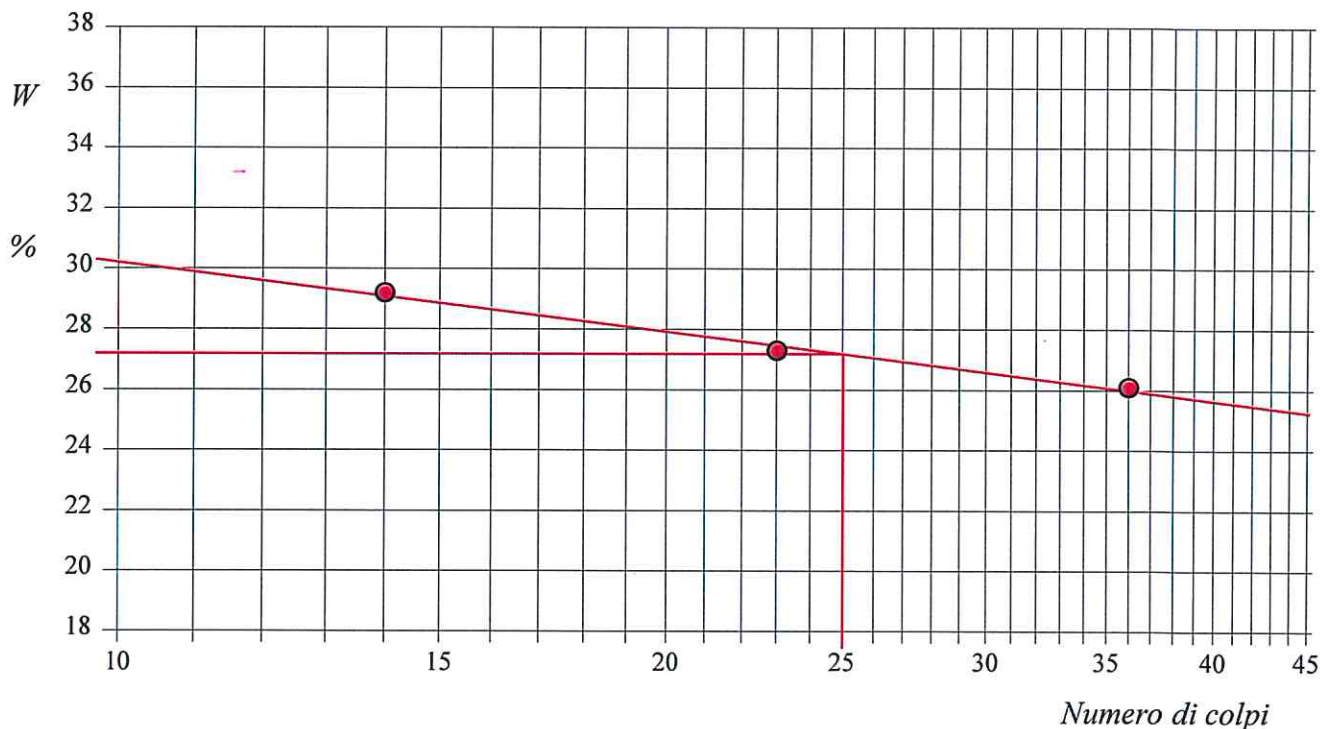
Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità	27.2 %
Limite di plasticità	17.6 %
Indice di plasticità	9.6 %

La prova è stata eseguita sulla frazione
granulometrica passante al setaccio
n° 40 (0.42 mm)

LIMITE DI LIQUIDITA'					LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	14	23	36		Umidità (%)	17.3	17.9
Umidità (%)	29.2	27.3	26.1		Umidità media	17.6	

Determinazione del Limite di liquidità



SABBIA LIMOSA ED ARGILLOSA DI COLORE GIALLASTRO

CERTIFICATO DI PROVA N°: 754/lc/16 Allegato 1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 107 del 06/11/16

DATA DI EMISSIONE: 17/11/16

Inizio analisi: 10/11/16

Apertura campione: 06/11/16

Fine analisi: 11/11/16

COMMITTENTE: ASTRA ENGINEERING - VIA S. FRANCESCO SAVERIO, 6 GALATINA

RIFERIMENTO: TORCHIAROLO (BR) - LENDINUSO

SONDAGGIO: S3

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4.50 - 5.00

ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità	27.2	%
Limite di plasticità	17.6	%
Indice di plasticità	9.6	%
Indice di consistenza	0.78	
Passante al set. n° 40	SI	

C - Argille inorganiche

M - Limi inorganici

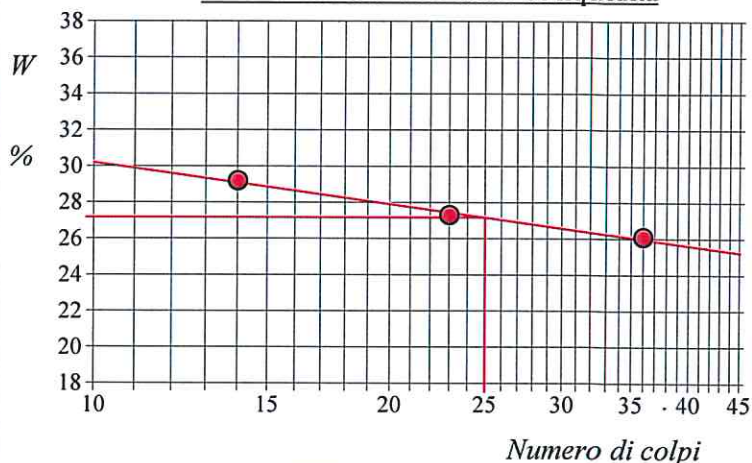
O - Argille e limi organici

L - Bassa compressibilità

I - Media compressibilità

H - Alta compressibilità

Determinazione del Limite di liquidità



ABACO DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE

$$I.P. = 0.73 \cdot (L.L. - 20)$$

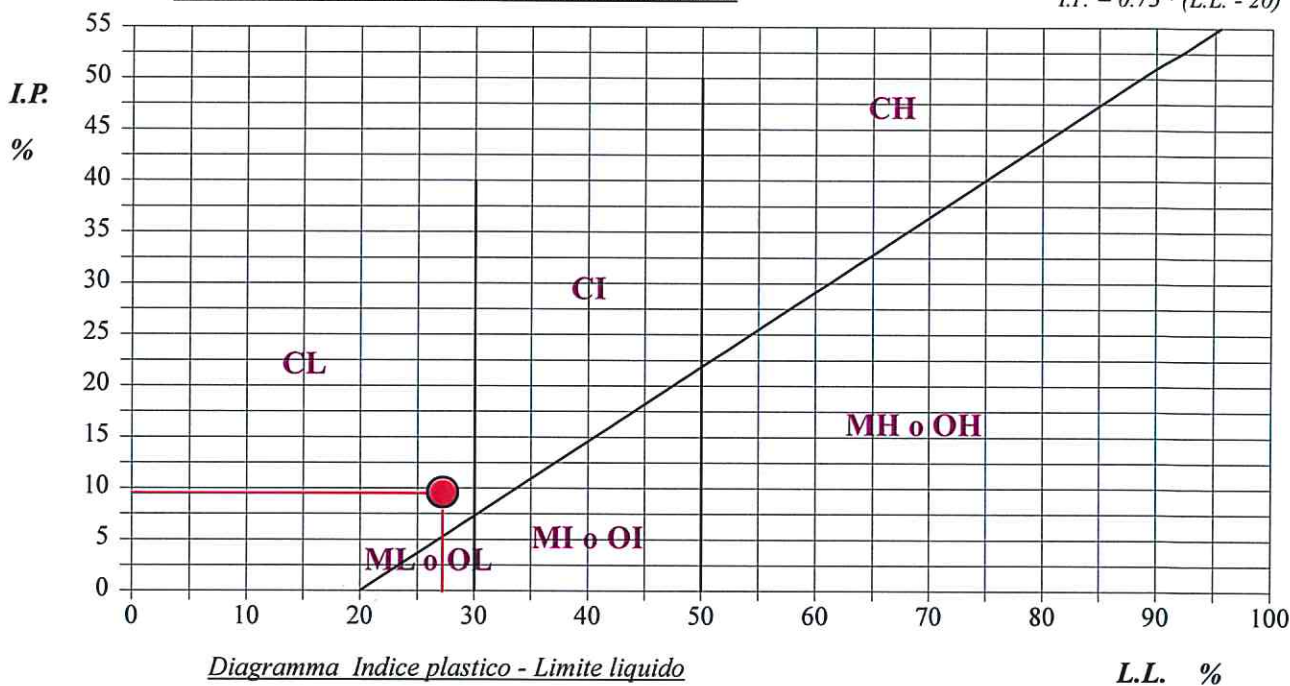


Diagramma Indice plastico - Limite liquido

SABBIA LIMOSA ED ARGILLOSA DI COLORE GIALLASTRO.

CERTIFICATO DI PROVA N°: 754/gr/16 Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 17/11/16	Inizio analisi: 06/11/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 107 del 06/11/16	Apertura campione: 06/11/16	Fine analisi: 09/11/16

COMMITTENTE: ASTRA ENNGINEERING - VIA S. FRANCESCO SAVERIO, 6 GALATINA
RIFERIMENTO: TORCHIAROLO (BR) - LENDINUSO
SONDAGGIO: S3 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 4.50 - 5.00

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO

Classificazione secondo: CNR -UNI 10006

ANALISI GRANULOMETRICA

LIMITI DI CONSISTENZA

Passante setaccio 10 (2 mm)	98.3 %	Limite di liquidità	27.2 %
Passante setaccio 40 (0.42 mm)	81.9 %	Limite di plasticità	17.6 %
Passante setaccio 200 (0.075 mm)	38.8 %	Indice di plasticità	9.6 %

CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO: A4 INDICE DI GRUPPO: 1

Tipi usuali dei materiali principali:
Limi poco compressibili

SABBIA LIMOSA ED ARGILLOSA DI COLORE GIALLASTRO

CERTIFICATO DI PROVA N°: 754/ed/16 Pagina 1/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 107 del 06/11/16

DATA DI EMISSIONE: 17/11/16

Inizio analisi: 09/11/16

Apertura campione: 06/11/16

Fine analisi: 16/11/16

COMMITTENTE: ASTRA ENGINEERING - VIA S. FRANCESCO SAVERIO, 6 GALATINA

RIFERIMENTO: TORCHIAROLO (BR) - LENDINUSO

SONDAGGIO: S3

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4.50 - 5.00

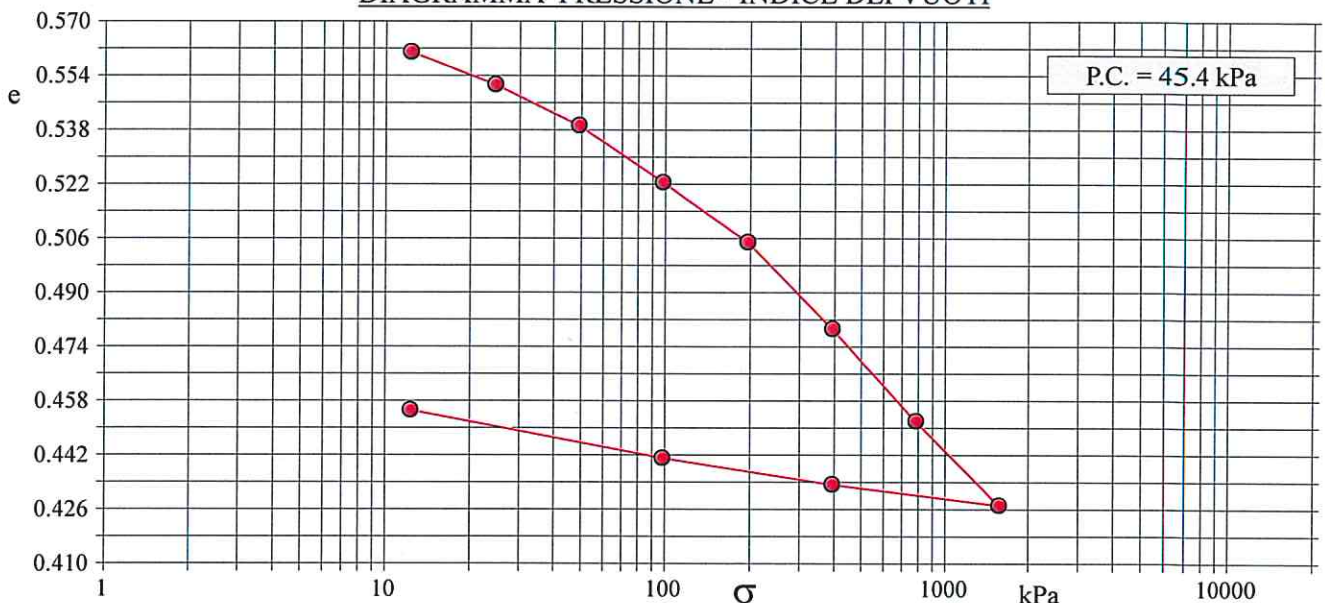
PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

Caratteristiche del campione

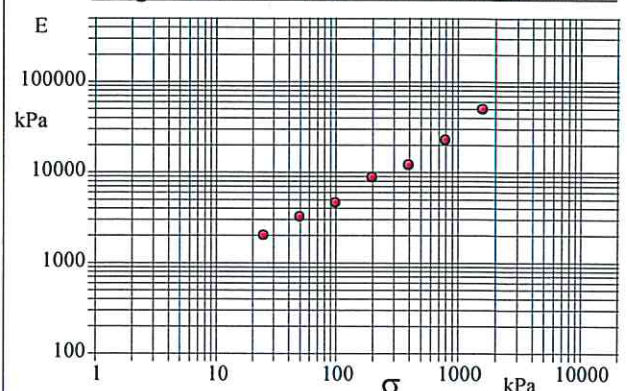
Peso di volume (kN/m³)	19.33	Altezza provino cm	2.00	Indice dei vuoti	0.60
Umidità (%)	19.8	Volume provino (cm³)	39.27	Porosità (%)	37.54
Peso specifico (kN/m³)	25.84	Volume dei vuoti (cm³)	14.74	Saturazione (%)	86.7

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc	Modulo kPa
12.3	50.0	0.561		
24.5	62.0	0.551	0.032	2043
49.0	77.0	0.539	0.040	3269
98.0	98.0	0.523	0.056	4664
196.0	120.0	0.505	0.059	8909
392.0	152.0	0.479	0.085	12250
784.0	186.0	0.452	0.090	23059
1568.0	217.0	0.427	0.082	50581
392.0	209.3	0.433		
98.0	199.6	0.441		
12.3	182.0	0.455		

Diagramma Pressione - Modulo edometrico



SABBIA LIMOSA ED ARGILLOSA DI COLORE GIALLESTRO.

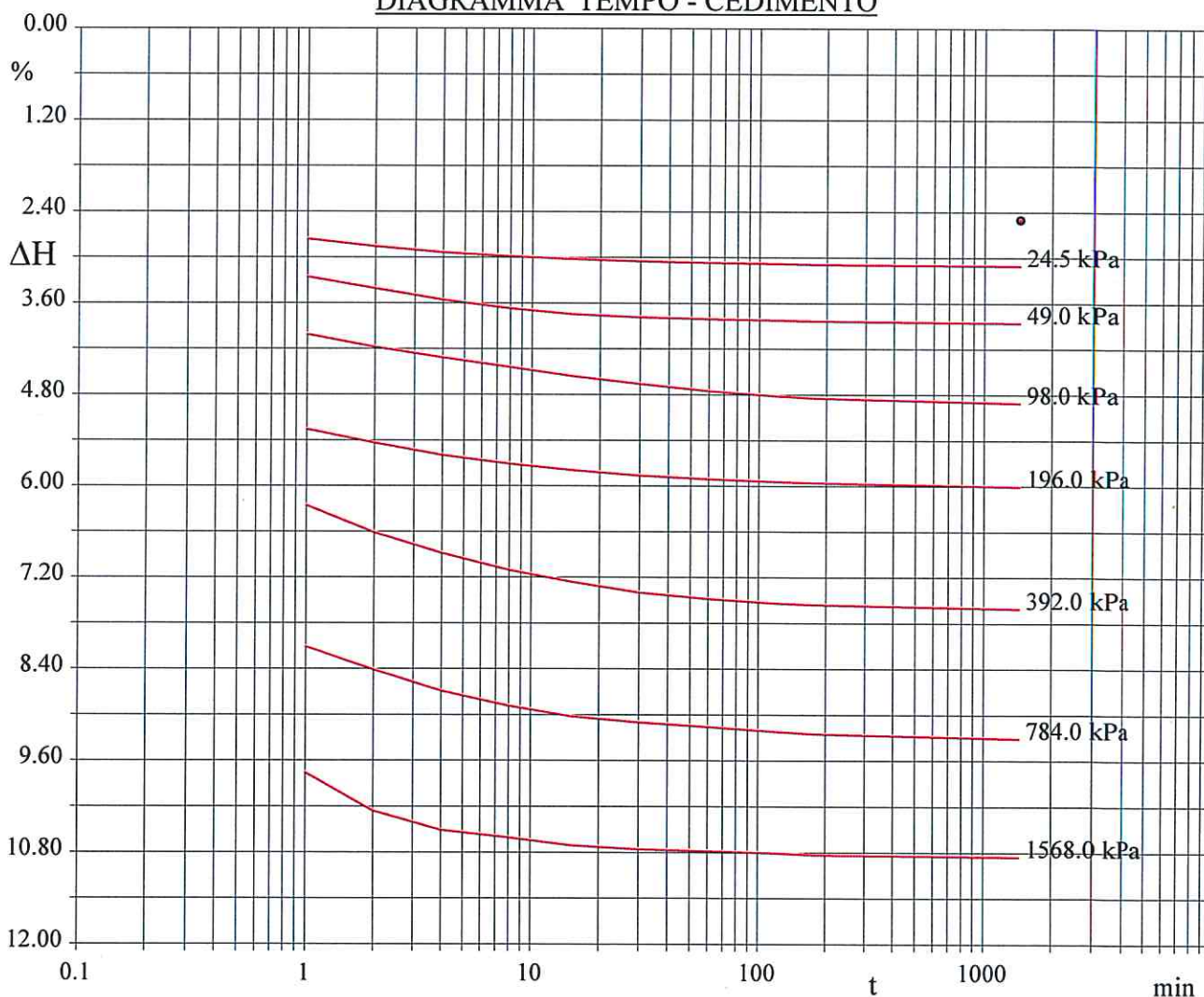
CERTIFICATO DI PROVA N°: 754/ed/16	Pagina 2/3	DATA DI EMISSIONE: 17/11/16	Inizio analisi: 09/11/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 107 del 06/11/16		Apertura campione: 06/11/16	Fine analisi: 16/11/16

COMMITTENTE: ASTRA ENNGINEERING - VIA S. FRANCESCO SAVERIO, 6 GALATINA				
RIFERIMENTO: TORCHIAROLO (BR) - LENDINUSO				
SONDAGGIO: S3		CAMPIONE: C1		PROFONDITA': m 4.50 - 5.00

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO



CERTIFICATO DI PROVA N°: 754/ed/16	Pagina 3/3	DATA DI EMISSIONE: 17/11/16	Inizio analisi: 09/11/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 107 del 06/11/16		Apertura campione: 06/11/16	Fine analisi: 16/11/16

COMMITTENTE: ASTRA ENNGINEERING - VIA S. FRANCESCO SAVERIO, 6 GALATINA				
RIFERIMENTO: TORCHIAROLO (BR) - LENDINUSO				
SONDAGGIO: S3		CAMPIONE: C1		PROFONDITA': m 4.50 - 5.00

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

[illegible][illegible]

CERTIFICATO DI PROVA N°: 754/Td/16	Pagina 1/4	DATA DI EMISSIONE: 17/11/16	Inizio analisi: 14/11/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 107 del 06/11/16		Apertura campione: 06/11/16	Fine analisi: 17/11/16

COMMITTENTE: ASTRA ENNGINEERING - VIA S. FRANCESCO SAVERIO, 6 GALATINA			
RIFERIMENTO: TORCHIAROLO (BR) - LENDINUSO			
SONDAGGIO: S3	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	4.50 - 5.00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	98	196	294
Tensione a rottura (kPa):	51	119	151
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	1.50 -0.13	2.50 -0.14	2.00 -0.12
Umidità iniziale e umidità finale (%):	19.5 15.7	19.4 15.6	19.5 16.0
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	19.3 19.7	19.3 20.0	19.3 20.2
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	86.0 80.1	85.6 82.8	85.7 87.3

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Tipo di prova:	Consolidata - lenta
Velocità di deformazione:	0.004 mm / min
Tempo di consolidazione (ore):	24

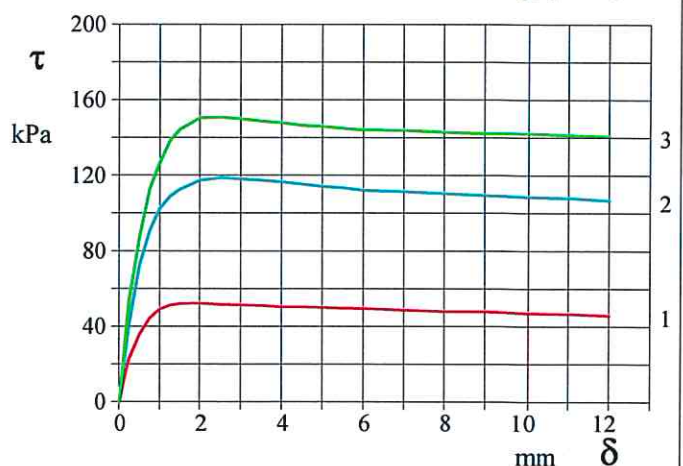
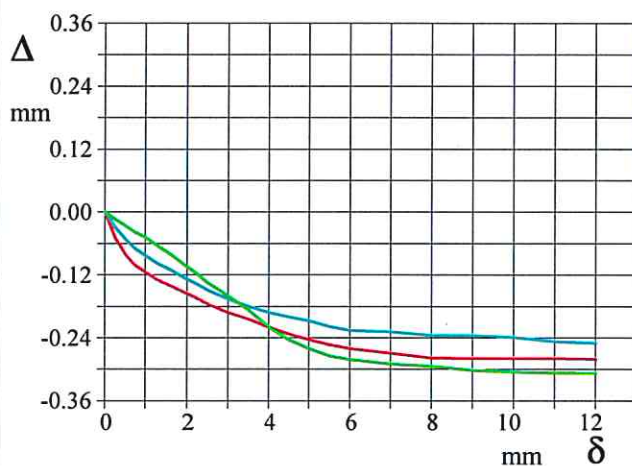
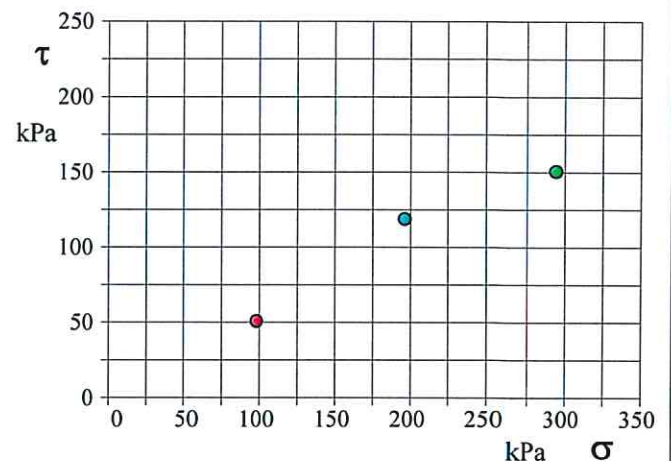


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

SABBIA LIMOSA ED ARGILLOSA DI COLORE GIALLASTRO.

DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Marcello De Donatis

CERTIFICATO DI PROVA N°: 754/Td/16 Pagina 3/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 107 del 06/11/16

DATA DI EMISSIONE: 17/11/16

Inizio analisi: 14/11/16

Apertura campione: 06/11/16

Fine analisi: 17/11/16

COMMITTENTE: ASTRA ENGINEERING - VIA S. FRANCESCO SAVERIO, 6 GALATINA

RIFERIMENTO: TORCHIAROLO (BR) - LENDINUSO

SONDAGGIO: S3

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4.50 - 5.00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	98
Altezza iniziale (cm)	2.00
Altezza finale (cm)	1.90
Sezione (cm ²)	19.63
T ₅₀ (min)	3.9
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0.026

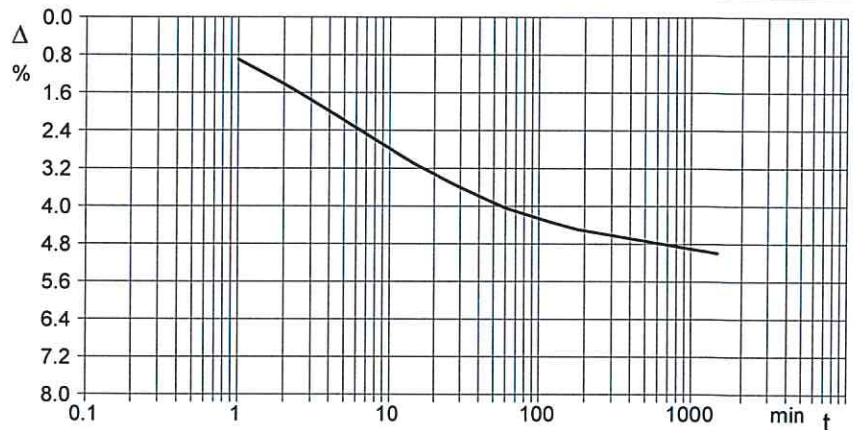


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	196
Altezza iniziale (cm)	2.00
Altezza finale (cm)	1.87
Sezione (cm ²)	19.63
T ₅₀ (min)	4.3
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0.023

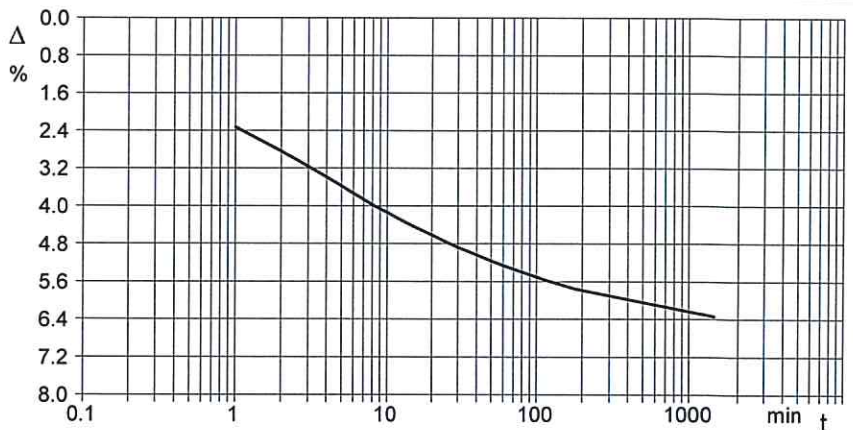
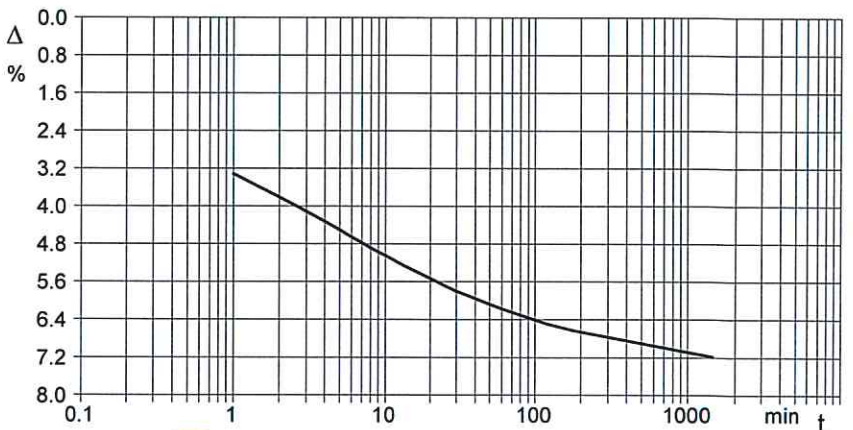


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	294
Altezza iniziale (cm)	2.00
Altezza finale (cm)	1.86
Sezione (cm ²)	19.63
T ₅₀ (min)	4.0
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0.025



Vs = Velocità stimata di prova Df = Deformazione a rottura stimata

tf = 50 x T₅₀ Vs = Df / tf

CERTIFICATO DI PROVA N°: 754/Td/16 Pagina 4/4	DATA DI EMISSIONE: 17/11/16	Inizio analisi: 14/11/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 107 del 06/11/16	Apertura campione: 06/11/16	Fine analisi: 17/11/16

COMMITTENTE: ASTRA ENNGINEERING - VIA S. FRANCESCO SAVERIO, 6 GALATINA

RIFERIMENTO: TORCHIAROLO (BR) - LENDINUSO

SONDAGGIO: S3

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4.50 - 5.00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

[illegible]

COMMITTENTE: ASTRA ENGINEERING - VIA S. FRANCESCO SAVERIO, 6 GALATINA

RIFERIMENTO: TORCHIAROLO (BR) - LENDINUSO

SONDAGGIO: S3

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4.50 - 5.00

CLASSIFICA BASATA SULLA GRANULOMETRIA

Classifica A.G.I.

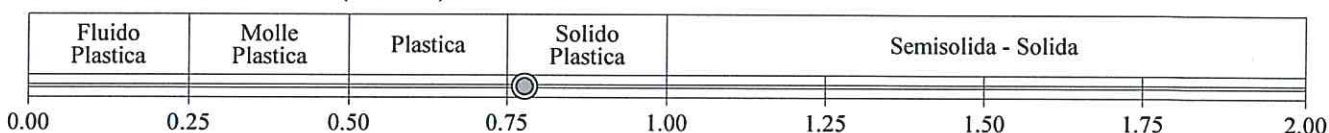
Sabbia limosa e argillosa

CLASSIFICHE BASATE SUI LIMITI DI CONSISTENZA

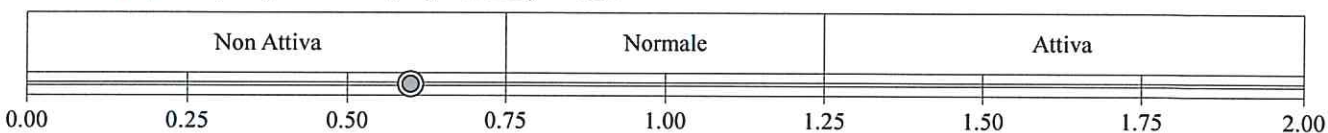
Abaco di plasticità di Casagrande

CL - Argille inorganiche a bassa compressibilità

I.C. = Indice di consistenza = $(LL - W_n) / IP = 0.78$

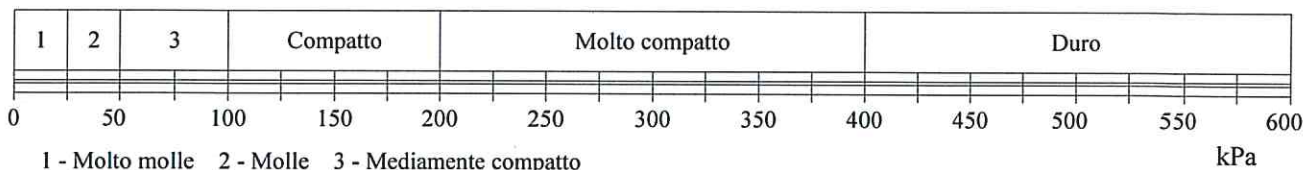


A = Attività (Skempton) = IP / CF (clay fraction) = 0.60



CLASSIFICA BASATA SULLA COESIONE NON DRENATA

Coesione non drenata =

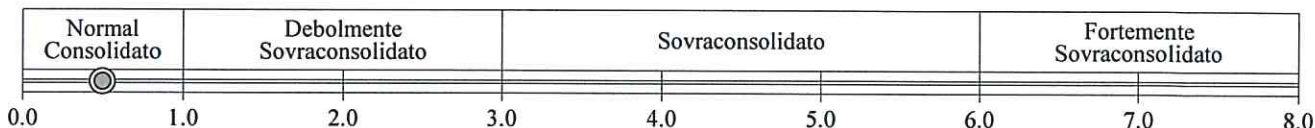


CLASSIFICA BASATA SULLA PRECONSOLIDAZIONE

Pressione del campione in sito (kPa) = 90.8

Pressione di preconsolidazione [da Prova Edometrica] (kPa) = 45.4

O.C.R. (Over Consolidation Ratio) = 0.50



SABBIA LIMOSA ED ARGILLOSA DI COLORE GIALLASTRO.