Agenzia Regionale per la Sicurezza Territoriale e la Protezione Civile

SERVIZIO COORDINAMENTO PROGRAMMI SPECIALI E PRESIDI DI COMPETENZA

Ordinanza Commissariale n° 1 del 7 novembre 2018

Codice intervento: 14197

Titolo intervento: Opere di messa in sicurezza del fiume Panaro in tratti saltuari, dall'abitato di Marano sul Panaro al ponte dell'SP16 a Spilamberto, al fine di risolvere criticità strutturali e morfologiche migliorando il sistema difensivo esistente e completare il ripristino delle condizioni di officiosità del sistema di briglie esistenti.

Intervento eseguibile per stralci

COMPLETAMENTO CONDIZIONI DI OFFICIOSITA' DELLA BRIGLIA DI ZENZANO

Importo del finanziamento: € 1.000.000,00

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

03	Relazione geologica e geotecnica, indagini
Scala -	

PROGETTAZIONE:

ING. CATERINA MASOTTO
30027 - San Dona' di Piave (VE)
Via Risorgimento 16/6
Tel. +39.0421.307700

Data	Rev.	Cod. Elab.
Aprile 2020	**0**	20 014 RE 003 E 0

Visto di validazione

(art. 26 co. 8 D.Lgs 50/2016)

Il Responsabile Unico del Procedimento

(Dott.ssa Rita Nicolini)

AGENZIA REGIONALE PER LA SICUREZZA TERRITORIALE E LA PROTEZIONE CIVILE

ORDINANZA COMMISSARIALE N. 1 DEL 07 NOVEMBRE 2018

Codice 14197 – Opere di messa in sicurezza del fiume Panaro in tratti saltuari, dall'abitato di Marano sul Panaro al ponte dell'SP16 a Spilamberto, al fine di risolvere criticità strutturali e morfologiche migliorando il sistema difensivo esistente e completare il ripristino delle condizioni di officiosità del sistema di briglie esistenti.

Intervento eseguibile per stralci

COMPLETAMENTO CONDIZIONI DI OFFICIOSITA' DELLA BRIGLIA DI ZENZANO

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

INDICE

1 PREMESSE.....3

2 LA RELAZIONE GEOLOGICA-GEOTECNICA DELLE "OPERE DI MESSA IN SICUREZZA E RIPRISTINO DELLE CONDIZIONI DI OFFICIOSITÀ DELLA BRIGLIA DI ZENZANO SUL FIUME PANARO" 3

3 LA INDAGINI GEOGNOSTICHE RELATIVE ALLE "OPERE DI MESSA IN SICUREZZA E RIPRISTINO DELLE CONDIZIONI DI OFFICIOSITÀ DELLA BRIGLIA DI ZENZANO SUL FIUME PANARO" 4

4 L'ESITO DI CAROTAGGI ESEGUITI SUL PARAMENTO DI MONTE DELLA BRIGLIA DI ZENZANO. 5

1 PREMESSE

Nel corso del 2019 sono state realizzate le "Opere di messa in sicurezza e ripristino delle condizioni di officiosità della briglia di Zenzano sul Fiume Panaro" per l'importo finanziato di 900.000,00 €.
Tuttavia, al fine di pervenire al completo ripristino dell'opera, si rende necessario un secondo stralcio di interventi di messa in sicurezza della briglia, finanziato per 1.000.000,00 € con Ordinanza commissariale n. 1 del 7 Novembre 2018.

Per dar seguito al completamento dell'intervento di messa in sicurezza della Briglia di Zenzano, la Regione Emilia Romagna, Agenzia regionale per la sicurezza territoriale e la protezione civile, previo espletamento di gara, ha affidato alla scrivente Ing. Caterina Masotto l'incarico per la progettazione definitiva-esecutiva del secondo stralcio di interventi per la messa in sicurezza dell'opera.

Dal punto di vista geotecnico e geologico, per la progettazione in essere non sono state svolte ulteriori analisi rispetto a quanto già eseguito nell'ambito della progettazione delle opere di primo stralcio del 2019. Nella presente relazione si riportano pertanto:

- La relazione geologica-geotecnica delle "Opere di messa in sicurezza e ripristino delle condizioni di officiosità della briglia di Zenzano sul Fiume Panaro"
- La indagini geognostiche relative alle "Opere di messa in sicurezza e ripristino delle condizioni di officiosità della briglia di Zenzano sul Fiume Panaro"

Si riporta inoltre, a completamento delle indagini conoscitive, l'esito di carotaggi eseguiti sul paramento di monte della Briglia di Zenzano.

2 LA RELAZIONE GEOLOGICA-GEOTECNICA DELLE "OPERE DI MESSA IN SICUREZZA E RIPRISTINO DELLE CONDIZIONI DI OFFICIOSITÀ DELLA BRIGLIA DI ZENZANO SUL FIUME PANARO"

Agenzia Regionale per la Sicurezza Territoriale e la Protezione Civile

SERVIZIO COORDINAMENTO PROGRAMMI SPECIALI E PRESIDI DI COMPETENZA

Ordinanza Commissariale n° 1 del 28 dicembre 2017

Codice intervento: 13059

Titolo intervento: Opere di messa in sicurezza e ripristino condizioni di officiosità della Briglia di Zenzano sul fiume Panaro.

Importo del finanziamento: € 900.000,00

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

03	Relazione geologica e geotecnica
Scala -	

PROGETTAZIONE

INGEGNERIA 2P & associati s.r.l.
30027 - San Dona' di Piave (VE)
Via G.B. Dall'Armi 27/3
Tel. +39.0421.307700
Mail: info@ingegneria2p.it
Web: www.ingegneria2p.it

Progettisti: Dott. Ing. Corrado Petris
Dott. Ing. Giovanni Carretta

GEOLOGIA TECNICA s.a.s. di Vorlicek P.A.&C.
35042 - Este (PD)
Via Martiri della Libertà 29
Tel. +39.0429.601.986
Mail: info@geologiatecnica.net
Web: www.geologiatecnica.net

Geologo: Dott. Geol. Pier-Andrea Vorlicek

Data	Rev.	Cod. Elab.
Marzo 2019	**0**	18 052 RE 003 E 0

Visto di validazione

(art. 26 co. 8 D.Lgs 50/2016)

Il Responsabile Unico del Procedimento

(Dott.ssa Rita Nicolini)

AGENZIA REGIONALE PER LA SICUREZZA TERRITORIALE E LA PROTEZIONE CIVILE

SERVIZIO COORDINAMENTO PROGRAMMI SPECIALI E PRESIDI DI COMPETENZA

ORDINANZA COMMISSARIALE N. 1 DEL 28 DICEMBRE 2017

OPERE DI MESSA IN SICUREZZA E RIPRISTINO CONDIZIONI DI OFFICIOSITA' DELLA BRIGLIA DI ZENZANO SUL FIUME PANARO - CODICE 13059

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

ORDINE DEI GEOLOGI
Dr. Geol.
PIER ANDREA
VORLICEK
N° 371
REGIONE DEL VENETO

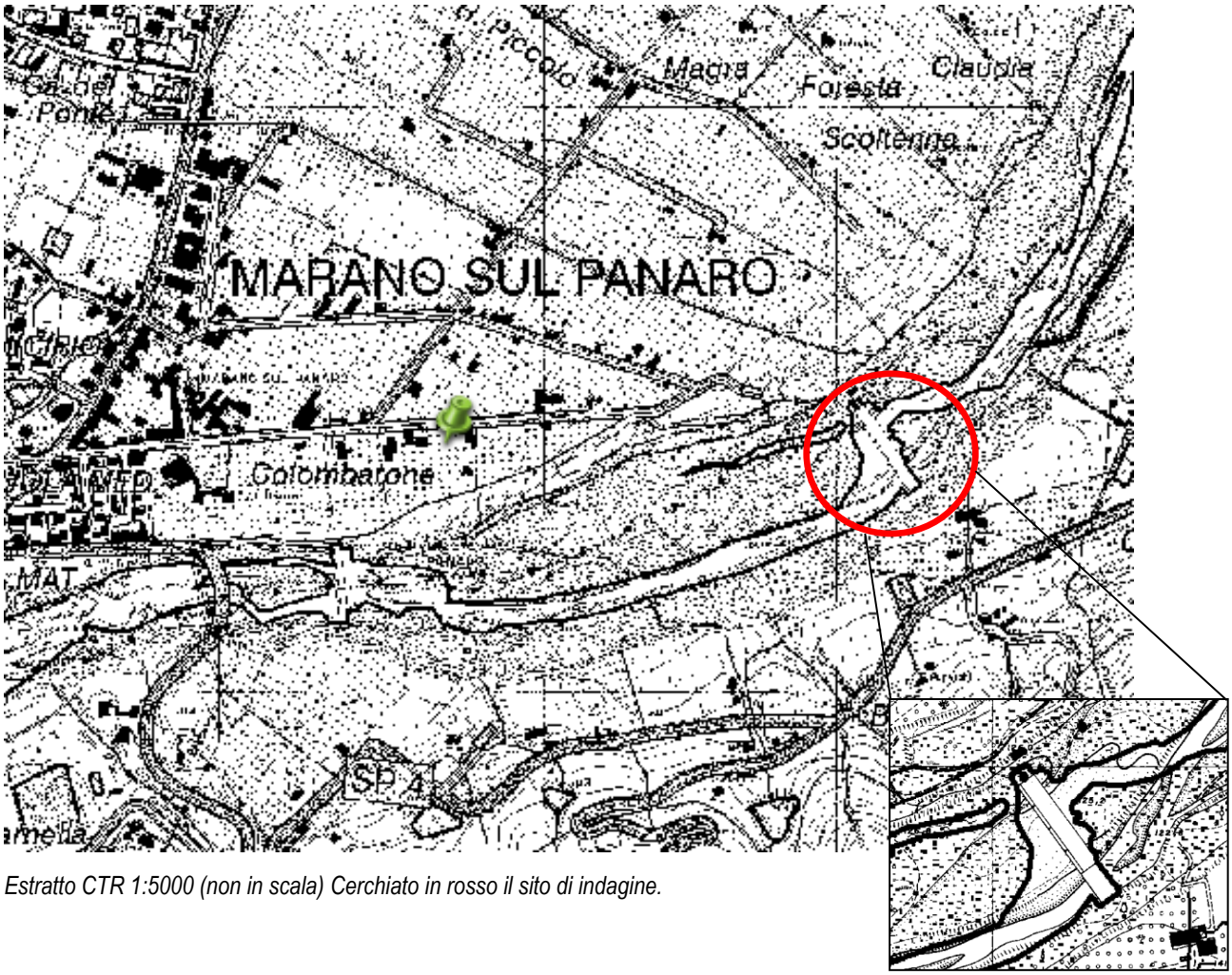
INTRODUZIONE

Al fine di verificare la fattibilità geologica e di fornire indicazioni geotecniche per la messa in sicurezza idraulica della briglia *Zenzano* nel Comune di Marano sul Panaro, sono state eseguiti i seguenti studi:

1. Una ricerca bibliografica inerente l'area in esame
2. Estrapolazione dati da prove geotecniche eseguite nel sito per il medesimo progetto dalla ditta SubSoil s.r.l.

Le indagini e la relazione geologica e geotecnica sono state realizzate considerando l'elaborato delle indagini svolte per la progettazione definitiva/esecutiva per la messa in sicurezza idraulica della briglia Zenzano e le tav. dello stato di fatto e stato di progetto.

Tale indagine è altresì necessaria per ottemperare alle NTC del D.M. 17/01/2018.



Estratto CTR 1:5000 (non in scala) Cerchiato in rosso il sito di indagine.

RELAZIONE GEOLOGICA

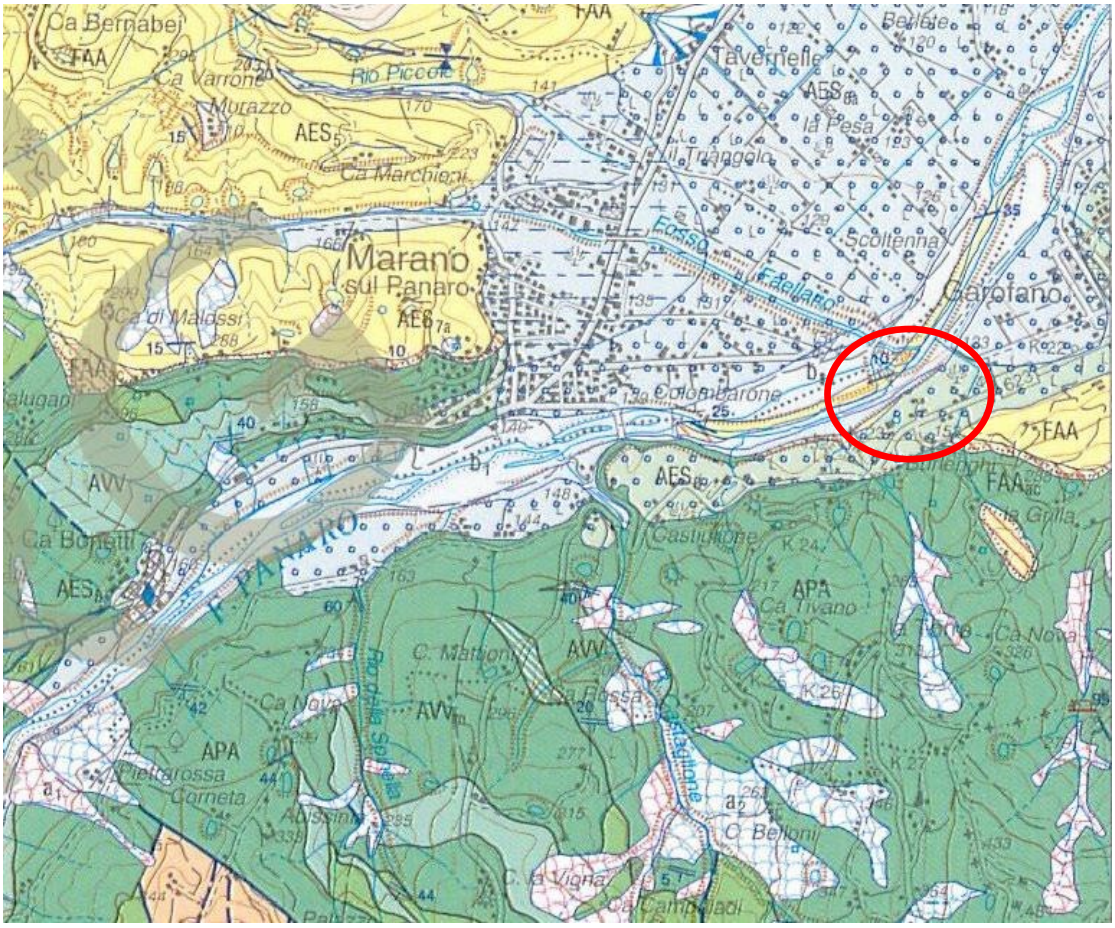
Geologia e Geomorfologia

Marano sul Panaro è situato nell' Appennino Settentrionale, una catena montuosa la cui struttura è data dalla sovrapposizione di diverse falde tettoniche e, quindi inquadrabile nel contesto del modello di prisma d'accrezione (Treves, 1984). L'evoluzione orogenetica dell'Appennino Settentrionale sarebbe avvenuta per gran parte in ambiente sottomarino. Essa può essere inquadrata nel modello geologico globale della Tettonica delle Placche nel quale la formazione delle catene montuose è conseguenza della chiusura dei bacini oceanici. Quest'ultimo fenomeno provocherebbe la deformazione delle successioni sedimentarie, formatesi sui fondali marini, con conseguente costruzione di una nuova catena montuosa. Le principali unità tettoniche che formano il prisma d'accrezione appenninico settentrionale (Treves, 1984) sono, dall'alto (più giovani) verso il basso (più antiche), le seguenti:

- *Unità liguri (Liguridi)*
- *Unità subligure*
- *Falda toscana*
- *Unità umbro-marchigiano-romagnole*

La zona di apice della pianura modenese, che si sviluppa ai piedi dell'Appennino settentrionale e che è delimitata lateralmente dai fiumi Secchia e Panaro, si raccorda con il solco vallivo intercollinare a quote comprese fra 120 e 150 metri, in cui affiorano le successioni argillose del ciclo plio-pleistocenico, che verso valle rappresentano il substrato delle alluvioni pleistoceniche superiori e oloceniche costituenti la pianura e la sede dell'acquifero principale. Il passaggio tra la sedimentazione marina e quella continentale è contraddistinto da depositi di transizione, quali sabbie e ghiaie di ambiente litorale e da peliti sabbiose e ghiaie di delta. La Pianura Padana è infatti il risultato del riempimento del Bacino Perisuturale Padano, legato all'orogenesi dell'Appennino settentrionale, la cui successione di depositi plio-quaternari presenta carattere regressivo, con alla base sabbie e peliti torbiditiche, seguite da un prisma sedimentario fluviodeltizio, progradante, ricoperto al tetto da depositi continentali. L'interpretazione dei profili sismici eseguiti nel corso degli anni dall'AGIP (Di Dio, 1997) ha permesso di riconoscere due direzioni di progradazione: la prima, assiale, est-vergente, connessa al paleodelta del Po; la seconda, trasversale, nord-vergente, originata dai sistemi deltizi ad alimentazione appenninica. Il riempimento del bacino padano ed il successivo passaggio alla sedimentazione continentale, non sono avvenuti in maniera progressiva e continua, ma sono il risultato di eventi tettonico-sedimentari "parossistici", separati nel tempo da periodi di marcata subsidenza bacinale e movimenti ridotti delle strutture compressive. Ciò ha originato numerose superfici di discontinuità stratigrafica, che hanno permesso di suddividere i depositi di riempimento del bacino padano in unità stratigrafiche principali (Supersintema del Pliocene medio-superiore, Supersintema del Quaternario Marino e Supersintema Emiliano-Romagnolo) che, limitatamente a quelle affioranti nella zona in esame, sono oggetto di descrizione geolitologica nel successivo capitolo. I depositi affioranti della zona di pianura dell'Unione Terre dei Castelli sono riconducibili a sistemi deposizionali di conoide alluvionale, costituiti nella zona prossimale da depositi grossolani (ghiaie e sabbie) di canale fluviale, amalgamati tra loro a formare dei corpi tabulari coalescenti, mentre verso valle (zona di conoide distale) il progressivo aumento di sedimenti fini (peliti) determina la separazione dei corpi ghiaiosi. Nella zona di fronte delle conoidi, individuabile circa all'altezza della via Emilia, le peliti sono riconducibili sia al sistema deposizionale della conoide stessa, che al sistema di sedimentazione della piana alluvionale, che si sviluppa sia al fronte che ai lati delle conoidi. È da segnalare inoltre come le conoidi più recenti, collocabili posteriormente al Neolitico, si presentino asimmetriche rispetto l'attuale corso dei corpi idrici, poiché questi ultimi sono migrati nel tempo verso occidente. Sotto il profilo tettonico le recenti ricerche avviate dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna, sintetizzate nella "Carta Sismotettonica della Regione Emilia-Romagna" (2004), hanno messo in evidenza gli elementi strutturali del territorio, riconosciuti sulla base di dati morfologici e geologici (Fig. 1). La fascia di alta pianura si inserisce in un contesto geodinamico caratterizzato da una tettonica a stile compressivo, che ha determinato un generale raccorciamento del margine appenninico e dell'edificio padano. Tale raccorciamento si è prodotto attraverso due importanti fasci paralleli di strutture di embricazione sepolte aventi direzione NW-SE e vergenza verso NE, le cui superfici di distacco interessano la copertura mesozoica e terziaria (Boccaletti et al., 1985). Il fascio più settentrionale, denominato Fronte di accavallamento esterno (External Thrust Front = ETF), appartiene all'arco delle "Pieghe Emiliane e Ferraresi" che costituiscono il fronte della catena appenninica, sepolto dai sedimenti quaternari padani, che circa all'altezza del Po sovrascorre verso nord sulla piattaforma padano-veneta. Il fascio meridionale, coincidente con il margine morfologico appenninico, si sviluppa nel sottosuolo in corrispondenza dei terrazzi pre-wurmiani ed è denominato Fronte di accavallamento pedeappenninico (Pedeapenninic Thrust Front = PTF). Anche questo fronte risulta coinvolto da

discontinuità trasversali (linee) coincidenti con alcuni corsi d'acqua appenninici, tra i quali il F. Panaro, che delimitano settori a diverso comportamento tettonico-sedimentario.



SINTEMA EMILIANO ROMAGNOLO SUPERIORE (AES)
Unità alluvionale prevalentemente grossolana con alla base una superficie di discontinuità nel margine appenninico e nell'alta pianura, passante a una superficie di continuità nel sottosuolo della pianura, su AEI.
PLEISTOCENE MEDIO?-OLOCENE

AES_8 — subsintema di Ravenna
Limi sabbiosi e limi argillosi negli apparati dei torrenti minori o ghiaie in lenti entro limi, subordinate ghiaie e ghiaie sabbiose in quelli dei fiumi principali. Base discordante su AES_{7b} (affiorante solo in cave) o su unità più antiche. A tetto suoli a basso grado di alterazione con fronte di alterazione potente fino a 150 cm e parziale decarbonatazione; orizzonti superficiali di colore giallo-bruno. Potenza fino a oltre 20 metri.
OLOCENE (età radiometrica della base: 11.000 - 8.000 anni).

AES_{8a} — unità di Modena
Depositi ghiaiosi presso le aste fluviali e ai piedi della catena e fini verso nord, nelle aree distali. Unità definita dalla presenza di un suolo a bassissimo grado di alterazione, con profilo potente meno di 100 cm, calcareo e grigio-giallastro. Corrisponde al primo ordine dei terrazzi nelle zone intravallive. Ricopre resti archeologici di età romana del VI secolo d.C.
Potenza massima di alcuni metri (< 10 metri).
Post-VI secolo d.C.

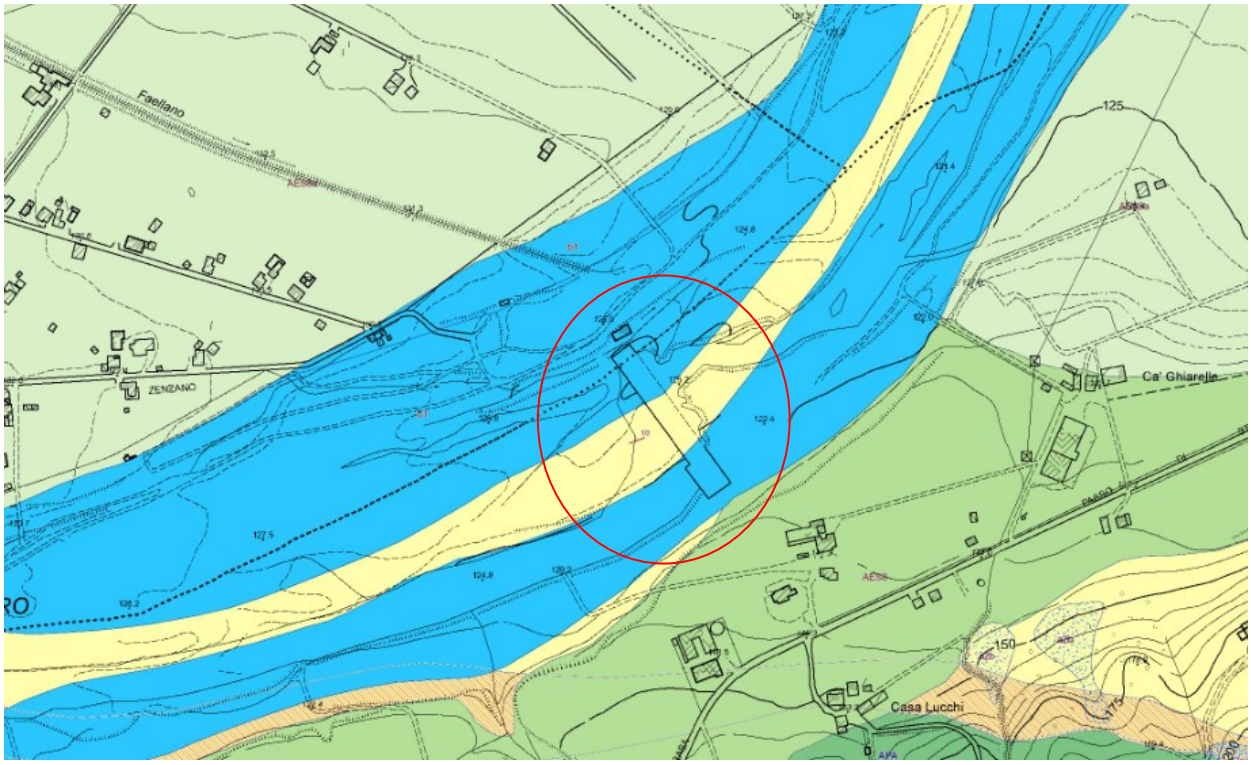
AES_{7b} — unità di Vignola
Ghiaie con matrice limo-sabbiosa, passanti distalmente e lateralmente a limi e limi sabbiosi. Depositi fluviali intravallivi e di conoide passanti lateralmente a interconoide e distalmente a piana inondabile. Al tetto suoli decarbonatati con tracce di illuviazione di argilla e fronte di alterazione tra 1,5 e 2 metri, orizzonti superficiali di colore da rosso bruno a bruno scuro. Potenza fino a oltre 20 metri.
PLEISTOCENE SUP.-OLOCENE BASALE

AES_{7a} — unità di Niviano
Depositi continentali ghiaioso-sabbiosi dei terrazzi intravallivi e di conoide dei fiumi Secchia, Panaro e del torrente Tiepido, e limo-sabbiosi dei torrenti minori. Contatto inferiore in discontinuità su unità più antiche. Contatto superiore coincidente con la superficie topografica nelle aree intravallive, sepolto da AES_{7b} e AES_8 nell'alta pianura. Al tetto suoli decarbonatati, a luoghi rubefatti, con fronte di alterazione < 5 metri, orizzonti superficiali con colore variabile a seconda della litologia da rosso bruno a giallo bruno. Potenza affiorante < 10 metri o non valutabile.
PLEISTOCENE SUP.

Stralcio CARG ufficiale in scala 1:50.000; cerchiato in rosso il sito in esame.

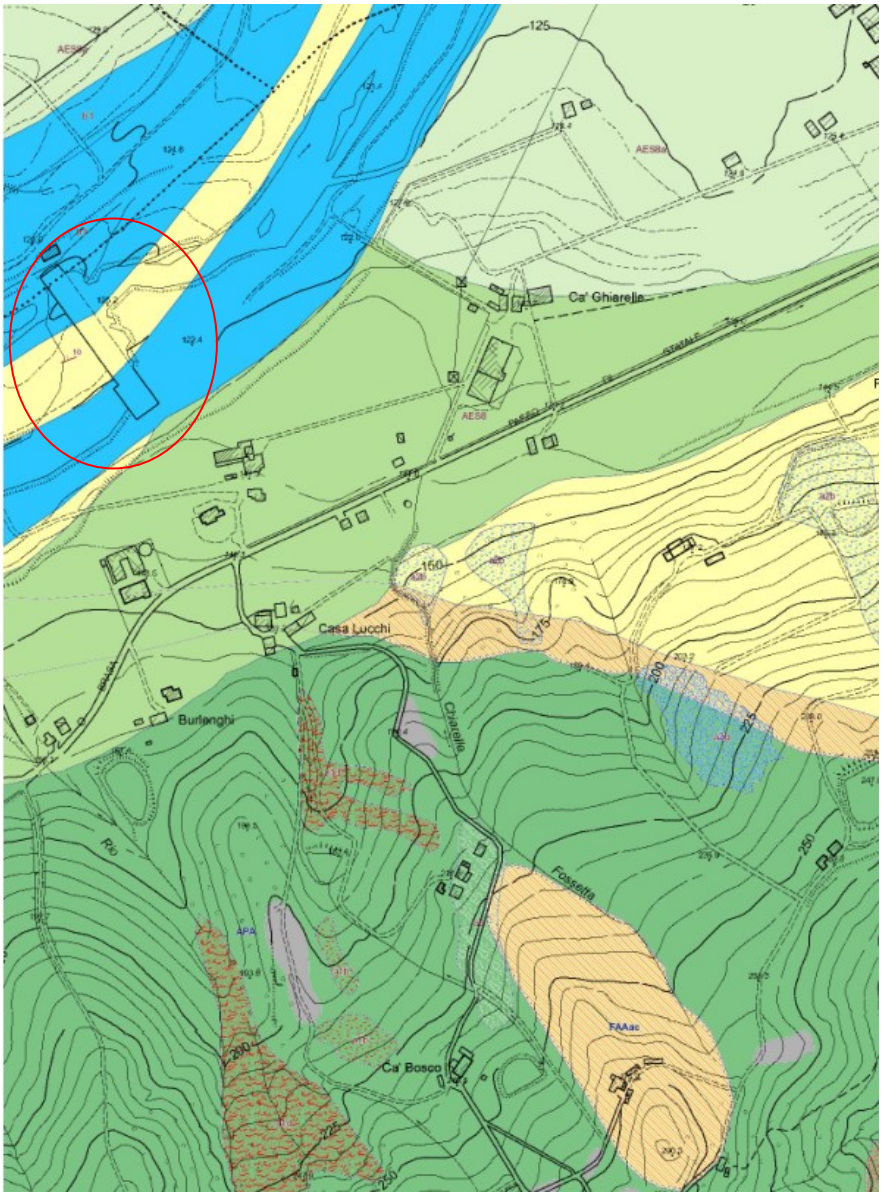
L'area oggetto di studio è caratterizzata dal sistema *Emiliano-Romagnolo Superiore* costituito da depositi di terrazzo e conoide alluvionale, con ghiaie prevalenti in corrispondenza degli apparati fluviali e limi più abbondanti nelle aree di inter-conoide. Il contatto di base è netto e discordante sul AEI e su tutte le altre unità con le quali viene a contatto. Si tratta di un'unità alluvionale costituita da sedimenti grossolani e fini, talora intensamente pedogenizzati, con alla base una superficie di discontinuità nel margine appenninico e nell'alta pianura, passante ad una superficie di continuità nel sottosuolo della pianura, su AEI. Il Sintema risulta parzialmente suddiviso in subsintemi limitati, in affioramento, da scarpate di terrazzo fluviale e paleosuoli e, nel sottosuolo della pianura, da bruschi contatti fra depositi fini alluvionali e palustri su depositi grossolani di conoide e di piana alluvionale. Nella carta sottostante di dettaglio si evince:

- Depositi alluvionali in azzurro caratterizzati da limo sabbioso e ghiaie di origine fluviale e attualmente soggetti ad evoluzione dovuta alla dinamica fluviale attiva;
- Depositi fluviali in giallo caratterizzati da argille siltose ben stratificate;
- Piana alluvionale in verde chiaro a nord del Fiume Panaro, caratterizzata dalle Unità di Modena ovvero da ghiaia sabbiosa e talora limi sabbiosi terrazzati, quest'ultimi presenti soprattutto nelle fasce pedecollinari.
- Piana alluvionale in verde prato a sud del Fiume Panaro, caratterizzati dal Subsintema di Ravenna con ghiaie sabbiose passanti lateralmente a limi sabbiosi caratterizzati da una forte alterazione pedogenetica.



Stralcio carta geologica in scala 1:5000 ricavata dal geo-portale regionale. Cerchiato in rosso il sito indagato

L'aspetto geomorfologico di dettaglio è caratterizzato dal tipico assetto fluviale di media energia la cui forma di deposito attuale è la barra intesa come accumulo di materiale limo sabbioso per trasporto trattivo, genericamente temporanea e comunque in continua evoluzione, in accordo con il regime idrodinamico locale.
In particolare l'intero tratto del Fiume Panaro che attraversa l'abitato di Marano è caratterizzato da una serie di lateral bar (barre laterali sviluppate lungo le sponde fluviali) con migrazione prevalente sotto corrente caratterizzata da un trend coarsening upward come evidenziato anche dalla geologia locale.
Le uniche forme di dissesto rilevate sono confinate nelle zone collinari in cui si evidenziano (in cartografia sotto riportata) depositi di frana per colamento di materiale terrigeno con superfici multiple, così come frane di scivolamento localizzate lungo superfici di scivolamento ben definite il cui movimento è indistinguibile poiché si trasformano presto in frane complesse tipiche della zona appenninica.



Stralcio carta geologica con elementi geomorfologici dell'area; cerchiato in rosso il sito in esame.

Idrologia

La rete idrografica maggiore è caratterizzata dal Fiume Panaro che nasce dalla confluenza tra i torrenti Scoltenna e Leo e si sviluppa lungo un tracciato di 150 km, con un bacino idrografico di 1.784 kmq. La parte montana e di alta pianura del Panaro, fino a monte della via Emilia, è caratterizzata da una marcata tendenza all'erosione di fondo con significativi abbassamenti. Il fenomeno è accompagnato da un restringimento della sezione dell'alveo in tutto il tratto, con conseguente stabilizzazione delle barre longitudinali. A valle della briglia di Vignola, si assiste ad un degrado dell'aspetto fluviale dovuto principalmente all'assenza del materasso ghiaioso, con conseguente abbassamento del piano di scorrimento fluviale, tale da mettere in luce il sottostante substrato argilloso. Ciò provoca la canalizzazione dell'alveo ed un radicale mutamento in negativo dell'ambiente e del paesaggio fluviale. Tale fenomeno di origine antropica, imputabile alle massicce estrazioni di ghiaie in alveo operate tra gli anni '50 e '70, ha tra l'altro ridotto la capacità del fiume di approvvigionare le falde freatiche di subalveo. Le numerose opere di difesa traversali, realizzate generalmente a protezione di attraversamenti stradali, sono caratterizzate da notevoli dimensioni e da salti complessivi elevati (in alcuni casi anche pari a 10÷15 m) e determinano uno squilibrio di bilancio del trasporto solido sull'asta (sovralluvionamento a monte e riduzione del trasporto solido a valle), con conseguente esaltazione dell'erosione di fondo e lo scalzamento delle difese spondali.

Idrogeologia

La zona di pianura del settore orientale del territorio è costituita dalla conoide del fiume Panaro, che può essere definita come un sistema acquifero multistrato, il cui primo strato può considerarsi pressoché continuo nella parte di alta pianura. Infatti nella porzione apicale (a nord di Marano) i livelli acquiferi sono costituiti in prevalenza da ghiaie fluviali terrazzate, che poggiano su formazioni argillose plio-pleistoceniche con spessori variabili inizialmente da pochi metri, fino a raggiungere potenze di oltre 250 m.

L'alimentazione degli acquiferi avviene principalmente per infiltrazione di acque meteoriche dalla superficie, in corrispondenza dell'affiorare di terreni permeabili o di acque fluviali dai subalvei; in subordine avviene uno scambio di acque tra diversi livelli acquiferi, tra di loro separati da strati di terreni semipermeabili, per fenomeni di drenaggio con le unità idrogeologiche confinanti.

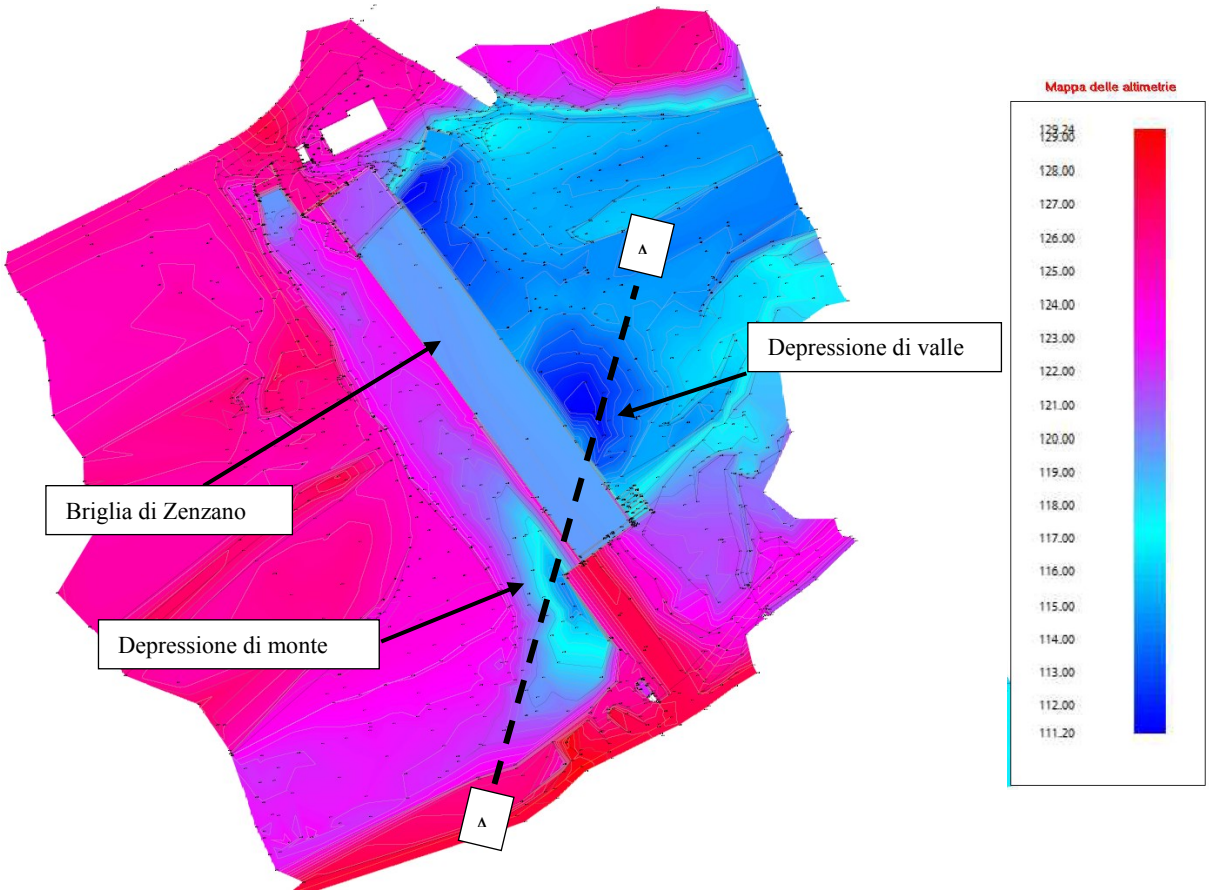
Le parti apicali delle conoidi principali, conseguentemente alla tipologia delle loro caratteristiche litologiche, sono caratterizzate da elevata vulnerabilità all'inquinamento, ma nel contempo l'alimentazione dell'acquifero da parte delle acque superficiali è tale da attenuare la permeazione dei carichi inquinanti, conferendo caratteristiche di buona qualità alle acque di falda. Nel corpo centrale delle conoidi la prima falda è generalmente separata dalla superficie e da quella più profonda da un alternanza di depositi a granulometria

fine quali argille, limi e sabbie fini. Tuttavia gli acquitardi, anche se talvolta raggiungono spessori di 20÷25 metri, non riescono ad assicurare una totale protezione dall'inquinamento antropico, ma solo una parziale attenuazione, anche a causa alla grande densità dei pozzi che favorisce la interconnessione delle falde. In questa area di interesse strategico, in virtù dell'elevato spessore degli acquiferi e della naturale protezione, sono localizzati i maggiori e più significativi prelievi di acque sotterranee dell'intera provincia.

Una problematica rilevata nell'attuale briglia è stata evidenziata dal rilevamento batimetrico della medesima; questo ha evidenziato la presenza di una profonda depressione altimetrica a monte dello sbarramento in corrispondenza della spalla destra ed una ulteriore buca a valle della controbriglia, sempre in destra orografica.

Tale situazione è indice di un possibile sifonamento in atto della porzione destra della briglia o, tuttalpiù di un potenziale sifonamento dello sbarramento.

L'aggravarsi della situazione con ulteriori escavazioni e l'innescarsi di importanti vie preferenziali di sifonamento comprometterebbe irrimediabilmente la stabilità della briglia di Zenzano.



123.55 m slm

Estratto rilievo batimetrico

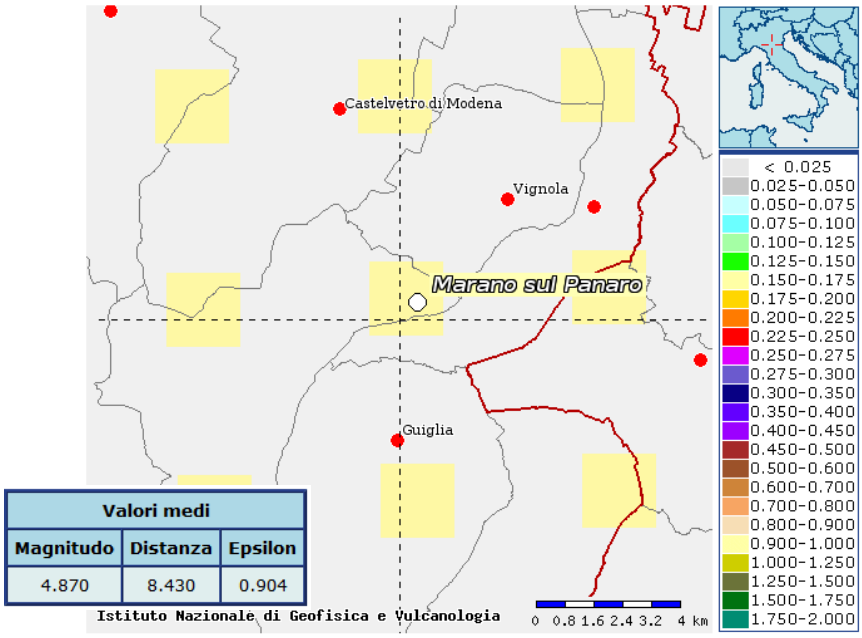
Classificazione sismica del sito

Il comune di Marano sul Panaro (Secondo la classificazione sismica indicati nell'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274/03) è classificato dal punto di vista sismico in classe III con quindi i seguenti parametri edificatori minimi.

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g/g)	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (a_g/g)
3	0.05 < 0.15	0.15

La classificazione sismica in zone 1 2 3 4 dopo l'entrata in vigore delle NTC08 ha solo valore amministrativo, vale solo per i controlli sui progetti da parte del GC. L'azione sismica va sempre calcolata tenendo conto della griglia. Per l'identificazione della zona sismica in cui ricade ciascun comune o porzione di esso, occorre fare riferimento alle disposizioni emanate ai sensi dell'art. 83, comma 3, del DPR 6.6.2001, n. 380.

Sulla base delle mappe interattive dell'I.N.G.V., l'area comunale di Marano sul Panaro è inseribile nella fascia distinta da un valore di accelerazione sismica orizzontale ag, riferito a suoli rigidi caratterizzati da Vs,30 > 800 m/s (Classe A), compreso tra 0.15 (a_g/g) e 0.175 (a_g/g) (valori riferiti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni), con un valore di magnitudo attesa di 4.87.

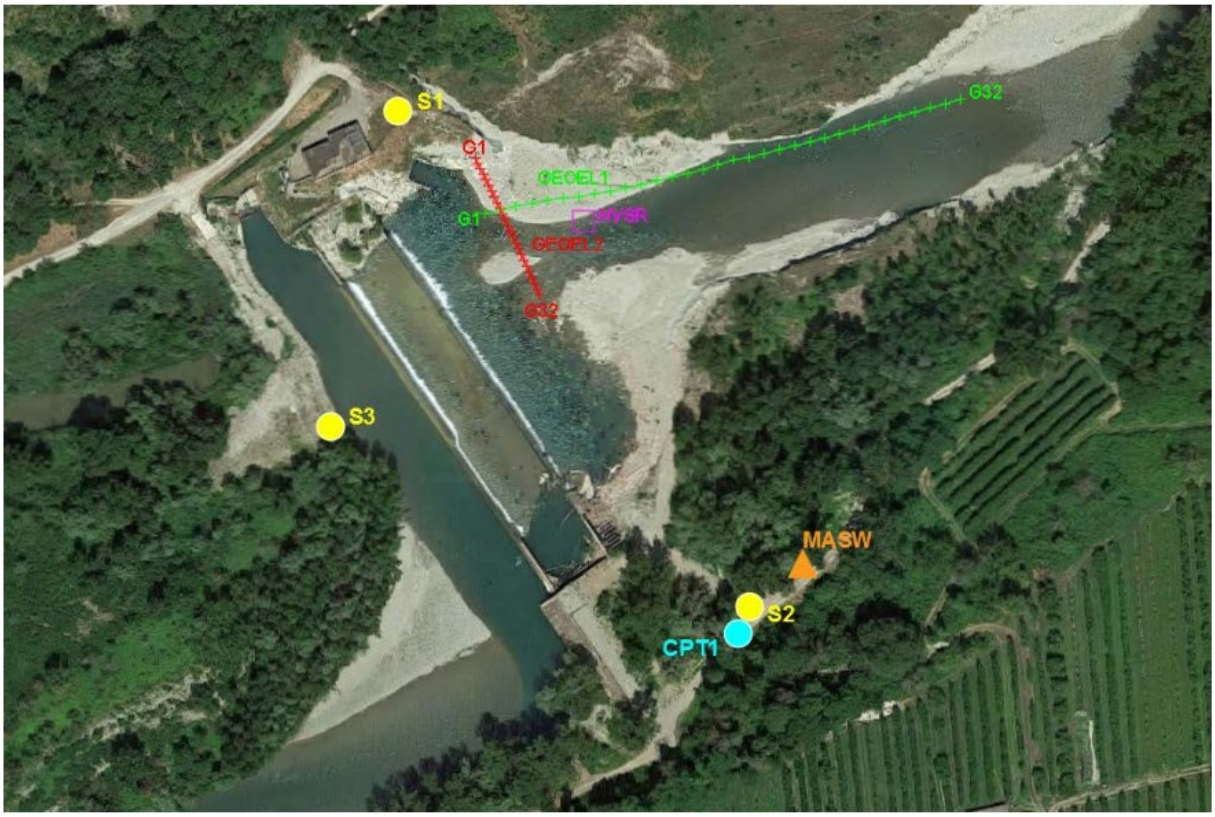


Estratto mappa pericolosità sismica INGV.

ANALISI INDAGINI ESEGUITE

La campagna di indagini geognostiche è stata effettuata dalla ditta SubSoil s.r.l. nei mesi di Gennaio, Febbraio 2019 di cui si riporta ubicazione e descrizione.

BRIGLIA ZENZANO



Ubicazione indagini svolte in situ su ortofoto.

Nel sito in esame sono state svolte le seguenti indagini:

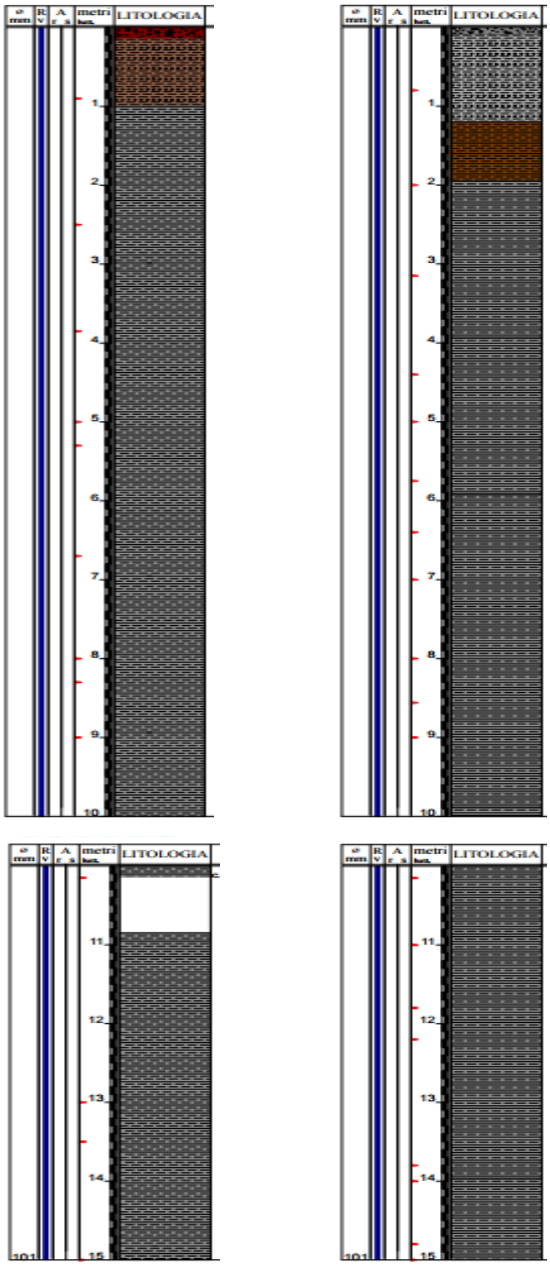
- n°3 sondaggi a carotaggio continuo con prove SPT in foro e prelievo di campioni per analisi ambientale; la profondità investigata è di 15m per 2fori e di 5m per il terzo;
- n°1 stendimento sismico tipo MASW;
- n°2 stendimenti di geoelettrica;
- n°1 HVSR
- n°1 prova penetrometrica statica CPT

Del campione indisturbato prelevato nel sondaggio S1sono state eseguite le seguenti prove di laboratorio:

- misura proprietà fisiche di base;
- limiti di Atterberg;
- Granulometria e sedimentazione;
- Taglio diretto;
- Prova edometrica.

Per la descrizione dettagliata sulla tipologia ed esecuzione delle prove suddette, si rimanda al file "*Verbale lavori Briglia Zenzano"* ovvero alle indagini propedeutiche alla progettazione definitiva/esecutiva per la progettazione della messi in sicurezza idraulica, di cui si riportano degli estratti delle prove svolte in allegato.

Dai sondaggi S1 ed S2 è possibile ricostruire la stratigrafia del sottosuolo caratterizzata da limo argilloso a tratti debolmente sabbioso da consistente a molto consistente con andamento degli strati pian parallelo e sub-orizzontale, come mostrato nell'immagine sottostante.

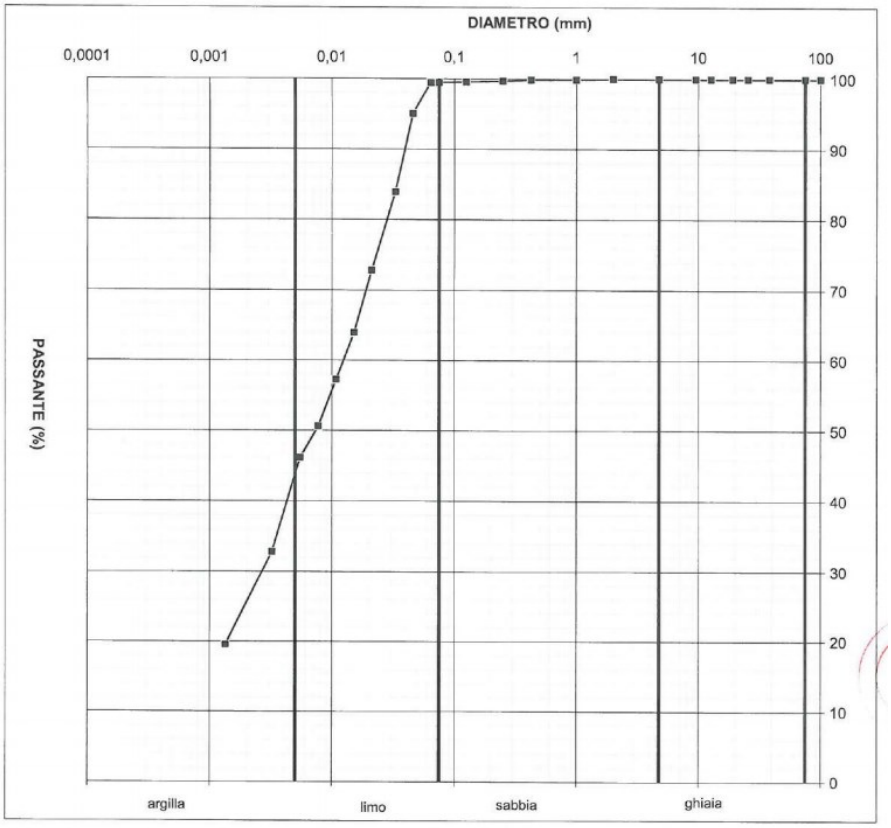


Confronto tra sondaggio S1 a sx e S2 a dx caratterizzati dalle medesime litologie.

Il campione di materiale estratto dal sondaggio S1 pari a 63cm con classe di qualità Q5, presenta le seguenti caratteristiche, estrapolate dalle prove di laboratorio condotte da C.G.G. s.r.l:

- Peso di volume medio (in condizioni di umidità naturale) pari a 2.16 Mg/mc ovvero 21.18 kN/mc
- Indice dei vuoti e = 0.483
- Grado di saturazione pari al 99%

Inoltre dall'analisi granulometrica per sedimentazione emerge, come rilevato dalle carote estratte, che il fuso granulometrico predominante è quello afferente alla categoria del limo debolmente argilloso.



Risultato dell'analisi granulometrica per sedimentazione condotta sul campione indistrurbato estratto dal sondaggio S1.

I cedimenti massimi misurati risultano essere pari a qualche millimetro, secondo quanto riportato nei report della prova edometrica.

Infine dalla prova di taglio emerge un valore di coesione in termini efficaci (c') pari a 110.5 kPa. A parere degli scriventi quest'unico valore è poco rappresentativo poiché limitato ad un provino di qualche cm; più correttamente tale valore deve essere ricavato, come riportato nelle norme delle NTC2018, da un'analisi statistica prendendo in considerazione anche valori ricavati da altre prove quali la CPT e poket penetrometer (direttamente sulle carote) come di seguito illustrato e discusso.

Categoria sismica sottosuolo e condizioni topografiche

<u>Categoria sismica sottosuolo</u>

A seguito si riporta quanto indicato nelle NTC del D.M. 17/01/2018 nel capitolo "Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche" nel punto 3.2.2. per la determinazione della categoria sismica di sottosuolo.

Qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, VS. Valori di VS sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

In base ai risultati delle indagini sismica MASW condotte da SubSoil e in funzione dell'elaborazione da loro condotta (riportta in allegato) è possibile classificare i terreni in sito alla **categoria sismica di sottosuolo B.**

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

<u>Condizioni topografiche</u>

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale.

Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (Tab. 3.2.III):

Tab. 3.2.III – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤ 15°
T2	Pendii con inclinazione media i > 15°
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media 15° ≤ i ≤ 30°
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media i > 30°

All'area oggetto di studio si può attribuire la **condizione topografica T1**

Liquefazione terreni

In base alle indicazione del paragrafo 7.11.3.4.2 Esclusione della verifica a liquefazione del DM 17/01/2018, la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. *accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;*
2. *profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;*
3. *depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata (N1)60 > 30 oppure qc1N > 180 dove (N1)60 è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc1N è il*

valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;

4. *distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità Uc < 3,5 ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità Uc > 3,5.*

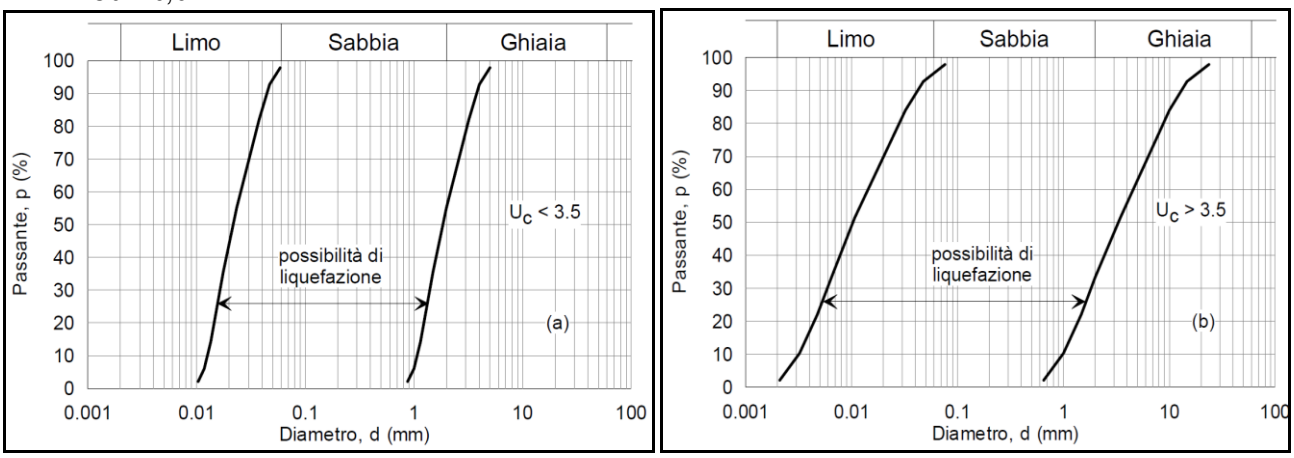


Fig. 7.11.1. Fusi granulometrici di terreni suscettibili alla liquefazione

Verifica alla liquefazione dei suoli incoerenti

La verifica viene omessa poiché dai sondaggi effettuati non è stato rilevato il fuso granulometrico corrispondente al grafico soprastante.

Valori di progetto dei parametri geotecnici per la ristrutturazione della briglia

I valori di progetto **P(1)** dei parametri geotecnici, Xd, possono essere ricavati dai valori caratteristici, utilizzando la seguente equazione:

Xd = Xk/γm

I valori di progetto, Xd (Φd, c'd, Cud...) sono quelli da utilizzare nelle verifiche. Si ricavano a partire dei valori caratteristici, **Xk** ai quali va applicato un fattore riduttivo **γm** (FS parziale), tabellato nel NTU.

Per valore caratteristico di un parametro geotecnico deve intendersi una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro per ogni stato limite considerato. I valori caratteristici delle proprietà fisiche e meccaniche da attribuire ai terreni devono essere dedotti dall'interpretazione dei risultati di specifiche prove di laboratorio su campioni rappresentativi di terreno e di prove e misure in sito.

Indicazioni sulla scelta di valori caratteristici si ritrovano non nel NTC ma nel EC7.

"La selezione dei valori caratteristici sarà basata sui valori derivati da prove di laboratorio o in situ "Il valore caratteristico di un parametro di un terreno o di una roccia deve essere scelto in base ad una valutazione cautelativa del valore che influenza l'insorgere dello stato limite" la maggiore varianza di c' rispetto a quella di φ' deve essere considerata quando si determinano i loro valori caratteristici. L'estensione della zona di sottosuolo che influisce sul comportamento di una struttura geotecnica in condizioni di stato limite è di solito molto più ampia di quella interessata da una prova su terreno o roccia e, pertanto, il parametro che determina il comportamento è spesso il valore medio nell'ambito di una certa superficie o di un certo volume di sottosuolo. Il valore caratteristico corrisponde ad una valutazione cautelativa del suddetto valore medio. Se si utilizzano metodi statistici, il valore caratteristico dovrebbe essere ricavato in maniera tale che la probabilità calcolata di valori più sfavorevoli, che determinano la manifestazione dello stato limite, non sia maggiore del 5%.". Segue che il valore caratteristico è una stima cautelativa di cui si riporta a seguito un metodo di calcolo (t-student) per dati "numerosi".

$$\mu = t(n-1)\left(\frac{s}{\sqrt{n-1}}\right) + \bar{x}$$

Media della popolazione: t(n-1) = distribuzione di Student con n-1 gradi di libertà
La distribuzione della media è sensibile al numero n dei dati, e al valore s della deviazione standard del campione

A seguito si riporta il valore caratteristico per il parametro coesione Cu calcolato sui dati delle prove in situ eseguiti sugli spezzoni di carota estratti dal carotaggio S1 relativo ai banchi limoso-argillosi debolmente sabbiosi al disotto del piano di fondazione e dalla prova penetrometrica eseguita, all'interno della "superficie di rottura" (volume "significativo" di terreno coinvolto dall'azione dell'opera in progetto)

5° percentile distribuzione della media				
N° prove	N° dati	Dev. Stand.	Media dati	**Valore caratteristico**
2	21	121.03	281.59	**234.9**

Il valore caratteristico, relativo al *parametro geotecnico coesione non drenata*, da utilizzare per le verifiche agli stati limite delle opere in progetto, è **234.9 kN/mq** Tale valore caratteristico diventerà valore di progetto dividendo lo stesso per i diversi coefficienti parziali.

Per quanto riguarda altri parametri geotecnici, quali coesione drenata e angolo d'attrito efficace, i dati disponibili non permettono un trattamento statistico, per cui vengono fatte delle scelte da parte dello scrivente, quindi parzialmente soggettive.

Il valore caratteristico, relativo al *parametro geotecnico coesione drenata*, ricavata in parte dalle prove di laboratorio (un solo test) e in parte dalla riduzione di circa 1/3 dei valori di coesione non drenata, da utilizzare per le verifiche agli stati limite delle opere in progetto, è circa **80 kN/mq** Tale valore caratteristico diventerà valore di progetto dividendo lo stesso per i diversi coefficienti parziali.

Il valore caratteristico, relativo al *parametro geotecnico angolo d'attrito efficace*, ricavata in parte dalle prove di laboratorio e in gran parte dai test in sito, da utilizzare per le verifiche agli stati limite delle opere in progetto, è circa **18 °** Tale valore caratteristico diventerà valore di progetto dividendo lo stesso per i diversi coefficienti parziali.

Riferimenti normativi sulle verifiche nei confronti degli stati limite (Cap. 6 Prog. Geotecnica NT 2018)

Verifiche nei confronti degli stati limite ultimi

Per ogni stato limite ultimo che preveda il raggiungimento della resistenza di un elemento strutturale (STR) o del terreno (GEO) deve essere rispettata la condizione:

$$Ed \leq Rd \quad (6.2.1)$$

essendo Ed il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione e Rd è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico

*La verifica della condizione **Ed ≤ Rd** deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3). I diversi gruppi di coefficienti di sicurezza parziali sono scelti nell'ambito di due approcci progettuali distinti e alternativi.*

Nel primo approccio progettuale (Approccio 1) le verifiche si eseguono con due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti ognuna delle quali può essere critica per differenti aspetti dello stesso progetto.

Nel secondo approccio progettuale (Approccio 2) le verifiche si eseguono con un'unica combinazione di gruppi di coefficienti.

Fondazioni superficiali

La profondità del piano di posa della fondazione deve essere scelta e giustificata in relazione alle caratteristiche e alle prestazioni della struttura in elevazione, alle caratteristiche del sottosuolo e alle condizioni ambientali.

Il piano di fondazione deve essere situato sotto la coltre di terreno vegetale nonché sotto lo strato interessato dal gelo e da significative variazioni stagionali del contenuto d'acqua. In situazioni nelle quali sono possibili fenomeni di erosione o di scalzamento da parte di acque di scorrimento superficiale, le fondazioni devono essere poste a profondità tale da non risentire di questi fenomeni o devono essere adeguatamente difese.

In presenza di azioni sismiche, oltre a quanto previsto nel presente paragrafo, le fondazioni superficiali devono rispettare i criteri di verifica di cui al successivo § 7.11.5.3.1

Nelle verifiche di sicurezza devono essere presi in considerazione tutti i meccanismi di stato limite ultimo, sia a breve sia a lungo termine.
Gli stati limite ultimi delle fondazioni superficiali si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono la fondazione stessa.
Nel caso di fondazioni posizionate su o in prossimità di pendii naturali o artificiali deve essere effettuata la verifica anche con riferimento
alle condizioni di stabilità globale del pendio includendo nelle verifiche le azioni trasmesse dalle fondazioni.
Le verifiche devono essere effettuate almeno nei confronti dei seguenti stati limite, accertando che la condizione [6.2.1] sia soddisfatta per ogni stato limite considerato:

- *SLU di tipo geotecnico (GEO)*
- *collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno;*
- *collasso per scorrimento sul piano di posa;*
- *stabilità globale.*

La verifica di stabilità globale deve essere effettuata, analogamente a quanto previsto nel § 6.8, secondo la Combinazione 2 (A2+M2+R2) dell'Approccio 1, tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 6.2.II per le azioni e i parametri geotecnici e nella Tab. 6.8.1 per le resistenze globali.
Le rimanenti verifiche devono essere effettuate applicando la combinazione (A1+M1+R3) di coefficienti parziali prevista dall'Approccio 2, tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.4..

Tab. 6.2.I – *Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni*

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti G_2 (1)	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Per i carichi permanenti G_2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{G1}

Tab. 6.2.II – *Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno*

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_γ	γ_γ	1,0	1,0

Tab. 6.4.I – *Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali*

Verifica	Coefficiente parziale
	(R3)
Carico limite	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$

Considerazioni idrogeologiche e di fattibilità di un diaframma plastico da realizzarsi a monte della briglia

La depressione a monte e a valle della briglia presenta problematiche di attribuzione genetica ed evolutiva, ma comunque è uno stato di fatto assolutamente non da trascurarsi. La progettazione in merito propone di realizzare due tipologie d'intervento.

A) Morfologico, con ricalibratura dell'alveo a monte della briglia di Zenzano in modo da reindirizzare la corrente verso il centro dell'alveo e ridurre le turbolenze in destra. Allo scopo si dovrà prevedere anche a un taglio della vegetazione in alveo ed uno scavo della parte centrale del corso d'acqua. Il materiale di risulta di (ghiaioso) verrà impiegato per il riempimento dello scavo localizzato nei pressi della spalla destra della briglia. Ulteriormente si propone anche la realizzazione di una scogliera di chiusura in sponda destra, con la creazione di un pennello che devii le fluenze del corso d'acqua verso il centro della briglia nonché il rifacimento del paramento di monte dell'argine di chiusura della spalla destra della briglia.

B) Idrogeologico; pur essendo in presenza di materiali impermeabili o a bassissima permeabilità risulta evidente che vi è attraverso il corpo briglia o al contatto fra il medesimo e il substrato argilloso o in lievi discontinuità all'interno dell'argilla di tipo litologico (livelletti a maggiore permeabilità) vi sia un passaggio d'acqua non trascurabile. Pertanto si propone la costruzione di un diaframma in calcestruzzo armato, a monte della briglia, realizzato a monte della zona di escavazione, su terreno argilloso compatto non interessato dai fenomeni erosivi in atto. Si propone inoltre un collegamento fisico tramite platea di calcestruzzo armato fra il nuovo diaframma e la briglia di monte.

CONCLUSIONI

Fattibilità geologica; dal punto di vista geologico l'area può ritenersi stabile non presentando particolari problemi. In base a quanto descritto nella perizia l'area è da considerarsi a *medio-basso rischio idrogeologico* s.l. (v. par. idrologia).

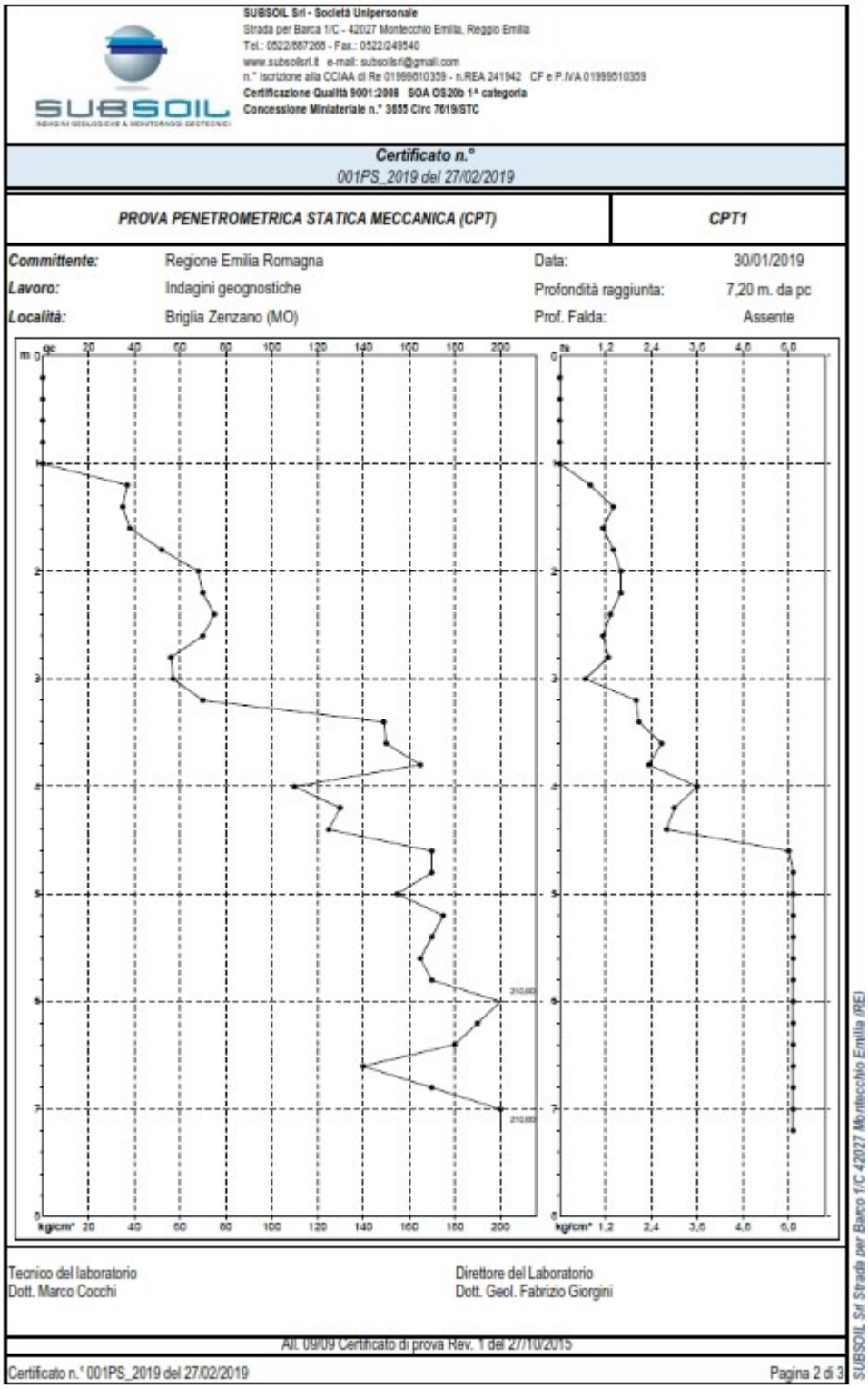
Fattibilità geotecnica; le indagini in sito indicano la presenza di terreni quasi completamente caratterizzati da limo argilloso da consistente a molto consistente. Il valore caratteristico, relativo al parametro geotecnico coesione non drenata, utilizzato per le verifiche agli stati limite delle opere in progetto, è 234.9 kN/mq. Tale valore caratteristico diventerà valore di progetto dividendo lo stesso per i diversi coefficienti parziali.

Analisi sismica;. I terreni in sito appartengono alla categoria sismica di sottosuolo B e condizione topografica T1 in funzione delle indagini svolte dalla società SubSoil s.r.l.

Relazione eseguita nel mese di Marzo 2019

ORDINE DEI GEOLOGI
Dr. Geol.
PIER ANDREA
VORLICEK
N° 371
REGIONE DEL VENETO

Allegati: estratti delle indagini eseguite per la progettazione definitiva/esecutiva per la messa in sicurezza idraulica della briglia Zenzano.



SUBSOIL Srl - Società Unipersonale
Strada per Barca 1/C - 42027 Montecchio Emilia, Reggio Emilia
Tel.: 0522/667266 - Fax.: 0522/249540
www.subsoilsrl.it e-mail: subsoilsrl@gmail.com
n.° Iscrizione alla CCIAA di Re 01999510359 - n.REA 241942 CF e P.IVA 01999510359
Certificazione Qualità 9001:2008 SOA OS20b 1.ª categoria
Concessione Ministeriale n.° 3655 Circ 7619/STC

Certificato n.°
001PS_2019 del 27/02/2019

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA (CPT)		CPT1	
Committente:	Regione Emilia Romagna	Data:	30/01/2019
Lavoro:	Indagini geognostiche	Profondità raggiunta:	7,20 m. da pc
Località:	Briglia Zenzano (MO)	Prof. Falda:	Assente

Tecnico del laboratorio
Dott. Marco Cocchi

Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Fabrizio Giorgini

All. 09/09 Certificato di prova Rev. 1 del 27/10/2015

Certificato n.° 001PS_2019 del 27/02/2019 Pagina 2 di 3

SUBSOIL Srl Strada per Barca 1/C 42027 Montecchio Emilia (RE)

Prova penetrometrica statica CPT

STRATIGRAFIA - S2

Committente: REGIONE EMILIA ROMAGNA	Sondaggio: S2
Riferimento: BRIGLIA ZENZANO (MO)	Data: 15/01/2019
Coordinate:	Quota:
Perforazione: Carotaggio continuo	

SCALA 1 :45

Pagina 1/2

metri	LITOLOGIA	RP	VT	Prel. %	Standard Penetration Test N	S.P.T.	RQD %	DESCRIZIONE	Cass	Pz	FORO	prof. m	ø mm	DATI TECNICI
								0.1 Terreno di riporto costituito da limo sabbioso e ghiaia. Limo a tratti sabbioso, debolmente umido, di colore grigio-nocciola, con abbondanti clasti eterometrici da spigolosi a subarrotondati e ciottoli. Presenza di apparati radicali.						
1								1.2 Limo debolmente argilloso, a tratti sabbioso, debolmente umido, di colore nocciola, molto consistente-duro. Presenza di calcinelli						
2		/ / / /	/ / / /					2.0 Alternanza decimetrica di argilla limosa e limo argilloso, umida, di colore grigio scuro, da molto consistente a consistente. A tratti si nota la presenza di sabbia fine in inclusione. Da 5.75m a 6.30m bagnata Da 8.00m a 8.30m bagnata Presenza di frammenti di conchiglie da 13.30m a 13.40m	1					
3		/ / / / 5 / 3 /	/ / / /	3.2	22-28-36	64	C							
4		/ / / / / / 5.4	/ / / / 0.7											
5		5.2 / / / 2.2	/ / / 0.65											
6		/ / 1 / 1	/ 0.1 / 0.2											
		1.5	0.45	6.4	24-26-32	58	C							
7		/ / / / 3.5	/ / /											
8		2.5 / 1.6 / 1.5	/ / 0.75						2					
		3.5	0.65											
9		2.4 / / / 5.2	/ / /											
		1.6 /	/	9.0	28-30-43	73	C							
10		/ 5.6 / 4 / / /	/ / /											

STRATIGRAFIA - S2

Committente: REGIONE EMILIA ROMAGNA	Sondaggio: S2
Riferimento: BRIGLIA ZENZANO (MO)	Data: 15/01/2019
Coordinate:	Quota:
Perforazione: Carotaggio continuo	

SCALA 1 :45

Pagina 2/2

metri	LITOLOGIA	RP	VT	Prel. %	Standard Penetration Test N	S.P.T.	RQD %	DESCRIZIONE	Cass	Pz	FORO	prof. m	ø mm	DATI TECNICI
		3	0.9					Alternanza decimetrica di argilla limosa e limo argilloso, umida, di colore grigio scuro, da molto consistente a consistente. A tratti si nota la presenza di sabbia fine in inclusione. Da 5.75m a 6.30m bagnata Da 8.00m a 8.30m bagnata Presenza di frammenti di conchiglie da 13.30m a 13.40m						
		2.6	0.75											
		2	0.75											
11		4.5 / 3	/ 0.9											
		2.5 / 3.3	/ /											
		/ 5.5	/ /											
12		2.6	/	12.2	28-29-35	64	C							
		1.5 / 2.4	/ 0.75						3				127	
13		2.9 / 2.9	/ /											
		3.6 / 1.6	/ /											
		1.9	0.75											
14		2.5 / 2	/ /											
		0.5 / 3.6	/ /											
15		/ 2.5	/	14.9	20-23-28	51	C		4			15.0		
		2.9	/											

Campioni:
NESSUNO

Prove in foro:
- SPT

Strumentazione installata:
NESSUNA

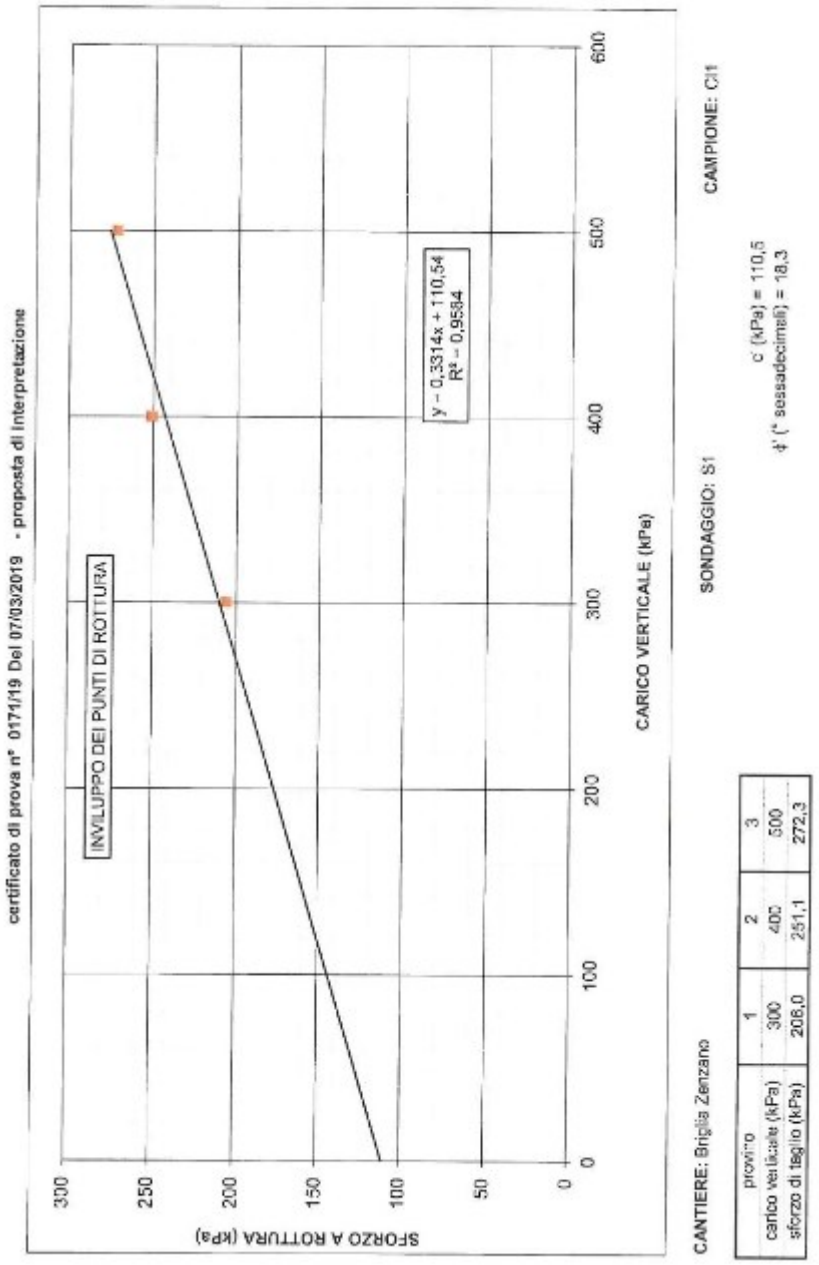
Caratteristiche Sonda:
Marca/Modello: SOILMAC SM-8G
Coppia: 472 Nm
Corsa utile: 37000 mm
Morse: Ømax: 200 mm

NORMATIVA DI RIFERIMENTO
A.G.I. - (1977): Raccomandazioni sulla Programmazione e d Esecuzione delle Indagini Geotecniche.
DM 11.03.88: "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
Shelby 1;

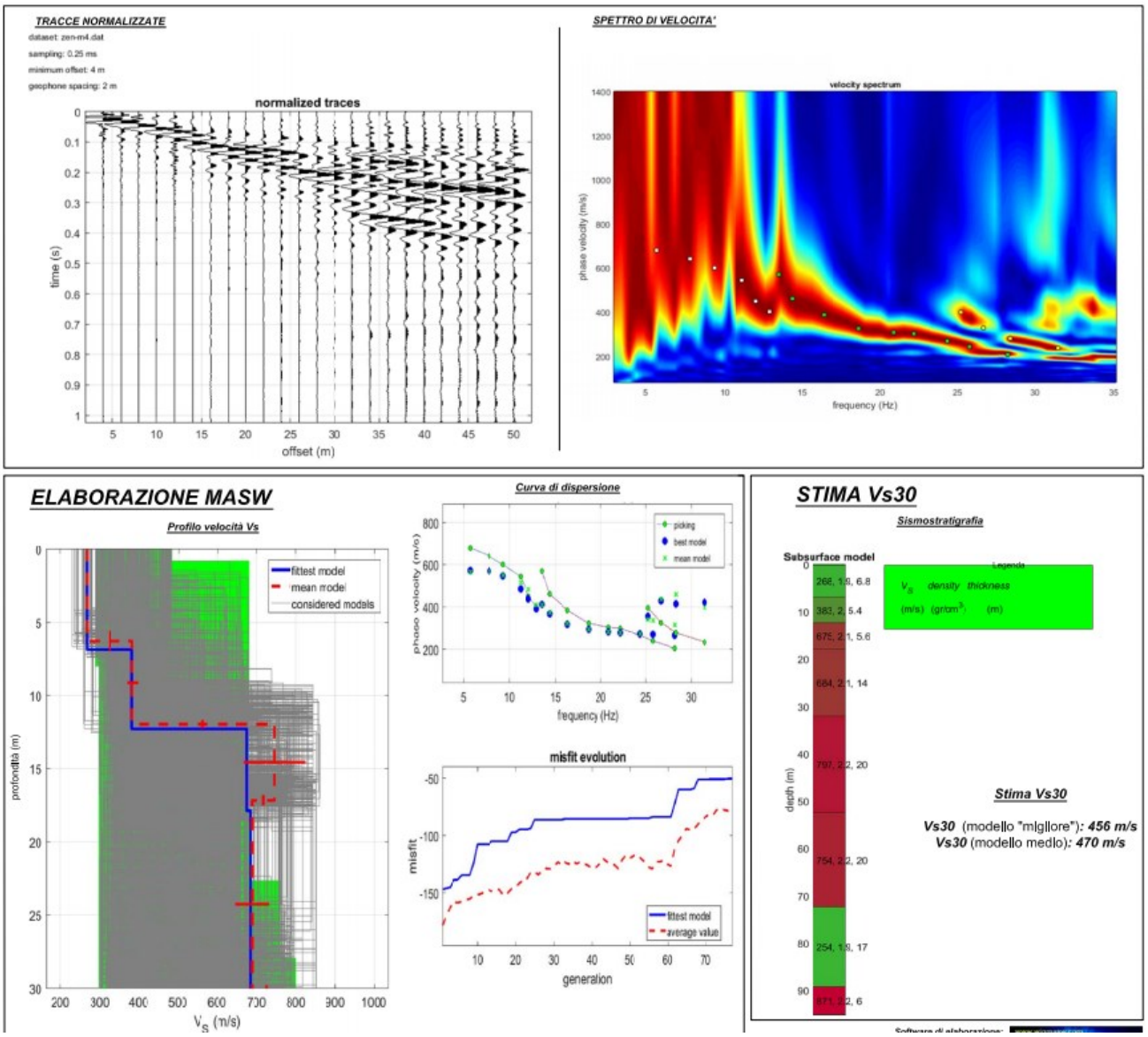
Rilievo del livello dell'acqua nel corso della perforazione

Giorno	15/01/19
Ora	sera
Livello dell'acqua (m)	assente
Prof. perforazione(m)	15,00
Prof. rivestimento(m)	15,00

Log stratigrafico del sondaggio S2



Risultato della prova di taglio eseguita sul campione indisturbato estratto dal sondaggio S1



Elaborazione MASW per la stima delle Vs30

3 LA INDAGINI GEOGNOSTICHE RELATIVE ALLE "OPERE DI MESSA IN SICUREZZA E RIPRISTINO DELLE CONDIZIONI DI OFFICIOSITÀ DELLA BRIGLIA DI ZENZANO SUL FIUME PANARO"

Agenzia Regionale per la Sicurezza Territoriale e la Protezione Civile

SERVIZIO COORDINAMENTO PROGRAMMI SPECIALI E PRESIDI DI COMPETENZA

Ordinanza Commissariale n° 1 del 28 dicembre 2017

Codice intervento: 13059

Titolo intervento: Opere di messa in sicurezza e ripristino condizioni di officiosità della Briglia di Zenzano sul fiume Panaro.

Importo del finanziamento: € 900.000,00

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

03A	Indagini geognostiche
Scala -	

PROGETTAZIONE

INGEGNERIA 2P & associati s.r.l.
30027 - San Dona' di Piave (VE)
Via G.B. Dall'Armi 27/3
Tel. +39.0421.307700
Mail: info@ingegneria2p.it
Web: www.ingegneria2p.it

Progettisti: Dott. Ing. Corrado Petris
Dott. Ing. Giovanni Carretta

GEOLOGIA TECNICA s.a.s. di Vorlicek P.A.&C.
35042 - Este (PD)
Via Martiri della Libertà 29
Tel. +39.0429.601.986
Mail: info@geologiatecnica.net
Web: www.geologiatecnica.net

Geologo: Dott. Geol. Pier-Andrea Vorlicek

INDAGINI GEOGNOSTICHE:

SUBSOIL srl
Strada Barco, 1/C - 42027 Montecchio E. (RE)
Tel. 0522 887268 - fax 0522 249540

Data	Rev.	Cod. Elab.
Marzo 2019	**0**	18 052 RE 03A E 0

Visto di validazione

(art. 26 co. 8 D.Lgs 50/2016)

Il Responsabile Unico del Procedimento

(Dott.ssa Rita Nicolini)

Regione Emilia-Romagna

AGENZIA REGIONALE PER LA SICUREZZA TERRITORIALE
E LA PROTEZIONE CIVILE
Viale Silvani n. 6 - 40122 Bologna (BO) Tel. : 059248733 - Fax. :059248750

INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE E ANALISI DI LABORATORIO PROPEDEUTICHE ALLA PROGETTAZIONE DEFINITIVA/ESECUTIVA DEGLI INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA IDRAULICA COD.13056, 13059, 13060, 13061 - ORDINANZA1/2017 (CIG-Z0126056FC)

BRIGLIA ZENZANO

VERBALE LAVORI

SUBSOIL
INDAGINI GEOLOGICHE & MONITORAGGI GEOTECNICI

SUBSOIL srl

Strada Barco, 1/C - 42027 Montecchio E. (RE)
Tel. 0522 887268 - fax 0522 249540

IMPRESA ESECUTRICE				
REV.	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
A		MARZO 2019	MARZO 2019	MARZO 2019
		Dott.Andrea Saracchi	Dott.Andrea Saracchi	Dott.Geol.Fabrizio Giorgini

COMMESSA: 00100019_FG

INDICE

1. PREMESSA 3
2. INDAGINI ESEGUITE 4
3. DESCRIZIONE INDAGINI 6
3.1 Sondaggi a carotaggio continuo 6
3.2 Prove in foro SPT (Standard Penetration Test) 7
3.3 Prelievo di campioni indisturbati 9
3.4 Analisi sismica tipo Masw 9
3.5 Prova sismica a stazione singola tipo HVSR 10
3.6 Prova fisica tipo geoelettrica 11
3.7 Prova Penetrometrica Statica con punta meccanica 13

ALLEGATI

ALLEGATO 1
Planimetria generale
ALLEGATO 2
Sondaggi a carotaggio continuo
ALLEGATO 3
Analisi simica tipo Masw
ALLEGATO 4
Prova singola a stazione singola tipo HVSR
ALLEGATO 5
Prova fisica tipo geoelettrica
ALLEGATO 6
Prova Penetrometrica Statica
ALLEGATO 7
Risultati Laboratorio

1. PREMESSA

Su incarico ricevuto da AGENZIA REGIONALE PER LA SICUREZZA TERRITORIALE E LA PROTEZIONE CIVILE in merito a "Indagini geognostiche, geofisiche e analisi di laboratorio propedeutiche alla progettazione definitiva/esecutiva degli interventi di messa in sicurezza idraulica" è stata eseguita una campagna di indagini geognostiche a sostegno della progettazione dei primi interventi di messa in sicurezza per tratte saltuarie del Fiume Secchia e Fiume Panaro.
Le indagini sono state suddivise in quattro zone ove si intende migliorare strutturalmente e funzionalmente il sistema difensivo esistente, proteggendo e riducendo la vulnerabilità di infrastrutture e abitati esistenti.

Le aree in questione sono:
- Briglia Casella sul fiume Panaro, comune di Savignano sul Panaro (MO)
- Briglia Muratori sul fiume Panaro, comune di Vignola (MO)
- Briglia Zenzano sul fiume Panaro, comune di Marano sul Panaro (MO)
- Briglia San Michele dei Mucchietti, sul fiume Secchia, comune di San Michele dei Mucchietti (MO)

2. INDAGINI ESEGUITE

La campagna di indagini geognostiche si è svolta nei mesi di Gennaio e Febbraio 2019, dopo il posizionamento delle indagini concordate con la Committenza.

Di seguito alleghiamo una ubicazione generale delle aree dove si sono svolte le indagini..

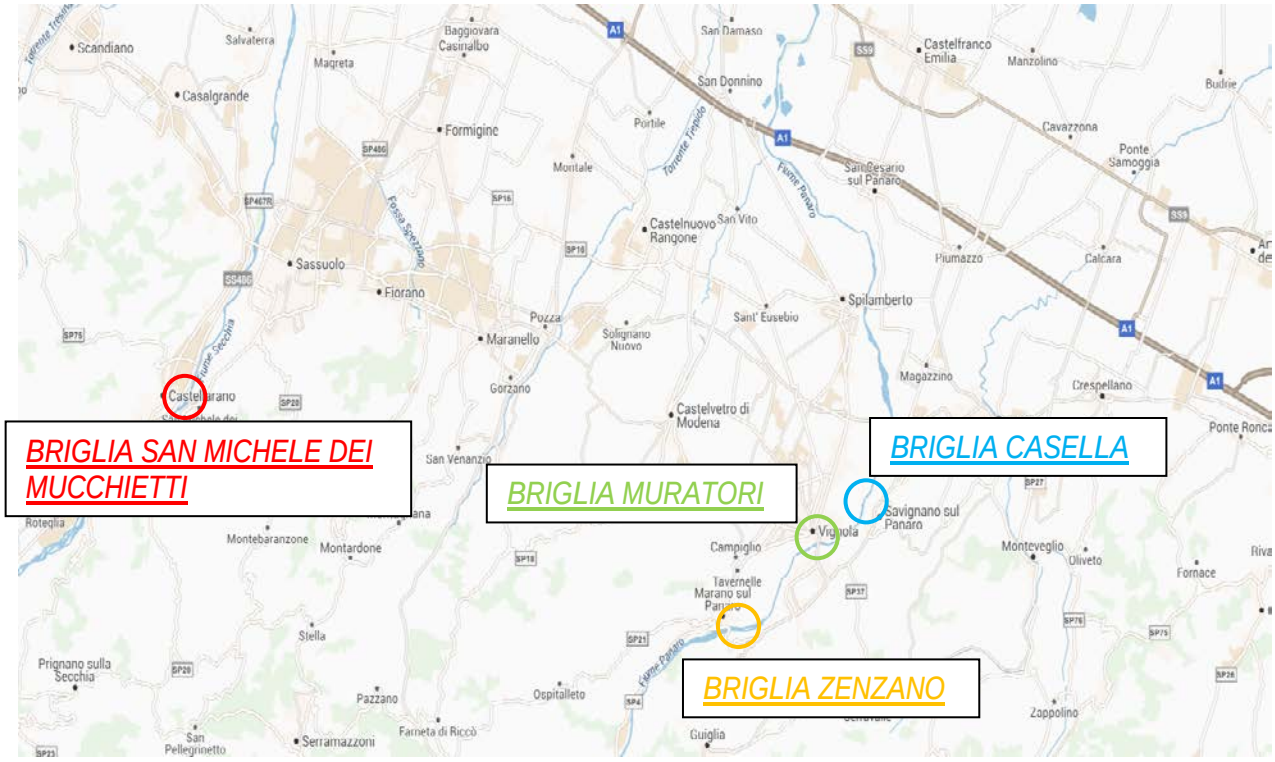


Figura 1: Ubicazione aree di indagine

In questo verbale andremo a descrivere le indagini eseguite a <u>Briglia Zenzano</u>

BRIGLIA ZENZANO

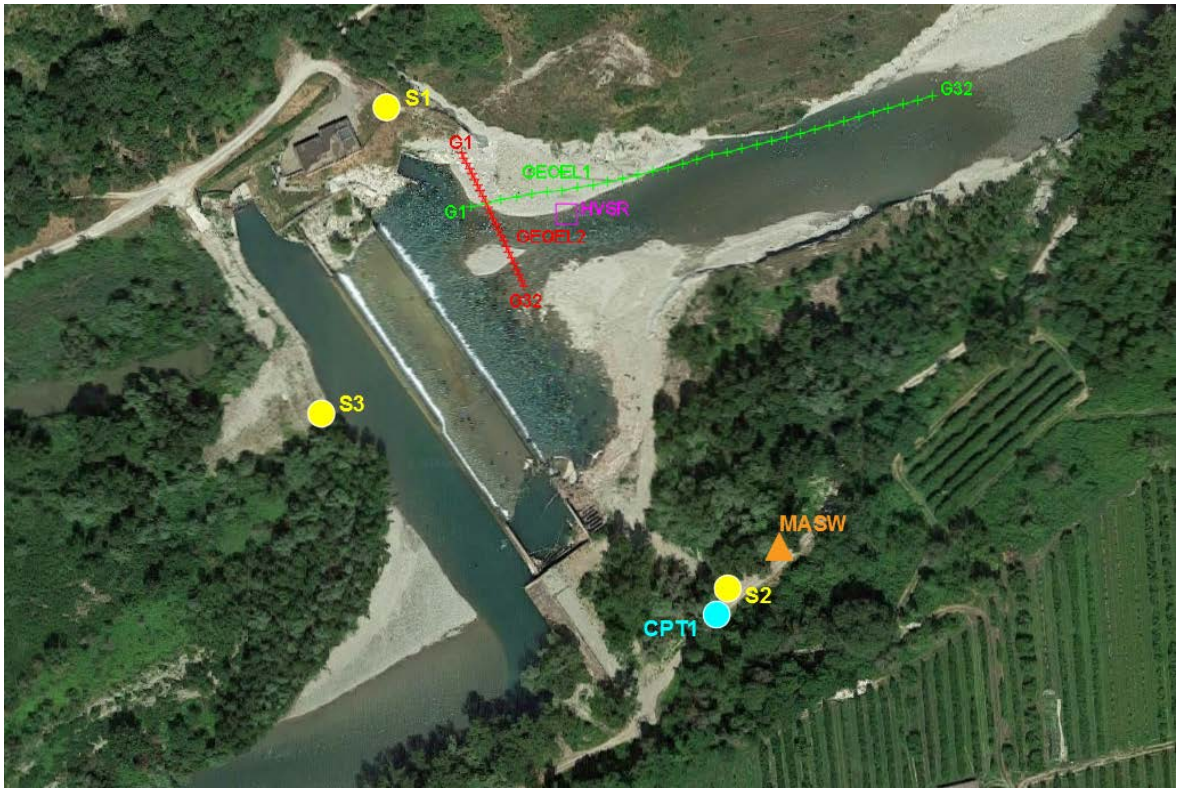


Figura 2: Planimetria indagini Briglia Zenzano - fiume PANARO

Nell'area Briglia Zenzano sono state effettuate le seguenti indagini:

- n.° 3 sondaggio a carotaggio continuo verticali;
- prove in foro tipo Standard Penetration Test;
- prelievo di campioni indisturbati per analisi ambientali;
- n.° 1 stendimento sismico tipo MASW;
- n.° 2 stendimenti geofisici di tipo geoelettrico.
- n.° 1 HVSR
- n.° 1 prova penetro metrica CPT

3. DESCRIZIONE INDAGINI

3.1 Sondaggi a carotaggio continuo

I sondaggi a carotaggio continuo sono stati realizzati mediante la sonda perforatrice Soilmec SM-8G, le cui caratteristiche sono riportate nelle tabelle tab.3.1, seguendo le norme e specifiche di riferimento riportate qui di seguito:

- *AGI Associazione Geotecnica Italiana (1977) – Raccomandazioni sulla Programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche;*
- *UNI EN 1997-2 (2007) – Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica. Parte 2. Indagini e prove nel sottosuolo [EN 1997-2 Euurocode 7 – Geotechnical Design – Part 2: Ground investigation and testing];*
- *EN ISO 22475-1 – Geotechnical investigation and Testing – Sampling Methods and grounwater measurements – Part 1: Technical Principles for execution.*

Apparecchio di trivellazione	SOILMEC SM-G8
Allestimento	cingolata
Velocità massima di rotazione	450 giri/min
Coppia massima	436 Kg m
Corsa continua	4000 mm
Spinta	3500 Kg
Tiro	3500 Kg
Morsa idraulica per rivestimenti e/o aste	
Pompa fluidi	NENZI TRIPPLEX 200
Pressione continua	45 bar
Pressione max intermittente	70 bar
Portata	200 l min

Tabella 1: Caratteristiche sonda di perforazione SOILMEC SM-G8

La sonda è stata posizionata in corrispondenza dei punti concordati con la Committenza per procedere con perforazioni verticali. L'esecuzione dei sondaggi è stata effettuata mediante attrezzature a rotazione idraulica secondo il metodo del carotaggio continuo utilizzando carotieri semplici di diametro esterno di 101 mm e lunghezza 150 cm. dotate di corone in Widia visto la natura litologica dei terreni attraversati (prevalentemente argille e ghiaie). Con l'avanzamento della perforazione si è fatto ricorso di aste di perforazione con filettatura tronco conica del diametro di 76 mm e lunghezza 150 cm..

La stabilità delle pareti dei fori è stata assicurata mediante l'impiego di rivestimenti metallici provvisori, aventi spessore 8 mm, diametro di 127 mm e lunghezza 150 cm.. Tale rivestimento segue immediatamente ogni manovra di avanzamento del carotiere, ed è poi estratto e recuperato a fine perforazione. Ogni manovra di rivestimento è stata eseguita con l'uso di fluido di circolazione (nel caso specifico acqua pulita) e a pressioni controllate.

La perforazione è stata condotta a secco, senza l'ausilio di fluidi di perforazione, garantendo una percentuale di recupero pari al 100% in modo tale da consentire una sicura e dettagliata ricostruzione stratigrafica del sottosuolo. L'estrusione delle carote è stata eseguita a pressione idraulica avendo cura che il terreno non subisse dilavamento oppure per gravità tramite battitura in prossimità della corona terminale (nel caso di terreni granulari).

Le carote di terreno recuperate sono state alloggiate in apposite cassette catalogatrici in plastica nella posizione corrispondente alla profondità di carotaggio ed evitando rimescolamenti del materiale, seguendo il riempimento da sinistra a destra e dall'alto verso il basso.
All'inizio e alla fine di ogni setto di ciascuna casetta catalogatrice è stata trascritta la profondità corrispondente, mentre sul bordo inferiore e sul coperchio sono state riportate le informazioni identificative del sondaggio (nome impresa, committente, nome sondaggio numero cassa e profondità.
Inoltre, opportuni separatori di plastica indicano le profondità delle varie manovre eseguite.

Tutte le informazioni relative alla perforazione e la descrizione stratigrafica dei campioni di terreno recuperati dal sondaggio, comprese tutta la documentazione fotografica del piazzamento e delle casse contenenti i campioni sono riportate nei certificati di prova (*Allegato 2)*.

Le caratteristiche dei sondaggi eseguiti sono riportati in tabella 2.

Nome sondaggio	Data		Profondità	Strumentazione installata
	Inizio	Fine	(m)	
S1	11/01/2019	14/01/2019	15,00 m	-
S2	15/01/2019	15/01/2019	15,00 m	-
S3	28/01/2019	28/01/2019	5,00 m	-

Tabella 2: Caratteristiche sondaggi

3.2 Prove in foro SPT (Standard Penetration Test)

Le prove di Standard Penetration Test (Norme ASTM D 1586-84) sono state eseguite all'interno delle verticali di sondaggio al fine di determinare le caratteristiche di resistenza e compressibilità dei materiali incoerenti "in situ".

La prova è stata eseguita con seguente attrezzatura standard:
- aste d'infissione del diametro esterno 50 mm e peso di 7 kg/m;
- testa di battuta di acciaio avvitata sulle aste;
- maglio di acciaio di 63,5 kg;
- dispositivo automatico che consente la caduta del maglio da un'altezza di 0,76 m.;
- per terreni ghiaiosi utilizzo di punta conica chiusa del diametro esterno di 51 mm spessore 16 mm e lunghezza complessiva comprendente scarpa e raccordo aste di 813 mm.

Le procedure di prova sono di seguito elencate:
- verifica con apposito scandaglio della quota del "fondo foro", confrontandola con quella raggiunta dalla manovra di perforazione o di pulizia precedente. La quota può risultare maggiore per fenomeni di refluimento del foro o per decantazione di detriti in sospensione nel fluido. Se la differenza misurata supera i 7 cm la prova non si può eseguire previa ulteriore pulitura.
- Inizio prova che consiste nel misurare il numero di colpi necessari per far penetrare di 30 cm nel terreno vergine, dopo una penetrazione preliminare di 15 cm, un utensile standard a punta chiusa (Fig. 1).
  Tale attrezzo è collegato alla superficie mediante batterie di aste, sulle quali agisce un maglio del peso di 63,5 Kg che cade liberamente da un'altezza di 0,76 m. L'eventuale affondamento delle aste dovuto al proprio peso deve essere annotato e non incluso nei primi 15 cm di affondamento.

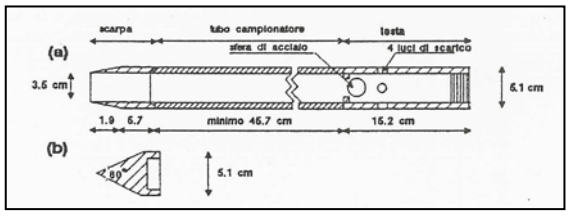


Figura 3: *Attrezzo SPT a punta aperta (a) e a punta chiusa (b).*

- Si procede all'infissione preliminare di 15 cm, contando i colpi necessari fino ad un massimo di 50 colpi. Successivamente si procede all'infissione vera e propria per un tratto di 30 cm, rilevando il numero di colpi necessario per la penetrazione di ciascun tratto di 15 cm. Il valore di N_{SPT} è la somma dei colpi misurati in questi ultimi 30 cm.
- La prova viene sospesa quando il numero di colpi N_{SPT}, per un tratto di 15 cm, supera 50. In tal caso si annota un "rifiuto" da parte del terreno con la penetrazione in cm ottenuta con i 50 colpi.

Di seguito è riportata una tabella riassuntiva che riporta le profondità e i risultati delle SPT e comunque riportati in ciascun certificato di prova.

Sondaggio	Nome prova	Quota inizio prova (m. da p.c.)	Tipo punta	Prova			N_{SPT}
				N1	N2	N3	
S1	SPT1	9,50 m.	Chiusa	30	38	50/Rif	-
	SPT2	13,00 m.	Chiusa	28	40	50/Rif	-
	SPT3	14,90 m.	Chiusa	24	39	50/Rif	-
S2	SPT1	3,20 m.	Chiusa	22	28	36	64
	SPT2	6,40 m.	Chiusa	24	26	32	58
	SPT3	9,00 m.	Chiusa	28	30	43	73
	SPT4	12,20 m.	Chiusa	28	29	35	64
	SPT5	14,90 m.	Chiusa	20	23	28	51
S3	SPT1	1,00 m.	Chiusa	20	34	34	68
	SPT2	2,00 m.	Chiusa	28	34	45	79
	SPT3	3,00 m.	Chiusa	35	39	43	82
	SPT4	4,00 m.	Chiusa	20	24	38	62
	SPT5	4,90 m.	Chiusa	32	38	42	80

Tabella 3: risultati delle prove SPT

3.3 Prelievo di campioni indisturbati

Durante l'esecuzione dei sondaggi a carotaggio sono stati prelevati campioni indisturbati di terreno per l'identificazione del terreno e per l'esecuzione di prove di laboratorio finalizzate alla terminazione delle proprietà geotecniche e geomeccaniche.

Il prelievo dei campioni è stato eseguito secondo la seguente normativa e specifica di riferimento:
- *AGI Associazione Geotecnica Italiana (1977) – Raccomandazioni sulla Programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche;*
- *UNI EN 1997-2 (2007) – Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica. Parte 2. Indagini e prove nel sottosuolo [EN 1997-2 Eurocode 7 – Geotechnical Design – Part 2: Ground investigation and testing];*
- *EN ISO 22475-1 – Geotechnical investigation and Testing – Sampling Methods and groundwater measurements – Part 1: Technical Principles for execution.*

Visto la natura dei terreni attraversati, è stato utilizzato il campionatore semplice tipo "Shelby", caratterizzato dalla presenza di un pistone fisso collegato alle aste di manovra.
Di seguito si riportano le profondità dei campioni indisturbati prelevati:

Sondaggio	Nome campione	Profondità campione (m. da p.c.)	Tipologia
S1	CI1	10,20 a 10,90 m.	Shelby

Tabella 4: elenco campioni indisturbati

I risultati dei campioni inviati al laboratorio sono riportati nell' ***Allegato 7***

3.4 Analisi sismica tipo Masw

In base alle norme tecniche per le costruzioni del DM 14 gennaio 2008 (ex DM 14/09/2005), è stata condotta una indagine sismica secondo la metodologia MASW (*Multi-channel Analysis of Surface Wave*, analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da misure di sismica attiva – e.g. Park et al., 1999), al fine di caratterizzare la risposta del sito in esame.

Tale indagine è stata condotta per raggiungere i seguenti obiettivi:
- ricostruire la geometria delle unità litotecniche (definire gli spessori delle coperture e delle principali unità litotecniche, definire le geometrie dei corpi che possono essere sede di movimenti franosi)
- caratterizzare con la velocità delle onde S, le unità litologico-tecniche.

Il MASW (Park et al., 1999) è stato sviluppato in parte per superare le difficoltà dell'applicazione del SASW in ambienti rumorosi. La tecnica che prevede la registrazione simultanea (in questo caso l'energizzazione è prodotta da una massa battente di almeno 8-10 Kg) di 12 o più canali (separati da 0,5m a 10m), fornisce una ridondanza statistica delle misure di velocità di fase e ne avvalora la veridicità.
Il salvataggio delle tracce nel dominio temporale, previsto dal metodo, permette inoltre di distinguere e evidenziare, durante l'analisi, le onde di Rayleigh presenti nel record che, normalmente, sono caratterizzate da un'elevata ampiezza di segnale (circa il 60% dell'energia prodotta dalla sorgente artificiale si distribuisce in onde di superficie). Una particolare analisi spettrale, "overtone analysis", produce un grafico Velocità di fase-frequenza in cui si può distinguere il modo fondamentale delle onde di superficie da cui ricavare la curva di dispersione ed il profilo delle Vs per successiva inversione 1-D.
La tecnica permette inoltre di eseguire misure ripetute spostandosi nella direzione di allineamento per risalire ad un profilo bidimensionale che evidenzia le variazioni laterali delle Vs. risoluzione.
Queste fanno risalire la stima dell'effetto di sito alle caratteristiche del profilo di velocità delle onde di taglio (Vs)

La classificazione dei terreni è stata svolta sulla base del valore Vs30 (valore medio della Vs nei primi 30 m. di profondità) definita dalla relazione:

$$Vs30 = \frac{30}{\sum \frac{h_i}{Vs_i}}$$

in cui Vsi e hi sono rispettivamente la velocità delle onde di taglio e lo spessore dell'i-esimo strato.

STRUMENTAZIONE IMPIEGATA E CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Sono stati eseguiti n.° 1 stendimenti con acquisizione mediante sismografo a 24 canali (PASI 16SG12) collegata a geofoni verticali a frequenza propria di 4,5 Hz, con passo di campionamento di 0,25 ms. con durata acquisizione di 1 sec.
L'energizzazione è stata effettuata con una massa battente (martello) da 10 kg.

I geofoni sono stati posizionati con distanza intergeofonica di 2,0 m. per una lunghezza complessiva di 46 m.

L'energizzazione è stata realizzata a distanze di 4,00m, -6,00m., -8,00m., -10,00m. dal piano campagna dal primo geofono.

ELABORAZIONE

I dati acquisiti sono stati elaborati mediante software winMASW 4.3 Standard, per ricostruire il profilo della velocità delle onde di taglio Vs e per ottenere l'inversione della curva di dispersione. Il risultati dell'analisi sono riportati nell'***Allegato 3*** dai quali si ottiene la seguente ricostruzione sismo stratigrafica.

3.5 Prova sismica a stazione singola tipo HVSR

La prova sismica a stazione singola HVSR è basata sull'acquisizione del Rumore Sismico Ambientale (seismic noise) ovvero la continua vibrazione del suolo dovuta sia a cause antropiche che naturali.
Questa tipologia è definita come metodo sismico passivo in quanto non ha bisogno di alcuna energizzazione esterna visto che utilizza come sorgente il traffico veicolare, la produzione industriale, il vento, la pioggia e tutto ciò che è in grado di produrre una minima vibrazione sulla superficie del suolo.
Questo sistema di prova presenta diversi vantaggi:

- le acquisizioni vengono difficilmente "sporcate" da interferenze esterne poiché sfruttano come sorgente quella porzione di segnale sismico che altre tecniche considerano disturbo;
- non necessitando si alcuna energizzazione esterna si possono raggiungere profondità di investigazione anche superiori a 100 m.;

La caratterizzazione sismica dei terreni tramite la tecnica di indagine sismica passiva di tipo HVSR (Horizzontal to Vertical Spectral Ratio – Metodo Nakamura) non permette un dettaglio come altri sistemi quali sismica a rifrazione o down-hole, ma è finalizzata all'individuazione delle frequenze caratteristiche di risonanza di sito, le quali sono correlabili ai cambi litologici presenti sia all'interno della copertura che nell'ammasso roccioso.

Per l'acquisizione del segnale è stato utilizzato il tromografo "TROMINO 3G+" prodotto da MOHO Srl costituito da un geofono 3D ad alte prestazioni e bassa frequenza di risonanza, con sensori da 0,1 a 1024Hz e scheda da 24 bit reali.
L'elaborazione della prova è riportata nell'***Allegato 4***.

3.6 Prova fisica tipo geoelettrica

La metodologia generalmente definita "geoelettrica" rappresenta uno dei metodi geofisici più utilizzati per la caratterizzazione dei materiali del sottosuolo.
Il parametro di base è la resistività elettrica, proprietà fisica che esprime la "resistenza" che i materiali offrono al passaggio della corrente.
Le misure geoelettriche consentono quindi, studiando le deformazioni del flusso di corrente causate dalle diverse strutture nel sottosuolo, di caratterizzare le strutture stesse e ricostruirne la distribuzione spaziale.
La resistività delle diverse formazioni geo litologiche è determinata essenzialmente dai seguenti fattori:

- porosità (forma, dimensione e continuità dei pori);
- percentuale di contenuto d'acqua dei pori;
- salinità del liquido di saturazione dei pori;
- presenza di matrice a granulometria fine;
- conducibilità intrinseca dei minerali di base.

È pertanto evidente che i materiali più addensati e/o grossolani presentano valori di resistività più elevati, mentre i materiali più disgregati e/o fini associati a presenza d'acqua, hanno una resistività inferiore.
Come accennato la misura del valore di resistività elettrica dei materiali si realizza creando un campo elettrico artificiale nel mezzo da indagare e studiandone la distribuzione nel sottosuolo (dispositivo quadripolare). Generalmente i dispositivi sono simmetrici rispetto ad un punto centrale O al quale si riferisce il valore misurato.

La coppia di elettrodi attraverso la quale si immette corrente nel terreno è denominata C1-C2 o A-B, mentre la coppia attraverso la quale si misura la differenza di potenziale generata nel terreno stesso dal passaggio della corrente è chiamata P1-P2 o M-N.
Si misurano così le variazioni del campo elettrico, indotte dalle eterogeneità litologiche presenti nel sottosuolo.
Queste variazioni sono più o meno marcate in funzione del contrasto di resistività elettrica esistente tra mezzi con caratteristiche differenti.
La distribuzione della corrente in profondità e quindi la profondità dell'esplorazione è essenzialmente legata alla distanza tra i due elettrodi C1 e C2 ed alle caratteristiche intrinseche del mezzo esplorato.
La scelta del dispositivo più opportuno è legata alle condizioni dell'area da indagare sia in termini strutturali sia di rapporto segnale-rumore.
Dalla misura dell'intensità di corrente che fluisce tra gli elettrodi C1-C2 e della differenza di potenziale tra gli elettrodi P1-P2 è possibile calcolare la resistività apparente e riferirla generalmente al centro del quadripolo ad una profondità che è funzione della distanza C1C2.

Figura 4: *Elettrodi utilizzati per l'acquisizione geoelettrica*

L'acquisizione tomografica consiste quindi nella misura dei valori di resistività in corrispondenza di un elevato numero di punti lungo la sezione d'indagine.

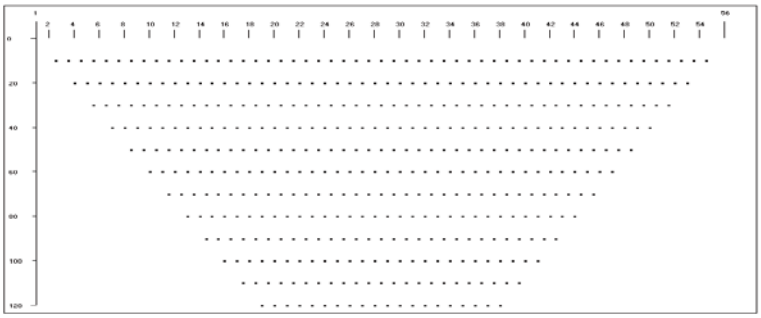


Figura 5: Tomografia elettrica – schema misure

La densità dei punti consente di ricostruire con estremo dettaglio, anche tramite l'applicazione di algoritmi di calcolo bidimensionali, la sezione definendo in particolare gli effetti delle variazioni laterali e quindi ricostruendo una rappresentazione finale maggiormente corrispondente alla situazione reale.

L'acquisizione dei dati è stata condotta con l'utilizzo di una centralina PASI modello 16SG24 N combinato per effettuare anche acquisizioni sismiche ed energizzatore PASI P-300T.

Lo strumento, dopo aver indicato la posizione di ciascun picchetto, inizia a gestire i vari elettrodi, trasformandoli di volta in volta in elettrodi di misura o di corrente fino a completare il sondaggio.

I valori via via acquisiti vengono riportati in tabelle ed in caso di necessità ogni singola acquisizione può essere ripetuta. Le acquisizioni possono anche essere visualizzate in un diagramma semilogaritmico C1C2/2-resistività apparente permettendo in questo modo un primo controllo diretto sulla qualità dell'acquisizione e la presenza di eventuali anomalie.

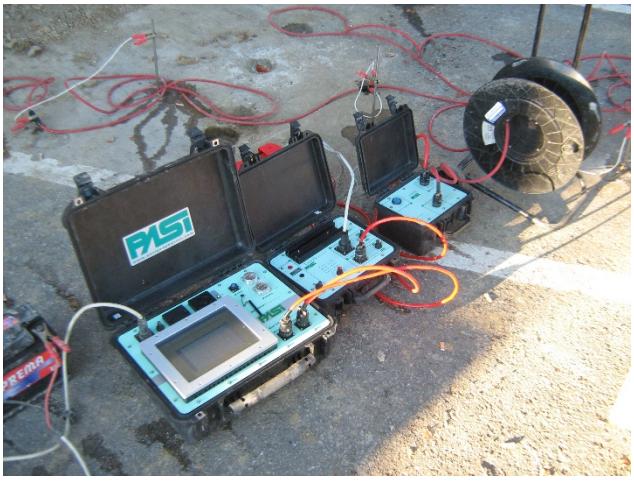


Figura 6: *Tomografia elettrica – strumentazione*

È stato scelto di misurare la resistività apparente secondo lo stendimento Wenner-Schlumberger che consiste nella combinazione degli stendimenti Wenner e Schlumberger. L'elaborazione dei dati è stata eseguita con il programma RES2DINVx64 ver. 4.05.

A Briglia Zenzano sono stati eseguiti n.° 2 stendimenti di geoelettrica composti le cui caratteristiche sono riportate in tabella 6, mentre i risultati dell'indagine geoelettrica sono riportati in ***Allegato 5***.

Prova n.°	n.° elettrodi	Passo elettrodi (m.)	Lunghezza stendimento	Data esecuzione
GEOEL 1	32	5,00 m	155,00 m.	14/02/2019
GEOEL 2	25	2,00 m	48,00 m.	14/02/2019

Tabella 5: Prove di Tomografia elettrica

3.7 Prova Penetrometrica Statica con punta meccanica

La prova penetrometrica statica con punta meccanica consiste nel misurare la resistenza alla penetrazione di una punta conica metallica, di dimensioni e caratteristiche standard, infissa a velocità costante nel terreno tramite un dispositivo di spinta idraulico che agisce alternativamente su una batteria di aste esterne e una batteria di aste interne alla cui estremità inferiore è collegata la punta.
La misura in superficie viene eseguita mediante gruppi di due manometri in serie.

La prova è stata eseguita secondo la seguente normativa e specifica di riferimento:

- *ASTM D 3441 – 94 Standard Test Method for Deep, Quasi-Static, Cone and Friction – Cone Penetration Tests of Soil*
- *UNI EN 1997-2 (2007) – Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica. Parte 2. Indagini e prove nel sottosuolo [EN 1997-2 – Eurocode 7 – Geotechnical Design – Part 2: Ground investigation and Testing]*
- *ISO 22476-12 – Geotechnical investigation and testing – Field Testing – Part 12: Mechanical CPT.*

Il penetrometro utilizzato è un penetrometro TECNOTEST autoancorante/zavorrato montato su camion FIAT PC90 4x4, caratterizzato da una spinta nominale di 20 ton., una corsa di 1,20 m. per permettere l'inserimento delle aste, una velocità di infissione della batteria di aste di 2 cm/s (±0,5 cm/s).

La prova è stata realizzata mediante punta meccanica tipo Begemann (Fig. 7) con le seguenti caratteristiche:

- diametro della punta 3,6 cm;
- angolo della punta 60°;
- superficie della punta 10 cm^2;
- superficie del manicotto 150 cm^2.

Figura 7. Punta meccanica tipo Begemann

Le aste utilizzate sono cave, del diametro di 36 mm dotate di un astino interno a sezione piena di diametro inferiore di 0,5 cm rispetto a quello interno delle aste cave.

Il penetrometro statico è posizionato perfettamente in piano attraverso stabilizzatori idraulici in modo da garantire la verticalità della applicazione del carico.
La prova è stata eseguita facendo avanzare, ad una velocità costante di 2 cm/s (± 0.5 cm/s), le aste interne fino ad esaurire l'intera corsa della punta (4 cm) e della punta + manicotto (altri 4 cm), misurando la pressione di spinta nel primo e nel secondo caso; si faranno quindi avanzare le aste cave, fino alla chiusura delle aste telescopiche (altri 12 cm), misurando ed annotando la pressione totale di spinta.
Le misure di resistenza alla punta qc e resistenza per attrito laterale fs sono discontinue, con annotazione dei valori di resistenza ogni 20 cm di penetrazione.

La prova viene proseguita sino alla profondità massima specificata nel progetto delle indagini o fino a rifiuto, corrispondente al raggiungimento del limite di spinta nominale dell'attrezzatura conforme al progetto delle indagini (10 o 20 ton).

Al termine della prova, si provvede a misurare la profondità da p.c. del tratto di foro aperto e ispezionabile o alla quota di soggiacenza della falda freatica. Tale quota viene riportata in una nota nella documentazione finale.
Nella seguente tabella (tabella 3.1) è riportata la profondità della CPT e la relativa profondità della falda rilevata.

Prova n.°	Data	Profondità prova (m. da p.c.)	Preforo (m.)	Profondità falda (m. da p.c.)
CPT1	30/01/2019	7,20 m.	1,00 m	assente

Tabella 6: Prove CPT

Il certificato di prova è riportato in Allegato 6..

Dott. Fabrizio Giorgini

Regione Emilia-Romagna

AGENZIA REGIONALE PER LA SICUREZZA TERRITORIALE
E LA PROTEZIONE CIVILE
Viale Silvani n. 6 - 40122 Bologna (BO) Tel. : 059248733 - Fax. :059248750

INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE E ANALISI DI LABORATORIO PROPEDEUTICHE ALLA PROGETTAZIONE DEFINITIVA/ESECUTIVA DEGLI INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA IDRAULICA COD.13056, 13059, 13060, 13061 - ORDINANZA1/2017 (CIG-Z0126056FC)

BRIGLIA ZENZANO

Campagna delle indagini geognostiche

PIANO DI INDAGINI

ALLEGATO

1

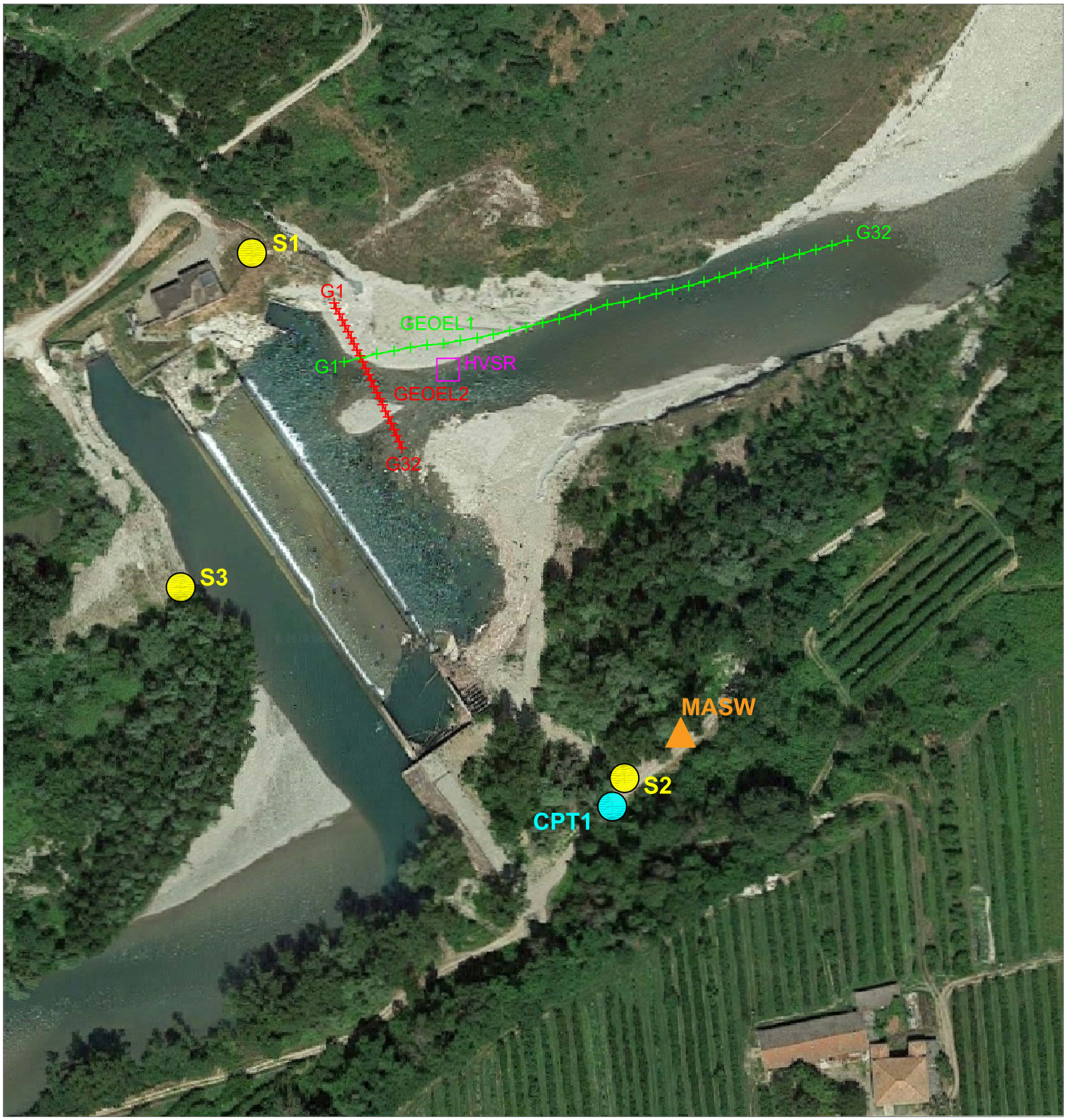
SUBSOIL
INDAGINI GEOLOGICHE & MONITORAGGI GEOTECNICI

SUBSOIL srl

Strada Barco, 1/C - 42027 Montecchio E. (RE)
Tel. 0522 887268 - fax 0522 249540

IMPRESA ESECUTRICE				
REV.	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
A		MARZO 2019	MARZO 2019	MARZO 2019
		Dott.Andrea Saracchi	Dott.Andrea Saracchi	Dott.Geol.Fabrizio Giorgini

COMMESSA: 00100019_FG



Regione Emilia-Romagna

AGENZIA REGIONALE PER LA SICUREZZA TERRITORIALE E LA PROTEZIONE CIVILE
Viale Silvani n. 6 - 40122 Bologna (BO) Tel. : 059248733 - Fax. :059248750

Indagini geognostiche propedeutiche ad interventi di sicurezza

BRIGLIA ZENZANO

PIANO DI INDAGINI

DATA: MARZO 2019

ALLEGATO **1**

Redatto
Dott. Andrea Saracchi

Approvato
Dott.Geol.Fabrizio Giorgini

SUBSOIL
INDAGINI GEOLOGICHE & MONITORAGGI GEOTECNICI

Strada Barco, 1/C - 42027 Montecchio E. (RE)
Tel. 0522 887268 - fax 0522 249540

COMMESSA: 00100019_FG

Regione Emilia-Romagna

AGENZIA REGIONALE PER LA SICUREZZA TERRITORIALE
E LA PROTEZIONE CIVILE
Viale Silvani n. 6 - 40122 Bologna (BO) Tel. : 059248733 - Fax. :059248750

INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE E ANALISI DI LABORATORIO PROPEDEUTICHE ALLA PROGETTAZIONE DEFINITIVA/ESECUTIVA DEGLI INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA IDRAULICA COD.13056, 13059, 13060, 13061 - ORDINANZA1/2017 (CIG-Z0126056FC)

BRIGLIA ZENZANO

Campagna delle indagini geognostiche

SONDAGGI

2

SUBSOIL srl

Strada Barco, 1/C - 42027 Montecchio E. (RE)
Tel. 0522 887268 - fax 0522 249540

IMPRESA ESECUTRICE				
REV.	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
A		MARZO 2019	MARZO 2019	MARZO 2019
		Dott.Andrea Saracchi	Dott.Andrea Saracchi	Dott.Geol.Fabrizio Giorgini

COMMESSA: 00100019_FG

Committente: REGIONE EMILIA ROMAGNA	Sondaggio: S1
Riferimento: BRIGLIA ZENZANO (MO)	Data: 11/01/2019-14/01/2019

PLANIMETRIA

PIAZZAMENTO

Committente: REGIONE EMILIA ROMAGNA	Sondaggio: S1
Riferimento: BRIGLIA ZENZANO (MO)	Data: 11/01/2019-14/01/2019

Cassetta n° 1 - profondità da m 0,00 a m 5,00

Cassetta n° 2 - profondità da m 5,00 a m 10,00

Committente: REGIONE EMILIA ROMAGNA	Sondaggio: S1
Riferimento: BRIGLIA ZENZANO (MO)	Data: 11/01/2019-14/01/2019

Fotografie - Pagina 3/3

Cassetta n° 3 - profondità da m 10,00 a m 15,00

LEGENDA STRATIGRAFIA

ø mm	R v	A r	S	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	Standard Penetration Test m	S.P.T.	N	Pt	RQD % 0 --- 100	prof. m	D E S C R I Z I O N E	Cass.	Pz	FORO	prof. m	ø mm	DATI TECNICI
1	2	3		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22

1) Diametro del foro / Tipo di carotiere
2) Rivestimento
3) Profondità dell'acqua (rinvenimento e stabilizzazione)
4) Scala metrica con limiti delle battute (>)
5) Simbolo litologico
6) Campioni (numero, tipo, profondità testa e scarpa)
7) Resistenza alla punta (kg/cm²)
8) Vane test (kg/cm²)
9) Percentuale di prelievo (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
10) Profondità di inizio della prova S.P.T.
11) Prova S.P.T.
12) Valore di Nspt
13) Tipo di punta (A = punta aperta; C = punta chiusa)
14) Percentuale R.Q.D. (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
15) Profondità della base dello strato (m)
16) Descrizione della litologia dello strato
17) Cassette catalogatrici
18) Piezometri
19) Schema geometrico del foro
20) Profondità del tratto di foro (m)
21) Diametro del tratto di foro (mm)
22) Dati tecnici

She = Shelby
Den = Denison
Ost = Osterberg
Maz = Mazier
Crp = Craps
nk3 = NK3
Ind = Indisturbato
Dis = Disturbato
SDi = Semi disturbato
SPT = SPT

Tubo aperto	*Casagrande*
tubo cieco	*tubo cieco*
finestrato	*cella drenaggio cementazione*

STRATIGRAFIA - S1

SUBSOIL

SCALA 1 :45

Pagina 1/2

Committente: REGIONE EMILIA ROMAGNA	Sondaggio: S1
Riferimento: BRIGLIA ZENZANO (MO)	Data: 11/01/2019-14/01/2019
Coordinate:	Quota:
Perforazione: Carotaggio continuo	

ø mm	Rv	Ar	As	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	Standard Penetration Test m	S.P.T.	N	Pt	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE	Cass.	Pz	FORO	prof. m	ø mm	DATI TECNICI
															0,2	Terreno vegetato.						
							/	/								Limo a tratti debolmente sabbioso, debolmente umido, di colore nocciola, con clasti eterometrici da spigolosi a subarrotondati. Presenza di calcinelli.						
							/	/														
							/	/														
				1				/							1,0	Limo argilloso, umido di colore grigio scuro, da consistente a molto consistente. A tratti si nota sabbie fine in inclusione. Da 1.00m a 1.50m molto umida e poco consistente. Da 5.40m a 5.80m molto umida Da 12.00m a 12.40 molto umida						
							2.2															
							3.4	/														
							2.6	/														
				2			3.2	/														
							/	/														
							/	/														
							1.4	0.65									1					
							2.2	/														
				3			3.4	/														
							3.2	/														
							3.4	/														
							/	/														
							/	/														
				4			5	/														
							/	/														
							/	/														
							4.6	/														
							/	/														
				5			/	/														
							/	/														
							2.2	/														
							1.4	0.60														
							/	/														
				6			/	/														
							/	/														
							/	/														
							/	/														
							3.3	0.65														
				7			3.5	/														
							/	/														
							/	/														
							/	/									2					
							/	/														
				8			/	/														
							/	/														
							4.5	/														
							5.5	/														
							2.8	/														
				9			/	/														
							/	/														
							/	/		9,5	30-38-50/3cm	Rif	C									
							3.5	/														
				10			5	/														
							/	/														

STRATIGRAFIA - S1

Committente: REGIONE EMILIA ROMAGNA	Sondaggio: S1
Riferimento: BRIGLIA ZENZANO (MO)	Data: 11/01/2019-14/01/2019
Coordinate:	Quota:
Perforazione: Carotaggio continuo	

SCALA 1 :45

Pagina 2/2

ø mm	Rv	Ar	As	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	Standard Penetration Test m	S.P.T.	N	Pt	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE	Cass.	Pz	FORO	prof. m	ø mm	DATI TECNICI
						C.I 1) She < 10,15 10,85									10,2	Limo argilloso, umido di colore grigio scuro, da consistente a molto consistente. A tratti si nota sabbie fine in inclusione. Da 1.00m a 1.50m molto umida e poco consistente. Da 5.40m a 5.80m molto umida Da 12.00m a 12.40 molto umida						
															10,9	CAMPIONE INDISTURBATO C.I. 1						
				11			/	/								Limo argilloso, umido di colore grigio scuro, da consistente a molto consistente. A tratti si nota sabbie fine in inclusione. Da 12.00m a 12.40 molto umida						
							/	/														
							/	/														
							/	/														
							/	/														
				12			0.9	0.4														
							0.8	0.2														
							3.2	0.7									3				127	
							2.7	/														
							5	/		13,0	28-40-50/5cm	Rif	C									
				13				/														
								/														
								/														
							1.4	0.75														
							2.5	0.75														
				14			3	0.7														
							2.8	/														
							3.8	/														
							3.6	/														
101				15				/		14,9	24-39-50/3cm	Rif	C		15,0		4			15,0		

Campioni:
N.1 CAMPIONE INDISTURBATO

Prove in foro:
- SPT

Strumentazione installata:
NESSUNA

Caratteristiche Sonda:
Marca/Modello: SOILMAC SM-8G
Coppia: 472 Nm
Corsa utile: 37000 mm
Morse: Ømax: 200 mm

NORMATIVA DI RIFERIMENTO
A.G.I. - (1977): Raccomandazioni sulla Programmazione e d Esecuzione delle Indagini Geotecniche.
DM 11.03.88: "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
Shelby 1;

Rilievo del livello dell'acqua nel corso della perforazione

Giorno	11/01/19	14/01/19	14/01/19													
Ora	sera	mattina	sera													
Livello dell'acqua (m)	assente	assente	assente													
Prof. perforazione(m)	8,00	8,00	15,00													
Prof. rivestimento(m)	8,00	8,00	15,00													

Committente: REGIONE EMILIA ROMAGNA	Sondaggio: S2
Riferimento: BRIGLIA ZENZANO (MO)	Data: 15/01/2019

PLANIMETRIA

PIAZZAMENTO

Committente: REGIONE EMILIA ROMAGNA	Sondaggio: S2
Riferimento: BRIGLIA ZENZANO (MO)	Data: 15/01/2019

Fotografie - Pagina 2/3

Cassetta n° 1 - profondità da m 0,00 a m 5,00

Cassetta n° 2 - profondità da m 5,00 a m 10,00

Committente: REGIONE EMILIA ROMAGNA	Sondaggio: S2
Riferimento: BRIGLIA ZENZANO (MO)	Data: 15/01/2019

Cassetta n° 3 - profondità da m 10,00 a m 15,00

LEGENDA STRATIGRAFIA

ø mm	R v	A r	S	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	Standard Penetration Test m	S.P.T.	N	Pt	RQD % 0 --- 100	prof. m	D E S C R I Z I O N E	Cass.	Pz	FORO	prof. m	ø mm	DATI TECNICI
1	2	3		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22

1) Diametro del foro / Tipo di carotiere
2) Rivestimento
3) Profondità dell'acqua (rinvenimento e stabilizzazione)
4) Scala metrica con limiti delle battute (>)
5) Simbolo litologico
6) Campioni (numero, tipo, profondità testa e scarpa)
7) Resistenza alla punta (kg/cm²)
8) Vane test (kg/cm²)
9) Percentuale di prelievo (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
10) Profondità di inizio della prova S.P.T.
11) Prova S.P.T.
12) Valore di Nspt
13) Tipo di punta (A = punta aperta; C = punta chiusa)
14) Percentuale R.Q.D. (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
15) Profondità della base dello strato (m)
16) Descrizione della litologia dello strato
17) Cassette catalogatrici
18) Piezometri
19) Schema geometrico del foro
20) Profondità del tratto di foro (m)
21) Diametro del tratto di foro (mm)
22) Dati tecnici

She = Shelby
Den = Denison
Ost = Osterberg
Maz = Mazier
Crp = Craps
nk3 = NK3
Ind = Indisturbato
Dis = Disturbato
SDi = Semi disturbato
SPT = SPT

Tubo aperto	*Casagrande*
tubo cieco	*tubo cieco*
finestrato	*cella drenaggio cementazione*

STRATIGRAFIA - S2

Committente: REGIONE EMILIA ROMAGNA	Sondaggio: S2
Riferimento: BRIGLIA ZENZANO (MO)	Data: 15/01/2019
Coordinate:	Quota:
Perforazione: Carotaggio continuo	

SCALA 1 :45

Pagina 1/2

ø mm	Rv	Ar	As	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	Standard Penetration Test m	S.P.T.	N	Pt	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE	Cass.	Pz	FORO	prof. m	ø mm	DATI TECNICI
															0,1	Terreno di riporto costituito da limo sabbioso e ghiaia.						
				1											1,2	Limo a tratti sabbioso, debolmente umido, di colore grigio-nocciola, con abbondanti clasti eterometrici da spigolosi a subarrotondati e ciottoli. Presenza di apparati radicali.						
							/	/							2,0	Limo debolmente argilloso, a tratti sabbioso, debolmente umido, di colore nocciola, molto consistente-duro. Presenza di calcinelli						
				2			/	/								Alternanza decimetrica di argilla limosa e limo argilloso, umida, di colore grigio scuro, da molto consistente a consistente. A tratti si nota la presenza di sabbia fine in inclusione. Da 5.75m a 6.30m bagnata Da 8.00m a 8.30m bagnata Presenza di frammenti di conchiglie da 13.30m a 13.40m	1					
				3			/	/		3,2	22-28-36	64	C									
							5	/														
							3	/														
				4			/	/														
							5.4	0.7														
				5			5.2	/														
							2.2	0.65									2					
				6			1	0.1														
							1.5	0.45		6,4	24-26-32	58	C									
				7			3.5	/														
							2.8	/														
							1.6	/														
				8			1.8	0.75														
							3.5	0.85														
							2.4	/														
				9			5.2	/														
							1.6	/		9,0	28-30-43	73	C									
							5.6	/														
							4	/														
				10			/	/														

STRATIGRAFIA - S2

Committente: REGIONE EMILIA ROMAGNA	Sondaggio: S2
Riferimento: BRIGLIA ZENZANO (MO)	Data: 15/01/2019
Coordinate:	Quota:
Perforazione: Carotaggio continuo	

SCALA 1 :45

Pagina 2/2

ø mm	Rv	Ar	As	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	Standard Penetration Test m	S.P.T.	N	Pt	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE	Cass.	Pz	FORO	prof. m	ø mm	DATI TECNICI
							3	0.9								Alternanza decimetrica di argilla limosa e limo argilloso, umida, di colore grigio scuro, da molto consistente a consistente. A tratti si nota la presenza di sabbia fine in inclusione. Da 5.75m a 6.30m bagnata Da 8.00m a 8.30m bagnata Presenza di frammenti di conchiglie da 13.30m a 13.40m						
							2.6	0.75														
							2	0.75														
							4.5	/														
				11			3	0.9														
							2.8	/														
							3.3	/														
							/	/														
							5.5	/														
				12			2.6	/		12,2	28-29-35	64	C									
							1.8	/									3				127	
							2.4	0.75														
							2.9	/														
				13			2.9	/														
							3.6	/														
							1.6	/														
							1.9	0.75														
							2.5	/														
				14			2	/														
							0.8	/														
							3.6	/														
							/	/														
							2.5	/		14,9	20-23-28	51	C									
101				15			2.9	/							15,0		4			15,0		

Campioni:
NESSUNO

Prove in foro:
- SPT

Strumentazione installata:
NESSUNA

Caratteristiche Sonda:
Marca/Modello: SOILMAC SM-8G
Coppia: 472 Nm
Corsa utile: 37000 mm
Morse: Ømax: 200 mm

NORMATIVA DI RIFERIMENTO
A.G.I. - (1977): Raccomandazioni sulla Programmazione e d Esecuzione delle Indagini Geotecniche.
DM 11.03.88: "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
Shelby 1;

Rilievo del livello dell'acqua nel corso della perforazione

Giorno	15/01/19															
Ora	sera															
Livello dell'acqua (m)	assente															
Prof. perforazione(m)	15,00															
Prof. rivestimento(m)	15,00															

Committente: REGIONE EMILIA ROMAGNA	Sondaggio: S3
Riferimento: BRIGLIA ZENZANO (MO)	Data: 28/01/2019

PLANIMETRIA

PIAZZAMENTO

Committente: REGIONE EMILIA ROMAGNA	Sondaggio: S3
Riferimento: BRIGLIA ZENZANO (MO)	Data: 28/01/2019

Fotografie - Pagina 2/2

Cassetta n° 1 - profondità da m 0,00 a m 5,00

LEGENDA STRATIGRAFIA

ø mm	R v	A r	S	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	Standard Penetration Test m	S.P.T.	N	Pt	RQD % 0 --- 100	prof. m	D E S C R I Z I O N E	Cass.	Pz	FORO	prof. m	ø mm	DATI TECNICI
1	2	3		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22

1) Diametro del foro / Tipo di carotiere
2) Rivestimento
3) Profondità dell'acqua (rinvenimento e stabilizzazione)
4) Scala metrica con limiti delle battute (>)
5) Simbolo litologico
6) Campioni (numero, tipo, profondità testa e scarpa)
7) Resistenza alla punta (kg/cm²)
8) Vane test (kg/cm²)
9) Percentuale di prelievo (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
10) Profondità di inizio della prova S.P.T.
11) Prova S.P.T.
12) Valore di Nspt
13) Tipo di punta (A = punta aperta; C = punta chiusa)
14) Percentuale R.Q.D. (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
15) Profondità della base dello strato (m)
16) Descrizione della litologia dello strato
17) Cassette catalogatrici
18) Piezometri
19) Schema geometrico del foro
20) Profondità del tratto di foro (m)
21) Diametro del tratto di foro (mm)
22) Dati tecnici

She = Shelby
Den = Denison
Ost = Osterberg
Maz = Mazier
Crp = Craps
nk3 = NK3
Ind = Indisturbato
Dis = Disturbato
SDi = Semi disturbato
SPT = SPT

Tubo aperto	*Casagrande*
tubo cieco	*tubo cieco*
finestrato	*cella drenaggio cementazione*

STRATIGRAFIA - S3

Committente: REGIONE EMILIA ROMAGNA	Sondaggio: S3
Riferimento: BRIGLIA ZENZANO (MO)	Data: 28/01/2019
Coordinate:	Quota:
Perforazione: Carotaggio continuo	

SCALA 1 :45

Pagina 1/1

ø mm	Rv	Ar	As	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	Standard Penetration Test m	S.P.T.	N	Pt	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE	Cass.	Pz	FORO	prof. m	ø mm	DATI TECNICI
				1			/ / / /			1,0	20-34-34	68	C		1,0	Ghiaia eterometrica da spigolosa a subarrotondata con scarsa matrice limoso sabbiosa di colore da grigio a grigio-marrone, umida. Presenza di ciottoli.						
				2			2.80 / / /			2,0	28-34-45	79	C			Limo argilloso a tratti debolmente sabbiosa di colore grigio scuro, umido, molto consistente. Presenza di calcinelli. da 1.50m a 1.65m presenza di trovante arenitico. da 3.60m a 4.00m molto bagnata.						
				3			/ / /			3,0	35-39-43	82	C				1					
				4			/ / /			4,0	20-24-38	62	C									
101				5			/ / /			4,9	32-38-42	80	C		5,0		2					

Campioni:
NESSUNO

Prove in foro:
- SPT

Strumentazione installata:
NESSUNA

Caratteristiche Sonda:
Marca/Modello: Atlas Copco tipo Mustang PC-90
Coppia: 472 Nm
Corsa utile: 37000 mm
Morse: Ømax: 200 mm

NORMATIVA DI RIFERIMENTO
A.G.I. - (1977): Raccomandazioni sulla Programmazione e d Esecuzione delle Indagini Geotecniche.
DM 11.03.88: "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
Shelby 1;

Rilievo del livello dell'acqua nel corso della perforazione

Giorno	28/01/19															
Ora	mattina															
Livello dell'acqua (m)	assente															
Prof. perforazione(m)	5,00															
Prof. rivestimento(m)	5,00															

Regione Emilia-Romagna

AGENZIA REGIONALE PER LA SICUREZZA TERRITORIALE
E LA PROTEZIONE CIVILE
Viale Silvani n. 6 - 40122 Bologna (BO) Tel. : 059248733 - Fax. :059248750

INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE E ANALISI DI LABORATORIO PROPEDEUTICHE ALLA PROGETTAZIONE DEFINITIVA/ESECUTIVA DEGLI INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA IDRAULICA COD.13056, 13059, 13060, 13061 - ORDINANZA1/2017 (CIG-Z0126056FC)

BRIGLIA ZENZANO

Campagna delle indagini geognostiche

ANALISI SISMICA TIPO MASW

3

SUBSOIL
INDAGINI GEOLOGICHE & MONITORAGGI GEOTECNICI

SUBSOIL srl

Strada Barco, 1/C - 42027 Montecchio E. (RE)
Tel. 0522 887268 - fax 0522 249540

IMPRESA ESECUTRICE				
REV.	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
A		MARZO 2019	MARZO 2019	MARZO 2019
		Dott.Andrea Saracchi	Dott.Andrea Saracchi	Dott.Geol.Fabrizio Giorgini

COMMESSA: 00100019_FG

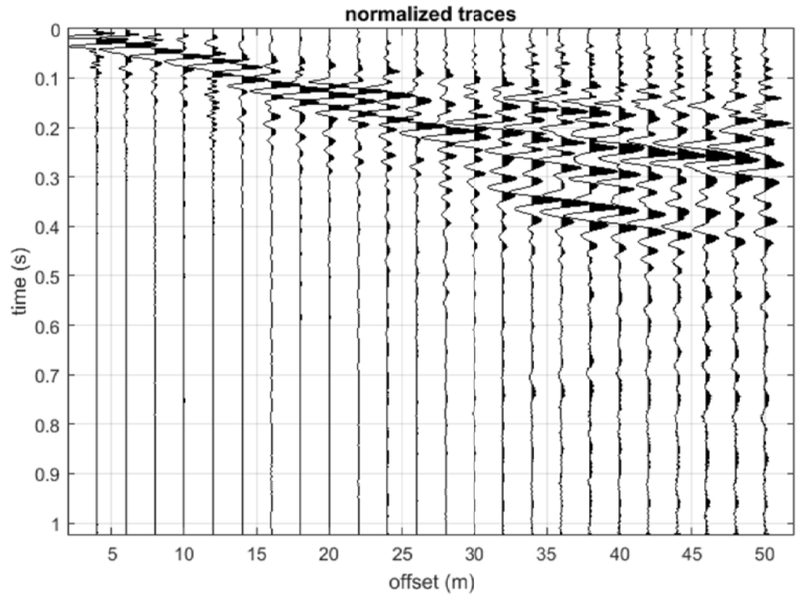
TRACCE NORMALIZZATE

dataset: zen-m4.dat

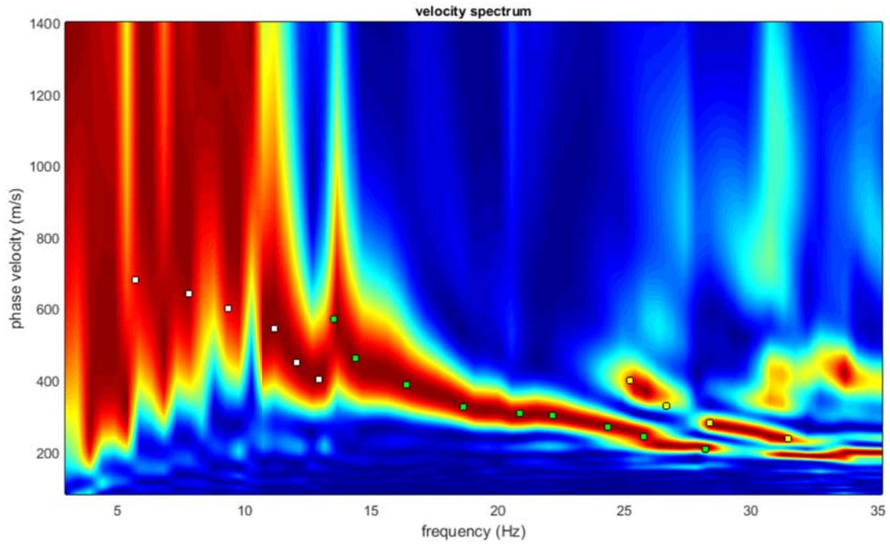
sampling: 0.25 ms

minimum offset: 4 m

geophone spacing: 2 m

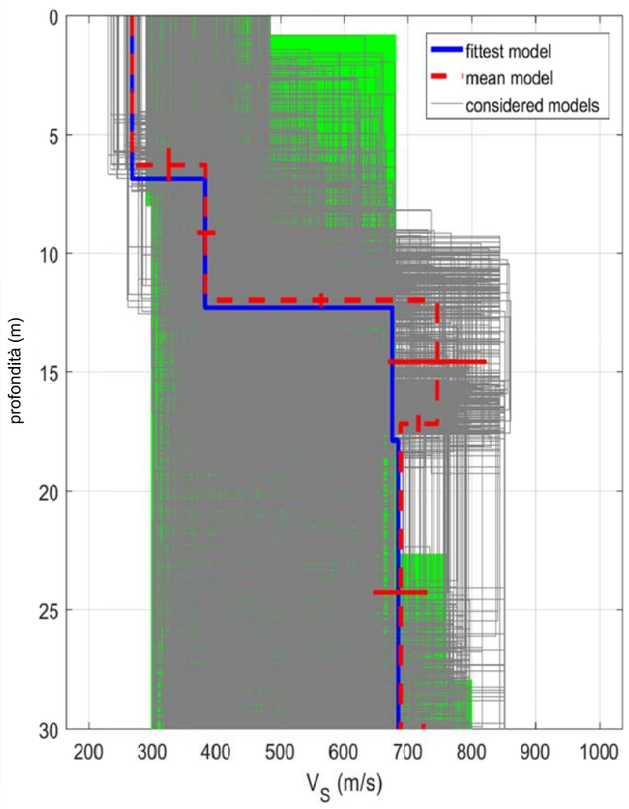


SPETTRO DI VELOCITA'

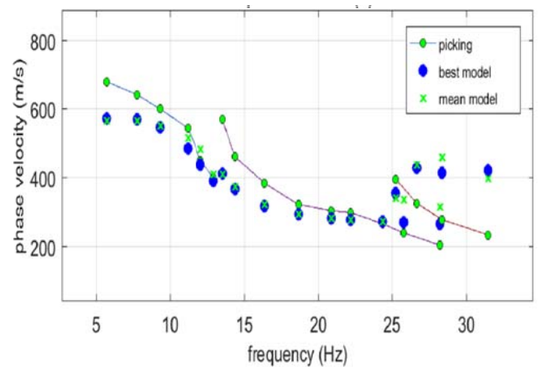


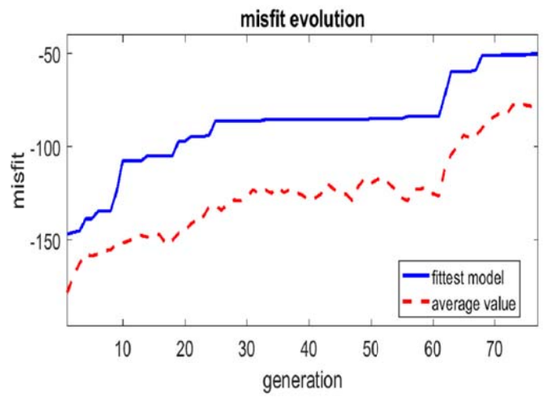
ELABORAZIONE MASW

Profilo velocità Vs



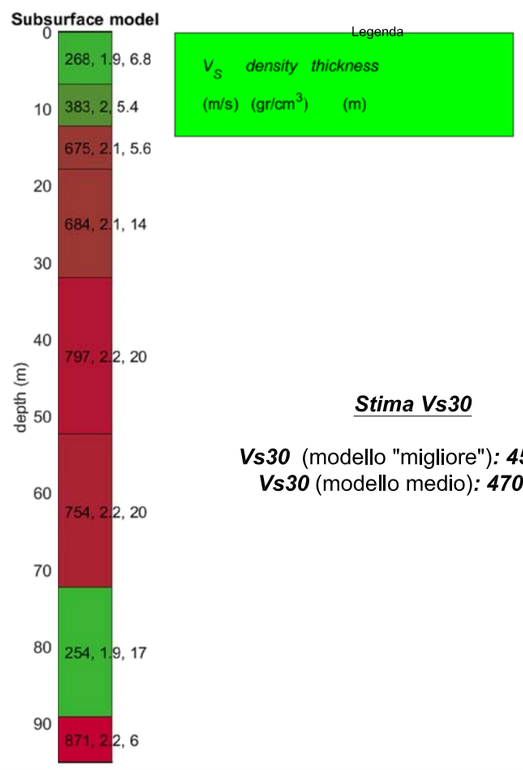
Curva di dispersione





STIMA Vs30

Sismostratigrafia



Stima Vs30

Vs30 (modello "migliore")***: 456 m/s***

Vs30 (modello medio)***: 470 m/s***

Software di elaborazione: winMASW

SUBSOIL Srl
Strada per Barco 1/c
42027 Montecchio Emilia (RE)
Tel. 0522 887268 - fax 0522 249540

Indagini geognostiche, geofisiche e analisi di laboratorio propedeutiche alla progettazione definitiva/esecutiva degli interventi di messa in sicurezza idraulica COD. 13056, 13059, 13060, 13061.

COMMITTENTE: **Regione Emilia Romagna**

OGGETTO: **INDAGINI GEOFISICHE**

LOCALITA': **Briglia Zenzano- Modena**

TAVOLA: **1 - Indagine sismica MASW**

DATA: **20/02/2019**

REDATTO
Dott. A. Saracchi

APPROVATO
Dott. geol. F. Glorgini

Regione Emilia-Romagna

AGENZIA REGIONALE PER LA SICUREZZA TERRITORIALE
E LA PROTEZIONE CIVILE
Viale Silvani n. 6 - 40122 Bologna (BO) Tel. : 059248733 - Fax. :059248750

INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE E ANALISI DI LABORATORIO PROPEDEUTICHE ALLA PROGETTAZIONE DEFINITIVA/ESECUTIVA DEGLI INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA IDRAULICA COD.13056, 13059, 13060, 13061 - ORDINANZA1/2017 (CIG-Z0126056FC)

BRIGLIA ZENZANO

Campagna delle indagini geognostiche

PROVA SINGOLA A STAZIONE SINGOLA TIPO HVSR **4**

SUBSOIL
INDAGINI GEOLOGICHE & MONITORAGGI GEOTECNICI

SUBSOIL srl

Strada Barco, 1/C - 42027 Montecchio E. (RE)
Tel. 0522 887268 - fax 0522 249540

IMPRESA ESECUTRICE				
REV.	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
A		MARZO 2019	MARZO 2019	MARZO 2019
		Dott.Andrea Saracchi	Dott.Andrea Saracchi	Dott.Geol.Fabrizio Giorgini

COMMESSA: 00100019_FG

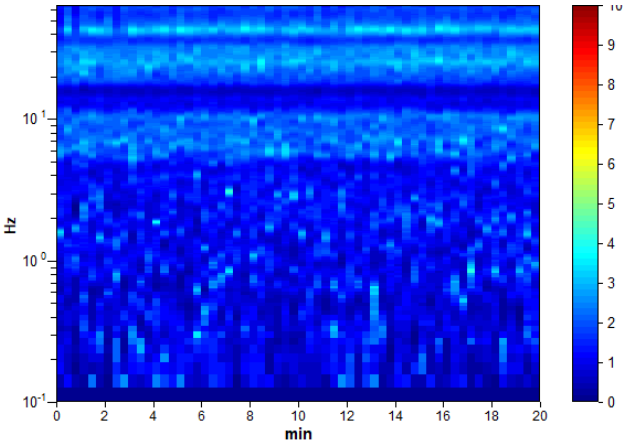
COMMITTENTE: Regione Emilia Romagna
Cantiere: Briglia Zenzano

Instrument: TE3-0242/01-17
Data format: 32 byte
Full scale [mV]: 51
Start recording: 14/02/19 11:28:39 End recording: 14/02/19 11:48:39
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS data not available

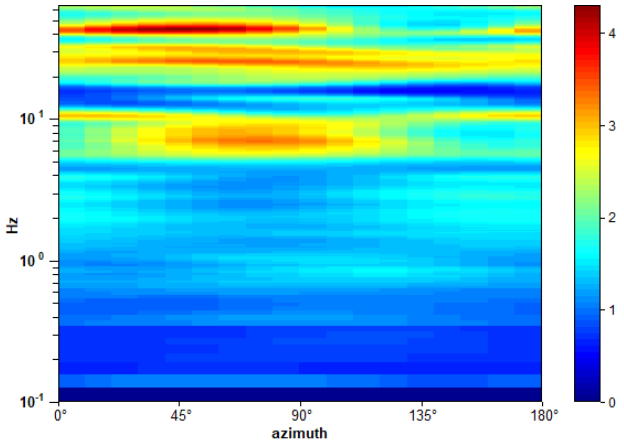
Trace length: 0h20'00". Analysis performed on the entire trace.
Sampling rate: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing type: Triangular window
Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

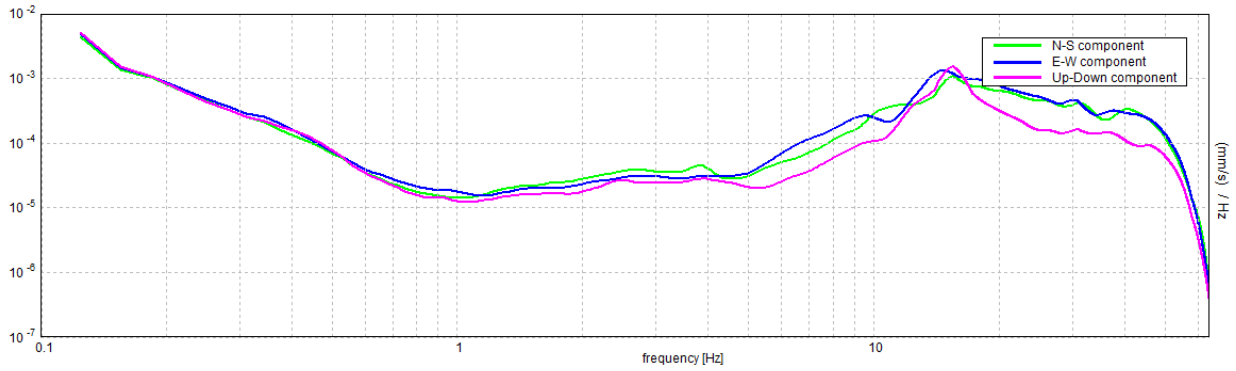
H/V TIME HISTORY



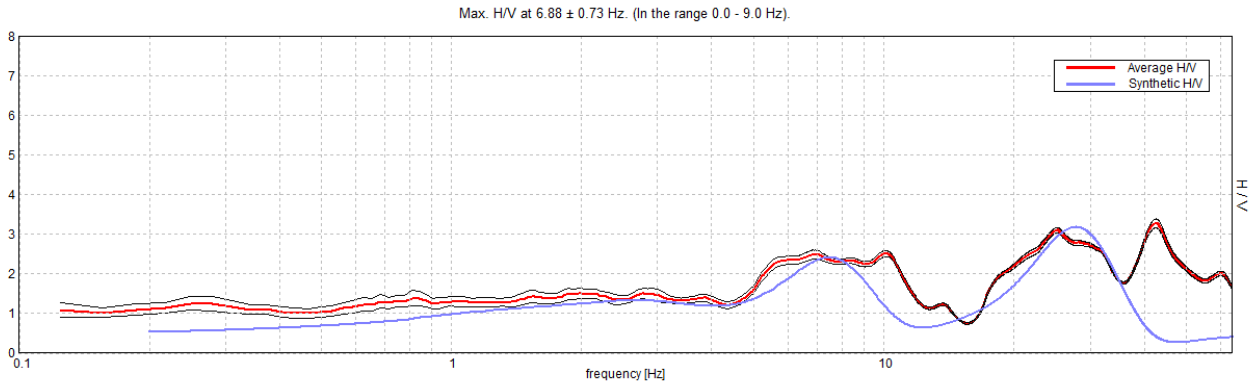
DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA

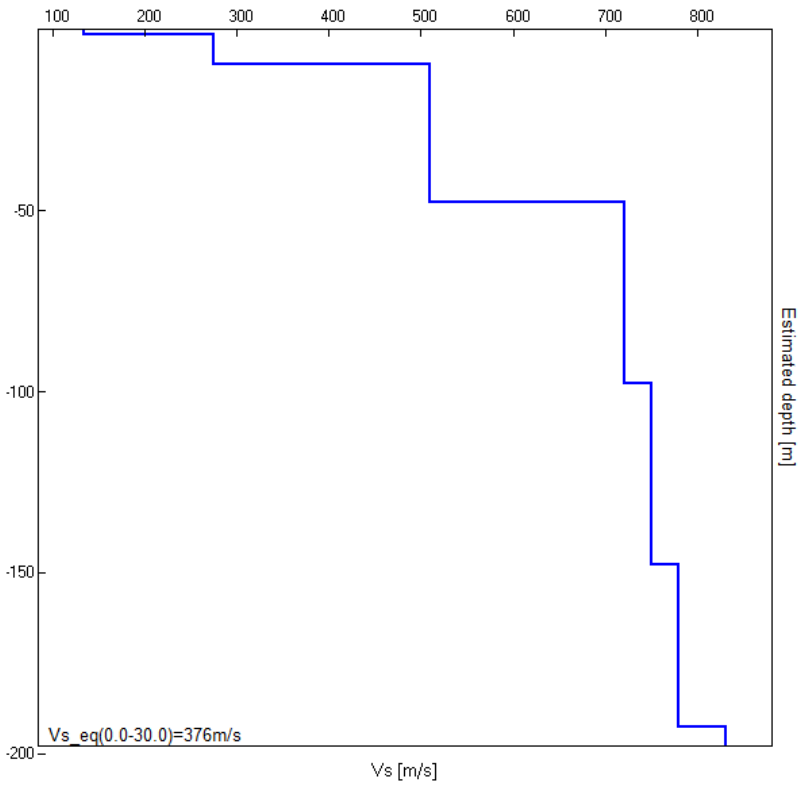


EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
1.25	1.25	135	0.45
9.75	8.50	275	0.42
47.75	38.00	510	0.42
97.75	50.00	720	0.42
147.75	50.00	750	0.40
192.75	45.00	780	0.38
inf.	inf.	830	0.38

Vs_eq(0.0-30.0)=376m/s



[According to the SESAME, 2005 guidelines. **Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables**.]

Max. H/V at 6.88 ± 0.73 Hz (in the range 0.0 - 9.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	6.88 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	8250.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5$Hz $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5$Hz	Exceeded 0 out of 331 times	OK	
Criteria for a clear H/V peak [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	4.5 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	12.188 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.49 > 2	OK	
$f_{peak}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.10657| < 0.05		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.73269 < 0.34375		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.1146 < 1.58	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{logH/V}(f)$	standard deviation of log $A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Regione Emilia-Romagna

AGENZIA REGIONALE PER LA SICUREZZA TERRITORIALE
E LA PROTEZIONE CIVILE
Viale Silvani n. 6 - 40122 Bologna (BO) Tel. : 059248733 - Fax. :059248750

INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE E ANALISI DI LABORATORIO PROPEDEUTICHE ALLA PROGETTAZIONE DEFINITIVA/ESECUTIVA DEGLI INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA IDRAULICA COD.13056, 13059, 13060, 13061 - ORDINANZA1/2017 (CIG-Z0126056FC)

BRIGLIA ZENZANO

Campagna delle indagini geognostiche

PROVA FISICA TIPO GEOELETTRICA

5

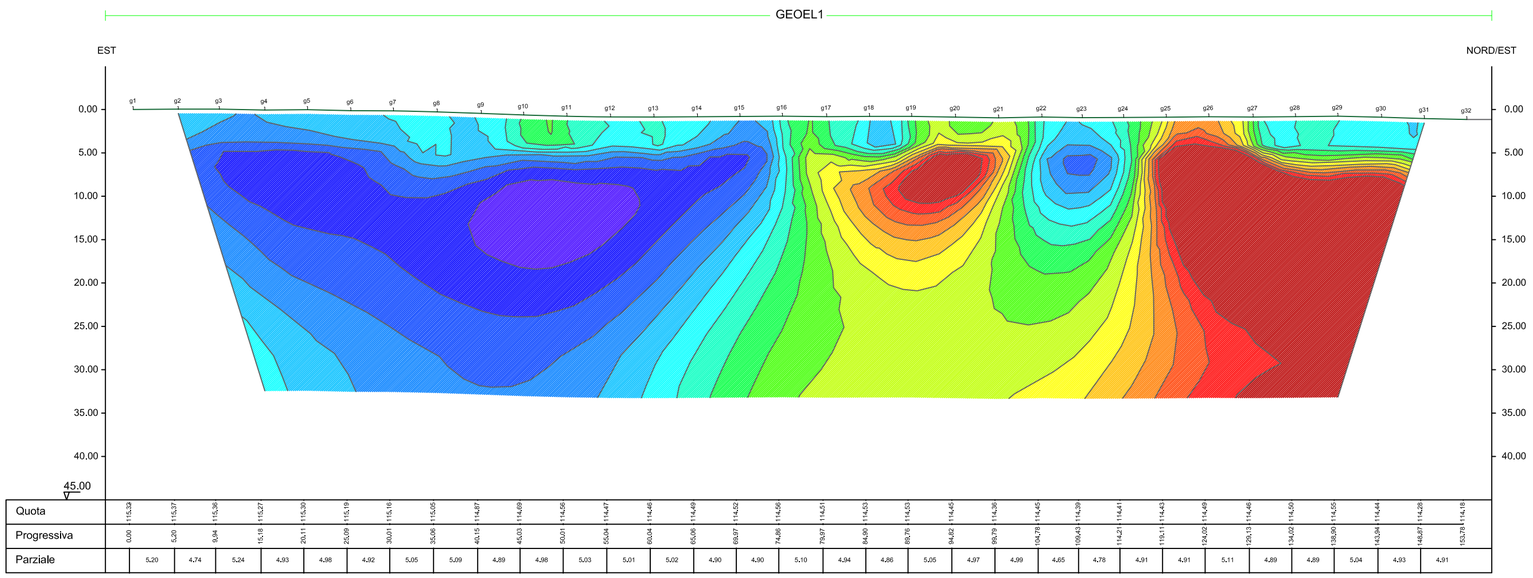
SUBSOIL
INDAGINI GEOLOGICHE & MONITORAGGI GEOTECNICI

SUBSOIL srl

Strada Barco, 1/C - 42027 Montecchio E. (RE)
Tel. 0522 887268 - fax 0522 249540

IMPRESA ESECUTRICE				
REV.	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
A		MARZO 2019	MARZO 2019	MARZO 2019
		Dott.Andrea Saracchi	Dott.Andrea Saracchi	Dott.Geol.Fabrizio Giorgini

COMMESSA: 00100019_FG

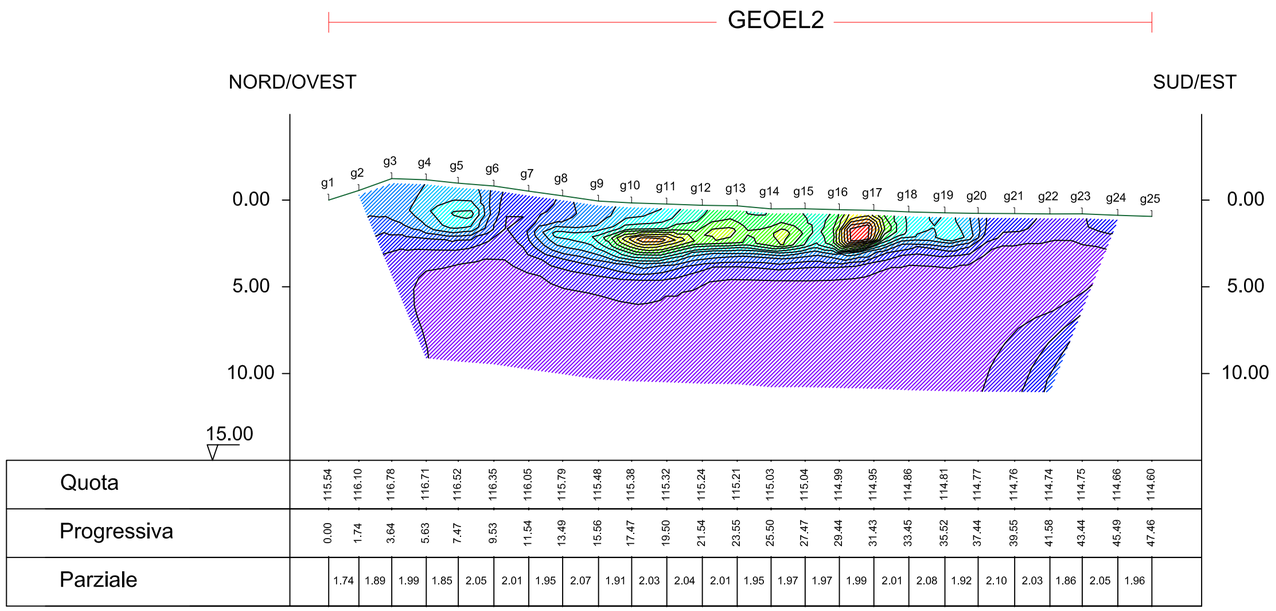


Resistività

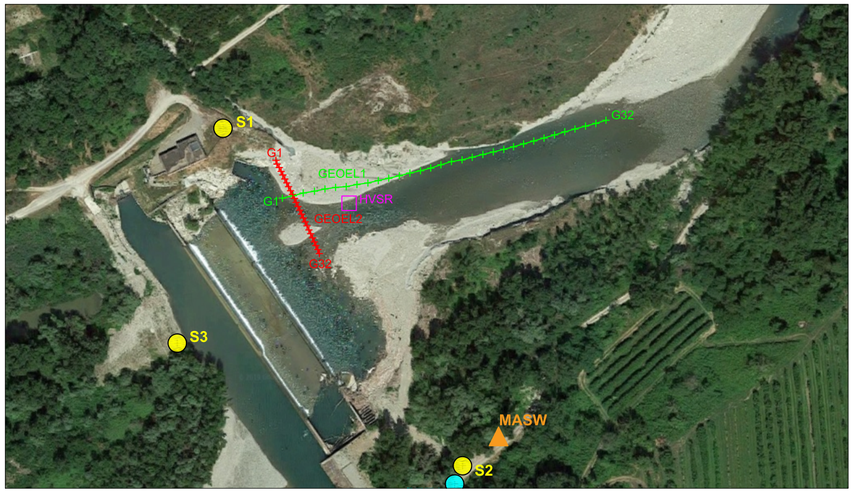
Ohm m

25 75 125 175 225 275 325 375

SCALA 1:500



SCALA 1:250



Regione Emilia-Romagna

PROTEZIONE CIVILE REGIONE EMILIA-ROMAGNA

INDAGINE GEOELETTRICA BRIGLIA ZENZANO

"INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE E ANALISI DI LABORATORIO PROPEDEUTICHE ALLA PROGETTAZIONE DEFINITIVA/ESECUTIVA DEGLI INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA IDRAULICA CON CODICE 13056, 13059, 13060, E 13061 DI CUI ALL'ORDINANZA N.1 DEL 28 DICEMBRE 2017" BANDO MEPA "LAVORI DI MANUTENZIONE DI OPERE SPECIALIZZATE - OS20B INDAGINI GEOGNOSTICHE" CIG Z0126056FC .

INDAGINE GEOELETTRICA

TAVOLA n.

5

SUBSOIL INDAGINI GEOLOGICHE & MONITORAGGI GEOTECNICI

SUBSOIL srl

Strada Barco, 1/C - 42027 Montecchio E. (RE)
Tel. 0522 887268 - fax 0522 249540

IMPRESA ESECUTRICE				
REV.	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
A		FEBBRAIO 2019 Dott. Andrea Saracchi	FEBBRAIO 2019 Dott. Roberto Spagni	FEBBRAIO 2019 Dott.Geol.Fabrizio Giorgini

COMMESSA: 00100019_FG

Regione Emilia-Romagna

AGENZIA REGIONALE PER LA SICUREZZA TERRITORIALE
E LA PROTEZIONE CIVILE
Viale Silvani n. 6 - 40122 Bologna (BO) Tel. : 059248733 - Fax. :059248750

INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE E ANALISI DI LABORATORIO PROPEDEUTICHE ALLA PROGETTAZIONE DEFINITIVA/ESECUTIVA DEGLI INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA IDRAULICA COD.13056, 13059, 13060, 13061 - ORDINANZA1/2017 (CIG-Z0126056FC)

BRIGLIA ZENZANO

Campagna delle indagini geognostiche

PROVA PENETROMETRICA TIPO STATICA

6

SUBSOIL
INDAGINI GEOLOGICHE & MONITORAGGI GEOTECNICI

SUBSOIL srl

Strada Barco, 1/C - 42027 Montecchio E. (RE)
Tel. 0522 887268 - fax 0522 249540

IMPRESA ESECUTRICE				
REV.	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
A		MARZO 2019	MARZO 2019	MARZO 2019
		Dott.Andrea Saracchi	Dott.Andrea Saracchi	Dott.Geol.Fabrizio Giorgini

COMMESSA: 00100019_FG

SUBSOIL Srl - Società Unipersonale
Strada per Barca 1/C - 42027 Montecchio Emilia, Reggio Emilia
Tel.: 0522/887268 - Fax.: 0522/249540
www.subsoilsrl.it e-mail: subsoilsrl@gmail.com
n.° iscrizione alla CCIAA di Re 01999810359 - n.REA 241942 CF e P.IVA 01999510359
Certificazione Qualità 9001:2008 SOA OS20b 1^ categoria
Concessione Miniateriale n.° 3655 Circ 7619/STC

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA (CPT)

Committente:	Regione Emilia Romagna	*Nome prova:*	*CPT1*
Lavoro:	Indagini geognostiche		
Località:	Briglia Zenzano (MO)	*Certificato n°.*	*001PS_2019 del 27/02/2019*
n.° commessa:	00100019_FG		

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
Ubicazione / Piazzamento

CARATTERISTICHE STRUMENTAZIONE

Normativa di riferimento

A.G.I. - (1977): Raccomandazioni sulla Programmazione e d Esecuzione delle Indagini Geotecniche
ASSMFE - (1988): Dynamic Probing (DP) International Reference Test Procedure
ASTM D3441-86: Deep quasi-static cone and friction cone penetration tests of soil"
DM 11.03.88: "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione

Tipo Punta
Meccanica tipo Begemann

Caratteristiche penetrometro

Marca/modello:	TECNOTEST
Spinta nominale:	20 ton

NOTE: Prova spinta fino a 7,20 m. da p.c.
Falda: Assente

Tecnico del laboratorio
Dott. Andrea Saracchi

Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Fabrizio Giorgini

All. 09/09 Certificato di prova Rev. 1 del 27/10/2015

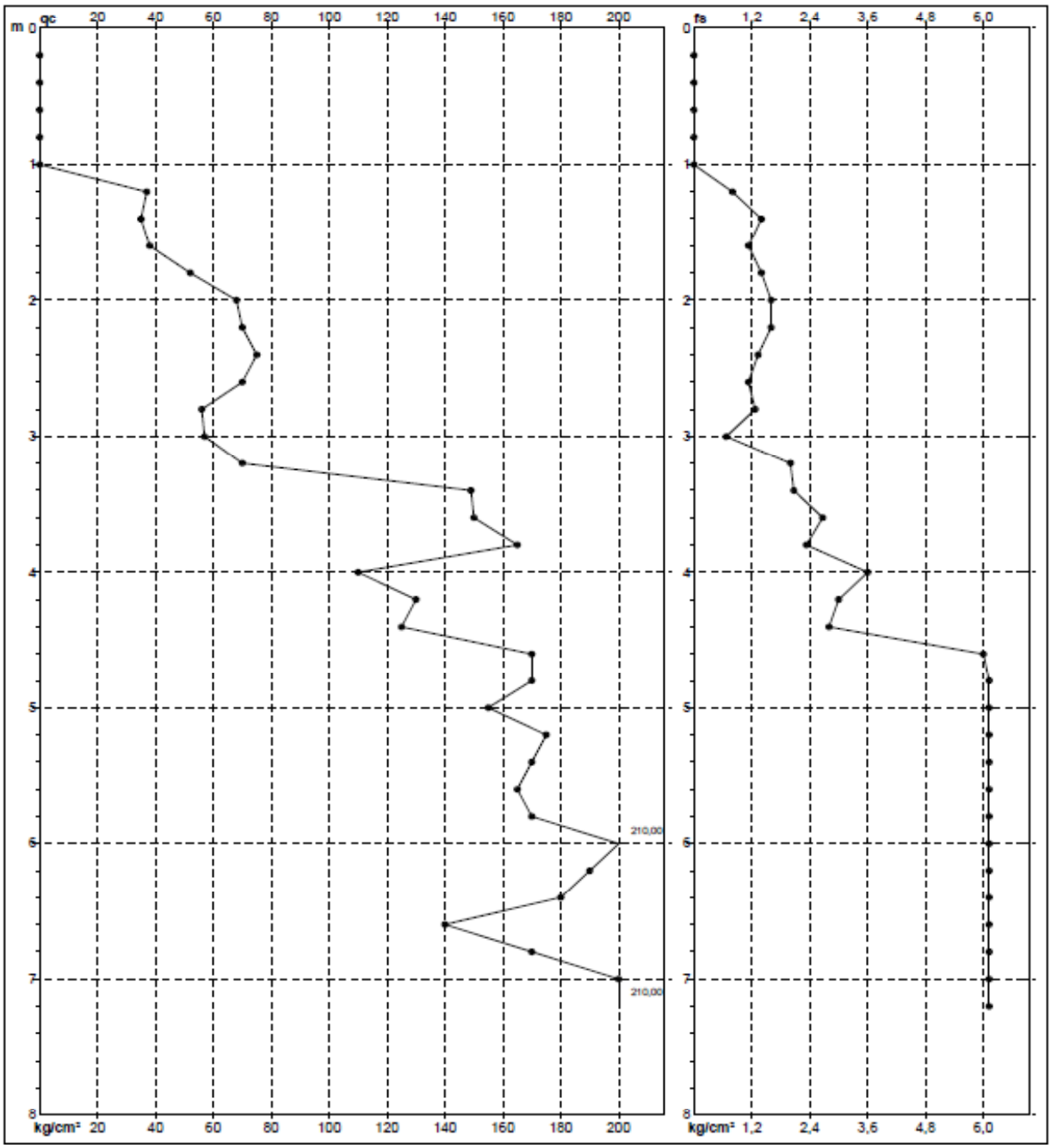
SUBSOIL Srl Strada per Barco 1/C 42027 Montecchio Emilia (RE)

SUBSOIL Srl - Società Unipersonale
Strada per Barca 1/C - 42027 Montecchio Emilia, Reggio Emilia
Tel.: 0522/887268 - Fax.: 0522/249540
www.subsoilsrl.it e-mail: subsoilsrl@gmail.com
n.° iscrizione alla CCIAA di Re 01999810359 - n.REA 241942 CF e P.IVA 01999510359
Certificazione Qualità 9001:2008 SOA OS20b 1^ categoria
Concessione Miniateriale n.° 3655 Circ 7619/STC

Certificato n.°
001PS_2019 del 27/02/2019

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA (CPT)	*CPT1*

Committente:	Regione Emilia Romagna	Data:	30/01/2019
Lavoro:	Indagini geognostiche	Profondità raggiunta:	7,20 m. da pc
Località:	Briglia Zenzano (MO)	Prof. Falda:	Assente



Tecnico del laboratorio
Dott. Marco Cocchi

Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Fabrizio Giorgini

SUBSOIL Srl Strada per Barco 1/C 42027 Montecchio Emilia (RE)

SUBSOIL Srl - Società Unipersonale
Strada per Barca 1/C - 42027 Montecchio Emilia, Reggio Emilia
Tel.: 0522/887268 - Fax.: 0522/249540
www.subsoilsrl.it e-mail: subsoilsrl@gmail.com
n.° iscrizione alla CCIAA di Re 01999810359 - n.REA 241942 CF e P.IVA 01999510359
Certificazione Qualità 9001:2008 SOA OS20b 1^ categoria
Concessione Miniateriale n.° 3655 Circ 7619/STC

Certificato n.°
001PS_2019 del 27/02/2019

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA (CPT) | *CPT1*

Committente:	Regione Emilia Romagna	Data:	30/01/2019
Lavoro:	Indagini geognostiche	Profondità raggiunta:	7,20 m. da pc
Località:	Briglia Zenzano (MO)	Prof. Falda:	Assente

Prof. m.	LP Kg/cm^2	LL Kg/cm^2	qc Kg/cm^2	fs Kg/cm^2
0,20	/	/	/	/
0,40	/	/	/	/
0,60	/	/	/	/
0,80	/	/	/	/
1,00	/	/	/	/
1,20	37,00	49,0	37,00	0,80
1,40	35,00	56,0	35,00	1,40
1,60	38,00	55,0	38,00	1,13
1,80	52,00	7,0	52,00	1,40
2,00	68,00	92,0	68,00	1,60
2,20	70,00	94,0	70,00	1,60
2,40	75,00	95,0	75,00	1,33
2,60	70,00	87,0	70,00	1,13
2,80	56,00	75,0	56,00	1,27
3,00	57,00	67,0	57,00	0,67
3,20	70,00	100,0	70,00	2,00
3,40	149,00	180,0	149,00	2,07
3,60	150,00	190,0	150,00	2,67
3,80	165,00	200,0	165,00	2,33
4,00	110,00	164,0	110,00	3,60
4,20	130,00	175,0	130,00	3,00
4,40	125,00	167,0	125,00	2,80
4,60	170,00	260,0	170,00	6,00
4,80	170,00	300,0	170,00	8,67
5,00	155,00	250,0	155,00	6,33
5,20	175,00	300,0	175,00	8,33
5,40	170,00	320,0	170,00	10,00
5,60	165,00	260,0	165,00	6,33
5,80	170,00	320,0	170,00	10,00
6,00	210,00	350,0	210,00	9,33
6,20	190,00	340,0	190,00	10,00
6,40	180,00	315,0	180,00	9,00
6,60	140,00	270,0	140,00	8,67
6,80	170,00	310,0	170,00	9,33
7,00	200,00	340,0	200,00	9,33
7,20	210,00	360,0	210,00	10,00
7,40				
7,60				
7,80				
8,00				
8,20				
8,40				
8,60				
8,80				
9,00				
9,20				
9,40				
9,60				
9,80				
10,00				

Prof. m.	LP Kg/cm^2	LL Kg/cm^2	qc Kg/cm^2	fs Kg/cm^2
10,20				
10,40				
10,60				
10,80				
11,00				
11,20				
11,40				
11,60				
11,80				
12,00				
12,20				
12,40				
12,60				
12,80				
13,00				
13,20				
13,40				
13,60				
13,80				
14,00				
14,20				
14,40				
14,60				
14,80				
15,00				
15,20				
15,40				
15,60				
15,80				
16,00				
16,20				
16,40				
16,60				
16,80				
17,00				
17,20				
17,40				
17,60				
17,80				
18,00				
18,20				
18,40				
18,60				
18,80				
19,00				
19,20				
19,40				
19,60				
19,80				
20,00				

Tecnico del laboratorio
Dott. Marco Cocchi

Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Fabrizio Giorgini

SUBSOIL Srl Strada per Barco 1/C 42027 Montecchio Emilia (RE)

Regione Emilia-Romagna

AGENZIA REGIONALE PER LA SICUREZZA TERRITORIALE
E LA PROTEZIONE CIVILE
Viale Silvani n. 6 - 40122 Bologna (BO) Tel. : 059248733 - Fax. :059248750

INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE E ANALISI DI LABORATORIO PROPEDEUTICHE ALLA PROGETTAZIONE DEFINITIVA/ESECUTIVA DEGLI INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA IDRAULICA COD.13056, 13059, 13060, 13061 - ORDINANZA1/2017 (CIG-Z0126056FC)

BRIGLIA ZENZANO

Campagna delle indagini geognostiche

RISULTATI LABORATORIO

7

SUBSOIL
INDAGINI GEOLOGICHE & MONITORAGGI GEOTECNICI

SUBSOIL srl

Strada Barco, 1/C - 42027 Montecchio E. (RE)
Tel. 0522 887268 - fax 0522 249540

IMPRESA ESECUTRICE				
REV.	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
A		MARZO 2019	MARZO 2019	MARZO 2019
		Dott.Andrea Saracchi	Dott.Andrea Saracchi	Dott.Geol.Fabrizio Giorgini

COMMESSA: 00100019_FG

C.G.G. S.r.l. con sistema qualità ISO 9001:2015
Certificato Bureau Veritas Italia S.p.A.
Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture e Trasporti
Prove e controlli su materiali e prodotti da costruzione, terre e rocce, in sito ed in laboratorio

COMMITTENTE: SUBSOIL
LOCALITÀ:
CANTIERE: Briglia Zenzano
ACCETTAZIONE: 31/01/2019

SONDAGGIO: S1
CAMPIONE: CI1
PROFONDITÀ (m): 10.15-10.85
DATA DI PRELIEVO:

APERTURA E DESCRIZIONE VISIVA-MANUALE DI UN CAMPIONE (ASTM D2488)

DATI DI PROVA

data di esecuzione: 18/02/2018

tipologia: indisturbato
contenitore: fustella metallica tipo Shelby
colore secondo Munsell: *5 Y 3/2 "Dark Olive Gray"*

diametro nominale (mm): 85
lunghezza effettiva (cm): 63
classe di qualità: Q5

ANALISI LABORATORIO ESEGUITE

contenuto naturale acqua	x	Triassiale U.U.		Edometria	x
massa volumica naturale	x	Triassiale C.K0.U		cont. sost. organiche	
massa volumica dei grani	x	Triassiale C.D.		colonna risonante	
limiti Atterberg	x	Compressione E.L.L.		tg. Tors. ciclico	
Granulometria	x	Taglio Diretto	x	Tagl. Anulare	
Sedimentazione	x	Taglio Residuo		Altro	

Descrizione del campione: **Campione omogeneo coesivo di limo e argilla. Il campione si presenta duro, umido al tatto e mediamente plastico.**

PROVE SPEDITIVE DI CONSISTENZA

profondità relativa (cm)	*lettura al penetrometro tascabile (kPa)*	*lettura allo scissometro tascabile (kPa)*	*note*
10	f.s.*	f.s.*	
20	f.s.*	f.s.*	Taglio diretto
30	f.s.*	f.s.*	Edometro
40	f.s.*	f.s.*	
50	f.s.*	f.s.*	

f.s.*: : superiore alla sensibilità strumentale

commessa:	settore:	id. campione:	Sperimentatore:	Direttore del Laboratorio:
005/19	04	Briglia Zenzano S2 CI1	Dott. Massimo Maugeri	Dott. Massimiliano Galli

C.G.G. S.R.L.

FOTOGRAFIA DEL CAMPIONE

ALTO → BASSO

commessa:	settore:	id. campione:	Sperimentatore:	Direttore del Laboratorio:
005/19	04	Briglia Zenzano S2 CI1	Dott. Massimo Maugeri	Dott. Massimiliano Galli

C.G.G. S.r.l. con sistema qualità ISO 9001:2015
Certificato Bureau Veritas Italia S.p.A.
Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture e Trasporti
Prove e controlli su materiali e prodotti da costruzione, terre e rocce, in sito ed in laboratorio

C.G.G. S.R.L. CONCESSIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE N. 0380136

COMMITTENTE: SUBSOIL
LOCALITA':
CANTIERE: Briglia Zenzano

SONDAGGIO: S1
CAMPIONE: CI1
PROFONDITA' (m): 10.15-10.85
DATA DI PRELIEVO:

PESO DI VOLUME (UNI CEN ISO/TS 17892-2 - metodo A)

DATI DI PROVA

Data di accettazione: 31/01/2019
Data di esecuzione prove: 18-19/02/2019

volume (cm^3)	*peso umido (g)*	*test eseguito*	*posizione*
39,25	84,65	provino 1	superiore
39,25	85,00	provino 2	centrale
39,25	84,44	provino 3	inferiore

Peso di volume: ρ 2,16 Mg/m^3
(medio, in condizioni di umidità naturale)

commessa:	settore:	id. campione:	lo sperimentatore:	il direttore del Laboratorio:
005/19	04	Briglia Zenzano S1 CI1	Dott. Massimo Maugeri	Dott. Massimiliano Galli

C.G.G. S.r.l. con sistema qualità ISO 9001:2015
Certificato Bureau Veritas Italia S.p.A.
Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture e Trasporti
Prove e controlli su materiali e prodotti da costruzione, terre e rocce, in sito ed in laboratorio

C.G.G. S.R.L. CONCESSIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE N. 0186/06

COMMITTENTE: SUBSOIL
LOCALITA':
CANTIERE: Briglia Zenzano

SONDAGGIO: S1
CAMPIONE: CI1
PROFONDITA' (m): 10.15-10.85
DATA DI PRELIEVO: -

UMIDITA' NATURALE (UNI CEN ISO/TS 17892-1)

DATI DI PROVA

Data di accettazione: 31/01/2019
Data di esecuzione prove: 18-19/02/2019

peso umido (g)	*peso secco (g)*	*test eseguito*	*posizione*
62,41	53,05	provino 1	superiore
84,69	72,22	provino 2	centrale
91,04	77,35	provino 3	inferiore

Umidità allo stato naturale: **W** 17,54 %

commessa:	**settore:**	**id. campione:**	**lo sperimentatore:**	**il direttore del Laboratorio:**
005/19	**04**	**Briglia Zenzano S1 CI1**	**Dott. Massimo Maugeri**	**Dott. Massimiliano Galli**

C.G.G. S.r.l. con sistema qualità ISO 9001:2015
Certificato Bureau Veritas Italia S.p.A.
Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture e Trasporti
Prove e controlli su materiali e prodotti da costruzione, terre e rocce, in sito ed in laboratorio

C.G.G. S.R.L. CONCESSIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE N. 0006166

COMMITTENTE: SUBSOIL
LOCALITA':
CANTIERE: Briglia Zenzano

SONDAGGIO: S1
CAMPIONE: CI1
PROFONDITA' (m): 10.15-10.85
DATA DI PRELIEVO:

PESO DI VOLUME REALE DEI GRANI (ASTM D854)

DATI DI PROVA

Data di accettazione: 31/01/2019
Data di esecuzione prove: 18-19/02/2019

	misura I	misura II
picnometro n°	4	7
massa campione (g)	15,52	13,59
massa picnometro + acqua + campione (g)	167,24	186,12
massa picnometro + acqua (g)	157,41	177,51
temperatura (°C)	20,2	20,2
ρ_r *calcolato (Mg/m^3)*	2,723	2,724

peso di volume reale dei granuli: ρ_r 2,72 Mg/m^3

commessa:	settore:	id. campione:	lo sperimentatore:	il direttore del Laboratorio:
005/19	04	Briglia Zenzano S1 CI1	Dott. Massimo Maugeri	Dott. Massimiliano Galli

PARAMETRI CALCOLATI

sulla base dei risultati di prova

Cantiere: Briglia Zenzano **sondaggio:** S1 **campione:** CI1

DATI MISURATI

Peso di volume naturale	ρ	2,16	Mg/m^3	certificato di prova n° 0119/19 del 22/02/2019
Umidità allo stato naturale	**W**	17,54	%	certificato di prova n° 0120/18 del 22/02/2019
Peso specifico dei granuli	ρ_s	2,72	Mg/m^3	certificato di prova n° 0121/18 del 22/02/2019
Temperatura media delle prove	**T**	20	°C	

ALTRI VALORI IMPIEGATI PER IL CALCOLO

Peso specifico dell'acqua	δ_w	1,00	Mg/m^3

PARAMETRI CALCOLATI

peso di volume saturo	ρ_w	2,16	Mg/m^3
peso di volume secco	ρ_d	1,84	Mg/m^3
indice dei vuoti	**e**	0,483	
grado di saturazione	S_r	99	%

C.G.G. S.r.l. con sistema qualità ISO 9001:2015
Certificato Bureau Veritas Italia S.p.A.
Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture e Trasporti
Prove e controlli su materiali e prodotti da costruzione, terre e rocce, in sito ed in laboratorio

COMMITTENTE: SUBSOIL
LOCALITÀ:
CANTIERE: Briglia Zenzano
Data di accettazione: 31/01/2019

SONDAGGIO: S1
CAMPIONE: CI1
PROFONDITÀ (m): 10.15-10.85
DATA PRELIEVO: -

ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D 422-63)

DATI DI PROVA - SETACCIATURA

data di esecuzione: 25-26/02/2019 *massa terreno setacciato (g):* 410,45

Ø / maglia (mm)	*trattenuto (g)*	*passante (g)*	*passante (%)*
100	0,00	410,45	100,00
75	0,00	410,45	100,00
38,1	0,00	410,45	100,00
25,4	0,00	410,45	100,00
19,05	0,00	410,45	100,00
12,7	0,00	410,45	100,00
9,5	0,00	410,45	100,00
4,75	0,00	410,45	100,00
2	0,00	410,45	100,00
1	0,34	410,11	99,92
0,425	0,55	409,90	99,87
0,25	1,38	409,07	99,66
0,125	1,79	408,66	99,56
0,075	2,15	408,30	99,48

commessa:	settore:	id. campione:	lo sperimentatore:	il direttore del Laboratorio:
005/19	04	Briglia Zenzano S1 CI1	Dott. Massimo Maugeri	Dott. Massimiliano Galli

DATI DI PROVA - ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

data di esecuzione: 25-26/02/2019
temperatura di prova (°C): 21,0
densimetro utilizzato: ASTM 151 H
massa terreno alla sedimentazione (g): 46,01

tempo (s)	*Ø equivalente (mm)*	*lettura densimetrica**	*passante (%)*
30	0,064	27	99,45
60	0,046	26	95,01
120	0,033	23,5	83,91
300	0,021	21	72,80
600	0,015	19	63,92
1200	0,011	17,5	57,26
2400	0,008	16	50,59
4800	0,005	15	46,15
14400	0,003	12	32,83
86400	0,001	9	19,50

**correzioni applicate:*

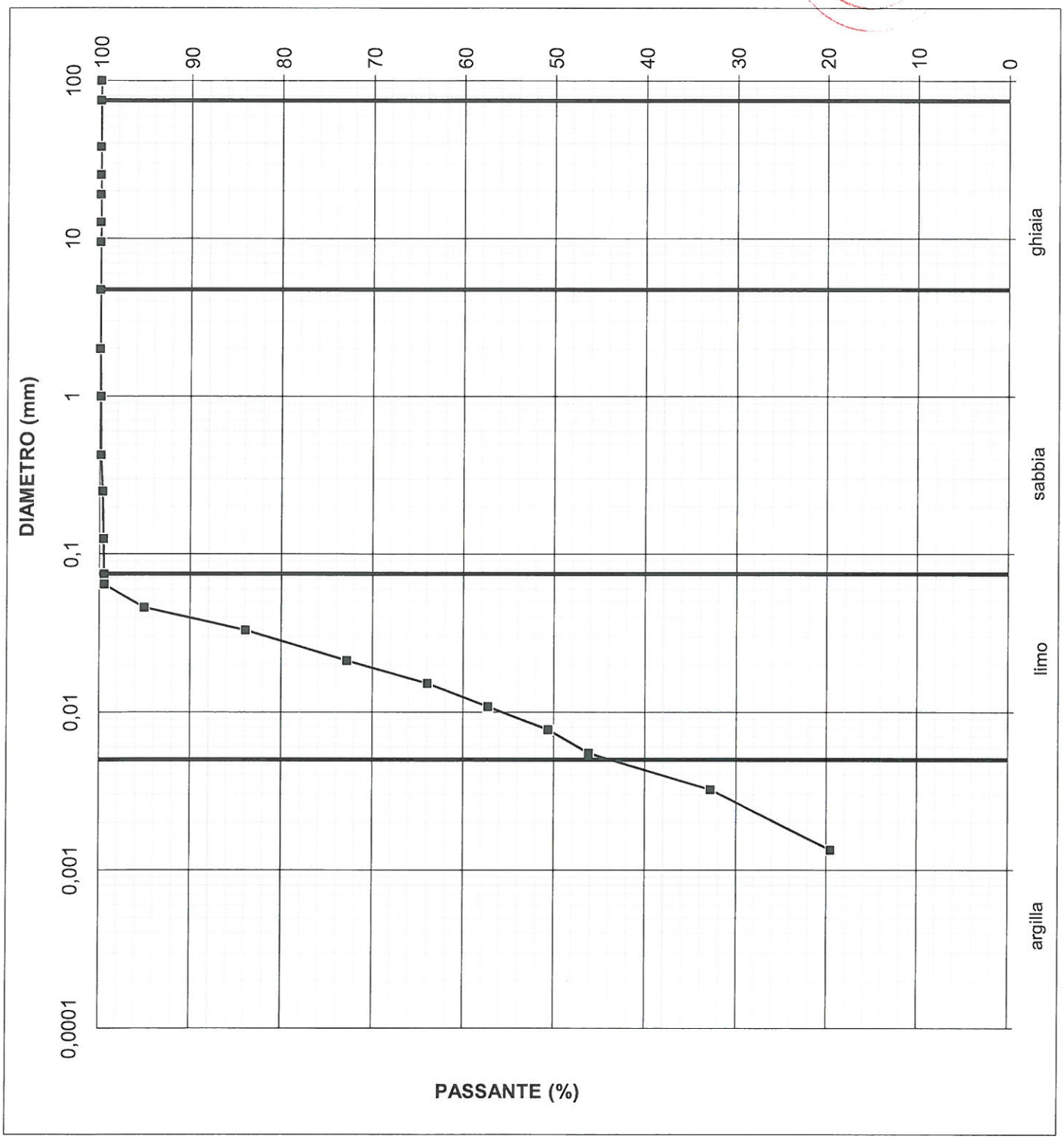
$C_m = 0,5$
$C_d = 5$
$C_t = 0,9$

composizione granulometrica	
% ghiaia	0,0
% sabbia	0,5
% limo	55,7
% argilla	43,8

commessa:	settore:	id. campione:	lo sperimentatore:	il direttore del Laboratorio:
005/19	04	Briglia Zenzano S1 CI1	Dott. Massimo Maugeri	Dott. Massimiliano Galli

C.G.G. S.r.l. con sistema qualità ISO 9001:2015
Certificato Bureau Veritas Italia S.p.A.
Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture e Trasporti
Prove e controlli su materiali e prodotti da costruzione, terre e rocce, in sito ed in laboratorio

C.G.G. S.R.L. CONCESSIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE N. 00186



commessa:	settore:	id. campione:	lo sperimentatore:	il direttore del Laboratorio:
005/19	04	Briglia Zenzano S1 CI1	Dott. Massimo Maugeri	Dott. Massimiliano Galli

C.G.G. S.r.l. con sistema qualità ISO 9001:2015
Certificato Bureau Veritas Italia S.p.A.
Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture e Trasporti
Prove e controlli su materiali e prodotti da costruzione, terre e rocce, in sito ed in laboratorio

C.G.G. S.R.L. CONCESSIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE N. 0000186

COMMITTENTE: SUBSOIL
LOCALITÀ:
CANTIERE: Briglia Zenzano
Data di accettazione: 31/01/2019

SONDAGGIO: S1
CAMPIONE: CI1
PROFONDITÀ (m): 10.15-10.85
DATA PRELIEVO: -

LIMITI DI ATTERBERG (ASTM D 4318-84)

DATI DI PROVA

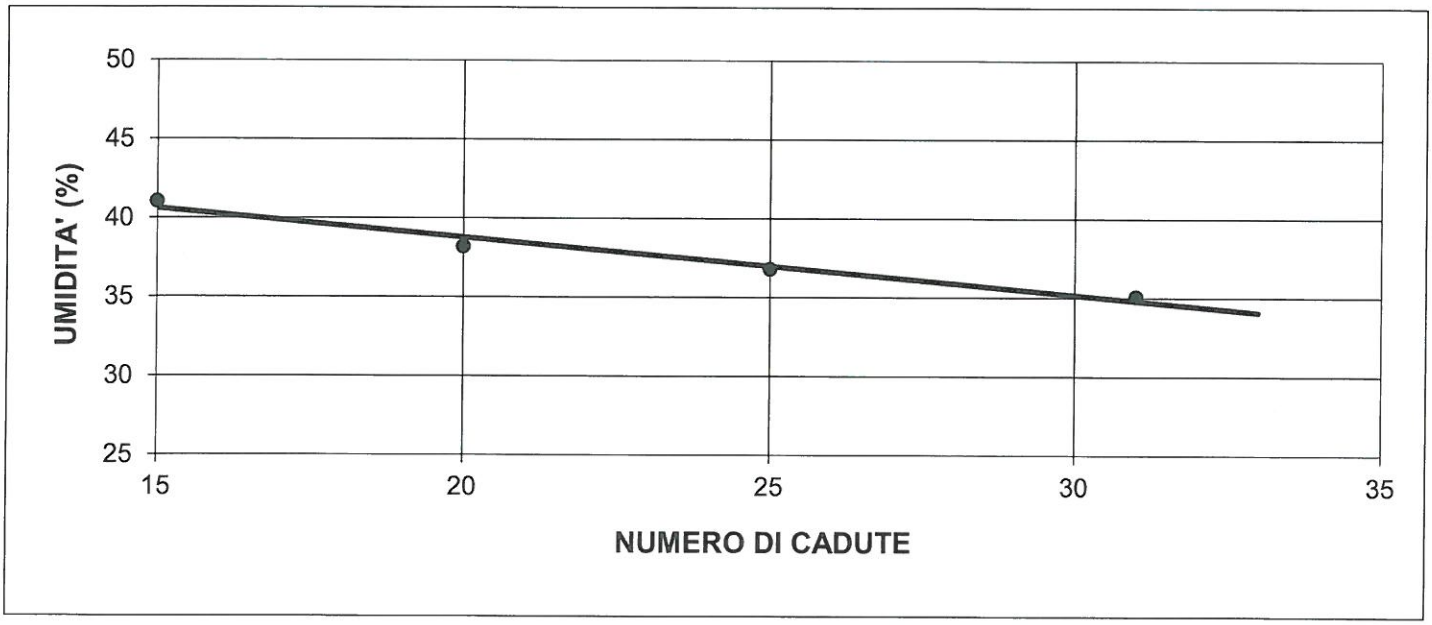
data di esecuzione: 25-26/02/2019

limite di liquidità				*limite di plasticità*		
n° di cadute	*peso umido (g)*	*peso secco (g)*	*umidità (%)*	*peso umido (g)*	*peso secco (g)*	*umidità (%)*
31	10,51	7,78	35,09	1,70	1,38	23,19
25	10,11	7,39	36,81	1,73	1,41	22,70
20	13,24	9,58	38,20			
15	15,46	10,96	41,06			

limite di ritiro

volume umido (cm^3)	*peso umido (g)*	*volume secco (cm^3)*	*peso secco (g)*

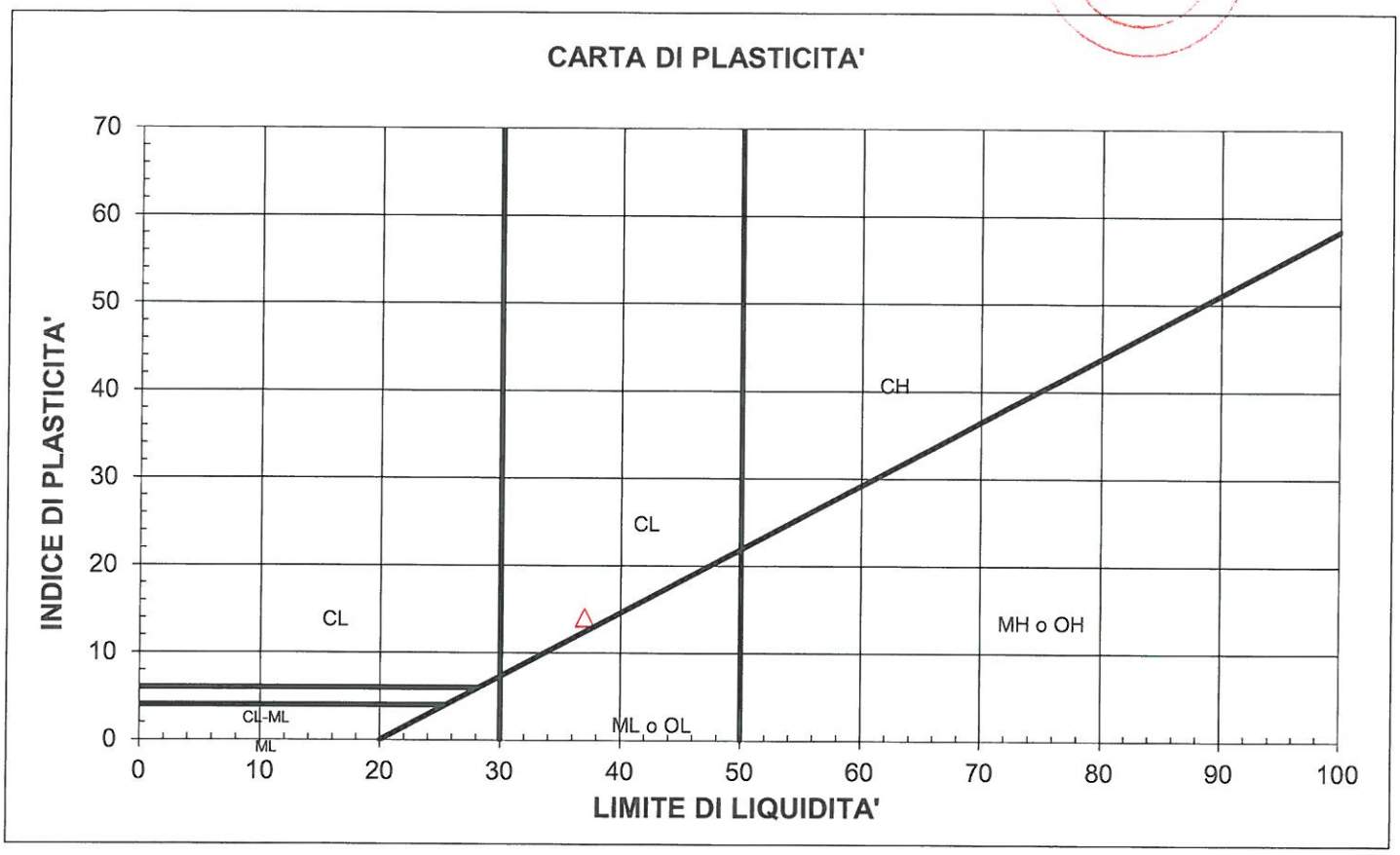
LIMITE DI LIQUIDITA'	**Wl**	37	%
LIMITE DI PLASTICITA'	**Wp**	23	%
LIMITE DI RITIRO	**Wr**		
INDICE DI PLASTICITA'	**IP**	14	



Note: N.D.= non determinabile - N.P.= non plastico

commessa:	settore:	id. campione:	lo sperimentatore:	il direttore del Laboratorio:
005/19	04	Briglia Zenzano S1 CI1	Dott. Massimo Maugeri	Dott. Massimiliano Galli

C.G.G. S.R.L. CONCESSIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE N. 0000.06



M = limi inorganici
C = argille inorganiche
O = limi e argille organiche

L = basso limite di liquidità
H = alto limite di liquidità

commessa:	settore:	id. campione:	lo sperimentatore:	il direttore del Laboratorio:
005/19	04	Briglia Zenzano S1 CI1	Dott. Massimo Maugeri	Dott. Massimiliano Galli

C.G.G. S.r.l. con sistema qualità ISO 9001:2015
Certificato Bureau Veritas Italia S.p.A.
Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture e Trasporti
Prove e controlli su materiali e prodotti da costruzione, terre e rocce, in sito ed in laboratorio

C.G.G. S.R.L. CONCESSIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE n. 0000186

COMMITTENTE: SUBSOIL
CANTIERE: Briglia Zenzano
LOCALITÀ:
Data ricevimento campione: 31/01/2019

SONDAGGIO: S1
CAMPIONE: CI1
PROFONDITÀ: 10.15-10.85
Data esecuzione prove: 14/02-03/03/19

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA (ASTM D2435)

CARATTERISTICHE DEL PROVINO

sezione	19,87	cm^2	*indice dei vuoti iniziale*	0,519	
altezza iniziale	20,00	mm	*altezza ridotta*	13,163	mm
massa iniziale	84,65	g	*altezza finale*	18,31	mm
umidità iniziale	17,64	%	*umidità finale*	17,82	%
*peso specifico dei granuli**	2,72	Mg/m^3	*massa secca finale*	71,14	g

* valore utilizzato sulla base delle indicazioni bibliografiche in assenza della specifica prova

DATI DI PROVA

data inizio	*carico (kPa)*	*altezza (mm)*	*dH (mm)*	*indice vuoti*	*dH/H_0 (%)*	*m_v (kPa^{-1})*	*E_{ed} (kPa)*
14/02/2019	5	20,000	0,000	0,519	0,000		
15/02/2019	12	19,990	0,010	0,519	0,050	7,042E-05	1,420E+04
16/02/2019	25	19,935	0,065	0,514	0,325	2,254E-04	4,436E+03
17/02/2019	49	19,815	0,185	0,505	0,925	2,449E-04	4,083E+03
18/02/2019	98	19,565	0,435	0,486	2,175	2,551E-04	3,920E+03
19/02/2019	196	19,250	0,750	0,462	3,750	1,607E-04	6,222E+03
data inizio	*carico (kPa)*	*altezza (mm)*	*dH (mm)*	*indice vuoti*	*dH/H_0 (%)*	*c_s (kPa^{-1})*	*SR (kPa^{-1})*
20/02/2019	98	19,300	0,700	0,466	3,500	1,262E-02	0,830
21/02/2019	49	19,400	0,600	0,474	3,000	2,524E-02	1,661
data inizio	*carico (kPa)*	*altezza (mm)*	*dH (mm)*	*indice vuoti*	*dH/H_0 (%)*	*m_v (kPa^{-1})*	*E_{ed} (kPa)*
22/02/2019	98	19,350	0,650	0,470	3,250	5,102E-05	1,960E+04
23/02/2019	196	19,215	0,785	0,460	3,925	6,888E-05	1,452E+04
24/02/2019	392	18,825	1,175	0,430	5,875	9,949E-05	1,005E+04
25/02/2019	784	18,350	1,650	0,394	8,250	6,059E-05	1,651E+04
26/02/2019	1569	17,810	2,190	0,353	10,950	3,439E-05	2,907E+04
27/02/2019	3138	17,270	2,730	0,312	13,650	1,721E-05	5,811E+04
data inizio	*carico (kPa)*	*altezza (mm)*	*dH (mm)*	*indice vuoti*	*dH/H_0 (%)*	*c_s (kPa^{-1})*	*SR (kPa^{-1})*
28/02/2019	784	17,660	2,340	0,342	11,700	4,919E-02	3,237
01/03/2019	196	18,050	1,950	0,371	9,750	4,921E-02	3,239
02/03/2019	49	18,310	1,690	0,391	8,450	3,281E-02	2,159

commessa:	settore:	id. campione:	lo sperimentatore:	il direttore del Laboratorio:
005/19	04	Briglia Zenzano S1 CI1	Dott. Massimo Maugeri	Dott. Massimiliano Galli

C.G.G. S.R.L. CONCESSIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE n. 0000186

DATI DI PROVA: ANDAMENTO DEI CEDIMENTI NEL TEMPO

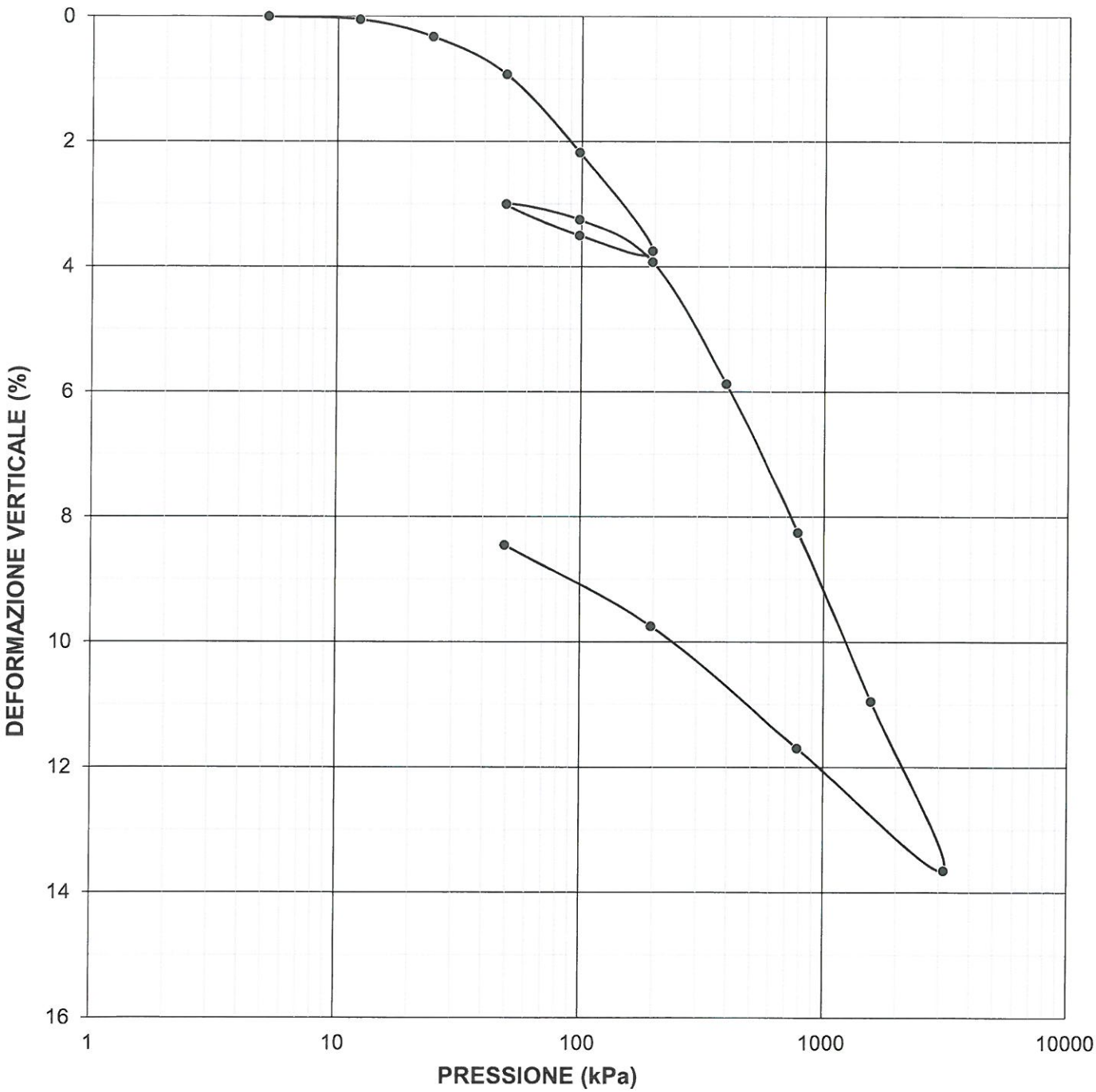
gradino IX (98-196 kPa)		*gradino X (196-392 kPa)*	
tempo (s)	*dH (mm)*	*tempo (s)*	*dH (mm)*
0	0,650	0	0,785
6	0,710	6	0,920
15	0,715	15	0,940
30	0,720	30	0,957
60	0,730	60	0,975
120	0,740	120	0,995
240	0,750	240	1,020
480	0,758	480	1,050
900	0,765	900	1,080
1800	0,771	1800	1,110
3600	0,775	3600	1,127
7200	0,779	7200	1,140
14400	0,781	14400	1,150
28800	0,783	28800	1,160
86400	0,785	86400	1,175

gradino XI (392-785 kPa)	
tempo (s)	*dH (mm)*
0	1,175
6	1,355
15	1,375
30	1,395
60	1,410
120	1,440
240	1,470
480	1,515
900	1,545
1800	1,580
3600	1,600
7200	1,620
14400	1,630
28800	1,640
86400	1,650

commessa:	**settore:**	**id. campione:**	**lo sperimentatore:**	**il direttore del Laboratorio:**
005/19	**04**	**Briglia Zenzano S1 Cl1**	**Dott. Massimo Maugeri**	**Dott. Massimiliano Galli**

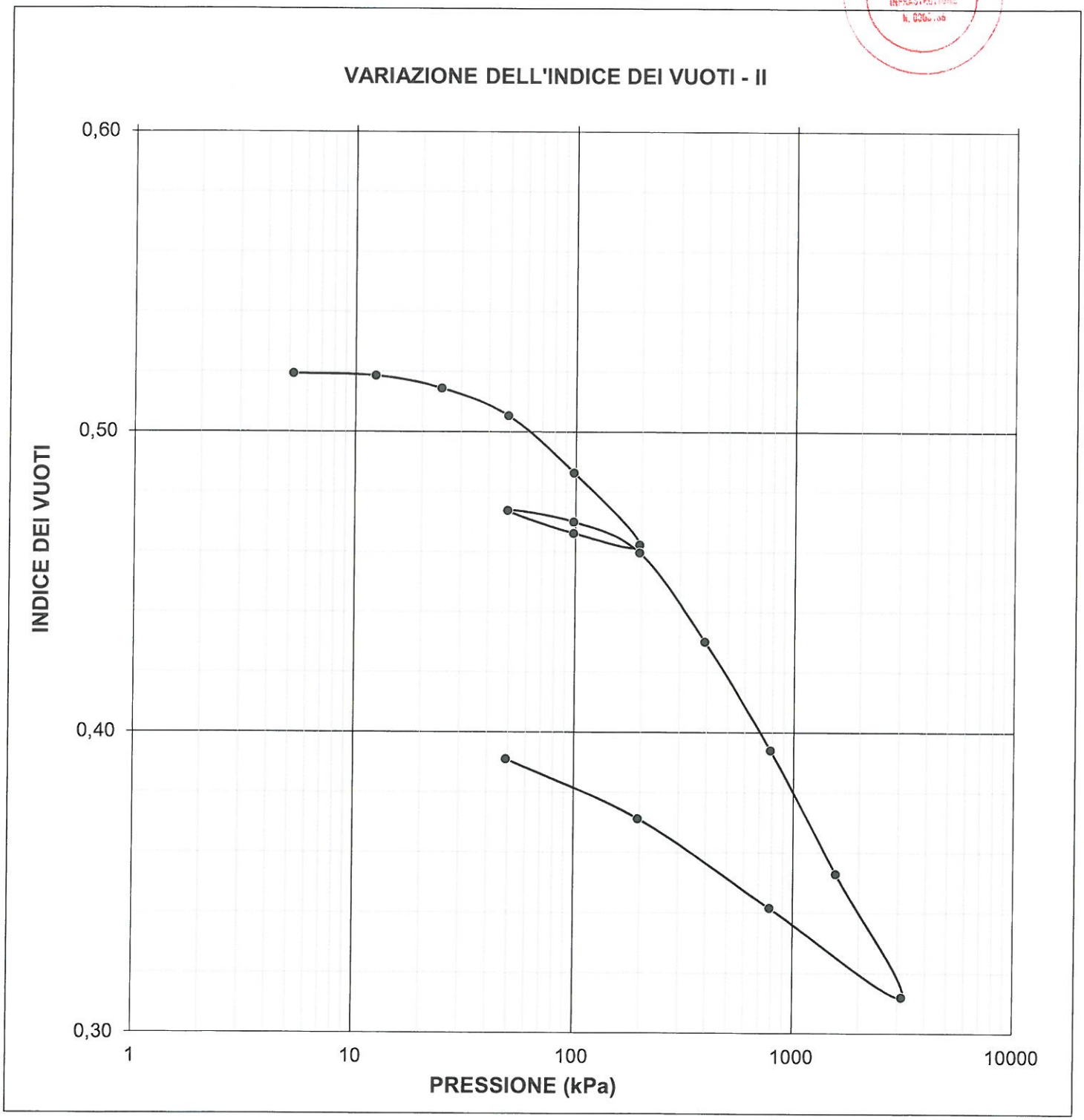
C.G.G. S.R.L. CONCESSIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE n. 0000186

CURVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA - I



commessa:	settore:	id. campione:	lo sperimentatore:	il direttore del Laboratorio:
005/19	04	Briglia Zenzano S1 Cl1	Dott. Massimo Maugeri	Dott. Massimiliano Galli

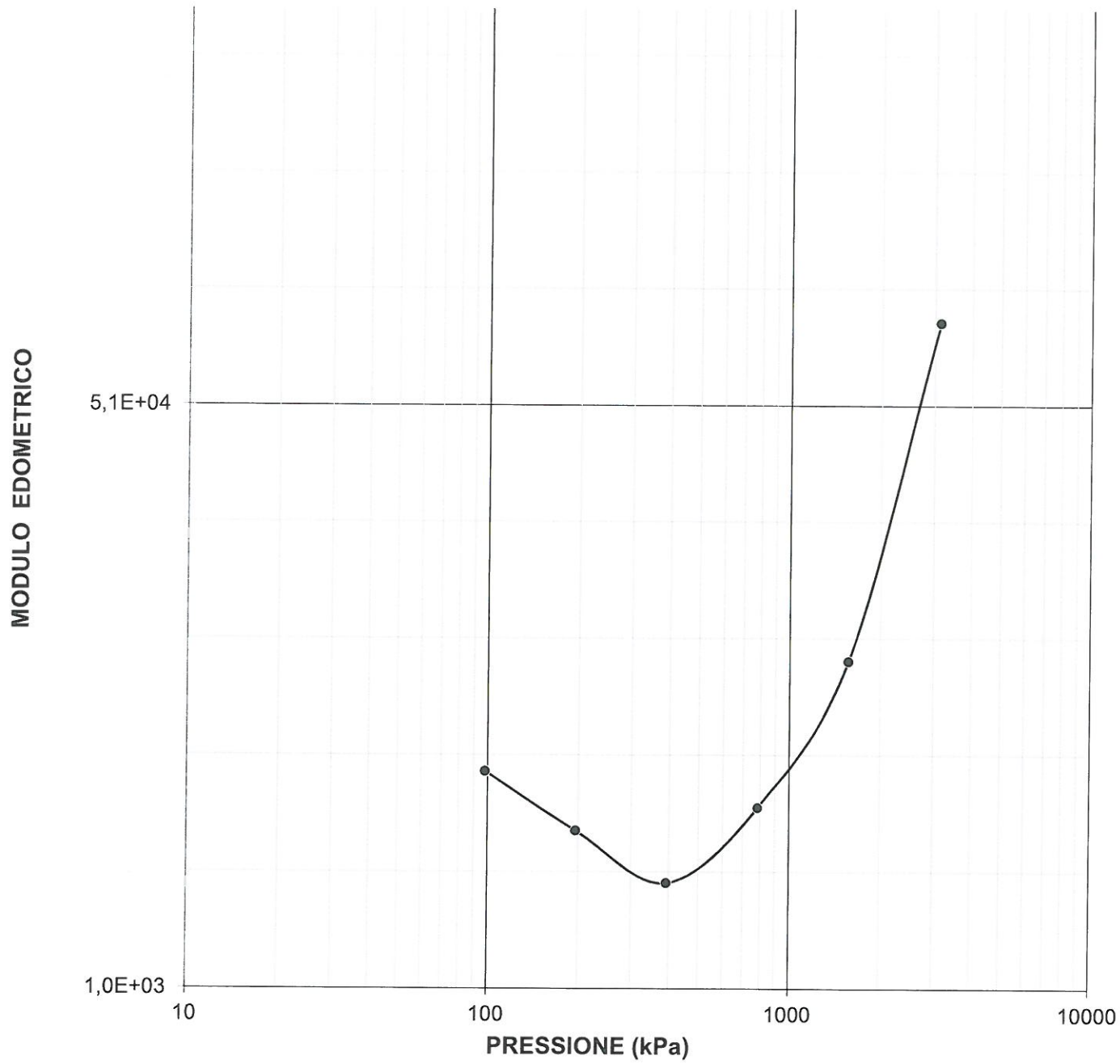
C.G.G. S.R.L. CONCESSIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE N. 0000186



commessa:	settore:	id. campione:	lo sperimentatore:	il direttore del Laboratorio:
005/19	04	Briglia Zenzano S1 Cl1	Dott. Massimo Maugeri	Dott. Massimiliano Galli

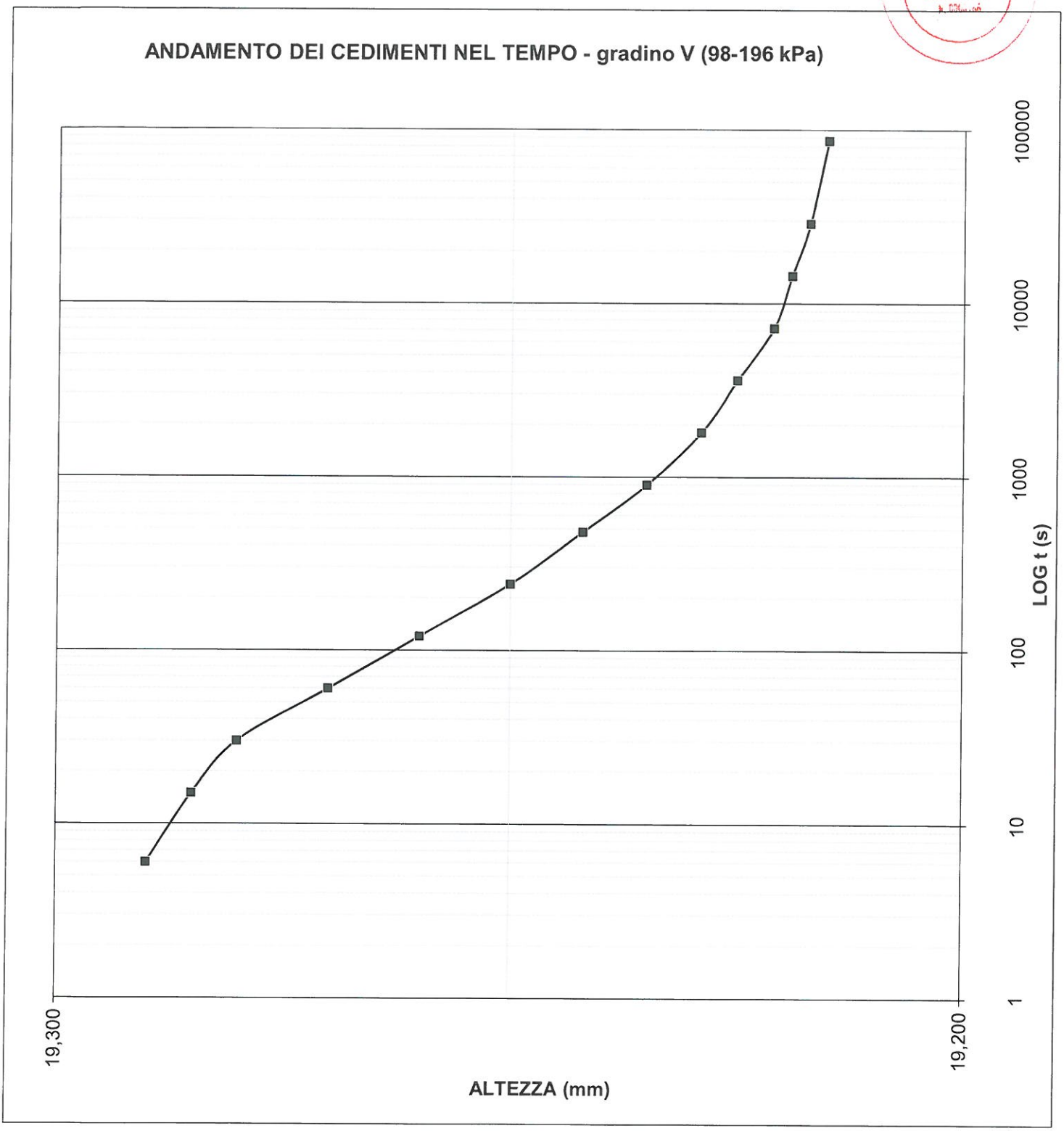
C.G.G. S.R.L. COMMISSIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE n. 0000186

VARIAZIONE DEL MODULO EDOMETRICO III



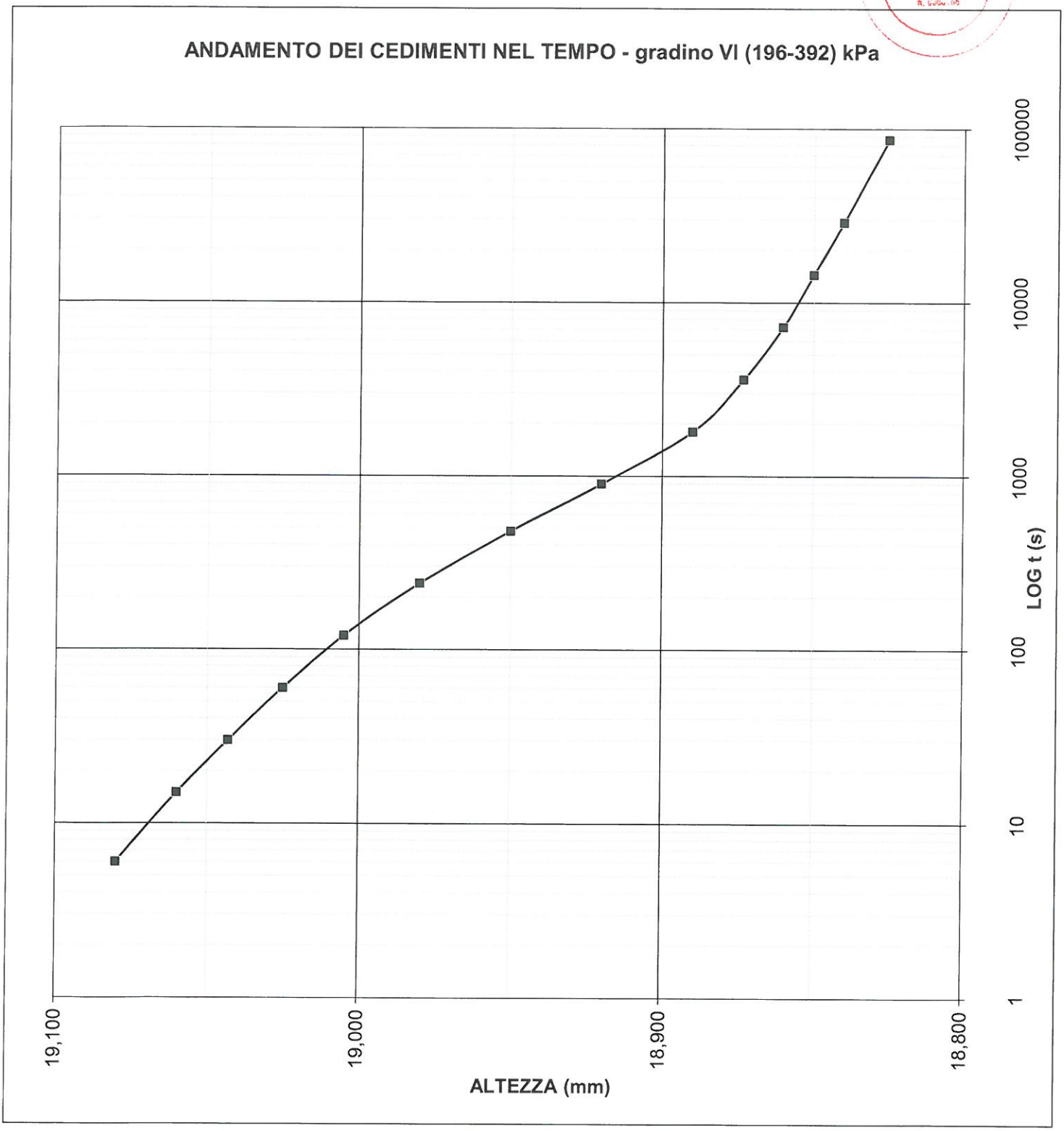
commessa:	settore:	id. campione:	lo sperimentatore:	il direttore del Laboratorio:
005/19	04	Briglia Zenzano S1 Cl1	Dott. Massimo Maugeri	Dott. Massimiliano Galli

C.G.G. S.R.L. CONCESSIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE



commessa:	settore:	id. campione:	lo sperimentatore:	il direttore del Laboratorio:
005/19	04	Briglia Zenzano S1 Cl1	Dott. Massimo Maugeri	Dott. Massimiliano Galli

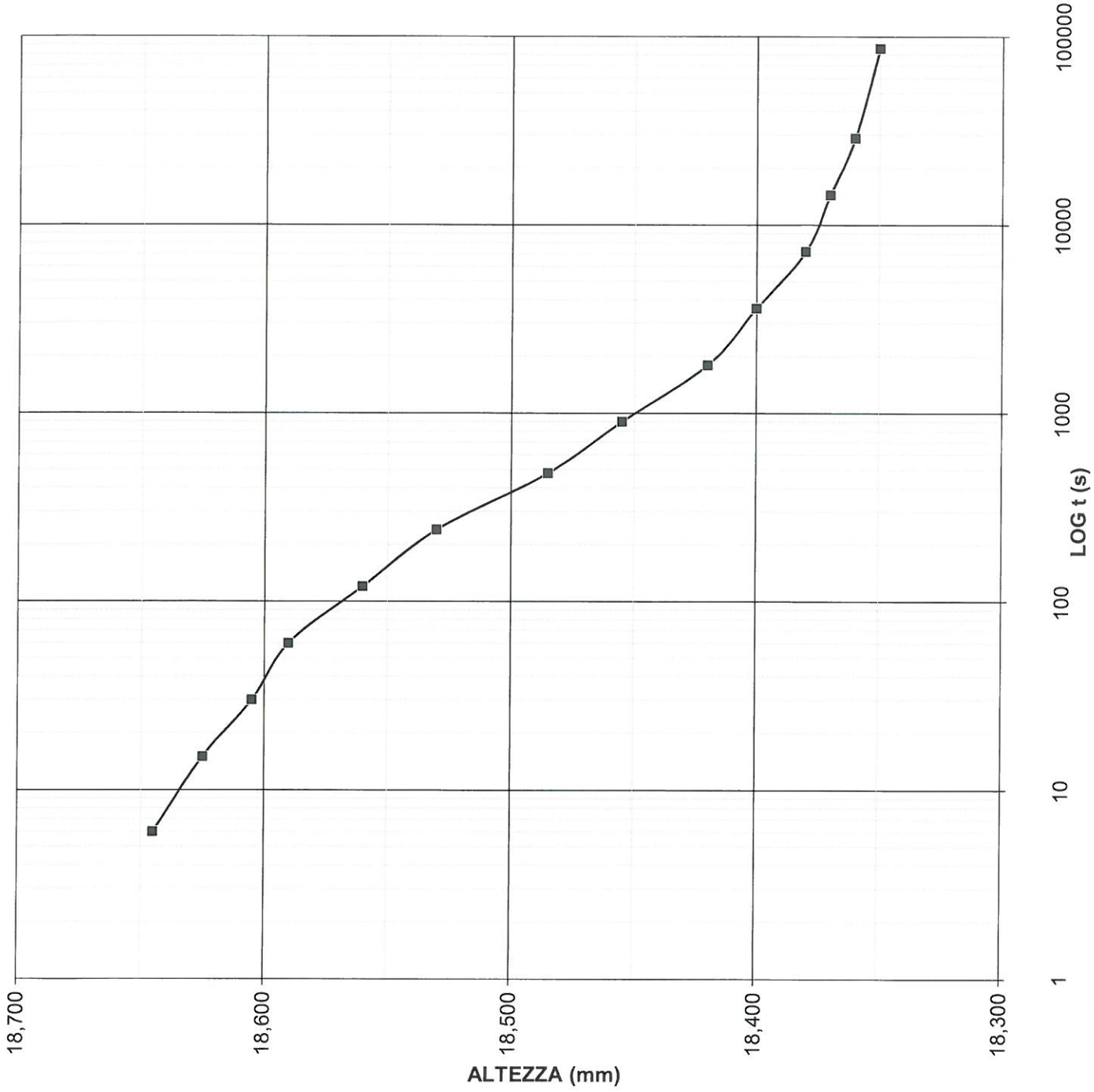
C.G.G. S.R.L. CONCESSIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE N. 0000186



commessa:	settore:	id. campione:	lo sperimentatore:	il direttore del Laboratorio:
005/19	04	Briglia Zenzano S1 Cl1	Dott. Massimo Maugeri	Dott. Massimiliano Galli

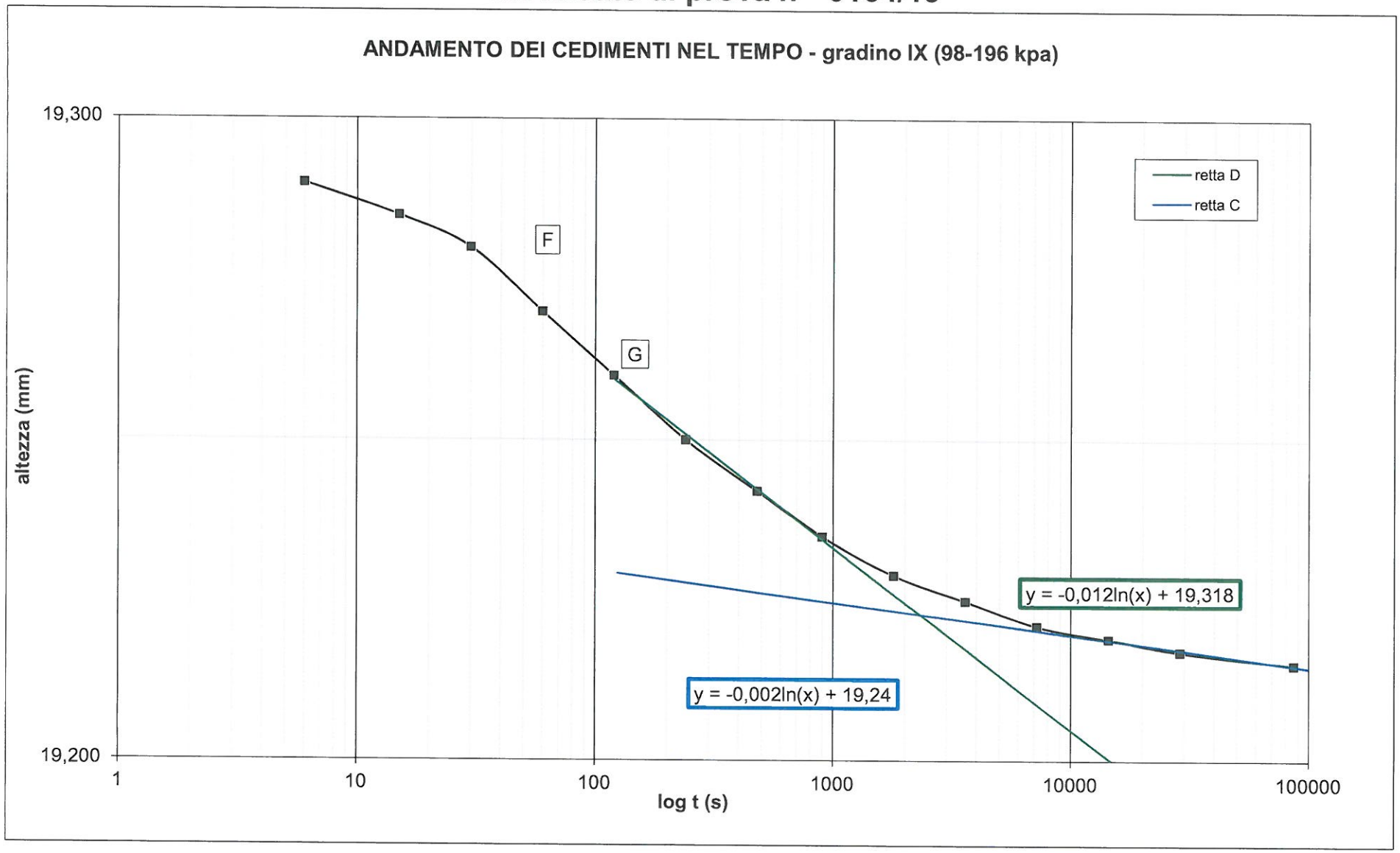
C.G.G. S.R.L. CONCESSIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE N. 0000186

ANDAMENTO DEI CEDIMENTI NEL TEMPO - gradino VII (392-784) kPa

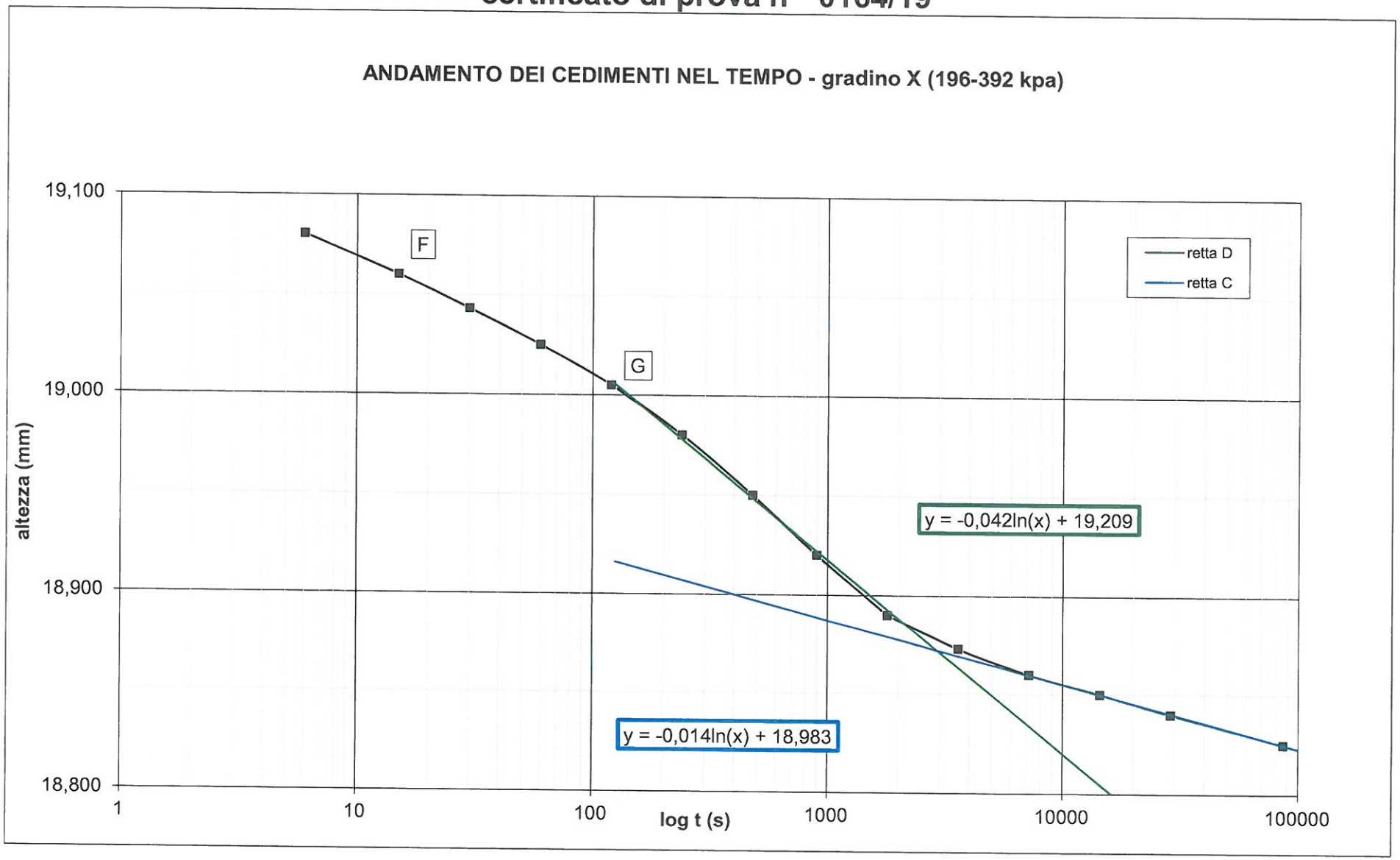


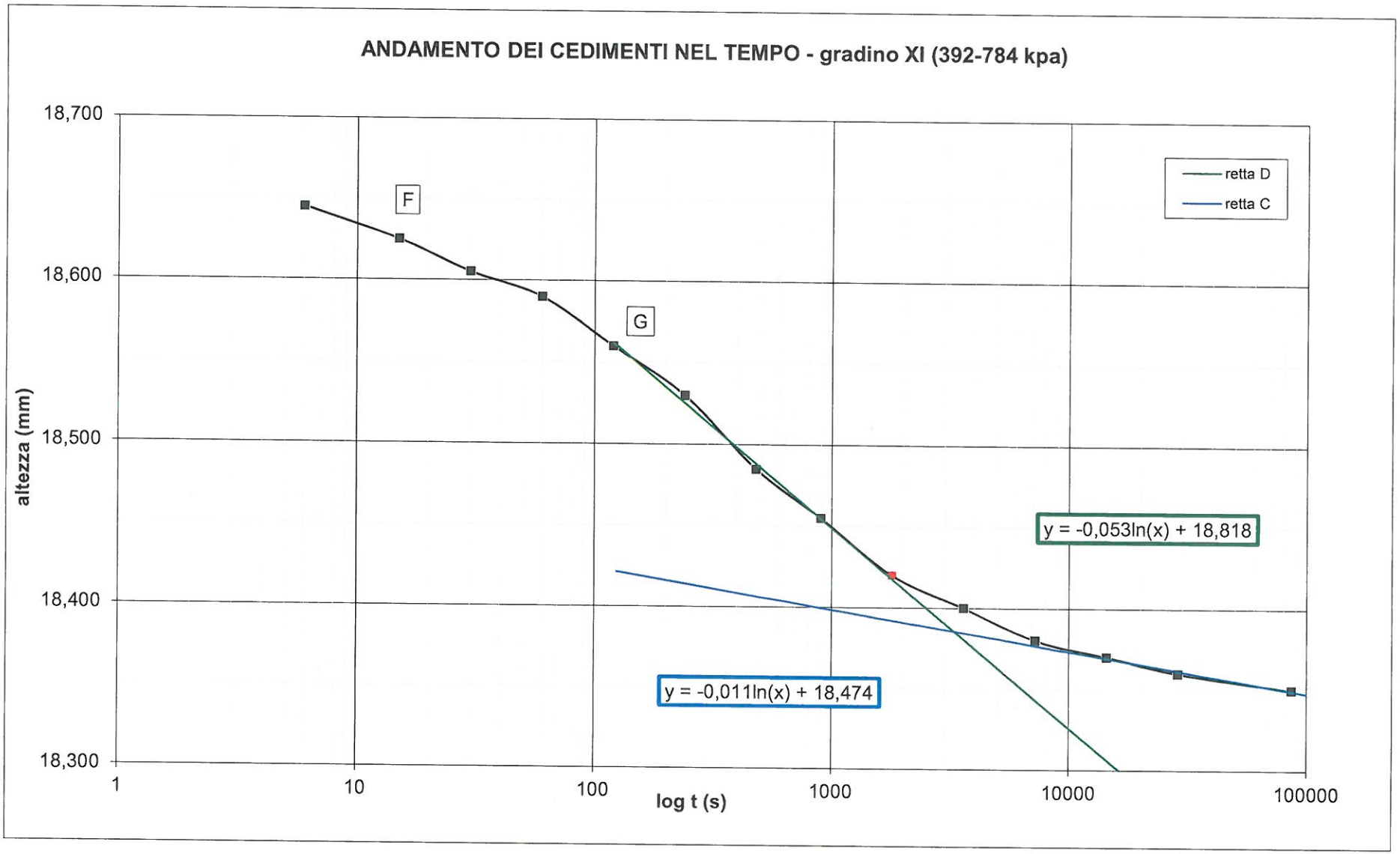
commessa:	settore:	id. campione:	lo sperimentatore:	il direttore del Laboratorio:
005/19	04	Briglia Zenzano S1 Cl1	Dott. Massimo Maugeri	Dott. Massimiliano Galli

certificato di prova n° 0164/19



certificato di prova n° 0164/19




ANDAMENTO DEI CEDIMENTI NEL TEMPO - gradino XI (392-784 kpa)
18,700
18,600
18,500
18,400
18,300
altezza (mm)
1
10
100
1000
10000
100000
log t (s)
F
G
retta D
retta C
y = -0,053ln(x) + 18,818
y = -0,011ln(x) + 18,474

COMMITTENTE: SUBSOIL
LOCALITÀ: -
CANTIERE:
Briglia Zenzano

SONDAGGIO: S1
CAMPIONE: CI1

cedimento a inizio di prova		0,650	mm	gradino IX (98-196 kPa)
altezza iniziale	h_0 =	1,930	cm	
altezza campione a fine cedimento primario	h_{100} =	1,922	cm	
altezza campione al 50% della consolidazione primaria	h_{50} =	1,926	cm	
tempo al 50% della consolidazione primaria	t_{50} =	110	s	
tempo al 100% della consolidazione primaria	t_{100} =	2325	s	
coefficiente di consolidazione	**C_v =**	**1,66E-03**	cm^2/s	
coefficiente di compressibilità volumetrica	**m_v =**	**6,89E-05**	kPa^{-1}	
coefficiente di permeabilità verticale	**K_v =**	**1,14E-08**	cm/s	

cedimento a inizio di prova		0,785	mm	gradino X (196-392 kPa)
altezza iniziale	h_0 =	1,912	cm	
altezza campione a fine cedimento primario	h_{100} =	1,887	cm	
altezza campione al 50% della consolidazione primaria	h_{50} =	1,899	cm	
tempo al 50% della consolidazione primaria	t_{50} =	165	s	
tempo al 100% della consolidazione primaria	t_{100} =	2926	s	
coefficiente di consolidazione	**C_v =**	**1,08E-03**	cm^2/s	
coefficiente di compressibilità volumetrica	**m_v =**	**9,95E-05**	kPa^{-1}	
coefficiente di permeabilità verticale	**K_v =**	**1,07E-08**	cm/s	

cedimento a inizio di prova		1,175	mm	gradino XI (392-785 kPa)
altezza iniziale	h_0 =	1,869	cm	
altezza campione a fine cedimento primario	h_{100} =	1,839	cm	
altezza campione al 50% della consolidazione primaria	h_{50} =	1,854	cm	
tempo al 50% della consolidazione primaria	t_{50} =	190	s	
tempo al 100% della consolidazione primaria	t_{100} =	3286	s	
coefficiente di consolidazione	**C_v =**	**8,91E-04**	cm^2/s	
coefficiente di compressibilità volumetrica	**m_v =**	**6,06E-05**	kPa^{-1}	
coefficiente di permeabilità verticale	**K_v =**	**5,40E-09**	cm/s	

CGG s.r.l.

Sede legale e laboratorio materiali: via Grazia Cherchi 15/17 Loc. Montale - 29122 Piacenza
Tel 0523/648231 -Fax 0523/574091

COMMITTENTE: SUBSOIL
LOCALITÀ:
CANTIERE: Briglia Zenzano
Data di accettazione: 31/01/2019
Data esecuzione prove: 24-26/02/02/2019

SONDAGGIO: S1
CAMPIONE: CI1
PROFONDITÀ (m): 10.15-10.85
Tipo Campione: Indisturbati -

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATO DRENATO (ASTM D3080-04)

CARATTERISTICHE DEI PROVINI

	sezione (cm^2)	*altezza iniziale* (cm)	*massa iniziale* (g)	*umidità iniziale* (%)	*altezza finale* (cm)	*umidità finale* (%)
provino 1	36,00	2,00	157,05	17,36	1,93	18,91
provino 2	36,00	2,00	151,09	17,08	1,91	21,23
provino 3	36,00	2,00	150,51	17,09	1,86	19,91

DATI DI PROVA: FASE DI ROTTURA

provino 1

carico verticale applicato: 300 kPa
velocità di deformazione: 1,25E-01 µm/s

nota: gli sforzi di taglio sono calcolati tenendo conto della riduzione di area dei provini.

dislocamento orizzontale (mm)	*deformazione verticale (mm)*	*forza tangenziale (N)*	*sforzo di taglio (kPa)*	*dislocamento orizzontale (mm)*	*deformazione verticale (mm)*	*forza tangenziale (N)*	*sforzo di taglio (kPa)*
0,000	0,000			1,160	-0,190	485	137,4
0,050	-0,020	11	3,1	1,240	-0,200	502	142,4
0,080	-0,030	14	3,1	1,320	-0,200	517	146,8
0,090	-0,040	15	3,9	1,390	-0,210	534	151,9
0,140	-0,050	16	4,2	1,460	-0,220	547	155,7
0,160	-0,060	17	4,5	1,530	-0,220	561	159,9
0,190	-0,070	21	4,7	1,610	-0,230	573	163,6
0,230	-0,080	30	5,9	1,690	-0,240	594	169,8
0,260	-0,090	38	8,4	1,760	-0,240	604	172,8
0,270	-0,100	44	10,6	1,840	-0,250	614	176,0
0,310	-0,100	78	12,3	1,920	-0,250	623	178,8
0,360	-0,110	129	21,8	2,000	-0,250	631	181,3
0,410	-0,120	197	36,0	2,080	-0,260	639	183,9
0,490	-0,130	242	55,1	2,160	-0,260	644	185,6
0,560	-0,140	278	67,8	2,240	-0,260	647	186,7
0,640	-0,140	308	77,9	2,320	-0,260	651	188,1
0,710	-0,150	334	86,5	2,400	-0,270	654	189,2
0,790	-0,160	362	93,9	2,470	-0,270	662	191,8
0,860	-0,170	388	101,9	2,560	-0,270	669	194,1
0,940	-0,170	415	109,3	2,640	-0,270	675	196,1
1,010	-0,180	438	117,1	2,720	-0,270	679	197,6
1,090	-0,190	464	123,7	2,790	-0,270	683	199,0
1,160	-0,190	485	131,3	2,870	-0,270	688	200,7

commessa:	**settore:**	**id. campione:**	**lo sperimentatore:**	**il direttore del Laboratorio:**
005/19	**04**	**glia Zenzano S1 CI1**	**Dott. Massimo Maugeri**	**Dott. Massimiliano Galli**

Sede legale e laboratorio materiali: via Grazia Cherchi 15/17 Loc. Montale - 29122 Piacenza
Tel 0523/648231 -Fax 0523/574091

dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)	dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)
2,960	-0,280	689	201,3	4,330	-0,300	646	193,4
3,040	-0,280	692	202,5	4,410	-0,300	644	193,1
3,120	-0,280	696	203,9	4,490	-0,300	641	192,5
3,200	-0,280	697	204,5	4,580	-0,300	637	191,6
3,280	-0,280	697	204,8	4,660	-0,300	635	191,2
3,360	-0,280	699	205,7	4,740	-0,300	634	191,2
3,440	-0,290	699	206,0	4,820	-0,300	634	191,5
3,520	-0,290	698	206,0	4,900	-0,300	632	191,2
3,600	-0,290	696	205,7	4,980	-0,300	630	190,8
3,680	-0,290	693	205,1	5,060	-0,300	628	190,5
3,760	-0,290	689	204,2	5,150	-0,300	625	189,9
3,850	-0,290	679	201,5	5,230	-0,300	624	189,9
3,930	-0,290	670	199,2	5,310	-0,300	623	189,9
4,010	-0,290	663	197,4	5,390	-0,300	620	189,2
4,090	-0,300	658	196,1	5,470	-0,300	619	189,2
4,170	-0,300	652	194,6	5,550	-0,300	618	189,2
4,250	-0,300	649	194,0	5,630	-0,300	617	189,1

provino 2

carico verticale applicato: 400 kPa
velocità di deformazione: 1,21E-01 µm/s

dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)	dislocamento orizzontale (mm)	deformazione verticale (mm)	forza tangenziale (N)	sforzo di taglio (kPa)
0,000	0,000			1,514	-0,193	616	175,5
0,023	0,002	1	0,3	1,585	-0,197	632	180,3
0,046	-0,004	7	1,9	1,660	-0,204	644	184,0
0,076	-0,015	12	3,3	1,736	-0,209	656	187,7
0,157	-0,021	22	6,1	1,810	-0,216	666	190,8
0,258	-0,026	56	15,6	1,884	-0,223	676	193,9
0,325	-0,033	88	24,6	1,961	-0,226	687	197,3
0,379	-0,042	148	41,4	2,037	-0,230	696	200,1
0,440	-0,055	198	55,4	2,115	-0,236	704	202,7
0,500	-0,063	241	67,5	2,193	-0,241	712	205,3
0,562	-0,075	274	76,8	2,270	-0,246	717	207,0
0,626	-0,086	307	86,2	2,349	-0,250	722	208,7
0,691	-0,096	338	95,0	2,426	-0,254	727	210,5
0,757	-0,107	367	103,2	2,506	-0,260	731	211,9
0,825	-0,117	395	111,3	2,584	-0,263	736	213,6
0,892	-0,127	422	119,0	2,663	-0,268	739	214,8
0,958	-0,136	448	126,5	2,743	-0,273	742	216,0
1,025	-0,145	471	133,1	2,823	-0,276	745	217,2
1,090	-0,152	496	140,3	2,903	-0,281	747	218,0
1,158	-0,159	521	147,6	2,982	-0,285	749	218,9
1,226	-0,168	542	153,7	3,061	-0,288	750	219,5
1,297	-0,176	564	160,1	3,140	-0,293	753	220,7
1,369	-0,180	583	165,7	3,220	-0,296	755	221,6
1,441	-0,187	601	171,1	3,299	-0,300	757	222,5

commessa:	settore:	id. campione:	lo sperimentatore:	il direttore del Laboratorio:
005/19	04	glia Zenzano S1 CI1	Dott. Massimo Maugeri	Dott. Massimiliano Galli

Sede legale e laboratorio materiali: via Grazia Cherchi 15/17 Loc. Montale - 29122 Piacenza
Tel 0523/648231 -Fax 0523/574091

dislocamento orizzontale (mm)	*deformazione verticale (mm)*	*forza tangenziale (N)*	*sforzo di taglio (kPa)*	*dislocamento orizzontale (mm)*	*deformazione verticale (mm)*	*forza tangenziale (N)*	*sforzo di taglio (kPa)*
3,376	-0,303	761	224,0	4,620	-0,374	804,0	242,0
3,452	-0,317	763	224,9	4,697	-0,377	808,0	243,5
3,530	-0,321	771	227,6	4,776	-0,380	811,0	244,8
3,609	-0,327	775	229,1	4,855	-0,383	812,0	245,4
3,687	-0,332	778	230,3	4,934	-0,385	813,0	246,1
3,766	-0,335	780	231,2	5,014	-0,388	815,0	247,0
3,845	-0,338	783	232,4	5,092	-0,390	815,0	247,4
3,922	-0,340	785	233,3	5,170	-0,393	817,0	248,3
3,998	-0,345	788	234,5	5,244	-0,394	817,0	248,7
4,078	-0,346	790	235,4	5,319	-0,402	820,0	249,9
4,157	-0,350	791	236,1	5,369	-0,403	823,0	251,1
4,235	-0,351	793	237,0	5,371	-0,405	820,0	250,2
4,314	-0,354	795	237,9	5,372	-0,407	820,0	250,2
4,393	-0,357	797	238,9	5,373	-0,408	819,0	249,9
4,471	-0,360	798	239,5	5,373	-0,408	818,0	249,6
4,543	-0,362	800	240,4	5,373	-0,409	814,0	248,4

provino 3

carico verticale applicato: 500 kPa
velocità di deformazione: 1,28E-01 µm/s

dislocamento orizzontale (mm)	*deformazione verticale (mm)*	*forza tangenziale (N)*	*sforzo di taglio (kPa)*	*dislocamento orizzontale (mm)*	*deformazione verticale (mm)*	*forza tangenziale (N)*	*sforzo di taglio (kPa)*
0,000	0,000			1,680	-0,200	683	195,2
0,010	-0,040	18	5,0	1,770	-0,200	697	199,5
0,040	-0,050	56	15,6	1,840	-0,210	703	201,5
0,070	-0,060	93	25,9	1,920	-0,220	721	206,9
0,120	-0,060	102	28,4	1,990	-0,220	731	210,0
0,170	-0,070	135	37,6	2,070	-0,230	739	212,6
0,230	-0,070	135	37,6	2,150	-0,240	744	214,3
0,300	-0,080	201	56,1	2,230	-0,240	752	217,0
0,370	-0,080	243	67,9	2,310	-0,250	756	218,4
0,450	-0,090	282	78,9	2,390	-0,260	759	219,6
0,520	-0,090	321	89,9	2,470	-0,260	768	222,5
0,600	-0,100	358	100,4	2,550	-0,270	773	224,3
0,670	-0,110	394	110,7	2,640	-0,280	778	226,1
0,750	-0,110	424	119,3	2,720	-0,280	782	227,5
0,830	-0,120	454	127,9	2,800	-0,290	786	229,0
0,910	-0,130	480	135,4	2,880	-0,290	788	229,9
0,980	-0,130	505	142,6	2,960	-0,300	791	231,1
1,060	-0,140	529	149,6	3,050	-0,310	794	232,4
1,140	-0,150	549	155,5	3,130	-0,320	798	233,9
1,220	-0,160	578	163,9	3,210	-0,320	800	234,8
1,300	-0,160	599	170,1	3,290	-0,330	802	235,7
1,380	-0,170	618	175,7	3,380	-0,330	805	237,0
1,450	-0,180	640	182,2	3,460	-0,340	808	238,2
1,530	-0,180	654	186,4	3,540	-0,340	810	239,1
1,610	-0,190	665	189,8	3,620	-0,350	813	240,3

commessa:	**settore:**	**id. campione:**	**lo sperimentatore:**	**il direttore del Laboratorio:**
005/19	**04**	**glia Zenzano S1 CI1**	**Dott. Massimo Maugeri**	**Dott. Massimiliano Galli**

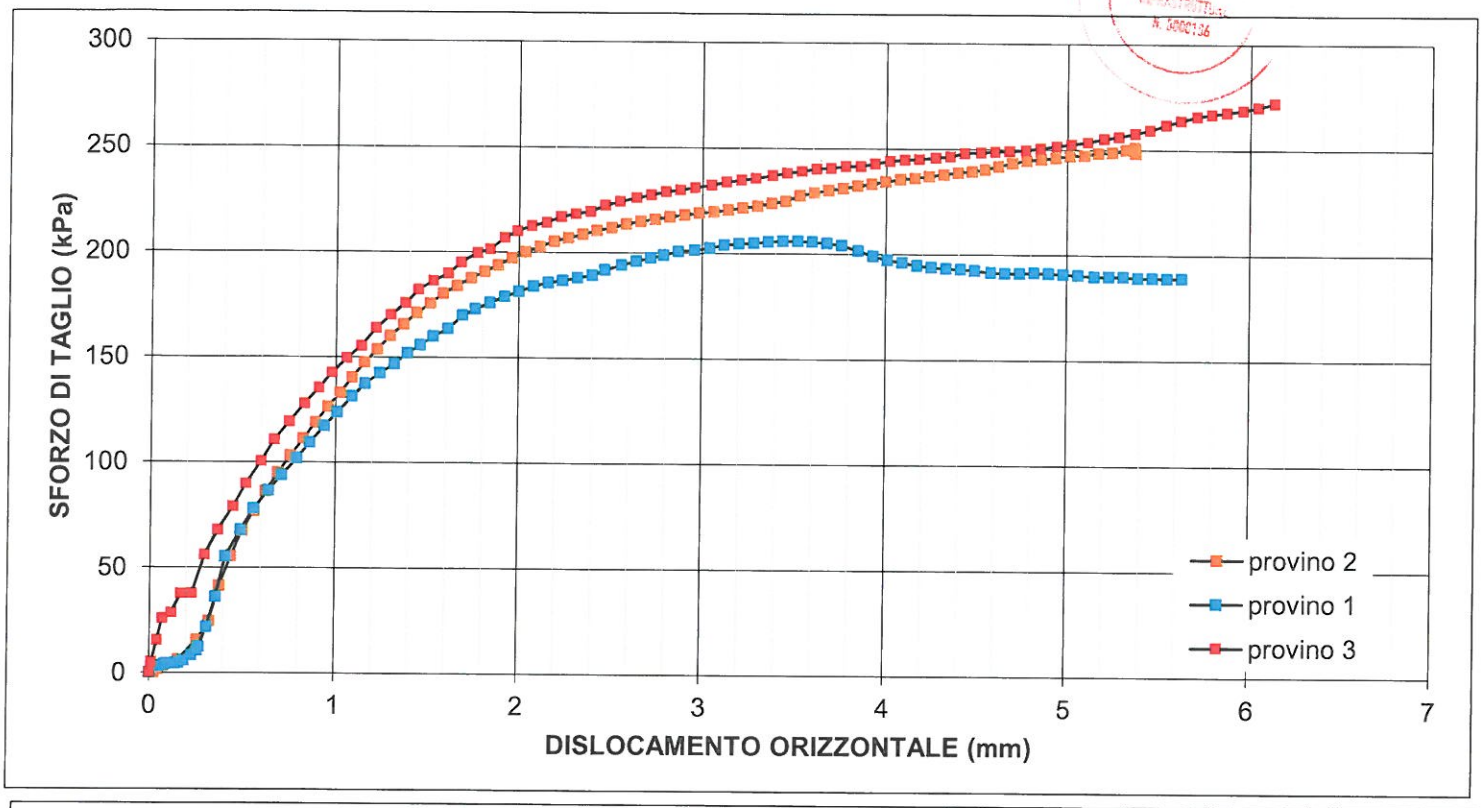
Sede legale e laboratorio materiali: via Grazia Cherchi 15/17 Loc. Montale - 29122 Piacenza
Tel 0523/648231 -Fax 0523/574091

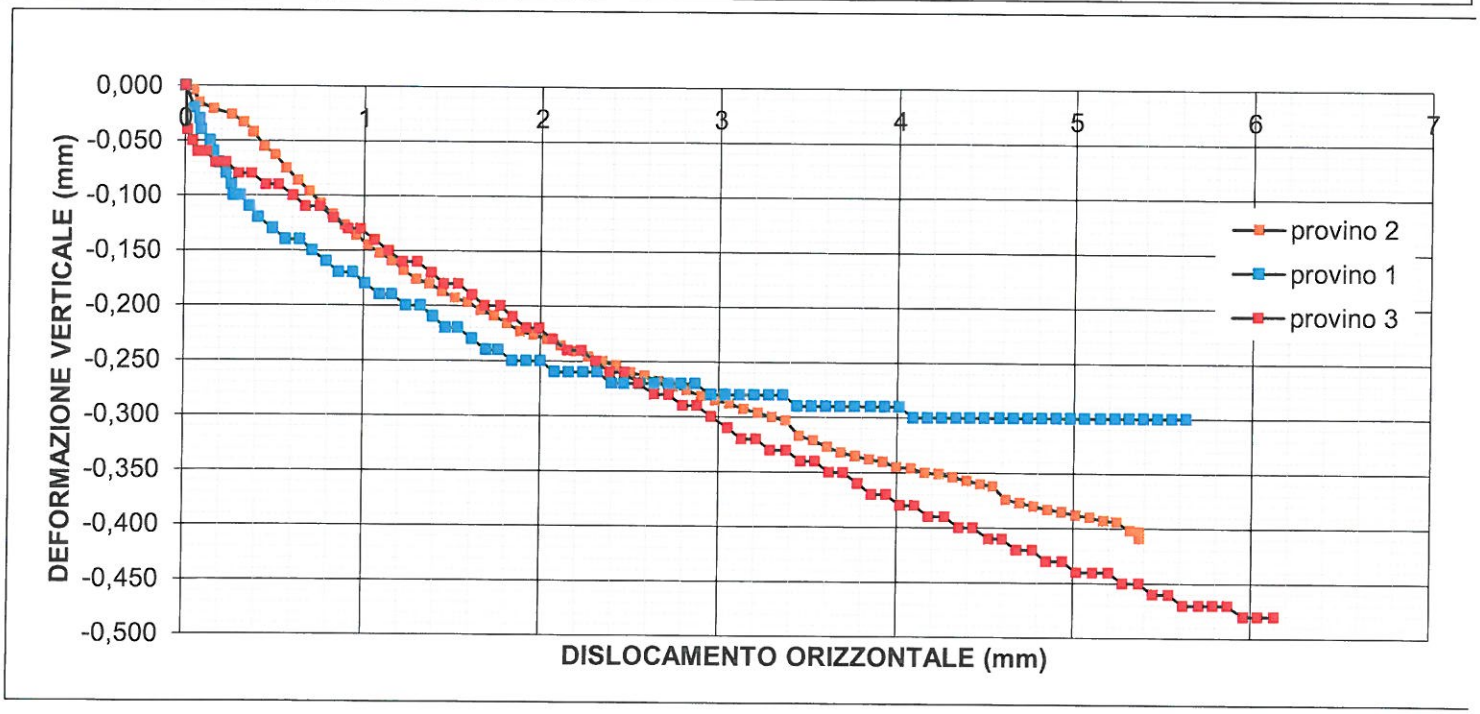
dislocamento orizzontale (mm)	*deformazione verticale (mm)*	*forza tangenziale (N)*	*sforzo di taglio (kPa)*	*dislocamento orizzontale (mm)*	*deformazione verticale (mm)*	*forza tangenziale (N)*	*sforzo di taglio (kPa)*
3,700	-0,350	813	240,7	4,940	-0,430	831	251,5
3,780	-0,360	815	241,6	5,020	-0,440	833	252,5
3,860	-0,370	814	241,7	5,110	-0,440	835	253,5
3,940	-0,370	817	242,9	5,200	-0,440	839	255,2
4,020	-0,380	820	244,1	5,280	-0,450	841	256,2
4,100	-0,380	821	244,8	5,370	-0,450	845	257,8
4,180	-0,390	821	245,1	5,450	-0,460	849	259,4
4,270	-0,390	822	245,8	5,540	-0,460	856	262,0
4,350	-0,400	823	246,5	5,620	-0,470	861	263,9
4,430	-0,400	827	248,0	5,710	-0,470	866	265,9
4,520	-0,410	827	248,4	5,790	-0,470	868	266,9
4,600	-0,410	827	248,8	5,870	-0,470	870	267,9
4,680	-0,420	827	249,2	5,960	-0,480	872	268,9
4,770	-0,420	827	249,6	6,040	-0,480	875	270,3
4,850	-0,430	829	250,5	6,130	-0,480	880	272,3

commessa:	settore:	id. campione:	lo sperimentatore:	il direttore del Laboratorio:
005/19	04	glia Zenzano S1 CI1	Dott. Massimo Maugeri	Dott. Massimiliano Galli

CGG s.r.l.

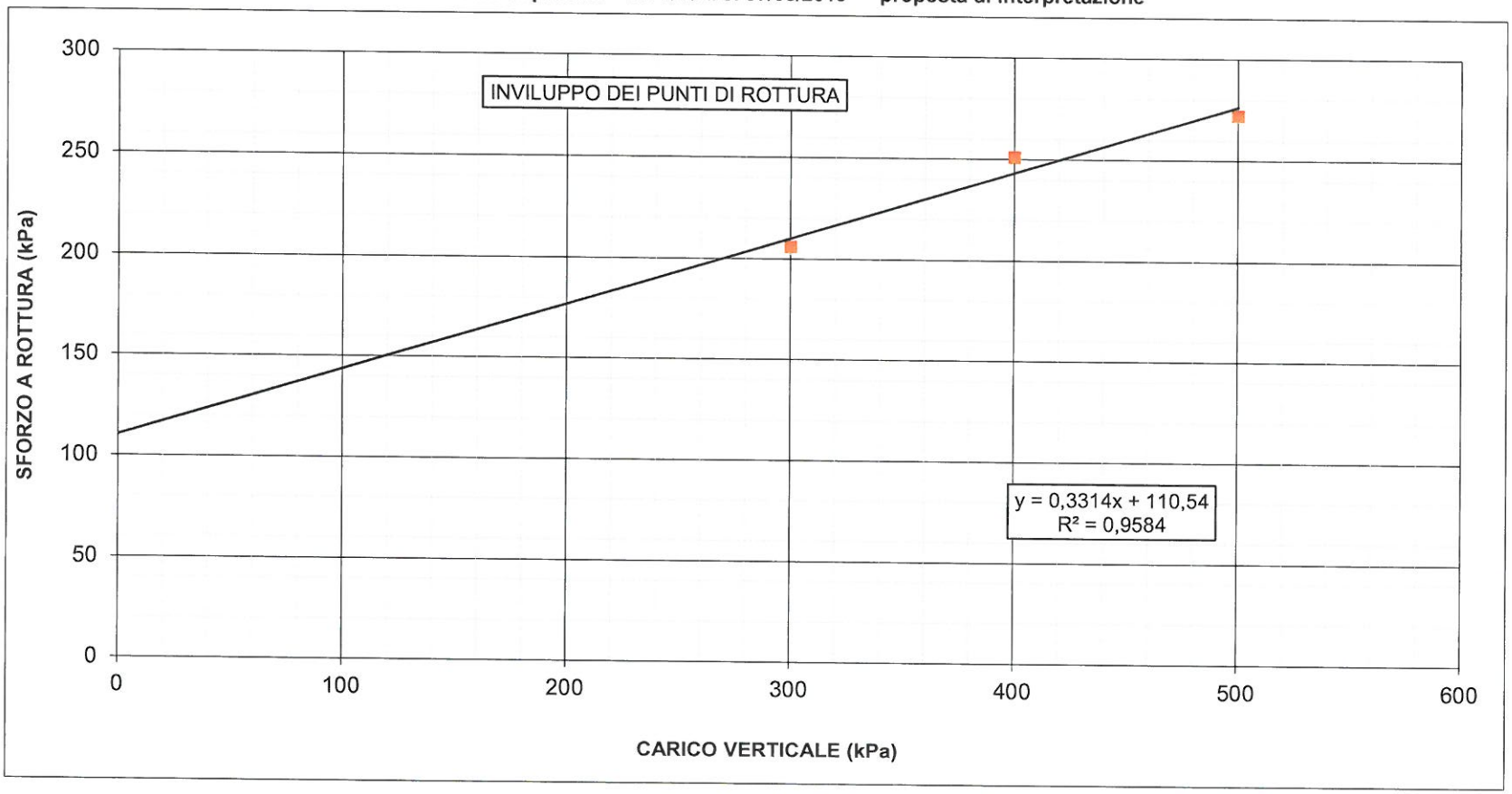
Sede legale e laboratorio materiali: via Grazia Cherchi 15/17 Loc. Montale - 29122 Piacenza
Tel 0523/648231 -Fax 0523/574091





commessa:	settore:	id. campione:	lo sperimentatore:	il direttore del Laboratorio:
005/19	04	glia Zenzano S1 Cl1	Dott. Massimo Maugeri	Dott. Massimiliano Galli

certificato di prova n° 0171/19 Del 07/03/2019 - proposta di interpretazione



CANTIERE: Briglia Zenzano

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: CI1

provino	1	2	3
carico verticale (kPa)	300	400	500
sforzo di taglio (kPa)	206,0	251,1	272,3

c' (kPa) = 110,5

ϕ' (° sessadecimali) = 18,3

4 L'ESITO DI CAROTAGGI ESEGUITI SUL PARAMENTO DI MONTE DELLA BRIGLIA DI ZENZANO.

S1
S2
S3
S4
Google Earth
N
60 m

ECOSOIL
EARTH CARE

RegioneEmilia-Romagna

AGENZIA REGIONALE PER LA SICUREZZA TERRITORIALE E LA PROTEZIONE CIVILE
SERVIZIO COORDINAMENTO PROGRAMMI SPECIALI E PRESIDI DI COMPETENZA

DGR N°556 DEL 08/04/2019 "APPROVAZIONE PROGRAMMA TRIENNALE 2019-2021 ED ELENCO ANNUALE 2019 DEGLI INTERVENTI DI PREVENZIONE DEL DISSESTO IDROGEOLOGICO E SICUREZZA DEL TERRITORIO E NAVIGAZIONE INTERNA - RETTIFICA DEL 859-18, 884-18, 991-18 E 2167-18" – ALLEGATO G RILIEVI TOPOGRAFICI E INDAGINI – CAPITOLI: RER 47115 AGENZIA 15023 INTERVENTI 2018 E 15018- CODICE LOCALE E CUP SE18A12.002

"INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE, COMPRESE EVENTUALI PROVE DI LABORATORIO, FINALIZZATE ALLA PROGETTAZIONE DI INTERVENTI
CODICE SE 18A12.002" - CIG 8052362B53

Ordine di Lavorazione n° 1 – 2020: Briglia di Zenzano Marano sul Panaro (MO)
Stratigrafie sondaggi

Redatta da:

Dott. Geol. Simone Scarabelli

febbraio 2020

ECOSOIL S.r.l.
Via Emilia, 372 - 27043 Broni (PV)
P.IVA 02347600187

MODELLO STRATIGRAFIA

Committente: Agenzia Regionale per la Sicurezza Territoriale e la Protezione Civile	Tipo Carotaggio Continuo	Data Esecuzione 04/02/2020		
Cantiere Briglia di Zenzano - Marano Sul Panaro (MO)	Tipo Sonda Fraste ML			
Sondaggio S1	Profondità raggiunta 10,0 m			

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	Campioni	ID campione
		Ghiaia sciolta, ciottoli e sabbia	0.50		
1 2 3 4 5 6		Calcestruzzo	7.00		
7 8		Calcestruzzo con armatura metallica	8.50		
9 10		Marna argillosa	10.00		

SONDAGGIO S1

S1 0-5 m

S1 5-10 m

SONDAGGIO S2

ECOSOIL S.r.l.
Via Emilia, 372 - 27043 Broni (PV)
P.IVA 02347600187

MODELLO STRATIGRAFIA

Committente: Agenzia Regionale per la Sicurezza Territoriale e la Protezione Civile	Tipo Carotaggio Continuo	Data Esecuzione 05/02/2020		
Cantiere Briglia di Zenzano - Marano Sul Panaro (MO)	Tipo Sonda Fraste ML			
Sondaggio S2	Profondità raggiunta 10,3 m			

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	Campioni	ID campione
		Ghiaia sciolta, ciottoli e sabbia	0.40		
1		Calcestruzzo			
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9			10.00		
10		Marna argillosa	10.30		

S2 0-5 m

S2 5-10 m

S2 10-10,30 m

SONDAGGIO S3

ECOSOIL S.r.l.

Via Emilia, 372 - 27043 Broni (PV)
P.IVA 02347600187

MODELLO STRATIGRAFIA

Committente: Agenzia Regionale per la Sicurezza Territoriale e la Protezione Civile	Tipo Carotaggio Continuo	Data Esecuzione 06/02/2020		
Cantiere Briglia di Zenzano - Marano Sul Panaro (MO)	Tipo Sonda Fraste ML			
Sondaggio S3	Profondità raggiunta 2,0 m			

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	Campioni	ID campione
		Calcestruzzo	0.70		
1		Ghiaia e ciottoli in matrice argillosa	1.50		
		Limo argilloso con ghiaia	2.00		
2					
3					
4					

S3 0-2 m

SONDAGGIO S4

ECOSOIL S.r.l.
Via Emilia, 372 - 27043 Broni (PV)
P.IVA 02347600187

MODELLO STRATIGRAFIA

Committente: Agenzia Regionale per la Sicurezza Territoriale e la Protezione Civile	Tipo Carotaggio Continuo	Data Esecuzione 07/02/2020		
Cantiere Briglia di Zenzano - Marano Sul Panaro (MO)	Tipo Sonda Fraste ML			
Sondaggio S4	Profondità raggiunta 10,60 m			

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	Campioni	ID campione
1		Calcestruzzo			
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9			9.80		
10		Marna argillosa	10.60		

S4 0-5 m

S4 5-10 m

S4 10-10,60 m

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DELLE LAVORAZIONI

FRASTE