

GEOLOGIA AMBIENTALE ED IDROGEOLOGICA

*indagini geologiche e geotecniche
consulenze
analisi di laboratorio e prove in sito*

*Dott. Geol. MARCO MANTOVANI
Viale Rinascita, 12 - 46028 Sermide e Felonica (MN)
Tel. 0386/61891-62398 *Fax 0386/61891
E-mail m.mantovani5@virgilio.it*

**STUDIO GEOLOGICO GEOTECNICO E SISMICO SUI TERRENI
DI FONDAZIONE RELATIVI ALLA COSTRUZIONE DI
STRUTTURE PREFABBRICATE AD USO ATTIVITÀ
PRODUTTIVA DA ERIGERSI IN VIA IV NOVEMBRE A
BRESCIA (BS) - FG. 235, MAPP. 348, 349**

**COMMITTENTE: FRANCHINI LAMIERE S.p.A.
VIA IV NOVEMBRE, 32**

25010 SAN ZENO NAVIGLIO (BS)

SERMIDE, MAGGIO 2019

/



The stamp is circular with a green border. The text inside the stamp reads: "ORDINE DEI GEOLOGI della LOMBARDIA" around the top inner edge, "MANTOVANI MARCO" in the center, and "n° 448" at the bottom.

INDICE

1) PREMESSA	Pag.	3
2) INQUADRAMENTO GEOLOGICO	Pag.	6
3) ANALISI DEI VINCOLI	Pag.	6
4) INQUADRAMENTO GEOLOGICO	Pag.	10
5) CENNI STRATIGRAFICI ED IDROGEOLOGICI	Pag.	24
6) ELABORAZIONE DATI PENETROMETRICI	Pag.	27
6.a) Calcolo cedimenti	Pag.	30
6.b) FONDAZIONI SUPERFICIALI	Pag.	32
7) VALUTAZIONE RISCHIO SISMICO	Pag.	37
7.1) Tecnica di misurazione e strumentazione	Pag.	37
7.2) Acquisizione dei dati	Pag.	38
7.3) Analisi ed elaborazione dei segnali acquisiti	Pag.	38
7.4) Descrizione dei risultati	Pag.	41
7.5) Cenni sulla metodologia MASW	Pag.	41
7.6) Acquisizione dei dati	Pag.	42
7.7) Analisi ed elaborazione dei segnali acquisiti	Pag.	43
7.8) Profilo Sismostratigrafico	Pag.	45
7.9) Pericolosità Sismica Locale	Pag.	48
7.10) Parametri di sito	Pag.	52
7.11) Rischio Liquefazione	Pag.	61
8) CONCLUSIONI - COMPATIBILITÀ	Pag.	62
CEDIMENTI	Pag.	65

In allegato:

- *Planimetrie punti prova;*
- *Riprese strumentazione;*
- *Tabulati prove penetrometriche.*

1) P R E M E S S A

Nel mese di maggio 2019, lo scrivente veniva incaricato dalla *Ditta FRANCHINI LAMIERE S.p.A. – Via IV Novembre, 32 – San Zeno Naviglio (BS)* - di eseguire uno studio geologico, geotecnico e sismico relativo alla costruzione di una struttura prefabbricata ad uso attività produttiva da erigersi in Via IV Novembre a Brescia (BS) – Fg. 235, Mapp. 348, 349.

Con tale studio ci si propone di ricavare le caratteristiche geotecniche e sismica dei terreni di fondazione in conformità:

Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.

Istruzioni per l'applicazione dell'«*Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”*» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

Decreto Ministeriale 14.01.2008

Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Istruzioni per l'applicazione delle “Norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009.

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007

Eurocodice 8 (1998)

Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture

Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)

Eurocodice 7.1 (1997)

Progettazione geotecnica – Parte I: Regole Generali. - UNI

Eurocodice 7.2 (2002)

Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002). UNI

Eurocodice 7.3 (2002)

Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita con prove in sito (2002) UNI.

Regione Lombardia. Deliberazione Giunta Regionale 30 marzo 2016 - n. X/5001

Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica (artt. 3, comma 1, e 13, comma 1, della l.r. 33/2015)

Regione Lombardia. Legge regionale 12 ottobre 2015 - n. 33.

Disposizioni in materia di opere o di costruzioni e relativa vigilanza in zone sismiche.

Regione Lombardia. Deliberazione Giunta Regionale 11 luglio 2014 – n. X/2129.

Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d).

Regione Lombardia. Deliberazione Giunta Regionale 30 novembre 2011 - n. IX/2616

Aggiornamento dei “Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell’art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12”, approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con d.g.r. 28 maggio 2008, n. 8/7374,

Piano stralcio per l’Assetto Idrogeologico (PAI). L. 18 maggio 1989, n. 183, art. 17 comma 6 ter. Adottato con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 in data 26 aprile 2001

7. Norme di attuazione

Inoltre, il territorio comunale di Brescia in base alla Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003 della Presidenza del Consiglio dei Ministri – Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica e D.G.R 11 luglio 2014 n. X/2129 – Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia - viene individuato in **Zona Sismica 2**. Da evidenziare che tale categoria risulta confermata anche con la Ordinanza n. 3519 del 28 aprile 2006 del Presidente del Consiglio dei Ministri – Criteri generali per l’individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l’aggiornamento degli elenchi delle medesime zone –.

L’indagine è stata articolata mediante n. 7 prove penetrometriche dinamiche, -DPSH-, di cui DPSH1 è stata infissa a m. -14,70, DPSH2, DPSH5, DPSH6, DPSH7, sono state infisse a m. -10,20, DPSH3 è stata infissa a m. -11,40 e DPSH4 è stata infissa a m. -14,10; profondità sempre riferite dalla quota dall’attuale piano cantiere.

Tutte le prove eseguite risultano ubicate come indicato nello schema allegato (all. 1).

Le prove penetrometriche sono state eseguite allo scopo di determinare la resistenza alla punta R_p del terreno di fondazione. Per la loro esecuzione è stato usato un Penetrometro Dinamico Standard (S.C.P.T.) Tipo Italiano Modello DPHS Meardi-AGI, avente le seguenti caratteristiche:

- N = numero di colpi per un affondamento di cm. 30;
- Massa battente (maglio): Kg. 73,0;
- Altezza caduta maglio: cm. 75;
- Punta conica: Ø mm. 51, angolo 60°;
- Aste di battuta: Ø mm. 34, lung. mm. 1500, peso 5,2 Kg/m;
- Tubi di rivestimento: Ø mm. 48, lung. mm. 1500, peso 5,0 Kg/m.

Negli allegati sono diagrammati i risultati ottenuti dalle prove penetrometriche effettuate.

Inoltre, si sono effettuate n° 1 stendimento di sismica multicanale con acquisizione delle onde superficiali, comprese quelle a bassa frequenza ed elaborazione dei dati secondo la **procedura tipo MASW**, e n. 1 tomografia per la determinazione del rumore sismico. Tramite queste metodologie è stato possibile eseguire la valutazione delle velocità V_{s30} di sito al fine di classificare il terreno di fondazione secondo le tabelle allegate al D.M. 14/01/08.

Per quanto riguarda MASW l'acquisizione dei dati è avvenuta secondo le modalità "*common-shot gathers*", utilizzando strumentazione "Geometrics" costituita da un sismografo modulare GEODE 3-1000 a 12 canali, con collegati 12 geofoni verticali GEOSPACE (GS11D) con frequenza di 4,5 Hz e puntale da 3".

L'acquisizione del rumore sismico è stato effettuato tramite **tromografo digitale**.

Il Tromografo digitale è specifico per l'acquisizione del rumore sismico ambientale e/o vibrazioni indotte. Si tratta di un apparecchio portatile tutto-in-uno di 10 x 7 x 14 cm e 1 kg di peso dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente, alimentato da 2 batterie AA da 1.5 V, fornito di GPS interno e senza cavi esterno.

2) INQUADRAMETO GEOLOGICO

Il sito oggetto del presente lavoro risulta compreso nella Tavoletta F° 47 I S.O. “BRESCIA” in scala 1: 25.000 dell’Istituto Geografico Militare e più precisamente nelle Sezioni N° D6b2 “*FLERO*” della C.T.R: Regione Lombardia in Scala 1: 10.000.

Il futuro intervento risulterà realizzato presso il Comune Censuario di Brescia (BS) e precisamente al Fg. 235 part. 348 e 349.

L’identificazione più precisa dell’area in esame, risulta individuata partendo dall’abitato di San Zeno Naviglio e si percorre Via A. Diaz (S.S. n. 45 bis Gardesana Occidentale) con verso Brescia, fino al primo rondò. Arrivati alla rotonda ci si immette nella strada che porta alla zona artigianale fino ad incrociare Via IV Novembre. Si percorre quest’ultima strada fino allo stabilimento Franchini Lamiere S.p.A. sede del presente intervento.

Il sito risulta compreso nella zona dell’alta pianura con una quota media di ca. m.s.m. +115,2.

Coordinate geografiche:

Longitudine: 10° 13’ 00,57” E - Latitudine: 45° 30’ 09,66” N

Coordinate WGS84 GD

10.216825 Long. E – 45.502683333 Latit. N

Coordinate Piane Gauss-Boaga Roma 40

1595092.869 m. E - 5039533.132 m. N

Coordinate UTM ED50

Fuso 32T 595145.869 m. E – 5039713.132 m. N

Coordinate WGS84 gps

10°13.0095 Long. E – 45°30.1610 Latit. N

Classe d’uso:

II

Vita Nominale (V_N):

anni 50

Vita Riferimento Azione Sismica (V_R):

anni 50

Tempo ritorno:

anni 475

Categoria sottosuolo:

C

Categoria topografica:

T1

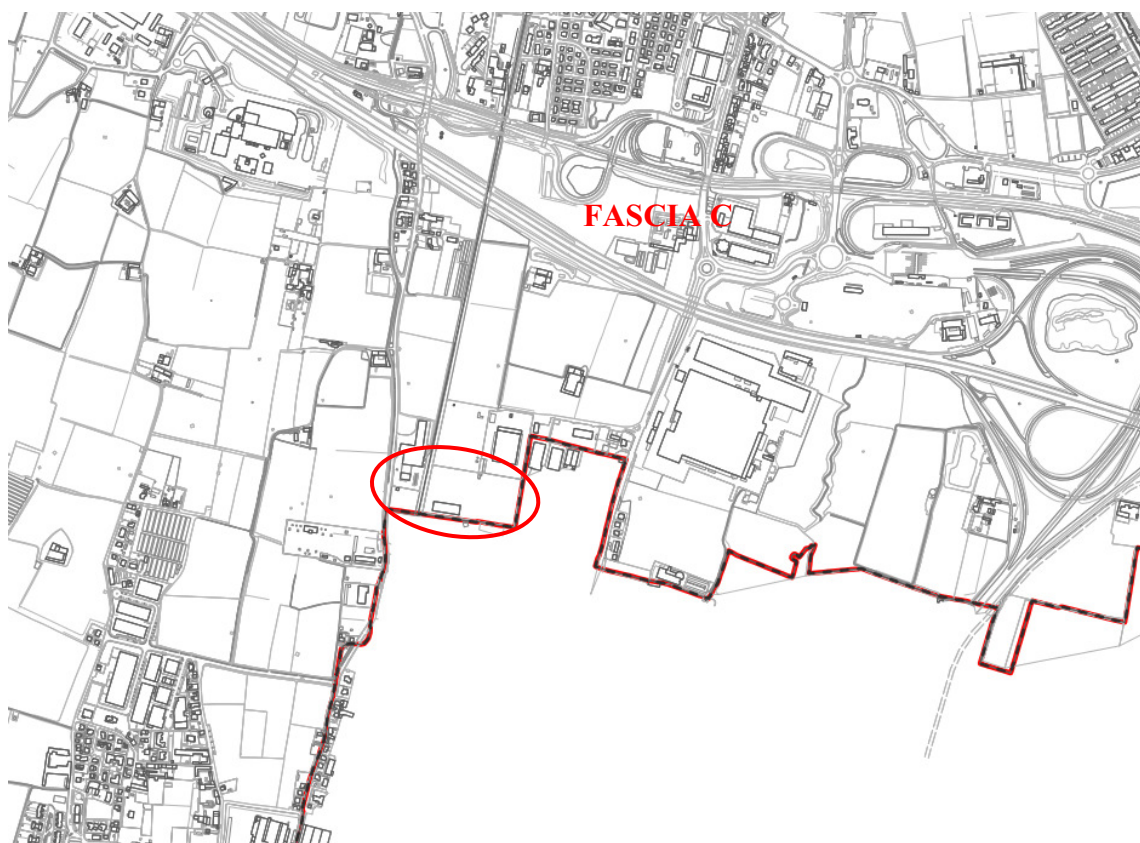
3) ANALISI DEI VINCOLI

L’area in studio a riguardo del “PAI” in base al D.G.R. 11.12.2001 n° 7/7365 “Attuazione del Piano Stralcio per l’Assetto idrogeologico del bacino del fiume Po (PAI)

in campo urbanistico. Art. 17, comma 5, della Legge 18 maggio 1989, n° 183” si trova ricadente nella Fascia C, ovvero a ca., per cui risulta “Area di inondazione per piena catastrofica”.

Inoltre, sempre PAI indica il territorio comunale di Brescia con Rischio idrogeologico totale pari a 4 (molto elevato), per esondazione, per fluvio torrentizie e frana, ovvero a fenomeni di lenta espansione delle piene con allagamenti progressivi, esondazioni su superfici limitate del reticolato secondario di pianura, a processi erosivi diffusi e fenomeni di trasporto di massa lungo la rete idrografica e deposito sulle conoidi ed a movimenti da lenti a molto lenti del tipo scorrimenti, scivolamenti, colamenti e deformazioni gravitative profonde. I dissesti risultano da moderati a medi. Con Rischio 4 sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici e alle infrastrutture, danni al patrimonio culturale, la distruzione di attività socio-economiche.

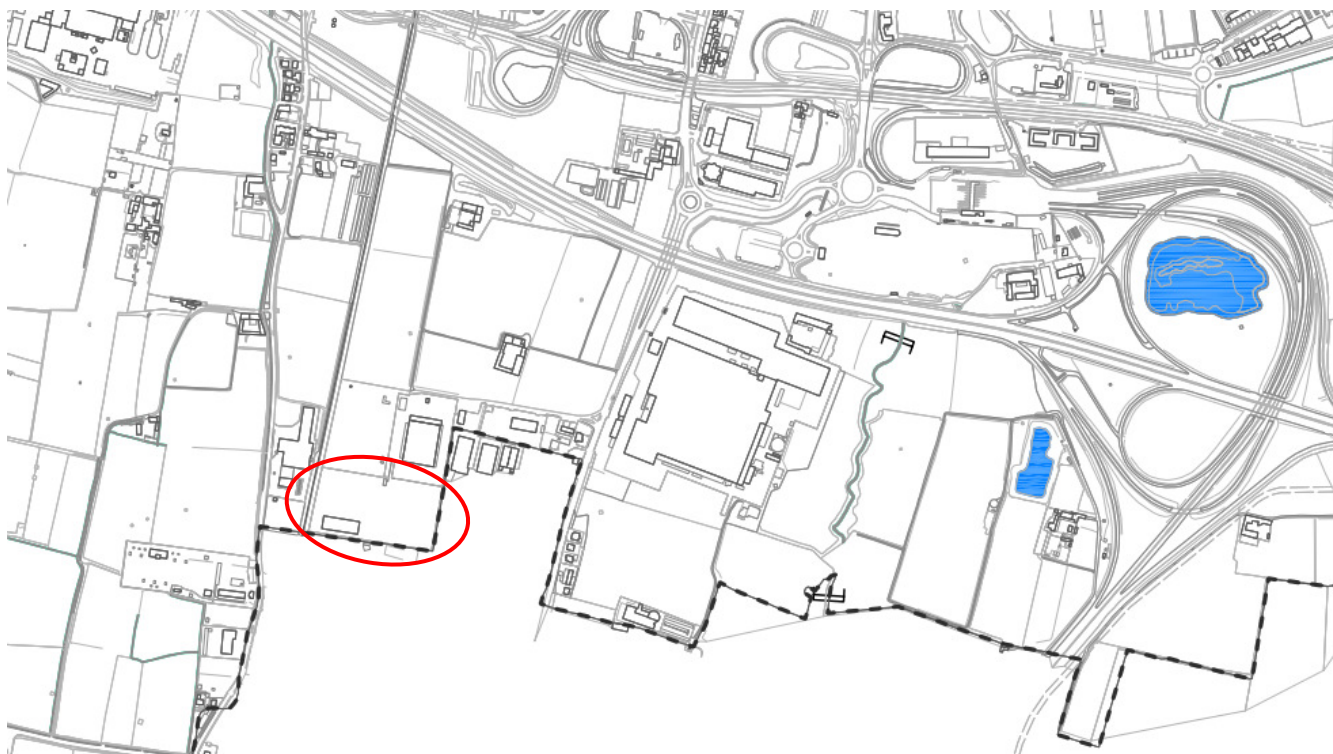
Infine si evidenzia che nella componente geologica del PGT, Tav. ALall04i “Carta Dissesto PAI”, l’area in oggetto non risulta interessata da rischi idrogeologici molti elevati.



Stralcio PGT Tav. ALall04i – “Carta Dissesto PAI” – scala 1: 10.000



Area oggetto dell'intervento



Stralcio PGT Tav. ALall04c – “*Elementi idrografici, idrologici, idraulici*” –
 scala 1: 10.000



Area oggetto dell'intervento

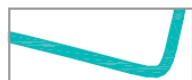
Reticolo idrico minore



Fascia di rispetto 1 mt



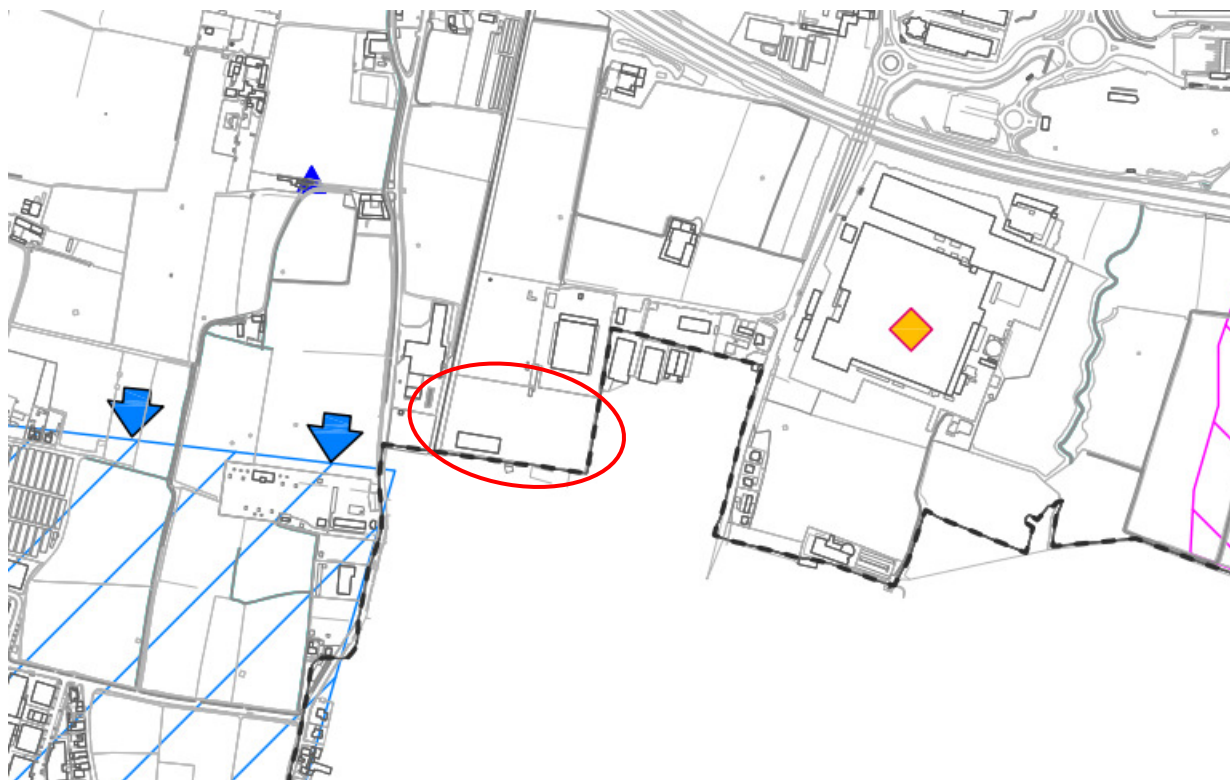
Fascia di rispetto 4 mt



Fascia di rispetto 10 mt



Laghetto di cava (affioramento locale della falda freatica).



Stralcio PGT Tav. ALall04f – “*Rischio Idrogeologico*” – scala 1: 10.000



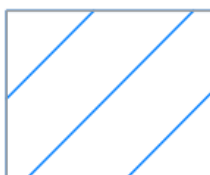
Area oggetto dell'intervento



Limite settentrionale di area con
soggiacenza inferiore a 5 m dal p.c. (dati
piezometrici relativi al gennaio 1994).



Fontanile



Area a media vulnerabilità per le risorse idriche sotterranee



Industria insalubre

4) INQUADRAMETO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Il territorio comunale di Brescia viene a trovarsi nel Sudalpino Lombardo, che risulta caratterizzato dall'affioramento di formazioni rocciose di origine marina, di età giurassico-cretacea, formate prevalentemente da calcari, marne, calcari marnosi e calcari selciferi.

Le rocce sopra descritte affiorano nel settore settentrionale del territorio comunale, mentre nell'area pedemontana e nel settore meridionale sono presenti depositi molto più recenti (quaternari) che si sono formati in un ambiente continentale, grazie all'azione erosiva e deposizionale operata dagli agenti morfogenetici. L'aria, l'acqua, il ghiaccio, venendo a contatto con le rocce che costituiscono i rilievi, determinano fenomeni di alterazione e frantumazione delle rocce; con i loro movimenti operano il trasporto di detriti, fenomeni di erosione e di deposizione.

Tutte le rocce che costituiscono le colline di Brescia si sono formate tutte in ambiente marino di mare profondo, a partire da 180 milioni di anni fa (Giurassico inf-medio) fino a circa 65 m.a. fa. A quel tempo l'attuale territorio bresciano si trovava su un promontorio (Adria) nella parte settentrionale della placca africana, la quale si affacciava su un oceano in nuova formazione che si espandeva (oceano Ligure-Piemontese) e che la separava dalla placca euroasiatica a nord. A cominciare dai 145 m.a. circa (limite Giurassico-Cretacico) il continente africano iniziò la sua rotazione in senso antiorario a causa dell'apertura dell'Atlantico Meridionale e quindi il movimento relativo tra il continente africano ed europeo si invertì trasformando in compressione la precedente fase di espansione. Stretto tra due masse continentali l'oceano Ligure-Piemontese iniziò a chiudersi fino alla collisione tra le due placche che portò all'innalzamento dell'intera catena alpina con deformazione e fratturazione delle rocce.

L'ambiente collinare è dunque quanto rimane di un brandello, ben conservato, del margine di quel promontorio africano che nel Giurassico sprofondava gradualmente, creando un bacino detto Bacino Lombardo, che veniva sempre più sommerso dalle acque dell'oceano Ligure-Piemontese in continua apertura.

Le formazioni rocciose affioranti sono costituite da calcari, calcari marnosi e selci, composte da sedimenti di mare aperto quali fanghi calcarei (decantazione sui fondali di particelle derivanti dallo scheletro calcareo di organismi morti o dalla precipitazione chimica diretta del carbonato dalle acque) e silicei con microfossili che decantavano sul fondale marino progressivamente più profondo e lungo le scarpate sommerse. Tutta questa sedimentazione è durata circa 60 m.a.

L'ultima formazione affiorante osservabile nella zona dei Campiani, del Monte Peso, dei Campianelli, di Santo Stefano e Madi è formata da marne e marne calcaree (Scaglia Lombarda) del Cretaceo sup. (100-65 m.a.). È costituita sempre da depositi formati in acque profonde, ma sedimentatisi anche a causa di frane sottomarine e

ad opera di correnti molto dense, ricche di materiale in sospensione, che si incanalavano lungo canyon sottomarini.

Questi sedimenti sono andati a riempire le zone più depresse e ad ammantare quelle più rilevate, esistenti all'interno del bacino lombardo attenuandone i dislivelli. Per questo motivo spostandosi lateralmente gli spessori di questa formazione possono cambiare considerevolmente.

Dal punto di vista strutturale il territorio di Nord di Brescia è caratterizzato unicamente dalla sinclinale del Monte Peso; si tratta di una blanda piega a scala chilometrica avente direzione circa O-E e ONO-ESE, con fianco settentrionale più inclinato rispetto a quello meridionale ed al cui nucleo affiora la formazione più recente (Scaglia Lombarda). Verso il Fiume Mella non vi è continuità di tale struttura.

Le sollecitazioni dell'orogenesi alpina hanno determinato la formazione di questa piega ed hanno prodotto una notevole fratturazione delle rocce e la genesi di piccole pieghe sia a scala metrica che decimetrica rilevabili sul terreno in corrispondenza sia dei livelli marnosi e/o più sottilmente stratificati, che in quelli più compatti e anch'esse orientate con il medesimo asse ONO-ESE.

Sono molto belle le serie di pieghe serrate (anticlinali e sinclinali) ben visibili sulle pareti di Maiolica che formano il fianco destro del Fiume Mella a nord. Il substrato roccioso si approfondisce notevolmente nel settore di pianura (dati ricavati dalle indagini geofisiche degli anni 1970 e 1984), raggiungendo anche i 100-150 m di profondità nella zona del cimitero e zona Breda e i 25-30 m di profondità al margine delle colline (La Noia).

Le formazioni che si riscontrano possono essere così sintetizzate:

- *Medolo: Calcare di Gardone Val Trompia e Calcare di Domaro (Lias)*

Il "Medolo" è il termine dialettale bresciano con cui si indica una roccia ben stratificata, dalla quale è possibile ricavare piccoli blocchi, detti appunto "medoli", utilizzabili per opere murarie.

Il Gruppo del Medolo contiene il Calcare di Gardone Val Trompia e Calcare di Domaro. Il Calcare di Gardone Val Trompia è formato da calcari grigio-nocciola in strati decimetrici, frequentemente selciosi, con interstrati marnoso-argillosi. Alla base dell'unità sono osservabili breccie e megabreccie per lo più della formazione della Corna, localmente dolomitizzate.

Il Calcare di Domaro è costituito da banchi di calcare marnoso grigio plumbeo, talora giallognolo all'alterazione, intensamente bioturbato ed attraversato da sottili listarelle discontinue di selce, in alternanza con pacchi di marna scura, frequentemente fossilifera. Il Medolo affiora alla base del versante destro e di quello sinistro della Valle di Navezze. In passato è stato interessato da attività estrattiva presso la cava del "Caricatore" in Valle di Navezze. L'affioramento roccioso messo in luce dall'attività di cava presenta un notevole interesse stratigrafico e paleontologico per la ricca fauna ad ammoniti ivi ritrovata che documenta il passaggio dal Medolo

alla sovrastante Formazione di Concesio. La località era, infatti, già conosciuta nell'ottocento e più recentemente è stata oggetto di una specifica ricerca

Formazione di Concesio: Membro inferiore “torbidity” (“Calcari nocciola “Auct.”) e Membro superiore (“Calcari medoloidi” Autct.) (Dogger)

Il Membro inferiore “torbidity” è costituito da calciruditi fini e calcareniti di colore bruno – nocciola, riccamente selciose, in banchi e/o strati gradati e laminati di natura torbidity, contenenti frammenti sia litici che biogeni, intercalati a peliti e calcari marnosi. La base della formazione è caratterizzata localmente da una litozona marnosa basale cui fa seguito un potente corpo ruditico (“slump del Caricatore”) esteso tra il Lago d’Iseo e la Val Trompia. Il Membro superiore è caratterizzato da calcari e calcari marnosi grigi, bioturbati e attraversati da sottili listarelle centimetriche di selce, in banchi e strati separati da marne. Si alternano anche strati calcarenitici gradati e corpi ruditici. Alla sommità si riconosce una litozona caratterizzata da strati sottili di calcare marnoso siliceo di colore variegato tendente al rossastro. Questa formazione, come la precedente, affiora in modo esteso lungo la Valle di Navezze fino al confine settentrionale.

Selcifero Lombardo: Radiolariti e Rosso ad aptici (Dogger sup – Malm)

Le formazioni delle «Radiolariti» e del sovrastante «Rosso ad aptici» costituiscono il Gruppo del «Selcifero Lombardo». Le “Radiolariti” sono composte da selci policrome in strati centimetrici, di colore prevalentemente verdastro nella parte inferiore e rosso nella parte superiore. Localmente si osservano intercalazioni di marne ed argilliti. Il «Rosso ad aptici» è formato da calcari marnosi, marne calcaree e marne, spesso silicei, di colore prevalentemente rosso, in banchi a strati, con selce rossastra o talora verdognola per lo più disposta in listarelle. Gli “aptici” sono resti fossili a forma di lamella che costituiscono gli opercoli originari delle ammoniti; alla morte di questi molluschi, l’opercolo si staccava, depositandosi nei fanghi calcarei. Frequentemente si ritrovano gli aptici e non le ammoniti, in quanto essi sono più resistenti. Il passaggio alla soprastante «Maiolica» è caratterizzato dalla presenza di “calcari variegati”, con tonalità di colore che variano tra il rossiccio ed il verdino, e localmente, da facies brecciate. Nel territorio di Gussago affiora ad occidente del T. Canale lungo il versante del M. Colmetto e della Colma Alta, nonché al M. Breda e ad oriente del T. Canale appena sotto l’ampio ripiano del Quarone e nei pressi della località Camaldoli.

Maiolica - (Malm sup-Cretaceo inf.)

La «Maiolica» è costituita da calcari pelagici (calcilutiti) biancastri e grigio chiari, in strati ben definiti di spessore da centimetrico a decimetrico, a frattura concoide, attraversati da frequenti suture stilolitiche. In tutta la sequenza sono presenti noduli e liste di selce, di colore chiaro alla base e grigio scure alla sommità. Nella porzione superiore sono visibili interstrati di shales nere, livelli intraformazionali risedimentati e slumpings. La comparsa di questa unità è spesso annunciata da calcari marnosi rosati e verdognoli in strati da centimetrici a

decimetrici (“calcarei variegati”) che costituiscono l’ultimo influsso delle condizioni di deposizione del sottostante Selcifero. Questa unità presenta un’alta carsificabilità legata alla purezza dei calcari. La lenta ed inesorabile azione dissolutrice delle acque piovane agisce non solo sulla superficie delle rocce, ma anche in profondità, attraverso la fitta rete di fratture che pervade il massiccio calcareo.

La «Maiolica» affiora sulla sommità della Colma Alta, del M. Colmetto e della strada provinciale n. 19 Concesio Ospitaletto.

Scaglia Lombarda – (Cenomaniano – Senoniano – Cretaceo Sup)

Si tratta di terreni che giacciono sopra la “*MAIOLICA*” ed è costituita da scisti marnosi grigi, rosso vinati neri alla base, seguiti superiormente da calcari marnosi rosei e rossi con intercalazioni di arenarie e di calcari areanacei che in quest’area risultano in minima frequenza.

L’area oggetto dell’intervento risulta con una superficie pianeggiante che degrada leggermente verso SW, ed il Torrente Canale scorre sul perimetro NE.

Sotto l’aspetto morfologico si è nella zona di pianura alla base del rilievo collinare che delimita verso est il territorio comunale: praticamente siamo ai piedi del crinale che sale fino alla Madonna della Stella. Esso è costituito dalla formazione rocciosa della Scaglia Lombarda formata da marne e marne argillose grigio – verdi o rossastre con intercalazioni di calcari marnosi che si immergono nel fondovalle. Questa formazione costituisce il substrato roccioso sismico (sicuramente alterato e/o fessurato) che è stato rilevato dall’indagine sismica alla profondità di ca. m. 19,40 di profondità.

Depositi Fluviali

Si tratta dei depositi alluvionali connessi all’azione del Fiume Mella, costituiti da ghiaie sabbiose con ciottoli e blocchi (elementi poligenici arrotondati) e con intercalazioni di orizzonti di argille e conglomerati via via più frequenti aumentando la profondità. Sono stati distinti i depositi alluvionali antichi da quelli recenti e medio-recenti in base al suolo presente, ricavato dalla “Carta dei suoli della Franciacorta” – progetto Carta Pedologica dell'Ersal (1999) ed in base alla morfologia ed alle piccole differenze di quota rilevate sul terreno (anche se con grosse difficoltà a causa dell’intensa urbanizzazione che tendeva a mascherare ogni forma).

In particolare sono stati distinti i depositi alluvionali recenti e medio-recenti da quelli antichi in riferimento alle caratteristiche della parte affiorante in superficie (andando in profondità ovviamente l’età del deposito aumenta e spostandosi lateralmente non esiste una separazione tra le due facies in quanto le alluvioni non sono altro che i depositi lasciati nel passato dal fiume sia quando aveva tracciati differenti rispetto all’attuale sia durante le divagazioni nella piana quando esondava).

I depositi alluvionali antichi sono localizzati più distanti dall’asse fluviale, in una zona vicino alla fascia pedecollinare. Proprio perché antichi significa che l’alterazione del deposito si è protratta per lungo tempo ed ha portato allo sviluppo

di un suolo il quale non essendo stato asportato da successivi eventi erosivi da parte del fiume, ha raggiunto spessori elevati. Si tratta di suoli di natura limoso-argillosa e limoso-sabbiosa, con contenuti minimi di ghiaia, da profondi a molto profondi e cioè aventi spessore >1,0-1,5 m.

I depositi alluvionali recenti e medio-recent i hanno suoli a tessitura prevalente sabbiosa e limoso-argillosa con ghiaia in genere < 5%, da mediamente profondi (50-100 cm le alluvioni medio-recenti) a sottili (<50 cm le alluvioni recenti). Non sono state separate tra di loro in quanto non vi sono nette differenze altimetriche e terrazzi fluviali estesi e continui con i quali poter separare aree ribassate da aree rilevate.

L'area oggetto dell'intervento risulta identificata nelle Alluvioni fluvio-glaciali e fluviali.

Comunque si vuole sottolineare come il territorio in esame risulta recepire in modo chiaro e netto, tutta quella "dinamicità strutturale" generata dall'energia liberata come magnitudo, da eventi tellurici che si sono e possono originarsi da questa situazione tettonica e limitrofa. Si veda estratto catalogo eventi sismici alla pagina seguente e sezione schematica con schemi tettonici. Il sito si trova nella Zona Sismogenetica ZS9 – Zona 906 "Garda-Veronese" sul limite della Zona 907 "Bergamasco" che caratterizza tutto il comune di Brescia

INGV - Database Macrosismico Italiano

versione DBMI11a cura di M. Locati, R. Camassi e M. Stucchi raccolta e validazione dei dati a cura di A. Rovida, R. Azzaro, E. Ercolani, C. Mirto, F. Bernardini, C. Gasparini, C. Meletti, A. Tertulliani, V. Castelli, P. Albini DBMI11 è stato realizzato nell'ambito delle attività del Tema Trasversale Coordinato 5.1 "Banche dati e metodi macrosismici"

Milano, Bologna, dicembre 2011

Storia sismica di Brescia **[45.544, 10.214]**

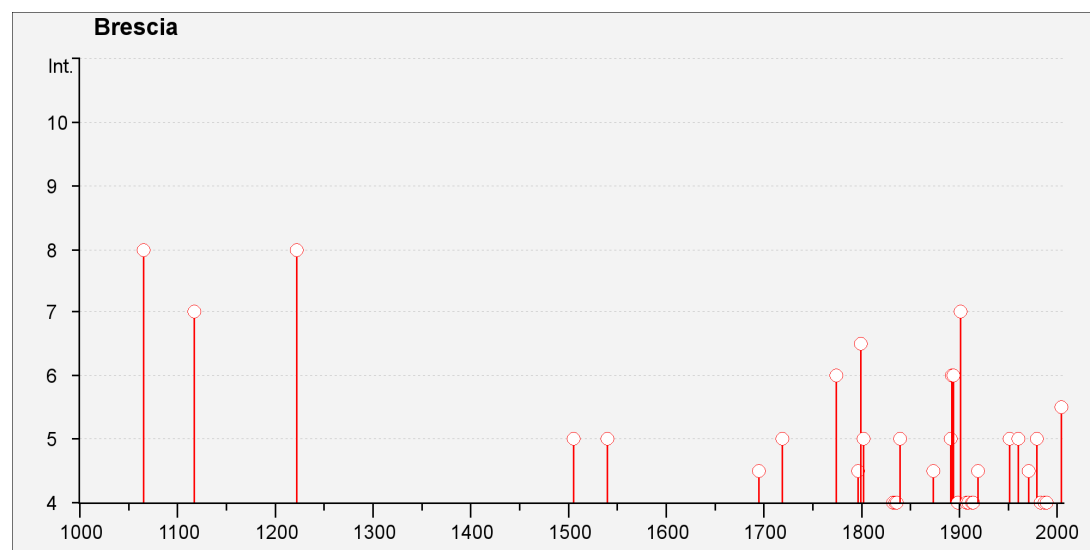
Numero di eventi: 72

Effetti	In occasione del terremoto del:			
I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
8	<u>1065 03 27 11:25</u>	Brescia	6	7 5.14 ±0.34
7	<u>1117 01 03 15:15</u>	Veronese	55	9-10 6.69 ±0.20
NC	<u>1197</u>	Brescia	3	
8	<u>1222 12 25 12:30</u>	Basso Bresciano	18	7-8 5.84 ±0.56
NR	<u>1410 06 10 21:00</u>	Verona	9	

Effetti	In occasione del terremoto del:			
I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
F	<u>1471</u>	BRESCIA	1	
5	<u>1505 01 03 02:00</u>	Bolognese	31	8 5.57 ± 0.25
F	<u>1536 08 17 00:05</u>	Appennino tosco-emiliano?	10	6-7 5.29 ± 0.56
5	<u>1540 09 01 08:10</u>	BRESCIA	1	5 4.30 ± 0.34
4-5	<u>1695 02 25 05:30</u>	Asolano	82	10 6.48 ± 0.18
5	<u>1719 12 12 19:00</u>	Trento	2	
6	<u>1774 03 31 15:10</u>	Bresciano	5	6 4.72 ± 0.34
4-5	<u>1796 10 22 04:00</u>	Emilia orientale	27	7 5.61 ± 0.36
6-7	<u>1799 05 29 19:00</u>	CASTENEDOLO	12	6-7 5.01 ± 0.51
5	<u>1802 05 12 09:00</u>	VALLE DELL'OGLIO	85	8 5.64 ± 0.22
F	<u>1810 12 25 00:45</u>	NOVELLARA	33	6 5.29 ± 0.22
3	<u>1818 12 09 18:55</u>	Parmense	26	7 5.28 ± 0.35
3	<u>1826 06 24 12:15</u>	SALO'	19	
3	<u>1828 10 09 02:20</u>	Valle Staffora	114	8 5.76 ± 0.15
4	<u>1832 03 13 03:30</u>	Reggiano	98	7-8 5.53 ± 0.18
4	<u>1834 07 04 00:45</u>	Lunigiana-Parmense	24	
4	<u>1836 06 12 02:30</u>	BASSANO	26	8 5.50 ± 0.32
5	<u>1839 08 09 08:45</u>	BRESCIA	1	5 4.30 ± 0.34
F	<u>1857 02 01</u>	PARMENSE	22	6-7 5.09 ± 0.25
4-5	<u>1873 06 29 03:58</u>	Bellunese	199	9-10 6.32 ± 0.11
3-4	<u>1877 10 01 07:20</u>	Monte Baldo	6	6 4.56 ± 0.64
3	<u>1879 02 14</u>	GARGNANO	6	5 4.83 ± 0.63
3	<u>1882 02 27 06:30</u>	ROVETTA	37	6-7 4.91 ± 0.32
3	<u>1882 09 18 19:25</u>	Monte Baldo	7	7 4.99 ± 0.72
3-4	<u>1884 09 12 07:23</u>	Bassa valle del Serio	34	6 4.85 ± 0.35
3	<u>1885 02 26 20:48</u>	SCANDIANO	78	6 5.19 ± 0.15
3	<u>1887 02 23 05:21</u>	Liguria occidentale	1516	6.97 ± 0.15

Effetti	In occasione del terremoto del:			
I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
5	<u>1891 06 07 01:06</u>	Valle d'Illasi	403	8-9 5.86 ±0.06
6	<u>1892 01 05</u>	GARDA OCC.	100	6-7 5.02 ±0.15
3	<u>1892 08 09 07:58</u>	Valle d'Alpone	160	6-7 4.91 ±0.11
F	<u>1894 02 09 12:48</u>	Valle d'Illasi	116	6 4.77 ±0.15
6	<u>1894 11 27 05:07</u>	FRANCIACORTA	183	6 5.07 ±0.10
3-4	<u>1895 04 14 22:17</u>	Slovenia	296	8 6.23 ±0.08
3	<u>1898 03 04 21:05</u>	Valle del Parma	313	7-8 5.41 ±0.09
4	<u>1898 11 16</u>	SALO'	23	5 4.45 ±0.37
7	<u>1901 10 30 14:49</u>	Salò	190	8 5.70 ±0.10
4	<u>1907 04 25 04:52</u>	Veronese	122	6 4.91 ±0.15
4	<u>1909 01 13 00:45</u>	BASSA PADANA	799	6-7 5.53 ±0.09
4	<u>1913 11 25 20:55</u>	Val di Taro	73	4-5 4.84 ±0.20
4	<u>1914 10 27 09:22</u>	Garfagnana	618	7 5.76 ±0.09
2	<u>1915 10 10 23:08</u>	REGGIO EMILIA	30	6 5.02 ±0.22
3	<u>1916 05 17 12:49</u>	Alto Adriatico	132	5.95 ±0.14
3-4	<u>1918 04 24 14:21</u>	LECCHESI	34	6 4.97 ±0.21
3-4	<u>1918 07 19 19:03</u>	SALO'	8	4 4.62 ±0.28
NF	<u>1919 06 29 15:06</u>	Mugello	566	10 6.29 ±0.09
4-5	<u>1919 11 23 01:50</u>	BRESCIANO	9	4-5 4.80 ±0.28
3	<u>1920 09 07 05:55</u>	Garfagnana	756	10 6.48 ±0.09
2	<u>1926 01 01 18:04</u>	Slovenia	63	7-8 5.85 ±0.18
2-3	<u>1928 03 27 08:32</u>	Carnia	359	9 5.84 ±0.09
3	<u>1929 04 19 04:15</u>	Bolognese	82	
3-4	<u>1929 04 20 01:09</u>	Bolognese	109	7 5.34 ±0.13
F	<u>1930 07 23 00:08</u>	Irpinia	547	10 6.62 ±0.09
2-3	<u>1931 04 14 22:13</u>	GIUDICARIE	160	6 4.92 ±0.10
3	<u>1932 02 19 12:57</u>	Monte Baldo	21	7-8 5.02 ±0.28

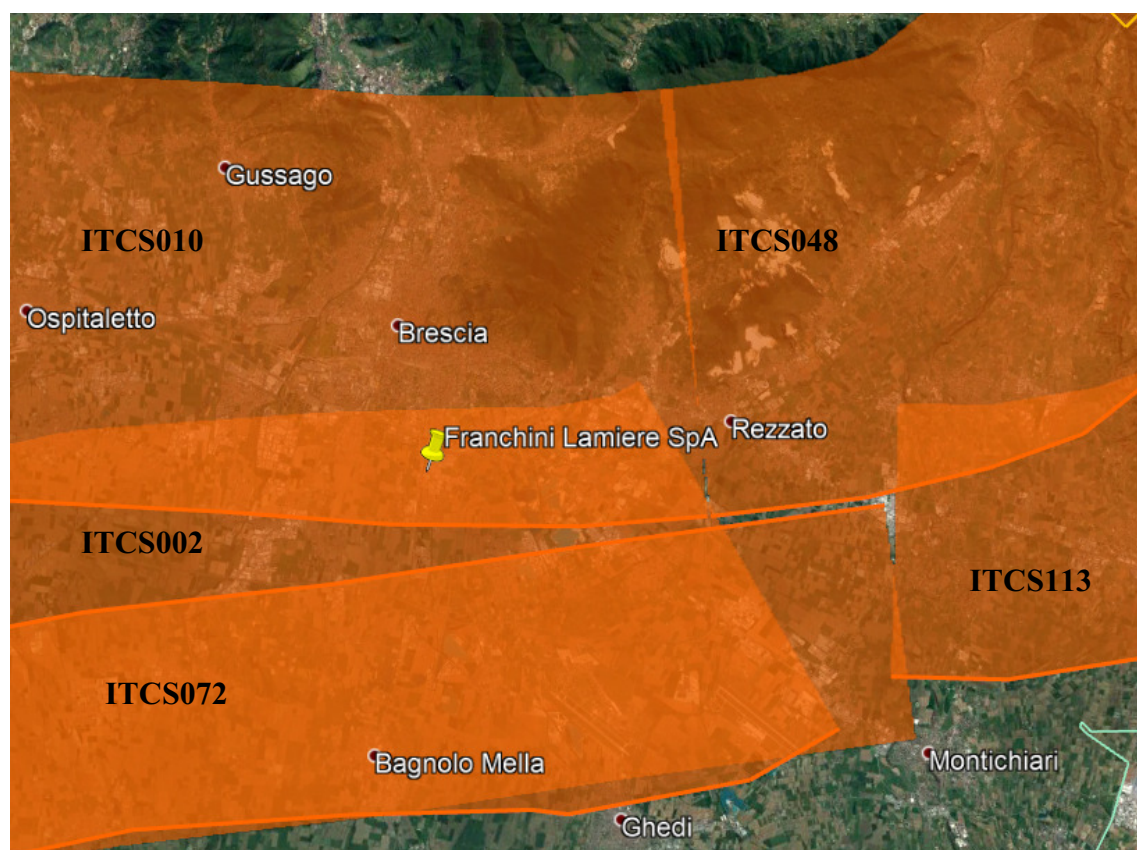
Effetti	In occasione del terremoto del:			
I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
5	<u>1951 05 15 22:54</u>	LODIGIANO	154	6-7 5.39 ±0.14
5	<u>1960 02 19 02:30</u>	GIUDICARIE	50	6 4.91 ±0.22
4-5	<u>1971 07 15 01:33</u>	Parmense	229	8 5.64 ±0.09
3	<u>1975 01 11 15:54</u>	GARDA OR.	13	5-6 4.45 ±0.25
2	<u>1976 12 13 05:24</u>	RIVA DEL GARDA	128	7 4.97 ±0.12
5	<u>1979 02 09 14:44</u>	CAPRIATE S. GERVASIO	73	6 4.85 ±0.13
F	<u>1980 12 23 12:01</u>	Piacentino	38	6-7 4.60 ±0.09
4	<u>1983 11 09 16:29</u>	Parmense	850	6-7 5.06 ±0.09
4	<u>1987 05 02 20:43</u>	Reggiano	802	6 4.74 ±0.09
4	<u>1989 09 13 21:54</u>	PASUBIO	779	6-7 4.88 ±0.09
NF	<u>1995 10 29 13:00</u>	BRESCIA-BERGAMO	408	5-6 4.54 ±0.09
3-4	<u>1996 10 15 09:56</u>	Correggio	135	7 5.41 ±0.09
5-6	<u>2004 11 24 22:59</u>	Lago di Garda	176	7-8 5.06 ±0.09



CPTI11 è citabile come:

A. Rovida, R. Camassi, P. Gasperini e M. Stucchi (a cura di), 2011. CPTI11, la versione 2011 del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Milano, Bologna, <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI>, doi:10.6092/INGV.IT-CPTI11

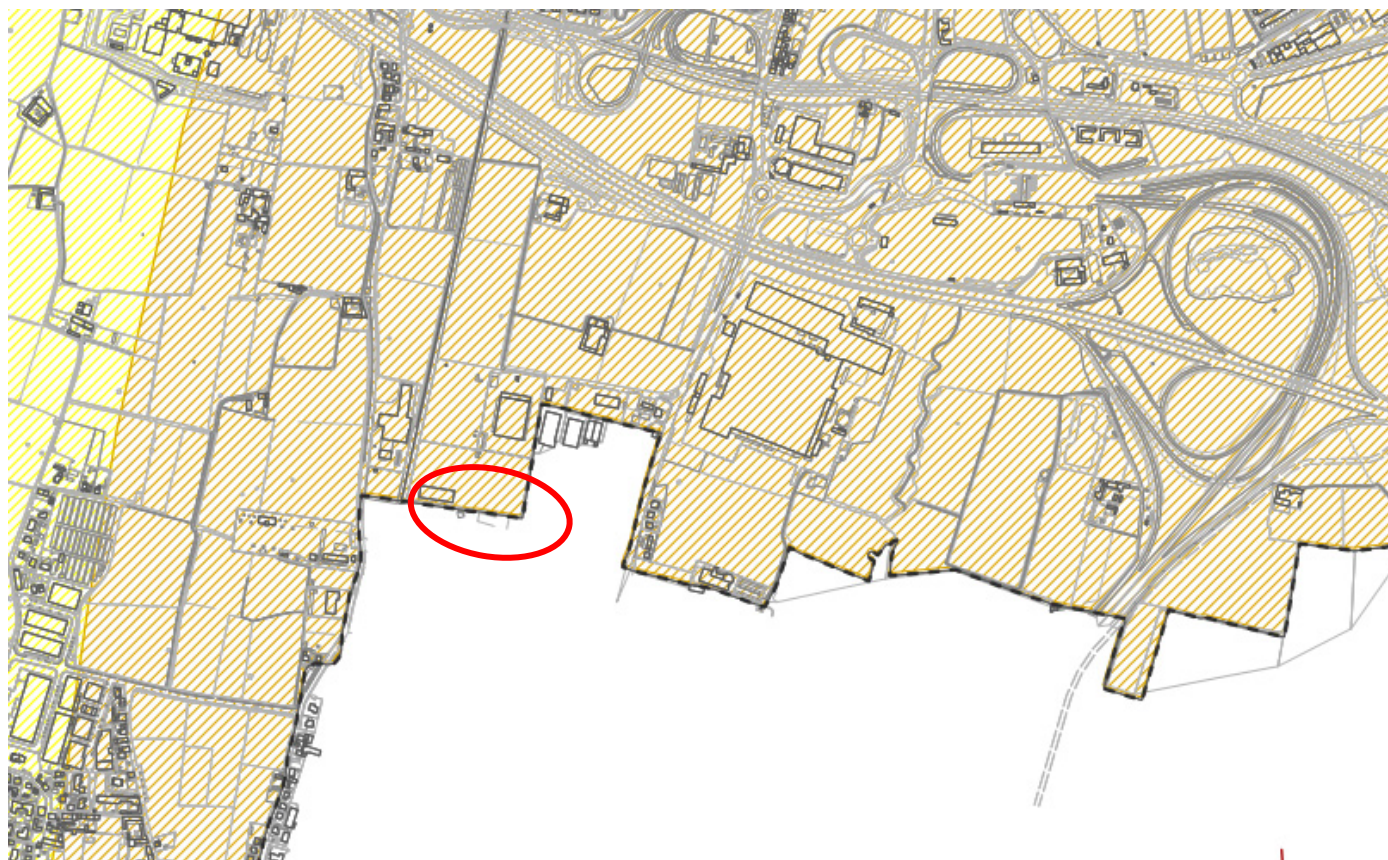
Studi più recenti (Basili R., G. Valensise, P. Vannoli, P. Burrato, U. Fracassi, S. Mariano, MM Tiberti, E. Boschi -2008- *The Database of individual Seismogenic Sources, DISS, version 3: summarizing 20 years of research on Italy's earthquake geology*) hanno individuato nell'area gardesana – bresciana delle “potenziali sorgenti sismo genetiche composte”. L'area oggetto dello studio risulta posizionata nella Sorgente Sismogenetica “ITCS010: Western S-Alps internal thrust”: Magnitudo massima attesa (Mw) a 5.5, profondità min. 5 Km, max. 12 Km, ultimo aggiornamento: 28 maggio 2015.



Potenziali sorgenti sismogenetiche composte: ITCS010: Western S-Alps internal thrust; ITCS002 Western S-Alps external thrust deep; ITCS072 Capriano-Castenedolo back-thrust; ITCS113: Sirmione; ITCS116: ITCS048: Giudicarie.

Il composto sismogenetico Source risulta una interpretazione degli eventi rotture – terremoto tra la struttura dedotta dalla superficie regionale e dalle caratteristiche geologiche del sottosuolo. Questo modello non risulta essere capace di individuare un terremoto di dimensioni specifiche, ma il suo potenziale sismico può essere stimato dai cataloghi dei terremoti esistenti. I poligoni rappresentativi sono in forma libera e contengono con larghi margini la potenziale struttura attiva.

DISS Working Group (2015). Archivio di singoli sismogenetiche Sources (DISS), Versione 3.2.0.: Una compilation di potenziali fonti per i terremoti più grandi di M 5.5 in Italia e nelle zone circostanti <http://diss.rm.ingv.it/diss/>, © INGV 2015 - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - Tutti i diritti riservati; DOI: 10,6092 / INGV.IT-DISS3.2.0.



ESTRATTO DA P.G.T. – ALall04a “Analisi geologico - geostrutturale”
Scala 1: 15.000

 Area in oggetto



Alluvioni fluvioglaciali e fluviali



Alluvioni antiche



Proiezione in superficie del sovrascorrimento sepolto



ESTRATTO DA P.G.T. – ALall04b “Geomorfologia” - Scala 1: 15.000



Area in oggetto



Area subpianeggiante o con blande ondulazioni del piano campagna, coincidente con i ripiani dei depositi alluvionali e fluvio-glaciali in cui è modellato il settore di pianura del territorio comunale e, parzialmente, con la fascia esterna dei depositi eluvio-colluviali: STABILE.

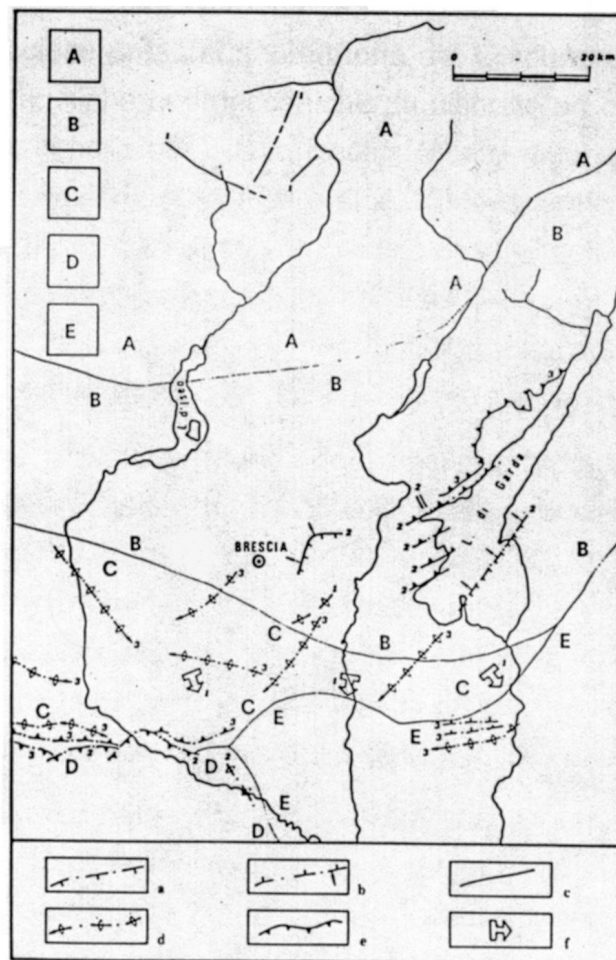


Cava: a= recente o in attività - b= cava abbandonata o zona già interessata da sbancamenti in genere.



Laghetto di cava (affioramento locale della falda freatica).

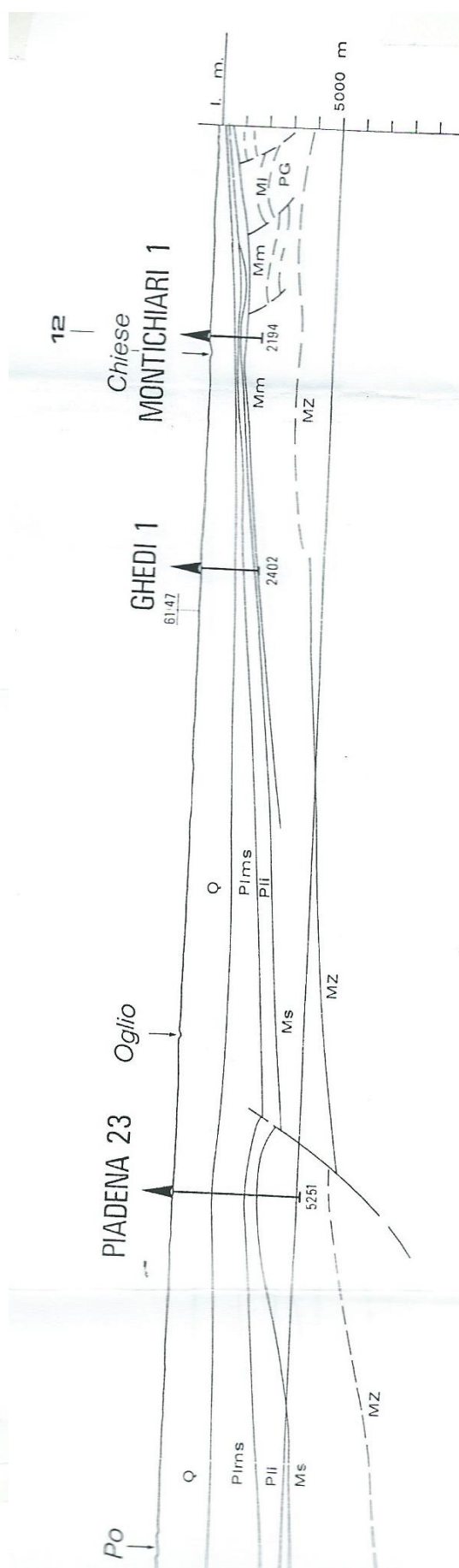
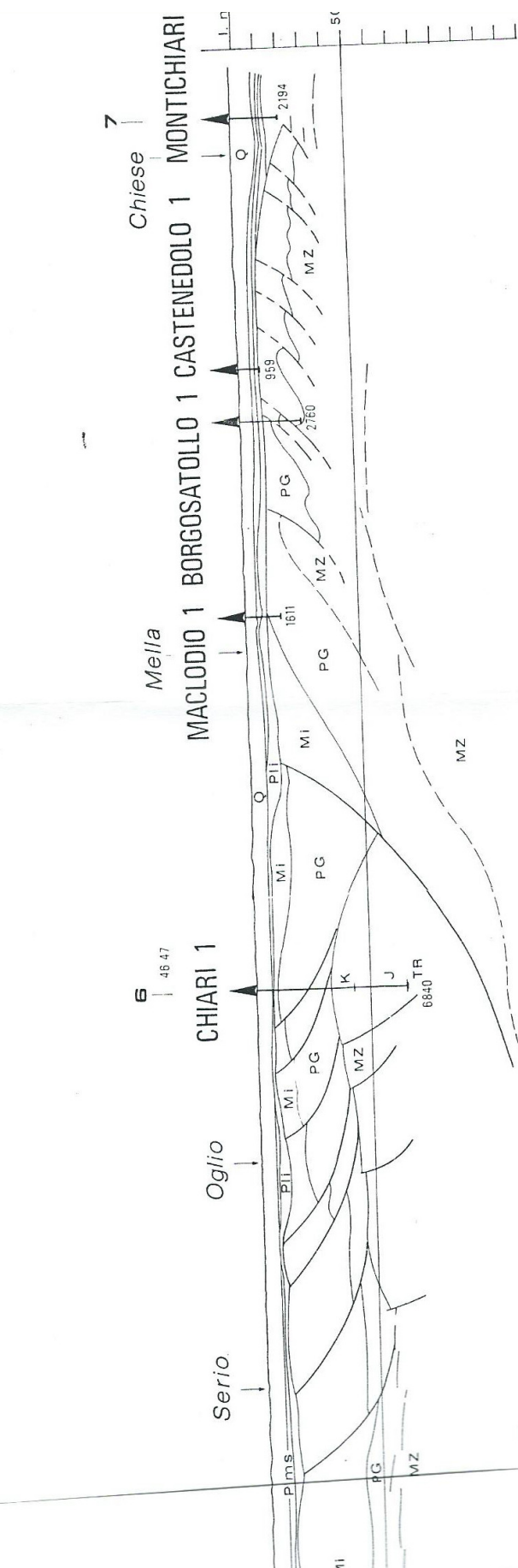
(da Cassinis G., Perotti C., Vercesi P.L. (1990) – Prealpi bresciane a sud dell'Adamello: breve sintesi delle conoscenze geologiche e ulteriori temi di ricerca. In: Attualità dell'opera di A. Cozzaglio nel 40° della scomparsa, Ateneo di Brescia)



– Carta neotettonica riferita al territorio bresciano (da Ambrosetti et al., semplificata).

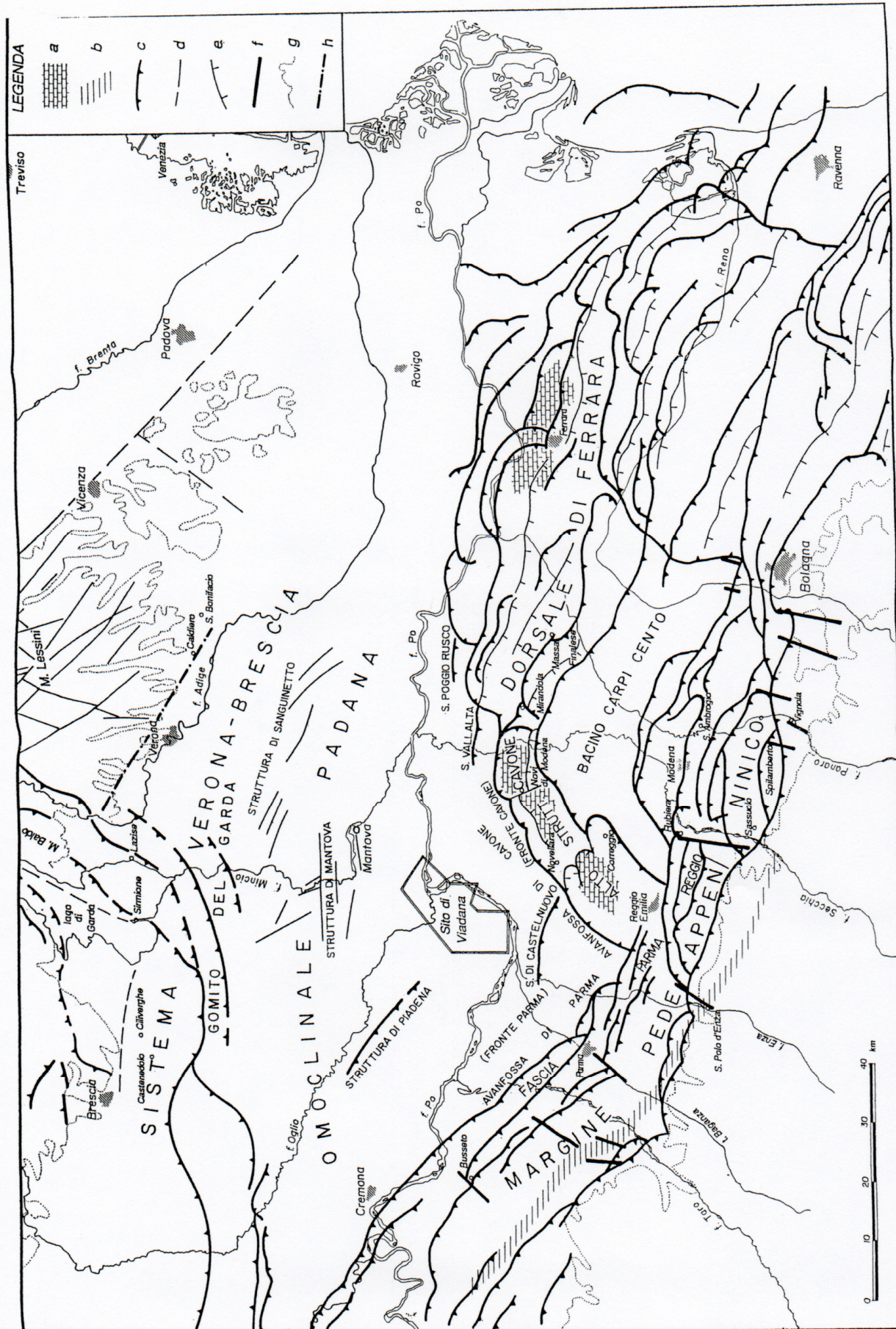
Elementi areali: A = catena alpina interessata da un forte e all'incirca continuo sollevamento durante il Pliocene e il Quaternario. Le deformazioni avvengono per faglie normali e localmente trascorrenti; B = area in sollevamento, con zone stabili o in abbassamento durante il Pliocene inferiore; forte sollevamento durante il Pliocene medio e superiore e il Quaternario; C = area interessata da movimenti alterni di sollevamento e abbassamento, con tendenza al sollevamento durante il Pliocene e il Quaternario; D = area caratterizzata da continuo e intenso abbassamento durante il Pliocene e il Quaternario. Deformazioni pressoché assenti o, localmente, blande per piegamento; E = area interessata da abbassamento generalizzato. Moderate deformazioni avvenute principalmente per piega, e localmente per sovrascorrimento.

Elementi lineari: a = faglia normale; b = faglia inversa; c = faglia di tipo non definito; d = asse di anticlinale; e = sovrascorrimento; f = sollevamento differenziale. Elementi che definiscono i momenti di attività neotettonica degli elementi lineari: 1 = attivo nel Pleistocene-Olocene e forse in precedenza; 2 = attivo nel Pliocene e nel Quaternario; 3 = attivo dal Pliocene (generalmente medio e superiore) al Pleistocene inferiore; 4 = attivo nel Pliocene (generalmente inferiore e medio).



Profilo strutturale del Pre-Pliocene - Quaternario nella pianura padana

Q = quaternario; Plms = Pliocene medio superiore; Pli = Pliocene; PG = Paleogene
Ms = Miocene superiore; Mm = Miocene medio; Mi = Miocene inferiore; MZ = Mesozoico
(K = Cretacico; J = Giurassico)



Carta degli elementi tettonici significativi. *Legenda:* a) nucleo carbonatico, mesozoico, cenozoico; b) minimo dell'anomalia gravimetrica; c) accavallamento principale; d) faglia verticale (tra cui la Linea Schio-Vicenza); e) faglia diretta; f) faglia diretta trasversale al Margine Appenninico, attiva o ritenuta attiva, con componente trascorrente certa o probabile; g) limite tra rilievo e pianura; h) faglia di Verona.

5) CENNI STRATIGRAFICI ED IDROGEOLOGICI

Dall'analisi dei valori di Rp ottenuti mediante la prova penetrometrica eseguite (si veda allegati relativi), dalla correlazione con terebrazione di pozzo sito nella immediata vicinanza (P16 alla pag. seguente), si può ipotizzare la seguente successione stratigrafica:

- a) dall'attuale piano cantiere e per uno spessore di ca. cm. -60 si hanno ghiaie e ciottoli riportati, da poco a mediamente compatti;
- b) da ca. cm. -0.60 a ca. cm. -3.30/-5.10 si hanno limi argillosi con locali ciottoli poco addensati, i cui valori di N sono compresi tra 3 e 10;
- c) da ca. m. -3,30/-5,10 a ca. -5,10/-6,60 si ha la presenza di limi sabbiosi con ciottoli variamente addensati, i cui valori di N_{SPT} sono compresi tra 3 e 22;
- d) da m. -5,10/-6,60 e fino alla profondità indagata di m. -14,70 si hanno ghiaie e ciottoli ben addensati in matrice sabbiosa. I valori di N sono compresi tra 10 e 50.

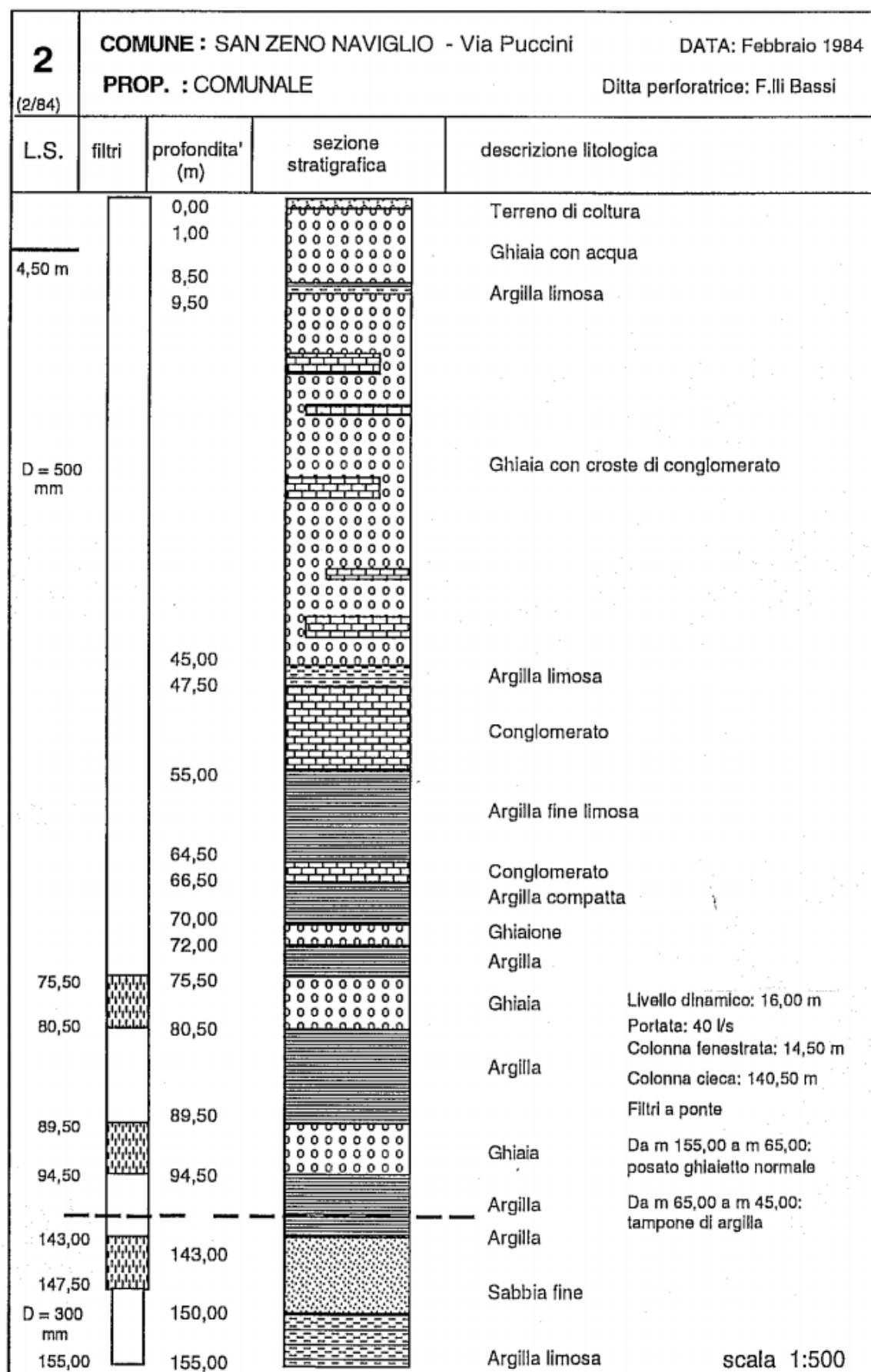
Dal pozzo ad uso acquedottistico infisso in Via Puccini (stratigrafia alla pag. seguente), la litologia ghiaiosa continua fino a m. -45.00, da m. -45.00 a m. -47.50 argilla limosa, da m. -47.50 a m. -55,00 conglomerato, da m. -55,00 a m. -64,50 argilla fine limosa, da m. -64,50 a m. -66,50 conglomerato, da m. -66,50 a m. -70,00 argilla compatta, da m. -70,00 a m. -72,00 ghiaione, da m. -72,00 a m. -75,50 argilla, da m. -75,50 a m. -80,50 ghiaia, da m. -80,50 a m. -89,50 argilla, da m. -89,50 a m. -94,50 ghiaia, da m. -94,50 a m. -143,00 argilla, da m. -143,00 a m. -150,00 sabbia fine, da m. -150,00 a m. -155,00 argilla limosa.

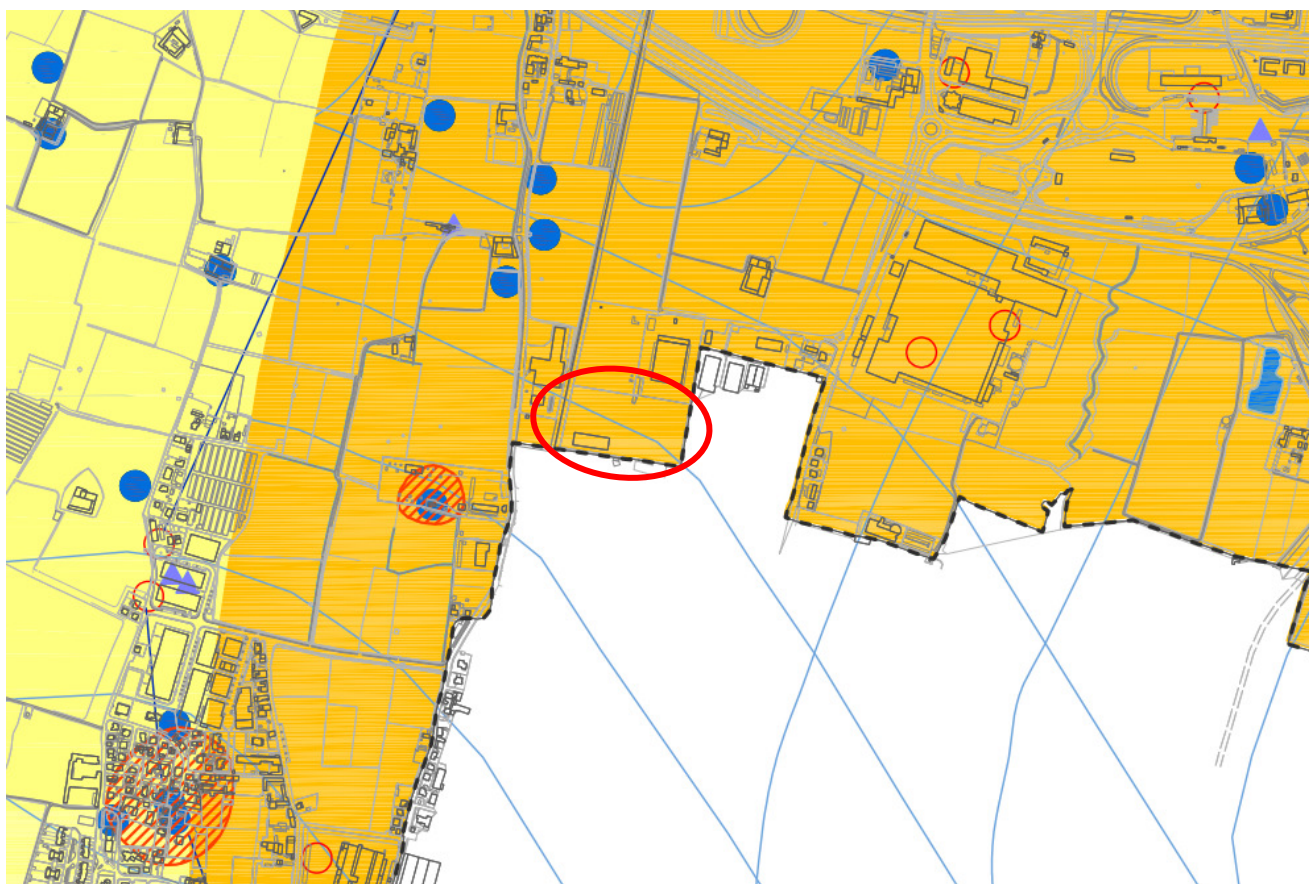
Al termine delle prove si è verificato che il livello della falda superficiale è compreso tra m. -7,43 e m. -7,80.

La **circolazione idrica sotterranea** è rappresentata, nell'area d'indagine, da una falda freatica, riconosciuta in numerosi pozzi presenti nei dintorni, a profondità dal p. campagna di ca. m. -11,00/m. -14,5 e direzione di deflusso da N-NE verso S-SO, ovvero seguendo la pendenza naturale del territorio.

La sua alimentazione deriva essenzialmente dall'infiltrazione diretta delle acque meteoriche nelle zone di ricarica, che comprendono anche la pianura fluvio-glaciale esterna al comune di Brescia e dall'apporto degli acquiferi circolanti negli ambiti collinari. Un contributo è rappresentato dalle acque di dispersioni in subalveo, della rete idrica superficiale, compresa la rete artificiale irrigua.

I valori della permeabilità possono essere definiti complessivamente da medi a medio-elevati che per le sequenze ghiaioso-sabbiose riscontrate sono di 10^{-4} m/sec (10^{-2} cm/sec). La presenza di livelli limoso-argillosi a bassa permeabilità può ostacolare localmente la filtrazione idrica verticale. Talora all'interno di questi depositi possono circolare falde superficiali, delimitate per lo più alla base dai depositi glaciali poco permeabili.





ESTRATTO DA P.G.T. – ALall04d “Idrogeologia” - Scala 1: 15.000



6) ELABORAZIONE DATI PENETROMETRICI

Il tentativo del calcolo della tensione ammissibile di contatto fondazione / terreno, vista la classificazione del comune di *Brescia* in Zona Sismica 2, è stata effettuata come indicato dal D.M. 14 gennaio 2008, e precisamente tramite Approccio 2 con metodo di calcolo proposto da Terzaghi, sia per quanto riguarda le Tensioni Ammissibili, sia per quanto riguarda S.L.U. (stato limite ultimo). Combinazione delle azioni: sismica. Tabelle di calcolo alle pagine seguenti.

La formula di Terzaghi ha la seguente forma:

$$Q_{lim} = c \times N_c \times s_c + \gamma_1 \times D \times N_q + 0.5 \times \gamma_2 \times B \times N_y \times s_y;$$

in cui:

N_c , N_q , N_y = fattori adimensionali di portanza legati rispettivamente al contributo di terreni con coesione, al terreno posto sopra al piano di posa della fondazione e agli strati di coesione nulla;

Terzaghi per questi fattori propone le seguenti relazioni:

$$N_q = a^2 / [2 \times \cos^2(45 + \varphi/2)]$$

$$\text{Dove: } a = \exp[(0.75 \times \pi - \varphi/2) \times \tan(\varphi)];$$

$$N_c = (N_q - 1) \times \cotg(\varphi)$$

$$N_y = [\tan(\varphi)/2] \times [(K_p/\cos^2(\varphi) - 1)]$$

dove:

K_p = fattore di portanza proposto da Terzaghi, approssimabile con la seguente relazione:

$$K_p = A_0 + A_1 \times \varphi + A_2 \times \varphi^2 + A_3 \times \varphi^3 + A_4 \times \varphi^4;$$

in cui:

A_0, A_1, A_2, A_3, A_4 = fattori del polinomio interpolatore.

(si tenga presente però che lo stesso Terzaghi consiglia di utilizzare il valore di N_y ricavato da Meyerhof);

c = coesione del terreno;

γ_1 = peso di volume medio del terreno sopra il piano di posa;

y_2 = peso di volume sotto il piano di posa;
B = larghezza della fondazione (dimensione del lato corto);
D = profondità di posa della fondazione;
sc, sy = fattori di forma dati da:

sc = 1.0 per fondazioni nastriformi;
sc = 1.3 per fondazioni quadrate;
sy = 1.0 per fondazioni nastriformi;
sy = 0.8 per fondazioni quadrate.

La formula di Terzaghi fornisce generalmente valori di portanza sovrastimati tranne nel caso di terreni coesivi sovraconsolidati; deve essere utilizzata solo per fondazioni molto superficiali, dove cioè sia verificata la disuguaglianza:

$$D < B.$$

Correzione di Terzaghi della portanza limite.

Tutte le equazioni per il calcolo della capacità portante presentate in precedenza si basano sul presupposto che il terreno di fondazione abbia un comportamento descrivibile dalla legge di Coulomb:

$$T = c + P_{ef} \times \operatorname{tg}(\varphi);$$

in cui:

T = resistenza al taglio del terreno;
 P_{ef} = pressione efficace del terreno.

I dati sperimentali confermano che il campo della sua validità è limitato all'intervallo di $Q_{ammissibile}$ che va da 0 a 4.5 kg/cm² circa. Oltre i 4.5 kg/cm² la relazione sforzi - resistenza al taglio non è più di tipo lineare, ma assume una forma più complessa. L'uso delle formule per il calcolo della portanza fuori dal campo di validità dell'equazione conduce a valori della Q_{lim} sovrastimati.

Terzaghi (1943) ha proposto una correzione da applicare ai parametri coesione e angolo d'attrito del terreno, nei casi in cui risulti dal calcolo una $Q_{amm} < 4.5$ kg/cm². In pratica ha suggerito di utilizzare nel calcolo valori ridotti di Φ e c, calcolati come segue:

$$c' = (2/3) \times c;$$
$$\Phi' = \alpha \operatorname{tang} [(2/3) \times \varphi].$$

Lo stesso tipo di correzione viene proposta da Terzaghi per terreni dove è prevedibile una rottura del terreno di tipo locale. Nella pratica per distinguere fra terreni con rottura di tipo locale e generale si può utilizzare il seguente criterio:

- a) rottura di tipo locale: probabile nei terreni che abbiano una densità relativa (D_r %) inferiore a 20 e/o una coesione (c) minore di 0.25 kg/cm^2 ; in questo caso si consiglia di procedere al calcolo della Q_{lim} adottando i valori ridotti di c e Φ :

$$c' = (2/3) \times c;$$

$$\Phi' = \alpha \tan[(2/3) \times \varphi];$$

- b) rottura di tipo generale: probabile nei terreni che abbiano una $D_r \% \geq 70$ e/o una coesione maggiore o uguale a 1 kg/cm^2 ; in questo caso nel calcolo vanno impiegati i valori reali di c e φ ;
- c) rottura di tipo intermedio: probabile nei terreni con $D_r \% \geq 20$ e < 70 e/o con una $c \geq 0.25 \text{ kg/cm}^2$ e $c < 1 \text{ kg/cm}^2$: in questo caso si procede a interpolazione fra i valori ridotti c' e φ' e quelli reali c e φ .

Concludendo e sostituendo si ottiene:

$$Q_{lim} = c \times N_c \times s_c + \gamma_1 \times D \times N_q + 0.5 \times \gamma_2 \times B \times N_y \times s_y \times Z_y;$$

Profondità di posa a ca. cm. -240 dal piano campagna:

Dove: $c = 0,00 \text{ Kg/cm}^2$;
 Angolo di attrito ($^\circ$) = 27;
 correzione Terzaghi = applicata;
 coefficiente di sicurezza per la coesione = 1,0 (Approccio 2);
 $N_c = 16,30$;
 $s_c = 1,0$ (fondazione non quadrata);
 $\gamma_1 = 1750 \text{ Kg/m}^3 = 1,75 \times 10^{-3} \text{ Kg/cm}^3 = 0,00175 \text{ Kg/cm}^3$
 $D = 2,40 \text{ m} = 240 \text{ cm}$;
 $N_q = 5,98$;
 $\gamma_2 = 1950 \text{ Kg/m}^3 = 1,95 \times 10^{-3} \text{ Kg/cm}^3 = 0,00195 \text{ Kg/cm}^3$
 $B = 1,50 \text{ m} = 150 \text{ cm}$;
 $N_y = 1,75$;
 $s_y = 1,0$;
 $Z_y = 0,95$.
 coefficiente di sicurezza globale = 2,3 (App. 2)

$$Q_{lim} = [(0,0/1,0) \times 16,30 \times 1,0 + 0,00175 \times 240 \times 5,98 + 0,5 \times 0,00175 \times 150 \times 1,75 \times 1,0 \times 0,95] / 2,3 =$$

$$Q_{lim} = [0 + 2,5116 + 0,2182] / 2,3 = 2,7298 / 2,3 = 1,1867 \text{ Kg/cm}^2 \approx 1,18 \text{ Kg/cm}^2$$

6.a) Calcolo cedimenti

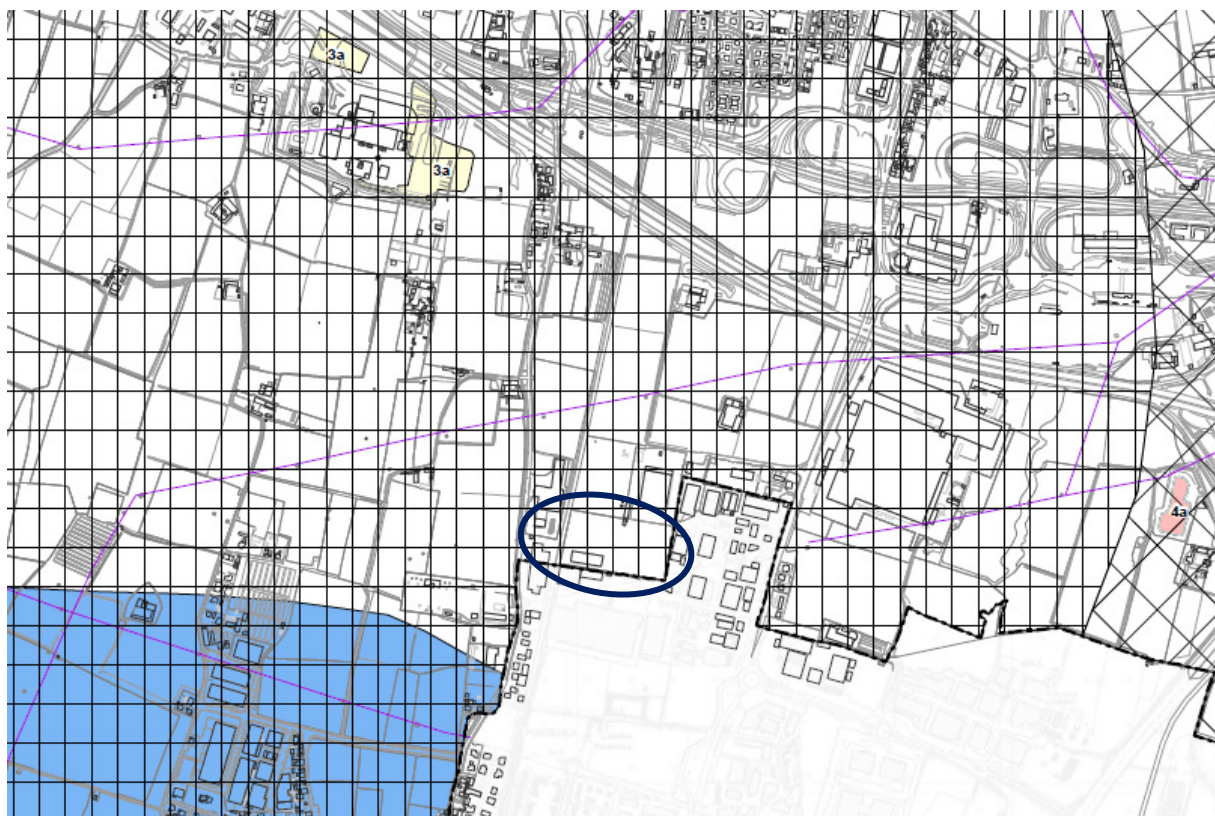
Attraverso l'esame delle prove penetrometriche è stato, inoltre possibile valutare i cedimenti nei punti indagati. Per tale calcolo si è proceduto applicando la teoria del Boussinesq ed ipotizzando una fondazione superficiale, posata alle profondità di ca. m -2,40 riferita all'attuale piano cantiere, si è quindi proceduto come segue:

- a) si è calcolata la propagazione del carico in profondità, secondo la teoria sopracitata;
- b) si sono distinti gli strati interessati in intervalli omogenei sia litologicamente che meccanicamente: per ognuno di essi è stato valutato il valore medio di R_p ed in seguito calcolato il coefficiente di compressibilità volumetrica M_v ;
- c) infine si è calcolato il cedimento teorico per ciascuno degli intervalli considerati per mezzo della relazione di Terzaghi-Buisman:

$$\Delta H = H_o \times \Delta q \times M_v$$

dove: ΔH = cedimento;
 H_o = intervalli omogenei considerati;
 Δq = incremento di portanza alle diverse profondità;
 M_v = coefficiente di compressibilità volumetrica.

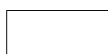
Cedimenti verificati SLE secondo teoria della elasticità sono risultati pari a cm. 3,24. Si è considerato una fondazione rigida.



**Estratto PGT: Tav. V-PR05 “Carta della Fattibilità per le azioni di Piano Geologica” –
- Gennaio 2016 - Scala 1: 15.000 -**

 Area in oggetto

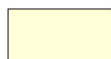
CLASSE 1- FATTIBILITÀ SENZA PARTICOLARI LIMITAZIONI



Classe 1a

Area stabile, coincidente con zone di pianura e talora con la fascia marginale delle superfici di raccordo tra pianura e rilievi, caratterizzata da un substrato in genere contraddistinto da buone caratteristiche geotecniche (ad esclusione delle zone subpianeggianti poste al margine dei rilievi dove negli strati superficiali del terreno, di natura colluviale, si possono frequentemente riscontrare orizzonti litologici dalle scadenti caratteristiche geotecniche o le zone che sono state oggetto di ritombamento con materiali limoso-terrosi ecc.).

CLASSE 3 - FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI



Classe 3a

Area complessivamente stabile, coincidente con versanti ad acclività da media ad elevata generalmente modellati in roccia affiorante o subaffiorante e area di pianura oggetto di attività estrattiva attuale o passata; può essere soggetta a fenomeni di dissesto di carattere localizzato, quali fenomeni di mobilitazione della coltre detritica superficiale (creepings, smottamenti o piccole frane), di erosione incanalata o frane di crollo in corrispondenza di pareti a forte acclività.

CLASSE 2 - FATTIBILITÀ CON MODESTE LIMITAZIONI



Classe 2c

Area stabile, coincidente con zone di pianura caratterizzata da un substrato in genere contraddistinto da buone caratteristiche geotecniche, ma caratterizzate da bassa soggiacenza della falda freatica (profondità della falda inferiore ai 5 m dal piano campagna).

6.b) FONDAZIONI SUPERFICIALI

-DOTT. GEOL. MARCO MANTOVANI

-Viale Della Rinascita, 12--46028 Sermide e Felonica (MN)--m.mantovani5@virgilio.it

Committente: FRANCHINI LAMIERE S.P.A.

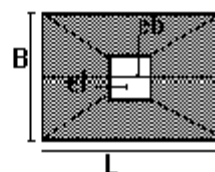
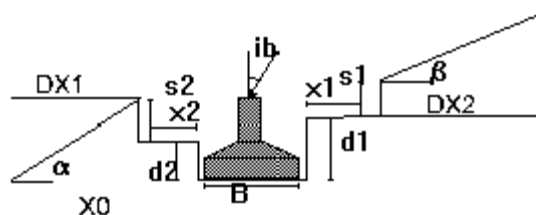
Località: VIA IV NOVEMBRE - BRESCIA

Data: MAGGIO 2019

Riferimenti:

Geometria della fondazione

Fondazione n.	1
Larghezza o diametro base B (m):	1,5
Lunghezza della base L (m):	10
Profondità di posa lato destro d1(m):	2,4
Profondità di posa lato sinistro d2(m):	2,4
Profondità scavo destro s1(m):	0
Profondità scavo sinistro s2(m):	0
Inclinazione pendio a valle $\alpha(^{\circ})$:	0
Inclinazione pendio a monte $\beta(^{\circ})$:	0
Distanza bordo scavo destro x1(m):	0
Distanza bordo scavo sinistro x2(m):	0
Inclinazione base lato B($^{\circ}$):	0
Inclinazione base lato L($^{\circ}$):	0
Inclinazione carico lato B $i_b(^{\circ})$:	12,8
Inclinazione carico lato L ($^{\circ}$):	12,8
Eccentricità carico su B in condizioni statiche(m):	0
Eccentricità carico su L in condizioni statiche(m):	0
Eccentricità carico su B in condizioni sismiche(m):	0
Eccentricità carico su L in condizioni sismiche(m):	0
Peso di volume del cls (kg/mc):	2500
Peso di volume terrapieno (kg/mc):	1800
Altezza del terrapieno Ht (m):	0
Larghezza sommità terrapieno Ls(m):	0
Tipologia fondazionale:	Nastriforme



-DOTT. GEOL. MARCO MANTOVANI

-Viale Della Rinascita, 12--46028 Sermide e Felonica (MN)--m.mantovani5@virgilio.it

Committente: FRANCHINI LAMIERE SPA

Località: VIA IV NOVEMBRE - BRESCIA

Data: MAGGIO 2019

Riferimenti:

Parametri geotecnici del terreno di fondazione

Strato n.

1

Descrizione litologica:

Sabbia poco addensata

Angolo di attrito (°):	27
Densità relativa (%):	70
Coesione(kg/cm ²):	0
Peso di volume sopra falda(kg/mc):	1750
Peso di volume sotto falda(kg/mc):	1950
Modulo di Young o edometrico (terreni coesivi) (kg/cm ²):	120
Coefficiente di Poisson:	0,35
O.C.R.:	1
Indice di compressione:	
Indice di compressione secondaria:	
Indice di ricomprensione:	
Indice dei vuoti iniziale:	
Coefficiente di consolidazione verticale (cm/s):	
Numero di colpi Spt medio:	
Resistenza alla punta media (C.P.T.)(kg/cm ²):	0
R.Q.D. (%)	
Limite di liquidità (%):	
Contenuto naturale d'acqua (%):	
Fattore di portanza N _q :	5,98
Fattore di portanza N _c :	16,3
Fattore di portanza N _y :	1,85
Comportamento meccanico:	Livello incoerente
Caratteristiche idrogeologiche:	Livello permeabile

-DOTT. GEOL. MARCO MANTOVANI

-Viale Della Rinascita, 12--46028 Seride e Felonica (MN)--m.mantovani5@virgilio.it

Committente: FRANCHINI LAMIERE S.P.A.

Località: VIA IV NOVEMBRE - BRESCIA

Data: MAGGIO 2019

Riferimenti:

Riassunto del calcolo della portanza delle fondazioni

Secondo NTC2008/NTC2018 App.II Combinazione: sismica

Fondazione n. 1

Larghezza della fondazione (m): 1,5

Lunghezza della fondazione (m): 10

Profondità di posa lato destro (m): 2,4

Profondità di posa lato sinistro (m): 2,4

Metodo di calcolo: Terzaghi stato limite ultimo

Fattori di forma

Sc: 1 Sq: 1 Sy: 1

Fattori di profondità

Dc: 1 Dq: 1 Dy: 1

Fattori inclinazione carico

Ic: 1 Iq: 1 Iy: 1

Fattori inclinazione pendio

Gc: 1 Gq: 1 Gy: 1

Fattori inclinazione base

Bc: 1 Bq: 1 By: 1

Fattori correttivi per gli effetti cinematici del sisma

Zc: 1 Zq: 1 Zy: 0,95

RISULTATO

Coefficiente di sicurezza parziale per l'angolo di attrito: 1

Coefficiente di sicurezza parziale per la coesione: 1

Coefficiente di sicurezza globale: 2,3

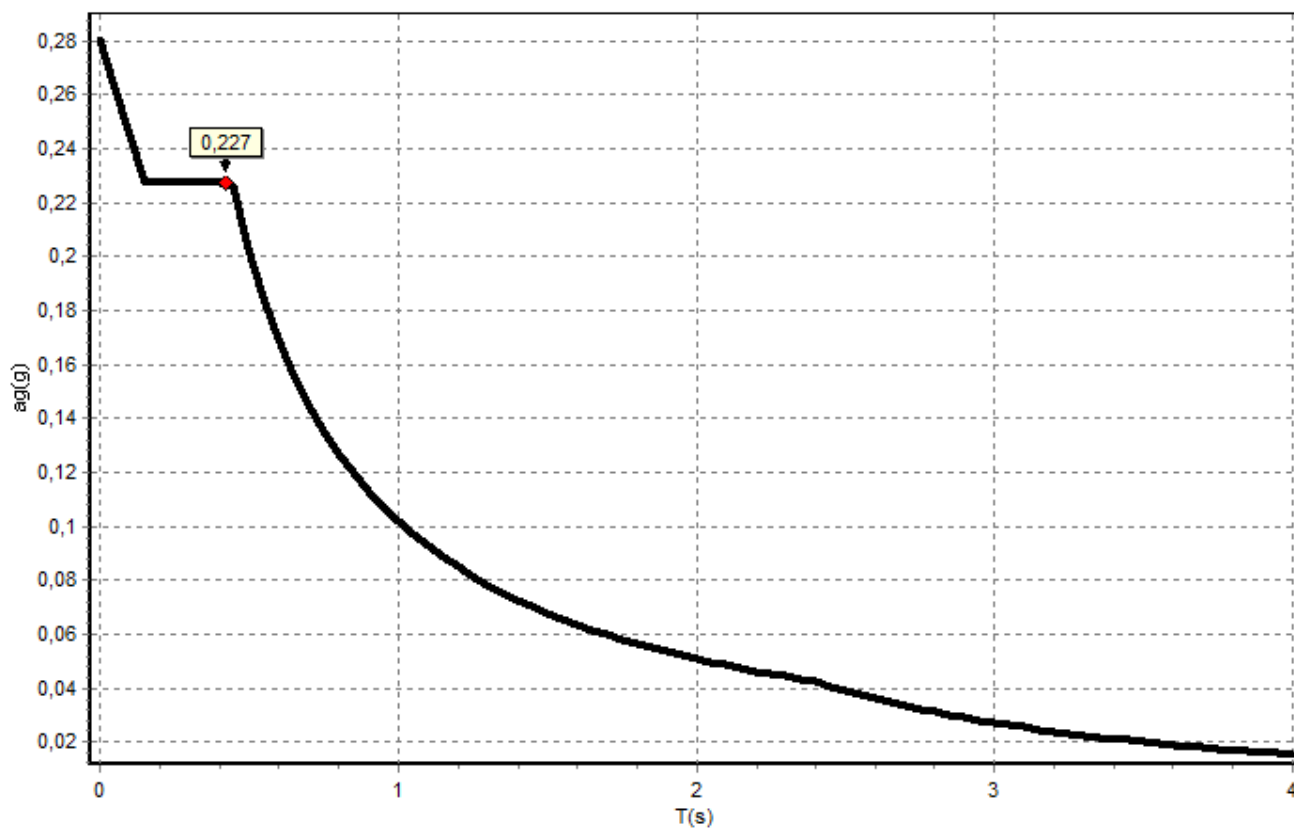
Correzione di Terzaghi: applicata

Capacità portante S.L.U. (kg/cm²): 1,18

Profondità del cuneo efficace (m): 2,45

Accelerazione sismica orizzontale (g): 0,281

SPETTRO DI PROGETTO componente orizzontale



Accel.sismica max terreno(g):0,281 Coef.sismico orizzontale struttura (khi)(g):0,227 Inclinazione del carico dovuta al sisma(^):12,803
Categoria sottosuolo:C Categoria topografica:T1Fattore di amplificazione spettrale F0:2,43 Periodo inizio velocità costante tc*(s):0,28

7) VALUTAZIONE RISCHIO SISMICO

Per la caratterizzazione sismostratigrafica dei terreni è stato eseguito, n° 1 profilo di sismica multicanale con acquisizione delle onde di superficie ed elaborazione dati mediante metodologia MASW e n° 1 indagine sismica passiva con metodo HVSR.

Mediante tali metodologie è stato possibile ricostruire l'andamento medio delle onde Vs in profondità ed eseguire la valutazione del parametro $V_{s,eq}$ di sito al fine di classificare il terreno di fondazione secondo le tabelle allegate al D.M. 14/01/08 ed Eurocodice 7-8 e UNI9916 o DIN4150, misurando eventualmente il periodo proprio di vibrazione di sito.

7.1) Tecnica di misurazione e strumentazione

La tecnica HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) consiste nel misurare direttamente, sfruttando il rumore di fondo ambientale (microtremori), le frequenze di risonanza degli edifici e dei terreni costituenti il sottosuolo, allo scopo di stimare gli effetti di sito e la vulnerabilità sismica dell'opera. Per rumore ambientale di fondo s'intende l'insieme delle vibrazioni che si propagano nel terreno dovute sia a fenomeni naturali, moto ondoso, perturbazioni atmosferiche, ecc., sia all'azione antropica, traffico veicolare, macchinari, ecc. Si è riconosciuto, a partire dagli anni settanta, che i microtremori tendono a eccitare le frequenze naturali di oscillazione dei terreni, permettendone l'individuazione. In pratica ciò che viene misurato sono, in certo intervallo di frequenze, solitamente 0.1-100 Hz, le velocità dei microtremori lungo il piano orizzontale e verticale (H e V) e il rapporto fra le due componenti (H/V). I valori di massimo locale (picchi positivi) di H/V ai quali corrispondono minimi locali di V individuano le frequenze di risonanza degli strati di terreno lungo la verticale di misura. Più elevato è il valore del rapporto H/V maggiore è il contrasto di impedenza sismica e quindi la variazione di velocità delle onde S fra livelli stratigrafici contigui.

La tecnica HVSR richiede l'utilizzo di un velocimetro triassiale, cioè di un sismometro a stazione singola in grado di registrare i microtremori lungo le due direzioni orizzontali (X, Y) e lungo quella verticale (Z), in un ampio intervallo di frequenze (0.1-100 Hz) e per una durata sufficientemente lunga (mediamente 10-20 minuti). Il moto indotto nel terreno viene misurato in termini di velocità attraverso tre velocimetri, uno per ogni direzione di misura (X, Y e Z), secondo il passo di campionamento impostato dall'operatore. Le misure registrate vengono poi elaborate e restituite graficamente in forma di spettri H/V (rapporto H/V in funzione della frequenza, dove H è la media delle misure lungo X e Y) e spettri V (componente verticale del moto in funzione della frequenza).

Attraverso la tecnica HVSR è possibile:

- ❑ valutare in maniera quantitativa gli effetti di sito (risposta sismica locale e suscettibilità alla liquefazione del terreno);
- ❑ ricavare il profilo delle velocità delle onde S con la profondità e calcolare il parametro V_{s30} ;
- ❑ analizzare la vulnerabilità sismica degli edifici, esistenti o in progetto.

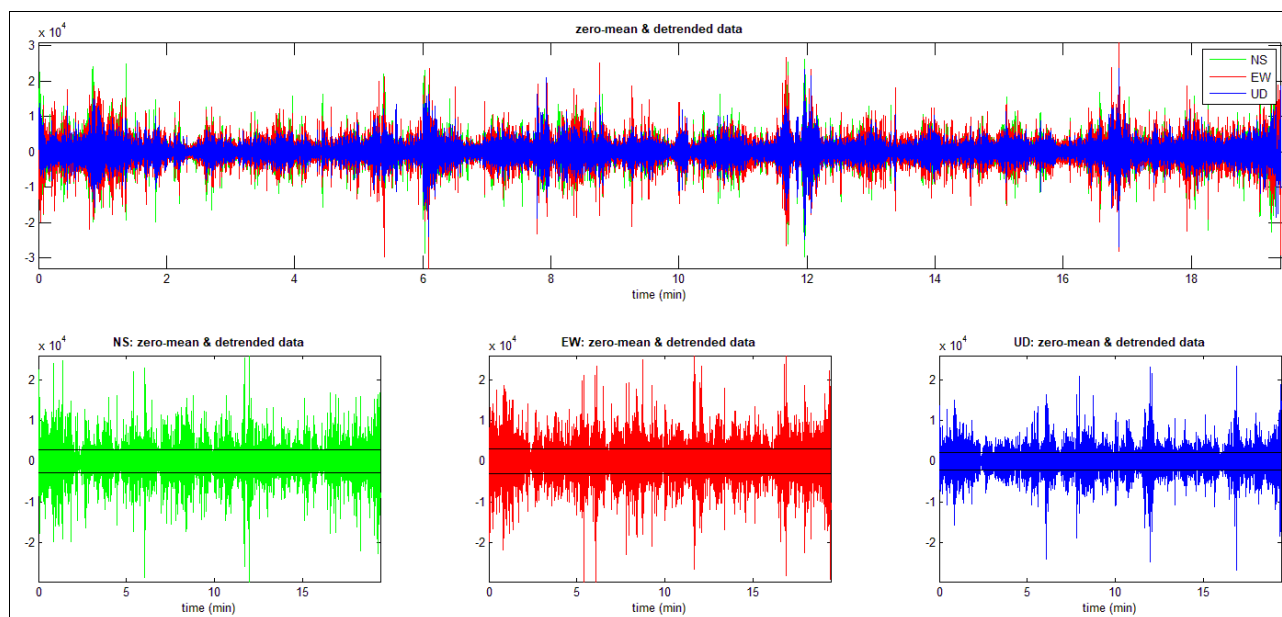
7.2) Acquisizione dei dati

Nell'area d'indagine è stata eseguita, mediante stazione singola o tromometro, una misura di rumore sismico ambientale per un tempo di registrazione massimo di 15 minuti. La strumentazione utilizzata si compone nello specifico di:

- un sistema di ricezione costituito da un tromometro CGE a 3 componenti geofoniche con frequenza propria di 2 Hz per acquisizioni del microtremore lungo la direzione verticale e le due direzioni orizzontali ortogonali.
- un sistema di acquisizione e memorizzazione costituito da un sismografo modulare in grado di registrare in modo digitale le forme d'onda generate (*Geode Geometrics Mod. 3-1000*); il sismografo A/D è in grado di campionare segnali tra 0.025 ms e 16 ms (campionamento eseguito a 4 ms). Il sistema di acquisizione è completato da un computer per l'analisi e la memorizzazione del segnale e appositi cavi di collegamento.

7.3) Analisi ed elaborazione dei segnali acquisiti

I risultati delle analisi presentati in questo lavoro sono stati ottenuti con il software *winMASW* versione *Acd 7.2*, che permette di determinare i rapporti medi fra le componenti spettrali del rumore, misurate sul piano orizzontale e verticale. A questo scopo, l'acquisizione del rumore ambientale è stata suddivisa in una serie di finestre temporali di uguale durata (finestre di 20 ms), per ciascuna delle quali è stato determinato lo spettro del moto.

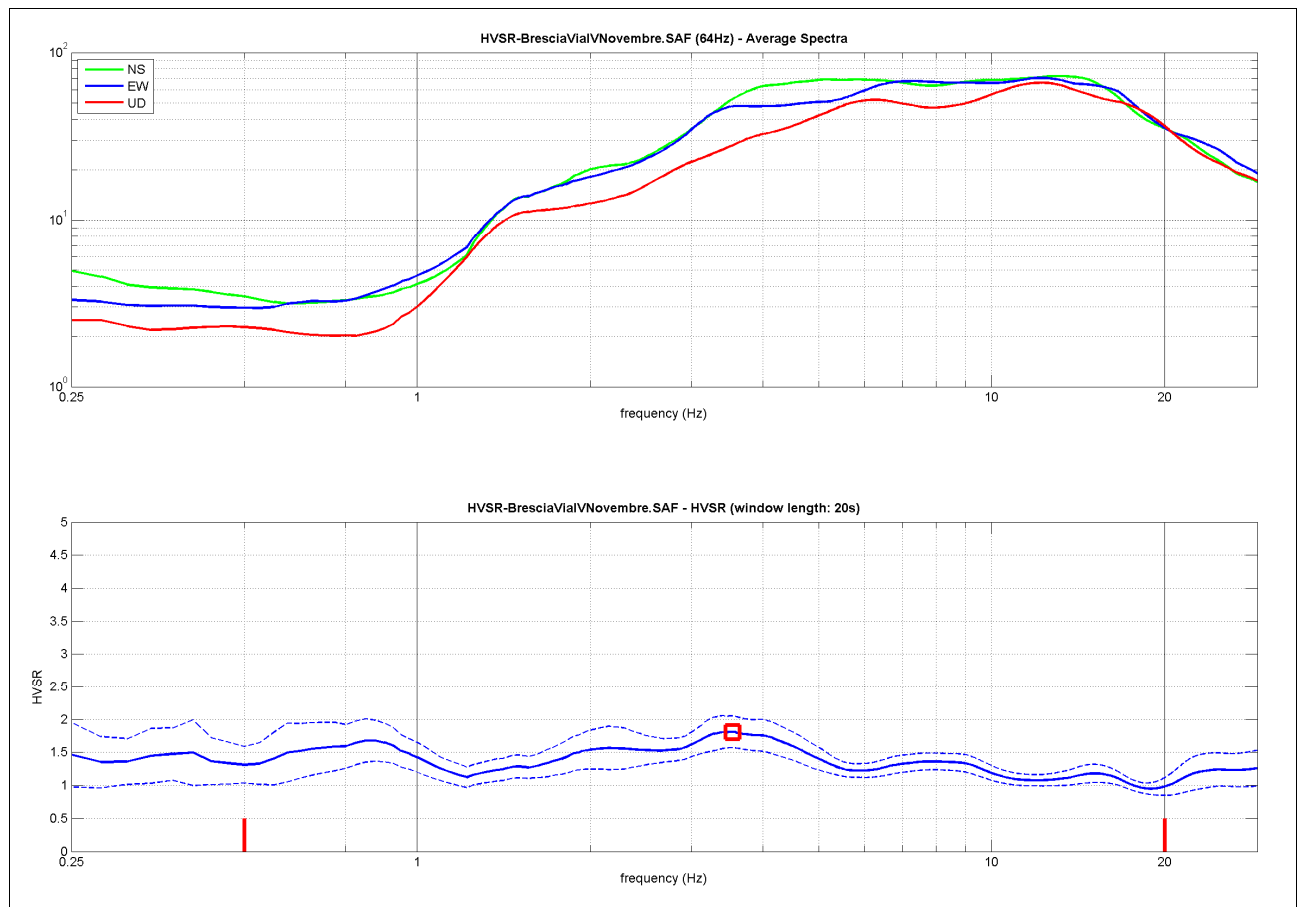


Visualizzazione dei dati dopo la rimozione di eventi transienti.

La determinazione della curva HVSR ha previsto in sintesi i seguenti steps:

- 1) Eliminazione manuale da parte dell'utente delle parti di segnale costituite dal disturbo arrecato da eventi non conformi al rumore ambientale (transienti). Questa operazione produce una diminuzione della lunghezza del segnale analizzato (vedi figura precedente).
- 2) Definizione della lunghezza degli intervalli entro cui calcolare le curve HVSR (20 ms).
- 3) Calcolo delle trasformate di Fourier delle tre componenti x, y, z del moto.
- 4) Operazione di smoothing degli spettri di Fourier.
- 5) Somma delle due componenti orizzontali x e y.
- 6) Calcolo delle curve HVSR come rapporto spettrale tra la componente orizzontale H e la componente verticale V negli N intervalli temporali stazionari.
- 7) Calcolo della curva HVSR media tra le n curve HVSR.

I risultati parziali ottenuti, durante le fasi di elaborazione delle curve H/V, sono stati iterativamente controllati andando a valutare la direttività e la stabilità nel tempo della curva HVSR.



Visualizzazione HVSR e spettro medio di ampiezza del sito indagato.

La curva HVSR calcolata, indica un picco principale a circa 3,5 Hz; la sua validità viene verificata, mediante software *winMASW*, secondo i criteri di ammissibilità del progetto *SESAME* (che definiscono la robustezza statistica della curva HVSR e degli eventuali picchi presenti).

Criteria for a reliable H/V curve (Criteri per una curva affidabile)

- #1. $[f_0 > 10/L_w]$: $3.535 > 0.5$ (OK)
 - #2. $[n_c > 200]$: $5797 > 200$ (OK)
 - #3. $[f_0 > 0.5\text{Hz}; \sigma_A(f) < 2 \text{ for } 0.5f_0 < f < 2f_0]$ (OK)
-

Criteria for a clear H/V peak (Criteri per un picco H/V chiaro)

- #1. [exists f- in the range $[f_0/4, f_0]$ | $AH/V(f_-) < A_0/2$]: (NO)
- #2. [exists f+ in the range $[f_0, 4f_0]$ | $AH/V(f_+) < A_0/2$]: (NO)
- #3. [$A_0 > 2$]: $1.8 < 2$ (NO)
- #4. [$f_{peak}[Ah/v(f) \pm \sigma A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (OK)
- #5. [$\sigma A(f) < \epsilon(f_0)$]: $1.960 > 0.177$ (NO)
- #6. [$\sigma A(f_0) < \theta(f_0)$]: $0.242 < 1.58$ (OK)

7.4) Descrizione dei risultati

Il picco a 3,5 Hz con ampiezza pari 1,8 rispetta tutti i criteri *SESAME* per una curva affidabile; tuttavia non è rispettata la condizione che prevede la verifica di un minimo di 5 criteri su 6 per un picco chiaro, nonostante siano stati modificati, in diverso modo, i parametri di elaborazione affinché essi fossero tutti verificati. Dall'analisi della curva HVSR, eseguita tra 0,5 Hz e 20 Hz (frequenze di interesse ingegneristico) è quindi risultata una possibile frequenza principale di risonanza attorno a 3,5 Hz.

L'assenza di picchi di frequenza significativi a profondità di interesse sismostratigrafico per il presente studio, è correlabile alla mancanza di contrasti di impedenza sismica all'interno della sequenza deposizionale indagata e/o all'aumento graduale, con la profondità, delle caratteristiche di addensamento dei depositi stessi.

Alla luce di tali ipotesi si è pertanto opportunamente scelto di non modellare la curva HVSR per trarre informazioni di tipo sismostratigrafico desunte invece dall'analisi MASW.

7.5) Cenni sulla metodologia MASW

Con una prospezione sismica *MASW* (*Multi-channel Analysis of Surface Waves*) si analizza il fenomeno della dispersione che le onde di superficie subiscono in un mezzo stratificato. La velocità di propagazione per una certa lunghezza d'onda (λ), quindi frequenza è, infatti, influenzata dalle proprietà che il sottosuolo attraversato possiede ed è detta *velocità di fase*. Le *MASW* attive sono realizzate tramite analisi delle onde di Rayleigh o di Love oppure, congiuntamente Rayleigh + Love. Queste rappresentano le onde di superficie prodotte dall'interazione delle onde di corpo (P e S) con una superficie di discontinuità fisica. Le onde di Rayleigh, e più precisamente le loro componenti verticali, vengono registrate tramite i comuni geofoni verticali a bassa frequenza e generate da una sorgente ad impatto verticale, la classica martellata. Le onde di Love invece vengono acquisite mediante geofoni a componente orizzontale e generate applicando una sorgente di taglio al terreno, questo perché le loro componenti si muovono solamente sul piano orizzontale, con oscillazione perpendicolare rispetto alla direzione di propagazione dell'onda. Durante l'indagine

in oggetto lungo lo stendimento sismico sono state registrate per motivi operativi solo le componenti verticali delle onde di Rayleigh. Il principio della tecnica MASW prevede che, poiché la dispersione delle onde di superficie dipende dalle caratteristiche del sottosuolo e dalle sue variazioni verticali, dalla determinazione delle curve di dispersione del segnale è possibile ricavare le caratteristiche fondamentali del mezzo quali ad esempio la velocità delle onde di taglio V_s e lo spessore degli strati. La velocità delle onde di Rayleigh (V_R) infatti è correlabile alla V_s , essendo pari a circa il 90% della velocità delle onde di taglio. L'analisi del fenomeno della dispersione, che avviene attraverso la *curva di dispersione*, permette quindi di determinare le caratteristiche del sottosuolo. La curva di dispersione del *dataset* è ottenuta mediante il passaggio dal dominio *spazio-tempo* (sismogramma) al dominio *velocità di fase/frequenza* (spettro di velocità) effettuato mediante specifica operazione con software dedicato. Tenuto conto di quanto richiesto per l'applicazione della normativa relativa alla progettazione geotecnica, si ritiene che la metodologia di analisi *MASW*, risulti idonea alla definizione dei dati richiesti. Tale scelta risulta avvalorata dalle seguenti considerazioni:

1. La percentuale di energia convertita in onde Rayleigh o di Love è di gran lunga predominante (67%) rispetto a quella coinvolta nella generazione e propagazione delle onde P (7%) ed S (26%).
2. La propagazione e dispersione delle onde di Rayleigh o di Love si verifica senza problemi anche in caso di inversioni di velocità. Rispetto alla sismica a rifrazione, infatti, il metodo MASW non presenta problemi legati alla presenza di strati soffici compresi tra strati più rigidi.
3. La propagazione delle onde di Rayleigh, anche se influenzata dalla V_p e dalla densità, è funzione innanzitutto della V_s , parametro di fondamentale importanza nella caratterizzazione geotecnica di un sito (categoria di suolo in base al Testo Unico).

7.6) Acquisizione dei dati

L'ubicazione e la lunghezza dello stendimento sono state scelte in funzione della logistica dei luoghi e dell'ingombro dell'edificio di progetto. L'allineamento sismico ha previsto una distanza tra i geofoni pari a 1 m ed una serie di scoppi esterni all'ultimo geofono, con offset variabili (2-4-6-8-10-12-14 m) a diversa intensità di energizzazione.

L'acquisizione della componente verticale delle onde di Rayleigh è avvenuta mediante registrazione della propagazione del segnale sismico generato da una sorgente ad impatto verticale (martellata), tramite uno stendimento sismico di 24 geofoni a componente verticale.

La strumentazione utilizzata si compone nello specifico di:

- una sorgente meccanica in grado di generare onde elastiche direzionali e ricche di energia realizzata mediante la battuta verticale e orizzontale di una mazza battente di 10 kg su piastra;
- un sistema di ricezione costituito alternativamente da uno stendimento di 24 geofoni (onde di Rayleigh) a movimento verticale (*Geospace GS11D*) a frequenza di 4,5 Hz e puntale da 3", collegati mediante un cavo multielettrodo;
- un sistema di acquisizione e memorizzazione costituito da un sismografo modulare in grado di registrare in modo digitale le forme d'onda generate (*Geode Geometrics Mod. 3-1000*); il sismografo A/D è in grado di campionare segnali tra 0.025 ms e 16 ms. Il sistema di acquisizione è completato da dispositivo di *trigger*, computer per l'analisi e la memorizzazione del segnale e appositi cavi di collegamento.

7.7) Analisi ed elaborazione dei segnali acquisiti

Determinazione degli spettri di velocità ed individuazione delle curve di dispersione

La stima dell'andamento in profondità delle velocità V_s , mediante acquisizione sismica multicanale è ottenuta tramite l'analisi del segnale nel dominio frequenza/velocità di fase.

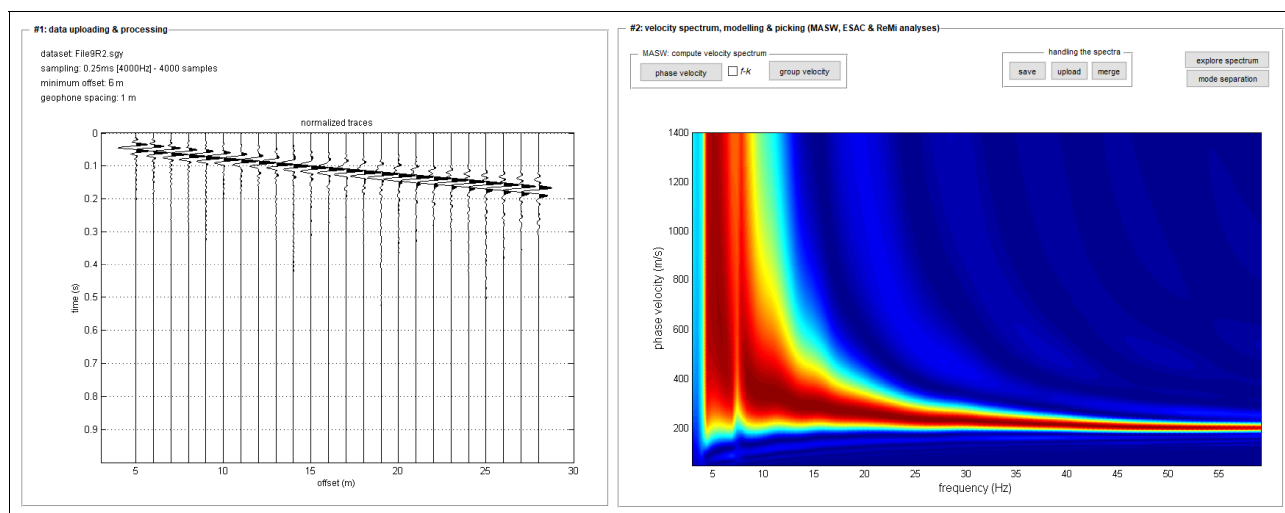
Viene utilizzato lo spettro di velocità in quanto è il dominio dove è chiaramente più immediato e naturale comprendere le proprietà dispersive del mezzo attraversato, determinando con precisione la velocità di ciascuna componente del segnale registrato.

Dopo aver scelto quindi il sismogramma più idoneo, quello solitamente con il miglior rapporto *segnale/rumore*, si esegue una trasformata dal dominio *spazio/tempo* al dominio *frequenza/velocità*.

Particolare attenzione nell'interpretazione delle curve di dispersione è posta in considerazione del fatto che le vibrazioni indotte dalle onde di superficie sono correlabili a diversi *modi*, che possono sovrapporsi all'interno dello spettro di velocità. Se tale sovrapposizione avviene, come in questo caso, può generarsi una curva di dispersione apparente, che può risultare fuorviante in fase di interpretazione. Al fine di individuare i modi correlabili alla reale successione stratigrafica è stato scelto di eseguire ed analizzare più scoppi sismici ad Offset minimi variabili. Tutte le curve di dispersione sono state quindi visionate prima di procedere al processing del dataset prescelto (*file5.dat*).

I modi superiori, se correttamente riconosciuti, come in questo caso, concorrono ad elaborare un modello maggiormente vincolato e preciso.

Nel caso in esame, sono stati individuati il "*primo modo fondamentale, e porzione del primo modo superiore*", utilizzati per la successiva modellazione della curva di dispersione.



Visualizzazione del sismogramma acquisito (sx) e modellazione diretta dello spettro di velocità di fase delle onde di Rayleigh mediante individuazione del modo fondamentale e di porzioni del modo superiore che compongono lo spettro (dx).

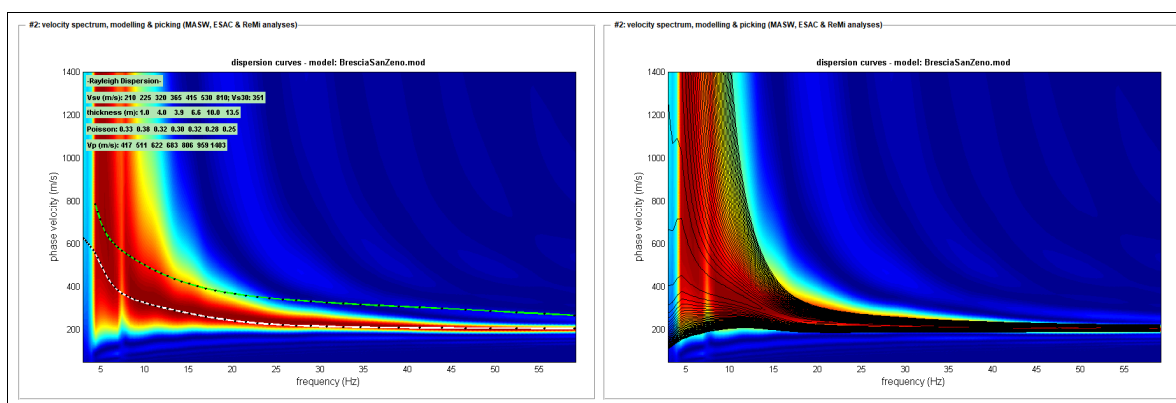
Si riassumono di seguito i dati relativi ai parametri di acquisizione del dataset prescelto, utilizzato per la successiva elaborazione:

MASW Brescia – San Zeno Naviglio	
Dati relativi allo shot 2 – File9R2.sgy	
offset minimo del dataset utilizzato:	6 m
distanza intergeofonica:	1,0 m
Intervallo di campionamento:	0,25 ms
Tempo di acquisizione:	1 s

Procedure di modellazione diretta e analisi delle onde Rayleigh

Analizzato il sismogramma e il rispettivo spettro di velocità si è proceduto alla ricostruzione della distribuzione verticale delle V_s . Partendo dalla curva di dispersione delle onde di Rayleigh è stato ricostruito il modello che è responsabile di quella curva, effettuando quindi un'inversione, vale a dire che si è ricavato il modello di sottosuolo che ha determinato il dato di campagna. Lo spettro di velocità di fase è stato interpretato identificando le curve modali, mediante modellazione diretta, studiando l'andamento dei vari modi in funzione del modello atteso. Questo è stato iterativamente modificato fino ad ottenere una buona sovrapposizione degli

andamenti delle curve di dispersione sui vari modi riconosciuti. Oltre al classico metodo legato all'identificazione delle curve modali, è stata eseguita parallelamente una verifica del modello di velocità attraverso l'approccio FVS (*Full Velocity Spectrum*). Questo metodo si basa sulla generazione di sismogrammi sintetici e considera l'intero spettro di velocità e non le curve di dispersione scelte dall'operatore. I due metodi hanno rappresentato un valido elemento di interpretazione dello spettro di velocità ottenuto per il sismogramma prescelto, permettendo di ottenere un modello di velocità maggiormente vincolato.



A sinistra: modellazione diretta dello spettro di velocità di fase delle onde di Rayleigh mediante individuazione del modo fondamentale e di porzioni del primo modo superiore che compongono lo spettro. A destra: spettro di velocità con modellazione diretta mediante approccio FVS.

7.8) Profilo Sismostratigrafico

Per l'elaborazione e l'interpretazione dei dati, si è tenuto conto delle evidenze del segnale acquisito, dei risultati delle prove SCPT eseguite nel medesimo lotto di progetto e delle stratigrafie di alcuni pozzi terebrati in aree limitrofe a quella oggetto di studio. Nella seguente tabella sono riportati i valori delle velocità medie e gli spessori di ciascun sismostrato, in modo da definire un **modello geofisico medio**, ottenuto mediante analisi delle onde di superficie con metodologia MASW in onde di Rayleigh.

Si riportano anche, in maniera indicativa, le stime dei valori della densità e del modulo di Poisson eseguite contestualmente all'elaborazione e mediante correlazioni di letteratura. Poiché la dispersione delle onde di superficie dipende essenzialmente dalla V_s e degli spessori degli strati, tali valori devono essere considerati solamente come stime largamente approssimative. Viene riportato, inoltre, il valore del modulo di taglio che tra i moduli elastici è l'unico che non dipende da V_p , ma solamente da V_s e densità e quindi la sua stima risulta più attendibile.

MODELLO GEOFISICO MEDIO – Via IV Novembre - Brescia						
Sismostrato	Vs (m/s)	Spessore (m)	Profondità da p.c. (m)	Stima densità (g/cm³)	Modulo di Poisson	Modulo di Taglio (MPa)
1	210	1,0	-1,0	1,84	0,33	81
2	225	4,0	-5,0	1,89	0,38	96
3	320	3,9	-8,9	1,94	0,32	199
4	365	6,6	-15,5	1,96	0,30	261
5	415	10,0	-25,5	2,00	0,32	345
6	530	13,5	-39,0	2,04	0,28	574
7	810	1,0	-40,0	2,14	0,25	1402

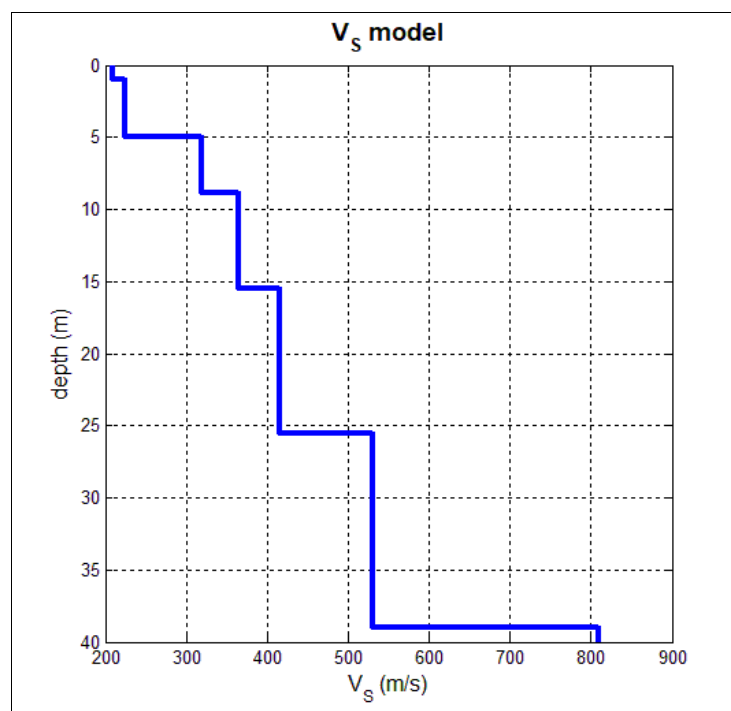
Il valore del modulo dinamico di taglio, dipendente da Vs e densità si riferisce a condizioni di bassa deformazione. Per deformazioni significativamente superiori, come di norma nei calcoli geotecnici, i valori dovranno essere idoneamente corretti e utilizzati solo nei modi e nei casi appropriati.

D.M. 17/01/2018	Profondità del bedrock sismico	V _{s,eq} (m/s)	Categoria di sottosuolo	Valore di V _{s,eq} calcolato mediante l'espressione 3.2.1 del D.M. 17/01/2018
Calcolo a partire dal ripiano di esecuzione MASW (p.c.)	Oltre 30,0 m dal p.c.	351	C	$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$
Calcolo a partire da -2,4 m dal p.c.	Oltre 30,0 m dal p.c.	380	B	

Categoria di sottosuolo assegnata in base a quanto indicato nella Tabella 3.2 II

Si sottolinea come la Categoria di Sottosuolo di Progetto, stimata in base a quanto previsto dal D.M. 17/01/2018, deve essere definita dal Geologo o dal progettista anche in funzione dei dati progettuali.

Si riporta inoltre la stratigrafia schematica del modello medio fino a -40,0 m dal p.c., ottenuto mediante analisi MASW, utilizzato per il calcolo del parametro V_{s,eq}.



Profilo sismostratigrafico.

In base ai dati sismostratigrafici ottenuti, si rileva uno strato di terreno superficiale di spessore complessivo pari a 5,0 m, da scarsamente a moderatamente addensato e con velocità delle onde di taglio (onde S) comprese tra 210 e 225 m/s.

Da -5,0 m, e fino ad almeno -39,0 m dal p.c., sono stati riscontrati valori di velocità delle onde S in graduale aumento con la profondità e compresi tra 320 e 530 m/s, propri di terreni da moderatamente addensati a molto addensati, afferenti alla sequenza deposizionale alluvionale/fluvioglaciale caratteristica del territorio in cui ricade l'area in esame.

Come indicato dalle informazioni ricavate dalle stratigrafie di alcuni pozzi terebrati in zone limitrofe e nel medesimo contesto litostratigrafico in cui ricade il lotto di progetto, si ipotizzano, oltre -39,0 m dal p.c., valori di V_s pari a 810 m/s, propri di depositi particolarmente compatti afferenti alla medesima unità fluvioglaciale indagata e/o alla presenza di uno o più livelli di natura conglomeratica, rappresentanti il bedrock sismico della successione indagata.

Il profilo sismostratigrafico superficiale ottenuto risulta coerente con il quadro geologico dell'area oggetto di indagine e i valori di velocità delle onde S, risultano compatibili con le prove penetrometriche eseguite nello stesso lotto di progetto.

7.9) Pericolosità Sismica Locale

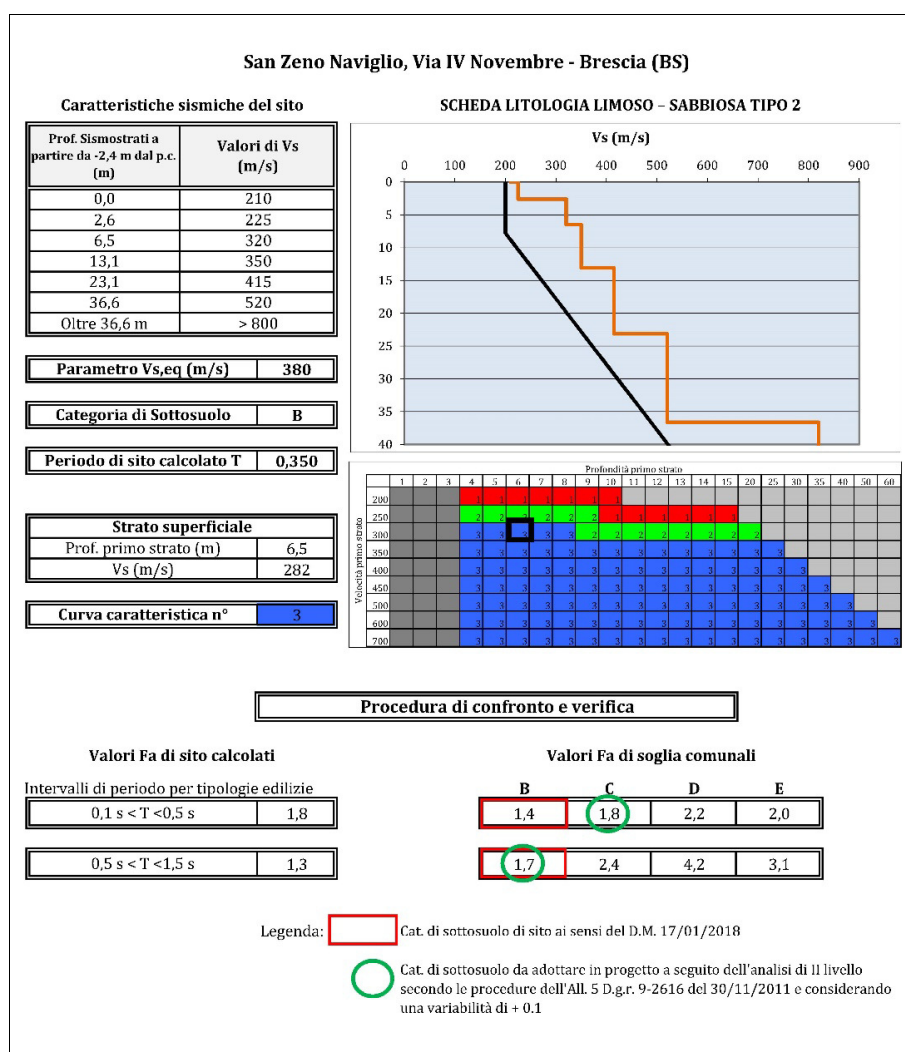
Tenuto conto dei risultati dell'indagine sismica MASW eseguita nel lotto di progetto e considerando come quota di riferimento -2,4 m di profondità dal piano campagna sul quale è stato eseguito lo stendimento sismico, è stato calcolato un valore di V_{seq} pari a **380 m/s**. Secondo quindi il D.M. del 17/01/18 risulterebbe, per il sito di progetto, una "categoria di sottosuolo B".

Dal punto di vista della Pericolosità Sismica Locale l'area è stata classificata nella "Carta della pericolosità sismica locale – 1° livello" – All04G (*Dott. Geol. D. Gasparetti e Dott. Geol G. Quassoli – Gennaio 2016*) redatta in occasione della "Variante Generale n.2 approvata con delibera n. 17/44571 del 9 Febbraio 2016 e pubblicata il 15 Giugno 2016 sul BURL", entro lo **scenario di pericolosità sismica Z4a** "Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi".

Secondo lo stesso aggiornamento citato, per l'area di progetto, all'interno della "Carta della Fattibilità per le azioni di piano" – All04N (*Dott. Geol. D. Gasparetti e Dott. Geol G. Quassoli – Gennaio 2016*), è prevista una Cat. di sottosuolo "C" ed è richiesta, per edifici con periodi 0,1-0,5 s, la quantificazione degli effetti di amplificazione litologica (All.5 della D.G.R. 9/2616 del 2011) o l'utilizzo dello spettro della categoria di sottosuolo "D".

Avendo eseguito una prospezione sismica presso il sito di progetto e ottenendo una Cat. di sottosuolo "B", è stato scelto, di conseguenza, di eseguire un'analisi sito-specifica per la Stima degli effetti litologici e del Fattore di Amplificazione di sito (Approfondimento secondo quanto previsto nell'All. 5 della D.G.R. 9/2616/2011).

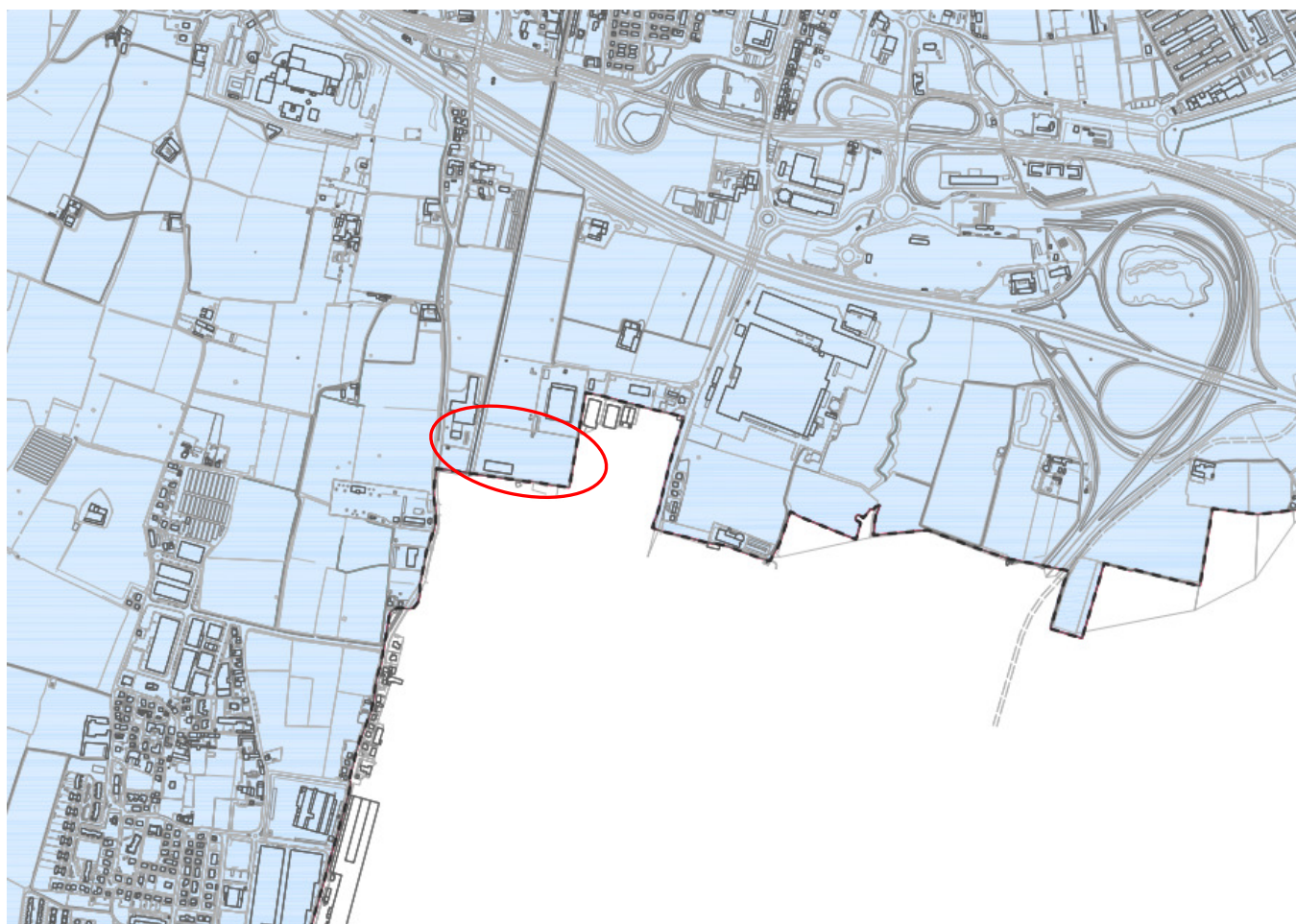
In accordo con la procedura, la successione stratigrafica di riferimento, cioè lo spessore e la velocità di ciascuno strato fino al bedrock sismico, a partire da -2,4 md al p.c., come definiti nel modello geofisico medio, sono stati riportati nelle "Schede di Stima degli Effetti Litologici". Rispettando i campi di validità e le caratteristiche granulometriche dei terreni presenti in sito, è stata eseguita una verifica dei valori dei F_a di sito rispetto a quelli di "soglia comunale", utilizzando la scheda relativa alla litologia "limoso-sabbiosa tipo 2" e facendo riferimento alla curva 3, come riportato nell'esplicazione grafico-analitica della figura alla pag. seguente.



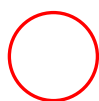
STIMA DEGLI EFFETTI LITOLOGICI - ANALISI DI 2° LIVELLO
secondo le procedure previste dall'All. 5 - D.g.r. 9-2616 del 30/11/2011.
Fondazione posta a -2,4 m dal p.c.

I risultati ottenuti, per un piano di posa delle fondazioni posto a -2,4 m dal p.c., indicano che per edifici con periodo T compreso tra 0,5 e 1,5 s, è stato calcolato un valore di Fa inferiore al valore di soglia previsto per la categoria di sottosuolo "B" (definita per il sito d'interesse); pertanto i parametri sismici della normativa sismica vigente sono sufficienti a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica ($FAC \leq FAS$).

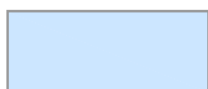
Al contrario per edifici con periodo compreso tra 0,1 s e 0,5 s, è stato calcolato un valore di Fa di sito superiore al valore di Fa di soglia comunale ($FAC > FAS$), previsto per la categoria di sottosuolo "B". Pertanto i parametri sismici della normativa sismica vigente non sono sufficienti a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica. Data la tipologia dell'opera di progetto, si ritiene corretto assumere in progetto la **Categoria di Sottosuolo "C"** ed i relativi parametri sismici.



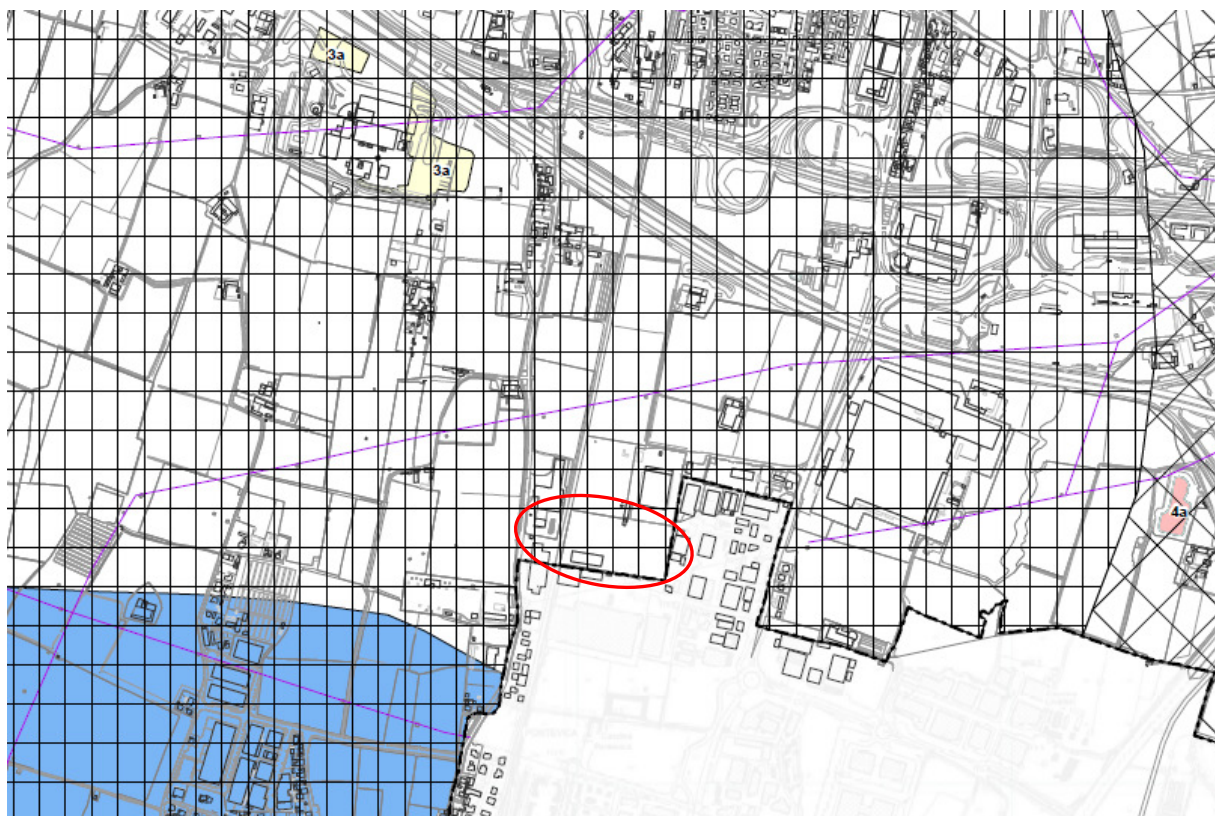
Estratto PGT: Tav. ALall04h “ Rischio sismico – 2° livello” – Scala 1: 15.000 -



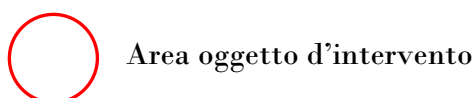
Area oggetto d'intervento



Z4a - Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o
fluvioglaciali
granulari e/o coesivi.



**Estratto PGT: Tav. V-PR05 “Carta della Fattibilità per le azioni di Piano Geologica” –
- Gennaio 2016 - Scala 1: 15.000 -**



Area oggetto d'intervento

Scenari per i quali risulta un F_a maggiore del valore di soglia comunale per la categoria di sottosuolo individuata e al cui interno, in fase di progettazione per tipologie edilizie con periodo proprio compreso tra 0.1 e 0.5 s, è prevista l'applicazione diretta del terzo livello di approfondimento per la quantificazione degli effetti di amplificazione litologica (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.3.3) o l'utilizzo dello spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo superiore (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.2.2).

Z4a - Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi.

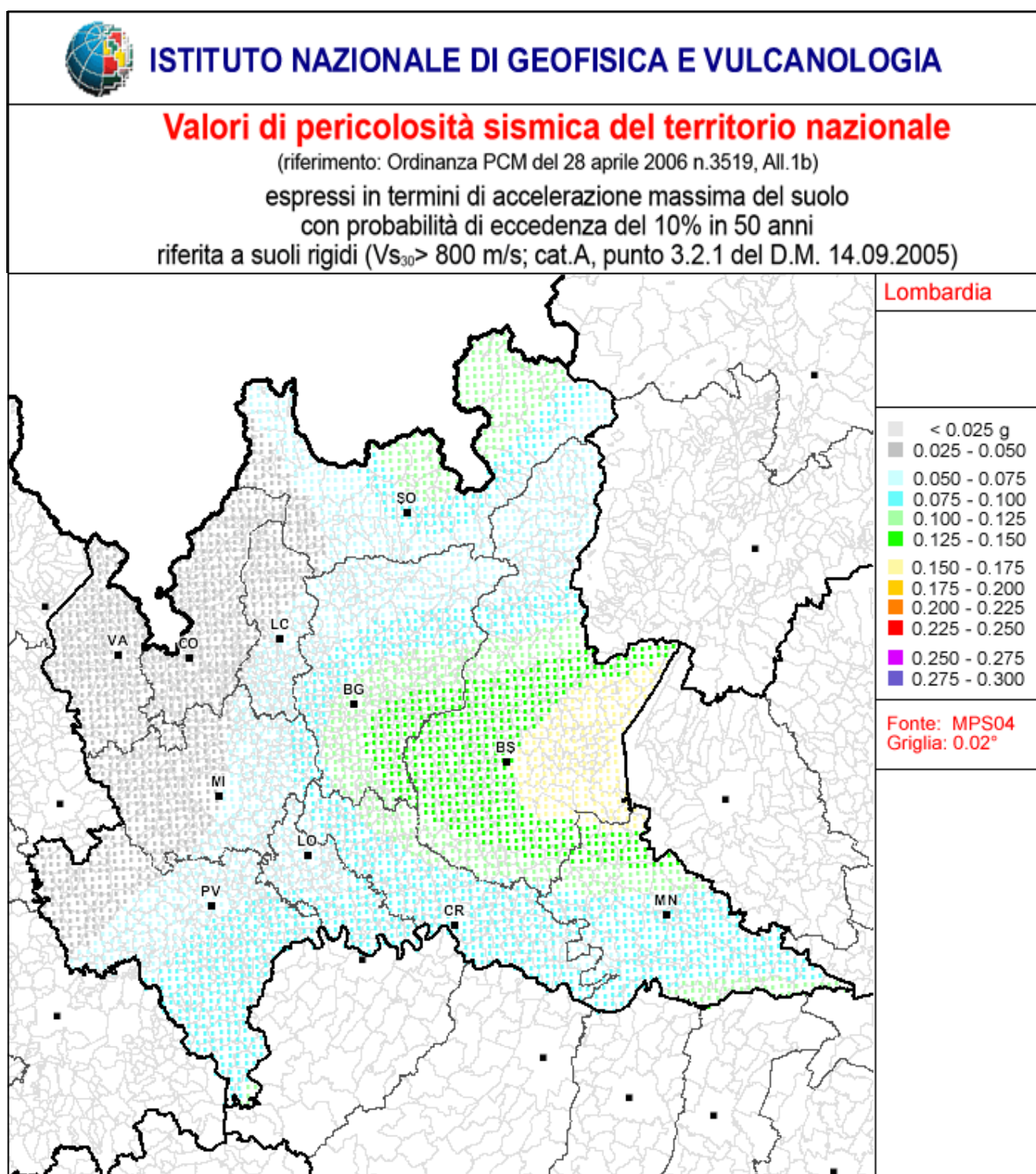


Z4a - Categoria di sottosuolo identificata B: in fase di progettazione per tipologie edilizie con periodo proprio compreso tra 0.1 e 0.5 s, è prevista l'applicazione diretta del terzo livello di approfondimento per la quantificazione degli effetti di amplificazione litologica (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.3.3) o l'utilizzo dello spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo C (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.2.2).



Z4a - Categoria di sottosuolo identificata C: in fase di progettazione per tipologie edilizie con periodo proprio compreso tra 0.1 e 0.5 s, è prevista l'applicazione diretta del terzo livello di approfondimento per la quantificazione degli effetti di amplificazione litologica (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.3.3) o l'utilizzo dello spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo D (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.2.2).

7.10) Parametri di sito



L'Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003 della Presidenza del Consiglio dei Ministri – Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del

territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica – ha suddiviso il territorio italiano in 4 zone sismiche distinte con i numeri 1, 2, 3 e 4: il grado di rischio decresce passando dalla zona 1 alla zona 4.

Brescia risulta identificato in Zona sismica 2. Tale inclusione evidenzia una medio bassa pericolosità sismica. Con questa zonizzazione si ha che a_g (accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A, espresso come frazione dell'accelerazione di gravità g – si veda O.P.C.M. n. 3519 del 28 aprile 2006-) risulta nel caso di probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni $0,15 < a_g \leq 0,25 g$ mentre quando l'accelerazione orizzontale risulta come massima convenzionale di ancoraggio dello spettro si risposta elastico, assume pari a **0,25 g**.

L'Ordinanza n. 3519 del 28 aprile 2006 della Presidenza del Consiglio dei Ministri – Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elementi delle medesime – evidenzia la pericolosità sismica di riferimento per il territorio italiano.

Tale pericolosità risulta espressa in termini di accelerazione massima al suolo - a_g – con probabilità di accelerazione in 50 anni riferita a suoli rigidi caratterizzati da $V_{s30} > 800$ m/s. (suolo di categoria A, di cui al punto 3.2.1 del D.M. 14 settembre 2005). Le stime delle incertezze sono espresse mediante la distribuzione dei valori corrispondenti al 50mo percentile del valore di a_g . Nella mappa di pericolosità al 50mo di percentile, **Brescia** risulta sempre identificato nella fascia tra 0,125 e 0,175 g.

La scala di analisi per una micronizzazione sismica in questa specifica casistica, risulta quella di aver eseguito indagini di campagna in dettaglio effettuando un approccio di tipo quantitativo in quanto si sono individuati alcuni parametri fisici.

Per quanto riguarda la caratterizzazione del sito da un punto di vista sismico, ovvero la determinazione della velocità delle onde S del terreno si è usata la procedura di Barrow e Stokoe (1983). Tale procedura risulta consigliata nel manuale Internazionale TC4 per la zonazione dei rischi geotecnici ed essa risulta valida per tutti i tipi di terreno. Con tale criterio la Accelerazione Sismica Orizzontale massima del Sito risulta pari a **0,2258 g**. La categoria topografica risulta individuata in **T1**.

Quindi, in base alla elaborazione INGV “Spettri NTC ver. 1.0.3, i parametri sismici per tempi di ritorno pari a 475 anni calcolati tramite media ponderata risultano così indicati:

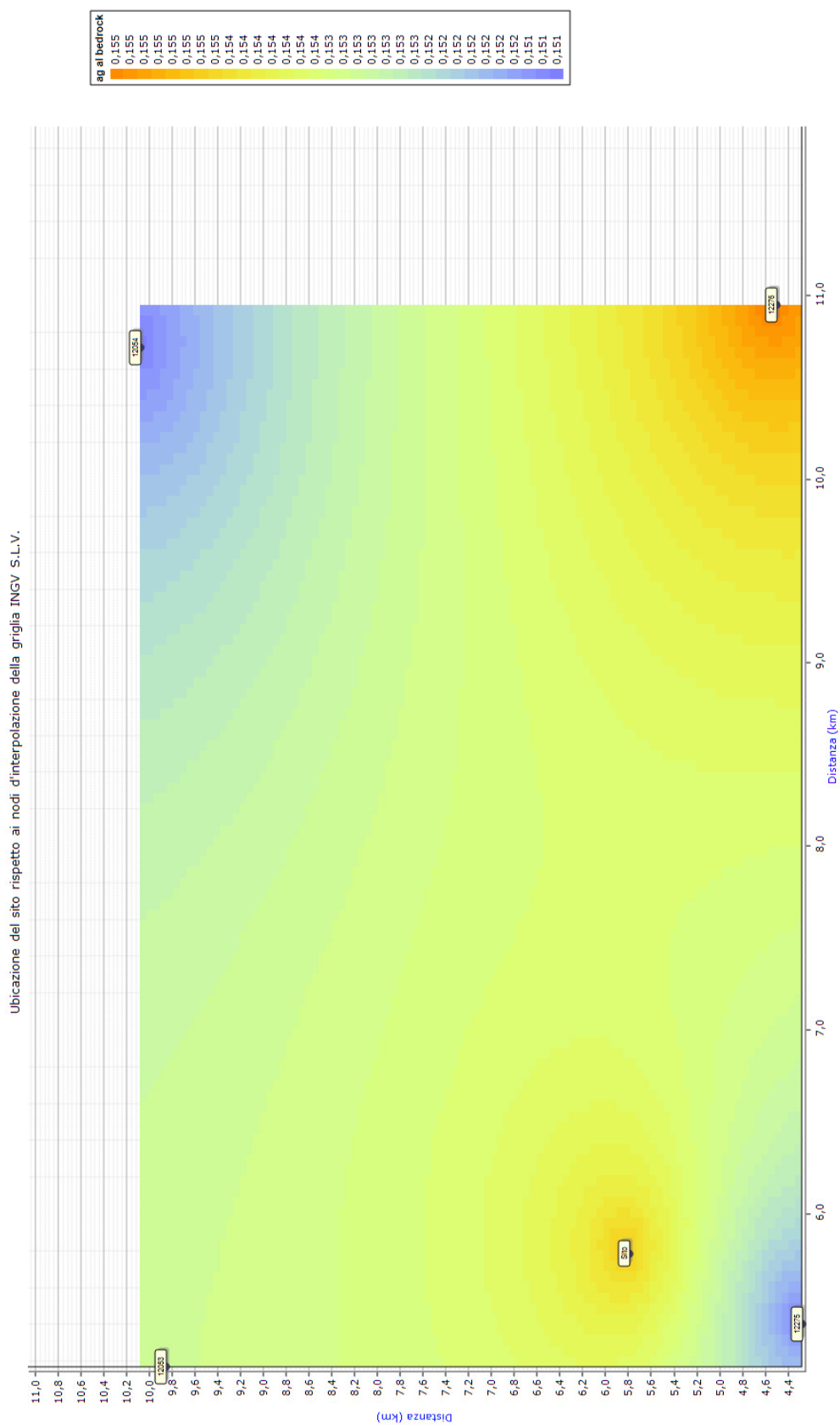
$$a_g (g) = 0,148 \quad F_0 = 2,429 \quad T_C = 0,275 \quad S_s = 1,484 \quad C_c = 1,607$$

STATO LIMITE	T_R (anni)	a_g (g)	F_0 (-)	T_C (s)
SLO	30	0,040	2,477	0,213
SLD	50	0,054	2,458	0,235
SLV	475	0,148	2,429	0,275
SLC	975	0,194	2,431	0,281

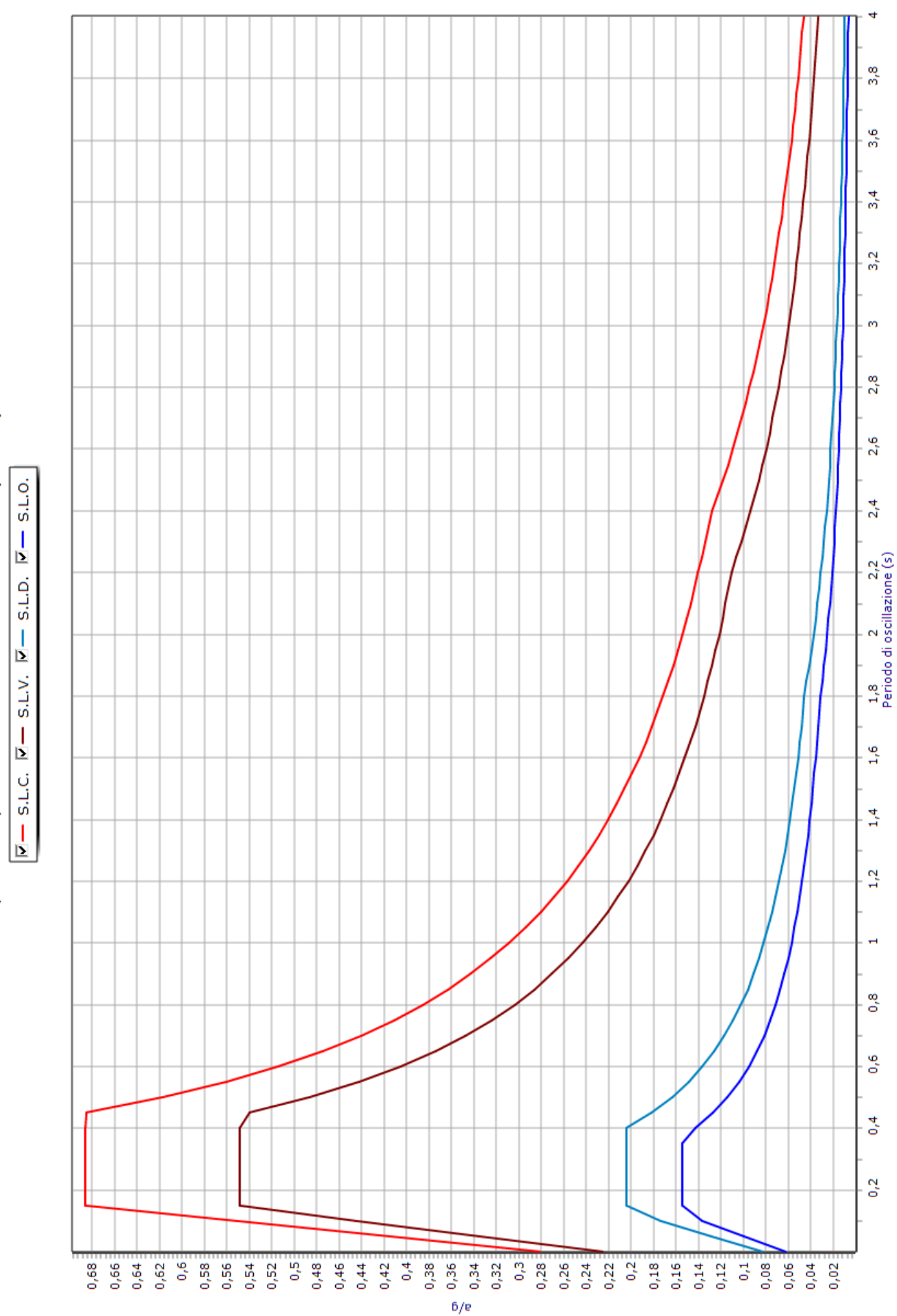
Valori dei parametri a_g , F_0 , T_C per i periodi di ritorno T_R associati a ciascun SL
(da NTC vers. 1.03)

Per quanto riguarda il valore Δg_{Max} si hanno queste indicazioni, secondo:

- *Regione Lombardia. Delibera Giunta regionale 11 luglio 2014 – n. X/2129*
Accel. Mass. Orizzontale di picco al suolo per $T = 0$ pari a 0,154219 Ag_{Max} .
- *Decreto Ministeriale 17.01.2018 – Con coordinate geografiche di DPSH*
Accel. Mass. Orizzontale di picco al suolo per $T = 0$ pari a 0,1529 Ag_{Max} .

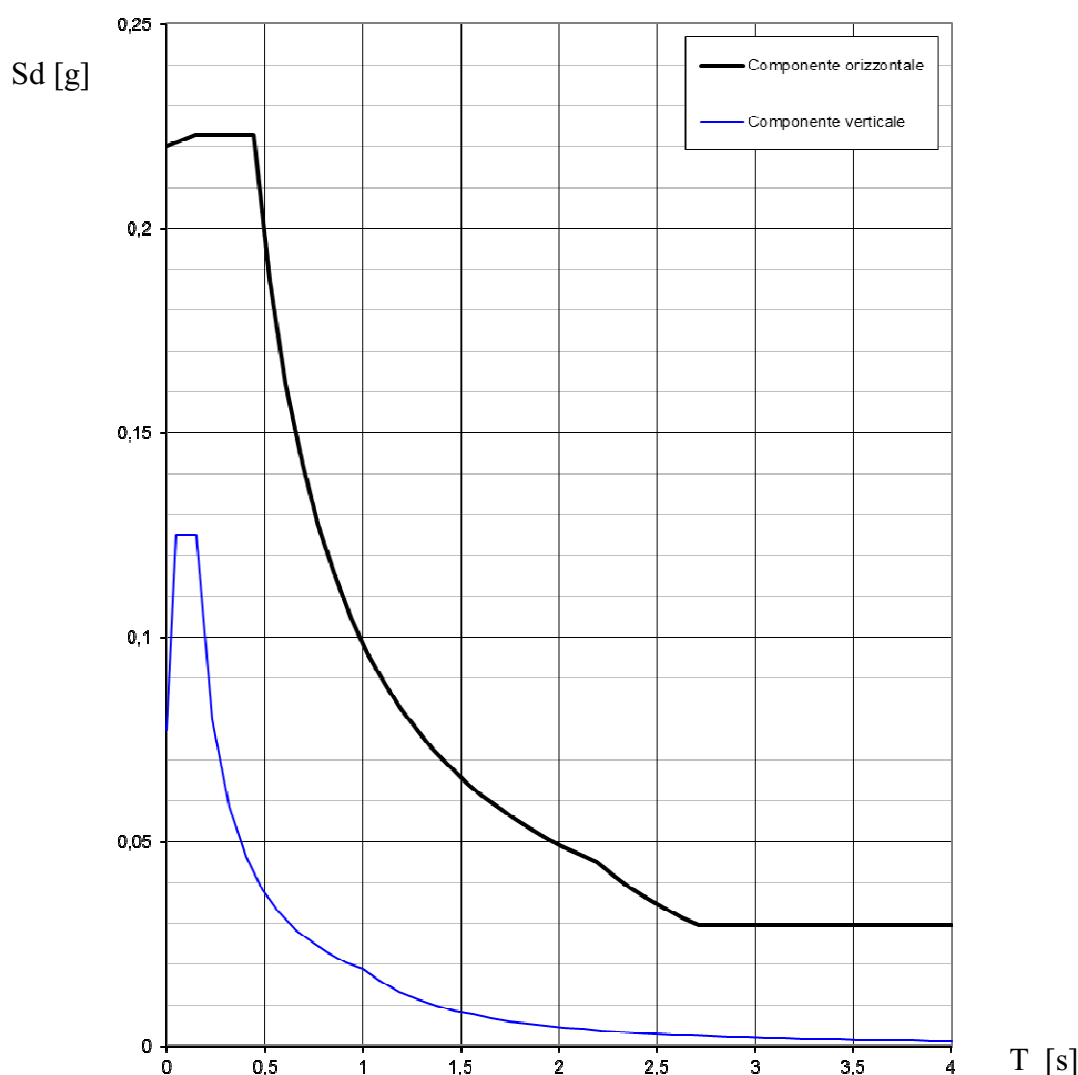


Spettro di risposta elastico orizzontale dell'accelerazione (NTC2018)



Stato	agh base(g)	F0	Tc*	agv base(g)	Fv	Tr(anni)	Pr(%)	agh max(g)	agv max(g)	khs	kvs	beta	khi	kvi	T(s)
S.L.C.	0,1994	2,44	0,28	0,1994	1,47	975	0,05	0,2807	0,1994	0,067	0,034	0,24	0,229	0,073	0,42
S.L.V.	0,1529	2,43	0,28	0,1529	1,28	475	0,1	0,2258	0,1529	0,054	0,027	0,24	0,183	0,049	0,42
S.L.D.	0,0553	2,46	0,24	0,0553	0,78	50	0,63	0,0830	0,0553	0,017	0,008	0,20	0,204	0,016	0,42
S.L.O.	0,0413	2,49	0,21	0,0413	0,68	30	0,81	0,0620	0,0413	0,012	0,006	0,20	0,142	0,011	0,42

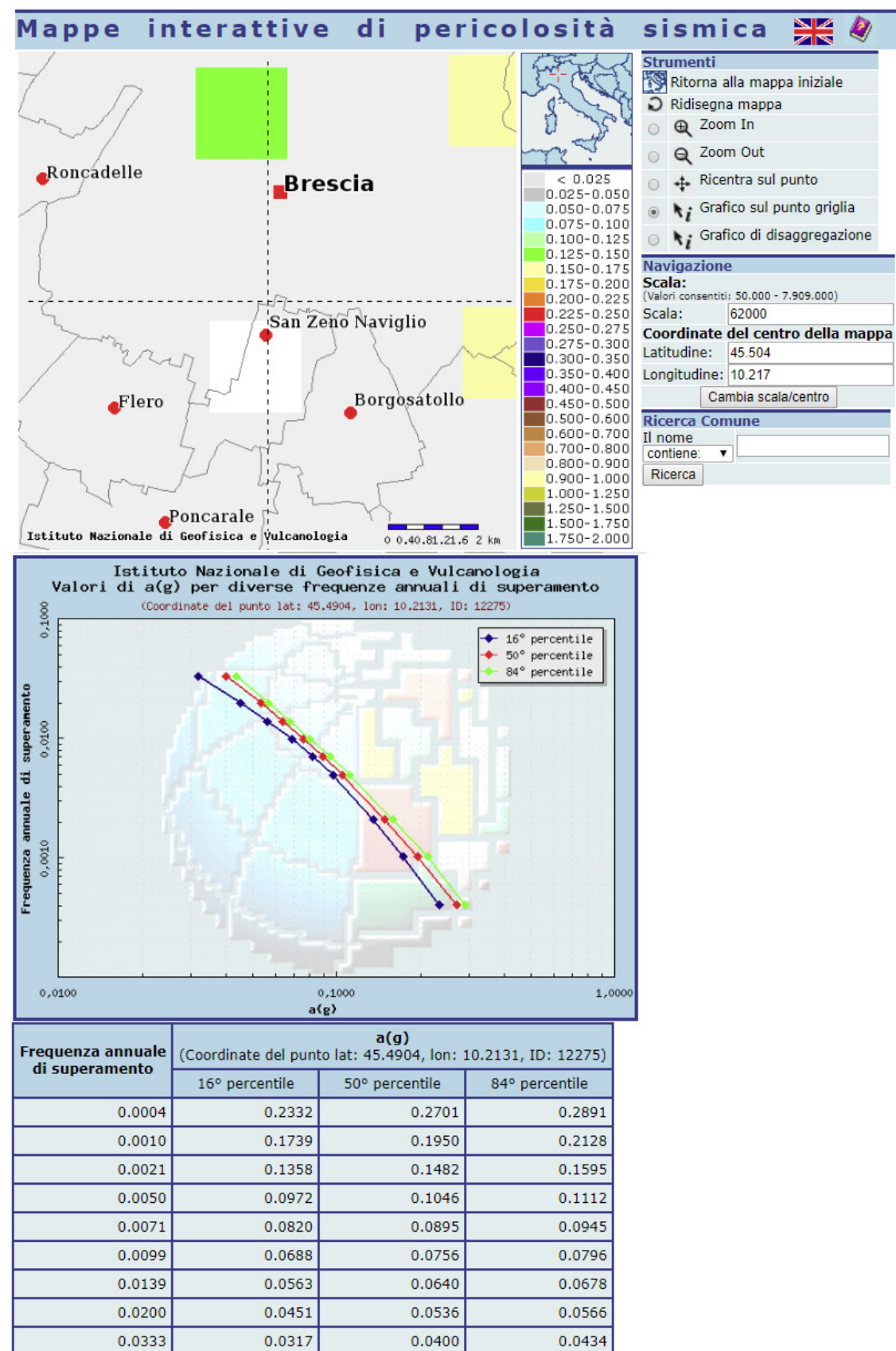
Parametri sismici secondo le NTC2018

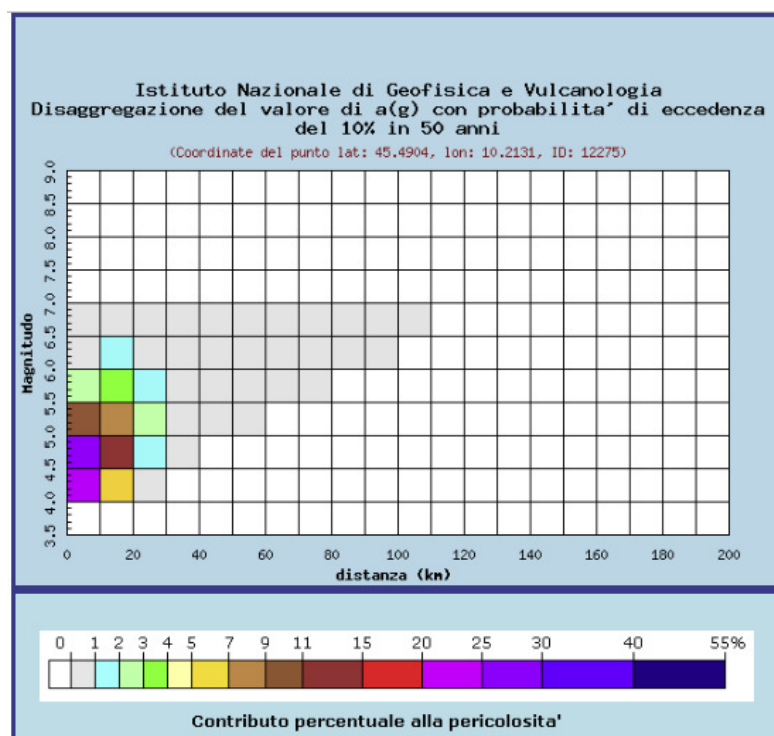


*Spettri di risposta (componenti orizzontale e verticale per lo stato limite:
 SLV (da NTC 2008 vers. 1.03)*

Infine si allegano le mappe interattive di pericolosità sismica di INGV del punto più vicino (si veda grafici alla pagina seguente) e precisamente:

- Disaggregazione del valore di $a(g)$ con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (grafico e tabulato numerico), che consente di determinare il contributo di varie sorgenti sismogenetiche alla pericolosità sismica dell'area oggetto di studio. Precisamente si sono presi in considerazione i terremoti con M compresa tra 4,0 e 6,5 rapportati ad una distanza con raggio di ca. Km. 30.
- Valori di $a(g)$ per diverse frequenze annuali di superamento (grafico e tabulato numerico), in rapporto ai percentili 16°, 50°, 84°.





Distanza in km	Disaggregazione del valore di $a(g)$ con probabilit� di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 45.4904, lon: 10.2131, ID: 12275)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	21.100	28.000	9.880	2.790	0.433	0.043	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	5.720	11.700	7.360	3.480	1.100	0.130	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.429	1.890	2.020	1.350	0.574	0.082	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.110	0.447	0.451	0.265	0.044	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.053	0.141	0.132	0.025	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.002	0.037	0.063	0.013	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.027	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4.860	9.690	0.744

7.11) Rischio Liquefazione

In relazione alle condizioni stratigrafiche e topografiche del sito fin qui esposte si escludono fenomeni di liquefazione e fenomeni di instabilità dei pendii, così come definiti rispettivamente ai par. 7.11.3.4.2 del D.M. 17/01/18, e precisamente ai punti 3 e 4 (si veda anche tabella parametri geotecnici verticali effettuate).

“7.11.3.4.2 Esclusione della verifica a liquefazione. 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 Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.”

Si ricorda che il fenomeno della liquefazione viene causato dalla progressiva riduzione delle tensioni efficaci nel corso di un terremoto e può verificarsi nei terreni prevalentemente sabbiosi saturi limitatamente ca. ai primi 15 m di profondità rispetto al piano superficiale. La distribuzione granulometrica di questi terreni suscettibili a liquefazione risulta ampiamente descritta al punto 4. del succitato Decreto.

8) CONCLUSIONI - COMPATIBILITÀ

Dall'esposizione dei paragrafi precedenti risulta che inizialmente si hanno ghiaie e ciottoli riportati da poco a mediamente compatti.

Successivamente la sequenza stratigrafica riscontrata, individua la presenza di limi argillosi con locali ciottoli poco addensati e dalle scarse caratteristiche geotecniche.

Proseguendo si hanno limi sabbiosi con ciottoli variamente addensati dalle discrete caratteristiche geotecniche.

Continuando la litologia risulta composta da ghiaie e ciottoli in matrice sabbiosa e ben addensati: le loro caratteristiche geotecniche risultano buone.

Infine, tramite stratigrafia di pozzo, la sequenza litologica riscontrata, individua la continuità delle ghiaie ben addensate con locali livelli di conglomerato intercalati da strati di argille limose.

Quindi, in base a queste considerazioni ed ai calcoli eseguiti, le tensioni ammissibili di contatto fondazione/terreno risultano così indicate per le DPSH effettuate:

Carico ammissibile	= 1,18 Kg/cm ²	= 11,8 ton/m ²
Carico S.L.U. – App.II	= 1,18 Kg/cm ²	= 11,8 ton/m ²
Carico S.L.U. - Sismica	= 1,18 Kg/cm ²	= 11,8 ton/m ²
Carico di esercizio S.L.E	= 1,18 Kg/cm ²	= 11,8 ton/m ²

Per quanto riguarda le fondazioni, si sono ipotizzate quelle dirette superficiali posate ad una profondità di ca. cm. -240 dall'attuale p. cantiere.

Cedimento verificato SLE secondo teoria della elasticità è risultato pari a mm. 3,24 considerando una fondazione rigida.

Il modulo di reazione di Winkler risulta pari a 1,49 Kg/cm³. (secondo il metodo di Bowles).

Al termine delle prove si è verificato che il livello della falda superficiale è compreso tra m. -7,43 e m. -7,80. Per le caratteristiche idrogeologiche si veda il par. 5)

Verifica agli Stati Limite di Esercizio (SLE) – (NTC 2018)

I valori di Rd (SLE) saranno espressi correlandoli con le valutazioni dei cedimenti indotti dalle resistenze in corrispondenza dei livelli individuati al di sotto del piano di posa delle fondazioni. Così operando verranno calcolati i valori degli spostamenti e delle distorsioni del terreno, sempre sotto il piano di posa, per

verificarne la compatibilità con i requisiti prestazionali della struttura in progetto, nel rispetto della condizione:

$$C_d \geq E_d$$

dove:

Ed: valore di progetto dell'effetto delle azioni;

Cd: valore limite dell'effetto delle azioni.

L'applicazione di un carico produce una variazione dello stato tensionale del terreno; il carico applicato tende a diffondersi in profondità fino al suo completo assorbimento. I cedimenti sono causati dalla deformazione elastica e plastica dei terreni di fondazione: tale deformazione nei terreni a tessitura fine (argille e limi) si realizza in tempi molto lunghi con l'espulsione dell'acqua contenuta tra le varie particelle di terreno (consolidamento).

Il metodo utilizzato è quello di Boussinesq. Il cedimento calcolato è quello assoluto riferito al centro della fondazione considerata rigida, applicando un carico di esercizio ipotizzato pari a 0.85 kg/cm^2 (fondazione nastriforme).

Sulla base di quanto sopra esposto, considerando un carico di esercizio rispettivamente pari a $E_{dSLE} = 1,18 \text{ kg/cm}^2$ il cedimento per la tipologia di fondazione considerata risulta compreso paria a cm. 3,24 ed è accettabilissimo in rapporto alla fondazione ipotizzata (platea).

Si evidenzia come i cedimenti sopra ipotizzati vengano calcolati in base a parametri geotecnici dedotti dalla resistenza alla punta delle prove penetrometriche eseguite; tali valori, seppur indicativi, dovrebbero essere confrontati con moduli di deformazione ricavati da specifiche prove in sito per avere garanzia di maggiore validità.

Per quanto riguarda a_g , secondo il D.M. 17 gennaio 2018, il sito risulta individuato nella Classe C e con accelerazione di picco pari a **0,154219 g (D.G.r. X/2129 del 11/07/2014)**, **0,148 g (Spettri NTC ver. 1.0.3)** e **0,1548 g (D.M. 17/01/2018 con coordinate geografiche in DPSH3)**; periodo di riferimento pari ad anni 50 di vita nominale e probabilità di superamento pari al 10%, classe d'uso II e coefficiente d'uso delle costruzioni c_u pari a 1,0.

Categoria topografica individuata: **T1**;

SLC: $g = 0,1994$

SLV: $g = 0,1529$

SLD: $g = 0,0553$

SLO: $g = 0,0413$

Fattore di amplificazione del sito:

$$\mathbf{Fa\ (0,1-0,5) = 1,8 \quad Fa\ (0,5-1,5) = 1,3}$$

In relazione alle condizioni stratigrafiche e topografiche del sito riscontrate si escludono fenomeni di liquefazione e fenomeni di instabilità dei pendii, così come definiti rispettivamente ai par. 7.11.3.4.2. del D.M. 17/01/18.

Infine, qualora i dati costruttivi ipotizzati dovessero variare significativamente il carico unitario ammissibile dovrà essere riverificato.

Sermide, Maggio 2019

dott. geol. Marco Mantovani



A circular professional stamp in green ink. The outer ring contains the text "ORDINE DEI GEOLOGI della LOMBARDIA". The inner circle contains the text "MANTOVANI MARCO" and "n° 448". Below the stamp is a handwritten signature in blue ink.

-DOTT. GEOL. MARCO MANTOVANI

-Viale Della Rinascita, 12--46028 Seride e Felonica (MN)--m.mantovani5@virgilio.it

Committente: FRANCHINI LAMIERE S.P.A.

Località: VIA IV NOVEMBRE - BRESCIA

Data: MAGGIO 2019

Riferimenti:

Riassunto del calcolo dei cedimenti

Fondazione n.

Verifica allo Stato Limite d'Esercizio

Larghezza della fondazione (m):	1,5
Lunghezza della fondazione (m):	10
Carico applicato sulla fondazione (kg/cm ²):	1,181

Livelli incoerenti

Metodo di calcolo dei cedimenti nei livelli incoerenti:	Teoria dell'elasticità
Tempo di calcolo dei cedimenti secondari (anni):	30
Carico statico o pulsante (Burland e Burbridge):	n.c.
Nspt crescente o decrescente (Burland e Burbridge):	n.c.

	Vertice sinistro	Punto centrale	Vertice destro
Cedimento immediato (mm):	0	32,4	0
Cedimento secondario (mm):	0	0	0
Somma ced. incoerenti (mm):	0	32,4	0

Livelli coesivi

Metodo di calcolo dei cedimenti nei livelli coesivi:	Teoria dell'elasticità
Tempo di calcolo cedimenti di consolidazione(anni):	20

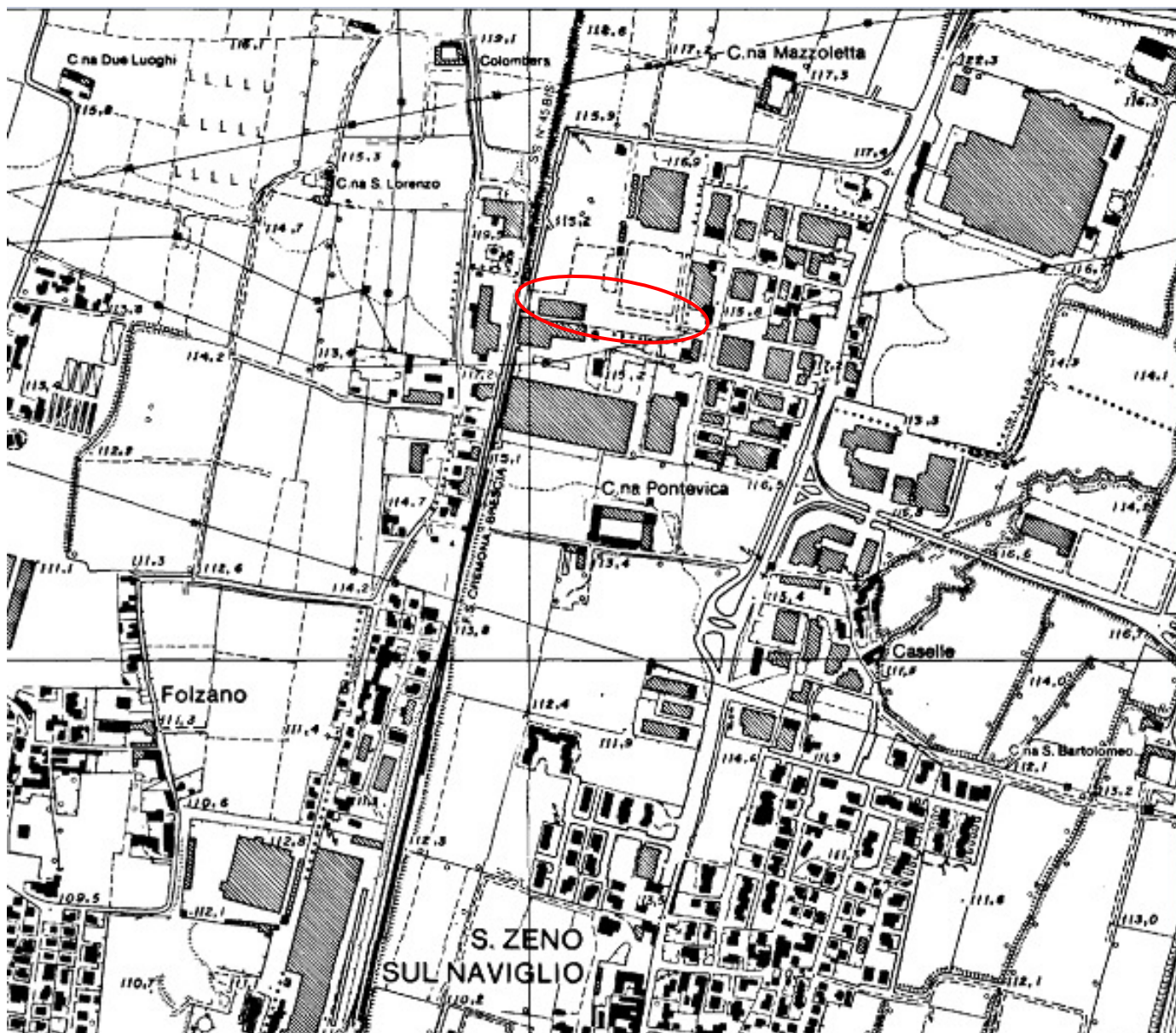
	Vertice sinistro	Punto centrale	Vertice destro
Ced.di consolidazione (mm):	0	0	0
Cedimento secondario (mm):	0	0	0
Somma ced. coesivi (mm):	0	0	0

Cedimenti complessivi (incoerenti+coesivi)

	Vertice sinistro	Punto centrale	Vertice destro
Cedimento complessivo (mm):	0	32,4	0
Max cedim. differenziale(mm):	0		
Massima distorsione (%):	0		
Fondazione rigida o flessibile:	Fondazione rigida		

Verifica allo Stato Limite di Danno

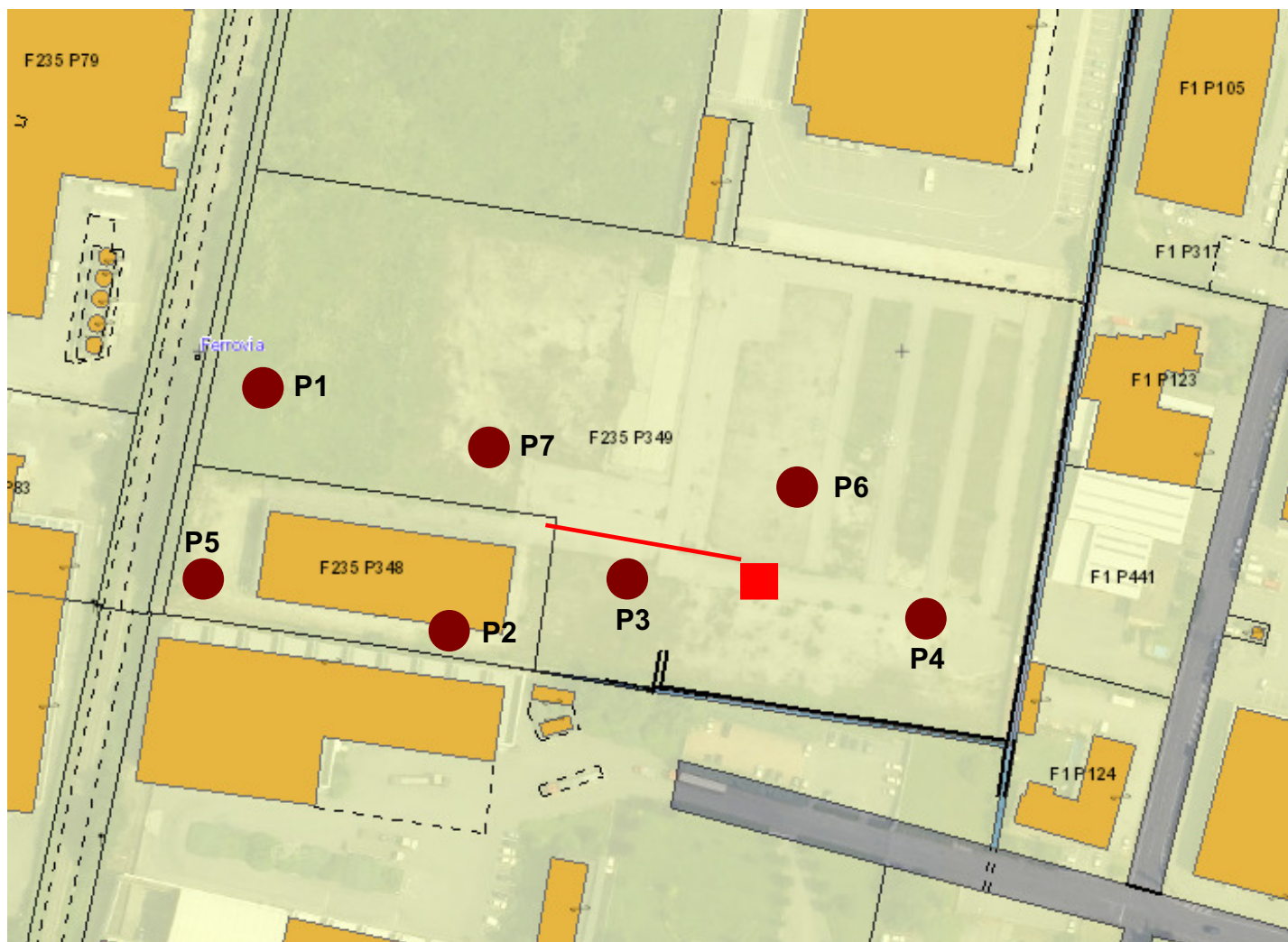
Cedimento indotto dal sisma (mm):	0
-----------------------------------	--------------------------------



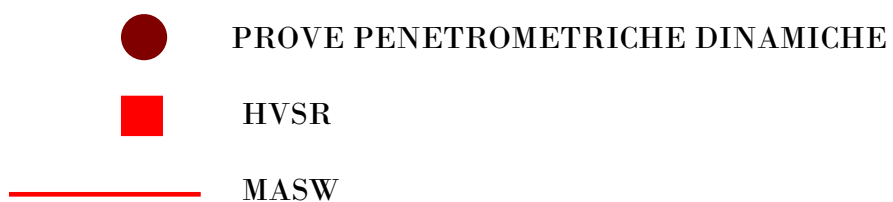
STRALCIO C.T.R. Sezione N° D6b2 – FLERO
1:10.000



Area oggetto dello studio



Estratto mappa catastale: Fg. 235 part. 348, 349





Da Google Earth: panoramica dell'area oggetto dell'intervento



Area oggetto dello studio



Acquisizione dei segnali sismici mediante sismografo Geometrics



Misura del microtremore sismico mediante tecnica HVSr



Stendimento sismico M.A.S.W.



Shot Sismico verticale per la generazione delle onde di Rayleigh



Penetrometro usato DPSH

DOTT. GEOL.MARCO MANTOVANI

1

Viale Della Rinascita, 12
46028 Sermide e Felonica (MN)
m.mantovani5@virgilio.it

Customer:	FRANCHINI LAMIERE SPA				
Location:	VIA IV NOVEMBRE - BRESCIA			Altitude(m):	115,2
Initial date:	14 MAGGIO 2019	Final date:	15 MAGGIO 2019	ID site:	FL DPSH1
Penetrometer:	DPSH				
Coordinates:	45,50268333 10,216825				
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA: TABELLA DATI					
N.	Prof.(m)	N.punta	N.riv.to	Nspt eq.	N.riv.c.
1	0,3	4		4	
2	0,6	4		4	
3	0,9	3		3	
4	1,2	3		3	
5	1,5	3		3	
6	1,8	5		5	
7	2,1	4		4	
8	2,4	5		5	
9	2,7	4		4	
10	3,0	5		5	
11	3,3	5		5	
12	3,6	10		10	
13	3,9	9		9	
14	4,2	9		9	
15	4,5	13		13	
16	4,8	12		12	
17	5,1	17		17	
18	5,4	21		21	
19	5,7	21		21	
20	6,0	21		21	
21	6,3	20		20	
22	6,6	19		19	
23	6,9	20		20	
24	7,2	26		26	
25	7,5	17		17	
26	7,8	13		13	
27	8,1	10		10	
28	8,4	15		15	
29	8,7	12		12	
30	9,0	13		13	
31	9,3	11		11	
32	9,6	18		18	
33	9,9	19		19	
34	10,2	15		15	
35	10,5	13		13	
36	10,8	14		14	
37	11,1	13		13	
38	11,4	10		10	
39	11,7	15		15	

DOTT. GEOL.MARCO MANTOVANI

2

Viale Della Rinascita, 12
 46028 Seride e Felonica (MN)
 m.mantovani5@virgilio.it

Customer:	FRANCHINI LAMIERE SPA				
Location:	VIA IV NOVEMBRE - BRESCIA			Altitude(m):	115,2
Initial date:	14 MAGGIO 2019	Final date:	15 MAGGIO 2019	ID site:	FL DPSH1
Penetrometer:	DPSH				
Coordinates:	45,50268333 10,216825				
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA: TABELLA DATI					
N.	Prof.(m)	N.punta	N.riv.to	Nspt eq.	N.riv.c.
40	12,0	22		22	
41	12,3	22		22	
42	12,6	13		13	
43	12,9	24		24	
44	13,2	27		27	
45	13,5	24		24	
46	13,8	19		19	
47	14,1	19		19	
48	14,4	38		38	
49	14,7	50		50	

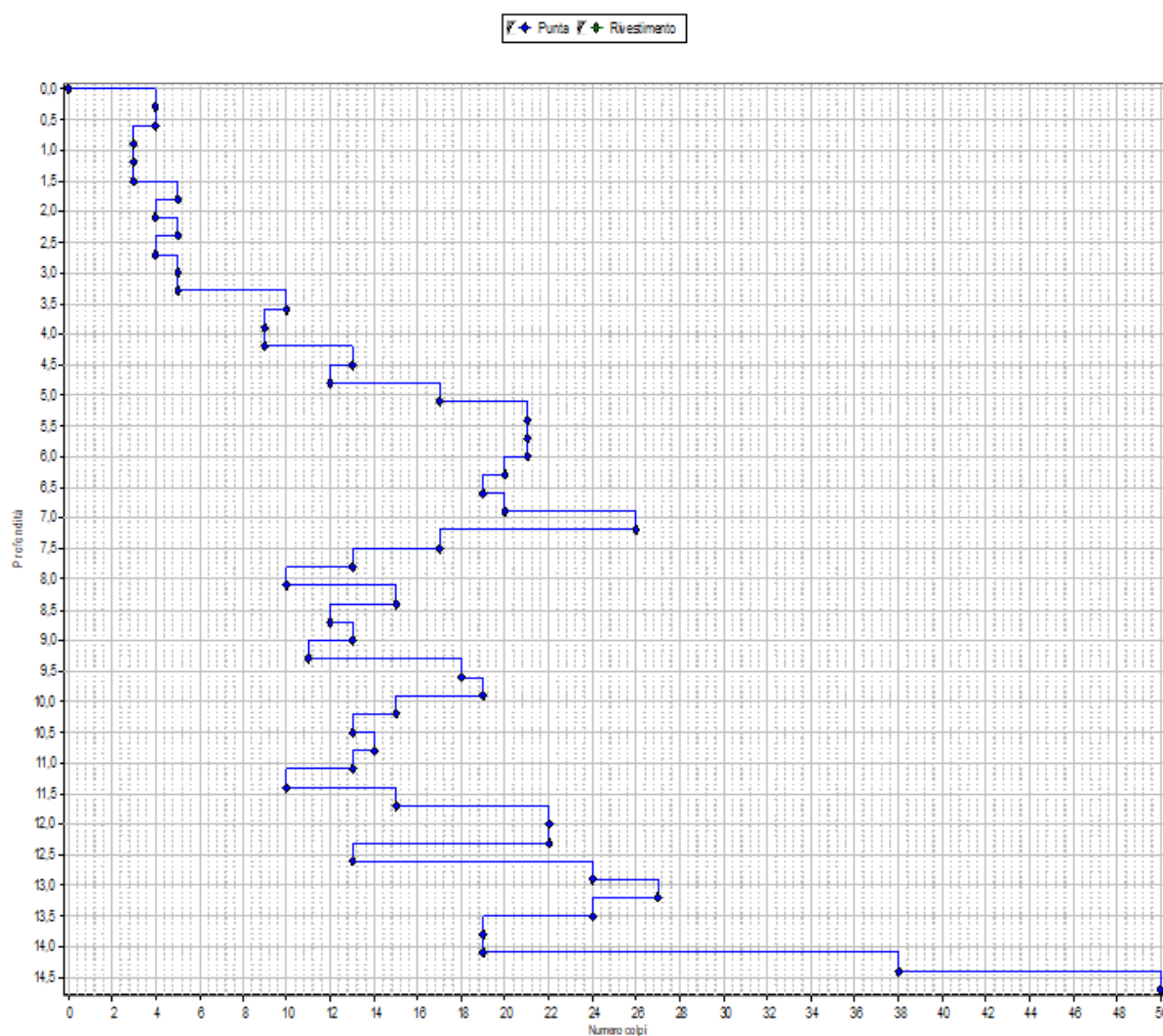
DOTT. GEOL.MARCO MANTOVANI

pag.1

Viale Della Rinascita, 12
46028 Sermide e Felonica (MN)
m.mantovani5@virgilio.it

Committente:	FRANCHINI LAMIERE SPA				
Località:	VIA IV NOVEMBRE - BRESCIA			Quota s.l.m.(m):	115,2
Data inizio cantiere:	14 MAGGIO 2019	Data fine cantiere:	15 MAGGIO 2019	Sigla:	FL DPSH1
Attrezzatura:	DPSH				
Coordinate geografiche:	45,50268333 10,216825				

GRAFICO RIASSUNTIVO DELLA PROVA



DOTT. GEOL.MARCO MANTOVANI

1

Viale Della Rinascita, 12
46028 Seride e Felonica (MN)
m.mantovani5@virgilio.it

Customer:	FRANCHINI LAMIERE SPA							
Location:	VIA IV NOVEMBRE - BRESCIA						Altitude(m):	115,2
Initial date:	14 MAGGIO 2019			Final date:	15 MAGGIO 2019		ID site:	FL DPSH1
Penetrometer:	DPSH							
Coordinates:	45.50268333 10,216825							
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA: TABELLA STRATIGRAFIA								
N.	Prof.(m)	Nspt eq.	N.riv.to	Gamma(kg/m	saturazione	Nspt medio	N.riv.medio	Descrizione
1	0,3	5		1733	0	5	0	Sabbia sciolta
2	0,6	5		1733	0	5	0	Sabbia sciolta
3	0,9	3		1700	0	3	0	Sabbia molto sciolta
4	1,2	3		1700	0	3	0	Sabbia molto sciolta
5	1,5	3		1700	0	3	0	Sabbia molto sciolta
6	1,8	6		1767	0	6	0	Sabbia sciolta
7	2,1	5		1733	0	5	0	Sabbia sciolta
8	2,4	6		1767	0	6	0	Sabbia sciolta
9	2,7	5		1733	0	5	0	Sabbia sciolta
10	3,0	6		1767	0	6	0	Sabbia sciolta
11	3,3	6		1767	0	6	0	Sabbia sciolta
12	3,6	11		1805	0	11	0	Sabbia compatta
13	3,9	10		1800	0	10	0	Sabbia compatta
14	4,2	10		1800	0	10	0	Sabbia compatta
15	4,5	15		1825	0	15	0	Sabbia compatta
16	4,8	14		1820	0	14	0	Sabbia compatta
17	5,1	20		1850	0	20	0	Sabbia compatta
18	5,4	24		1870	0	24	0	Sabbia compatta
19	5,7	24		1870	0	24	0	Sabbia compatta
20	6,0	24		1870	0	24	0	Sabbia compatta
21	6,3	23		1865	0	23	0	Sabbia compatta
22	6,6	22		1860	0	22	0	Sabbia compatta
23	6,9	23		1865	0	23	0	Sabbia compatta
24	7,2	30		1850	0	30	0	Sabbia densa
25	7,5	20		1926	0	20	0	Sabbia compatta
26	7,8	15		1925	0	15	0	Sabbia compatta
27	8,1	11		1905	0	11	0	Sabbia compatta
28	8,4	17		1935	0	17	0	Sabbia compatta
29	8,7	14		1920	0	14	0	Sabbia compatta
30	9,0	15		1925	0	15	0	Sabbia compatta
31	9,3	13		1915	0	13	0	Sabbia compatta
32	9,6	21		1955	0	21	0	Sabbia compatta
33	9,9	22		1960	0	22	0	Sabbia compatta
34	10,2	17		1935	0	17	0	Sabbia compatta
35	10,5	15		1925	0	15	0	Sabbia compatta
36	10,8	16		1930	0	16	0	Sabbia compatta
37	11,1	15		1925	0	15	0	Sabbia compatta
38	11,4	11		1905	0	11	0	Sabbia compatta
39	11,7	17		1935	0	17	0	Sabbia compatta

DOtt. GEOL.MARCO MANTOVANI

2

Viale Della Rinascita, 12
46028 Seride e Felonica (MN)
m.mantovani5@virgilio.it

Customer:	FRANCHINI LAMIERE SPA							
Location:	VIA IV NOVEMBRE - BRESCIA						Altitude(m):	115.2
Initial date:	14 MAGGIO 2019		Final date:	15 MAGGIO 2019		ID site:	FL DPSH1	
Penetrometer:	DPSH							
Coordinates:	45,50268333 10,216825							
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA: TABELLA STRATIGRAFIA								
N.	Prof.(m)	Nspt eq.	N.riv.to	Gamma(kg/m	saturazione	Nspt medio	N.riv.medio	Descrizione
40	12,0	25		1975	0	25	0	Sabbia compatta
41	12,3	25		1975	0	25	0	Sabbia compatta
42	12,6	15		1925	0	15	0	Sabbia compatta
43	12,9	28		1990	0	28	0	Sabbia compatta
44	13,2	31		1962	0	31	0	Sabbia densa
45	13,5	28		1990	0	28	0	Sabbia compatta
46	13,8	22		1960	0	22	0	Sabbia compatta
47	14,1	22		1960	0	22	0	Sabbia compatta
48	14,4	44		2125	0	44	0	Sabbia densa
49	14,7	57		2000	0	57	0	Sabbia molto densa

DOTT. GEOL.MARCO MANTOVANI

1

Viale Della Rinascita, 12
46028 Seride e Felonica (MN)
m.mantovani5@virgilio.it

Customer:	FRANCHINI LAMIERE SPA								
Location:	VIA IV NOVEMBRE - BRESCIA						Altitude(m):		115,2
Initial date:		14 MAGGIO 2019		Final date:		15 MAGGIO 2019		ID site:	FL DPH1
Penetrometer:	DPSH								
Coordinates:	45,50268333 10,216825								
PARAMETRI GEOTECNICI: RIASSUNTO DATI									
N.	Prof.(m)	Nspt eq.	Phi picco(°)	Phi c.v.(°)	Gamma(kg/mc	Dr %	Cu(kg/cmq)	EY(kg/cmq)	Eed.(kg/cmq)
1	0,3	5	28,3	28,3	1733,0	18,0	0,0	105,73	35,5
2	0,6	5	28,3	28,3	1733,0	18,0	0,0	105,73	35,5
3	0,9	3	28,0	28,0	1700,0	15,0	0,0	55,94	21,3
4	1,2	3	28,0	28,0	1700,0	15,0	0,0	55,94	21,3
5	1,5	3	28,0	28,0	1700,0	15,0	0,0	55,94	21,3
6	1,8	6	28,7	28,6	1767,0	22,0	0,0	134,19	42,6
7	2,1	5	28,3	28,3	1733,0	18,0	0,0	105,73	35,5
8	2,4	6	28,7	28,7	1767,0	22,0	0,0	134,19	42,6
9	2,7	5	28,3	28,3	1733,0	18,0	0,0	105,73	35,5
10	3,0	6	28,7	28,7	1767,0	22,0	0,0	134,19	42,6
11	3,3	6	28,7	28,7	1767,0	22,0	0,0	134,19	42,6
12	3,6	11	30,3	28,8	1805,0	37,0	0,0	309,56	78,1
13	3,9	10	30,0	28,9	1800,0	35,0	0,0	270,28	71,0
14	4,2	10	30,0	29,0	1800,0	35,0	0,0	270,28	71,0
15	4,5	15	31,5	29,6	1825,0	43,0	0,0	485,78	106,5
16	4,8	14	31,2	29,6	1820,0	41,0	0,0	438,98	99,4
17	5,1	20	33,0	30,5	1850,0	50,0	0,0	744,35	142,0
18	5,4	24	34,2	31,1	1870,0	56,0	0,0	976,94	170,4
19	5,7	24	34,2	31,2	1870,0	56,0	0,0	976,94	170,4
20	6,0	24	34,2	31,3	1870,0	56,0	0,0	976,94	170,4
21	6,3	23	33,9	31,2	1865,0	55,0	0,0	916,9	163,3
22	6,6	22	33,6	31,2	1860,0	53,0	0,0	858,08	156,2
23	6,9	23	33,9	31,3	1865,0	55,0	0,0	916,9	163,3
24	7,2	30	36,0	32,4	1850,0	65,0	0,0	1359,25	213,0
25	7,5	20	33,0	31,1	1926,0	50,0	0,0	744,35	142,0
26	7,8	15	31,5	30,3	1925,0	43,0	0,0	485,78	106,5
27	8,1	11	30,3	29,8	1905,0	37,0	0,0	309,56	78,1
28	8,4	17	32,1	30,7	1935,0	46,0	0,0	584,48	120,7
29	8,7	14	31,2	30,3	1920,0	41,0	0,0	438,98	99,4
30	9,0	15	31,5	30,4	1925,0	43,0	0,0	485,78	106,5
31	9,3	13	30,9	30,2	1915,0	40,0	0,0	393,97	92,3
32	9,6	21	33,3	31,4	1955,0	52,0	0,0	800,54	149,1
33	9,9	22	33,6	31,6	1960,0	53,0	0,0	858,08	156,2
34	10,2	17	32,1	30,8	1935,0	46,0	0,0	584,48	120,7
35	10,5	15	31,5	30,6	1925,0	43,0	0,0	485,78	106,5
36	10,8	16	31,8	30,8	1930,0	44,0	0,0	534,3	113,6
37	11,1	15	31,5	30,6	1925,0	43,0	0,0	485,78	106,5
38	11,4	11	30,3	30,0	1905,0	37,0	0,0	309,56	78,1
39	11,7	17	32,1	31,0	1935,0	46,0	0,0	584,48	120,7

DOTT. GEOL.MARCO MANTOVANI

2

Viale Della Rinascita, 12
46028 Sermide e Felonica (MN)
m.mantovani5@virgilio.it

Customer:	FRANCHINI LAMIERE SPA								
Location:	VIA IV NOVEMBRE - BRESCIA						Altitude(m):	115,2	
Initial date:	14 MAGGIO 2019		Final date:	15 MAGGIO 2019		ID site:	FL DPSH1		
Penetrometer:	DPSH								
Coordinates:	45,50268333 10,216825								
PARAMETRI GEOTECNICI: RIASSUNTO DATI									
N.	Prof.(m)	Nspt eq.	Phi picco(°)	Phi c.v.(°)	Gamma(kg/mc)	Dr %	Cu(kg/cmq)	EY(kg/cmq)	Eed.(kg/cmq)
40	12,0	25	34,5	32,2	1975,0	58,0	0,0	1038,13	177,5
41	12,3	25	34,5	32,3	1975,0	58,0	0,0	1038,13	177,5
42	12,6	15	31,5	30,7	1925,0	43,0	0,0	485,78	106,5
43	12,9	28	35,4	32,8	1990,0	62,0	0,0	1228,03	198,8
44	13,2	31	36,3	33,4	1962,0	66,0	0,0	1426,06	220,1
45	13,5	28	35,4	32,9	1990,0	62,0	0,0	1228,03	198,8
46	13,8	22	33,6	32,0	1960,0	53,0	0,0	858,08	156,2
47	14,1	22	33,6	32,0	1960,0	53,0	0,0	858,08	156,2
48	14,4	44	39,5	35,5	2125,0	79,0	0,0	2336,82	312,4
49	14,7	57	41,0	36,4	2000,0	85,0	0,0	3230,21	404,7

DOTT. GEOL.MARCO MANTOVANI

1

Viale Della Rinascita, 12
46028 Sermide e Felonica (MN)
m.mantovani5@virgilio.it

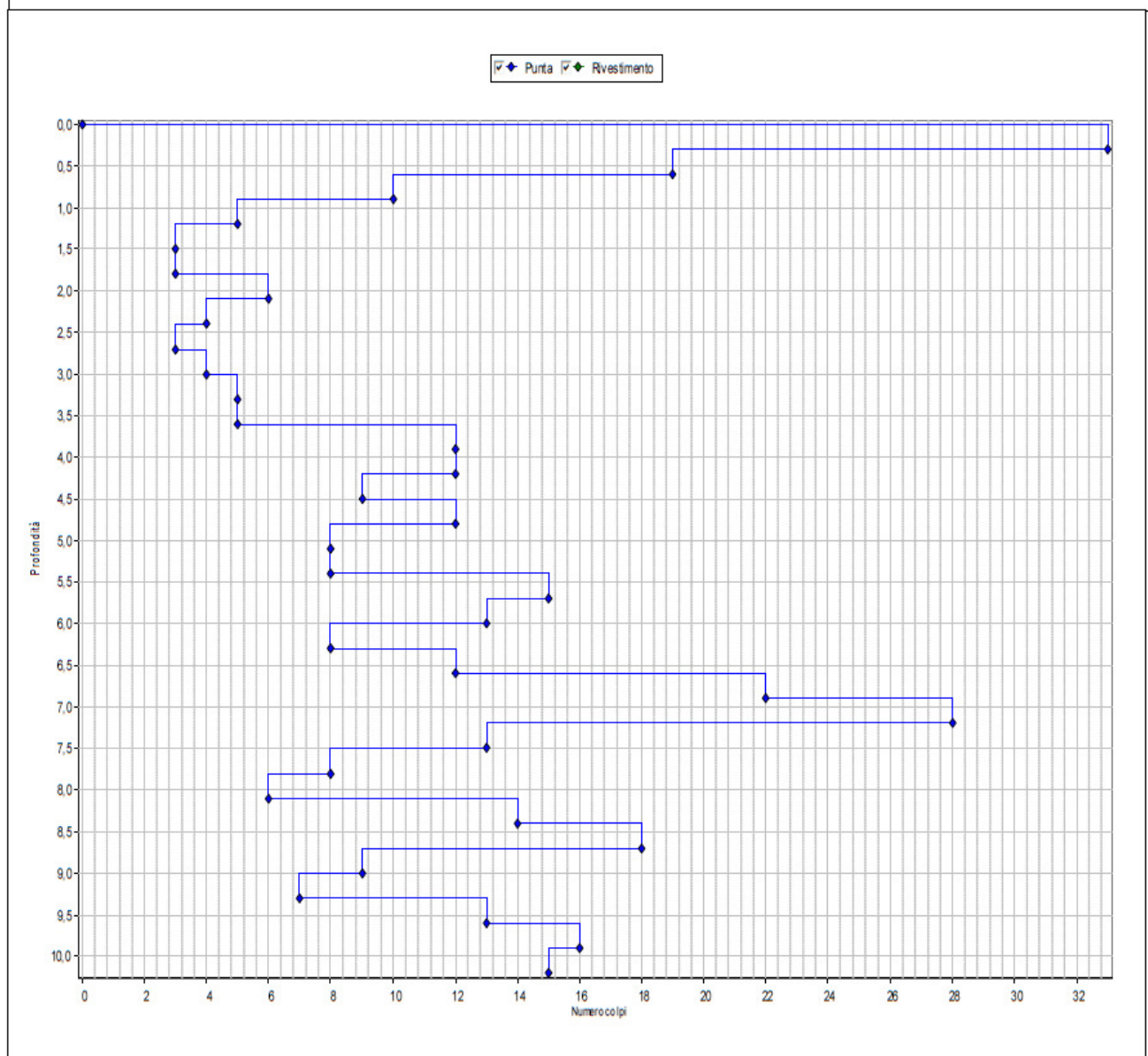
Customer:	FRANCHINI LAMIERE SPA				
Location:	VIA IV NOVEMBRE - BRESCIA			Altitude(m):	115,2
Initial date:	14 MAGGIO 2019	Final date:	15 MAGGIO 2019	ID site:	FL DPSH2
Penetrometer:	DPSH				
Coordinates:	45,50268333 10,216825				
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA: TABELLA DATI					
N.	Prof.(m)	N.punta	N.riv.to	Nspt eq.	N.riv.c.
1	0,30	33		33	
2	0,60	19		19	
3	0,90	10		10	
4	1,20	5		5	
5	1,50	3		3	
6	1,80	3		3	
7	2,10	6		6	
8	2,40	4		4	
9	2,70	3		3	
10	3,00	4		4	
11	3,30	5		5	
12	3,60	5		5	
13	3,90	12		12	
14	4,20	12		12	
15	4,50	9		9	
16	4,80	12		12	
17	5,10	8		8	
18	5,40	8		8	
19	5,70	15		15	
20	6,00	13		13	
21	6,30	8		8	
22	6,60	12		12	
23	6,90	22		22	
24	7,20	28		28	
25	7,50	13		13	
26	7,80	8		8	
27	8,10	6		6	
28	8,40	14		14	
29	8,70	18		18	
30	9,00	9		9	
31	9,30	7		7	
32	9,60	13		13	
33	9,90	16		16	
34	10,20	15		15	

DOTT. GEOL. MARCO MANTOVANI

pag.1

Viale Della Rinascita, 12
46028 Sernide e Felonica (MN)
m.mantovani5@virgilio.it

Committente:	FRANCHINI LAMIERE SPA				
Località:	VIA IV NOVEMBRE - BRESCIA			Quota s.l.m.(m):	115,2
Data inizio cantiere:	14 MAGGIO 2019	Data fine cantiere:	15 MAGGIO 2019	Sigla:	FL DPSH2
Attrezzatura:	DPSH				
Coordinate geografiche:	45,50268333 10,216825				
GRAFICO RIASSUNTIVO DELLA PROVA					



DOCT. GEOL.MARCO MANTOVANI

1

Viale Della Rinascita, 12
46028 Seride e Felonica (MN)
m.mantovani5@virgilio.it

Customer:	FRANCHINI LAMIERE SPA							
Location:	VIA IV NOVEMBRE - BRESCIA						Altitude(m):	115,2
Initial date:	14 MAGGIO 2019		Final date:	15 MAGGIO 2019		ID site:	FL DPSH2	
Penetrometer:	DPSH							
Coordinates:	45,50268333 10,216825							
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA: TABELLA STRATIGRAFIA								
N.	Prof.(m)	Nspt eq.	N.riv.to	Gamma(kg/m	saturazione	Nspt medio	N.riv.medio	Descrizione
1	0,3	38		2050	0	38	0	Sabbia sciolta
2	0,6	22		1960	0	22	0	Sabbia sciolta
3	0,9	11		1905	0	11	0	Sabbia molto sciolta
4	1,2	6		1867	0	6	0	Sabbia molto sciolta
5	1,5	3		1800	0	3	0	Sabbia molto sciolta
6	1,8	3		1800	0	3	0	Sabbia sciolta
7	2,1	7		1900	0	7	0	Sabbia sciolta
8	2,4	5		1833	0	5	0	Sabbia sciolta
9	2,7	3		1800	0	3	0	Sabbia sciolta
10	3,0	5		1833	0	5	0	Sabbia sciolta
11	3,3	6		1867	0	6	0	Sabbia sciolta
12	3,6	6		1867	0	6	0	Sabbia compatta
13	3,9	14		1920	0	14	0	Sabbia compatta
14	4,2	14		1920	0	14	0	Sabbia compatta
15	4,5	10		1900	0	10	0	Sabbia compatta
16	4,8	14		1920	0	14	0	Sabbia compatta
17	5,1	9		1967	0	9	0	Sabbia compatta
18	5,4	9		1967	0	9	0	Sabbia compatta
19	5,7	17		1935	0	17	0	Sabbia compatta
20	6,0	15		1925	0	15	0	Sabbia compatta
21	6,3	9		1967	0	9	0	Sabbia compatta
22	6,6	14		1920	0	14	0	Sabbia compatta
23	6,9	25		1975	0	25	0	Sabbia compatta
24	7,2	32		1975	0	32	0	Sabbia densa
25	7,5	15		1925	0	15	0	Sabbia compatta
26	7,8	9		1967	0	9	0	Sabbia compatta
27	8,1	7		1900	0	7	0	Sabbia compatta
28	8,4	16		1930	0	16	0	Sabbia compatta
29	8,7	21		1955	0	21	0	Sabbia compatta
30	9,0	10		1900	0	10	0	Sabbia compatta
31	9,3	8		1933	0	8	0	Sabbia compatta
32	9,6	15		1925	0	15	0	Sabbia compatta
33	9,9	18		1940	0	18	0	Sabbia compatta
34	10,2	17		1935	0	17	0	Sabbia compatta

DOCT. GEOL.MARCO MANTOVANI

1

Viale Della Rinascita, 12
46028 Seride e Felonica (MN)
m.mantovani5@virgilio.it

Customer:	FRANCHINI LAMIERE SPA								
Location:	VIA IV NOVEMBRE - BRESCIA						Altitude(m):	115,2	
Initial date:	14 MAGGIO 2019		Final date:	15 MAGGIO 2019			ID site:	FL DPSH2	
Penetrometer:	DPSH								
Coordinates:	45,50268333 10,216825								
PARAMETRI GEOTECNICI: RIASSUNTO DATI									
N.	Prof.(m)	Nspt eq.	Phi picco(°)	Phi c.v.(°)	Gamma(kg/mc)	Dr %	Cu(kg/cmq)	EY(kg/cmq)	Eed.(kg/cmq)
1	0,3	38	38,0	30,0	2050,0	73,0	0,0	1910,26	269,8
2	0,6	22	33,6	28,6	1960,0	53,0	0,0	858,08	156,2
3	0,9	11	30,3	27,8	1905,0	37,0	0,0	309,56	78,1
4	1,2	6	28,7	28,4	1867,0	22,0	0,0	134,19	42,6
5	1,5	3	28,0	28,0	1800,0	15,0	0,0	55,94	21,3
6	1,8	3	28,0	28,0	1800,0	15,0	0,0	55,94	21,3
7	2,1	7	29,0	28,3	1900,0	25,0	0,0	164,93	49,7
8	2,4	5	28,3	28,3	1833,0	18,0	0,0	105,73	35,5
9	2,7	3	28,0	28,0	1800,0	15,0	0,0	55,94	21,3
10	3,0	5	28,3	28,3	1833,0	18,0	0,0	105,73	35,5
11	3,3	6	28,7	28,5	1867,0	22,0	0,0	134,19	42,6
12	3,6	6	28,7	28,6	1867,0	22,0	0,0	134,19	42,6
13	3,9	14	31,2	28,5	1920,0	41,0	0,0	438,98	99,4
14	4,2	14	31,2	28,6	1920,0	41,0	0,0	438,98	99,4
15	4,5	10	30,0	28,3	1900,0	35,0	0,0	270,28	71,0
16	4,8	14	31,2	28,8	1920,0	41,0	0,0	438,98	99,4
17	5,1	9	29,7	28,5	1967,0	32,0	0,0	233,04	63,9
18	5,4	9	29,7	28,6	1967,0	32,0	0,0	233,04	63,9
19	5,7	17	32,1	29,2	1935,0	46,0	0,0	584,48	120,7
20	6,0	15	31,5	29,1	1925,0	43,0	0,0	485,78	106,5
21	6,3	9	29,7	28,8	1967,0	32,0	0,0	233,04	63,9
22	6,6	14	31,2	29,2	1920,0	41,0	0,0	438,98	99,4
23	6,9	25	34,5	30,4	1975,0	58,0	0,0	1038,13	177,5
24	7,2	32	36,5	31,3	1975,0	67,0	0,0	1493,59	227,2
25	7,5	15	31,5	29,4	1925,0	43,0	0,0	485,78	106,5
26	7,8	9	29,7	29,0	1967,0	32,0	0,0	233,04	63,9
27	8,1	7	29,0	29,0	1900,0	25,0	0,0	164,93	49,7
28	8,4	16	31,8	29,8	1930,0	44,0	0,0	534,3	113,6
29	8,7	21	33,3	30,4	1955,0	52,0	0,0	800,54	149,1
30	9,0	10	30,0	29,1	1900,0	35,0	0,0	270,28	71,0
31	9,3	8	29,3	29,2	1933,0	28,0	0,0	197,91	56,8
32	9,6	15	31,5	29,8	1925,0	43,0	0,0	485,78	106,5
33	9,9	18	32,4	30,2	1940,0	47,0	0,0	636,26	127,8
34	10,2	17	32,1	30,1	1935,0	46,0	0,0	584,48	120,7

DOTT. GEOL.MARCO MANTOVANI

1

Viale Della Rinascita, 12
46028 Sermide e Felonica (MN)
m.mantovani5@virgilio.it

Customer:	FRANCHINI LAMIERE SPA				
Location:	VIA IV NOVEMBRE - BRESCIA			Altitude(m):	115.2
Initial date:	14 MAGGIO 2019	Final date:	15 MAGGIO 2019	ID site:	FL DPSH3
Penetrometer:	DPSH				
Coordinates:	45,50268333 10,216825				
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA: TABELLA DATI					
N.	Prof.(m)	N.punta	N.riv.to	Nspt eq.	N.riv.c.
1	0,30	18		18	
2	0,60	26		26	
3	0,90	13		13	
4	1,20	4		4	
5	1,50	3		3	
6	1,80	5		5	
7	2,10	5		5	
8	2,40	8		8	
9	2,70	8		8	
10	3,00	4		4	
11	3,30	6		6	
12	3,60	6		6	
13	3,90	7		7	
14	4,20	6		6	
15	4,50	8		8	
16	4,80	7		7	
17	5,10	7		7	
18	5,40	14		14	
19	5,70	22		22	
20	6,00	11		11	
21	6,30	3		3	
22	6,60	7		7	
23	6,90	23		23	
24	7,20	22		22	
25	7,50	18		18	
26	7,80	13		13	
27	8,10	15		15	
28	8,40	13		13	
29	8,70	10		10	
30	9,00	9		9	
31	9,30	12		12	
32	9,60	13		13	
33	9,90	17		17	
34	10,20	14		14	
35	10,50	15		15	
36	10,80	13		13	
37	11,10	17		17	
38	11,40	16		16	

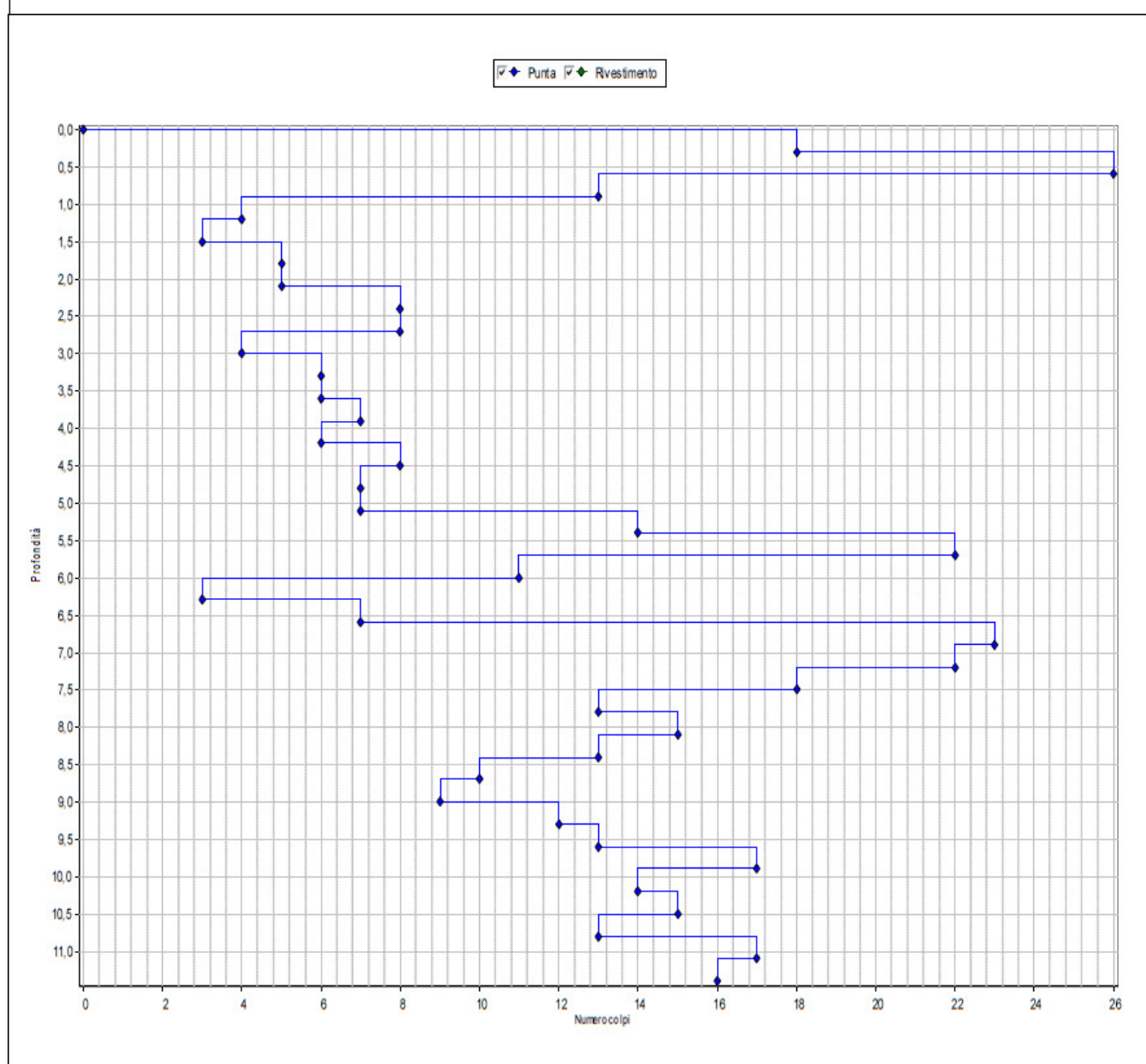
DOCT. GEOL.MARCO MANTOVANI

pag.1

Viale Della Rinascita, 12
46028 Seride e Felonica (MN)
m.mantovani5@virgilio.it

Committente:	FRANCHINI LAMIERE SPA		
Località:	VIA IV NOVEMBRE - BRESCIA	Quota s.l.m.(m):	115,2
Data inizio cantiere:	14 MAGGIO 2019	Data fine cantiere:	15 MAGGIO 2019
Attrezzatura:	DPSH	Sigla:	FL DPSH3
Coordinate geografiche:	45,50268333 10,216825		

GRAFICO RIASSUNTIVO DELLA PROVA



DOTT. GEOL.MARCO MANTOVANI

1

Viale Della Rinascita, 12
46028 Sermide e Felonica (MN)
m.mantovani5@virgilio.it

Customer:	FRANCHINI LAMIERE SPA							
Location:	VIA IV NOVEMBRE - BRESCIA						Altitude(m):	115,2
Initial date:	14 MAGGIO 2019		Final date:	15 MAGGIO 2019		ID site:	FL DPSH3	
Penetrometer:	DPSH							
Coordinates:	45.50268333 10.216825							
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA: TABELLA STRATIGRAFIA								
N.	Prof.(m)	Nspt eq.	N.riv.to	Gamma(kg/m	saturazione	Nspt medio	N.riv.medio	Descrizione
1	0,3	18		1940	0	18	0	Sabbia sciolta
2	0,6	26		1980	0	26	0	Sabbia sciolta
3	0,9	13		1915	0	13	0	Sabbia molto sciolta
4	1,2	4		1800	0	4	0	Sabbia molto sciolta
5	1,5	3		1800	0	3	0	Sabbia molto sciolta
6	1,8	5		1833	0	5	0	Sabbia sciolta
7	2,1	5		1833	0	5	0	Sabbia sciolta
8	2,4	8		1933	0	8	0	Sabbia sciolta
9	2,7	8		1933	0	8	0	Sabbia sciolta
10	3,0	4		1800	0	4	0	Sabbia sciolta
11	3,3	6		1867	0	6	0	Sabbia sciolta
12	3,6	6		1867	0	6	0	Sabbia compatta
13	3,9	7		1900	0	7	0	Sabbia compatta
14	4,2	6		1867	0	6	0	Sabbia compatta
15	4,5	8		1933	0	8	0	Sabbia compatta
16	4,8	7		1900	0	7	0	Sabbia compatta
17	5,1	7		1900	0	7	0	Sabbia compatta
18	5,4	14		1920	0	14	0	Sabbia compatta
19	5,7	22		1960	0	22	0	Sabbia compatta
20	6,0	11		1905	0	11	0	Sabbia compatta
21	6,3	3		1800	0	3	0	Sabbia compatta
22	6,6	7		1900	0	7	0	Sabbia compatta
23	6,9	23		1965	0	23	0	Sabbia compatta
24	7,2	22		1960	0	22	0	Sabbia densa
25	7,5	18		1940	0	18	0	Sabbia compatta
26	7,8	13		1915	0	13	0	Sabbia compatta
27	8,1	15		1925	0	15	0	Sabbia compatta
28	8,4	13		1915	0	13	0	Sabbia compatta
29	8,7	10		1900	0	10	0	Sabbia compatta
30	9,0	9		1967	0	9	0	Sabbia compatta
31	9,3	12		1910	0	12	0	Sabbia compatta
32	9,6	13		1915	0	13	0	Sabbia compatta
33	9,9	17		1935	0	17	0	Sabbia compatta
34	10,2	14		1920	0	14	0	Sabbia compatta
35	10,5	15		1925	0	15	0	Sabbia compatta
36	10,8	13		1915	0	13	0	Sabbia compatta
37	11,1	17		1935	0	17	0	Sabbia compatta
38	11,4	16		1930	0	16	0	Sabbia compatta

DOTT. GEOL.MARCO MANTOVANI

1

Viale Della Rinascita, 12
46028 Sermide e Felonica (MN)
m.mantovani5@virgilio.it

Customer:	FRANCHINI LAMIERE SPA								
Location:	VIA IV NOVEMBRE - BRESCIA						Altitude(m):	115,2	
Initial date:	14 MAGGIO 2019		Final date:	15 MAGGIO 2019		ID site:	FL DPSH3		
Penetrometer:	DPSH								
Coordinates:	45,50268333 10,216825								
PARAMETRI GEOTECNICI: RIASSUNTO DATI									
N.	Prof.(m)	Nspt eq.	Phi picco(°)	Phi c.v.(°)	Gamma(kg/mc	Dr %	Cu(kg/cmq)	EY(kg/cmq)	Eed.(kg/cmq)
1	0,3	18	32,4	28,4	1940,0	47,0	0,0	636,26	127,8
2	0,6	26	34,8	29,0	1980,0	59,0	0,0	1100,42	184,6
3	0,9	13	30,9	27,9	1915,0	40,0	0,0	393,97	92,3
4	1,2	4	28,0	28,0	1800,0	15,0	0,0	79,63	28,4
5	1,5	3	28,0	28,0	1800,0	15,0	0,0	55,94	21,3
6	1,8	5	28,3	28,3	1833,0	18,0	0,0	105,73	35,5
7	2,1	5	28,3	28,3	1833,0	18,0	0,0	105,73	35,5
8	2,4	8	29,3	28,1	1933,0	28,0	0,0	197,91	56,8
9	2,7	8	29,3	28,1	1933,0	28,0	0,0	197,91	56,8
10	3,0	4	28,0	28,0	1800,0	15,0	0,0	79,63	28,4
11	3,3	6	28,7	28,5	1867,0	22,0	0,0	134,19	42,6
12	3,6	6	28,7	28,6	1867,0	22,0	0,0	134,19	42,6
13	3,9	7	29,0	28,5	1900,0	25,0	0,0	164,93	49,7
14	4,2	6	28,7	28,7	1867,0	22,0	0,0	134,19	42,6
15	4,5	8	29,3	28,6	1933,0	28,0	0,0	197,91	56,8
16	4,8	7	29,0	28,7	1900,0	25,0	0,0	164,93	49,7
17	5,1	7	29,0	28,8	1900,0	25,0	0,0	164,93	49,7
18	5,4	14	31,2	28,9	1920,0	41,0	0,0	438,98	99,4
19	5,7	22	33,6	29,8	1960,0	53,0	0,0	858,08	156,2
20	6,0	11	30,3	28,7	1905,0	37,0	0,0	309,56	78,1
21	6,3	3	28,0	28,0	1800,0	15,0	0,0	55,94	21,3
22	6,6	7	29,0	29,0	1900,0	25,0	0,0	164,93	49,7
23	6,9	23	33,9	30,2	1965,0	55,0	0,0	916,9	163,3
24	7,2	22	33,6	30,2	1960,0	53,0	0,0	858,08	156,2
25	7,5	18	32,4	29,8	1940,0	47,0	0,0	636,26	127,8
26	7,8	13	30,9	29,2	1915,0	40,0	0,0	393,97	92,3
27	8,1	15	31,5	29,5	1925,0	43,0	0,0	485,78	106,5
28	8,4	13	30,9	29,3	1915,0	40,0	0,0	393,97	92,3
29	8,7	10	30,0	29,0	1900,0	35,0	0,0	270,28	71,0
30	9,0	9	29,7	29,1	1967,0	32,0	0,0	233,04	63,9
31	9,3	12	30,6	29,4	1910,0	38,0	0,0	350,81	85,2
32	9,6	13	30,9	29,5	1915,0	40,0	0,0	393,97	92,3
33	9,9	17	32,1	30,0	1935,0	46,0	0,0	584,48	120,7
34	10,2	14	31,2	29,7	1920,0	41,0	0,0	438,98	99,4
35	10,5	15	31,5	29,9	1925,0	43,0	0,0	485,78	106,5
36	10,8	13	30,9	29,6	1915,0	40,0	0,0	393,97	92,3
37	11,1	17	32,1	30,2	1935,0	46,0	0,0	584,48	120,7
38	11,4	16	31,8	30,2	1930,0	44,0	0,0	534,3	113,6

DOTT. GEOL.MARCO MANTOVANI

1

Viale Della Rinascita, 12
46028 Seride e Felonica (MN)
m.mantovani5@virgilio.it

Customer:	FRANCHINI LAMIERE SPA				
Location:	VIA IV NOVEMBRE - BRESCIA			Altitude(m):	115.2
Initial date:	14 MAGGIO 2019	Final date:	15 MAGGIO 2019	ID site:	FL DPSH4
Penetrometer:	DPSH				
Coordinates:	45,50268333 10,216825				
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA: TABELLA DATI					
N.	Prof.(m)	N.punta	N.riv.to	Nspt eq.	N.riv.c.
1	0,30	21		21	
2	0,60	22		22	
3	0,90	9		9	
4	1,20	3		3	
5	1,50	3		3	
6	1,80	6		6	
7	2,10	4		4	
8	2,40	5		5	
9	2,70	7		7	
10	3,00	6		6	
11	3,30	9		9	
12	3,60	10		10	
13	3,90	28		28	
14	4,20	15		15	
15	4,50	13		13	
16	4,80	12		12	
17	5,10	14		14	
18	5,40	10		10	
19	5,70	6		6	
20	6,00	15		15	
21	6,30	32		32	
22	6,60	34		34	
23	6,90	17		17	
24	7,20	15		15	
25	7,50	15		15	
26	7,80	19		19	
27	8,10	18		18	
28	8,40	14		14	
29	8,70	10		10	
30	9,00	12		12	
31	9,30	15		15	
32	9,60	15		15	
33	9,90	17		17	
34	10,20	13		13	
35	10,50	10		10	
36	10,80	16		16	
37	11,10	18		18	
38	11,40	12		12	
39	11,70	10		10	

DOTT. GEOL.MARCO MANTOVANI

2

Viale Della Rinascita, 12
46028 Sermide e Felonica (MN)
m.mantovani5@virgilio.it

Customer:	FRANCHINI LAMIERE SPA				
Location:	VIA IV NOVEMBRE - BRESCIA			Altitude(m):	115,2
Initial date:	14 MAGGIO 2019	Final date:	15 MAGGIO 2019	ID site:	FL DPSH4
Penetrometer:	DPSH				
Coordinates:	45,50268333 10,216825				
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA: TABELLA DATI					
N.	Prof.(m)	N.punta	N.riv.to	Nspt eq.	N.riv.c.
40	12,00	24		24	
41	12,30	31		31	
42	12,60	27		27	
43	12,90	28		28	
44	13,20	27		27	
45	13,50	21		21	
46	13,80	36		36	
47	14,10	50		50	
48	14,40	38		38	

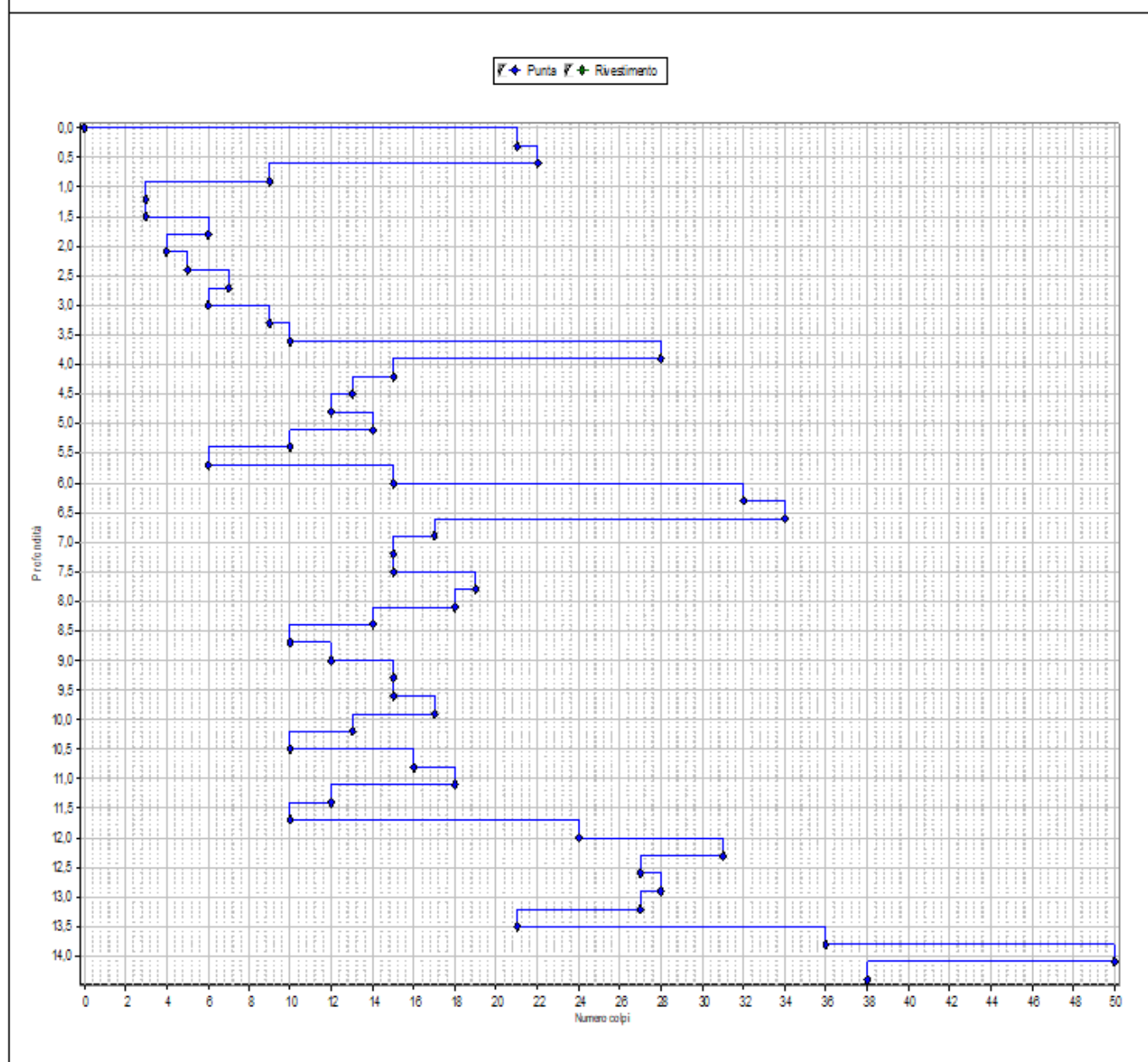
DOTT. GEOL.MARCO MANTOVANI

pag.1

Viale Della Rinascita, 12
46028 Sermide e Felonica (MN)
m.mantovani5@virgilio.it

Committente:	FRANCHINI LAMIERE SPA		
Località:	VIA IV NOVEMBRE - BRESCIA		Quota s.l.m.(m): 115,2
Data inizio cantiere:	14 MAGGIO 2019	Data fine cantiere:	15 MAGGIO 2019
Attrezzatura:	DPSH		Sigla: FL DPSH4
Coordinate geografiche:	45,50268333 10,216825		

GRAFICO RIASSUNTIVO DELLA PROVA



DOCT. GEOL.MARCO MANTOVANI

1

Viale Della Rinascita, 12
46028 Seride e Felonica (MN)
m.mantovani5@virgilio.it

Customer:	FRANCHINI LAMIERE SPA							
Location:	VIA IV NOVEMBRE - BRESCIA						Altitude(m):	115.2
Initial date:	14 MAGGIO 2019		Final date:	15 MAGGIO 2019		ID site:	FL DPSH4	
Penetrometer:	DPSH							
Coordinates:	45,50268333 10,216825							
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA: TABELLA STRATIGRAFIA								
N.	Prof.(m)	Nspt eq.	N.riv.to	Gamma(kg/m	saturazione	Nspt medio	N.riv.medio	Descrizione
1	0,3	21		1955	0	21	0	Sabbia sciolta
2	0,6	22		1960	0	22	0	Sabbia sciolta
3	0,9	9		1967	0	9	0	Sabbia molto sciolta
4	1,2	3		1800	0	3	0	Sabbia molto sciolta
5	1,5	3		1800	0	3	0	Sabbia molto sciolta
6	1,8	6		1867	0	6	0	Sabbia sciolta
7	2,1	4		1800	0	4	0	Sabbia sciolta
8	2,4	5		1833	0	5	0	Sabbia sciolta
9	2,7	7		1900	0	7	0	Sabbia sciolta
10	3,0	6		1867	0	6	0	Sabbia sciolta
11	3,3	9		1967	0	9	0	Sabbia sciolta
12	3,6	10		1900	0	10	0	Sabbia compatta
13	3,9	28		1990	0	28	0	Sabbia compatta
14	4,2	15		1925	0	15	0	Sabbia compatta
15	4,5	13		1915	0	13	0	Sabbia compatta
16	4,8	12		1910	0	12	0	Sabbia compatta
17	5,1	14		1920	0	14	0	Sabbia compatta
18	5,4	10		1900	0	10	0	Sabbia compatta
19	5,7	6		1867	0	6	0	Sabbia compatta
20	6,0	15		1925	0	15	0	Sabbia compatta
21	6,3	32		1975	0	32	0	Sabbia compatta
22	6,6	34		2000	0	34	0	Sabbia compatta
23	6,9	17		1935	0	17	0	Sabbia compatta
24	7,2	15		1925	0	15	0	Sabbia densa
25	7,5	15		1925	0	15	0	Sabbia compatta
26	7,8	19		1945	0	19	0	Sabbia compatta
27	8,1	18		1940	0	18	0	Sabbia compatta
28	8,4	14		1920	0	14	0	Sabbia compatta
29	8,7	10		1900	0	10	0	Sabbia compatta
30	9,0	12		1910	0	12	0	Sabbia compatta
31	9,3	15		1925	0	15	0	Sabbia compatta
32	9,6	15		1925	0	15	0	Sabbia compatta
33	9,9	17		1935	0	17	0	Sabbia compatta
34	10,2	13		1915	0	13	0	Sabbia compatta
35	10,5	10		1900	0	10	0	Sabbia compatta
36	10,8	16		1930	0	16	0	Sabbia compatta
37	11,1	18		1940	0	18	0	Sabbia compatta
38	11,4	12		1910	0	12	0	Sabbia compatta
39	11,7	10		1900	0	10	0	Sabbia compatta

DOTT. GEOL.MARCO MANTOVANI

2

Viale Della Rinascita, 12
 46028 Sermide e Felonica (MN)
 m.mantovani5@virgilio.it

Customer:	FRANCHINI LAMIERE SPA							
Location:	VIA IV NOVEMBRE - BRESCIA						Altitude(m):	115,2
Initial date:	14 MAGGIO 2019		Final date:	15 MAGGIO 2019		ID site:	FL DPSH4	
Penetrometer:	DPSH							
Coordinates:	45,50268333 10,216825							
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA: TABELLA STRATIGRAFIA								
N.	Prof.(m)	Nspt eq.	N.riv.to	Gamma(kg/m	saturazione	Nspt medio	N.riv.medio	Descrizione
40	12,0	24		1970	0	24	0	Sabbia compatta
41	12,3	31		1962	0	31	0	Sabbia compatta
42	12,6	27		1985	0	27	0	Sabbia compatta
43	12,9	28		1990	0	28	0	Sabbia compatta
44	13,2	27		1985	0	27	0	Sabbia densa
45	13,5	21		1955	0	21	0	Sabbia compatta
46	13,8	36		2025	0	36	0	Sabbia compatta
47	14,1	50		2000	0	50	0	Sabbia compatta

DOCT. GEOL.MARCO MANTOVANI

1

Viale Della Rinascita, 12
46028 Seride e Felonica (MN)
m.mantovani5@virgilio.it

Customer:	FRANCHINI LAMIERE SPA				
Location:	VIA IV NOVEMBRE - BRESCIA			Altitude(m):	115,2
Initial date:	14 MAGGIO 2019	Final date:	15 MAGGIO 2019	ID site:	FL DPSH4
Penetrometer:	DPSH				
Coordinates:	45,50268333 10,216825				
PARAMETRI GEOTECNICI: RIASSUNTO DATI					

N.	Prof.(m)	Nspt eq.	Phi picco(°)	Phi c.v.(°)	Gamma(kg/mc)	Dr %	Cu(kg/cm ²)	EY(kg/cm ²)	Eed.(kg/cm ²)
1	0,3	21	33,3	28,5	1955,0	52,0	0,0	800,54	149,1
2	0,6	22	33,6	28,6	1960,0	53,0	0,0	858,08	156,2
3	0,9	9	29,7	27,9	1967,0	32,0	0,0	233,04	63,9
4	1,2	3	28,0	28,0	1800,0	15,0	0,0	55,94	21,3
5	1,5	3	28,0	28,0	1800,0	15,0	0,0	55,94	21,3
6	1,8	6	28,7	28,4	1867,0	22,0	0,0	134,19	42,6
7	2,1	4	28,0	28,0	1800,0	15,0	0,0	79,63	28,4
8	2,4	5	28,3	28,3	1833,0	18,0	0,0	105,73	35,5
9	2,7	7	29,0	28,3	1900,0	25,0	0,0	164,93	49,7
10	3,0	6	28,7	28,5	1867,0	22,0	0,0	134,19	42,6
11	3,3	9	29,7	28,1	1967,0	32,0	0,0	233,04	63,9
12	3,6	10	30,0	28,1	1900,0	35,0	0,0	270,28	71,0
13	3,9	28	35,4	29,7	1990,0	62,0	0,0	1228,03	198,8
14	4,2	15	31,5	28,6	1925,0	43,0	0,0	485,78	106,5
15	4,5	13	30,9	28,5	1915,0	40,0	0,0	393,97	92,3
16	4,8	12	30,6	28,6	1910,0	38,0	0,0	350,81	85,2
17	5,1	14	31,2	28,9	1920,0	41,0	0,0	438,98	99,4
18	5,4	10	30,0	28,5	1900,0	35,0	0,0	270,28	71,0
19	5,7	6	28,7	28,7	1867,0	22,0	0,0	134,19	42,6
20	6,0	15	31,5	29,1	1925,0	43,0	0,0	485,78	106,5
21	6,3	32	36,5	31,1	1975,0	67,0	0,0	1493,59	227,2
22	6,6	34	37,0	31,4	2000,0	69,0	0,0	1630,54	241,4
23	6,9	17	32,1	29,5	1935,0	46,0	0,0	584,48	120,7
24	7,2	15	31,5	29,4	1925,0	43,0	0,0	485,78	106,5
25	7,5	15	31,5	29,4	1925,0	43,0	0,0	485,78	106,5
26	7,8	19	32,7	29,9	1945,0	49,0	0,0	689,57	134,9
27	8,1	18	32,4	29,9	1940,0	47,0	0,0	636,26	127,8
28	8,4	14	31,2	29,5	1920,0	41,0	0,0	438,98	99,4
29	8,7	10	30,0	29,1	1900,0	35,0	0,0	270,28	71,0
30	9,0	12	30,6	29,3	1910,0	38,0	0,0	350,81	85,2
31	9,3	15	31,5	29,7	1925,0	43,0	0,0	485,78	106,5
32	9,6	15	31,5	29,8	1925,0	43,0	0,0	485,78	106,5
33	9,9	17	32,1	30,1	1935,0	46,0	0,0	584,48	120,7
34	10,2	13	30,9	29,6	1915,0	40,0	0,0	393,97	92,3
35	10,5	10	30,0	29,3	1900,0	35,0	0,0	270,28	71,0
36	10,8	16	31,8	30,1	1930,0	44,0	0,0	534,3	113,6
37	11,1	18	32,4	30,4	1940,0	47,0	0,0	636,26	127,8
38	11,4	12	30,6	29,6	1910,0	38,0	0,0	350,81	85,2
39	11,7	10	30,0	29,4	1900,0	35,0	0,0	270,28	71,0

DOCT. GEOL.MARCO MANTOVANI

2

Viale Della Rinascita, 12
46028 Seride e Felonica (MN)
m.mantovani5@virgilio.it

Customer:	FRANCHINI LAMIERE SPA								
Location:	VIA IV NOVEMBRE - BRESCIA						Altitude(m):	115,2	
Initial date:	14 MAGGIO 2019			Final date:	15 MAGGIO 2019			ID site:	FL DPSH4
Penetrometer:	DPSH								
Coordinates:	45,50268333 10,216825								
PARAMETRI GEOTECNICI: RIASSUNTO DATI									
N.	Prof.(m)	Nspt eq.	Phi picco(°)	Phi c.v.(°)	Gamma(kg/mc	Dr %	Cu(kg/cmq)	EY(kg/cmq)	Eed.(kg/cmq)
40	12,0	24	34,2	31,3	1970,0	56,0	0,0	976,94	170,4
41	12,3	31	36,3	32,4	1962,0	66,0	0,0	1426,06	220,1
42	12,6	27	35,1	31,8	1985,0	61,0	0,0	1163,74	191,7
43	12,9	28	35,4	32,0	1990,0	62,0	0,0	1228,03	198,8
44	13,2	27	35,1	31,9	1985,0	61,0	0,0	1163,74	191,7
45	13,5	21	33,3	31,1	1955,0	52,0	0,0	800,54	149,1
46	13,8	36	37,5	33,3	2025,0	71,0	0,0	1769,6	255,6
47	14,1	50	41,0	35,3	2000,0	85,0	0,0	2759,69	355,0

DOCT. GEOL.MARCO MANTOVANI

1

Viale Della Rinascita, 12
46028 Sermide e Felonica (MN)
m.mantovani5@virgilio.it

Customer:	FRANCHINI LAMIERE SPA				
Location:	VIA IV NOVEMBRE - BRESCIA			Altitude(m):	115,2
Initial date:	14 MAGGIO 2019	Final date:	15 MAGGIO 2019	ID site:	FL DPH5
Penetrometer:	DPSH				
Coordinates:	45,50268333 10,216825				
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA: TABELLA DATI					
N.	Prof.(m)	N.punta	N.riv.to	Nspt eq.	N.riv.c.
1	0,30	36		36	
2	0,60	22		22	
3	0,90	7		7	
4	1,20	4		4	
5	1,50	5		5	
6	1,80	8		8	
7	2,10	9		9	
8	2,40	11		11	
9	2,70	15		15	
10	3,00	14		14	
11	3,30	9		9	
12	3,60	11		11	
13	3,90	13		13	
14	4,20	17		17	
15	4,50	12		12	
16	4,80	12		12	
17	5,10	10		10	
18	5,40	20		20	
19	5,70	22		22	
20	6,00	18		18	
21	6,30	22		22	
22	6,60	15		15	
23	6,90	18		18	
24	7,20	23		23	
25	7,50	20		20	
26	7,80	14		14	
27	8,10	11		11	
28	8,40	11		11	
29	8,70	12		12	
30	9,00	12		12	
31	9,30	16		16	
32	9,60	15		15	
33	9,90	18		18	
34	10,20	15		15	

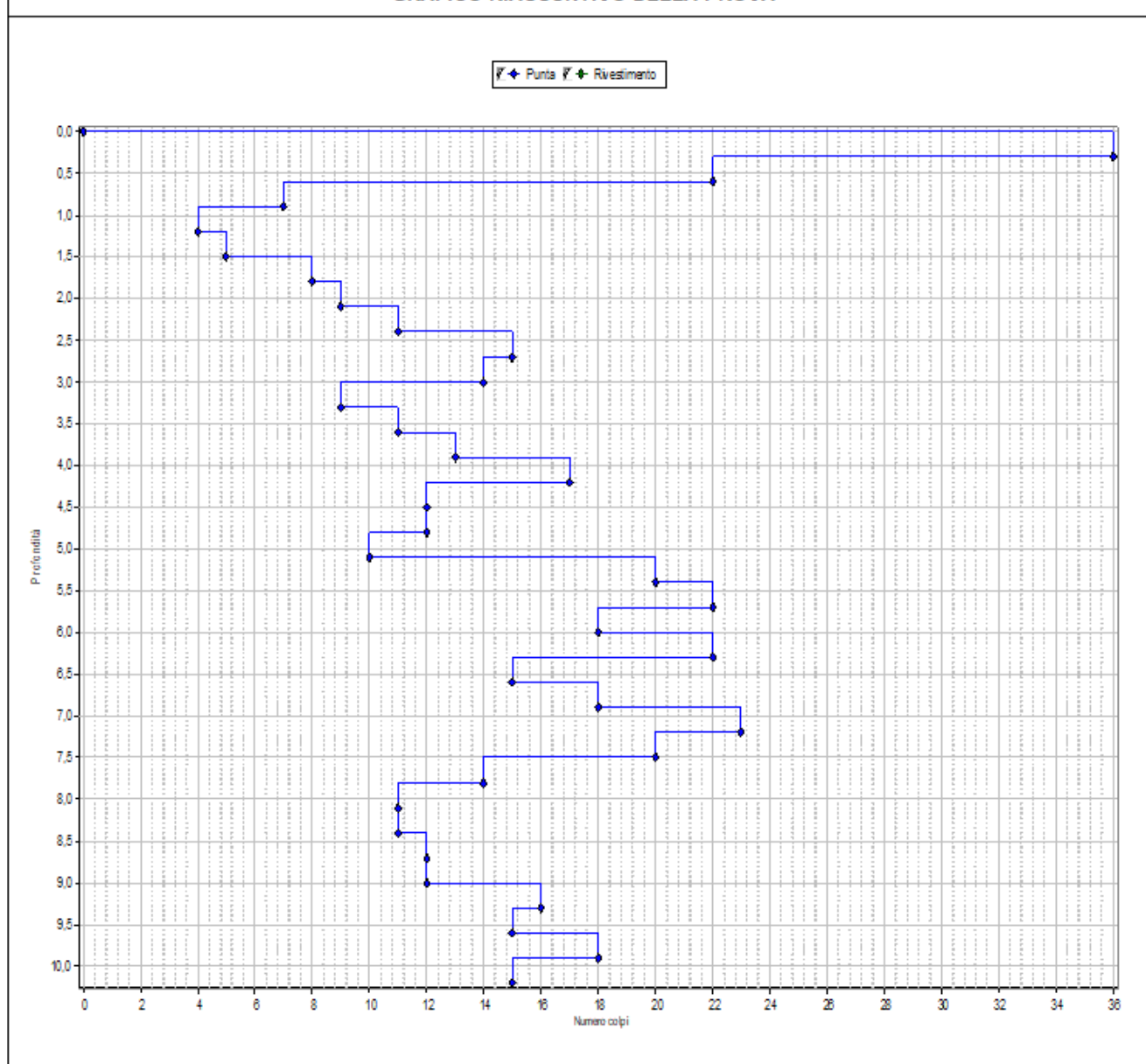
DOCT. GEOL.MARCO MANTOVANI

pag.1

Viale Della Rinascita, 12
46028 Seride e Felonica (MN)
m.mantovani5@virgilio.it

Committente:	FRANCHINI LAMIERE SPA		
Località:	VIA IV NOVEMBRE - BRESCIA	Quota s.l.m.(m):	115,2
Data inizio cantiere:	14 MAGGIO 2019	Data fine cantiere:	15 MAGGIO 2019
Attrezzatura:	DPSH	Sigla:	FL DPSH5
Coordinate geografiche:	45,50268333 10,216825		

GRAFICO RIASSUNTIVO DELLA PROVA



DOCT. GEOL.MARCO MANTOVANI

1

Viale Della Rinascita, 12
46028 Sermide e Felonica (MN)
m.mantovani5@virgilio.it

Customer:	FRANCHINI LAMIERE SPA							
Location:	VIA IV NOVEMBRE - BRESCIA						Altitude(m):	115,2
Initial date:	14 MAGGIO 2019		Final date:	15 MAGGIO 2019		ID site:	FL DPSH5	
Penetrometer:	DPSH							
Coordinates:	45,50268333 10,216825							
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA: TABELLA STRATIGRAFIA								
N.	Prof.(m)	Nspt eq.	N.riv.to	Gamma(kg/m	saturazione	Nspt medio	N.riv.medio	Descrizione
1	0,3	36		2025	0	36	0	Sabbia sciolta
2	0,6	22		1960	0	22	0	Sabbia sciolta
3	0,9	7		1900	0	7	0	Sabbia molto sciolta
4	1,2	4		1800	0	4	0	Sabbia molto sciolta
5	1,5	5		1833	0	5	0	Sabbia molto sciolta
6	1,8	8		1933	0	8	0	Sabbia sciolta
7	2,1	9		1967	0	9	0	Sabbia sciolta
8	2,4	11		1905	0	11	0	Sabbia sciolta
9	2,7	15		1925	0	15	0	Sabbia sciolta
10	3,0	14		1920	0	14	0	Sabbia sciolta
11	3,3	9		1967	0	9	0	Sabbia sciolta
12	3,6	11		1905	0	11	0	Sabbia compatta
13	3,9	13		1915	0	13	0	Sabbia compatta
14	4,2	17		1935	0	17	0	Sabbia compatta
15	4,5	12		1910	0	12	0	Sabbia compatta
16	4,8	12		1910	0	12	0	Sabbia compatta
17	5,1	10		1900	0	10	0	Sabbia compatta
18	5,4	20		1950	0	20	0	Sabbia compatta
19	5,7	22		1960	0	22	0	Sabbia compatta
20	6,0	18		1940	0	18	0	Sabbia compatta
21	6,3	22		1960	0	22	0	Sabbia compatta
22	6,6	15		1925	0	15	0	Sabbia compatta
23	6,9	18		1940	0	18	0	Sabbia compatta
24	7,2	23		1965	0	23	0	Sabbia densa
25	7,5	20		1950	0	20	0	Sabbia compatta
26	7,8	14		1920	0	14	0	Sabbia compatta
27	8,1	11		1905	0	11	0	Sabbia compatta
28	8,4	11		1905	0	11	0	Sabbia compatta
29	8,7	12		1910	0	12	0	Sabbia compatta
30	9,0	12		1910	0	12	0	Sabbia compatta
31	9,3	16		1930	0	16	0	Sabbia compatta
32	9,6	15		1925	0	15	0	Sabbia compatta
33	9,9	18		1940	0	18	0	Sabbia compatta
34	10,2	15		1925	0	15	0	Sabbia compatta

DOTT. GEOL.MARCO MANTOVANI

1

Viale Della Rinascita, 12
46028 Sermide e Felonica (MN)
m.mantovani5@virgilio.it

Customer:	FRANCHINI LAMIERE SPA				
Location:	VIA IV NOVEMBRE - BRESCIA			Altitude(m):	115,2
Initial date:	14 MAGGIO 2019	Final date:	15 MAGGIO 2019	ID site:	FL DPSH5
Penetrometer:	DPSH				
Coordinates:	45,50268333 10,216825				

PARAMETRI GEOTECNICI: RIASSUNTO DATI

N.	Prof.(m)	Nspt eq.	Phi picco(°)	Phi c.v.(°)	Gamma(kg/mc)	Dr %	Cu(kg/cm ²)	EY(kg/cm ²)	Eed.(kg/cm ²)
1	0,3	36	37,5	29,9	2025,0	71,0	0,0	1769,6	255,6
2	0,6	22	33,6	28,6	1960,0	53,0	0,0	858,08	156,2
3	0,9	7	29,0	28,3	1900,0	25,0	0,0	164,93	49,7
4	1,2	4	28,0	28,0	1800,0	15,0	0,0	79,63	28,4
5	1,5	5	28,3	28,3	1833,33	18,0	0,0	105,73	35,5
6	1,8	8	29,3	28,1	1933,33	28,0	0,0	197,91	56,8
7	2,1	9	29,7	27,9	1966,67	32,0	0,0	233,04	63,9
8	2,4	11	30,3	27,8	1905,0	37,0	0,0	309,56	78,1
9	2,7	15	31,5	28,1	1925,0	43,0	0,0	485,78	106,5
10	3,0	14	31,2	28,2	1920,0	41,0	0,0	438,98	99,4
11	3,3	9	29,7	28,1	1966,67	32,0	0,0	233,04	63,9
12	3,6	11	30,3	28,1	1905,0	37,0	0,0	309,56	78,1
13	3,9	13	30,9	28,4	1915,0	40,0	0,0	393,97	92,3
14	4,2	17	32,1	28,9	1935,0	46,0	0,0	584,48	120,7
15	4,5	12	30,6	28,5	1910,0	38,0	0,0	350,81	85,2
16	4,8	12	30,6	28,6	1910,0	38,0	0,0	350,81	85,2
17	5,1	10	30,0	28,5	1900,0	35,0	0,0	270,28	71,0
18	5,4	20	33,0	29,6	1950,0	50,0	0,0	744,35	142,0
19	5,7	22	33,6	29,9	1960,0	53,0	0,0	858,08	156,2
20	6,0	18	32,4	29,5	1940,0	47,0	0,0	636,26	127,8
21	6,3	22	33,6	30,0	1960,0	53,0	0,0	858,08	156,2
22	6,6	15	31,5	29,3	1925,0	43,0	0,0	485,78	106,5
23	6,9	18	32,4	29,7	1940,0	47,0	0,0	636,26	127,8
24	7,2	23	33,9	30,3	1965,0	55,0	0,0	916,9	163,3
25	7,5	20	33,0	30,1	1950,0	50,0	0,0	744,35	142,0
26	7,8	14	31,2	29,4	1920,0	41,0	0,0	438,98	99,4
27	8,1	11	30,3	29,1	1905,0	37,0	0,0	309,56	78,1
28	8,4	11	30,3	29,1	1905,0	37,0	0,0	309,56	78,1
29	8,7	12	30,6	29,3	1910,0	38,0	0,0	350,81	85,2
30	9,0	12	30,6	29,4	1910,0	38,0	0,0	350,81	85,2
31	9,3	16	31,8	29,9	1930,0	44,0	0,0	534,3	113,6
32	9,6	15	31,5	29,8	1925,0	43,0	0,0	485,78	106,5
33	9,9	18	32,4	30,3	1940,0	47,0	0,0	636,26	127,8
34	10,2	15	31,5	29,9	1925,0	43,0	0,0	485,78	106,5

DOTT. GEOL.MARCO MANTOVANI

1

Viale Della Rinascita, 12
46028 Sermide e Felonica (MN)
m.mantovani5@virgilio.it

Customer:	FRANCHINI LAMIERE SPA				
Location:	VIA IV NOVEMBRE - BRESCIA			Altitude(m):	115,2
Initial date:	14 MAGGIO 2019	Final date:	15 MAGGIO 2019	ID site:	FL DPSH6
Penetrometer:	DPSH				
Coordinates:	45,50268333 10,216825				

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA: TABELLA DATI

N.	Prof.(m)	N.punta	N.riv.to	Nspt eq.	N.riv.c.
1	0,3	30		30	
2	0,6	25		25	
3	0,9	9		9	
4	1,2	3		3	
5	1,5	4		4	
6	1,8	5		5	
7	2,1	7		7	
8	2,4	5		5	
9	2,7	7		7	
10	3,0	5		5	
11	3,3	8		8	
12	3,6	12		12	
13	3,9	10		10	
14	4,2	9		9	
15	4,5	16		16	
16	4,8	10		10	
17	5,1	8		8	
18	5,4	13		13	
19	5,7	11		11	
20	6,0	10		10	
21	6,3	16		16	
22	6,6	20		20	
23	6,9	25		25	
24	7,2	15		15	
25	7,5	23		23	
26	7,8	20		20	
27	8,1	18		18	
28	8,4	16		16	
29	8,7	11		11	
30	9,0	8		8	
31	9,3	12		12	
32	9,6	15		15	
33	9,9	18		18	
34	10,2	24		24	

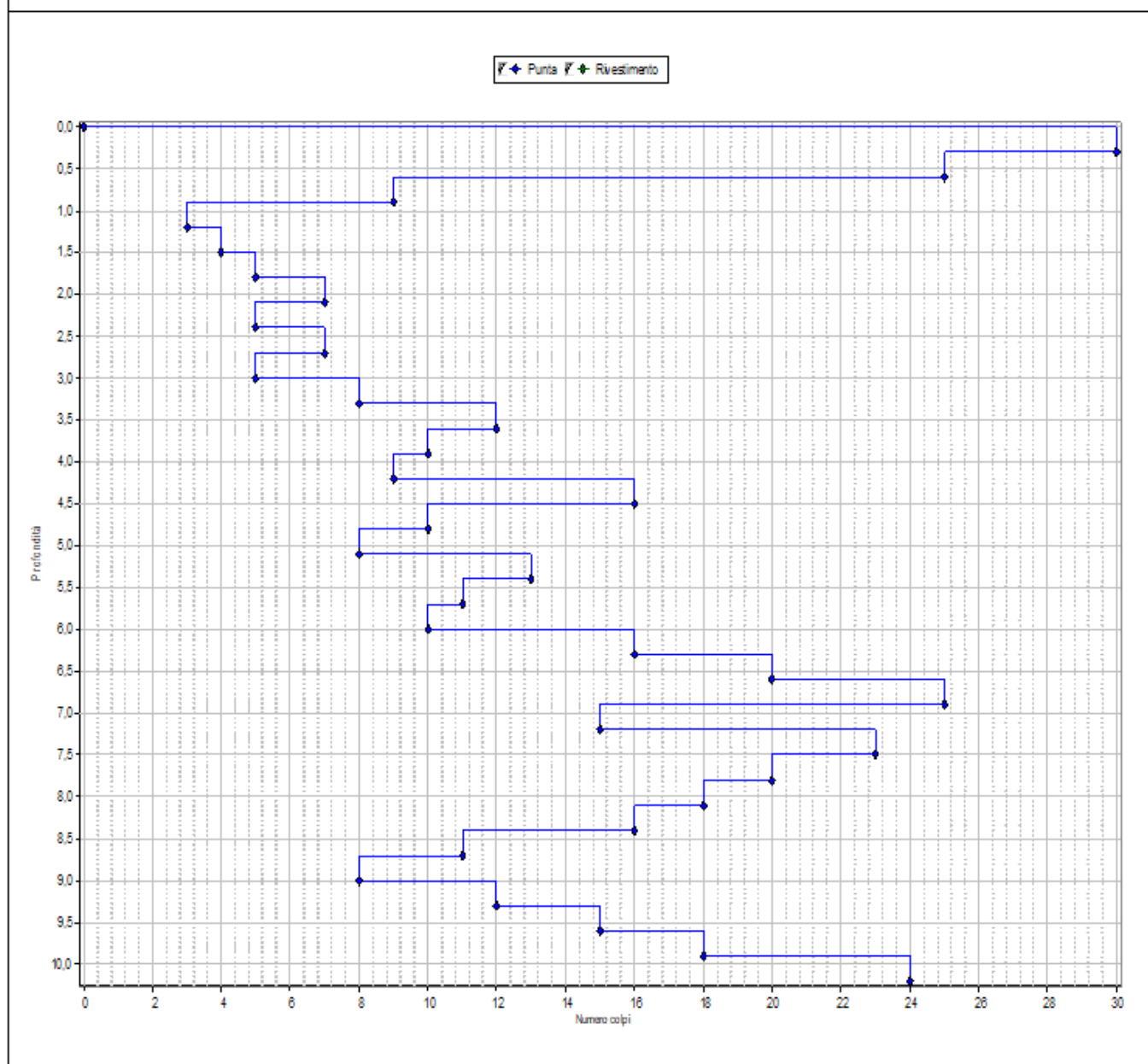
DOTT. GEOL.MARCO MANTOVANI

pag.1

Viale Della Rinascita, 12
46028 Seride e Felonica (MN)
m.mantovani5@virgilio.it

Committente:	FRANCHINI LAMIERE SPA		
Località:	VIA IV NOVEMBRE - BRESCIA	Quota s.l.m.(m):	115,2
Data inizio cantiere:	14 MAGGIO 2019	Data fine cantiere:	15 MAGGIO 2019
Attrezzatura:	DPSH	Sigla:	FL DPSH6
Coordinate geografiche:	45,50268333 10,216825		

GRAFICO RIASSUNTIVO DELLA PROVA



DOTT. GEOL.MARCO MANTOVANI

1

Viale Della Rinascita, 12
46028 Seride e Felonica (MN)
m.mantovani5@virgilio.it

Customer:	FRANCHINI LAMIERE SPA							
Location:	VIA IV NOVEMBRE - BRESCIA						Altitude(m):	115,2
Initial date:	14 MAGGIO 2019		Final date:	15 MAGGIO 2019		ID site:	FL DPSH6	
Penetrometer:	DPSH							
Coordinates:	45,50268333 10,216825							
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA: TABELLA STRATIGRAFIA								
N.	Prof.(m)	Nspt eq.	N.riv.to	Gamma(kg/m	saturazione	Nspt medio	N.riv.medio	Descrizione
1	0,3	30		1950	0	30	0	Sabbia sciolta
2	0,6	25		1975	0	25	0	Sabbia sciolta
3	0,9	9		1967	0	9	0	Sabbia molto sciolta
4	1,2	3		1800	0	3	0	Sabbia molto sciolta
5	1,5	4		1800	0	4	0	Sabbia molto sciolta
6	1,8	5		1833	0	5	0	Sabbia sciolta
7	2,1	7		1900	0	7	0	Sabbia sciolta
8	2,4	5		1833	0	5	0	Sabbia sciolta
9	2,7	7		1900	0	7	0	Sabbia sciolta
10	3,0	5		1833	0	5	0	Sabbia sciolta
11	3,3	8		1933	0	8	0	Sabbia sciolta
12	3,6	12		1910	0	12	0	Sabbia compatta
13	3,9	10		1900	0	10	0	Sabbia compatta
14	4,2	9		1967	0	9	0	Sabbia compatta
15	4,5	16		1930	0	16	0	Sabbia compatta
16	4,8	10		1900	0	10	0	Sabbia compatta
17	5,1	8		1933	0	8	0	Sabbia compatta
18	5,4	13		1915	0	13	0	Sabbia compatta
19	5,7	11		1905	0	11	0	Sabbia compatta
20	6,0	10		1900	0	10	0	Sabbia compatta
21	6,3	16		1930	0	16	0	Sabbia compatta
22	6,6	20		1950	0	20	0	Sabbia compatta
23	6,9	25		1975	0	25	0	Sabbia compatta
24	7,2	15		1925	0	15	0	Sabbia densa
25	7,5	23		1965	0	23	0	Sabbia compatta
26	7,8	20		1950	0	20	0	Sabbia compatta
27	8,1	18		1940	0	18	0	Sabbia compatta
28	8,4	16		1930	0	16	0	Sabbia compatta
29	8,7	11		1905	0	11	0	Sabbia compatta
30	9,0	8		1933	0	8	0	Sabbia compatta
31	9,3	12		1910	0	12	0	Sabbia compatta
32	9,6	15		1925	0	15	0	Sabbia compatta
33	9,9	18		1940	0	18	0	Sabbia compatta
34	10,2	24		1970	0	24	0	Sabbia compatta

DOCT. GEOL.MARCO MANTOVANI

1

Viale Della Rinascita, 12
46028 Sermide e Felonica (MN)
m.mantovani5@virgilio.it

Customer:	FRANCHINI LAMIERE SPA								
Location:	VIA IV NOVEMBRE - BRESCIA						Altitude(m):	115,2	
Initial date:	14 MAGGIO 2019		Final date:	15 MAGGIO 2019		ID site:	FL DPSH6		
Penetrometer:	DPSH								
Coordinates:	45,50268333 10,216825								
PARAMETRI GEOTECNICI: RIASSUNTO DATI									
N.	Prof.(m)	Nspt eq.	Phi picco(°)	Phi c.v.(°)	Gamma(kg/mc	Dr %	Cu(kg/cmq)	EY(kg/cmq)	Eed.(kg/cmq)
1	0,3	30	36,0	29,3	1950,0	65,0	0,0	1359,25	213,0
2	0,6	25	34,5	28,8	1975,0	58,0	0,0	1038,13	177,5
3	0,9	9	29,7	27,9	1966,67	32,0	0,0	233,04	63,9
4	1,2	3	28,0	28,0	1800,0	15,0	0,0	55,94	21,3
5	1,5	4	28,0	28,0	1800,0	15,0	0,0	79,63	28,4
6	1,8	5	28,3	28,3	1833,33	18,0	0,0	105,73	35,5
7	2,1	7	29,0	28,3	1900,0	25,0	0,0	164,93	49,7
8	2,4	5	28,3	28,3	1833,33	18,0	0,0	105,73	35,5
9	2,7	7	29,0	28,3	1900,0	25,0	0,0	164,93	49,7
10	3,0	5	28,3	28,3	1833,33	18,0	0,0	105,73	35,5
11	3,3	8	29,3	28,3	1933,33	28,0	0,0	197,91	56,8
12	3,6	12	30,6	28,2	1910,0	38,0	0,0	350,81	85,2
13	3,9	10	30,0	28,2	1900,0	35,0	0,0	270,28	71,0
14	4,2	9	29,7	28,4	1966,67	32,0	0,0	233,04	63,9
15	4,5	16	31,8	28,9	1930,0	44,0	0,0	534,3	113,6
16	4,8	10	30,0	28,4	1900,0	35,0	0,0	270,28	71,0
17	5,1	8	29,3	28,7	1933,33	28,0	0,0	197,91	56,8
18	5,4	13	30,9	28,8	1915,0	40,0	0,0	393,97	92,3
19	5,7	11	30,3	28,6	1905,0	37,0	0,0	309,56	78,1
20	6,0	10	30,0	28,6	1900,0	35,0	0,0	270,28	71,0
21	6,3	16	31,8	29,4	1930,0	44,0	0,0	534,3	113,6
22	6,6	20	33,0	29,9	1950,0	50,0	0,0	744,35	142,0
23	6,9	25	34,5	30,4	1975,0	58,0	0,0	1038,13	177,5
24	7,2	15	31,5	29,4	1925,0	43,0	0,0	485,78	106,5
25	7,5	23	33,9	30,3	1965,0	55,0	0,0	916,9	163,3
26	7,8	20	33,0	30,1	1950,0	50,0	0,0	744,35	142,0
27	8,1	18	32,4	29,9	1940,0	47,0	0,0	636,26	127,8
28	8,4	16	31,8	29,8	1930,0	44,0	0,0	534,3	113,6
29	8,7	11	30,3	29,1	1905,0	37,0	0,0	309,56	78,1
30	9,0	8	29,3	29,2	1933,33	28,0	0,0	197,91	56,8
31	9,3	12	30,6	29,4	1910,0	38,0	0,0	350,81	85,2
32	9,6	15	31,5	29,8	1925,0	43,0	0,0	485,78	106,5
33	9,9	18	32,4	30,2	1940,0	47,0	0,0	636,26	127,8
34	10,2	24	34,2	31,1	1970,0	56,0	0,0	976,94	170,4

DOTT. GEOL.MARCO MANTOVANI

1

Viale Della Rinascita, 12
46028 Sermide e Felonica (MN)
m.mantovani5@virgilio.it

Customer:	FRANCHINI LAMIERE SPA				
Location:	VIA IV NOVEMBRE - BRESCIA			Altitude(m):	115,2
Initial date:	14 MAGGIO 2019	Final date:	15 MAGGIO 2019	ID site:	FL DPSH7
Penetrometer:	DPSH				
Coordinates:	45,50268333 10,216825				
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA: TABELLA DATI					
N.	Prof.(m)	N.punta	N.riv.to	Nspt eq.	N.riv.c.
1	0,3	18		18	
2	0,6	22		22	
3	0,9	6		6	
4	1,2	4		4	
5	1,5	5		5	
6	1,8	6		6	
7	2,1	5		5	
8	2,4	5		5	
9	2,7	10		10	
10	3,0	6		6	
11	3,3	4		4	
12	3,6	5		5	
13	3,9	8		8	
14	4,2	11		11	
15	4,5	13		13	
16	4,8	12		12	
17	5,1	15		15	
18	5,4	13		13	
19	5,7	9		9	
20	6,0	6		6	
21	6,3	11		11	
22	6,6	13		13	
23	6,9	10		10	
24	7,2	14		14	
25	7,5	18		18	
26	7,8	15		15	
27	8,1	13		13	
28	8,4	17		17	
29	8,7	13		13	
30	9,0	16		16	
31	9,3	13		13	
32	9,6	16		16	
33	9,9	18		18	
34	10,2	16		16	

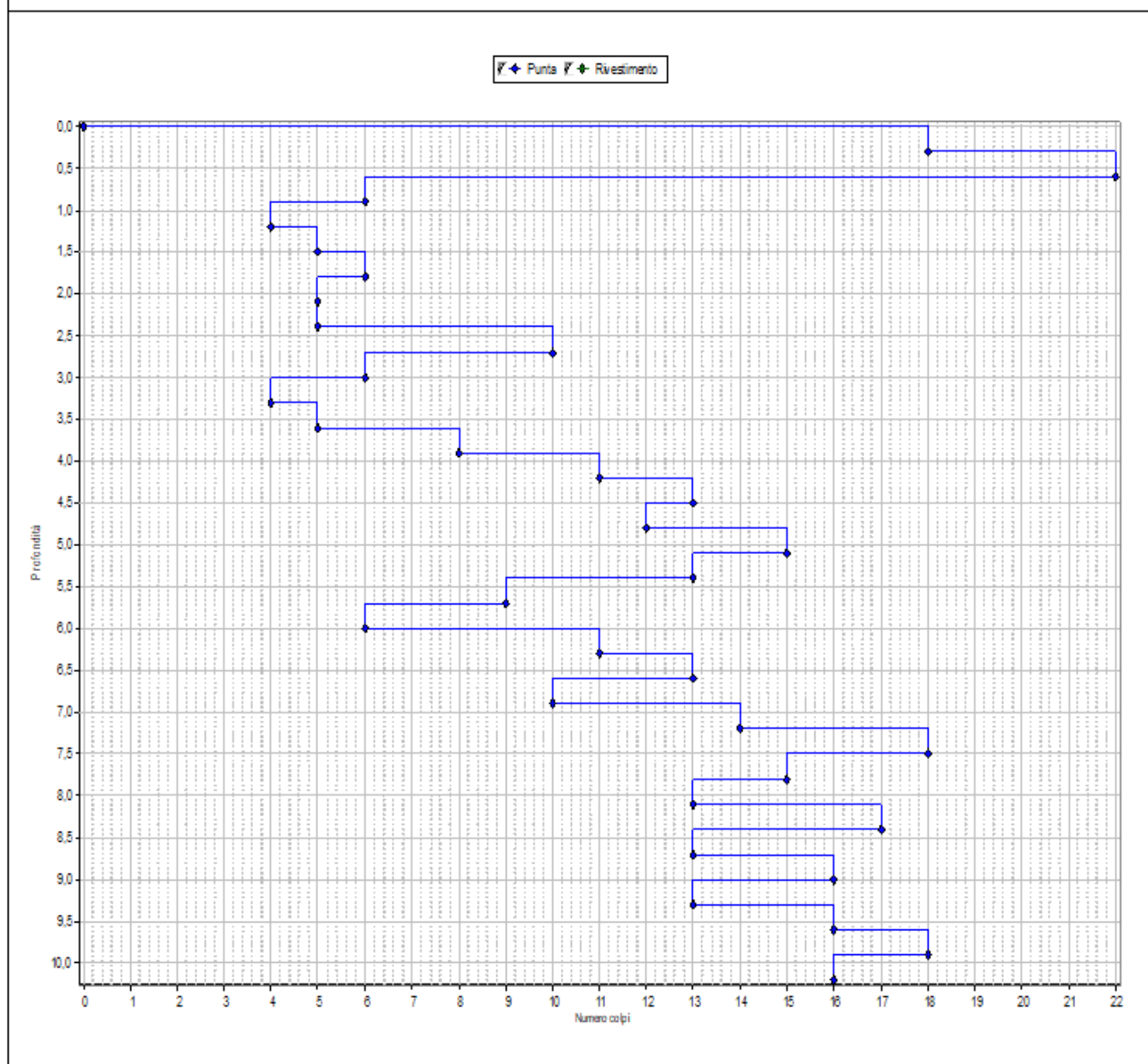
DOTT. GEOL.MARCO MANTOVANI

pag.1

Viale Della Rinascita, 12
46028 Seride e Felonica (MN)
m.mantovani5@virgilio.it

Committente:	FRANCHINI LAMIERE SPA		
Località:	VIA IV NOVEMBRE - BRESCIA	Quota s.l.m.(m):	115,2
Data inizio cantiere:	14 MAGGIO 2019	Data fine cantiere:	15 MAGGIO 2019
Attrezzatura:	DPSH	Sigla:	FL DPSH7
Coordinate geografiche:	45,50268333 10,216825		

GRAFICO RIASSUNTIVO DELLA PROVA



DOTT. GEOL.MARCO MANTOVANI

1

Viale Della Rinascita, 12
46028 Sermide e Felonica (MN)
m.mantovani5@virgilio.it

Customer:	FRANCHINI LAMIERE SPA							
Location:	VIA IV NOVEMBRE - BRESCIA						Altitude(m):	115,2
Initial date:	14 MAGGIO 2019		Final date:	15 MAGGIO 2019		ID site:	FL DPSH7	
Penetrometer:	DPSH							
Coordinates:	45,50268333 10,216825							
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA: TABELLA STRATIGRAFIA								
N.	Prof.(m)	Nspt eq.	N.riv.to	Gamma(kg/m	saturazione	Nspt medio	N.riv.medio	Descrizione
1	0,3	18		1840	0	18	0	Sabbia sciolta
2	0,6	22		1860	0	22	0	Sabbia sciolta
3	0,9	6		1767	0	6	0	Sabbia molto sciolta
4	1,2	4		1700	0	4	0	Sabbia molto sciolta
5	1,5	5		1733	0	5	0	Sabbia molto sciolta
6	1,8	6		1767	0	6	0	Sabbia sciolta
7	2,1	5		1733	0	5	0	Sabbia sciolta
8	2,4	5		1733	0	5	0	Sabbia sciolta
9	2,7	10		1800	0	10	0	Sabbia sciolta
10	3,0	6		1767	0	6	0	Sabbia sciolta
11	3,3	4		1700	0	4	0	Sabbia sciolta
12	3,6	5		1733	0	5	0	Sabbia compatta
13	3,9	8		1833	0	8	0	Sabbia compatta
14	4,2	11		1805	0	11	0	Sabbia compatta
15	4,5	13		1815	0	13	0	Sabbia compatta
16	4,8	12		1810	0	12	0	Sabbia compatta
17	5,1	15		1825	0	15	0	Sabbia compatta
18	5,4	13		1815	0	13	0	Sabbia compatta
19	5,7	9		1867	0	9	0	Sabbia compatta
20	6,0	6		1767	0	6	0	Sabbia compatta
21	6,3	11		1805	0	11	0	Sabbia compatta
22	6,6	13		1815	0	13	0	Sabbia compatta
23	6,9	10		1800	0	10	0	Sabbia compatta
24	7,2	14		1820	0	14	0	Sabbia densa
25	7,5	18		1940	0	18	0	Sabbia compatta
26	7,8	15		1925	0	15	0	Sabbia compatta
27	8,1	13		1915	0	13	0	Sabbia compatta
28	8,4	17		1935	0	17	0	Sabbia compatta
29	8,7	13		1915	0	13	0	Sabbia compatta
30	9,0	16		1930	0	16	0	Sabbia compatta
31	9,3	13		1915	0	13	0	Sabbia compatta
32	9,6	16		1930	0	16	0	Sabbia compatta
33	9,9	18		1940	0	18	0	Sabbia compatta
34	10,2	16		1930	0	16	0	Sabbia compatta

DOCT. GEOL.MARCO MANTOVANI

1

Viale Della Rinascita, 12
46028 Seride e Felonica (MN)
m.mantovani5@virgilio.it

Customer:	FRANCHINI LAMIERE SPA								
Location:	VIA IV NOVEMBRE - BRESCIA							Altitude(m):	115,2
Initial date:	14 MAGGIO 2019			Final date:	15 MAGGIO 2019			ID site:	FL DPSH7
Penetrometer:	DPSH								
Coordinates:	45,50268333 10,216825								
PARAMETRI GEOTECNICI: RIASSUNTO DATI									
N.	Prof.(m)	Nspt eq.	Phi picco(°)	Phi c.v.(°)	Gamma(kg/mc	Dr %	Cu(kg/cmq)	EY(kg/cmq)	Eed.(kg/cmq)
1	0,3	18	32,4	28,4	1840,0	47,0	0,0	636,26	127,8
2	0,6	22	33,6	28,6	1860,0	53,0	0,0	858,08	156,2
3	0,9	6	28,7	28,4	1766,67	22,0	0,0	134,19	42,6
4	1,2	4	28,0	28,0	1700,0	15,0	0,0	79,63	28,4
5	1,5	5	28,3	28,3	1733,33	18,0	0,0	105,73	35,5
6	1,8	6	28,7	28,6	1766,67	22,0	0,0	134,19	42,6
7	2,1	5	28,3	28,3	1733,33	18,0	0,0	105,73	35,5
8	2,4	5	28,3	28,3	1733,33	18,0	0,0	105,73	35,5
9	2,7	10	30,0	28,5	1800,0	35,0	0,0	270,28	71,0
10	3,0	6	28,7	28,7	1766,67	22,0	0,0	134,19	42,6
11	3,3	4	28,0	28,0	1700,0	15,0	0,0	79,63	28,4
12	3,6	5	28,3	28,3	1733,33	18,0	0,0	105,73	35,5
13	3,9	8	29,3	29,0	1833,33	28,0	0,0	197,91	56,8
14	4,2	11	30,3	29,0	1805,0	37,0	0,0	309,56	78,1
15	4,5	13	30,9	29,4	1815,0	40,0	0,0	393,97	92,3
16	4,8	12	30,6	29,4	1810,0	38,0	0,0	350,81	85,2
17	5,1	15	31,5	29,8	1825,0	43,0	0,0	485,78	106,5
18	5,4	13	30,9	29,6	1815,0	40,0	0,0	393,97	92,3
19	5,7	9	29,7	29,3	1866,67	32,0	0,0	233,04	63,9
20	6,0	6	28,7	28,7	1766,67	22,0	0,0	134,19	42,6
21	6,3	11	30,3	29,5	1805,0	37,0	0,0	309,56	78,1
22	6,6	13	30,9	29,8	1815,0	40,0	0,0	393,97	92,3
23	6,9	10	30,0	29,5	1800,0	35,0	0,0	270,28	71,0
24	7,2	14	31,2	30,1	1820,0	41,0	0,0	438,98	99,4
25	7,5	18	32,4	30,8	1940,0	47,0	0,0	636,26	127,8
26	7,8	15	31,5	30,3	1925,0	43,0	0,0	485,78	106,5
27	8,1	13	30,9	30,0	1915,0	40,0	0,0	393,97	92,3
28	8,4	17	32,1	30,7	1935,0	46,0	0,0	584,48	120,7
29	8,7	13	30,9	30,1	1915,0	40,0	0,0	393,97	92,3
30	9,0	16	31,8	30,6	1930,0	44,0	0,0	534,3	113,6
31	9,3	13	30,9	30,1	1915,0	40,0	0,0	393,97	92,3
32	9,6	16	31,8	30,7	1930,0	44,0	0,0	534,3	113,6
33	9,9	18	32,4	31,0	1940,0	47,0	0,0	636,26	127,8
34	10,2	16	31,8	30,7	1930,0	44,0	0,0	534,3	113,6