



UNIONE della
**ROMAGNA
FAENTINA**

SETTORE LAVORI PUBBLICI
Servizio Coordinamento LL.PP. Valle Senio

**INTERVENTO DI NUOVA COSTRUZIONE DEL CENTRO SPORTIVO DI CASOLA
VALSENI (RA) – AREA D’INTERVENTO DENOMINATA “FURINA”**



RELAZIONE GEOLOGICA

redatto da:

dott. Geol. Alessandro Poggiali

Unione della Romagna Faentina

Settore Territorio



(Documento firmato digitalmente)

Data: novembre 2018

INDICE

1. Premessa e obiettivi del lavoro	pag. 2
2. Inquadramento geografico e vincoli	pag. 2
3. Inquadramento geologico generale	pag. 5
4. Campagna di indagini e prove di laboratorio	pag. 5
5. Modello geologico	
5.1 Stratigrafia	pag. 8
5.2 Geomorfologia	pag. 9
5.3 Idrogeologia	pag. 10
5.4 Caratterizzazione fisico-meccanica	pag. 11
6. Elementi di sismicità	
6.1 Sismicità di riferimento	pag. 13
6.2 Microzonazione sismica	pag. 17
6.3 Caratterizzazione sismica	
6.3.1 Vita nominale, classe d'uso e periodo di riferimento	pag. 18
6.3.2 Pericolosità sismica di base	pag. 18
6.3.3 Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche	pag. 18
6.3.4 Parametri sismici	pag. 19
6.3.5 Stabilità nei confronti della liquefazione	pag. 20
7. Conclusioni	pag. 20

Allegati:

- 1 - Localizzazione dell'area d'intervento
- 2 - Estratto cartografia geologica R.E.R.
- 3 - Carta geologica
- 4 - Ubicazione delle indagini in sito e report dei risultati
- 5 - Sezioni geologiche

1. Premessa e obiettivi del lavoro

La presente relazione geologica è stata commissionata dal Coordinamento LL.PP. Valle Senio dell'Unione della Romagna Faentina ed è stata redatta a supporto della progettazione definitiva del nuovo centro sportivo di Casola Valsenio (RA). Il progetto prevede la realizzazione del campo da calcio, con annesse tribune, e dei relativi servizi (spogliatoi, magazzino, ecc.). La relazione è redatta sulla base delle tavole n. 01-07 del progetto preliminare, contenenti il rilievo planialtimetrico del sito e l'individuazione delle opere, e riguarda esclusivamente la fase di "caratterizzazione e modellazione geologica del sito" (NTC 2018 punto 6.2.1.) da prevedere nell'ambito della progettazione geotecnica dell'opera.

Preliminarmente è stata effettuata una ricerca bibliografica nella Banca dati del Servizio geologico sismico e dei suoli della Regione Emilia-Romagna, nel Quadro conoscitivo del P.S.C. intercomunale e nel database delle indagini geognostiche prodotto nell'ambito dei recenti studi di microzonazione sismica commissionati dall'U.R.F.. Dopodiché si è proceduto al rilievo geologico di superficie e all'esecuzione di un'articolata campagna di indagini in sito (sondaggi geognostici a carotaggio continuo, prove penetrometriche statiche, prove geofisiche) e di prove di laboratorio, con il supporto scientifico del dott. geol. Stefano Marabini di Faenza.

La campagna di indagini e di prove di laboratorio è stata programmata per la definizione del modello geologico del sito. Sono presenti anche informazioni di carattere geotecnico e sismico a supporto dell'attività del progettista strutturale, il quale, se lo riterrà necessario, potrà comunque implementare le indagini in funzione delle scelte progettuali che nel frattempo interverranno.

Ai fini della definizione della risposta sismica locale sono state eseguite specifiche prove geofisiche. In materia di pericolosità sismica il Comune di Casola Valsenio dispone dello studio di microzonazione sismica – secondo livello di approfondimento (Tarabusi G., 2015), finanziato con Delibera n. 1919/2013 della Giunta della Regione Emilia-Romagna e approvato dalla Regione Emilia-Romagna con certificazione di conformità Prot. 253147 in data 10/04/2018. Attualmente, sul territorio comunale, sono in corso gli studi di approfondimento di livello III.

La relazione è stata redatta sulla base della seguente normativa di riferimento:

- Decreto 17 gennaio 2018 Ministero delle infrastrutture e dei trasporti - Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni";
- D.M. 11/03/1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";
- Circolare 09/01/1996 n. 218/24/3 del Ministero dei lavori pubblici "Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica".
- Progetto Qualità 2010 – Relazione geologica: standard metodologici e di lavoro. Consiglio Nazionale dei Geologici – Ordini Regionali dei Geologi.

2. Inquadramento geografico e vincoli

Il nuovo centro sportivo sorgerà in località Furina, a N del centro abitato di Casola Valsenio, a cui si accede percorrendo la S.P. n. 70 "Strada della Lavanda" e il cui accesso carrabile è posto un centinaio di metri prima del bivio con la Via Macello, che scende verso il centro abitato del paese (Allegato 1).

Nella Carta topografica RER in scala 1:25.000 l'area d'intervento ricade nella Tavola 238SE; nella Carta Tecnica Regionale (CTR) in scala 1:10.000 ricade nella Sezione 239160 ed in quella in scala 1:5.000 nell'Elemento 239161.

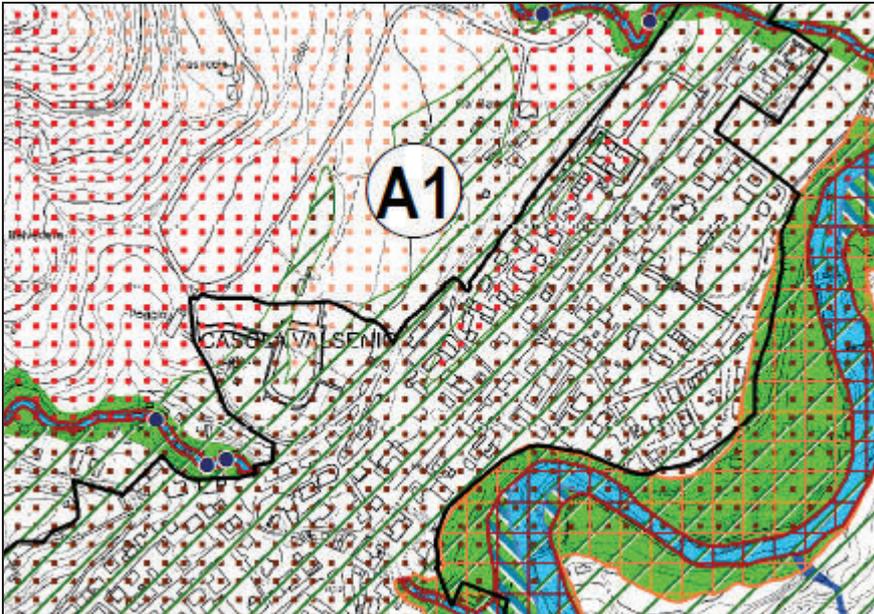
Catastalmente l'area d'intervento è identificata al Foglio n. 19 Mappali n. 57, 58, 470, 471, 475, 476, 477, 478, 479, 482, 483 del NCT del Comune di Casola Valsenio.

Le coordinate geografiche nel sistema di riferimento WGS84 sono: 44°13'38.4"N 11°37'29.2"E (44.227319, 11.624778).
La ricognizione dei vincoli derivanti dalla pianificazione territoriale è stata effettuata consultando le tavole del RUE 2016.
Da tale verifica è emerso quanto segue:

Generale

Art. 2.3 – L'area ricade parzialmente (zona sud) nel Perimetro del centro urbano.

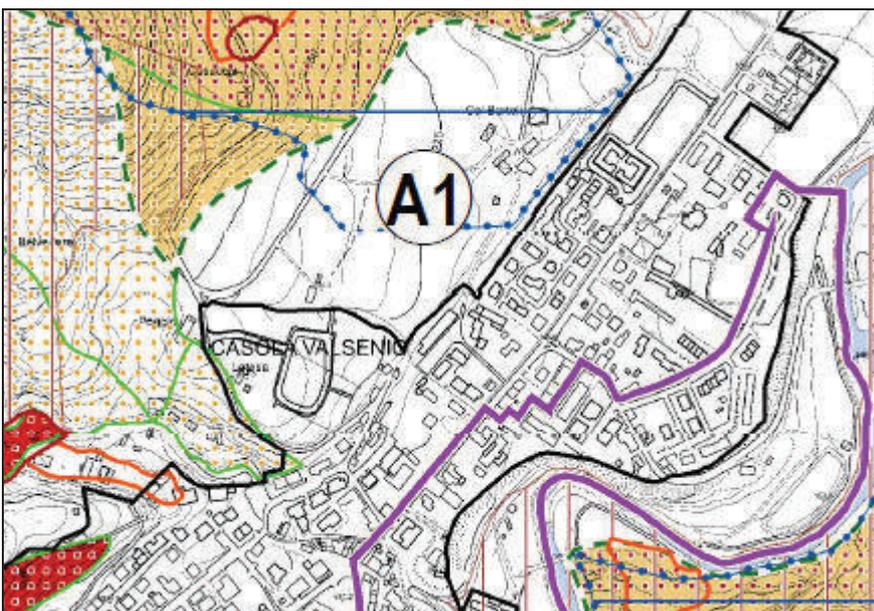
Sicurezza del Territorio - Acque



Nel Piano Tutela Acque (Variante al PTCP - Titolo 5 artt. 5.3 e 5.5) l'area ricade in:

- Area approfondimento;
- Microbacini imbriferi e aree assimilabili;
- Rocce magazzino;
- Rocce magazzino - potenziali aree di riserva.

Sicurezza del Territorio - Frane

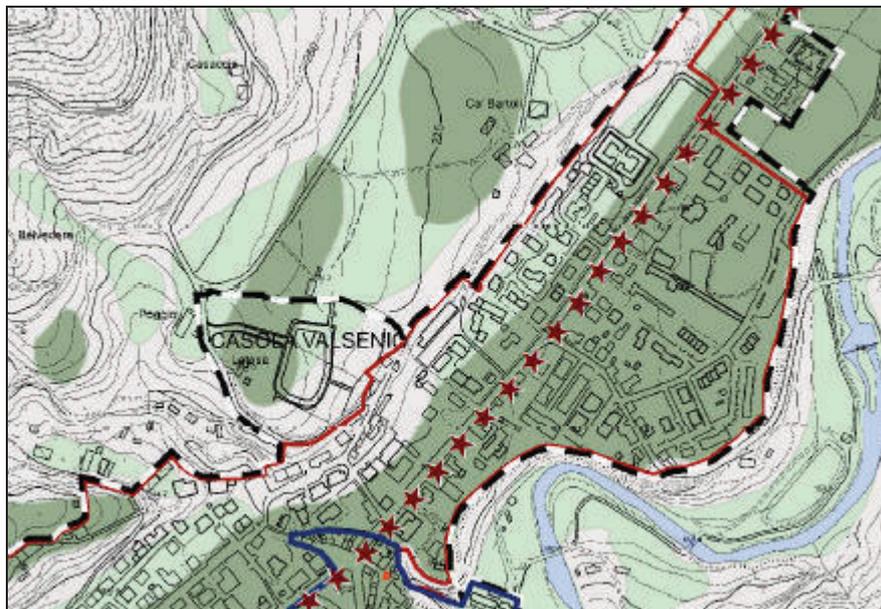


Nel Piano Stralcio del Bacino del Torrente Senio, e più precisamente nella Carta delle Attitudini alle trasformazioni edilizio urbanistiche, l'area di intervento, pur ricadendo in area idonea, nel settore nord intercetta la perimetrazione delle "Aree connesse con il rischio da frana per scorrimento traslativo su strato (Norme di attuazione Art. 14 c. 5 bis)".

Il sito non ricade all'interno di Unità Idrogeomorfologiche elementari a rischio frana (Piano Stralcio del Bacino del Torrente Senio - Carta del rischio da frana).

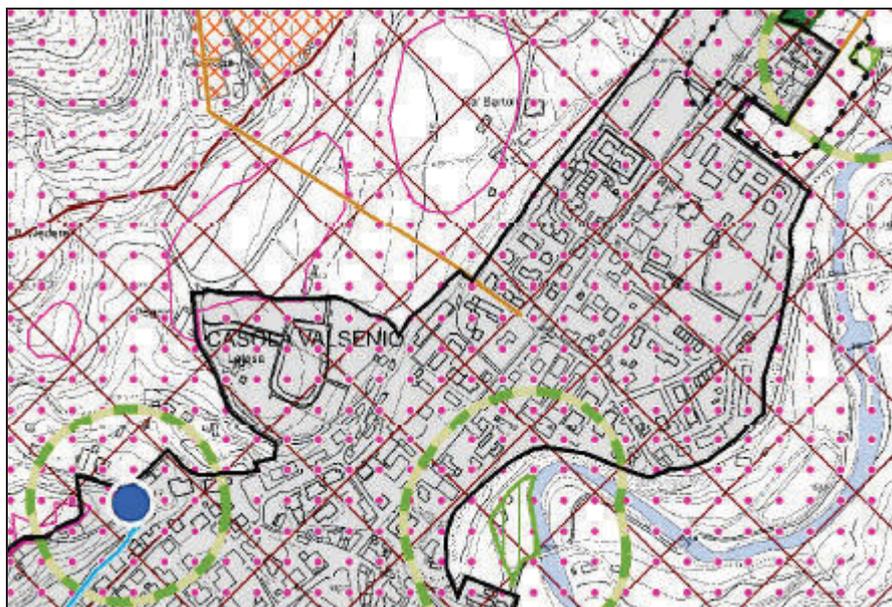
Il sito non ricade in zona sottoposta a Vincolo Idrogeologico (R.D. 3267/1923 e D.G.RER. n. 1117/2000).

Storia e Archeologia



Con riferimento all'art. 23.5 delle Norme del RUE, il sito ricade in Aree a media potenzialità archeologica ed Aree ad alta potenzialità archeologica.

Impianti e Infrastrutture



Nell'area transita la Linea 15 kV (Norme di attuazione del PSC art. 13.8);

Nel Piano Provinciale Gestione Rifiuti il sito ricade nelle Aree non idonee localizzazione impianti (Norme di attuazione PTCP art. 6.2);

Nel Piano Provinciale Localizzazione Emittenze Radio Televisive (PPLERT) il sito ricade nelle Aree non idonee impianti nuovi ed esistenti (Norme di attuazione PTCP artt. 6.3 e 12.6).

3. Inquadramento geologico generale

Il contesto geologico regionale in cui si inserisce il sito d'intervento è rappresentato dalle unità geologiche appartenenti alla cosiddetta Successione Umbro-Marchigiano-Romagnola (Dominio Tosco-Umbro) del versante settentrionale dell'Appennino romagnolo. Dal punto di vista strutturale le formazioni rocciose del substrato risultano disposte secondo un'ampia monoclinale a debole inclinazione verso nord-est, disturbata da pieghe e faglie ad andamento appenninico (direzione parallela all'asse della catena), che si sono formate durante le fasi orogenetiche del Pliocene e del Pleistocene inferiore, e da faglie ad andamento anti-appenninico (direzione ortogonale all'asse della catena), di età più recente, a componente trascorrente, in corrispondenza della quali si sono impostati i principali corsi d'acqua. Nell'area in esame il substrato roccioso è rappresentato dalla Formazione Marnoso-Arenacea, un'unità geologica di età Miocenica costituita da rocce marine terrigene stratificate (alternanze arenaceo-pelitiche, con intervalli di marne emipelagiche), che hanno avuto origine dal riempimento, in fasi successive, di un bacino di avanfossa prospiciente la catena appenninica da parte di depositi torbiditici originati dallo smantellamento della catena alpina.

L'area subpianeggiante individuata per la realizzazione del nuovo campo da calcio è posta centralmente, a quota media intorno a 230 m s.l.m., su di un ripiano terrazzato in sinistra idrografica del Fiume Senio, la cui superficie inclina mediamente di 5-6° verso Est e risulta elevata di oltre una trentina di metri rispetto al vasto terrazzo fluviale su cui insiste il Centro Storico di Casola Valsenio e di un'ottantina di metri rispetto all'alveo fluviale attuale.

Nella Carta Geologica della Regione Emilia-Romagna (Allegato 2) il ripiano terrazzato in oggetto è distinto in un paio di equivalenti unità stratigrafiche terrazzate di origine detritico/alluvionale (Furina e Cà Bartoli) separate da una fascia eluvio-colluviale (a4), ambedue riferite al Subsistema di Villa Verucchio (AES7) del Pleistocene superiore; mentre la copertura del sottostante terrazzo di Casola Valsenio è riferita al Subsistema di Ravenna (AES8) del Pleistocene finale/Olocene. Nella banca dati geologici regionale i due depositi alluvionali terrazzati raggruppati come AES7 sono identificati con ordine gerarchico differente (b11 Furina; b10 Cà Bartoli), a testimonianza di fasi deposizionali/erosive diverse e successive del Fiume Senio, ma nella citata Carta Geologica della Regione Emilia-Romagna tale distinzione non è evidenziata da un pur modesto dislivello morfologico, bensì obliterata da depositi di versante (a4). La ripida scarpata che raccorda il "ripiano di Furina/Cà Bartoli" con il terrazzo di Casola Valsenio è invece in parte modellata, almeno nella porzione inferiore, direttamente sui litotipi marnoso-arenacei stratificati del substrato (bed-rock) caratteristico della zona, corrispondenti con il Membro di Castel del Rio (FMA12) della Formazione Marnoso-arenacea romagnola. La giacitura del substrato roccioso presenta omogenea immersione verso NE ed inclinazione variabile tra 10 e 15 gradi (giacitura a traverpoggio rispetto alla scarpata fluviale), che corrisponde grosso modo anche con l'andamento della superficie topografica del "ripiano di Furina/Cà Bartoli". Sulla cartografia geologica regionale si evince che l'assetto strutturale monoclinale dell'ammasso roccioso è disturbato da alcuni lineamenti tettonici; una faglia "certa", ad andamento anti-appenninico (SW-NE), è cartografata alla base del versante vallivo prospiciente il "ripiano di Furina/Cà Bartoli"; la stessa si duplica all'interno della vallecchia del Rio Casola posta a ovest. Una faglia "incerta", ad andamento appenninico (NW-SE), è cartografata a sud dell'area d'intervento.

Tuttavia si ritiene di poter aggiornare con buona attendibilità la cartografia regionale alla luce delle stratigrafie geognostiche e geofisiche specificatamente acquisite e integrate da osservazioni di superficie, in quanto queste individuano un omogeneo e più esteso ambito di affioramento per l'unità morfostratigrafica posta a quota superiore del ripiano (dintorni di Furina), la quale in pratica viene a corrispondere con l'intera area del futuro campo da calcio e appare venire a contatto con l'unità morfostratigrafica posta a quota inferiore (dintorni di Cà Bartoli) tramite un modesto gradino morfologico (allegato 3).

4. Campagna di indagini in sito e prove di laboratorio

La campagna di indagini è stata programmata sulla base dell'individuazione planimetrica della sagoma del nuovo campo sportivo e degli annessi fabbricati di servizio, contenuta nelle tavole del progetto preliminare fornite dai progettisti architettonici. Tra il 9 e il 27 agosto 2018 la ditta Elletipi s.r.l. di Ferrara ha eseguito le seguenti indagini in sito:

- a) **N. 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo**, realizzati innanzitutto allo scopo di determinare la profondità di affioramento del substrato roccioso marnoso-arenaceo; infatti il piano del nuovo campo da calcio sarà ricavato con operazioni di sterro e riporto e l'eventualità di dover scavare entro il substrato roccioso implicherebbe ovvi aggravii sia in termini operativi che economici. In secondo luogo è stato possibile verificare la natura litologica delle coperture quaternarie e l'eventuale presenza di depositi alluvionali grossolani. Nella tabella sottostante sono riportate le profondità raggiunte e l'eventuale livello di soggiacenza della falda idrica sotterranea.

Sondaggio	Max profondità raggiunta dal p.c.	Livello falda idrica dal p.c.
S1	22,50 m.	-
S2	17,50 m.	-

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono stati prelevati n. 6 campioni sui quali sono state eseguite le seguenti **analisi di laboratorio**:

Sondaggio 1

- n. 1 campione rimaneggiato: determinazione delle caratteristiche fisiche, analisi granulometrica, determinazione dei limiti di Atterberg, prova di taglio diretto con scatola di Casagrande;
- n. 1 campione indisturbato: determinazione delle caratteristiche fisiche, analisi granulometrica, determinazione dei limiti di Atterberg, prova di taglio diretto con scatola di Casagrande;
- n. 1 campione costituito da 4 m di carotaggio continuo prelevato a fianco del foro principale, per la preparazione della miscela necessaria per la prova di costipazione.

Sondaggio 2

- n. 2 campioni rimaneggiati: determinazione delle caratteristiche fisiche, analisi granulometrica, determinazione dei limiti di Atterberg, prova di taglio diretto con scatola di Casagrande;
- n. 1 campione costituito da 4 m di carotaggio continuo prelevato a fianco del foro principale, per la preparazione della miscela necessaria per la prova di costipazione.

Nell'Allegato 4 sono riportate le stratigrafie dei sondaggi e i risultati delle analisi di laboratorio eseguiti sui campioni prelevati.

- b) **N. 5 prove penetrometriche statiche con punta meccanica (CPT)**. Lo strumento utilizzato per la prova CPT è un PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 20 t con punta meccanica tipo Begemann, montato su cingolato. La prova consiste nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta conica di dimensioni caratteristiche standardizzate, infissa a velocità costante nel terreno. Lo sforzo per la penetrazione è applicato per mezzo di un dispositivo a spinta che agisce alternativamente su una batteria di aste cave esterne e una batteria di aste interne alla cui estremità inferiore è collegata la punta. La prova è quindi generalmente discontinua e le misure di resistenza vengono annotate ogni 20 cm di penetrazione. La punta usata per le prove è di tipo Begemann, avente un manicotto per la misura dell'attrito laterale. Le dimensioni della punta sono:

Diametro di base del cono = 37,5 mm

Angolo di apertura del cono = 60°

Il manicotto ha una superficie laterale = 150 cmq. Le aste cave hanno un diametro esterno di 36 mm. Sulle aste cave è installato un anello allargatore per diminuire l'attrito del terreno lungo la batteria e facilitare l'approfondimento a parità di spinta disponibile.

L'anello allargatore è posto 1 m sopra la punta. Il dispositivo di misura dello sforzo per la penetrazione è composto da manometri collegati al martinetto che esercita la spinta. Il martinetto idraulico fa parte del dispositivo di spinta ed è in grado di esercitare una forza, sulla batteria di aste, pari a 20 t. La corsa è di 1 m; la penetrazione avviene a velocità costante di 2 cm/s. Con questo dispositivo vengono rilevati attraverso un display digitale i seguenti valori:

Resistenza all'avanzamento della sola punta LP;

Resistenza totale all'avanzamento delle aste cave e della punta LL.

Con la restituzione grafica dei dati acquisiti (allegato 4), si ottengono i valori di resistenza alla punta R_p (Kg/cmq) ed i valori di resistenza laterale locale R_l (Kg/cmq). Utilizzando il rapporto R_p/R_l , è possibile ottenere l'interpretazione litologica e la stima dei parametri geotecnici dei terreni investigati.

In primo luogo, le prove CPT sono state realizzate per estrapolare la stratigrafia del primo sottosuolo (coperture), attraverso la correlazione con i risultati dei sondaggi a carotaggio continuo; i risultati sono inoltre stati utilizzati per caratterizzare dal punto di vista geotecnico i settori in cui è prevista la costruzione dei fabbricati di servizio al campo da calcio. Nella tabella sottostante sono riportate le profondità a cui è stato raggiunto rifiuto tecnico e l'eventuale livello di soggiacenza della falda idrica sotterranea:

Prova	Max profondità raggiunta dal p.c.	Livello falda idrica dal p.c.
CPT1	9,40 m	-
CPT2	16,80 m	-
CPT3	12,80 m	-
CPT4	14,60 m	-
CPT5	16,80 m	-

Nell'Allegato 4 sono riportate le letture e i grafici delle resistenze forniti dalla ditta esecutrice, corredati dai parametri geotecnici elaborati al passo strumentale, per ogni ulteriore verifica o elaborazione da parte del progettista strutturale.

- c) **N. 2 prospezioni sismiche con il metodo a rifrazione in onde P.** La metodologia si basa sulla tecnica di generare onde sismiche in un punto preciso del terreno e di misurare ad intervalli regolari i tempi di arrivo ai sensori (geofoni), collocati lungo il profilo sismico. Attraverso lo studio dei tempi di percorso e quindi delle velocità delle onde, si può ricostruire la geometria degli strati presenti al di sotto della zona di indagine. Le onde sismiche nel sottosuolo si propagano con velocità differente, a seconda delle caratteristiche fisico-elastiche degli strati attraversati. La registrazione, sia del momento dell'esplosione che del segnale amplificato da ciascun geofono, avviene simultaneamente su di un unico diagramma detto "sismogramma". Il diagramma che rappresenta i tempi di propagazione delle onde sismiche in funzione della distanza del punto di emissione si definisce "curva di propagazione" o "dromocrona". Ciò che essenzialmente conta per il metodo a rifrazione è identificare il tempo di arrivo della prima onda in ogni geofono. La strumentazione utilizzata per le indagini sismiche si compone dei seguenti apparati:

- un sistema di uno o più rilevatori dei movimenti del terreno detti geofoni;
- un sistema di filtri e di amplificatori;
- un registratore analogico digitale.

Tali prospezioni sono state eseguite per la valutazione areale dello spessore delle coperture e della morfologia del "tetto" del substrato (bed-rock), per la definizione di eventuali zone fratturate all'interno dello stesso e per la valutazione dello spessore delle coperture. L'indagine sismica a rifrazione di valle, eseguita più o meno in corrispondenza del lineamento tra il sondaggio S2 e la prova CPT3, mostra un andamento tabulare del

substrato roccioso marnoso-arenaceo compatto (in rosso), della sua parte sommitale alterata e delle alluvioni sabbioso-ghiaiose (in giallo) e delle coperture fini soprastanti (azzurro-blu). Nell'indagine sismica a rifrazione di monte il substrato roccioso marnoso-arenaceo, compatto e alterato, ha un andamento più irregolare, sovrastato da uno spessore maggiore di terreni sciolti.

N. 2 prove geofisiche con tecnica di rilevamento MASW. Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica d'indagine non invasiva che permette di individuare il profilo verticale di velocità delle onde di taglio Vs, sulla base della misura delle onde superficiali eseguita in corrispondenza di diversi sensori (geofoni) posti sulla superficie del suolo. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. Il metodo d'indagine MASW è di tipo attivo poiché le onde superficiali sono generate in un punto sulla superficie del suolo (l'energizzazione è stata ottenuta con caduta di un grave) e misurate direttamente nei geofoni. Il metodo attivo qui impiegato consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 1 Hz e 30 Hz, quindi fornisce informazioni sulla parte più superficiale del suolo, generalmente compresa nei primi 30 m, in funzione della rigidità del suolo e delle caratteristiche della sorgente. Le condizioni stratigrafiche del sito sovente limitano la profondità d'indagine a circa la metà (o anche meno) di questo valore, rendendo il MASW un metodo ottimo per la caratterizzazione sismica degli strati superficiali, ma limitato, se non inapplicabile, per le modellazioni profonde al bedrock. I fondamenti teorici del metodo MASW fanno riferimento a un semispazio stratificato con strati paralleli e orizzontali, quindi una limitazione alla sua applicabilità potrebbe essere rappresentata sia dalla presenza di pendenze significative superiori a 20°, sia della topografia, sia delle diverse discontinuità elastiche e anche dalla eteropia laterale dell'assetto stratigrafico del suolo. Nella tabella sottostante sono riportati i valori delle velocità medie delle onde di taglio nei primi 30 m di profondità:

prova	Vs30
MASW 1	304 m/s
MASW 2	326 m/s

Nell'allegato 4, oltre all'ubicazione delle indagini e al report di tutti i risultati, è riportata l'ubicazione di alcune indagini di repertorio eseguite per la realizzazione della lottizzazione nei pressi della località La Tesa (dott. Maurizio Nieddu 1999, *Relazione sull'indagine geologica e geotecnica eseguita in fregio alla strada comunale "prugno", in Comune di Casola Valsenio, per il piano particolareggiato di iniziativa privata "La Furina"*). Anche i risultati di tali indagini sono stati utilizzati per la ricostruzione del modello geologico del sito.

5. Modello geologico di riferimento

5.1 Stratigrafia

I rilievi di superficie, le indagini geognostiche e geofisiche ed i dati ottenuti dalle analisi di laboratorio hanno in primo luogo evidenziato una sostanziale omogeneità stratigrafica del primo sottosuolo per l'intera area di intervento. Nel complesso, la porzione di ripiano terrazzato di Furina (dove sorgerà il campo da calcio) è ascrivibile ad una unica successione tabulare di coperture spessa circa 15/20 m, costituita alla base da un sottile strato di antichi depositi fluviali (ghiaie subarrotondate e sabbie) poggianti sul substrato marnoso-arenaceo, e superiormente da un "cuneo" di depositi colluviali/torrentizi (prevalentemente limosi) riferibili al lembo residuo di un antico conoide laterale del Rio Casola (affluente del Senio – v. cap. 3, allegato 3 e allegato 5).

Consultando i risultati delle indagini di repertorio eseguite in corrispondenza della lottizzazione esistente nei pressi della località La Tesa, la presenza di frammenti arenacei diffusi evidenziata nel sondaggio di repertorio S1, supporta l'ipotesi

dell'antico conoide (zona prossimale del conoide). Infatti, nella stratigrafia del sondaggio di repertorio S3, eseguito più a nord, non sono più presenti gli inclusi arenacei, ma solamente i limi argillosi e sabbiosi correlabili a quelli del ripiano terrazzato di Furina (zona distale del conoide). Tale situazione stratigrafica, che è compatibile anche con il grafico H/V della prova sismica di repertorio e con quello della MASW n. 2, appare inoltre ulteriormente confermata:

- dal fatto che nel settore sud dell'area d'intervento, in corrispondenza della prova CPT1, è stata riscontrata una notevole differenza di profondità a cui si è ottenuto il rifiuto tecnico alla penetrazione, rispetto alla prova CPT2, dovuta assai probabilmente alla presenza a minor profondità dei depositi grossolani del conoide;
- dalla successione stratigrafica visibile nella scarpata prospiciente la via Macello (a SUD dell'area), dove al disopra del substrato roccioso e delle ghiaie di terrazzo fluviale si distingue un potente spessore di depositi detritici caotici costituito da blocchi lapidei eterogenei in matrice limosa (depositi grossolani di conoide).

Invece, nel restante ripiano a nord di Furina, le differenze di quota del rifiuto alla penetrazione, rappresentato dalle sabbie e ghiaie alluvionali, sono perfettamente correlabili, ad indicare l'omogeneità stratigrafica.

Sulla base dei risultati ottenuti si può quindi affermare che le operazioni di scavo e riporto per il modellamento del nuovo campo sportivo interesseranno esclusivamente la coltre di copertura costituita da terreni limosi facilmente lavorabili. Anche i fabbricati di servizio saranno ubicati su una coltre di depositi fini di spessore tra 9 e 16 m. Questa differenza è dovuta alla presenza di materiale grossolano di conoide in corrispondenza della lottizzazione esistente (zona sud).

Per quanto riguarda il substrato roccioso marnoso-arenaceo, nell'ambito del rilievo geologico di superficie, sono state effettuate alcune misure dirette della giacitura della stratificazione, in un affioramento roccioso di recente formazione, posto alla base della scarpata fluviale, e in un affioramento in sponda sinistra del Rio Buratta, a nord dell'area d'intervento. In entrambe i casi le misure hanno confermato l'assetto monoclinale di insieme dell'ammasso roccioso stratificato costituente il substrato del ripiano terrazzato di Furina e in particolare una giacitura a traverpoggio (cioè favorevole in termini di stabilità profonda) della scarpata fluviale che lo delimita a valle.

Sulla base dei risultati delle indagini e delle analisi di laboratorio, si propone la seguente stratigrafia semplificata del primo sottosuolo dell'area in cui sarà ricavato il campo da calcio:

Unità omogenea	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
A	0	- 5/-10	Limi
B	- 5/-10	- 12/-17	Limi sabbiosi
C	- 12/-17	-14/-21	Ghiaie e sabbie
D	-14/-21	oltre	Substrato marnoso-arenaceo

Solo in corrispondenza della prova CPT1, e quindi della lottizzazione esistente, si riscontra un'anomalia stratigrafica. Infatti, in questo caso l'unità B, a partire da circa 9 metri di profondità, è caratterizzata dai depositi a granulometria grossolana del conoide.

5.2 Geomorfologia

L'area subpianeggiante individuata per la realizzazione del campo da calcio è posta centralmente, a quota media intorno a 230 m s.l.m., su di un ripiano terrazzato in sinistra idrografica del Fiume Senio, la cui superficie inclina mediamente di 5-6° verso Est e risulta elevata di oltre una trentina di metri rispetto al vasto terrazzo fluviale su cui insiste il centro abitato di Casola Valsenio e di un'ottantina di metri rispetto all'alveo fluviale attuale.

Nell'Allegato 3 sono riportati gli elementi geologici caratteristici dell'area, tra cui gli areali di affioramento delle unità morfostratigrafiche di AES7 individuate in seguito alle indagini geognostiche eseguite nell'area. La morfologia del

versante è governata dalla presenza delle antiche coperture detritiche di origine alluvionale (AES7) e dai più recenti depositi eluvio-colluviali (a4) parzialmente erosi. La regolarità topografica dell'area risente indubbiamente di passati modellamenti antropici a scopo agricolo, a cui va in parte attribuito il parziale smantellamento dei depositi più recenti. A monte della strada provinciale la superficie topografica mantiene ulteriormente la pendenza dell'area d'interesse ed è modellata sui depositi di versante che si raccordano direttamente con il versante vallivo boscato. Verso valle, la scarpata fluviale che funge da raccordo con il centro abitato, è definibile "relitta", ossia non in evoluzione rispetto alle dinamiche fluviali dell'alveo attuale; non mostra evidenze di dissesto in atto e la giacitura della stratificazione del substrato roccioso rispetto all'esposizione della scarpata fa escludere fenomeni di instabilità dovuti a scivolamenti lungo le superfici di strato.

Per quanto concerne le condizioni geostatiche dell'area di intervento si constata in sostanza che essa risulta adeguatamente distante sia dal piede del sovrastante versante vallivo che dal ciglio della sottostante scarpata rocciosa, e inoltre che non si osservano indizi di movimenti gravitativi in atto o passati per un congruo intorno. Questa situazione di buona stabilità geostatica può intendersi anche come la positiva conseguenza di una situazione stratigrafica caratterizzata da un "buon drenaggio naturale del primo sottosuolo" (garantito dallo strato profondo di ghiaie) oltre che dalla citata giacitura tendenzialmente a traverspoggio degli strati marnoso-arenacei del substrato (inclinati 10-15°).

Come evidenziato nel Paragrafo 2, nel vigente Piano di Bacino, per quanto riguarda il Rischio da frana (Fig. 1), l'area "Furina" ricade in zona non a rischio; mentre nella Carta delle Attitudini alle trasformazioni edilizio urbanistiche (Fig. 2), pur essendo classificata idonea (colore verde), lambisce la perimetrazione delle "Aree connesse con il rischio da frana per scorrimento traslativo su strato (Art. 14 c. 5 bis)", una tipologia di vincolo al momento non ancora normata dall'Ente competente (Autorità di Bacino). Tale perimetro corrisponde all'area potenzialmente soggetta al pericolo che si inneschino frane per scivolamento lungo superfici di strato all'interno dell'ammasso roccioso, sulla base dell'esposizione del "ripiano di Furina/Cà Bartoli" rispetto al Rio Buratta e a causa dello "svincolo al piede" potenzialmente provocato da quest'ultimo.

A quest'ultimo proposito si riscontra comunque, come situazione che scongiura tale tipo di rischio, innanzitutto che all'interno della vallecchia del Rio Buratta l'alveo non è soggetto ad erosione ma è completamente vegetato ed è caratterizzato da una serie di briglie realizzate dal Consorzio di Bonifica, che ne hanno riconfigurato la pendenza e stabilizzato il profilo. In secondo luogo, la sponda destra del Rio ha un dislivello di 12-15 m (dislivello tra strada provinciale e alveo attuale), è interamente ricoperta da vegetazione arborea e arbustiva, non presenta evidenze di dissesto ed è modellata sulle spesse coperture detritiche (non si riscontra affioramento di substrato roccioso). Se a questi elementi di carattere geomorfologico/ambientale, si associano anche i risultati ottenuti con le indagini in sito (spessore delle coperture detritiche di 15-20 m), l'alveo del Rio Buratta dovrebbe essere ben più inciso per poter generare svincolo al piede e innescare uno scivolamento all'interno della stratificazione rocciosa fino a coinvolgere i terreni perimetrati a rischio e prossimi all'area individuata per il nuovo campo sportivo. Analogamente, nella configurazione attuale del versante, anche nella previsione più catastrofica, ipotizzando cioè che la stratificazione rocciosa affiori alla base della sponda del Rio Buratta e che nell'alveo si riattivi una fase di intensa erosione, in virtù della giacitura dell'ammasso roccioso (10-15°), se anche si innescasse una frana di scivolamento con piano di scorrimento lungo una superficie di strato, essa coinvolgerebbe ragionevolmente solo una ridotta porzione del pendio esteso poco a monte del tratto di strada provinciale che fiancheggia il Rio Buratta, e quindi a notevole distanza rispetto all'area di sedime ipotizzata per il nuovo campo sportivo.

5.3 Idrogeologia

Oltre al Fiume Senio che scorre a notevole distanza dall'area d'intervento, verso est, il cosiddetto "ripiano di Furina/Cà Bartoli" è delimitato a nord dal Rio Buratta e a sud dal Rio Casola. L'area è inoltre intersecata trasversalmente da una infossatura che ha origine ai piedi del rilevato della strada provinciale; nella parte alta ha le dimensioni di un semplice fosso di confine, mentre nella parte bassa è progressivamente più inciso e più largo. Dall'esame delle foto aeree di

archivio, ma soprattutto dalla consultazione di una carta catastale del 1830, è emerso che buona parte di tale infossatura corrisponde al vecchio tracciato della mulattiera che dall'abitato di Casola Valsenio saliva verso la Parrocchia di Prugno, utilizzata fino al dopoguerra. In seguito all'abbandono ha assunto la configurazione di un fosso.

Le indagini geognostiche sono state realizzate durante la stagione estiva; come indicato nel paragrafo 4, nei fori di sondaggio e delle prove CPT non si sono riscontrati livelli di falde idriche sotterranee. Di norma in questi ambiti la circolazione idrica sotterranea si manifesta sottoforma di una falda periodica giacente al contatto tra le coltri di copertura e il substrato roccioso, soprattutto in corrispondenza dei depositi a granulometria grossolana, ed è alimentata per infiltrazione dalla zona di ricarica rappresentata dai depositi eluvio-colluviali a monte. Infatti, sebbene il netto contrasto di permeabilità tra copertura detritica/alluvionale (relativamente permeabile) e substrato marnoso-arenaceo (praticamente impermeabile) è senz'altro predisponente per una discreta filtrazione idrica subsuperficiale, la circolazione idrica sotterranea risulta ragionevolmente profonda e, sulla base dell'assetto strutturale del ripiano, principalmente direzionata verso le sorgenti del Rio Buratta a nord/est (ben distante dall'area di intervento), configurando quindi una situazione ulteriormente positiva in termini di drenaggio e di stabilità generale della zona.

In data 9 novembre 2018 sono state eseguite ulteriori misurazioni dei livelli di falda all'interno dei fori di sondaggio e di prova CPT. Nella tabella sottostante sono riportate le misurazioni effettuate:

Indagine	Max profondità raggiunta dal p.c.	Livello falda idrica dal p.c.
S1	22,50 m.	Foro chiuso a 3,6 m
S2	17,50 m.	14,18 m
CPT1	9,40 m	-
CPT2	16,80 m	-
CPT3	12,80 m	Foro chiuso a 1,8 m
CPT4	14,60 m	Foro chiuso a 9,95 m
CPT5	16,80 m	Foro chiuso

Nonostante l'inconveniente dei numerosi fori chiusi, la misura effettuata nel sondaggio di valle (S2) e la falda non presente nelle CPT di monte (1 e 2) confermano che il livello di falda staziona all'interno dei depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi di base; si può inoltre considerare che, anche in seguito ad intensi periodi di precipitazioni, tale livello vari all'interno dello spessore di tali alluvioni grossolane. Successive misurazioni in foro potranno confermare o modificare tale ipotesi.

5.4 Caratterizzazione fisico-meccanica

CAMPO DA CALCIO

Sulla base della stratigrafia riscontrata in sito, le operazioni di sterro e riporto necessarie per la costruzione del nuovo campo da calcio coinvolgeranno principalmente i terreni limosi dell'unità A. Per quanto riguarda la verifica di stabilità delle scarpate di sterro, i parametri di riferimento sono quelli ricavati dall'analisi effettuata sul campione indisturbato (S1Sh1) del sondaggio S1, in quanto è in tale settore che si può attendere più sterro. Tra questi si riassumono:

$$\gamma_{nat} = 2,10 \text{ Mg/m}^3$$

$$\phi = 29^\circ$$

$$c = 18,99 \text{ kPa}$$

I restanti parametri sono riportati nello specifico rapporto di prova contenuto nell'allegato 4.

Per la costruzione dei rilevati di riporto, le prove di compattazione eseguite su due miscele di terreno preparate utilizzando due carote di 4 m prelevate in adiacenza a ciascun sondaggio, hanno fornito i seguenti risultati:

Caratteristiche di compattazione ottimali:

Massa volumica secca (γ_{sec}): 1,873-1,888 Mg/m³

Contenuto d'acqua ottimale (%): 11,7-12,1

Per quanto riguarda i parametri necessari alla verifica di stabilità dei rilevati di riporto, purtroppo non è stato possibile eseguire prove di taglio sui campioni ricostruiti per la prova Proctor. Però, considerata l'omogeneità litologica riscontrata per un buon spessore di sottosuolo (unità A e B), è possibile estrapolarli dai risultati delle analisi di laboratorio eseguite sui campioni rimaneggiati prelevati durante i sondaggi. Tra questi si riassumono:

$$\gamma_{sec} = 1,88 \text{ Mg/m}^3$$

$$\phi = 30^\circ$$

$$c = 7,26 \text{ kPa}$$

I restanti parametri sono ricavabili negli specifici rapporti di prova contenuti nell'allegato 4, a disposizione del progettista strutturale per ogni ulteriore valutazione e approfondimento a riguardo, oltre che per la valutazione dei parametri geotecnici caratteristici.

Per quanto riguarda le modalità esecutive dell'intervento, nonostante le buone condizioni naturali di drenaggio superficiale e sotterraneo dell'area, ma tenuto conto delle granulometrie fini presenti, si consiglia di eseguire adeguati sistemi drenanti alla base delle trincee d'ammorsamento dei rilevati di riporto e a monte delle scarpate di sterro, in modo da evitare che sporadiche circolazioni idriche subsuperficiali possano creare locali ristagni e conseguenti assestamenti/cedimenti del terreno.

FABBRICATI DI SERVIZIO

Sulla base del progetto preliminare a disposizione, i fabbricati di servizio (spogliatoi, magazzini, sede, ecc.) saranno ubicati nel settore sud dell'area, occupando anche una parte dei lotti edificabili esistenti nella lottizzazione esistente nei pressi della località La Tesa. Dal punto di vista del volume geologico significativo, trattandosi di fabbricati di modeste dimensioni, si stima che i carichi indotti coinvolgeranno essenzialmente i litotipi dell'unità A e solo in minima parte quelli dell'unità B, i quali sono stati caratterizzati utilizzando i risultati delle prove CPT1 e CPT2, tarati con le stratigrafie dei sondaggi S1 e S3 di repertorio e del nuovo sondaggio S1 (v. tabella sottostante). Si rimarca che in corrispondenza della prova CPT1, la parte bassa dell'unità B è caratterizzata da materiale a granulometria più grossolana (rifiuto alla penetrazione). A favore della sicurezza sono stati scelti i parametri di valore minore; per l'unità A si consiglia di considerare la natura coesiva e di conseguenza le condizioni non drenate (Cu), per l'unità B, invece, nella tabella si riportano i parametri da considerare per entrambe le condizioni.

Per quanto riguarda i depositi alluvionali grossolani di base (C) e il substrato roccioso (D), profondi e quindi non soggetti a cedimenti indotti dai carichi di superficie, si è fatto riferimento alla bibliografia. In particolare, per quanto riguarda il substrato marnoso-arenaceo, è stata consultata presso l'archivio comunale delle pratiche edilizie una recente classificazione geomeccanica dell'ammasso roccioso affiorante nella scarpata a valle dell'area d'intervento (dott. Davide Sasdelli – Studio geologico sui terreni interessati dal progetto di ampliamento di fabbricato residenziale sito in via Macello in Comune di Casola Valsenio).

PARAMETRI FISICO-MECCANICI											
Unità	Prof. (m)		Descrizione	σ MPa	Dr (%)	ϕ (°)	Ey kg/cm ²	Cu KPa	C MPa	Mo MPa	γ KN/m ³
	da	a									

A	0	- 5,4/-10	<i>Limi</i>	-	-	-	-	134,4	-	5,4	19,8
B	- 5,4/-10	- 9/-16,4	<i>Limi sabbiosi</i>	-	37,6	31,1	-	269,7	-	10,8	20,9
C	- 9/-16,4	?/-21	<i>Sabbie e ghiaie</i>	-	88	35	-	-	-	-	19,27
D	?/-21	oltre	<i>Substrato marnoso-arenaceo</i>	19,249	-	37,09	-	-	4,789	-	-

Dove:

Dr = densità relativa

ϕ° = angolo di resistenza al taglio di picco

Ey = modulo di Young

Cu = coesione non drenata

Mo = modulo edometrico

γ = peso di volume naturale

σ = resistenza a compressione

C = coesione

Si rimanda alla successiva fase di modellazione geotecnica la valutazione dei parametri geotecnici caratteristici, sulla base delle scelte progettuali nel frattempo intervenute. A tal proposito il progettista strutturale potrà richiedere la realizzazione di ulteriori indagini o prove di laboratorio, qualora riscontrasse che quelle eseguite per la costruzione del modello geologico non siano esaustive per la caratterizzazione geotecnica.

6. Elementi di sismicità

6.1 Sismicità di riferimento

Con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 3274 del 20 marzo 2003 "primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e successive modifiche ed integrazioni, il Comune di Casola Valsenio è stato classificato in **zona sismica di seconda categoria**. Tale classificazione (vedi fig. 3) prevede 4 classi a pericolosità sismica decrescente (zona 1: elevata sismicità, zona 2: media sismicità, ecc.) e ciascuna zona è individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo a_g con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

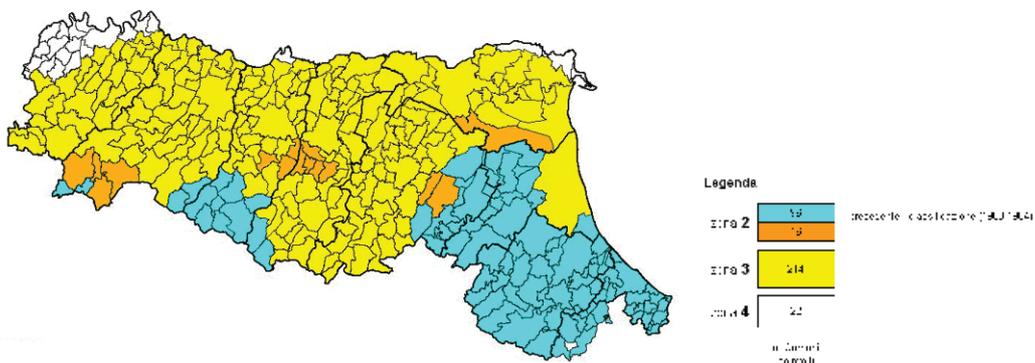


Fig 1: riclassificazione sismica dei Comuni dell'Emilia-Romagna (OPCM 3274/2003)

Il Comune di Casola Valsenio è soggetto ad una sismicità media rispetto alla realtà nazionale, con terremoti storici che hanno causato effetti con macrointensità stimata che arrivano fino a 5-6 della scala MCS (Mercalli-Cancani-Seiberg, 1930). Per quanto riguarda la sismicità storica dell'area in esame, si riporta in Tab. 1 l'elenco delle osservazioni macrosismiche di terremoti al disopra della soglia del danno che hanno interessato storicamente il Comune di Casola Valsenio (RA):

Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015 - Database Macrosismico Italiano 2015 - CPTI15 - DBMI15					
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia					
Storia sismica di	Casola Valsenio	Is: intensità in sito (MCS)			
PlaceID	IT_41103	NMDP: numero di osservazioni macrosismiche del terremoto			
Coordinate (lat, lon)	44.223, 11.625	Io: intensità massima (MCS)			
Comune (ISTAT 2015)	Casola Valsenio	Mw: magnitudo momento			
Provincia	Ravenna				
Regione	Emilia-Romagna				
N. eventi disponibili	44				
Is	Anno Me Gi Or Mi Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
7-8	1725 10 29 17 40	Appennino tosco-emiliano	28	8	5,67
5-6	1874 10 07	Imolese	60	7	4,96
5	1878 03 12 21 36	Bolognese	31	6	4,84
7-8	1879 04 27 04 06	Appennino tosco-emiliano	20	7	5,03
3	1892 12 29 13 47 48.00	Castel del Rio	36	5-6	4,37
3	1895 05 18 19 55 12.00	Fiorentino	401	8	5,5
NF	1897 12 18 07 24 20.00	Alta Valtiberina	132	7	5,09
NF	1898 01 16 13 10	Romagna settentrionale	110	6	4,59
NF	1898 03 09 11 43	Romagna settentrionale	68	6	4,59
NF	1899 07 08 22 56 55.00	Bagno di Romagna	37	4	4,02
5	1909 01 13 00 45	Emilia Romagna orientale	867	6-7	5,36
NF	1909 08 25 00 22	Crete Senesi	259	7-8	5,34
5	1911 02 19 07 18 30.00	Forlivese	181	7	5,26
4	1911 09 13 22 29 02.00	Chianti	115	7	5,08
4-5	1913 07 21 22 35	Appennino romagnolo	43	5-6	4,79
5	1929 07 18 21 02	Mugello	56	6-7	4,96
4	1931 04 01 06 01	Faentino	12	5	4,14
4	1931 04 11 01 26	Faentino	19	4-5	4,81
4	1931 09 05 01 25 53.00	Mugello	28	6	4,88
5	1931 12 15 03 23	Mugello	35	6	4,62
3	1934 05 28 21 09	Faentino	10	4	3,94
4-5	1939 02 11 11 17	Mugello	31	7	5,01
3	1952 07 04 20 35 12.00	Appennino forlivese	64	7	4,94
NF	1953 12 14 07 11 06.00	Appennino forlivese	48	5-6	4,7
3	1956 04 26 03 00 03.00	Appennino bolognese	89	6	4,74
2	1956 05 26 18 40	Appennino forlivese	76	7	4,99
2	1956 06 03 01 45 57.00	Appennino forlivese	62	6	4,51
4	1960 04 30 00 52 06.00	Appennino forlivese	16	5	4,28
3	1960 10 29 00 08 39.00	Mugello	69	7	4,91
2	1969 01 10 16 17 32.00	Pianura Ravennate	22	5	4,38
2-3	1983 11 09 16 29 52.00	Parmense	850	6-7	5,04
3	1991 01 14 07 38 36.65	Casentino	62	5	4,26
NF	1995 08 24 17 27 33.00	Appennino pistoiese	56	6	4,45
4-5	1996 03 14 01 56 37.25	Appennino tosco-romagnolo	20	4-5	3,56
4-5	1999 01 25 22 45 58.08	Appennino forlivese	97	5	4,36
5	2000 05 06 22 07 03.78	Faentino	85	5	4,08
4-5	2000 05 08 12 29 56.20	Faentino	126	5	4,67
4-5	2000 05 10 16 52 11.60	Faentino	151	5-6	4,82
NF	2002 11 02 10 57 44.89	Ferrarese	79	4	4,21
4-5	2003 01 26 19 57 03.21	Appennino forlivese	35	6	4,66
3-4	2003 01 29 23 50 16.38	Appennino forlivese	71	4-5	4,06
5	2003 09 14 21 42 53.18	Appennino bolognese	133	6	5,24
3-4	2003 12 07 10 20 33.04	Forlivese	165	5	4,18
3	2005 07 15 15 17 18.00	Forlivese	173	4-5	4,29

Tab. 1: Elenco dei terremoti significativi per il Comune di Casola Valsenio e macrointensità stimata (Catalogo Parametrico dei Terremoti CPTI15, INGV).

Nello specifico le informazioni sopra riportate sono state ricavate attraverso la consultazione del database macrosimico DBMI15 utilizzato per la compilazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI15 (Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P. (eds), 2016. CPTI15, the 2015 version of the Parametric Catalogue of Italian

Earthquakes. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. <http://doi.org/10.6092/INGV.ITCPTI15>). Utilizzando i dati disponibili, è possibile analizzare la disaggregazione dei dati sismici relativi al nodo più vicino all'area d'interesse (18066), da cui risulta che il dato medio è di magnitudo 4,97, con una distanza epicentrale media di 5,59 km ed un valore ϵ di 1,25; la classe sismica dominante, nell'intervallo di distanza 0-20 km (99,4% dei sismi), è rappresentata da terremoti con magnitudo comprese fra 4,0 e 6,5. Trattasi di valori di magnitudo locale; per convertirli in magnitudo momento sono reperibili specifiche relazioni in letteratura.

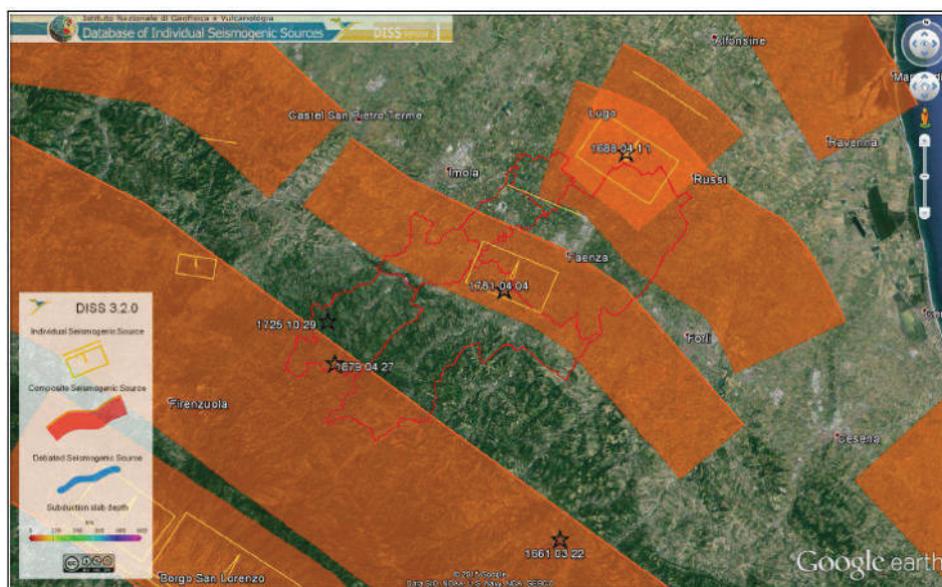


Fig. 2: Sorgenti sismogenetiche del database DISS 3.2.0

La sismicità di un territorio è strettamente connessa al suo contesto tettonico-strutturale e dunque alla presenza di strutture geologicamente “attive”. L’attività sismica che caratterizza la zona d’interesse risulta connessa all’attività orogenetica appenninica e definita nell’ambito di specifiche sorgenti sismogenetiche composite (DISS Working Group, 2015), che derivano dal sistema di faglie del margine avanzato e sepolto dell’arco appenninico. Si tratta delle strutture sismogenetiche ITCS001 “Castel San Pietro Terme-Meldola” e ITCS027 “Bore-Montefeltro-Fabriano-Laga” (Fig. 2).

La ITCS001 si trova in corrispondenza della fascia collinare pedeappenninica, tra l’alta valle del Savio a Sud di Forlì e si estende verso la città di Bologna. I cataloghi storici e strumentali (Boschi et al., 2000; Gruppo di lavoro CPTI, 2004; Pondrelli et al., 2006; Guidoboni et al., 2007) mostrano una densa concentrazione di sismicità intermedie e di danno. I terremoti principali si sono verificati (da SE a NW) l’11 agosto 1483 (Mw 5.7, Romagna meridionale), il 19 febbraio 1911 (Mw 5.4, Romagna meridionale), il 30 ottobre 1870 (Mw 5.6, Meldola), il 3 luglio 1428 (Mw 5.6, Predappio), il 4 aprile 1383 (Mw 5.4, Forlì), il 21 settembre 1813 (Mw 5.3, Romagna centrale), il 17 luglio 1781 (Mw 5.5, Romagna), il 5 maggio 1935 (Mw 5.3, Faentino) e il più importante il 4 aprile 1781 (Mw 5.9, Faentino) e il più importante il 4 aprile 1781 (Mw 5.9, Faentino). Appena a S della zona ha avuto luogo l’evento del 30 aprile 1279 (Mw 5.5, Rocca San Casciano). Si tratta di un sistema di faglie Nord-Est vergente; è collocata ad una profondità compresa tra 2 e 8 km, con slip rate compreso tra 0,24 e 0,63 mm/anno, a cui è associata una magnitudo massima $M_w = 5.8$. Dati di sottosuolo (Pieri e Groppi, 1981; Cassano et al., 1986), presenza di anomalie di drenaggio (Amoroso et al., 1996) e analisi strutturali (Castellarin et al. 1985) suggeriscono l’attività tettonica corrente del Pedeappenninic Thrust Front in questo settore.

La ITCS027 o sorgente composita del Nord Appennino rappresenta un importante thrust regionale interpretato come una struttura importante litosferica, che taglia l’intera crosta dal basamento metamorfico fino ai livelli più alti (Barchi et al., 1998; Lavecchia et al., 2003, 2004) o come uno degli elementi principali del prisma di accrezione della fascia appenninica (Bally et al., 1986; Doglioni et al., 1994). Le sorgenti sismogenetiche individuali contenute all’interno di questa fonte, da N a S, sono: Loiano, Cagli, Fabriano, Camerino, Sarnano. Si estende tra Umbria, Marche ed Emilia-Romagna ed è collocata ad una profondità compresa tra 12 e 22 km di profondità, ha uno slip rate compreso tra 0,1 e

0,5 mm/anno e a cui è associata una magnitudo massima di 6.2, derivata però da sorgenti individuali dell'Appennino Umbro-Marchigiano lontane dall'area di studio (Fabriano nel 1741, M 6.2; Cagli nel 1781, M 6.2; Camerino nel 1799, M 5.8; Samano nel 1873, M 6.0).

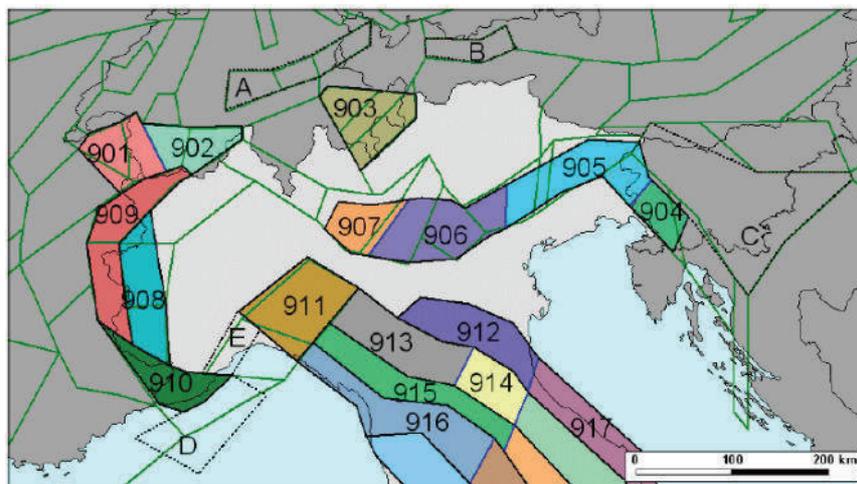


Fig. 3: Zonazione sismogenetica del territorio italiano ZS9

L'attività sismica del territorio in esame risulta connessa all'attività orogenetica appenninica e definita nell'ambito di specifiche zone sismogenetiche, nelle quali gli eventi possono ritenersi circoscritti o definiti in relazione all'assetto tettonico del territorio. Recenti studi hanno messo in luce il legame sismogenetico tra la Pianura Padana e il fronte della catena appenninica. Con riferimento alla zonazione sismogenetica del territorio italiano, denominata ZS9 (Fig. 3), prodotta dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (Gruppo di Lavoro INGV 2004), l'area in esame appartiene alla zona sismogenetica 914, per la quale la Tabella 6 del suddetto studio indica un valore di **Mw_{max} pari a 6,14** (per un'eventuale analisi di risposta sismica locale, cautelativamente, si consiglia di utilizzare questo valore).

Gli indirizzi regionali per gli studi di microzonazione sismica sono stati elaborati sulla scorta degli esiti delle indagini sismiche che la Regione ha effettuato a partire dagli anni '70 del secolo scorso e assumendo come riferimento, per gli studi applicati alla pianificazione territoriale, la pericolosità di base elaborata da INGV (O.P.C.M. 3519/2006). Tali indirizzi forniscono dati fondamentali per la valutazione semplificata dell'amplificazione locale e per valutazioni più approfondite della risposta sismica. Sulla base di questi dati è possibile calcolare, per ogni Comune, gli accelerogrammi e lo spettro di risposta riferito ad un periodo di ritorno di 475 anni e ad uno smorzamento pari al 5%, nonché i valori di PGA normalizzati e riferiti al suolo rigido.

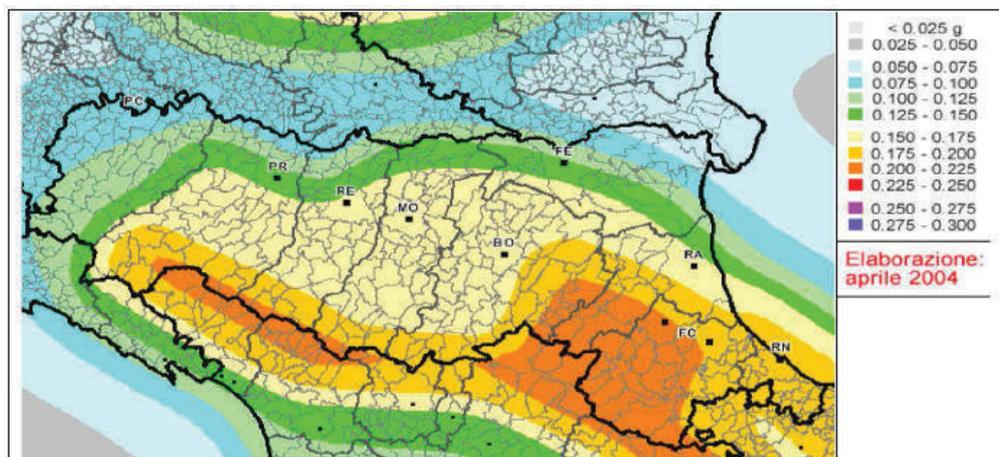


Fig. 4: Stralcio della Mappa di Pericolosità Sismica nazionale – pericolosità sismica di base

DATI DI MICROZONAZIONE SISMICA DELLA ZONA D'INTERVENTO:

MICROZONE SISMICHE OMOGENEE (Fig. 7):

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali:

- Zona 2002 - Piana terrazzata intravalliva con successioni irregolari alluvionali e colluviali fini più o meno consistenti e parzialmente ghiaiose (AES7, AES8, AES8a), sovrastanti substrato marino "rigido", in parte "detensionato" (Formazione Marnoso-Arenacea). Spessore delle coperture : H=10 m (alluvioni + bedrock alterato).

Non sono presenti zone di attenzione per instabilità.

PARAMETRI DI MICROZONAZIONE SISMICA (Fig. 8, 9, 10):

Amplificazione da abachi:

- FA (PGA) = 1,7
- FH (SI1 0.1s <T 0<0.5s) = 1,4
- FH (SI2 0.5s <T 0<1.0s) = 1 (stabile)

LIQUEFACIBILITÀ DEI TERRENI: Esclusa

6.3 Caratterizzazione sismica

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione e sono funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale.

6.3.1 Vita nominale, classe d'uso e periodo di riferimento

Con riferimento alle opere previste nel progetto preliminare a disposizione, si ipotizzano i seguenti dati:

Vita nominale: Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari ($V_N = 50$);

Classe d'uso: Classe II ($C_U = 1,0$);

Periodo di riferimento: $V_R = V_N \times C_U = 50 \times 1,0 = 50$

6.3.2 Pericolosità sismica di base

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A), nonché come ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente S_e / T , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} , nel periodo di riferimento V_R . Le forme spettrali sono definite a partire dai seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

a_g accelerazione orizzontale massima al sito;

F_o valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T^*_C valore di riferimento per la determinazione del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Con l'ausilio del software online Geostru Parametri Sismici sono stati ricavati i valori dei parametri di riferimento:

	Prob. superamento [%]	Tr [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T^*_C [s]
Operatività (SLO)	81	30	0,070	2,398	0,259
Danno (SLD)	63	50	0,090	2,392	0,267
Salvaguardia della vita (SLV)	10	475	0,209	2,475	0,302
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	975	0,261	2,533	0,313

6.3.3 Categoria di sottosuolo e condizioni topografiche

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

$$V_{s,eq} = H / \sum_{i=1}^N (h_i / V_{s,i})$$

Dove H è la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia e terreno molto rigido, caratterizzato da V_s non inferiore a 800 m/s, h_i lo spessore dell'i-esimo strato, $V_{s,i}$ la velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato, N il numero di strati.

Nel caso in esame sono state realizzate n. 2 prove sismiche di superficie con metodo MASW (allegato 4). Nella prova realizzata in corrispondenza del campo da calcio, dove dalle prospezioni sismiche a rifrazione, correlate con i sondaggi geognostici, è emerso che la profondità del substrato roccioso è inferiore a 30 m, la ditta esecutrice ha restituito i risultati indicando comunque i valori di V_{s30} (304 m/s), in quanto tale substrato fino ed oltre 30 m di profondità mostra valori di V_s minori di 800 m/s ($V_{s,eq} = V_{s30}$). Analogamente, anche per la prova realizzata nella lottizzazione nei pressi de "La Tesa" sono stati restituiti i valori di V_{s30} (326 m/s); in questo caso, anche in considerazione della misurazione HVSR di repertorio, il substrato sismico è stimato a profondità superiori a 35 m. Considerando uno scarto nell'accuratezza della misura pari al $\pm 10\%$ della stima di V_{s30} , tali valori collocano il sottosuolo indagato nella categoria "C". In ragione della categoria di sottosuolo proposta si definisce un fattore S_s che quantifica l'amplificazione stratigrafica.

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 * F_0 \text{ ag/g} \leq 1,50$	$1,05 (T_c)^{-0,33}$

Per quanto concerne la valutazione dell'influenza delle condizioni topografiche, il nuovo campo sportivo sarà ubicato in un pendio leggermente inclinato con pendenza media di 5-6° (11%), che lo colloca nella seguente categoria e relativo fattore di amplificazione topografica:

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	Superficie pianeggiante con inclinazione media $i < 15^\circ$	1,0

6.3.4 Parametri sismici

I coefficienti sismici orizzontale e verticale necessari per la determinazione della componente orizzontale e verticale dell'azione sismica sono espressi con le seguenti relazioni:

$$k_h = \beta_s * a_{max} / g$$

$$k_v = \pm 0,5 * k_h$$

dove β_s rappresenta il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, a_{max} l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito e g l'accelerazione di gravità. In assenza di analisi specifiche di risposta sismica locale, l'accelerazione massima attesa al sito può essere valutata con la relazione:

$$a_{max} = S * a_g = (S_s * S_T) * a_g$$

dove S è il coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_s) e dell'amplificazione topografica (S_T) e a_g l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Applicando i fattori alle suddette relazioni, col software online Geostru Parametri Sismici si ottengono i seguenti risultati:

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,500	1,640	1,000	0,021	0,011	1,037	0,200
SLD	1,500	1,620	1,000	0,027	0,013	1,318	0,200
SLV	1,390	1,560	1,000	0,081	0,041	2,853	0,280
SLC	1,300	1,540	1,000	0,095	0,048	3,329	0,280

6.3.5 Stabilità nei confronti della liquefazione

Gli studi di microzonazione sismica di secondo livello eseguiti per il Comune di Casola Valsenio, collocano il sito in esame in una macrozona omogenea in cui è esclusa la liquefacibilità dei terreni. Sulla base delle misurazioni eseguite, è possibile stimare che il livello di falda stazioni pressoché costantemente all'interno delle alluvioni grossolane ghiaioso-sabbiose poggianti sul substrato roccioso marnoso-arenaceo, senza interessare i litotipi limoso-sabbiosi soprastanti, che, tuttalpiù, potranno essere interessati da una sporadica circolazione verticale per infiltrazione, drenata dalle ghiaie-sabbie sottostanti.

Per i motivi sopraesposti, a parere del sottoscritto, nel sito in esame è possibile escludere il verificarsi di fenomeni di liquefazione.

5. Conclusioni

La definizione litostratigrafica dei terreni del primo sottosuolo, per un congruo intorno dell'area interessata dai lavori del nuovo campo sportivo, e la stima delle loro caratteristiche di resistenza, sono state effettuate sulla base del rilievo di superficie, di indagini geognostiche in sito e di analisi di laboratorio, con cui è stato proposto il modello geologico di riferimento richiesto dalle Norme Tecniche vigenti.

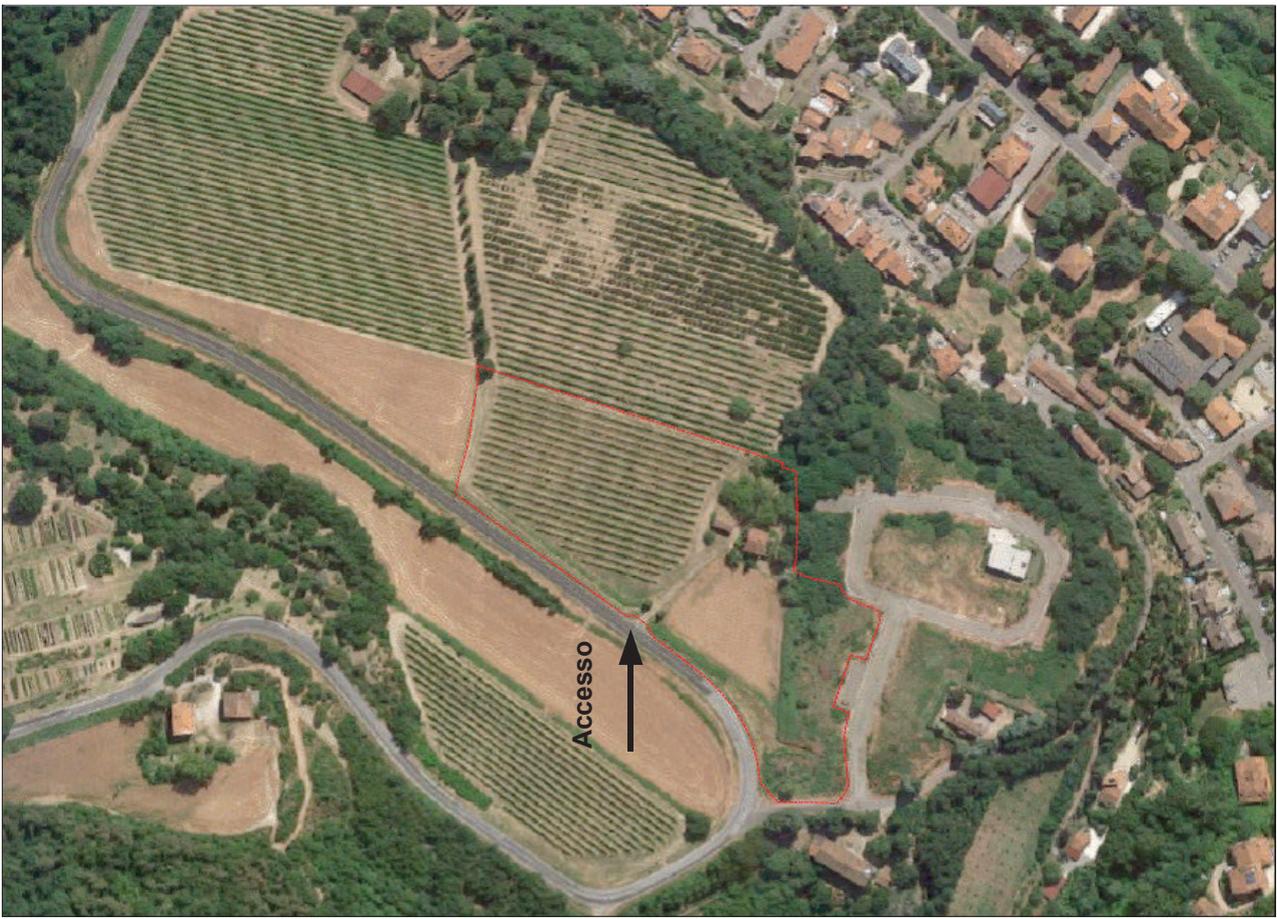
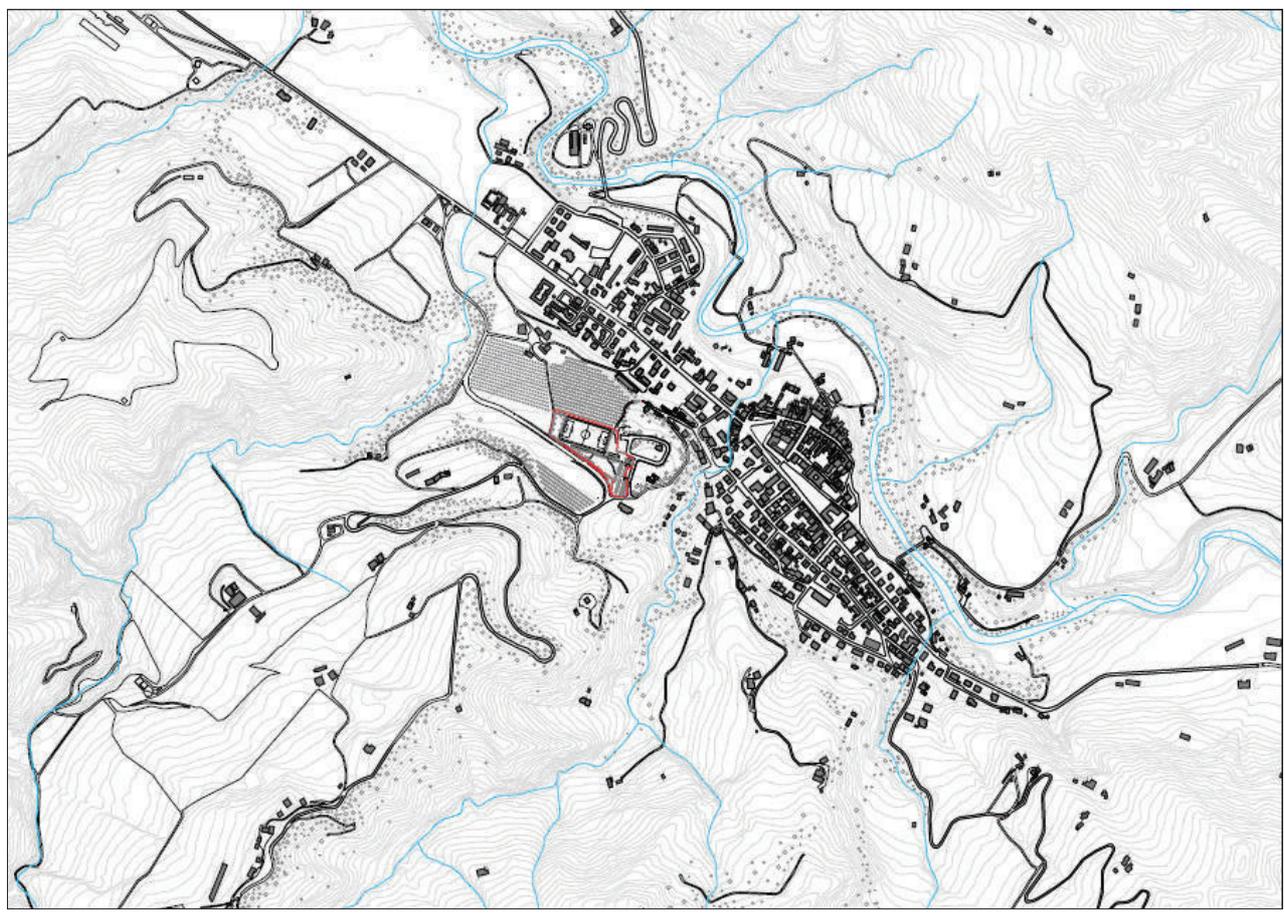
Per quanto riguarda la successiva fase di modellazione geotecnica, il progettista strutturale potrà valutare la necessità di integrare la campagna di indagini con ulteriori analisi e prove.

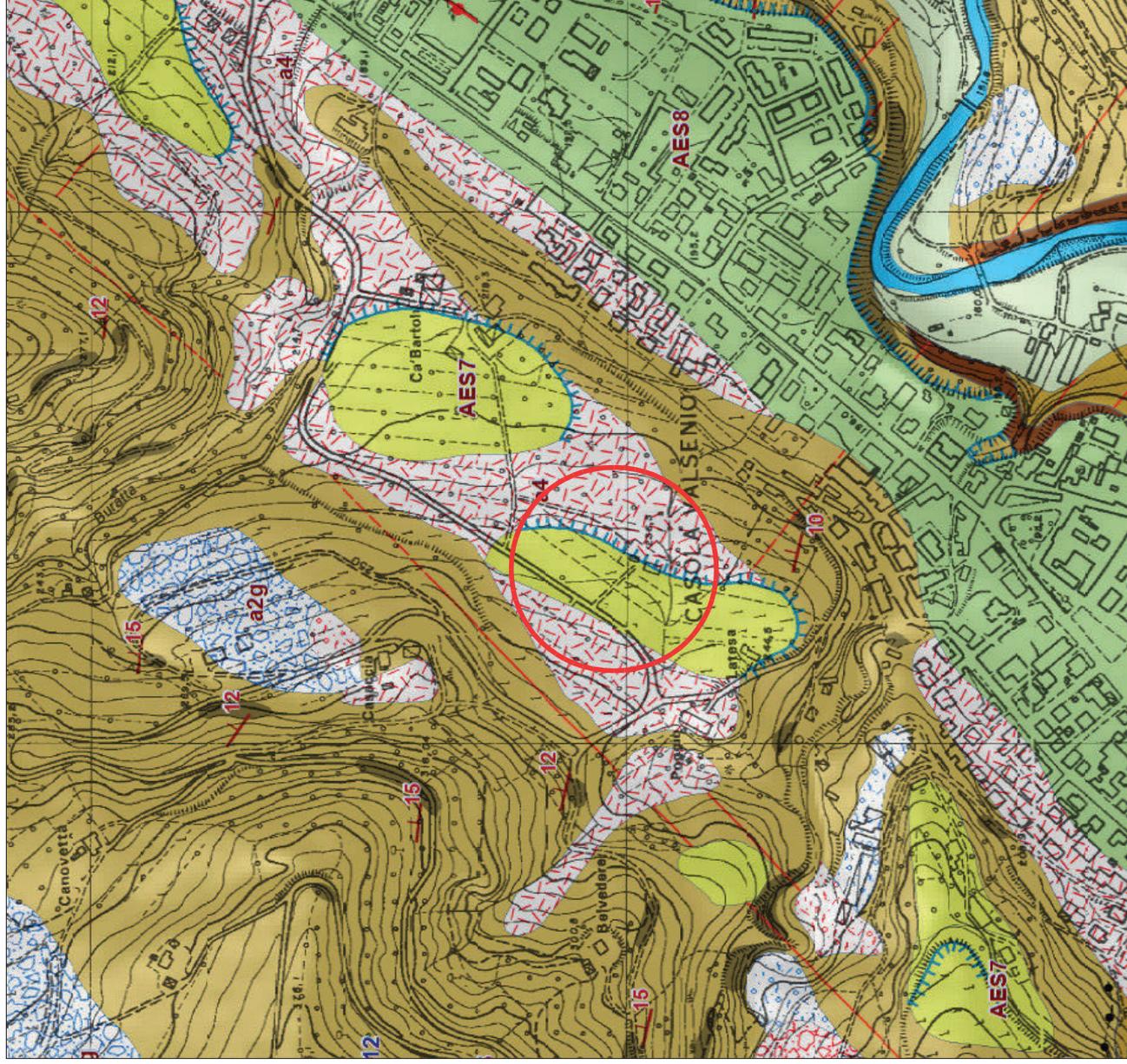
Sulla base di quanto esposto nei paragrafi precedenti, non sussistono impedimenti di tipo geologico alla realizzazione dell'opera in progetto, per la quale si esprime giudizio favorevole alla fattibilità, nel rispetto delle indicazioni contenute nella presente relazione.

Se si individuassero localmente delle situazioni litologiche e/o di addensamento dei terreni discordanti rispetto al quadro geologico illustrato nella presente relazione, occorrerà avvertire lo scrivente che, dopo la valutazione del caso, indicherà gli opportuni interventi.

Faenza, novembre 2018

dott. geol. Alessandro Poggiali
(documento sottoscritto digitalmente)





Legenda

Province



Comuni



Griglia 10.000



Prove lineari



prova MASW

Punti geomorf./antrop. (10K)



discarica, deposito di origine antropica

ee geomorf./antrop. (10K)



orlo di terrazzo fluviale

Punti di osservaz. e misura (10K)



stratificazione dritta

Coperture quaternarie (10K)



AES7 - Substema di Villa Verucchio



AES8 - Substema di Ravenna



AES8a - Unità di Modena



a1b - Deposito di frana attiva per scivolamento



a1g - Deposito di frana attiva complessa



a2b - Deposito di frana quiescente per scivolamento



a2g - Deposito di frana quiescente complessa



a4 - Deposito eluvio-colluviale



b1 - Deposito alluvionale in evoluzione



Limiti di unità geologiche (10K)



contatto stratigrafico o litologico certo



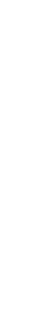
faglia certa



faglia incerta



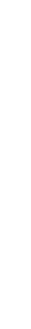
limite di natura incerta



orizzonte incerto



Affioramenti (aree) (10K)



Unità geologiche (10K)



FMA10 - Formazione Marnoso-Arenacea - membro di Dovadola

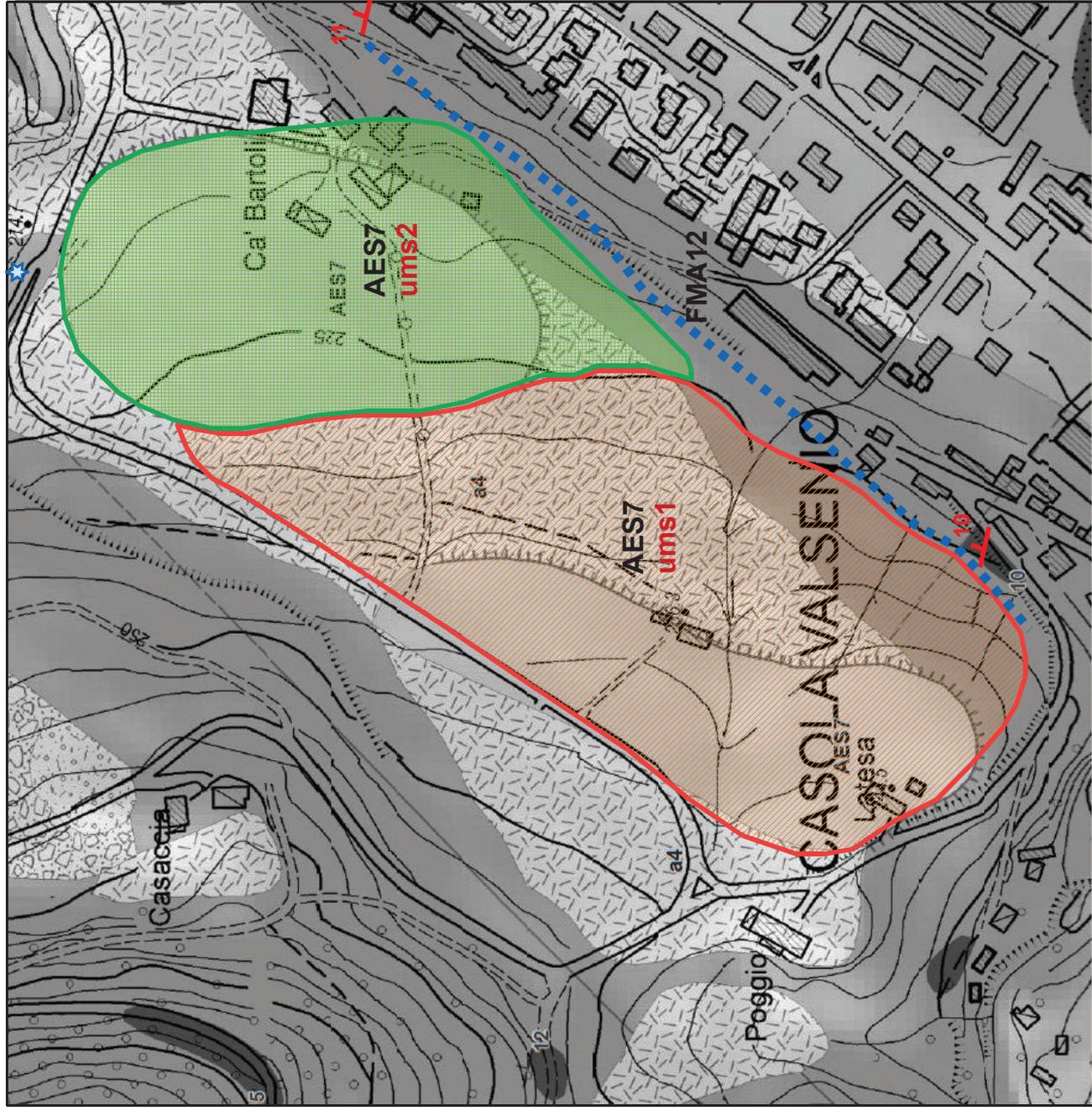


FMA12 - Formazione Marnoso-Arenacea - membro di Castel del Rio



mv - Livello Monte della Vecchia





LEGENDA

AES7 - Subsystema di Villa Verucchio

Ravenna Chiave, sabbie, limi ed argille di origine fluviale, piana intravalliva a conoide alluvionale. Il letto dell'unità è generalmente appressato da suoli non calcarei molto evoluti di colore bruno scuro. Il limite inferiore è erosivo e discordante sui depositi sottostanti. Nel sottosuolo di pianura l'unità corrisponde ad un ciclo trasgressivo-egressivo costituito da una porzione basale, di pochi metri, di sabbie litorali (Tirreniano Auct.) e argille e limi palustri; una porzione intermedia contenente limi-sabbiosi, limi e Lo spessore massimo è di 40 m circa (Pleistocene medio-sup).



Unità morfostratigrafica di conoide



Unità morfostratigrafica di terrazzo fluviale

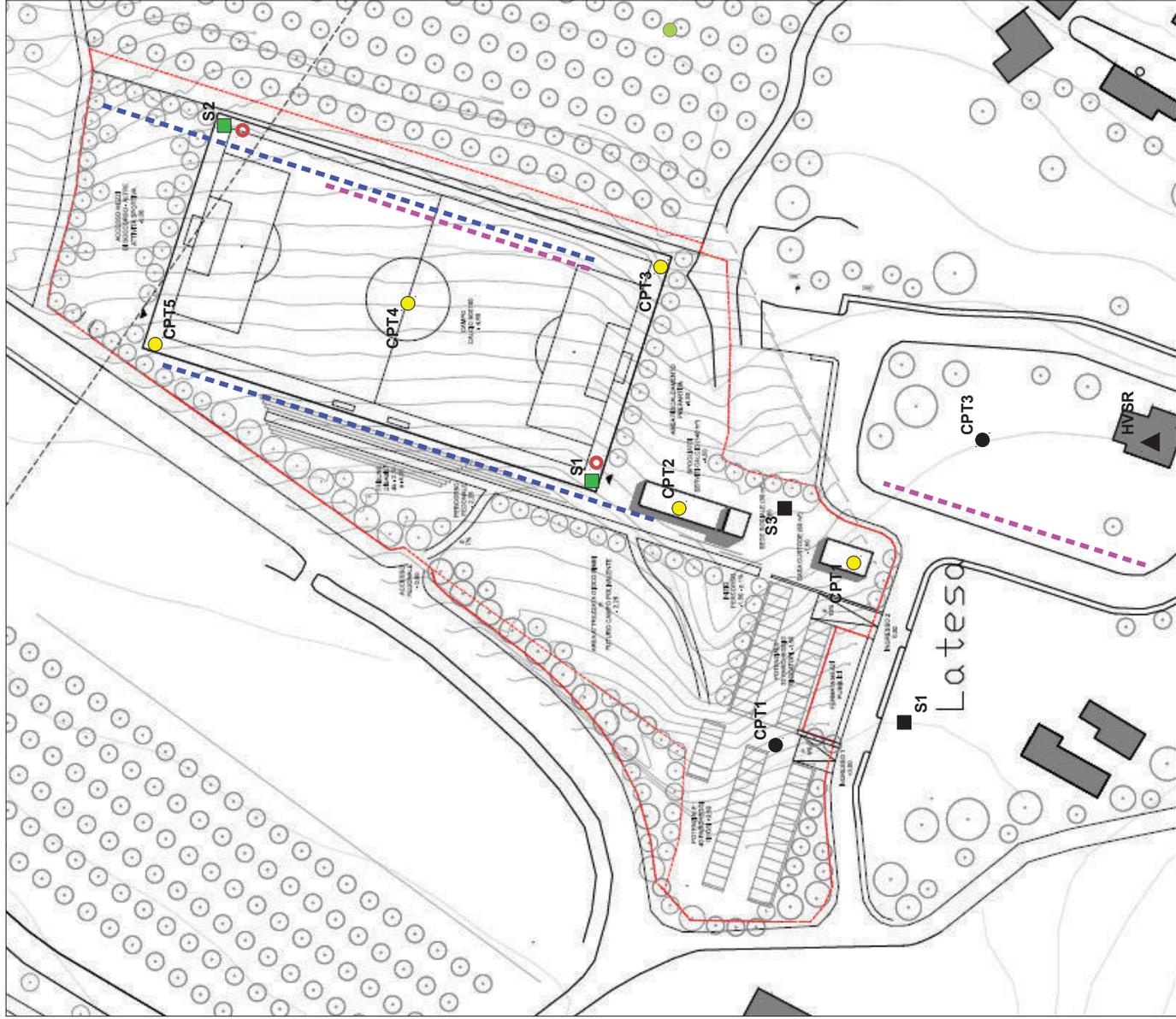


Orlo di scarpata di erosione fluviale



Giacitura della stratificazione rocciosa

Allegato 4 – UBICAZIONE DELLE INDAGINI E REPORT DEI RISULTATI



Legenda

Indagini agosto 2018

- Sondaggio a carotaggio continuo (S)
- Prova penetrometrica statica con punta meccanica (CPT)
- Prospezione sismica con il metodo a rifrazione
- Prospezione sismica con il metodo MASW

Indagini di repertorio

- Sondaggio a carotaggio continuo (S)
- Prova penetrometrica statica con punta meccanica (CPT)
- ▲ Prospezione sismica con il metodo HVSR

Campioni per prove di laboratorio

- S1
Prelievo carota di 4 m per preparazione miscela del campione
Prova Proktor (S1bis)
- S2
Prelievo carota di 4 m per preparazione miscela del campione
Prova Proktor (S1bis)
- Prelievo carota di 4 m per preparazione miscela del campione
Prova Proktor (S1bis)



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certquality
Qualità Ambiente Sicurezza
UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007



Ⓢ Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 8572 del 07/10/2014, art. 99 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

COMMITTENTE: Comune di Casola Valsenio - Via Roma n. 50 - Casola Valsenio (RA)

CANTIERE: Nuovo campo sportivo La Furina, Casola Valsenio (RA)

PERFORAZIONE: S1 C. SITO N°: S180559

ESECUZIONE: 9-10/08/18 OPERATORE: COCCO

COMMESSA: 18063/18 RESPONSABILE: MAGHINI

PROFONDITA': 22.50 m

RIVESTIMENTO: 18.00 m

QUOTA: p.c.

Indisturbato S.P.T
 Rimaneggiato Lefranc
 Ambientale Vane Test

METRI	METRI da P.C.	LITOLOGIA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	CAMPIONI			P.P. kPa	T.V. kPa	PROVE			METODO E UTENSILE	FALDA
				TIPO	NUM.	PROF.			TIPO	NUM.	PROF.		
1													
2			Argilla limosa marrone con concrezioni carbonatiche e ossidazioni	CR1	1.50								
3													
4	4.10			SH1	3.00					SPT1	3.70-4.15m		
5	4.50		Limo argilloso sabbioso marrone				75				4-7-9		
6	5.70		Limo argilloso marrone				125						
7							150						
8			Limo sabbioso argilloso marrone con livelli di limo argilloso				75			SPT2	7.00-7.45m		
9							100				4-3-5		
10	10.00						75						
11			Limo sabbioso debolmente argilloso con livelli di sabbia limosa				75						
12													
13	12.60		Sabbia limosa marrone con presenza di ghiaia										
14	12.85												
15	14.70		Limo sabbioso argilloso marrone con livelli di argilla limosa										
16	15.10		Sabbia limosa marrone										
17			Limo sabbioso argilloso marrone										
18	17.50												
19			Ghiaia subarrotondata con limo sabbioso marrone e ciottoli arenacei										
20	19.50												
21	21.10		Limo sabbioso marrone con ghiaia molto addensato										
22			Marna argillosa limosa di colore grigio-azzurro alterata										
23	22.50												
			FINE SONDAGGIO										

Carpiaggio continuo mediante carotiere semplice ø 101 mm

Falda non rilevata

Foro non attrezzato, richiuso con materiale di risulta

Carotiere doppio ø 101 mm

Carotiere semplice ø 101

COMMITTENTE: Comune di Casola Valsenio - Via Roma n. 50 - Casola Valsenio (RA)

CANTIERE: Nuovo campo sportivo La Furina, Casola Valsenio (RA)

PERFORAZIONE: S1 C. SITO N°: S180559

ESECUZIONE: 9-10/08/18 OPERATORE: COCCO

COMMESSA: 18063/18 RESPONSABILE: MAGHINI

PROFONDITA': 22.50 m

RIVESTIMENTO: 18.00 m

QUOTA: p.c.

<input type="checkbox"/>	Indisturbato	<input type="checkbox"/>	S	S.P.T
<input checked="" type="checkbox"/>	Rimaneggiato	<input type="checkbox"/>	L	Lefranc
<input type="checkbox"/>	Ambientale	<input type="checkbox"/>	V	Vane Test

UBICAZIONE

LOCALITA': Nuovo campo sportivo La Furina, Casola Valsenio (RA)

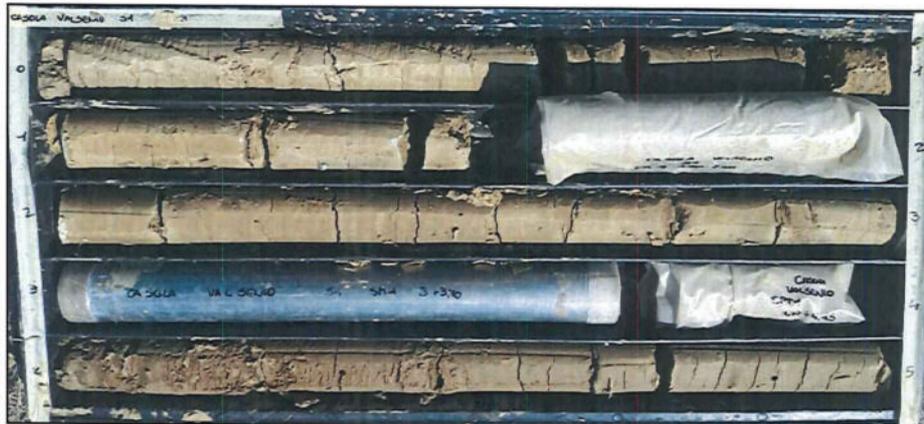
PERFORAZIONE: S1

UBICAZIONE: Lat.: 44.227293°

Long.: 11.624597°



Posizionamento sondaggio



Cassetta 1: da 0,00 a 5,00 m da p.c.

COMMITTENTE: Comune di Casola Valsenio - Via Roma n. 50 - Casola Valsenio (RA)

CANTIERE: Nuovo campo sportivo La Furina, Casola Valsenio (RA)

PERFORAZIONE: S1 C. SITO N°: S180559

ESECUZIONE: 9-10/08/18 OPERATORE: COCCO

COMMESSA: 18063/18 RESPONSABILE: MAGHINI

PROFONDITA': 22.50 m

RIVESTIMENTO: 18.00 m

QUOTA: p.c.

Indisturbato
 Rimaneggiato
 Ambientale

S.P.T
 Lefranc
 Vane Test



Cassetta 2: da 5,00 a 10,00 m da p.c.



Cassetta 3: da 10,00 a 15,00 m da p.c.



Cassetta 4: da 15,00 a 20,00 m da p.c.



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certiquality
Qualità Ambiente Sicurezza
UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007



© Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

COMMITTENTE: Comune di Casola Valsenio - Via Roma n. 50 - Casola Valsenio (RA)

CANTIERE: Nuovo campo sportivo La Furina, Casola Valsenio (RA)

PERFORAZIONE: S1 C. SITO N°: S180559

ESECUZIONE: 9-10/08/18 OPERATORE: COCCO

COMMESSA: 18063/18 RESPONSABILE: MAGHINI

PROFONDITA': 22.50 m

RIVESTIMENTO: 18.00 m

QUOTA: p.c.

Indisturbato
 Rimaneggiato
 Ambientale

S.P.T
 Lefranc
 Vane Test



Cassetta 5: da 20,00 a 22,50 m da p.c.

Il Direttore Tecnico SOA:
p.i. Riccardo Mazza

Il Responsabile Prove in Sito:
dott. Massimo Romagnoli

COMMITTENTE: Comune di Casola Valsenio - Via Roma n. 50 - Casola Valsenio (RA)
CANTIERE: Nuovo campo sportivo La Furina, Casola Valsenio (RA)
PERFORAZIONE: S2 C. SITO N°: S180623
ESECUZIONE: 27-28/08/18 OPERATORE: FORMISANO
COMMESSA: 18063/18 RESPONSABILE: NOLA
PROFONDITA': 17.50 m
RIVESTIMENTO: 12.00 m
QUOTA: p.c.

<input checked="" type="checkbox"/> Indisturbato	<input type="checkbox"/> S	S.P.T
<input checked="" type="checkbox"/> Rimaneggiato	<input type="checkbox"/> L	Lefranc
<input checked="" type="checkbox"/> Ambientale	<input type="checkbox"/> V	Vane Test

METRI	METRI da P.C.	LITOLOGIA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	CAMPIONI			P.P. kPa	T.V. kPa	PROVE			METODO E UTENSILE	FALDA
				TIPO	NUM.	PROF.			TIPO	NUM.	PROF.		
1	0.70		Limo sabbioso argilloso marrone molto consistente				175						
2				<input checked="" type="checkbox"/> CR1	1.50	2.00	325						
3			Limo argilloso debolmente sabbioso marrone molto consistente				370						
4				<input checked="" type="checkbox"/> SH1	3.00	3.60	420						
5	5.00		Limo sabbioso marrone mediamente consistente				450						
6	6.60						450						
7			Sabbia limosa marrone mediamente consistente				200						
8	8.50			<input checked="" type="checkbox"/> CR2	7.00	7.50	300						
9			Limo sabbioso marrone mediamente consistente				150						
10							300						
11			Sabbia limosa ghiaiosa marrone chiaro				375						
12	12.20						200						
13			Limo argilloso grigio alternato a strati di marna grigia				150						
14	14.40						150						
15													
16													
17	17.50												
18			FINE SONDAGGIO										
19													
20													
21													
22													
23													

Carptaggio continuo mediante carotiere semplice ø 101 mm

Falda non rilevata

Foro non attrezzato, richiuso con materiale di risulta



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

@ Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certipro
Qualità Ambiente Sicurezza
UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007



COMMITTENTE: Comune di Casola Valsenio - Via Roma n. 50 - Casola Valsenio (RA)

CANTIERE: Nuovo campo sportivo La Furina, Casola Valsenio (RA)

PERFORAZIONE: S2 C. SITO N°: S180623

PROFONDITA': 17.50 m

Indisturbato S.P.T
 Rimaneggiato L Lefranc
 Ambientale V Vane Test

ESECUZIONE: 27-28/08/18 **OPERATORE:** FORMISANO

RIVESTIMENTO: 12.00 m

COMMESSA: 18063/18 **RESPONSABILE:** NOLA

QUOTA: p.c.

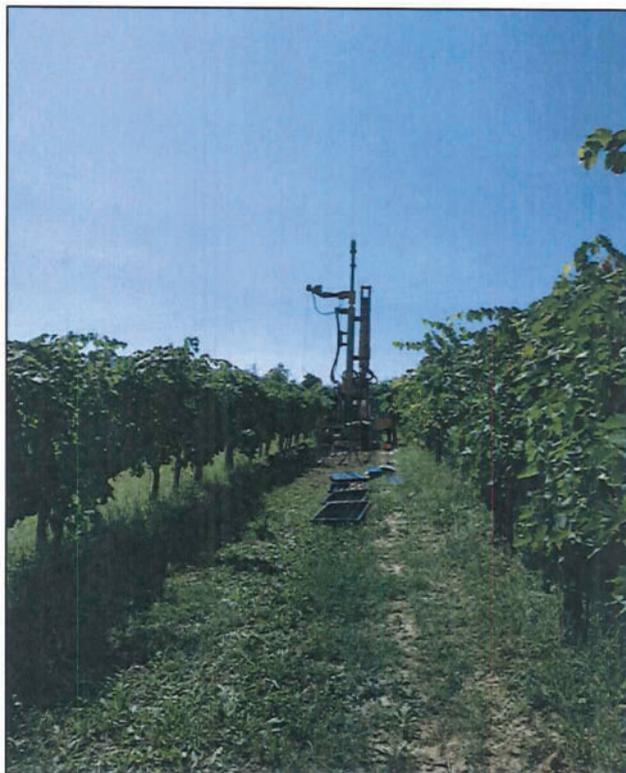
UBICAZIONE

LOCALITA': Nuovo campo sportivo La Furina, Casola Valsenio (RA)

PERFORAZIONE: S2

UBICAZIONE: Lat.: 44.228231°

Long.: 11.625436°



Posizionamento sondaggio



Cassetta 1: da 0,00 a 5,00 m da p.c.

Il Direttore Tecnico SOA:
p.i. Riccardo Mazza

Il Responsabile Prove in Sito:
dott. Massimo Romagnoli

COMMITTENTE: Comune di Casola Valsenio - Via Roma n. 50 - Casola Valsenio (RA)

CANTIERE: Nuovo campo sportivo La Furina, Casola Valsenio (RA)

PERFORAZIONE: S2

C. SITO N°: S180623

PROFONDITA': 17.50 m

Indisturbato

S.P.T

ESECUZIONE: 27-28/08/18

OPERATORE: FORMISANO

RIVESTIMENTO: 12.00 m

Rimaneggiato

Lefranc

COMMESSA: 18063/18

RESPONSABILE: NOLA

QUOTA: p.c.

Ambientale

Vane Test



Cassetta 2: da 5,00 a 10,00 m da p.c.



Cassetta 3: da 10,00 a 15,00 m da p.c.



Cassetta 4: da 15,00 a 20,00 m da p.c.



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certquality
Qualità Ambiente Sicurezza
UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

COMMITTENTE: **Comune di Casola Valsenio**
CANTIERE: **Realizzazione nuovo campo sportivo "La Furina"**

PROVA: **CPT 1** del **13/8/18** FALDA: - **m da p.c.**
COMMESSA: **18063/18** C. SITO N°: **S180573/18 del 23/08/18**

PROFONDITA'	q _c (MPa)	f _s (kPa)	q _c /f _s	PROFONDITA'	q _c (MPa)	f _s (kPa)	q _c /f _s	PROFONDITA'	q _c (MPa)	f _s (kPa)	q _c /f _s
0.20											
0.40	6.68	137.25	73.01								
0.60	5.80	91.50	24.64								
0.80	3.84	235.29	13.65								
1.00	3.56	281.05	12.09								
1.20	2.87	294.12	9.98								
1.40	2.87	287.58	10.98								
1.60	3.07	261.44	12.03								
1.80	2.97	254.90	13.36								
2.00	3.18	222.22	14.74								
2.20	3.18	215.69	14.74								
2.40	3.08	215.69	13.47								
2.60	3.37	228.76	14.75								
2.80	3.47	228.76	24.15								
3.00	4.27	143.79	34.39								
3.20	3.78	124.18	28.92								
3.40	2.90	130.72	24.63								
3.60	3.78	117.65	25.15								
3.80	3.98	150.33	24.34								
4.00	2.52	163.40	16.76								
4.20	2.91	150.33	15.91								
4.40	4.58	183.01	26.94								
4.60	4.77	169.93	21.49								
4.80	2.91	222.22	16.50								
5.00	3.02	176.47	24.35								
5.20	3.22	124.18	30.79								
5.40	1.26	104.58	8.75								
5.60	3.42	143.79	26.13								
5.80	8.91	130.72	23.10								
6.00	4.51	385.62	21.55								
6.20	3.14	209.15	22.84								
6.40	3.63	137.25	22.19								
6.60	5.19	163.40	19.38								
6.80	9.51	267.97	69.27								
7.00	8.44	137.25	25.84								
7.20	4.03	326.80	19.28								
7.40	3.05	209.15	6.67								
7.60	7.56	457.52	21.42								
7.80	5.01	352.94	17.83								
8.00	9.14	281.05	20.27								
8.20	9.44	450.98	37.02								
8.40	6.79	254.90	39.96								
8.60	4.24	169.93	10.82								
8.80	5.81	392.16	3.64								
9.00	13.86	1594.77	14.63								
9.20	13.08	947.71	13.80								
9.40	R										

Il Direttore tecnico SOA:
p.i. Riccardo Mazza

Il Responsabile Prove in Situ:
dott. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

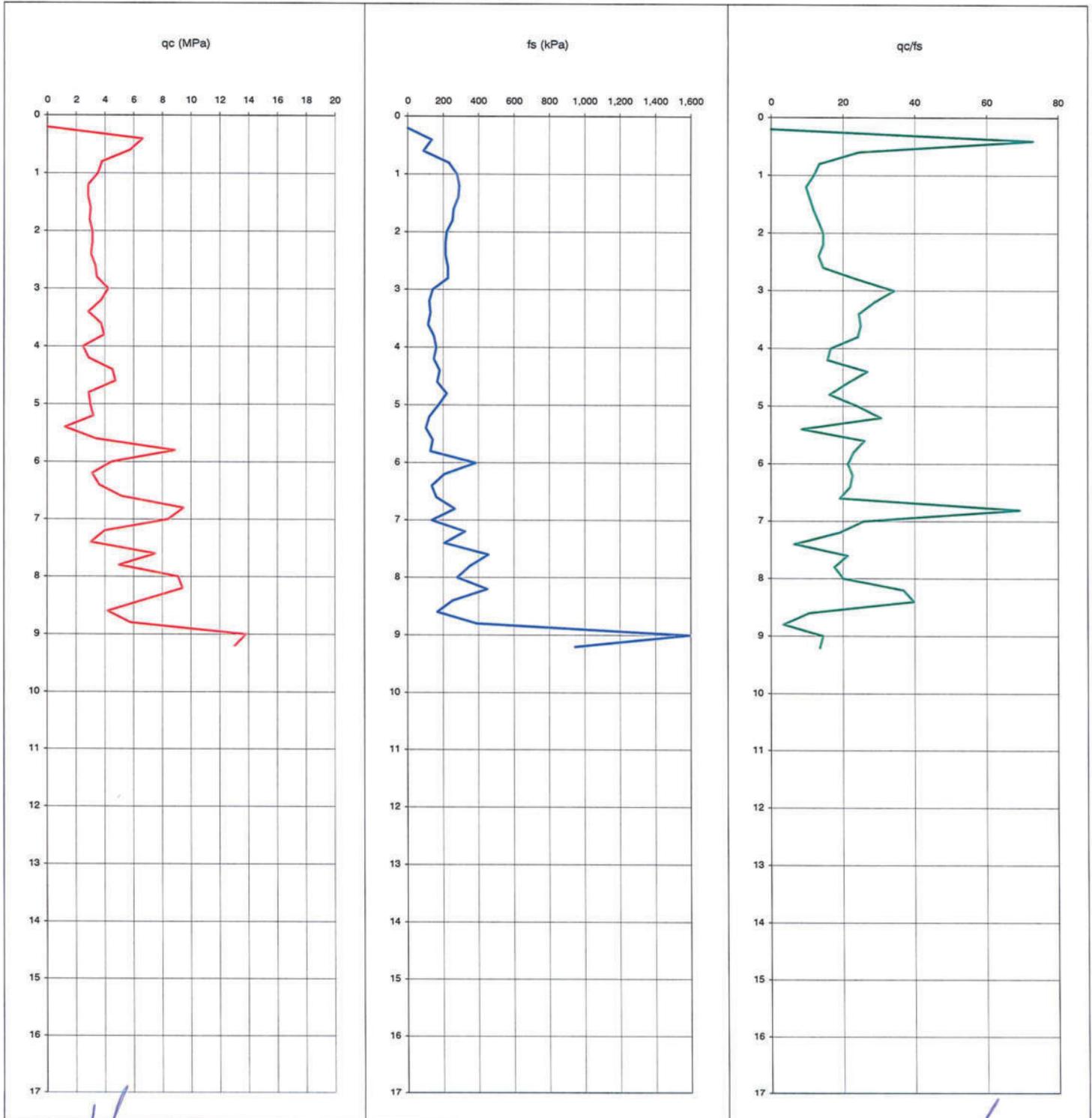
Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certquality
Qualità Ambiente Sicurezza
UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

COMMITTENTE: **Comune di Casola Valsenio**
CANTIERE: **Realizzazione nuovo campo sportivo "La Furina"**

PROVA: **CPT 1** del **13/8/18** FALDA: - m da p.c.
COMMESSA: **18063/18** C. SITO N°: **S180573/18 del 23/08/18**



Il Direttore tecnico SOA:
p.i. Riccardo Mazza

Il Responsabile Prove in Situ:
dott. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certquality
Qualità Ambiente Sicurezza
UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

COMMITTENTE: **Comune di Casola Valsenio**
CANTIERE: **Realizzazione nuovo campo sportivo "La Furina"**

PROVA: **CPT 1** del **13/8/18** FALDA: - **m da p.c.**
COMMESSA: **18063/18** C. SITO N°: **S180573/18 del 23/08/18**

PLANIMETRIA

Località: Strada della Lavanda - Casola Valsenio (RA)

Latitudine: 44.226845°

Longitudine: 11.624327°



Il Direttore tecnico SOA:
p.i. Riccardo Mazza

Il Responsabile Prove in Situ:
dott. Massimo Romagnoli

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Nr:	Numero progressivo strato
Prof:	Profondità strato (m)
Tipo:	C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente
Cu:	Coesione non drenata (KPa)
Eu:	Modulo di defomazione non drenato (Mpa)
Mo:	Modulo Edometrico (Mpa)
G:	Modulo di deformazione a taglio (Mpa)
OCR:	Grado di sovraconsolidazione
Puv:	Peso unità di volume (KN/m ³)
PuvS:	Peso unità di volume saturo (KN/m ³)
Dr:	Densità relativa (%)
Fi:	Angolo di resistenza al taglio (°)
Ey:	Modulo di Young (Mpa)
Vs:	Velocità onde di taglio (m/s)

	Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey
Vs													
0,00	1	0,20	C	0,0	0,0	0,0	0,0	<0.5	0,0	0,0	--	--	--
219,32	2	0,40	I	--	--	10,0	36,2	<0.5	17,7	20,6	100,0	42,0	0,0
242,57	3	0,60	I	--	--	8,7	33,2	<0.5	18,6	21,6	100,0	42,0	0,0
195,13	4	0,80	C	192,2	143,6	7,7	25,8	>9	20,5	21,2	--	--	--
202,77	5	1,00	C	178,5	133,0	7,1	24,6	>9	20,3	21,1	--	--	--
202,74	6	1,20	C	143,2	106,9	5,7	21,6	>9	20,0	20,7	--	--	--
209,12	7	1,40	C	143,2	106,8	5,7	21,6	>9	20,0	20,7	--	--	--
217,27	8	1,60	C	154,0	114,1	6,1	22,5	>9	20,1	20,9	--	--	--
220,85	9	1,80	C	148,1	110,2	5,9	22,1	>9	20,0	20,8	--	--	--
228,03	10	2,00	C	158,9	117,9	6,4	23,0	>9	20,1	20,9	--	--	--
232,05	11	2,20	C	158,9	117,8	6,4	23,0	>9	20,1	20,9	--	--	--
234,38	12	2,40	C	154,0	113,9	6,2	22,6	>9	20,1	20,9	--	--	--
241,68	13	2,60	C	168,7	124,6	6,7	23,8	>9	20,2	21,0	--	--	--
246,20	14	2,80	C	173,6	128,2	6,9	24,3	>9	20,3	21,0	--	--	--
293,58	15	3,00	CI	213,8	158,1	8,5	27,5	1,6	20,6	21,4	57,4	35,8	0,0
287,29	16	3,20	CI	189,3	139,5	7,6	25,6	1,9	20,4	21,2	51,5	34,9	0,0
271,03	17	3,40	CI	145,1	106,4	5,8	21,7	<0.5	20,0	20,7	40,8	33,3	0,0
291,92	18	3,60	CI	189,3	139,2	7,6	25,6	2,3	20,4	21,2	48,4	34,5	0,0
297,91	19	3,80	CI	199,1	146,6	8,0	26,4	2,3	20,5	21,3	48,7	34,5	0,0
247,35	20	4,00	C	125,5	91,7	5,0	20,0	>9	19,7	20,5	--	--	--
255,96	21	4,20	C	145,1	106,2	5,8	21,8	>9	20,0	20,7	--	--	--
314,67	22	4,40	CI	229,5	168,6	9,2	28,8	2,3	20,7	21,5	49,8	34,6	0,0
	23	4,60	CI	238,3	175,6	9,5	29,5	2,4	20,8	21,6	50,0	34,7	0,0

319,83													
24	4,80	C	145,1	105,7	5,8	21,8	>9	19,9	20,7	--	--	--	
261,92													
25	5,00	C	151,0	109,7	6,0	22,3	>9	20,0	20,8	--	--	--	
265,49													
26	5,20	CI	160,8	117,0	6,4	23,2	<0.5	20,1	20,9	33,4	32,2	0,0	
294,49													
27	5,40	C	62,8	43,4	4,7	13,1	7,2	18,5	19,3	--	--	--	
229,52													
28	5,60	CI	170,6	124,2	6,8	24,1	<0.5	20,2	21,0	33,7	32,2	0,0	
301,78													
29	5,80	I	--	--	13,4	43,2	1,5	18,6	21,6	65,7	36,9	0,0	
385,61													
30	6,00	C	225,6	164,8	9,0	28,5	>9	20,7	21,5	--	--	--	
294,35													
31	6,20	C	156,9	113,3	6,3	22,8	>9	20,1	20,8	--	--	--	
277,21													
32	6,40	CI	181,4	131,5	7,3	24,9	<0.5	20,3	21,1	32,3	31,9	0,0	
311,86													
33	6,60	CI	259,9	189,8	10,4	31,0	<0.5	20,9	21,7	43,8	33,7	0,0	
342,54													
34	6,80	I	--	--	14,3	44,9	1,7	17,7	20,6	63,8	36,6	0,0	
400,41													
35	7,00	I	--	--	12,7	41,8	1,9	18,6	21,6	58,9	35,9	0,0	
390,17													
36	7,20	C	201,0	145,8	8,1	26,6	>9	20,5	21,3	--	--	--	
297,60													
37	7,40	C	153,0	108,9	6,1	22,4	>9	20,0	20,8	--	--	--	
284,25													
38	7,60	C	377,6	277,9	15,1	39,1	>9	21,5	22,3	--	--	--	
336,52													
39	7,80	C	250,1	182,1	10,0	30,4	>9	20,8	21,6	--	--	--	
313,77													
40	8,00	CI	457,0	336,8	18,3	43,9	2,1	21,9	22,6	58,2	35,8	0,0	
405,18													
41	8,20	CI	471,7	347,9	18,9	44,7	2,1	21,9	22,7	58,7	35,8	0,0	
409,87													
42	8,40	CI	339,3	248,4	13,6	36,6	<0.5	21,4	22,1	46,7	34,0	0,0	
378,58													
43	8,60	CI	211,8	152,6	8,5	27,4	<0.5	20,6	21,3	29,9	31,5	0,0	
337,42													
44	8,80	C	290,3	211,3	11,6	33,2	>9	21,1	21,9	--	--	--	
329,07													
45	9,00	C	693,3	513,0	27,7	56,6	>9	22,5	23,3	--	--	--	
386,67													
46	9,20	C	654,1	483,6	26,2	54,6	>9	22,5	23,2	--	--	--	
384,15													
47	9,40	C	654,1	483,6	26,2	54,6	>9	22,5	23,2	--	--	--	
384,15													



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certiquality
Qualità Ambiente Sicurezza
UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

COMMITTENTE: **Comune di Casola Valsenio**
CANTIERE: **Realizzazione nuovo campo sportivo "La Furina"**

PROVA: **CPT 2** del **10/8/18** FALDA: - m da p.c.
COMMESSA: **18063/18** C. SITO N°: **S180574/18 del 23/08/18**

PROFONDITA'	q _c (MPa)	f _s (kPa)	q _c /f _s	PROFONDITA'	q _c (MPa)	f _s (kPa)	q _c /f _s	PROFONDITA'	q _c (MPa)	f _s (kPa)	q _c /f _s
0.20				10.20	3.29	143.79	78.41				
0.40	1.58	32.68	17.29	10.40	6.43	130.72	28.09				
0.60	1.58	91.50	12.11	10.60	6.23	228.76	22.17				
0.80	1.88	130.72	9.26	10.80	3.39	281.05	27.27				
1.00	2.18	202.61	11.52	11.00	6.05	124.18	19.28				
1.20	2.58	189.54	14.08	11.20	3.60	313.73	27.51				
1.40	2.48	183.01	15.80	11.40	10.95	130.72	31.02				
1.60	2.87	156.86	18.30	11.60	11.24	352.94	35.11				
1.80	3.46	156.86	24.05	11.80	4.97	320.26	27.15				
2.00	5.14	143.79	43.68	12.00	4.69	183.01	35.87				
2.20	4.35	117.65	41.64	12.20	3.12	130.72	17.68				
2.40	2.79	104.58	20.30	12.40	2.73	176.47	8.52				
2.60	2.98	137.25	20.74	12.60	4.69	320.26	26.57				
2.80	2.88	143.79	24.52	12.80	4.88	176.47	28.74				
3.00	2.80	117.65	23.80	13.00	3.04	169.93	13.27				
3.20	2.70	117.65	24.32	13.20	5.19	228.76	56.74				
3.40	2.41	111.11	23.03	13.40	4.70	91.50	39.97				
3.60	2.70	104.58	24.32	13.60	6.37	117.65	60.90				
3.80	3.19	111.11	21.24	13.80	4.70	104.58	42.32				
4.00	3.01	150.33	20.02	14.00	11.77	111.11	150.13				
4.20	3.11	150.33	79.25	14.20	11.38	78.43	39.58				
4.40	4.58	39.22	35.03	14.40	8.05	287.58	32.41				
4.60	2.81	130.72	15.38	14.60	6.09	248.37	21.66				
4.80	3.30	183.01	28.08	14.80	2.66	281.05	16.26				
5.00	1.85	117.65	23.55	15.00	4.93	163.40	27.91				
5.20	2.44	78.43	37.26	15.20	3.55	176.47	25.89				
5.40	2.83	65.36	16.64	15.40	4.04	137.25	23.79				
5.60	2.83	169.93	33.28	15.60	2.57	169.93	17.11				
5.80	1.36	84.97	20.76	15.80	4.73	150.33	45.23				
6.00	1.37	65.36	20.97	16.00	4.84	104.58	26.45				
6.20	1.17	65.36	14.98	16.20	4.45	183.01	15.83				
6.40	1.57	78.43	18.44	16.40	3.08	281.05	6.72				
6.60	2.65	84.97	20.24	16.60	7.19	457.52	15.72				
6.80	1.86	130.72	31.63	16.80	R						
7.00	3.15	58.82	37.06								
7.20	1.58	84.97	15.11								
7.40	1.87	104.58	40.97								
7.60	1.97	45.75	13.72								
7.80	3.64	143.79	42.83								
8.00	2.97	84.97	28.37								
8.20	2.77	104.58	10.60								
8.40	2.97	261.44	25.22								
8.60	3.55	117.65	30.22								
8.80	4.63	117.65	22.87								
9.00	2.98	202.61	26.82								
9.20	2.88	111.11	31.50								
9.40	2.29	91.50	13.00								
9.60	2.98	176.47	32.57								
9.80	3.86	91.50	11.37								
10.00	3.29	339.87	22.87								

Il Direttore tecnico SOA:
p.i. Riccardo Mazza

Il Responsabile Prove in Situ:
dott. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

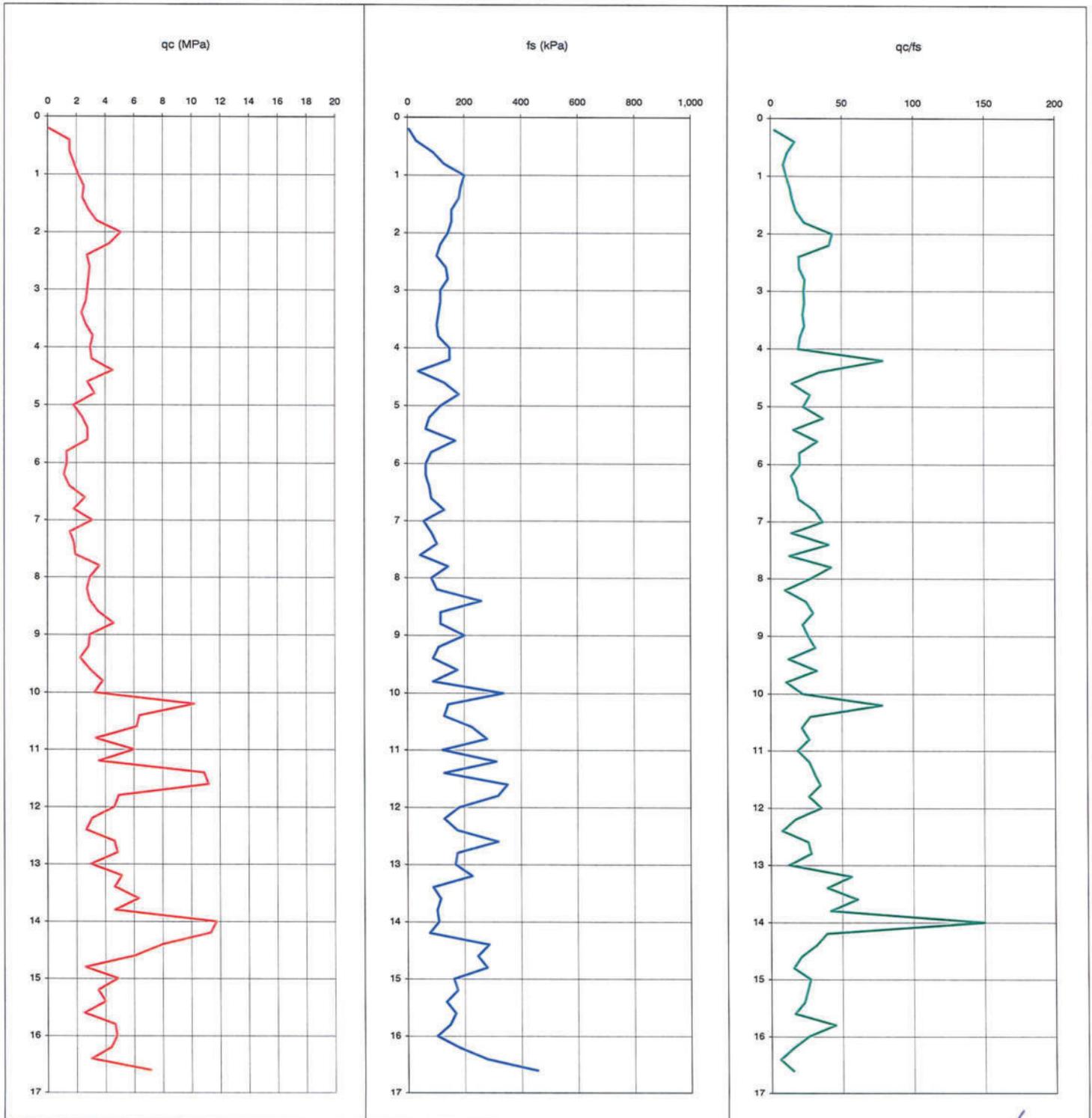
Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certiquality
Qualità Ambiente Sicurezza
UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

COMMITTENTE: **Comune di Casola Valsenio**
CANTIERE: **Realizzazione nuovo campo sportivo "La Furina"**

PROVA: **CPT 2** del **10/8/18** FALDA: - m da p.c.
COMMESSA: **18063/18** C. SITO N°: **S180574/18 del 23/08/18**



Il Direttore tecnico SOA:
p.i. Riccardo Mazza

Il Responsabile Prove in Situ:
dott. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certiquality
Qualità Ambiente Sicurezza
UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

COMMITTENTE: **Comune di Casola Valsenio**
CANTIERE: **Realizzazione nuovo campo sportivo "La Furina"**

PROVA: **CPT 2** del **10/8/18** FALDA: - m da p.c.
COMMESSA: **18063/18** C. SITO N°: **S180574/18 del 23/08/18**

PLANIMETRIA

Località: Strada della Lavanda - Casola Valsenio (RA)

Latitudine: 44.226845°

Longitudine: 11.624327°



Il Direttore tecnico SOA:
p.i. Riccardo Mazza

Il Responsabile Prove in Situ:
dott. Massimo Romagnoli

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Nr:	Numero progressivo strato
Prof:	Profondità strato (m)
Tipo:	C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente
Cu:	Coesione non drenata (KPa)
Eu:	Modulo di defomazione non drenato (Mpa)
Mo:	Modulo Edometrico (Mpa)
G:	Modulo di deformazione a taglio (Mpa)
OCR:	Grado di sovraconsolidazione
Puv:	Peso unità di volume (KN/m ³)
PuvS:	Peso unità di volume saturo (KN/m ³)
Dr:	Densità relativa (%)
Fi:	Angolo di resistenza al taglio (°)
Ey:	Modulo di Young (Mpa)
Vs:	Velocità onde di taglio (m/s)

	Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey
Vs													
0,00	1	0,20	C	0,0	0,0	0,0	0,0	<0.5	0,0	0,0	--	--	--
150,48	2	0,40	CI	79,4	59,2	4,7	15,0	<0.5	19,0	19,8	100,0	42,0	0,0
150,64	3	0,60	C	79,4	59,0	4,7	15,0	>9	19,0	19,8	--	--	--
168,74	4	0,80	C	94,1	70,1	4,3	16,7	>9	19,3	20,1	--	--	--
183,02	5	1,00	C	108,9	81,2	4,4	18,3	>9	19,5	20,3	--	--	--
196,59	6	1,20	C	129,4	96,1	5,2	20,2	>9	19,8	20,6	--	--	--
201,68	7	1,40	C	123,6	92,2	5,0	19,8	>9	19,7	20,5	--	--	--
212,81	8	1,60	C	143,2	106,7	5,7	21,6	>9	20,0	20,7	--	--	--
257,54	9	1,80	CI	172,6	128,7	6,9	24,2	1,2	20,3	21,1	65,3	37,1	0,0
289,13	10	2,00	CI	256,9	191,5	10,3	30,9	1,0	20,9	21,7	75,7	38,7	0,0
281,34	11	2,20	CI	217,7	161,7	8,7	27,9	1,2	20,6	21,4	67,2	37,4	0,0
254,90	12	2,40	CI	139,3	103,1	5,6	21,2	1,8	19,9	20,7	49,4	34,7	0,0
262,12	13	2,60	CI	149,1	110,0	6,0	22,1	1,9	20,0	20,8	49,5	34,7	0,0
262,61	14	2,80	CI	144,2	106,1	5,8	21,7	2,2	20,0	20,7	46,3	34,2	0,0
263,28	15	3,00	CI	140,2	103,0	5,6	21,3	3,0	19,9	20,7	43,5	33,8	0,0
263,22	16	3,20	CI	135,3	99,1	5,4	20,8	<0.5	19,8	20,6	40,5	33,3	0,0
257,93	17	3,40	CI	120,6	88,1	4,8	19,4	<0.5	19,6	20,4	35,0	32,5	0,0
267,46	18	3,60	CI	135,3	98,8	5,4	20,8	<0.5	19,8	20,6	37,4	32,8	0,0
280,95	19	3,80	CI	159,8	117,0	6,4	23,1	<0.5	20,1	20,9	41,7	33,5	0,0
278,83	20	4,00	CI	150,0	110,1	6,0	22,2	<0.5	20,0	20,8	38,4	32,9	0,0
282,99	21	4,20	CI	155,9	113,7	6,2	22,7	<0.5	20,1	20,9	38,2	32,9	0,0
313,87	22	4,40	I	--	--	6,9	28,8	2,3	18,6	21,6	50,3	34,7	0,0
	23	4,60	CI	140,2	102,2	5,6	21,3	<0.5	19,9	20,7	32,3	32,0	0,0

279,33													
24	4,80	C	164,8	120,4	6,6	23,5	>9	20,2	20,9	--	--	--	
267,09													
25	5,00	C	92,2	65,9	4,4	16,5	8,9	19,2	20,0	--	--	--	
242,18													
26	5,20	CI	121,6	87,8	4,9	19,6	<0.5	19,6	20,4	24,4	30,8	0,0	
273,99													
27	5,40	CI	141,2	102,3	5,7	21,4	<0.5	19,9	20,7	28,5	31,4	0,0	
285,79													
28	5,60	C	141,2	102,2	5,7	21,4	>9	19,9	20,7	--	--	--	
266,56													
29	5,80	C	67,7	46,9	4,7	13,7	5,5	18,6	19,4	--	--	--	
234,79													
30	6,00	C	68,6	47,1	4,7	13,8	4,1	18,6	19,4	--	--	--	
236,36													
31	6,20	C	58,8	39,5	4,6	12,5	3,9	18,3	19,1	--	--	--	
230,88													
32	6,40	C	78,5	54,4	4,7	14,9	4,6	18,9	19,6	--	--	--	
244,73													
33	6,60	CI	132,4	94,7	5,3	20,6	<0.5	19,8	20,5	21,4	30,3	0,0	
288,31													
34	6,80	C	93,2	64,9	4,3	16,6	7,2	19,1	19,9	--	--	--	
254,88													
35	7,00	I	--	--	9,4	22,9	<0.5	17,7	20,6	25,8	31,0	0,0	
303,39													
36	7,20	C	79,4	54,2	4,7	15,0	4,4	18,8	19,6	--	--	--	
249,81													
37	7,40	C	93,2	64,9	4,3	16,6	5,3	19,1	19,9	--	--	--	
258,68													
38	7,60	CI	98,1	68,5	4,1	17,2	<0.5	19,2	20,0	7,7	28,7	0,0	
272,49													
39	7,80	CI	182,4	131,0	7,3	25,0	<0.5	20,3	21,1	28,1	31,3	0,0	
318,97													
40	8,00	CI	148,1	105,7	5,9	22,1	<0.5	19,9	20,7	20,5	30,2	0,0	
304,11													
41	8,20	CI	138,3	98,0	5,5	21,1	<0.5	19,8	20,6	17,5	29,7	0,0	
299,80													
42	8,40	C	148,1	105,4	5,9	22,1	>9	19,9	20,7	--	--	--	
287,27													
43	8,60	CI	177,5	127,0	7,1	24,6	<0.5	20,2	21,0	24,8	30,8	0,0	
321,06													
44	8,80	CI	231,4	167,3	9,3	28,9	<0.5	20,7	21,5	33,3	32,0	0,0	
344,25													
45	9,00	C	149,1	105,3	6,0	22,1	8,1	19,9	20,7	--	--	--	
290,83													
46	9,20	CI	144,2	101,4	5,8	21,7	<0.5	19,9	20,7	15,9	29,4	0,0	
307,36													
47	9,40	CI	114,7	79,1	4,6	18,8	<0.5	19,5	20,3	7,5	28,7	0,0	
290,98													
48	9,60	C	149,1	104,9	6,0	22,1	6,6	19,9	20,7	--	--	--	
293,95													
49	9,80	CI	193,2	137,7	7,7	25,9	<0.5	20,4	21,2	24,4	30,7	0,0	
333,53													
50	10,00	C	164,8	116,2	6,6	23,5	>9	20,1	20,9	--	--	--	
301,33													
51	10,20	CI	164,8	116,0	6,6	23,5	<0.5	20,1	20,9	17,9	29,7	0,0	
322,10													
52	10,40	I	--	--	9,6	35,4	<0.5	17,7	20,6	40,4	33,1	0,0	
382,09													
53	10,60	CI	311,9	226,0	12,5	34,7	<0.5	21,2	22,0	38,8	32,8	0,0	
380,07													
54	10,80	C	169,7	119,3	6,8	23,9	>9	20,1	20,9	--	--	--	
306,99													
55	11,00	I	--	--	9,1	34,1	<0.5	17,7	20,6	36,9	32,5	0,0	

379,15													
56	11,20	C	180,4	126,9	7,2	24,8	>9	20,2	21,0	--	--	--	
312,28													
57	11,40	I	--	--	16,4	49,0	<0.5	18,6	21,6	56,3	35,4	0,0	
442,15													
58	11,60	CI	561,9	413,1	22,5	49,8	3,6	22,2	23,0	56,7	35,5	0,0	
446,17													
59	11,80	C	248,1	177,8	9,9	30,2	>9	20,8	21,6	--	--	--	
334,14													
60	12,00	CI	234,4	167,1	9,4	29,2	<0.5	20,7	21,5	25,8	30,9	0,0	
359,93													
61	12,20	CI	155,9	108,1	6,2	22,7	<0.5	20,0	20,8	11,4	28,7	0,0	
325,63													
62	12,40	C	136,3	93,3	5,5	21,0	5,0	19,7	20,5	--	--	--	
302,29													
63	12,60	C	234,4	166,7	9,4	29,2	8,7	20,7	21,5	--	--	--	
334,28													
64	12,80	CI	244,2	173,6	9,8	29,9	<0.5	20,8	21,5	25,6	30,8	0,0	
366,59													
65	13,00	C	152,0	104,5	6,1	22,4	4,6	19,9	20,7	--	--	--	
310,68													
66	13,20	CI	259,9	185,0	10,4	31,0	<0.5	20,9	21,7	26,9	31,0	0,0	
373,79													
67	13,40	I	--	--	7,1	29,2	<0.5	17,7	20,6	23,1	30,4	0,0	
365,33													
68	13,60	I	--	--	9,6	35,2	<0.5	17,7	20,6	33,2	31,9	0,0	
395,08													
69	13,80	I	--	--	7,1	29,2	<0.5	17,7	20,6	22,4	30,3	0,0	
366,77													
70	14,00	I	--	--	17,7	51,2	<0.5	18,6	21,6	53,5	35,0	0,0	
462,71													
71	14,20	I	--	--	17,1	50,1	<0.5	18,6	21,6	52,0	34,7	0,0	
459,73													
72	14,40	CI	402,1	291,2	16,1	40,6	<0.5	21,6	22,4	39,7	32,9	0,0	
422,29													
73	14,60	CI	305,0	217,6	12,2	34,2	<0.5	21,1	21,9	29,8	31,4	0,0	
394,46													
74	14,80	C	133,4	88,8	5,3	20,6	6,4	19,7	20,4	--	--	--	
310,10													
75	15,00	CI	246,1	173,8	9,9	30,1	<0.5	20,8	21,5	21,8	30,2	0,0	
375,38													
76	15,20	CI	177,5	121,9	7,1	24,6	<0.5	20,2	21,0	10,2	28,7	0,0	
346,28													
77	15,40	CI	202,0	140,1	8,1	26,6	<0.5	20,4	21,2	14,3	29,1	0,0	
358,30													
78	15,60	C	128,5	84,8	5,1	20,2	3,7	19,6	20,4	--	--	--	
310,84													
79	15,80	CI	236,3	165,7	9,5	29,3	<0.5	20,7	21,5	19,1	29,8	0,0	
373,97													
80	16,00	I	--	--	7,3	29,7	<0.5	17,7	20,6	19,6	29,9	0,0	
376,76													
81	16,20	CI	222,6	154,9	8,9	28,2	<0.5	20,6	21,4	16,4	29,4	0,0	
369,49													
82	16,40	C	154,0	103,3	6,2	22,6	5,8	19,9	20,7	--	--	--	
323,86													
83	16,60	C	359,9	257,3	14,4	37,9	>9	21,4	22,2	--	--	--	
378,33													
84	16,80	C	359,9	257,3	14,4	37,9	>9	21,4	22,2	--	--	--	
378,33													



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certiquality
Qualità Ambiente Sicurezza
UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

COMMITTENTE: **Comune di Casola Valsenio**
CANTIERE: **Realizzazione nuovo campo sportivo "La Furina"**

PROVA: **CPT 3** del **10/8/18** FALDA: - **m da p.c.**
COMMESSA: **18063/18** C. SITO N°: **S180575/18 del 23/08/18**

PROFONDITA'	q _c (MPa)	f _s (kPa)	q _c /f _s	PROFONDITA'	q _c (MPa)	f _s (kPa)	q _c /f _s	PROFONDITA'	q _c (MPa)	f _s (kPa)	q _c /f _s
0.20				10.20	3.29	143.79	64.43				
0.40	6.39	111.11	46.53	10.40	7.11	78.43	36.27				
0.60	6.09	137.25	12.11	10.60	4.86	196.08	26.54				
0.80	8.25	503.27	25.24	10.80	4.66	183.01	26.41				
1.00	7.18	326.80	19.63	11.00	4.87	176.47	13.31				
1.20	5.62	366.01	15.62	11.20	7.22	366.01	73.68				
1.40	5.42	359.48	15.36	11.40	6.93	98.04	20.79				
1.60	4.54	352.94	12.40	11.60	5.56	333.33	26.57				
1.80	4.05	366.01	11.68	11.80	7.22	209.15	26.31				
2.00	4.45	346.41	11.95	12.00	9.30	274.51	59.26				
2.20	5.04	372.55	12.44	12.20	8.02	156.86	26.68				
2.40	7.00	405.23	16.48	12.40	4.39	300.65	19.21				
2.60	5.92	424.84	13.73	12.60	9.59	228.76	41.92				
2.80	5.24	431.37	14.57	12.80	R						
3.00	5.25	359.48	13.17								
3.20	6.04	398.69	19.24								
3.40	7.31	313.73	36.08								
3.60	5.55	202.61	17.31								
3.80	3.19	320.26	20.35								
4.00	2.81	156.86	17.22								
4.20	3.11	163.40	27.97								
4.40	2.72	111.11	23.08								
4.60	3.40	117.65	16.79								
4.80	4.38	202.61	26.82								
5.00	4.59	163.40	16.73								
5.20	5.47	274.51	21.48								
5.40	3.91	254.90	21.34								
5.60	1.36	183.01	13.84								
5.80	1.75	98.04	17.84								
6.00	1.17	98.04	11.23								
6.20	2.74	104.58	29.98								
6.40	2.25	91.50	14.36								
6.60	6.96	156.86	44.36								
6.80	8.53	156.86	29.65								
7.00	11.48	287.58	27.03								
7.20	3.44	424.84	30.99								
7.40	6.38	111.11	21.71								
7.60	3.74	294.12	19.72								
7.80	7.95	189.54	76.05								
8.00	8.06	104.58	39.80								
8.20	3.95	202.61	15.48								
8.40	2.77	254.90	38.54								
8.60	3.75	71.90	22.96								
8.80	2.77	163.40	35.33								
9.00	5.43	78.43	37.77								
9.20	2.98	143.79	16.89								
9.40	6.02	176.47	29.71								
9.60	6.51	202.61	38.31								
9.80	4.84	169.93	35.29								
10.00	5.15	137.25	20.21								

Il Direttore tecnico SOA:
p.i. Riccardo Mazza

Il Responsabile Prove in Situ:
dott. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

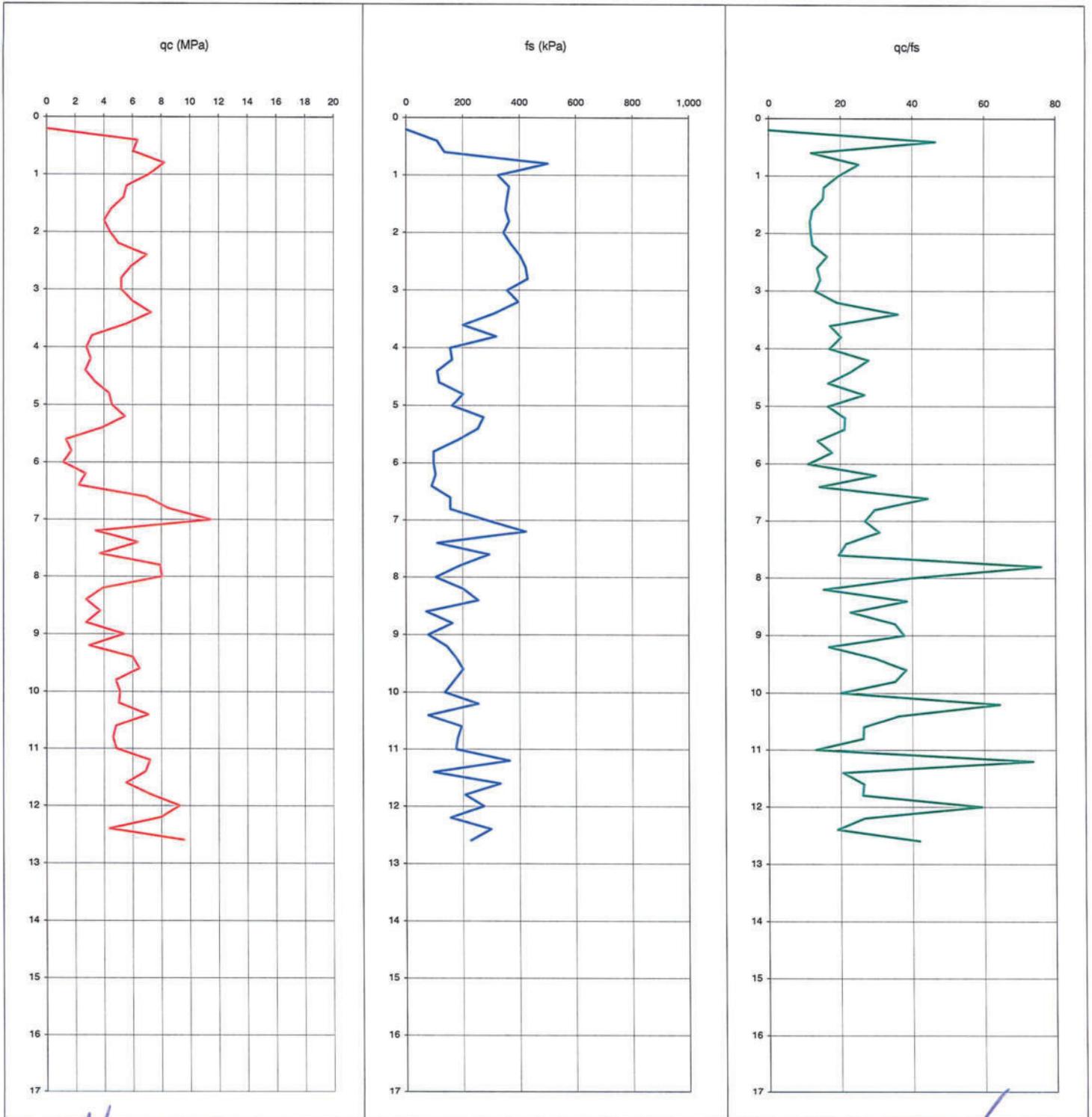
Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certiquality
Qualità Ambiente Sicurezza
UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

COMMITTENTE: **Comune di Casola Valsenio**
CANTIERE: **Realizzazione nuovo campo sportivo "La Furina"**

PROVA: **CPT 3** del **10/8/18** FALDA: - m da p.c.
COMMESSA: **18063/18** C. SITO N°: **S180575/18 del 23/08/18**



Il Direttore tecnico SOA:
p.i. Riccardo Mazza

Il Responsabile Prove in Situ:
dott. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certiquality
Qualità Ambiente Sicurezza
UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

COMMITTENTE: **Comune di Casola Valsenio**
CANTIERE: **Realizzazione nuovo campo sportivo "La Furina"**

PROVA: **CPT 3** del **10/8/18** FALDA: - m da p.c.
COMMESSA: **18063/18** C. SITO N°: **S180575/18 del 23/08/18**

PLANIMETRIA

Località: Strada della Lavanda - Casola Valsenio (RA)

Latitudine: 44.227195°

Longitudine: 11.624917°



Il Direttore tecnico SOA:
p.i. Riccardo Mazza

Il Responsabile Prove in Situ:
dott. Massimo Romagnoli

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Nr:	Numero progressivo strato
Prof:	Profondità strato (m)
Tipo:	C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente
Cu:	Coesione non drenata (KPa)
Eu:	Modulo di defomazione non drenato (Mpa)
Mo:	Modulo Edometrico (Mpa)
G:	Modulo di deformazione a taglio (Mpa)
OCR:	Grado di sovraconsolidazione
Puv:	Peso unità di volume (KN/m ³)
PuvS:	Peso unità di volume saturo (KN/m ³)
Dr:	Densità relativa (%)
Fi:	Angolo di resistenza al taglio (°)
Ey:	Modulo di Young (Mpa)
Vs:	Velocità onde di taglio (m/s)

	Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey
Vs	1	0,20											
	2	0,40	CI	319,7	239,5	12,8	35,2	<0.5	21,3	22,1	100,0	42,0	0,0
216,76	3	0,60	CI	305,0	228,1	12,2	34,2	<0.5	21,2	22,0	100,0	42,0	0,0
245,51	4	0,80	CI	412,9	309,0	16,5	41,2	<0.5	21,7	22,5	100,0	42,0	0,0
281,76	5	1,00	CI	358,9	268,7	14,4	37,8	<0.5	21,5	22,3	100,0	42,0	0,0
283,11	6	1,20	CI	281,5	210,1	11,2	32,6	0,6	21,1	21,9	93,3	41,4	0,0
274,34	7	1,40	CI	270,7	202,4	10,8	31,9	0,7	21,0	21,8	87,3	40,5	0,0
278,50	8	1,60	C	226,5	169,3	9,1	28,6	>9	20,7	21,5	--	--	--
232,49	9	1,80	C	202,0	150,7	8,1	26,7	>9	20,5	21,3	--	--	--
232,87	10	2,00	C	222,6	165,6	8,9	28,2	>9	20,7	21,5	--	--	--
241,55	11	2,20	C	252,0	187,6	10,1	30,5	>9	20,9	21,7	--	--	--
251,39	12	2,40	CI	350,1	260,9	14,0	37,3	0,9	21,4	22,2	80,9	39,4	0,0
321,30	13	2,60	CI	296,2	220,3	11,8	33,6	1,1	21,2	21,9	73,0	38,2	0,0
311,52	14	2,80	C	261,8	194,6	10,5	31,2	>9	21,0	21,7	--	--	--
264,32	15	3,00	C	262,8	194,9	10,5	31,3	>9	21,0	21,7	--	--	--
267,64	16	3,20	CI	302,0	224,3	12,1	34,0	1,3	21,2	22,0	68,2	37,4	0,0
322,14	17	3,40	C	365,8	271,8	14,6	38,3	>9	21,5	22,3	--	--	--
290,56	18	3,60	C	277,5	205,7	11,1	32,3	>9	21,0	21,8	--	--	--
279,40	19	3,80	C	159,8	117,0	6,4	23,1	>9	20,1	20,9	--	--	--
255,18	20	4,00	C	140,2	102,6	5,6	21,3	>9	19,9	20,7	--	--	--
251,56	21	4,20	C	155,9	113,7	6,2	22,7	>9	20,1	20,9	--	--	--
258,35	22	4,40	C	136,3	98,9	5,4	20,9	>9	19,8	20,6	--	--	--
254,16	23	4,60	C	169,7	124,3	6,8	24,0	>9	20,2	21,0	--	--	--
266,66													

24	4,80	C	218,7	160,9	8,8	28,0	>9	20,6	21,4	--	--	--
281,25												
25	5,00	C	229,5	168,6	9,2	28,8	>9	20,7	21,5	--	--	--
285,69												
26	5,20	CI	273,6	201,5	10,9	32,0	2,3	21,0	21,8	52,0	34,9	0,0
335,79												
27	5,40	C	195,2	142,8	7,8	26,1	>9	20,4	21,2	--	--	--
281,14												
28	5,60	C	67,7	47,0	4,7	13,7	>9	18,6	19,4	--	--	--
233,63												
29	5,80	C	87,3	61,5	4,5	16,0	6,3	19,1	19,8	--	--	--
245,96												
30	6,00	C	58,8	39,6	4,6	12,5	6,1	18,3	19,1	--	--	--
229,96												
31	6,20	C	137,3	98,3	5,5	21,0	6,3	19,8	20,6	--	--	--
269,71												
32	6,40	C	112,8	79,8	4,5	18,6	5,3	19,5	20,3	--	--	--
261,64												
33	6,60	CI	348,1	256,3	13,9	37,1	2,3	21,4	22,2	54,3	35,2	0,0
367,93												
34	6,80	CI	426,6	315,0	17,1	42,0	1,8	21,7	22,5	60,4	36,1	0,0
388,84												
35	7,00	CI	573,7	425,5	23,0	50,4	1,4	22,2	23,0	69,8	37,5	0,0
420,68												
36	7,20	C	171,6	123,8	6,9	24,1	>9	20,2	21,0	--	--	--
288,50												
37	7,40	CI	318,7	233,9	12,8	35,2	<0.5	21,3	22,0	48,2	34,3	0,0
365,72												
38	7,60	C	187,3	134,7	7,5	25,4	>9	20,3	21,1	--	--	--
295,59												
39	7,80	CI	397,2	292,5	15,9	40,3	2,6	21,6	22,4	54,4	35,2	0,0
389,19												
40	8,00	I	--	--	12,1	40,6	2,7	18,6	21,6	54,2	35,2	0,0
391,91												
41	8,20	C	197,1	142,1	7,9	26,3	8,8	20,4	21,2	--	--	--
302,47												
42	8,40	C	138,3	97,8	5,5	21,1	>9	19,8	20,6	--	--	--
284,75												
43	8,60	CI	187,3	134,4	7,5	25,4	<0.5	20,3	21,1	26,1	31,0	0,0
326,45												
44	8,80	C	138,3	97,5	5,5	21,1	6,6	19,8	20,6	--	--	--
286,93												
45	9,00	CI	271,6	197,1	10,9	31,9	<0.5	21,0	21,8	37,7	32,7	0,0
360,34												
46	9,20	C	149,1	105,0	6,0	22,1	5,6	19,9	20,7	--	--	--
292,91												
47	9,40	CI	301,1	218,9	12,0	34,0	<0.5	21,1	21,9	40,2	33,1	0,0
371,89												
48	9,60	CI	325,6	237,1	13,0	35,6	<0.5	21,3	22,1	42,3	33,4	0,0
380,35												
49	9,80	C	242,2	174,3	9,7	29,7	6,1	20,8	21,6	--	--	--
323,25												
50	10,00	CI	257,9	185,8	10,3	30,9	<0.5	20,9	21,7	33,2	32,0	0,0
360,58												
51	10,20	C	164,8	115,9	6,6	23,5	5,0	20,1	20,9	--	--	--
303,47												
52	10,40	I	--	--	10,7	37,6	<0.5	18,6	21,6	43,3	33,5	0,0
392,99												
53	10,60	C	243,2	174,4	9,7	29,8	6,4	20,8	21,6	--	--	--
327,81												
54	10,80	C	233,4	166,8	9,3	29,1	5,9	20,7	21,5	--	--	--
326,35												
55	11,00	C	243,2	174,5	9,7	29,8	5,6	20,8	21,6	--	--	--
329,98												

56	11,20	CI	360,9	262,5	14,4	38,0	<0.5	21,4	22,2	42,0	33,3	0,0
398,35												
57	11,40	CI	346,2	251,4	13,9	37,0	<0.5	21,4	22,2	40,1	33,0	0,0
395,18												
58	11,60	CI	277,5	199,9	11,1	32,4	<0.5	21,0	21,8	32,1	31,8	0,0
374,77												
59	11,80	CI	360,9	262,0	14,4	38,0	<0.5	21,4	22,2	40,7	33,1	0,0
401,05												
60	12,00	CI	464,8	339,8	18,6	44,3	<0.5	21,9	22,7	48,9	34,3	0,0
428,35												
61	12,20	CI	401,1	291,7	16,0	40,5	<0.5	21,6	22,4	43,4	33,5	0,0
413,65												
62	12,40	C	219,7	155,4	8,8	28,0	8,2	20,6	21,4	--	--	--
330,42												
63	12,60	CI	479,5	350,2	19,2	45,2	<0.5	21,9	22,7	48,7	34,3	0,0
434,45												
64	12,80	I	--	--	150,0	189,2	<0.5	0,0	0,0	100,0	42,0	0,0
784,38												



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certquality
Qualità Ambiente Sicurezza
UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

COMMITTENTE: **Comune di Casola Valsenio**
CANTIERE: **Realizzazione nuovo campo sportivo "La Furina"**

PROVA: **CPT 4** del **10/8/18** FALDA: - m da p.c.
COMMESSA: **18063/18** C. SITO N°: **S180576/18 del 23/08/18**

PROFONDITA'	q _c (MPa)	f _s (kPa)	q _c /f _s	PROFONDITA'	q _c (MPa)	f _s (kPa)	q _c /f _s	PROFONDITA'	q _c (MPa)	f _s (kPa)	q _c /f _s
0.20				10.20	3.29	143.79	22.12				
0.40	8.35	78.43	91.22	10.40	2.60	117.65	16.59				
0.60	8.05	91.50	56.00	10.60	2.80	156.86	30.58				
0.80	5.90	143.79	82.01	10.80	3.39	91.50	17.27				
1.00	4.64	71.90	26.27	11.00	3.20	196.08	10.43				
1.20	2.58	176.47	26.28	11.20	5.66	307.19	78.66				
1.40	3.85	98.04	13.09	11.40	5.66	71.90	23.38				
1.60	3.46	294.12	12.03	11.60	2.91	241.83	40.47				
1.80	3.36	287.58	10.49	11.80	6.73	71.90	16.89				
2.00	3.67	320.26	12.20	12.00	4.10	398.69	14.59				
2.20	3.77	300.65	11.08	12.20	6.65	281.05	28.26				
2.40	3.77	339.87	12.26	12.40	3.41	235.29	29.02				
2.60	3.86	307.19	11.59	12.60	4.69	117.65	23.14				
2.80	3.47	333.33	10.42	12.80	3.22	202.61	28.96				
3.00	3.68	333.33	11.05	13.00	5.58	111.11	40.69				
3.20	3.68	333.33	14.45	13.20	6.66	137.25	35.15				
3.40	3.98	254.90	14.84	13.40	4.90	189.54	18.28				
3.60	3.49	267.97	21.34	13.60	10.49	267.97	47.19				
3.80	4.17	163.40	18.24	13.80	9.90	222.22	36.06				
4.00	3.89	228.76	15.27	14.00	8.83	274.51	23.30				
4.20	3.40	254.90	13.35	14.20	5.01	379.08	21.29				
4.40	3.50	254.90	15.75	14.40	4.23	235.29	14.69				
4.60	3.50	222.22	14.47	14.60	7.66	287.58	26.63				
4.80	3.40	241.83	20.02								
5.00	3.71	169.93	21.02								
5.20	3.51	176.47	15.36								
5.40	3.51	228.76	20.68								
5.60	4.00	169.93	14.94								
5.80	4.59	267.97	31.94								
6.00	7.45	143.79	43.83								
6.20	3.23	169.93	23.56								
6.40	3.72	137.25	27.13								
6.60	2.74	137.25	26.23								
6.80	3.63	104.58	22.19								
7.00	3.84	163.40	23.47								
7.20	3.35	163.40	20.47								
7.40	3.54	163.40	21.67								
7.60	4.52	163.40	49.42								
7.80	5.60	91.50	29.55								
8.00	7.57	189.54	52.68								
8.20	3.85	143.79	53.54								
8.40	3.75	71.90	30.21								
8.60	3.75	124.18	52.17								
8.80	1.89	71.90	26.26								
9.00	1.61	71.90	20.50								
9.20	2.49	78.43	27.22								
9.40	2.29	91.50	29.25								
9.60	4.06	78.43	38.81								
9.80	3.86	104.58	29.55								
10.00	3.09	130.72	13.92								

Il Direttore tecnico SOA:
p.i. Riccardo Mazza

Il Responsabile Prove in Situ:
dott. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

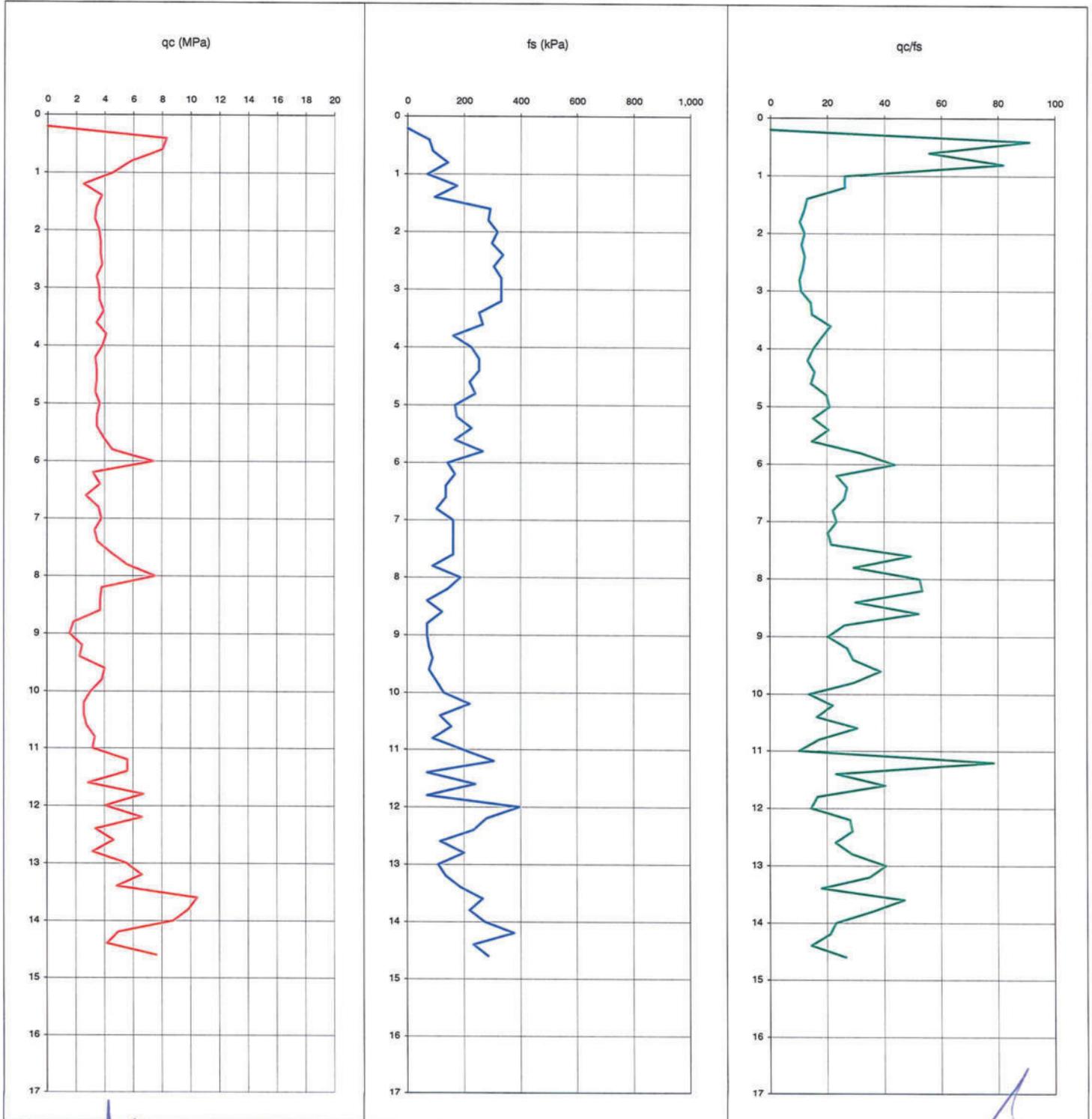
Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certiquality
Qualità Ambiente Sicurezza
UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

COMMITTENTE: **Comune di Casola Valsenio**
CANTIERE: **Realizzazione nuovo campo sportivo "La Furina"**

PROVA: **CPT 4** del **10/8/18** FALDA: - m da p.c.
COMMESSA: **18063/18** C. SITO N°: **S180576/18 del 23/08/18**



Il Direttore tecnico SOA:
p.i. Riccardo Mazza

Il Responsabile Prove in Situ:
dott. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certquality
Qualità Ambiente Sicurezza
UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

COMMITTENTE: **Comune di Casola Valsenio**
CANTIERE: **Realizzazione nuovo campo sportivo "La Furina"**

PROVA: **CPT 4** del **10/8/18** FALDA: - **m da p.c.**
COMMESSA: **18063/18** C. SITO N°: **S180576/18 del 23/08/18**

PLANIMETRIA

Località: Strada della Lavanda - Casola Valsenio (RA)

Latitudine: 44.227820°

Longitudine: 11.625104°



Il Direttore tecnico SOA:
p.i. Riccardo Mazza

Il Responsabile Prove in Situ:
dott. Massimo Romagnoli

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Nr:	Numero progressivo strato
Prof:	Profondità strato (m)
Tipo:	C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente
Cu:	Coesione non drenata (KPa)
Eu:	Modulo di defomazione non drenato (Mpa)
Mo:	Modulo Edometrico (Mpa)
G:	Modulo di deformazione a taglio (Mpa)
OCR:	Grado di sovraconsolidazione
Puv:	Peso unità di volume (KN/m ³)
PuvS:	Peso unità di volume saturo (KN/m ³)
Dr:	Densità relativa (%)
Fi:	Angolo di resistenza al taglio (°)
Ey:	Modulo di Young (Mpa)
Vs:	Velocità onde di taglio (m/s)

	Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey
Vs	1	0,20		--	--	12,5	41,5	<0.5	18,6	21,6	100,0	42,0	0,0
	2	0,40	I	--	--	12,5	41,5	<0.5	18,6	21,6	100,0	42,0	0,0
232,36	3	0,60	I	--	--	12,1	40,6	<0.5	18,6	21,6	100,0	42,0	0,0
263,98	4	0,80	CI	295,2	220,8	11,8	33,6	<0.5	21,2	21,9	100,0	42,0	0,0
260,06	5	1,00	CI	232,4	173,4	9,3	29,0	0,6	20,8	21,5	91,5	41,1	0,0
255,06	6	1,20	C	129,4	96,0	5,2	20,2	>9	19,8	20,6	--	--	--
199,54	7	1,40	CI	192,2	143,5	7,7	25,9	0,9	20,4	21,2	74,7	38,6	0,0
256,75	8	1,60	C	172,6	128,7	6,9	24,2	>9	20,3	21,1	--	--	--
222,54	9	1,80	C	167,7	124,8	6,7	23,8	>9	20,2	21,0	--	--	--
226,19	10	2,00	C	183,4	136,3	7,3	25,1	>9	20,4	21,1	--	--	--
234,24	11	2,20	C	188,3	139,9	7,5	25,5	>9	20,4	21,2	--	--	--
239,42	12	2,40	C	188,3	139,8	7,5	25,5	>9	20,4	21,2	--	--	--
243,12	13	2,60	C	193,2	143,0	7,7	25,9	>9	20,4	21,2	--	--	--
247,61	14	2,80	C	173,6	128,2	6,9	24,3	>9	20,3	21,0	--	--	--
246,02	15	3,00	C	184,4	136,0	7,4	25,2	>9	20,4	21,1	--	--	--
251,63	16	3,20	C	184,4	135,8	7,4	25,2	>9	20,4	21,1	--	--	--
254,44	17	3,40	C	199,1	146,9	8,0	26,4	>9	20,5	21,3	--	--	--
260,76	18	3,60	C	174,6	128,4	7,0	24,4	>9	20,3	21,1	--	--	--
257,12	19	3,80	C	208,9	153,7	8,3	27,1	>9	20,6	21,3	--	--	--
268,05	20	4,00	C	194,2	143,1	7,8	26,0	>9	20,4	21,2	--	--	--
267,06	21	4,20	C	169,7	124,6	6,8	24,0	>9	20,2	21,0	--	--	--
262,78	22	4,40	C	174,6	128,2	7,0	24,4	>9	20,3	21,0	--	--	--
266,23	23	4,60	C	174,6	128,0	7,0	24,4	>9	20,3	21,0	--	--	--
268,21													

24	4,80	C	169,7	124,1	6,8	24,0	>9	20,2	21,0	--	--	--
268,71												
25	5,00	C	185,3	135,6	7,4	25,3	>9	20,4	21,1	--	--	--
274,89												
26	5,20	C	175,5	128,0	7,0	24,4	>9	20,3	21,0	--	--	--
273,96												
27	5,40	C	175,5	127,8	7,0	24,4	>9	20,3	21,0	--	--	--
275,68												
28	5,60	C	200,1	146,0	8,0	26,5	>9	20,5	21,3	--	--	--
284,03												
29	5,80	C	229,5	168,0	9,2	28,8	>9	20,7	21,5	--	--	--
292,92												
30	6,00	CI	372,7	275,1	14,9	38,7	1,8	21,5	22,3	58,9	35,9	0,0
369,76												
31	6,20	C	161,8	116,7	6,5	23,2	>9	20,1	20,9	--	--	--
278,05												
32	6,40	C	186,3	134,9	7,4	25,3	7,9	20,3	21,1	--	--	--
286,77												
33	6,60	C	137,3	98,0	5,5	21,0	7,6	19,8	20,6	--	--	--
272,73												
34	6,80	CI	181,4	131,2	7,3	24,9	<0.5	20,3	21,1	31,1	31,8	0,0
313,83												
35	7,00	C	192,2	139,0	7,7	25,8	8,5	20,4	21,2	--	--	--
292,79												
36	7,20	C	167,7	120,4	6,7	23,7	8,2	20,2	20,9	--	--	--
286,98												
37	7,40	C	176,5	127,4	7,1	24,6	8,0	20,3	21,0	--	--	--
291,18												
38	7,60	C	225,6	164,0	9,0	28,5	7,7	20,7	21,5	--	--	--
305,73												
39	7,80	CI	280,5	204,4	11,2	32,5	<0.5	21,0	21,8	42,5	33,4	0,0
356,29												
40	8,00	CI	378,5	278,1	15,1	39,1	<0.5	21,5	22,3	52,1	34,9	0,0
385,63												
41	8,20	C	192,2	138,4	7,7	25,9	6,3	20,4	21,2	--	--	--
300,94												
42	8,40	CI	187,3	134,5	7,5	25,4	<0.5	20,3	21,1	26,8	31,1	0,0
325,40												
43	8,60	C	187,3	134,4	7,5	25,4	5,2	20,3	21,1	--	--	--
301,91												
44	8,80	C	94,1	64,5	4,3	16,7	2,9	19,1	19,9	--	--	--
267,69												
45	9,00	C	80,4	53,8	4,7	15,2	2,9	18,8	19,6	--	--	--
260,97												
46	9,20	C	124,5	86,7	5,0	19,8	>9	19,6	20,4	--	--	--
283,40												
47	9,40	C	114,7	79,0	4,6	18,8	3,5	19,5	20,3	--	--	--
280,10												
48	9,60	CI	203,0	145,2	8,1	26,7	<0.5	20,5	21,3	26,2	31,0	0,0
337,63												
49	9,80	CI	193,2	137,6	7,7	25,9	<0.5	20,4	21,2	24,0	30,6	0,0
334,27												
50	10,00	C	154,9	108,6	6,2	22,6	4,7	20,0	20,8	--	--	--
298,76												
51	10,20	C	164,8	115,9	6,6	23,5	5,0	20,1	20,9	--	--	--
303,15												
52	10,40	C	130,4	89,9	5,2	20,3	4,0	19,7	20,5	--	--	--
291,43												
53	10,60	C	140,2	97,2	5,6	21,3	5,2	19,8	20,6	--	--	--
296,27												
54	10,80	CI	169,7	119,2	6,8	23,9	<0.5	20,1	20,9	17,1	29,6	0,0
327,58												
55	11,00	C	159,8	111,9	6,4	23,1	6,2	20,0	20,8	--	--	--
305,35												

56	11,20	CI	283,4	204,0	11,3	32,7	<0.5	21,0	21,8	33,8	32,1	0,0
374,27												
57	11,40	CI	283,4	203,9	11,3	32,7	<0.5	21,0	21,8	33,4	32,0	0,0
375,13												
58	11,60	C	145,1	100,6	5,8	21,8	7,2	19,9	20,6	--	--	--
302,77												
59	11,80	I	--	--	10,1	36,4	<0.5	18,6	21,6	38,5	32,8	0,0
393,55												
60	12,00	C	205,0	144,9	8,2	26,9	>9	20,5	21,3	--	--	--
323,98												
61	12,20	C	332,4	240,4	13,3	36,1	7,9	21,3	22,1	--	--	--
354,60												
62	12,40	C	170,6	118,8	6,8	24,0	6,6	20,1	20,9	--	--	--
315,07												
63	12,60	CI	234,4	166,6	9,4	29,2	<0.5	20,7	21,5	24,4	30,6	0,0
362,51												
64	12,80	C	160,8	111,3	6,4	23,2	5,5	20,0	20,8	--	--	--
313,44												
65	13,00	CI	279,5	199,7	11,2	32,4	<0.5	21,0	21,8	29,6	31,4	0,0
380,20												
66	13,20	CI	333,4	240,0	13,3	36,1	<0.5	21,3	22,1	35,3	32,3	0,0
398,28												
67	13,40	C	245,2	173,9	9,8	30,0	4,9	20,8	21,6	--	--	--
340,82												
68	13,60	CI	524,7	383,3	21,0	47,7	<0.5	22,1	22,9	50,1	34,5	0,0
448,18												
69	13,80	CI	495,2	361,0	19,8	46,0	<0.5	22,0	22,8	47,8	34,1	0,0
442,61												
70	14,00	CI	441,3	320,7	17,7	42,9	<0.5	21,8	22,6	43,4	33,5	0,0
430,94												
71	14,20	C	250,1	177,3	10,0	30,4	8,9	20,8	21,6	--	--	--
345,66												
72	14,40	C	211,8	147,9	8,5	27,4	5,6	20,5	21,3	--	--	--
335,98												
73	14,60	C	383,4	276,4	15,3	39,4	6,7	21,5	22,3	--	--	--
374,96												
74	14,80	I	--	--	150,0	189,2	0,5	0,0	0,0	100,0	42,0	0,0
798,34												

**elletipi s.r.l.**

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
 tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it
 P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certiquality
 Qualità Ambiente Sicurezza
 UNI EN ISO 9001:2008
 UNI EN ISO 14001:2004
 BS OHSAS 18001:2007



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

COMMITTENTE: **Comune di Casola Valsenio**
 CANTIERE: **Realizzazione nuovo campo sportivo "La Furina"**

PROVA: **CPT 5** del **10/8/18** FALDA: - m da p.c.
 COMMESSA: **18063/18** C. SITO N°: **S180577/18 del 23/08/18**

PROFONDITA'	q _c (MPa)	f _s (kPa)	q _c /f _s	PROFONDITA'	q _c (MPa)	f _s (kPa)	q _c /f _s	PROFONDITA'	q _c (MPa)	f _s (kPa)	q _c /f _s
0.20				10.20	3.29	143.79	37.16				
0.40	3.15	117.65	32.14	10.40	2.70	130.72	19.67				
0.60	3.45	98.04	43.93	10.60	3.09	137.25	22.53				
0.80	6.58	78.43	23.42	10.80	4.27	137.25	22.52				
1.00	5.71	281.05	15.89	11.00	3.11	189.54	22.63				
1.20	3.46	359.48	12.60	11.20	2.32	137.25	25.37				
1.40	3.56	274.51	20.16	11.40	3.01	91.50	17.05				
1.60	3.36	176.47	17.73	11.60	2.91	176.47	17.81				
1.80	2.58	189.54	28.16	11.80	3.60	163.40	13.76				
2.00	2.69	91.50	41.13	12.00	3.90	261.44	22.97				
2.20	2.49	65.36	25.42	12.20	5.67	169.93	29.91				
2.40	2.00	98.04	23.56	12.40	7.34	189.54	21.18				
2.60	2.88	84.97	29.42	12.60	4.39	346.41	19.21				
2.80	3.28	98.04	20.05	12.80	5.28	228.76	62.10				
3.00	3.88	163.40	21.19	13.00	7.25	84.97	25.21				
3.20	4.47	183.01	35.97	13.20	4.11	287.58	52.45				
3.40	4.37	124.18	25.71	13.40	3.92	78.43	23.98				
3.60	4.27	169.93	26.14	13.60	5.39	163.40	51.53				
3.80	4.17	163.40	21.28	13.80	8.13	104.58	37.71				
4.00	4.77	196.08	26.09	14.00	6.48	215.69	47.22				
4.20	4.68	183.01	23.08	14.20	7.56	137.25	21.82				
4.40	5.66	202.61	24.73	14.40	6.97	346.41	27.35				
4.60	6.15	228.76	24.75	14.60	3.44	254.90	17.55				
4.80	6.05	248.37	18.89	14.80	4.72	196.08	14.72				
5.00	6.16	320.26	20.95	15.00	4.83	320.26	36.93				
5.20	5.67	294.12	24.10	15.20	3.55	130.72	22.65				
5.40	6.16	235.29	20.49	15.40	6.89	156.86	42.14				
5.60	5.38	300.65	22.23	15.60	3.26	163.40	18.47				
5.80	5.08	241.83	21.02	15.80	4.34	176.47	18.96				
6.00	3.82	241.83	24.36	16.00	6.61	228.76	30.63				
6.20	4.41	156.86	22.49	16.20	3.17	215.69	9.34				
6.40	5.29	196.08	26.12	16.40	4.25	339.87	5.29				
6.60	4.51	202.61	31.35	16.60	14.94	803.92	18.58				
6.80	5.10	143.79	18.13	16.80	R						
7.00	4.42	281.05	27.07								
7.20	3.74	163.40	38.12								
7.40	6.29	98.04	36.99								
7.60	2.46	169.93	19.83								
7.80	1.78	124.18	20.91								
8.00	2.48	84.97	42.10								
8.20	2.38	58.82	27.99								
8.40	1.59	84.97	24.39								
8.60	2.77	65.36	32.61								
8.80	2.28	84.97	34.89								
9.00	2.69	65.36	29.36								
9.20	2.10	91.50	24.69								
9.40	3.27	84.97	20.88								
9.60	2.00	156.86	18.00								
9.80	1.51	111.11	23.10								
10.00	1.92	65.36	41.87								

Il Direttore tecnico SOA:
 p.i. Riccardo Mazza

Il Responsabile Prove in Situ:
 dott. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

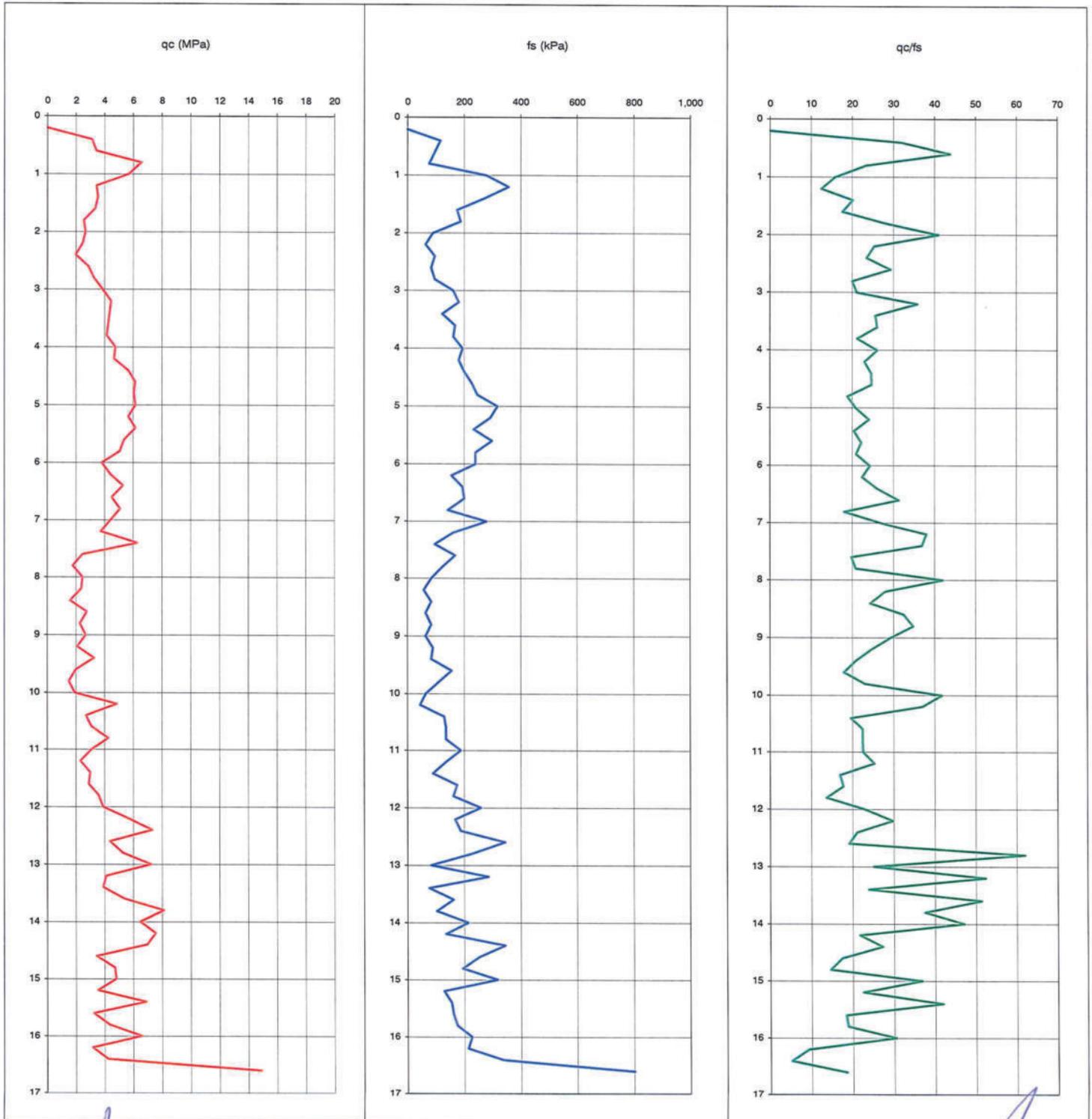
Azienda con Sistemi di Gestione certificati da Certiquality
Qualità Ambiente Sicurezza
UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2004
BS OHSAS 18001:2007



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

COMMITTENTE: **Comune di Casola Valsenio**
CANTIERE: **Realizzazione nuovo campo sportivo "La Furina"**

PROVA: **CPT 5** del **10/8/18** FALDA: **-** m da p.c.
COMMESSA: **18063/18** C. SITO N°: **S180577/18 del 23/08/18**



Il Direttore tecnico SOA:
p.i. Riccardo Mazza

Il Responsabile Prove in Situ:
dott. Massimo Romagnoli