


PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVANZATO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA DI TRASMISSIONE NAZIONALE (RTN), DA REALIZZARSI IN AGRO DI FINALE EMILIA (MO), DENOMINATO "GALLIERA", AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 20 MW



ILIOS
iliositalia.com

| | | | | | | | |
|------------------|---|-----------|---|---------------|-----------------------------|---|---|
| ELABORATO | RELAZIONE GEOLOGICA, SISMICA E GEOTECNICA | | | | | | |
| IDENT. | Liv. Prog. | Tipo Doc. | Cod. Cartella | Cod. Progetto | Data | Codice Elaborato | Scala |
| | PFTE | REL | ASS. VIA_09 AU_09 | IS02.BS.A.001 | 04-2025 | IS02.BS.A.001_09_GEOL_RGSG | --- |
| REVISIONI | Rev. Num. | Data | Autore | Verificato | Approvato | Descrizione | |
| | 1.0 | 04-2025 | GSC | VC | VC | Relazione geologica, sismica e geotecnica | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE |  | | Ragione Sociale | | Riferimenti/Contatti | | Timbro e Firma |
| | | | ILIOS S.r.l. S.L.: Via Monte Napoleone 8, 20121, Milano (MI) S.O.: Via M. D'Azeglio 2, 70017, Putignano (BA) C.F./P.IVA: 12427580969 | | E-mail: | info@iliositalia.com |  |
| | | | | | PEC: | iliospec@legalmail.it | |
| | | | | | Telefono: | +39 080 893 5086 | |
| | | | | | Mobile: | +39 328 481 9015 | |
| GRUPPO DI LAVORO |  | | GeoStudio Calzolari Via Carpi 21, 42018 San Martino in Rio (RE) | | E-mail: | geostudiocalzolari@gmail.com |  |
| | | | | | PEC: | | |
| | | | | | Telefono: | | |
| | | | | | Mobile: | +39 333 427 3452 | |
| RICHIEDENTE |  | | Ragione Sociale | | Riferimenti/Contatti | | Timbro e Firma |
| | | | GALLIERA SOLAR S.r.l. Via Vittoria Nenni 8/1, 42020, Albinea (RE) C.F./P.IVA: 03089310357 | | E-mail: | bocasolarsrl@gmail.com | |
| | | | | | PEC: | gallierasolarsrl@pec.it | |
| | | | | | Telefono: | + 39 392 133 1010 | |
| | | | | | Mobile: | +39 366 594 5311 | |

SPAZIO RISERVATO AGLI ENTI

**OGGETTO: PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVANZATO E
RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA
DI TRASMISSIONE NAZIONALE (RTN), DA REALIZZARSI IN
AGRO DI FINALE EMILIA (MO), DENOMINATO
“GALLIERA”, AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 20
MW**

COMMITTENTE: ILIOS S.R.L.

Via Montenapoleone, 8 – 20121 Milano (MI)


**RELAZIONE SULLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA
RELAZIONE SULLA RISPOSTA SISMICA
RELAZIONE SULLA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA**

ai sensi del D.M. 17.01.2018

Reg. Int.:


Prt. 2558

Data: 19 Maggio 2025

| | | | | | | | | | | | |
|--------------|---|-------------|---------------|------------|----------------------------|-------|---------|-------|-----|---|--------|
| Documento: | RELAZIONE GEOLOGICA, SISMICA E GEOTECNICA | | | | | | | | |  | |
| Progetto: | PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVANZATO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA DI TRASMISSIONE NAZIONALE (RTN), DA REALIZZARSI IN AGRO DI FINALE EMILIA (MO), DENOMINATO "GALLIERA", AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 20 MW | | | | | | | | | | |
| Richiedente: | GALLIERA SOLAR S.r.l. | Cod. Prog.: | IS02.BS.A.001 | Cod. Doc.: | IS02.BS.A.001_09_GEOL_RGSG | Data: | 04-2025 | Rev.: | 1.0 | Pag. n/nn: | 3 / 31 |

SOMMARIO

| | | |
|------------|--|-----------|
| 1. | PREMESSA..... | 4 |
| 2. | LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO..... | 4 |
| 3. | INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA | 7 |
| 4. | INQUADRAMENTO GEOLOGICO | 9 |
| 4.1 | LINEAMENTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI | 9 |
| 4.2 | LITOLOGIA DI SUPERFICIE | 9 |
| 5. | INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO DEL SITO..... | 10 |
| 6. | PIANO DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE..... | 11 |
| 6.1 | PROVA PENETROMETRICA STATICA - CPTM | 11 |
| 6.2 | PROVA PENETROMETRICA STATICA ELETTRICA CON PIEZOCONO (CPTU)..... | 12 |
| 6.3 | PROVA SISMICA ATTIVA MASW..... | 12 |
| 7. | MODELLO GEOLOGICO | 14 |
| 8. | ANALISI SISMICA DEL SITO..... | 16 |
| 8.1 | SISMICITÀ DEL TERRITORIO | 16 |
| 8.2 | MODELLO SISMICO LOCALE | 17 |
| 8.3 | SPETTRO DI RISPOSTA SISMICA LOCALE | 18 |
| 9. | VERIFICA DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE CON METODO SEMPLIFICATO | 20 |
| 10. | MODELLO GEOTECNICO | 23 |
| 11. | CONCLUSIONI: RISCHI GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO | 29 |
| 12. | RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI..... | 30 |

| | | | | | | | | | | | |
|--------------|---|-------------|---------------|------------|----------------------------|-------|---------|-------|-----|---|--------|
| Documento: | RELAZIONE GEOLOGICA, SISMICA E GEOTECNICA | | | | | | | | |  | |
| Progetto: | PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVANZATO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA DI TRASMISSIONE NAZIONALE (RTN), DA REALIZZARSI IN AGRO DI FINALE EMILIA (MO), DENOMINATO "GALLIERA", AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 20 MW | | | | | | | | | | |
| Richiedente: | GALLIERA SOLAR S.r.l. | Cod. Prog.: | IS02.BS.A.001 | Cod. Doc.: | IS02.BS.A.001_09_GEOL_RGSG | Data: | 04-2025 | Rev.: | 1.0 | Pag. n/nn: | 4 / 31 |

1. PREMESSA

La presente relazione si propone di evidenziare e analizzare gli aspetti e le problematiche di natura geologica, sismica e geotecnica dei terreni identificati al Foglio 33 Mappali 5- 15- 33- 34- 40- 43- 44- 57- 58- 73- 74 e al Foglio 36 Mappale 79 in Via Covazzi e Via Buca Galliera in località Massa Finalese nel comune di Finale Emilia (MO), sui quali è in progetto la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di c.a. 20 MWp e della Stazione Elettrica di Utenza.

In accordo con i Progettisti è stata predisposta la fase di indagine in sito al fine di ricostruire la successione litologica del sottosuolo investigato, che nel caso in esame è stata effettuata per uno spessore massimo di 20,00 metri dal piano campagna, e pertanto viene garantita l'indagine del volume significativo.

Pertanto, la fase di indagine e di analisi dell'assetto idrogeologico, sismico e geotecnico del sito di interesse, sono state condotte sulla base di prove in sito consistite in:

- esecuzione di n. 18 prove penetrometriche statiche meccanica con punta Begemann (CPTM), eseguite in data 09 Aprile e 19 Maggio 2025;
- esecuzione di n. 1 prova sismica attiva diretta con metodologia M.A.S.W., eseguita in data 19 maggio 2025.

Le indagini penetrometriche sono state eseguite utilizzando sonda cingolata semovente PAGANI TG63-200 conforme alle norme contenute nel testo della Direttiva Macchine, nonché alle Direttive Comunitarie.

La fase di indagine è stata completata con la consultazione di dati presenti nella bibliografia tematica, estesi ad un intorno significativo, con il fine di caratterizzare la geologia dell'area e di individuare locali forme di instabilità e pericolosità geologica.

Nel presente documento, composto di Relazione sulla fattibilità geologica, Relazione sulla risposta sismica e Relazione sulla caratterizzazione geotecnica, verranno sviluppate considerazioni in merito all'assetto geomorfologico ed idrogeologico del comparto in studio, verranno analizzati i risultati delle indagini in sito al fine di fornire un Modello geologico ed un Modello geotecnico di riferimento, verrà effettuata la caratterizzazione sismica del sito e valutata la pericolosità sismica dello stesso.

Il presente documento viene redatto applicando i dettami del D.M. 17 Gennaio 2018 "Norme Tecniche per le costruzioni", nonché della normativa sismica vigente, Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 Aprile 2006, che inserisce il comune di Finale Emilia (MO) in Zona Sismica 3.

In accordo con il Progettista ed in considerazione di fondazioni del tipo a plinti, la fase di indagine in sito si è resa necessaria al fine di determinare il livello della falda freatica e/o piezometrico, di ricostruire la successione litologica del sottosuolo investigato, che nel caso in esame è stata effettuata per uno spessore di 20,00 metri dal piano campagna, di parametrizzare i sedimenti costituenti il sottosuolo, di fornirne la classificazione sismica ed effettuare la verifica del potenziale di liquefazione.

Nella stesura del presente documento, le valutazioni effettuate fanno riferimento alla quota del piano di indagine, coincidente con il piano dei terreni agricoli.

2. LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO

La stesura della seguente relazione è stata eseguita in ottemperanza alle disposizioni contenute nelle normative di riferimento elencate di seguito:

Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018

"Norme Tecniche per le Costruzioni"

Cap. 2 Sicurezza e prestazioni attese

Par.2.2 Stati Limite

Cap. 3.2 Azione Sismica

Par. 3.2.2 Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche

Cap. 6 Progettazione geotecnica

Par. 6.2.1 Caratterizzazione e modellazione geologica del sito

Par. 6.2.2 Indagini, caratterizzazione e modellazione geotecnica

Par. 6.2.3 Verifica delle prestazioni e della sicurezza

Circolare 2 febbraio 2009, n. 617

"Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni"

C2 Sicurezza e prestazioni attese

C2.7 Verifiche alle tensioni ammissibili

C6 Progettazione geotecnica

C6.2.1 Caratterizzazione e modellazione geologica del sito

ILIOS S.r.l.

Sede Legale:

Via Montenapoleone 8,
20121, Milano (MI)

Sede Operativa:

Via Massimo D'Azeglio 2,
70017, Putignano (BA)

Telefono: +39 080 8935086

Email: info@iliositalia.com


PEC: iliospec@legalmail.it

CCIAA di MILANO

REA MI - 2660856

C.F. e P.IVA 12427580969



| | | | | | | | | | | | | |
|--------------|---|-------------|---------------|------------|----------------------------|-------|---------|-------|-----|------------|---|--|
| Documento: | RELAZIONE GEOLOGICA, SISMICA E GEOTECNICA | | | | | | | | | |  | |
| Progetto: | PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVANZATO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA DI TRASMISSIONE NAZIONALE (RTN), DA REALIZZARSI IN AGRO DI FINALE EMILIA (MO), DENOMINATO "GALLIERA", AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 20 MW | | | | | | | | | | | |
| Richiedente: | GALLIERA SOLAR S.r.l. | Cod. Prog.: | IS02.BS.A.001 | Cod. Doc.: | IS02.BS.A.001_09_GEOL_RGSG | Data: | 04-2025 | Rev.: | 1.0 | Pag. n/nn: | 5 / 31 | |

C6.2.2 Indagini, caratterizzazione e modellazione geotecnica

C6.2.3 Verifica delle prestazioni e della sicurezza

Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri, 28 Aprile 2006, n. 3519

"Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone".

Associazione Geotecnica Italiana; giugno 1977

"Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche".

D.G.R. 2193/2015

"Art. 16 della L.R. n. 20 del 24/03/2000. Approvazione aggiornamento dell'atto di coordinamento tecnico denominato "Indirizzi per gli studi di micro zonazione sismica in Emilia Romagna per la pianificazione territoriale urbanistica" di cui alla deliberazione dell'assemblea legislativa 2 maggio 2007, n. 112".

Ordinanza del Commissario delegato per la ricostruzione n. 70 del 13 novembre 2012

"Approvazione programma per gli studi di micro zonazione sismica".

ILIOS S.r.l.

Sede Legale:

Via Montenapoleone 8,
20121, Milano (MI)

Sede Operativa:

Via Massimo D'Azeglio 2,
70017, Putignano (BA)

Telefono: +39 080 8935086

Email: info@iliositalia.com
PEC: iliospec@legalmail.it

CCIAA di MILANO

REA MI – 2660856
C.F. e P.IVA 12427580969



RELAZIONE SULLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA

ai sensi del D.M. 17.01.2018

**OGGETTO: PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO
AVANZATO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA
RETE ELETTRICA DI TRASMISSIONE NAZIONALE
(RTN), DA REALIZZARSI IN AGRO DI FINALE EMILIA
(MO), DENOMINATO “GALLIERA”, AVENTE POTENZA
IN IMMISSIONE PARI A 20 MW**

COMMITTENTE: ILIOS S.R.L.

Via Montenapoleone, 8 – 20121 Milano (MI)

Data: 19 Maggio 2025

| | | | | | | | | | |
|--------------|---|-------------|---------------|------------|----------------------------|-------|---------|-------|-------------------|
| Documento: | RELAZIONE GEOLOGICA, SISMICA E GEOTECNICA | | | | | | | | |
| Progetto: | PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVANZATO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA DI TRASMISSIONE NAZIONALE (RTN), DA REALIZZARSI IN AGRO DI FINALE EMILIA (MO), DENOMINATO "GALLIERA", AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 20 MW | | | | | | | | |
| Richiedente: | GALLIERA SOLAR S.r.l. | Cod. Prog.: | IS02.BS.A.001 | Cod. Doc.: | IS02.BS.A.001_09_GEOL_RGSG | Data: | 04-2025 | Rev.: | 1.0 |
| | | | | | | | | | Pag. n/nn: 7 / 31 |

3. INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA

Il comparto territoriale in studio è situato nella porzione settentrionale della Bassa Pianura Modenese, a Sud del Fiume Po e ad est del Fiume Panaro; l'area in oggetto è ubicata nel settore occidentale del territorio comunale di Finale Emilia, ad est dell'abitato di Massa Finalese.

L'altimetria dell'area è compresa tra le quote di 9,7 ÷ 11,0 metri sul livello del mare, con pendenza negativa verso nord nordest ed un assetto generale del territorio nei dintorni dell'area in argomento, a fisiografia sub-pianeggiante.

Le coordinate geografiche sono rilevabili nella Tavola 184SE "Finale Emilia" alla Sezione 184110 "Massa Finalese" della Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000; le aree di interesse sono individuate dalle seguenti coordinate nel Sistema UTM 32T:

Foglio 33 Mappali 79: Lat. 4968810 mN Long. 677402 mE

Foglio 33 Mappali 5: Lat. 4969893 mN Long. 676256 mE

Foglio 33 Mappali 15: Lat. 4969499 mN Long. 676306 mE

Foglio 33 Mappali 57- 58: Lat. 4969923 mN Long. 676101 mE

Foglio 33 Mappali 33 – 34 – 40 – 43 – 44 – 73- 74: Lat. 4969230 mN Long. 675995 mE

In riferimento al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.), adottato con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 1 in data 11.05.1999, il Comune di Finale Emilia è classificato in zona a rischio totale 1 "rischio idraulico ed idrogeologico moderato", in cui la principale tipologia di dissesto componente il rischio è rappresentata dall'evento di *esondazione*.

Con particolare riferimento al "Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico" (P.A.I.), come si può vedere nel Foglio 184 "Mirandola" alla Scala 1:50.000 delle Tavole di delimitazione delle fasce fluviali, il comparto oggetto di intervento edificatorio è collocato al di fuori delle fasce A e B, mentre viene a ricadere all'interno della fascia C, come "Area di inondazione per piena catastrofica".

Relativamente al rischio sismico, il Gruppo di Lavoro per gli studi di Microzonazione Sismica ha condotto studio di dettaglio nei comuni colpiti dal sisma 2012, i quali hanno portato alla redazione della "Carta dei fattori di amplificazione e del rischio di liquefazione" (Microzonazione Sismica – Ordinanza del Commissario delegato per la ricostruzione, n. 70 del 13 novembre 2012); nella carta sono state definiti, mediante differenti retinature le aree del territorio comunale urbanizzato per Fattore di Amplificazione tra F.A. = 1.5 e F.A. = 1.7, e suscettibilità di liquefazione, suddividendo il rischio di liquefazione entro i primi 10 metri di sottosuolo o tra 10-20 metri di profondità.

Per l'area in esame non vengono indicate pericolosità dal punto di vista sismico.

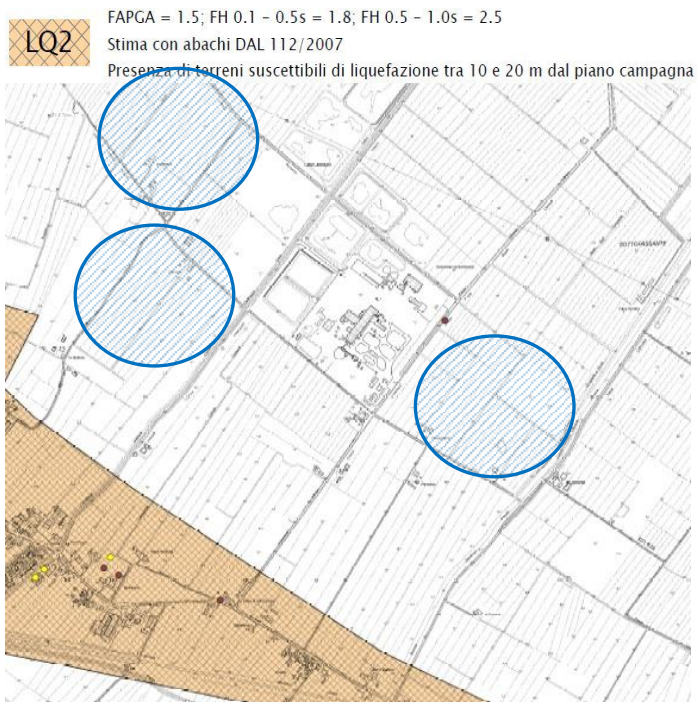



Fig. 1 – Stralcio della Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica – Comune di Finale Emilia



Fig. 2 - Inquadramento corografico - Stralcio C.T.R. Scala 1:10.000

| | | | | | | | | | | | | |
|--------------|---|-------------|---------------|------------|----------------------------|-------|---------|-------|-----|------------|---|--|
| Documento: | RELAZIONE GEOLOGICA, SISMICA E GEOTECNICA | | | | | | | | | |  | |
| Progetto: | PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVANZATO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA DI TRASMISSIONE NAZIONALE (RTN), DA REALIZZARSI IN AGRO DI FINALE EMILIA (MO), DENOMINATO "GALLIERA", AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 20 MW | | | | | | | | | | | |
| Richiedente: | GALLIERA SOLAR S.r.l. | Cod. Prog.: | IS02.BS.A.001 | Cod. Doc.: | IS02.BS.A.001_09_GEOL_RGSG | Data: | 04-2025 | Rev.: | 1.0 | Pag. n/nn: | 9 / 31 | |

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

4.1 Lineamenti geologici e geomorfologici

Il comparto si sviluppa nella fascia centrale della Pianura Padana, in un ambiente di piane alluvionali inondabili con dinamica prevalentemente deposizionale, costituite da depositi recenti (Olocene Inferiore – Olocene Medio, da 10000 – 2500 anni, Pre-Boreale – Sub-Boreale) o attuali (Olocene Superiore, da 2500 – 0 anni, Cronozona Sub-Atlantico).

L'azione morfogenetica dominante, è imputabile all'evoluzione del reticolo idrografico di superficie, ed in particolare al Fiume Panaro che ha interessato l'area durante il Quaternario continentale. Attualmente la morfogenesi prevalente è da relazionarsi all'attività antropica, in particolar modo agli interventi edilizi ed infrastrutturali ed alle attività agricole di rimodellazione della superficie topografica.

Il comparto in esame presenta un assetto morfologico contraddistinto da una conformazione perlopiù sub-pianeggiante movimentato da ondulazioni estremamente blande, in cui si riconosce una zona che comprende il centro urbano di Rivara e una fascia compresa tra la Strada Vicinale Bardella e la Strada Statale n. 466 di Correggio, leggermente rialzata rispetto ai terreni a nord ed a sud di queste. L'analisi della morfologia del sito in studio e la consultazione di dati bibliografici, permette di constatare che l'assetto geomorfologico dell'area è sostanzialmente connesso ad ambienti di bacino interfluviale della piana alluvionale, con sedimenti fondamentalmente fini di natura argilloso limosa, deposti secondo il modello meandriforme, legati a processi di migrazione del canale (levee deposits) e di tracimazione (overbank).

Attualmente non si osservano processi naturali di tipo alluvionale ancora attivi, poiché i corsi d'acqua che hanno contribuito all'evoluzione geomorfologica del territorio, risultano compresi all'interno di arginature di origine antropica che ne impediscono la naturale esondazione dall'alveo. L'area, dal punto di vista dell'evoluzione geomorfologica, attualmente si presenta conservativa e quiescente.


4.2 Litologia di superficie

Dalle osservazioni dirette di campagna si è potuto constatare la presenza in superficie di terreni a tessitura fine, di natura argilloso limosa.

Facendo riferimento al Sistema Cartografico informatizzato della Regione Emilia-Romagna; nella cartografia in scala 1:50.000 vengono riportate le delineazioni geomorfologiche ed i vari suoli costituenti. La zona in esame è interessata dalle delineazioni n. 7062 e n. 6475.

La delineazione 7062 è presente negli ambienti di bacino della piana alluvionale ed è interessata dalla consociazione dei suoli RSD1 – Risaia del Duca argilloso limosi, molto calcarei e moderatamente alcalini; da non salini a leggermente salini nella parte superiore e da leggermente a molto salini nella parte inferiore. Il substrato è costituito da alluvioni a tessitura fine.

La Delineazione n. 6475 si colloca in transizioni (pianura indifferenziata), in posizione di piana alluvionale, in ambienti di argine naturale distale e prossimale, dovuti all'azione di canali attivi o di recente abbandono dei principali corsi d'acqua. Questa unità rappresenta le aree di transizione tra gli argini prossimali e le valli. La pendenza varia da 0,2 a 0,1%; il substrato è costituito da sedimenti alluvionali a composizione carbonatica (>25%) organizzati in alternanze di strati decimetrici prevalenti a tessitura moderatamente fine e strati subordinati a tessitura moderatamente grossolana.

| | | | | | | | | | | | |
|--------------|---|-------------|---------------|------------|----------------------------|-------|---------|-------|-----|---|---------|
| Documento: | RELAZIONE GEOLOGICA, SISMICA E GEOTECNICA | | | | | | | | |  | |
| Progetto: | PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVANZATO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA DI TRASMISSIONE NAZIONALE (RTN), DA REALIZZARSI IN AGRO DI FINALE EMILIA (MO), DENOMINATO "GALLIERA", AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 20 MW | | | | | | | | | | |
| Richiedente: | GALLIERA SOLAR S.r.l. | Cod. Prog.: | IS02.BS.A.001 | Cod. Doc.: | IS02.BS.A.001_09_GEOL_RGSG | Data: | 04-2025 | Rev.: | 1.0 | Pag. n/nn: | 10 / 31 |

5. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO DEL SITO

La situazione idrogeologica del sito è stata determinata mediante misure dirette del livello piezometrico all'interno dei perfori d'indagine penetrometrica.

Il valore di soggiacenza della falda, rispetto al piano campagna è riferito alla data di esecuzione delle misure, le quali sono state effettuate nel mese di Aprile- Maggio 2025.

In funzione delle aree sono stati rilevati i seguenti livelli piezometrici:

Foglio 33 Mappali 79: 2,50 ÷ 2,60 m. da p.c.

Foglio 33 Mappali 5: 0,90 ÷ 1,00 m. da p.c.

Foglio 33 Mappali 15: 1,20 ÷ 2,00 m. da p.c.


Foglio 33 Mappali 57- 58: 1,10 m. da p.c.

Foglio 33 Mappali 33 – 34 – 43 – 44 – 73- 74: 2,80 ÷ 2,90 m. da p.c.

Da una campagna di indagini effettuata nel comparto in esame, nell'aprile 2013 e agosto 2024, è stato riscontrato un livello di falda di -3,00 ÷ -3,40 m da p.c. Non si esclude che il livello possa arrivare a quote inferiori in periodi di forte piovosità, con variazioni anche di 1,0 metri.

Pertanto, in base a quanto ricavato dai rilievi effettuati, si può ritenere che il livello della falda sia rappresentativo di una situazione di norma della superficie piezometrica presente nell'area; nel caso di fondazioni superficiali con profondità di posa dell'ordine di $D_f = 2,50$ metri da piano campagna, si ritiene che si verifichino interferenze con la frangia freatica presente all'interno dei termini limoso argillosi.

Quindi, qualora si volesse stabilire la situazione idrogeologica nel sito al momento dell'inizio lavori, si può prevedere di realizzare uno scavo pilota per la profondità d'impasto delle fondazioni, per verificare l'eventuale insorgere di riflusso idrico all'interno degli scavi. Comunque, si ritiene opportuno che la realizzazione degli scavi sia effettuata in periodi poco piovosi, ed i tempi di apertura degli stessi siano sufficientemente contenuti.

| | | | | | | | | | | | | |
|--------------|---|-------------|---------------|------------|----------------------------|-------|---------|-------|-----|------------|---|--|
| Documento: | RELAZIONE GEOLOGICA, SISMICA E GEOTECNICA | | | | | | | | | |  | |
| Progetto: | PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVANZATO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA DI TRASMISSIONE NAZIONALE (RTN), DA REALIZZARSI IN AGRO DI FINALE EMILIA (MO), DENOMINATO "GALLIERA", AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 20 MW | | | | | | | | | | | |
| Richiedente: | GALLIERA SOLAR S.r.l. | Cod. Prog.: | IS02.BS.A.001 | Cod. Doc.: | IS02.BS.A.001_09_GEOL_RGSG | Data: | 04-2025 | Rev.: | 1.0 | Pag. n/nn: | 11 / 31 | |

6. PIANO DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE

La campagna di indagine geognostica è stata predisposta con lo scopo di definire l'assetto stratigrafico dei terreni presenti entro l'intervallo di "volume significativo" di sottosuolo, e di parametrizzarli dal punto di vista geotecnico, di determinare il livello della falda freatica nel sito e la caratterizzazione sismica dei terreni presenti al disotto del piano di fondazione.

Relativamente al progetto in oggetto, è stata predisposta la campagna di indagine geognostica, che è consistita nella esecuzione di:

- n. 18 prove penetrometriche statiche elettriche con punta Begemann (CPTM), spinte alla profondità di 5,00 metri da p.c., per la caratterizzazione geotecnica del volume significativo di suolo;
- n. 1 prova penetrometrica statica elettrica con Piezocono (CPTU), spinta alla profondità di 20,00 metri da p.c., per la verifica del potenziale di liquefazione e la caratterizzazione geotecnica del volume significativo di suolo;
- n. 1 prova sismica attiva diretta con metodologia M.A.S.W., per la stima della velocità delle onde di taglio Vs, al fine della definizione del valore della velocità delle onde di taglio Vseq.


L'ubicazione delle indagini è riportata nella figura seguente, ed è stata approntata in relazione alla possibilità logistica.



Fig. 3 -Ubicazione indagini geognostiche: CPT - prova penetrometrica statica; MASW - prova sismica

6.1 Prova penetrometrica statica - CPTM

La prova CPT (Cone Penetration Test) consiste nella misura della resistenza alla punta R_p (kg/cm^2), si riferisce ai valori di resistenza offerta dal terreno all'avanzamento della punta, e nella misura della resistenza all'attrito locale laterale R_l (kg/cm^2), si riferisce ai valori di resistenza offerta dal terreno per attrito sul manicotto scorrevole che segue immediatamente la punta.

| | | | | | | | | | | | |
|--------------|---|-------------|---------------|------------|----------------------------|-------|---------|-------|-----|---|---------|
| Documento: | RELAZIONE GEOLOGICA, SISMICA E GEOTECNICA | | | | | | | | |  | |
| Progetto: | PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVANZATO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA DI TRASMISSIONE NAZIONALE (RTN), DA REALIZZARSI IN AGRO DI FINALE EMILIA (MO), DENOMINATO "GALLIERA", AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 20 MW | | | | | | | | | | |
| Richiedente: | GALLIERA SOLAR S.r.l. | Cod. Prog.: | IS02.BS.A.001 | Cod. Doc.: | IS02.BS.A.001_09_GEOL_RGSG | Data: | 04-2025 | Rev.: | 1.0 | Pag. n/nn: | 12 / 31 |

Le prove penetrometriche statiche sono state realizzate utilizzando un penetrometro statico Pagani tipo Gouda (tipo meccanico), con spinta massima nominale di 20 ton, mediante infissione nel terreno di una punta conica con manicotto scorrevole, del tipo Begemann, avente le seguenti caratteristiche:

- diametro \varnothing della punta: 35,6 mm
- angolo apertura della punta: 60°
- area di base della punta: 9,95 cm²
- diametro \varnothing del manicotto: 36 mm
- lunghezza manicotto: 13,3 mm
- area superficie manicotto: 150,42 cm².

L'approfondimento della punta avviene con passo di 20 cm aggiungendo durante l'avanzamento aste cilindriche della lunghezza di 1,0 metri e del peso di 6,5 kg, che fungono da rivestimento per le astine interne del peso di 1,4 kg che svolgono la funzione di prolunga del sistema di misura dei dati.

Il sistema di acquisizione dati è costituito da una cella di carico con selettore manuale, dotata di membrana metallica e trasduttore elettronico.

6.2 Prova penetrometrica statica elettrica con piezocono (CPTU)

La prova penetrometrica è stata realizzata utilizzando un penetrometro statico Pagani, con spinta massima nominale di 20 ton mediante infissione nel terreno di una punta conica strumentata con sensori elettrici che collegata tramite cavo ad una unità di acquisizione in superficie, permette di ottenere i seguenti parametri:

- Resistenza alla punta (q_c – cone resistance): pressione assiale misurata (Q_c) agente sull'area totale della base del cono (A_c);
- Attrito laterale locale unitario (f_s – local unit side friction): pressione di attrito (sleeve) misurata (Q_s) agente sull'area laterale del manicotto di attrito (A_s);
- Pressione dei pori in penetrazione (u_2 – penetration pore pressure): pressione dei pori misurata durante la penetrazione in corrispondenza della parte cilindrica del cono, appena sopra la parte conica del cono, posizione u_2 ;
- Velocità di avanzamento della punta: Speed (cm/sec);
- Deviazione dalla verticale di infissione: Tilt (°).

Sulla base dei parametri rilevati si possono ricavare tali ulteriori dati:

- Pressione dei pori generata ($\Delta u = u - u_0$ - generated pore pressure): dove u_0 è la pressione nei pori esistente nel terreno alla profondità del cono, pressione idrostatica
- Resistenza alla punta totale corretta (q_t – total corrected cone resistance): $q_t = q_c + u(1-a)$, a = fattore di forma del cono.

La punta elettrica utilizzata Mks608 presenta le seguenti caratteristiche: diametro della punta $\varnothing = 36,0$ mm, angolo di apertura 60°, area della punta 1000 mm²; manicotto laterale di frizione con diametro $\varnothing = 36,0$ mm, lunghezza 133,7 mm, area laterale 15000 mm², con fattore di area di cono $a = 0,80$.

L'infissione della punta è avvenuta ad una velocità costante di 2,0 cm/sec e i dati sono stati registrati per ogni 1 cm di avanzamento.

La registrazione dei valori delle resistenze di punta, dell'attrito laterale e delle sovrappressioni interstiziali avviene mediante unità digitale di acquisizione PAGANI TGAS12 collegato al piezocono con cavo elettrico. I dati delle letture, registrati in tempo reale, vengono visualizzati sullo schermo dell'unità di acquisizione.


6.3 Prova sismica attiva MASW

L'indagine sismica è stata condotta utilizzando metodologia MASW (Multi Channel Analysis of Surface Waves) attivo e passivo, ai sensi del D.M. 17.01.2018, che consente la determinazione diretta della velocità delle onde trasversali (Onde di taglio - onde Sh/Sv).

Il metodo utilizzato sfrutta le onde di superficie (onde di Rayleigh) e il fenomeno della dispersione delle stesse, sulla base della variazione della velocità di fase con il variare della frequenza. Si è optato per l'analisi delle onde di superficie dal momento che tale tecnica ha dimostrato ampiamente la sua affidabilità e la capacità risolutiva.

La prova è stata eseguita utilizzando un sismografo multicanale ad incrementi di segnale, della P.A.S.I. mod. GEA24 a 24 canali, con le seguenti specifiche tecniche:

| | |
|-----------------------|---|
| -Canali: | 24 |
| -Formato dati: | SEG-2 (.dat), |
| -Tempi campionamento: | 6000 ms |
| -Filtri digitali: | Passa alto (25÷400 Hz) Passa Basso (100÷250 Hz) Notch (50÷180 Hz) |
| -Attivazione filtri: | manualmente |
| -Trigger: | inibizione impulsi dovuti a rimbalzi |

| | | | | | | | | | | | | |
|--------------|---|-------------|---------------|------------|----------------------------|-------|---------|-------|-----|------------|---|--|
| Documento: | RELAZIONE GEOLOGICA, SISMICA E GEOTECNICA | | | | | | | | | |  | |
| Progetto: | PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVANZATO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA DI TRASMISSIONE NAZIONALE (RTN), DA REALIZZARSI IN AGRO DI FINALE EMILIA (MO), DENOMINATO "GALLIERA", AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 20 MW | | | | | | | | | | | |
| Richiedente: | GALLIERA SOLAR S.r.l. | Cod. Prog.: | IS02.BS.A.001 | Cod. Doc.: | IS02.BS.A.001_09_GEOL_RGSG | Data: | 04-2025 | Rev.: | 1.0 | Pag. n/nn: | 13 / 31 | |

Per le possibilità operative presenti nel sito di intervento, la Base MASW, comprensiva del punto di shot, è stata improntata con la geometria sotto indicata:

Numero geofoni 12

Geometria spaziatura geofoni Shot 0,0-4,0-7,3-9,6-11,0-17,0-18,0-23,0-25,5-27,0-30,0-34,0-36,0 m

Lunghezza stendimento geofonico 32,0 m

Distanza punto di shot da ultimo geofono 4,0 m

Lunghezza complessiva 36,0 m

I dati acquisiti dai rilievi in sito sono stati quindi elaborati, sulla taratura dei profili di resistenza delle prove penetrometriche, ed è quindi stato possibile ricostruire un modello Vs/profondità attendibile.

Qualora necessario, in fase di elaborazione, è possibile effettuare il picking della curva Velocità/frequenza per il solo modo fondamentale di vibrazione, oppure per diversi modi di vibrazione.

ILIOS S.r.l.

Sede Legale:

Via Montenapoleone 8,
20121, Milano (MI)

Sede Operativa:

Via Massimo D'Azeglio 2,
70017, Putignano (BA)


Telefono: +39 080 8935086

Email: info@iliositalia.com
PEC: iliospec@legalmail.it

CCIAA di MILANO

REA MI – 2660856
C.F. e P.IVA 12427580969



| | | | | | | | | | | | |
|--------------|---|-------------|---------------|------------|----------------------------|-------|---------|-------|-----|---|---------|
| Documento: | RELAZIONE GEOLOGICA, SISMICA E GEOTECNICA | | | | | | | | |  | |
| Progetto: | PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVANZATO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA DI TRASMISSIONE NAZIONALE (RTN), DA REALIZZARSI IN AGRO DI FINALE EMILIA (MO), DENOMINATO "GALLIERA", AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 20 MW | | | | | | | | | | |
| Richiedente: | GALLIERA SOLAR S.r.l. | Cod. Prog.: | IS02.BS.A.001 | Cod. Doc.: | IS02.BS.A.001_09_GEOL_RGSG | Data: | 04-2025 | Rev.: | 1.0 | Pag. n/nn: | 14 / 31 |

7. MODELLO GEOLOGICO

Per la definizione della successione stratigrafica della sezione di sottosuolo investigata nel sito si è definito l'Indice del Tipo di Comportamento del Suolo (Soil Behaviour Type, SBT, Robertson et al. 1986). Questo parametro è stato correlato ad un Indice di comportamento I_c da Jefferies & Davies (1993) che dipende dai valori normalizzati Q_r , F_r , funzione della resistenza alla punta q_t e dell'attrito laterale f_s , normalizzate rispetto alle tensioni geostatiche totali ed efficaci. L'indice I_c è stato successivamente definito da altri autori, sempre in funzione dei parametri normalizzati di Q_{tn} e F_r e di un esponente n che tiene conto della componente tensionale (Robertson, 2009).

Gli autori hanno definito 9 zone di comportamento in una carta di classificazione, in cui il valore di I_c stabilisce il limite di ciascuna zona alla quale viene associato un determinato litotipo; tali limiti sono stati successivamente modificati da Robertson & Wride (1998) e Jefferies & Been (2006).

Il Modello Geologico rappresentativo del sottosuolo presente in sito è stato ricavato dai dati ottenuti dalla prova CPTU sino alla profondità di 20,00 metri

L'elaborazione dei dati al fine della interpretazione stratigrafica della sezione di sottosuolo investigata, fa riferimento alla carta di classificazione normalizzata (SBTn) di comportamento del suolo, secondo la suddivisione proposta da Robertson (2010) che suddivide le zone dei vari litotipi in 9 sottozone, in funzione del valore I_c ricavato dalle seguenti relazione:

$$I_{SBT} = [(3.47 - \log(q_c/p_a))^2 + (\log R_f + 1.22)^2]^{0.5}$$

In funzione delle indagini e delle elaborazioni effettuate si può indicare il Modello geologico per l'area in esame, come di seguito riportato:

| Unità litologica | Profondità strato (in metri da p.c.) | | Descrizione Unità |
|------------------|---|-------|--|
| | Testa | Base | |
| A | 0,00 | 5,80 | <u>Argilla e Argilla limosa</u> ; è uno strato molto spesso costituito da sedimenti a tessitura fine di natura argillosa e argilloso limosa, talora con livelli sottili di limo argilloso e di limo sabbioso |
| B | 5,80 | 9,30 | <u>Limo argilloso</u> ; è uno strato molto spesso costituito da sedimenti a tessitura fine di natura limoso argilloso, con livelli sottili di argilla limosa |
| C | 9,30 | 20,00 | <u>Sabbia</u> ; è uno strato costituito da sedimenti a tessitura medio - fine di natura sabbiosa |

Tabella 1 - Successione litologica del sito

In base alle indagini effettuate sui terreni oggetto dell'intervento si può riscontrare un buon grado di omogeneità nella distribuzione spaziale dei sedimenti e della loro natura.

Il sito è sostanzialmente costituito da terreni fini di natura argillosa e argilloso limosa.

RELAZIONE SULLA RISPOSTA SISMICA

ai sensi del D.M. 17.01.2018

**OGGETTO: PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO
AVANZATO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA
RETE ELETTRICA DI TRASMISSIONE NAZIONALE
(RTN), DA REALIZZARSI IN AGRO DI FINALE EMILIA
(MO), DENOMINATO “GALLIERA”, AVENTE POTENZA
IN IMMISSIONE PARI A 20 MW**

COMMITTENTE: ILIOS S.R.L.

Via Montenapoleone, 8 – 20121 Milano (MI)

Data: 19 Maggio 2025

| | | | | | | | | | |
|--------------|---|-------------|---------------|------------|----------------------------|-------|---------|-------|--------------------|
| Documento: | RELAZIONE GEOLOGICA, SISMICA E GEOTECNICA | | | | | | | | |
| Progetto: | PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVANZATO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA DI TRASMISSIONE NAZIONALE (RTN), DA REALIZZARSI IN AGRO DI FINALE EMILIA (MO), DENOMINATO "GALLIERA", AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 20 MW | | | | | | | | |
| Richiedente: | GALLIERA SOLAR S.r.l. | Cod. Prog.: | IS02.BS.A.001 | Cod. Doc.: | IS02.BS.A.001_09_GEOL_RGSG | Data: | 04-2025 | Rev.: | 1.0 |
| | | | | | | | | | Pag. n/nn: 16 / 31 |

8. ANALISI SISMICA DEL SITO

8.1 Sismicità del territorio

La sismicità che caratterizza un comparto territoriale è strettamente connessa al suo contesto tettonico-strutturale e quindi alla presenza di strutture geologicamente "attive".

Alla base di ogni stima della pericolosità sismica di un territorio vi è dunque l'indispensabile conoscenza della sua storia sismica temporale e della geologia strutturale responsabile della sismicità locale, entrambe strettamente connesse tra loro, che si è venuta a tradurre nella definizione di "zone" o "sorgenti sismogenetiche" presenti in tutto il territorio italiano.

Per l'individuazione delle "sorgenti sismogenetiche" che interessano il territorio è stato fatto riferimento alla nuova zonazione sismogenetica del territorio italiano denominata ZS.9 (2004) prodotta dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), che rappresenta il più recente riferimento per gli studi di pericolosità sismica. Questa zonazione è stata elaborata riferendosi anche ai più recenti background informativi sui terremoti, ed in particolare, alle ultime banche dati relative alle sorgenti sismogenetiche italiane DISS 3.0 ed al catalogo CPTI.

Dall'osservazione della mappa delle aree sismogenetiche dell'Italia settentrionale si evince che il territorio comunale di Finale Emilia (MO) è inserito nella **ZS.912** denominata "Appennino settentrionale – Dorsale emiliano-ferrarese" che rappresenta la fascia più esterna dell'arco appenninico settentrionale. La sismicità è correlabile alla tettonica attiva del fronte compressivo del margine appenninico sepolto più avanzato che giunge fino all'attuale Po, caratterizzata da meccanismi focali di tipo compressivo e transpressivo, con terremoti poco profondi anche di medio-alta intensità.

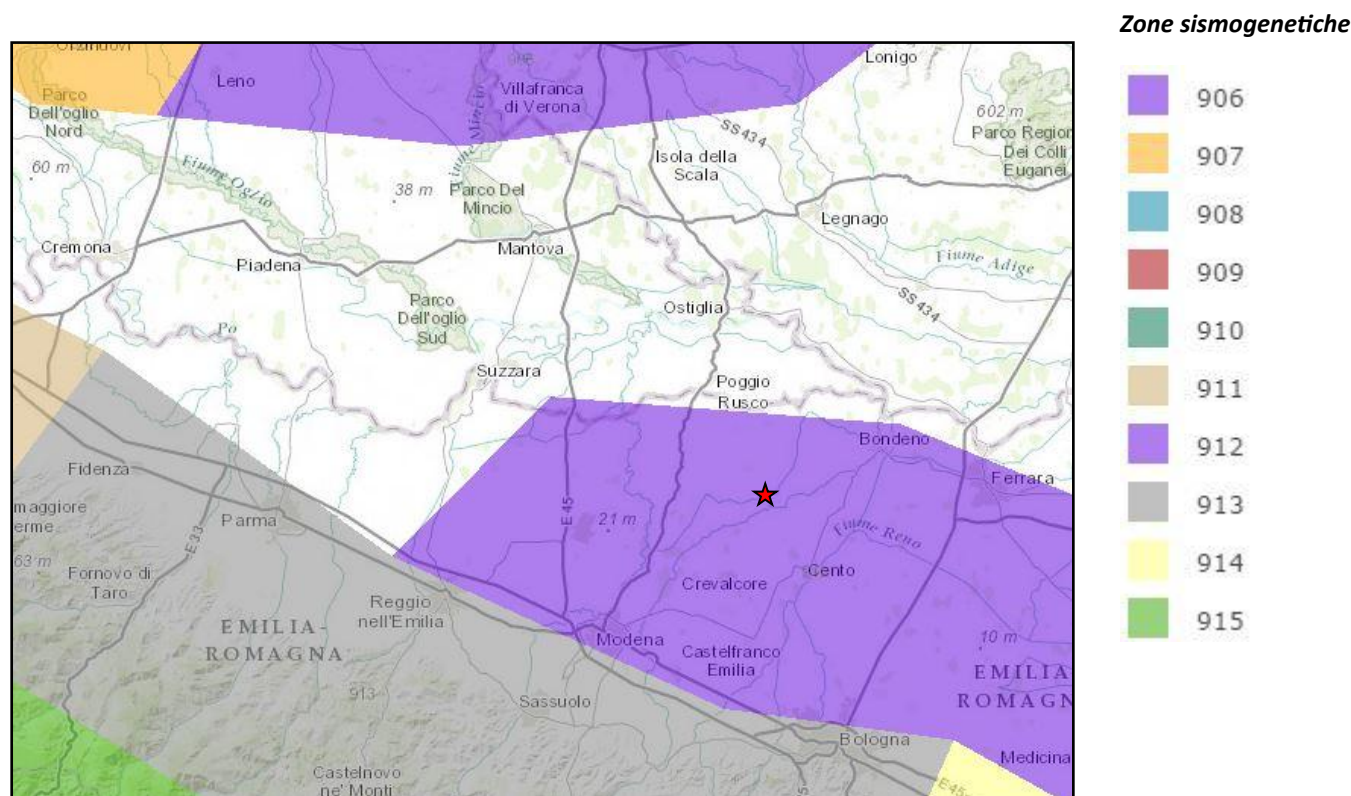



Fig. 4 - Zone sismogenetiche per la mappa di pericolosità sismica di base di riferimento - (Gruppo di lavoro, 2004)

Da recenti ricerche effettuati da Eni (2010) sull'assetto strutturale della Pianura Padana e dalla consultazione della Carta Sismotettonica dell'Emilia-Romagna, si deduce che da un punto di vista della tettonica regionale il comparto in esame è interessato da pieghe sepolte con andamento nordovest – sudest facenti parte dell'ampio "Arco delle pieghe ferraresi e romagnole" ubicate nella parte nord-est dell'Appennino emiliano orientale. Tale arco strutturale nella sua porzione più esterna verso nord è delimitato da un gruppo di faglie inverse e sovrascorrimenti che lo separano dalla monoclinale pedealpina così come dall'allineamento Berici-Euganei e dalla monoclinale Adriatica.

All'interno dell'arco ferrarese-romagnolo si distinguono le pieghe ferraresi che sono la parte più esterna, con il nucleo mesozoico molto sollevato e tettonizzato, delimitate frontalmente da fasce di faglie inverse testimoni di fronti compressivi in avanzamento, mentre nelle aree retrostanti sono presenti fasce di faglie dirette a testimoniare un assetto distensivo. L'unità prevalente delle pieghe ferraresi è la Dorsale Ferrarese costituita da pieghe, pieghe-faglie e faglie molto inclinate ad orientamento ovestnordovest-estsudest, vergenti verso nordnorddest, la quale già nel Pliocene aveva funzionato da alto strutturale. La Dorsale Ferrarese è localizzata nell'area centro-occidentale della provincia ferrarese, tra Ferrara e le Valli di Comacchio; le sue culminazioni principali sono costituite dalle anticlinali di Ficarolo, di Poggio Rusco, di Mirandola e di Novi-Correggio. La struttura è disposta secondo la direzione ovestnordovest – estsudest lungo una linea passante per Bondeno e Poggio Rusco, dove la base del Pliocene varia tra le profondità di 400 e

| | | | | | | | | | | | |
|--------------|---|-------------|---------------|------------|----------------------------|-------|---------|-------|-----|--|---------|
| Documento: | RELAZIONE GEOLOGICA, SISMICA E GEOTECNICA | | | | | | | | |  iliositalia.com | |
| Progetto: | PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVANZATO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA DI TRASMISSIONE NAZIONALE (RTN), DA REALIZZARSI IN AGRO DI FINALE EMILIA (MO), DENOMINATO "GALLIERA", AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 20 MW | | | | | | | | | | |
| Richiedente: | GALLIERA SOLAR S.r.l. | Cod. Prog.: | IS02.BS.A.001 | Cod. Doc.: | IS02.BS.A.001_09_GEOL_RGSG | Data: | 04-2025 | Rev.: | 1.0 | Pag. n/nn: | 17 / 31 |

600 metri. Gli assi delle pieghe facenti parte di questo complesso hanno andamento all'incirca ovest-est e si individuano faglie inverse con andamento preferenziale vergente verso nord e perpendicolare agli assi delle pieghe stesse.

Pertanto, questa struttura che interessa principalmente le serie deposizionali marine carbonatiche mesozoiche, che nell'area d'interesse vengono a trovarsi a profondità relativamente modeste. Infatti, l'isobate del substrato del pleistocene medio, che individua la base del Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore (SERS) di età compresa tra 0,45 Ma e Presente, rappresentato da depositi del Quaternario continentale di bacino fluviale, sono segnalate a profondità di circa 50 ÷ 100 metri dalla superficie.

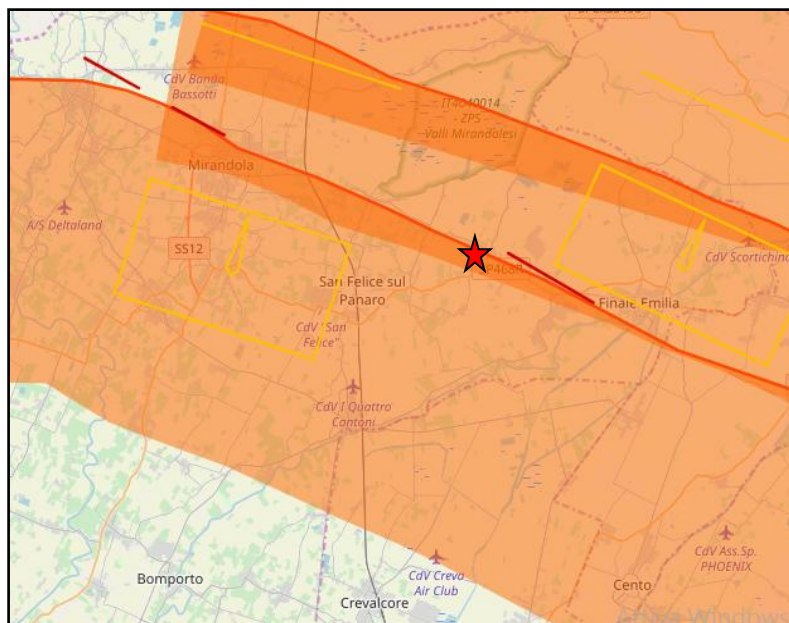


Fig. 5 - Zonazione sismogenetica ZS9 e distribuzione delle sorgenti sismogeniche contenute in DISS 3.2

Al fine di inquadrare l'assetto sismico del comparto territoriale in esame si è consultato il database più aggiornato e disponibile DISS3.3 che riporta la distribuzione delle sorgenti sismogenetiche; più nel dettaglio la banca dati DISS 3.3 indica che il territorio di Finale Emilia è interessato dalle "fasce" sismogenetiche ITCS103 "Finale Emilia- Mirabello"; a questa zona sismogenica viene attribuita una magnitudo massima $M = 6.3$ e ITCS051 "Carpi – Poggio Renatico"; a questa zona sismogenica viene attribuita una magnitudo massima $M = 6.9$.

Secondo le indicazioni fornite dal Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani DMBI15, aggiornato al 2016, redatto dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, sono segnalati alcuni eventi sismici per il territorio comunale; infatti, viene riportata una intensità massima che non ha superato, in epoca storica, il valore del VII° della scala MCS, corrispondente ad una intensità all'epicentro (Canaletto – Lat. 44.839 Long. 11.243) del VII° MCS e ad una Magnitudo epicentrale di 6.0 Scala Richter.

Un'ulteriore considerazione per la stima della pericolosità sismica riguarda l'accelerazione al suolo. Dalla mappa di Pericolosità Sismica dell'I.N.G.V., di riferimento alla OPCM 3519/06, le massime accelerazioni attese al suolo o P.G.A. (Peak Ground Acceleration), con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferite a suoli di categoria A ($V_{S30} > 800$ m/s, punto 3.2.2. del D.M. 17.01.2018), sono comprese tra 0,125 ÷ 0,175g.

8.2 Modello sismico locale

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto (come previsto da art. 3.2 del DM 17.01.18) sono stati esaminati i dati ottenuti dalle prospezioni sismiche di superficie con metodologia SCPTU, che determinano in modo diretto le velocità delle onde di taglio, da cui si è potuto ricostruire il profilo delle onde Vs. In considerazione del fatto che le prove SCPTU si sono arrestate alla profondità di 10,0 metri per definire il profilo di Vs per la profondità equivalente si è utilizzata la prova a sismica passiva HVSR per la restante porzione di sottosuolo.

In base a quanto sopra, la classificazione delle categorie dei suoli di fondazione, come da All. 2 (cfr. Ord. Pres. Consiglio dei Ministri 3274 del 20.03.2003 e art. 3.2.2 DM 17.01.18), ai vari strati sismo stratigrafici individuati, è stato associato il valore della velocità Vs direttamente misurate, consentendo di ottenere la V_{seq} , cioè la velocità media di propagazione delle onde di taglio tra la superficie e la profondità di $H = 30$ m di sottosuolo, dall'espressione:

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

Dove:

- h_i = spessore dello strato i-esimo
- $V_{S,i}$ = velocità onde S nello strato i-esimo
- N = numero strati considerati

ILIOS S.r.l.

Sede Legale:

Via Montenapoleone 8,
20121, Milano (MI)

Sede Operativa:

Via Massimo D'Azeglio 2,
70017, Putignano (BA)

Telefono: +39 080 8935086

Email: info@iliositalia.com


PEC: iliospec@legalmail.it

CCIAA di MILANO

REA MI – 2660856

C.F. e P.IVA 12427580969



| | | | | | | | | | | | |
|--------------|---|-------------|---------------|------------|----------------------------|-------|---------|-------|-----|---|---------|
| Documento: | RELAZIONE GEOLOGICA, SISMICA E GEOTECNICA | | | | | | | | |  | |
| Progetto: | PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVANZATO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA DI TRASMISSIONE NAZIONALE (RTN), DA REALIZZARSI IN AGRO DI FINALE EMILIA (MO), DENOMINATO "GALLIERA", AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 20 MW | | | | | | | | | | |
| Richiedente: | GALLIERA SOLAR S.r.l. | Cod. Prog.: | IS02.BS.A.001 | Cod. Doc.: | IS02.BS.A.001_09_GEOL_RGSG | Data: | 04-2025 | Rev.: | 1.0 | Pag. n/nn: | 18 / 31 |

- H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

Essendo che la profondità del substrato ($V_s > 800$ m/s) è superiore a 30 metri, si assume $H = 30$; in base ai dati sopra esposti ed a quanto previsto da art. 3.2.2 N.T.C.2018, "Per le fondazioni superficiali tale profondità è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali.", quindi considerando alcune possibilità del piano di posa fondale, si ha:

- da 0,0 a -30,0 m da p.c.: $V_{s30} = 239$ m/sec

Da cui si evince che il valore ottenuto, corrisponde alla **categoria del sottosuolo di fondazione di tipo C** "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s".

Per le caratteristiche topografiche e geomorfologiche l'area rientra nella **Categoria Topografica T1**.

8.3 Spettro di risposta sismica locale

Per la valutazione della pericolosità derivante dalla sollecitazione sismica, vengono analizzati i parametri distintivi del sito in studio legati alla sua sismicità, oltre che all'identificazione di eventuali situazioni di pericolosità indotte dai fattori locali quali quelli geologici, geomorfologici e strutturali.

La valutazione degli Stati Limite in condizioni dinamiche (SLC, SLV) si basa sulla determinazione dell'azione sismica di progetto, la quale viene definita partendo dalla "**pericolosità di base**" secondo l'approccio "sito dipendente"; la pericolosità sismica del sito è funzione delle caratteristiche proprie del comparto in cui esso si inserisce e della struttura in progetto; pertanto, occorre determinare i parametri sismici del sito, e conoscere la funzionalità e la tipologia della struttura.

La pericolosità sismica è relazionata alla accelerazione orizzontale massima **a_g** in condizioni di campo libero su suolo rigido di categoria A ($V_{s30} > 800$ m/s), con superficie topografica orizzontale, nonché in termini di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente **$S_e(T)$** , con riferimento a prefissate probabilità che si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore determinato, per uno specifico periodo di riferimento **P_{VR}** .

Le N.T.C. 2018 indicano che le forme spettrali vengano definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g : accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c^* : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Si procede quindi con la localizzazione delle coordinate geografiche del sito, che consentono di determinare la maglia di riferimento per stabilire i valori dei parametri spettrali del punto, come media pesata dei valori nei vertici della maglia moltiplicati per le distanze dal punto.

Per l'individuazione delle coordinate geografiche del sito utili per la determinazione dei parametri spettrali (a_g , F_0 , T_c^*), si è fatto uso dell'applicazione Google Earth:

Sistema geodetico WGS84 : Latitudine : 44.856219 Longitudine : 11.230237

Con le assunzioni sul Tipo di costruzione e sulla Classe d'uso, si procede con l'indicazione di questi fattori fondamentali per il calcolo dei coefficienti sismici, che riguardano le specificità delle opere da realizzare, come indicati nelle tabelle sottostanti:

| Tipo di costruzione | Classe d'Uso | Vita Nominale (V_N) | Coefficiente d'Uso (c_u) | Vita di Riferimento $V_R = V_N * c_u$ |
|---------------------|--------------|-------------------------|------------------------------|--|
| 2 | I | 50 | 0.7 | 35 |

In funzione della struttura, vengono considerati i dati relativi alle caratteristiche della costruzione, ed utilizzando il foglio di calcolo "SPETTRI-NTC" ver. 1.0.3, si ottengono i valori dei parametri a_g , F_0 e T_c^* , per i periodi di ritorno T_r associati allo Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV) e allo Stato Limite di Danno (SLD), in considerazione di una categoria di sottosuolo C e di una categoria Topografica T1:

| Stato Limite | SLD | SLV |
|----------------|-------|-------|
| Tr (anni) | 35 | 332 |
| Ag (g) | 0.041 | 0.125 |
| F ₀ | 2.539 | 2.584 |
| Tc* (sec) | 0.256 | 0.270 |
| S | 1.637 | 1.506 |
| ST | 1.000 | 1.000 |

Perciò, la definizione della accelerazione sismica in superficie è effettuata come: $a_{gmax} = Ag(g) \cdot S_s \cdot S_T$, da cui:

| Stato Limite | SLD | SLV |
|----------------------|------|------|
| $a_{gmax} (m/sec^2)$ | 0.07 | 0.19 |

Per effettuare le verifiche agli stati limite in condizioni dinamiche, si devono determinare i valori dei coefficienti sismici orizzontale e verticale k_h e k_v , definiti secondo le relazioni:

$$k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{max}}{g}$$

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

Dove:

- β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;
- a_{max} è l'accelerazione massima attesa al suolo, g è l'accelerazione di gravità.

I valori di β_s sono riportati nella Tab. 7.11.I successiva al variare della categoria di sottosuolo e dell'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Tab. 7.11.I – Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito

| | Categoria di sottosuolo | |
|-------------------------|-------------------------|------------|
| | A | B, C, D, E |
| | β_s | β_s |
| $0,2 < a_g(g) \leq 0,4$ | 0,30 | 0,28 |
| $0,1 < a_g(g) \leq 0,2$ | 0,27 | 0,24 |
| $a_g(g) \leq 0,1$ | 0,20 | 0,20 |

Da cui si ottiene che:

| | k_h | k_v |
|-----|-------|-------|
| SLD | 0.012 | 0.006 |
| SLV | 0.035 | 0.017 |

| | | | | | | | | | |
|--------------|---|-------------|---------------|------------|----------------------------|-------|---------|-------|--------------------|
| Documento: | RELAZIONE GEOLOGICA, SISMICA E GEOTECNICA | | | | | | | | |
| Progetto: | PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVANZATO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA DI TRASMISSIONE NAZIONALE (RTN), DA REALIZZARSI IN AGRO DI FINALE EMILIA (MO), DENOMINATO "GALLIERA", AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 20 MW | | | | | | | | |
| Richiedente: | GALLIERA SOLAR S.r.l. | Cod. Prog.: | IS02.BS.A.001 | Cod. Doc.: | IS02.BS.A.001_09_GEOL_RGSG | Data: | 04-2025 | Rev.: | 1.0 |
| | | | | | | | | | Pag. n/nn: 20 / 31 |

9. VERIFICA DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE CON METODO SEMPLIFICATO

Per quanto indicato nel D.M. 17.01.2018 e nella O.P.C.M. 3519/06, nonché nell'Ordinanza 70/2012, è necessario effettuare la verifica della suscettibilità alla liquefazione, qualora non sussistano le condizioni indicate al paragrafo 7.11.3.4.2. "Esclusione dalla verifica a liquefazione" delle NTC 2018. Siccome non sussiste nessuna delle condizioni escludenti si è proceduto alla verifica del potenziale di liquefazione con metodologia semplificata.

Per quanto sopra, nonché delle accelerazioni sismiche massime attese al sito, come definite al paragrafo 8.3, si procede alla verifica della suscettibilità alla liquefazione, facendo riferimento alle indicazioni fornite al Capitolo 2.7 del Volume 1 – Parte I e II "Indirizzi e criteri per la Microzonazione Sismica" del Gruppo di Lavoro *Indirizzi e criteri generali per la micro zonazione sismica*, (Protezione Civile, 2004).

Da ciò, si è proceduto sviluppando il procedimento per la determinazione dello sforzo di deformazione indotto dal sisma CSR (Cyclic Stress Ratio) sulla relazione di *Seed & Idriss (1971)*, mentre per la determinazione della capacità di resistenza del terreno alla liquefazione CRR (Cyclic Resistance Ratio), riferita ad un sisma di magnitudo $M_w = 7.5$, si fa riferimento alla procedura di Idriss & Boulanger (2014), come indicata nella D.G.R. 2193/2015, sia per quanto riguarda i valori del fattore di scala MSF che del fattore di riduzione r_d .

Alla procedura di Idriss & Boulanger (2015), sono state applicate le indicazioni di Ahmadi & Robertson (2005), per i quali i dati ottenuti dalle CPTU nelle fasce di transizione tra due tipi di suoli differenti (e.i.: argille – sabbie) con differenze significative di rigidità, dovrebbero essere non considerati, perché danno risultati eccessivamente conservativi (Seismic (Cyclic) Liquefaction, Robertson, Mantova 2015- Atti del Convegno).

La verifica a liquefazione è condotta in condizioni di free-field, cioè di piano campagna orizzontale ed in assenza di sforzi di taglio antecedenti il sisma.

I metodi di verifica semplificata permettono di esprimere la suscettibilità alla liquefazione degli intervalli litologici riscontrati attraverso il confronto tra le caratteristiche granulometriche e di addensamento dei materiali, espresse dai valori della resistenza penetrometrica q_c normalizzati, con lo sforzo tagliante indotto dal sisma (CRR e CSR); i valori vengono ottenuti mediante le seguenti relazioni:

$$CSR = 0.65 \cdot \left(\frac{a_{max}}{g} \right) \cdot \left(\frac{\sigma_{v0}}{\sigma'_{v0}} \right) \cdot r_d = \text{Rapporto di Tensione Ciclica (Cyclic Stress Ratio)} \quad \text{Seed \& Idriss (1971)}$$

Relazione per CRR utilizzata nel metodo Idriss & Boulanger (2015)

$$CRR = \exp \left[\frac{q_{c1Ncs}}{113} + \left(\frac{q_{c1Ncs}}{1000} \right)^2 - \left(\frac{q_{c1Ncs}}{140} \right)^3 + \left(\frac{q_{c1Ncs}}{137} \right)^4 - 2.80 \right]$$

il terreno è non liquefacibile (NL) per $FC > 35\%$ e $q_{c1N} > 95$

il terreno è non liquefacibile (NL) per $FC < 5\%$ e $q_{c1N} > 160$

Dove:

- Q_{tn} = resistenza penetrometrica normalizzata secondo il metodo iterativo (Robertson, 2009);
- $(q_{c1N})_{CS} = K_c \cdot q_{c1N}$, dove K_c è fattore di correzione del contenuto di fine, la cui stima è dipendente dal valore dell'indice I_c ;
- a_{max} = accelerazione sismica di picco al piano campagna;
- g = accelerazione di gravità;
- σ_{v0} = pressione litostatica totale;
- σ'_{v0} = pressione litostatica efficace;
- r_d = fattore di riduzione della rigidità con la profondità.


Il valore di $CSR_{7.5}$ così ottenuto si riferisce ad eventi sismici di magnitudo M pari a 7,5; diversi studio hanno portato ad un fattore di scala per la magnitudo sismica, denominato MSF.

Il potenziale di liquefazione si ottiene eseguendo il calcolo del fattore di sicurezza. Pertanto, si è potuto verificare il fattore di sicurezza del potenziale alla liquefazione con la relazione:

$$FS_L = \frac{CRR_{7.5}}{CSR} * MSF * K_\sigma$$

Al fine di verificare la potenzialità alla liquefazione per il sito si fa riferimento al metodo di Iwasaki et al. (1982), sulla base dell'indice del potenziale di liquefazione (LPI) definito dalla seguente relazione:

$$I_L = \int_0^{20} F(z) w(z) dz$$

| | | | | | | | | | | | | |
|--------------|---|-------------|---------------|------------|----------------------------|-------|---------|-------|-----|------------|---|--|
| Documento: | RELAZIONE GEOLOGICA, SISMICA E GEOTECNICA | | | | | | | | | |  | |
| Progetto: | PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVANZATO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA DI TRASMISSIONE NAZIONALE (RTN), DA REALIZZARSI IN AGRO DI FINALE EMILIA (MO), DENOMINATO "GALLIERA", AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 20 MW | | | | | | | | | | | |
| Richiedente: | GALLIERA SOLAR S.r.l. | Cod. Prog.: | IS02.BS.A.001 | Cod. Doc.: | IS02.BS.A.001_09_GEOL_RGSG | Data: | 04-2025 | Rev.: | 1.0 | Pag. n/nn: | 21 / 31 | |

In cui:

- z = profondità dal piano campagna in metri;
- $w(z) = 10 - 0.5 z$;

La variabile $F(z)$ è definita nel modo seguente:

- $F(z) = 0$ per $FSL \geq 1$
- $F(z) = 1 - FSL$ per $FSL < 1$

Le classi del Potenziale di Liquefazione sono assunte secondo la definizione di Sonmez (2003):

- $LPI = 0$ Non Liquefacibile
- $0 < LPI < 2$ Basso
- $2 < LPI < 5$ Moderato
- $5 < LPI < 15$ Alto
- $15 < LPI$ Molto Alto

Nelle valutazioni qui condotte, si è scelto un valore limite del fattore di sicurezza pari ad 1, che costituisce la soglia al di sotto del quale il fenomeno accade, senza applicare ulteriori margini di sicurezza.

Pertanto, con riferimento a quanto riportato nella Relazione sulla pericolosità sismica ed alle indicazioni riportate nel Volume 1 della Microzonazione Sismica, per verificare se i livelli sabbiosi siano potenzialmente a rischio di "liquefazione" o "mobilità ciclica", si assume la magnitudo di riferimento di **$M_w = 6.14$** , mentre per il valore dell'accelerazione di superficie a_{max} si assume il valore di **$a_{max} = 0,19g$** ed un livello di falda ipotetico **a-1,00 metri da piano campagna**; ne consegue che dalle verifiche effettuate non si hanno situazioni in cui il fattore di sicurezza FSL inferiore ad 1, ad indicare la tendenza alla liquefazione, intesa come mobilità ciclica che porta ad un valore dell'Indice del Potenziale di Liquefazione di 0,00, corrispondente ad un Potenziale Nullo.

Dalla verifica condotta si può indicare che per l'accelerazione attesa, il sito non ha condizioni predisponenti la liquefazione ciclica e la definizione dell'azione sismica viene eseguita tramite l'approccio semplificato descritto al punto 3.2.2. delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17.01.2018, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento.

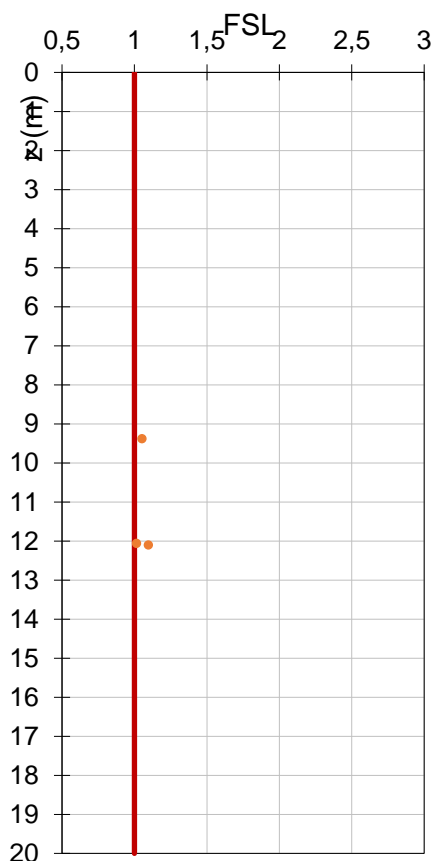


Fig. 6 - Fattore di Sicurezza alla liquefazione

RELAZIONE SULLA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA


ai sensi del D.M. 17.01.2018

**OGGETTO: PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO
AVANZATO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA
RETE ELETTRICA DI TRASMISSIONE NAZIONALE
(RTN), DA REALIZZARSI IN AGRO DI FINALE EMILIA
(MO), DENOMINATO “GALLIERA”, AVENTE POTENZA
IN IMMISSIONE PARI A 20 MW**

COMMITTENTE: ILIOS S.R.L.

Via Montenapoleone, 8 – 20121 Milano (MI)

Data: **19 Maggio 2025**

| | | | | | | | | | | | | |
|--------------|---|-------------|---------------|------------|----------------------------|-------|---------|-------|-----|------------|---|--|
| Documento: | RELAZIONE GEOLOGICA, SISMICA E GEOTECNICA | | | | | | | | | |  | |
| Progetto: | PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVANZATO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA DI TRASMISSIONE NAZIONALE (RTN), DA REALIZZARSI IN AGRO DI FINALE EMILIA (MO), DENOMINATO "GALLIERA", AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 20 MW | | | | | | | | | | | |
| Richiedente: | GALLIERA SOLAR S.r.l. | Cod. Prog.: | IS02.BS.A.001 | Cod. Doc.: | IS02.BS.A.001_09_GEOL_RGSG | Data: | 04-2025 | Rev.: | 1.0 | Pag. n/nn: | 23 / 31 | |

10. MODELLO GEOTECNICO

Nella presente relazione viene estrapolato il Modello Geotecnico del sottosuolo, sulla base del Modello geologico che si è individuato e riportato nella Relazione Geologica al paragrafo 7.

Per la definizione del Modello geotecnico si è ritenuto di effettuare una suddivisione di dettaglio delle Unità litologiche individuate con il Modello Geologico, riportando i livelli litotecnici che presentano caratteristiche geotecniche differenti anche all'interno di una singola unità litologica.

Nel presente documento si è scelto di riportare per ciascuna verticale di indagine il Modello Geotecnico per i parametri geotecnici assunti di riferimento, espressi sia come valori medi come riportati nelle Tabelle da 3 a 20.

L'individuazione dei diversi strati geotecnici ha tenuto conto di quanto indicato in Campanella & Howie (2008), cioè che gli strati devono avere uno spessore di almeno 0,35d, dove d è l'area di punta strumentale.

L'elaborazione dei parametri geotecnici è stata condotta sulla base delle seguenti correlazioni presenti in letteratura geotecnica:

| | | |
|---------------------------|------------|---|
| Yi F. (2010) | FC | $Ic < 1.31 - FC = 0$ $Ic < 2.325 - FC = 43.67 * Ic - 57.2 + 10 * \text{sen}((Ic - 2.325)/1.015) * \pi$ $Ic < 3.2 - FC = 63.62 * Ic - 103.59$ $Ic > 3.2 - FC = 100$ |
| Robertson & Cabal (2010) | γ_t | $\gamma_t = (0.27 * (\log(R_f)) + 0.36 * (\log(Q_t / \sigma_{pa})) + 1.236) * 9.81$ |
| Mayne et al. (2014) | ϕ' | $\phi' = \arctan[(\log(Q_{t1}) - 2 * Ic + 6) / (9.6 - 2.3 * Ic)] - \Delta\phi$ |
| Jamiolkowski et al (2001) | Dr | $Dr \% = 0.268 * \ln(q_{t1}) - 0.675$ |
| Lambe & Withman (1979) | Go | $Go = V_s^2 * (\gamma_t / 9.81)$ |
| Baldi ed al. (1989) | Vs | $\sigma'_{vo} \leq 100 - V_s = 277 * q_c^{0.13} * \sigma'_{vo}^{0.22}$ $\sigma'_{vo} > 100 - V_s = 277 * q_c^{0.13} * \sigma'_{vo}^{0.17}$ |
| Lambe & Withman (1979) | Ey | $E_y = (Go / 3) * 2 * (1 + \mu)$ |
| Robertson (2010) | Su | $SBT \leq 3 - Su = (q_t - \sigma_{vo}) / (15.5 + 7 * \log(Fr))$ $SBT = 4 - Su = (q_t - \sigma_{vo}) / (21.5 + 7 * \log(Fr))$ |
| Mayne et al. (1998) | OCR | $OCR = (0.161 * Go^{0.474} * \sigma'_{vo}^{0.42}) / \sigma'_{vo}$ |
| Togliani (2012) | Mo | $SBT < 4 - M = (SBT + 1.3) * q_t * OCR^{0.7}$ $SBT \leq 5 - M = (SBT - 1) * q_t$ $SBT = 4 - M = SBT * q_t * OCR^{0.2}$ |

Per il Coefficiente di Poisson, lo scrivente propone le seguenti correlazioni, derivate dal confronto con dati ottenuti da prove di laboratorio e dai valori di riferimento presenti in letteratura:

| | | |
|------------------|-------|---|
| Calzolari (2014) | μ | $SBT \leq 2 - \mu = 0.148 * \ln(Dr) - 0.02$ $SBT > 4 - \mu = 0.0055 * Dr + 0.08$ |
|------------------|-------|---|

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| Legenda FC Contenuto di fine in percentuale γ_t Peso dell'unità di volume totale s_u Resistenza o Coesione non drenata | | | Dr Densità relativa ϕ' Resistenza drenata o angolo di attrito OCR Grado di sovraconsolidazione Mo Modulo edometrico | Go Modulo di taglio Ey Modulo di Young μ Coefficiente di Poisson |
|--|--|--|--|--|

Tabella 2 - Legenda


| | | | | | | | | | | | | |
|--------------|---|-------------|---------------|------------|----------------------------|-------|---------|-------|-----|------------|---|--|
| Documento: | RELAZIONE GEOLOGICA, SISMICA E GEOTECNICA | | | | | | | | | |  | |
| Progetto: | PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVANZATO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA DI TRASMISSIONE NAZIONALE (RTN), DA REALIZZARSI IN AGRO DI FINALE EMILIA (MO), DENOMINATO "GALLIERA", AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 20 MW | | | | | | | | | | | |
| Richiedente: | GALLIERA SOLAR S.r.l. | Cod. Prog.: | IS02.BS.A.001 | Cod. Doc.: | IS02.BS.A.001_09_GEOL_RGSG | Data: | 04-2025 | Rev.: | 1.0 | Pag. n/nn: | 24 / 31 | |

Tabella 3

| Prova CPTM 1 | Quota base strato da p.c. | Resistenza alla punta | Resistenza di attrito | Yi F. (2010) | Robertson & Cabal (2009) | Robertson (2010) | Mayne et al (2014) | Jamiolkowski et al (2001) | Mayne et al (1998) | Togliani (2012) | Go = $\rho * V_s^2$ | | μ |
|---------------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|--------------------------|------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|-----------------|---------------------|----------|-------|
| Litotipo Robertson (2010) | Z (cm) | qc (MPa) | fs (kPa) | FC% | yt (kN/m ³) | su (kPa) | ϕ' (°) | Dr (%) | OCR | Mo (MPa) | Go (MPa) | Ey (Mpa) | |
| Argilla limosa - Argilla | 0.60 | 1.60 | 43.46 | 88 | 18.1 | 83 | 29 | - | 28.7 | 19.6 | 249.6 | 243.0 | 0.41 |
| Limo argilloso - Argilla limosa | 4.80 | 2.74 | 137.53 | 74 | 18.9 | 103 | 28 | - | 4.7 | 20.9 | 80.5 | 77.8 | 0.43 |

Tabella 4

| Prova CPTM 2 | Quota base strato da p.c. | Resistenza alla punta | Resistenza di attrito | Yi F. (2010) | Robertson & Cabal (2009) | Robertson (2010) | Mayne et al (2014) | Jamiolkowski et al (2001) | Mayne et al (1998) | Togliani (2012) | Go = $\rho * V_s^2$ | | μ |
|---------------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|--------------------------|------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|-----------------|---------------------|----------|-------|
| Litotipo Robertson (2010) | Z (cm) | qc (MPa) | fs (kPa) | FC% | yt (kN/m ³) | su (kPa) | ϕ' (°) | Dr (%) | OCR | Mo (MPa) | Go (MPa) | Ey (Mpa) | |
| Limo argilloso - Argilla limosa | 1.80 | 1.77 | 70.99 | 81 | 18.1 | 75 | 28 | - | 13.2 | 18.4 | 141.9 | 138.8 | 0.42 |
| Argilla limosa - Argilla | 4.80 | 1.56 | 99.10 | 90 | 18.3 | 68 | 25 | - | 4.0 | 10.4 | 67.5 | 64.2 | 0.43 |

Tabella 5

| Prova CPTM 3 | Quota base strato da p.c. | Resistenza alla punta | Resistenza di attrito | Yi F. (2010) | Robertson & Cabal (2009) | Robertson (2010) | Mayne et al (2014) | Jamiolkowski et al (2001) | Mayne et al (1998) | Togliani (2012) | Go = $\rho * V_s^2$ | | μ |
|---------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|--------------------------|------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|-----------------|---------------------|----------|-------|
| Litotipo Robertson (2010) | Z (cm) | qc (MPa) | fs (kPa) | FC% | yt (kN/m ³) | su (kPa) | ϕ' (°) | Dr (%) | OCR | Mo (MPa) | Go (MPa) | Ey (Mpa) | |
| Argilla limosa - Argilla | 1.20 | 1.53 | 84.76 | 91 | 18.1 | 64 | 28 | - | 15.5 | 33.8 | 99.5 | 92.9 | 0.31 |
| Argilla limosa - Argilla | 4.80 | 1.76 | 109.38 | 88 | 18.5 | 75 | 26 | - | 4.7 | 11.7 | 81.2 | 78.0 | 0.44 |

Tabella 6

| Prova CPTM 4 | Quota base strato da p.c. | Resistenza alla punta | Resistenza di attrito | Yi F. (2010) | Robertson & Cabal (2009) | Robertson (2010) | Mayne et al (2014) | Jamiolkowski et al (2001) | Mayne et al (1998) | Togliani (2012) | Go = $\rho * V_s^2$ | | μ |
|---------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|--------------------------|------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|-----------------|---------------------|----------|-------|
| Litotipo Robertson (2010) | Z (cm) | qc (MPa) | fs (kPa) | FC% | yt (kN/m ³) | su (kPa) | ϕ' (°) | Dr (%) | OCR | Mo (MPa) | Go (MPa) | Ey (Mpa) | |
| Argilla limosa - Argilla | 1.20 | 1.50 | 74.98 | 88 | 17.8 | 68 | 28 | - | 17.4 | 32.8 | 115.1 | 108.8 | 0.31 |
| Argilla limosa - Argilla | 4.80 | 1.61 | 80.41 | 86 | 18.2 | 68 | 26 | - | 4.0 | 9.5 | 65.4 | 62.6 | 0.43 |

Tabella 7

| Prova CPTM 5 | Quota base strato da p.c. | Resistenza alla punta | Resistenza di attrito | Yi F. (2010) | Robertson & Cabal (2009) | Robertson (2010) | Mayne et al (2014) | Jamiolkowski et al (2001) | Mayne et al (1998) | Togliani (2012) | Go = $\rho * V_s^2$ | | μ |
|---------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|--------------------------|------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|-----------------|---------------------|----------|-------|
| Litotipo Robertson (2010) | Z (cm) | Qt (MPa) | fs (kPa) | FC% | yt (kN/m ³) | su (kPa) | ϕ' (°) | Dr (%) | OCR | Mo (MPa) | Go (MPa) | Ey (Mpa) | |
| Argilla limosa - Argilla | 1.20 | 1.04 | 69.54 | 98 | 17.9 | 43 | 27 | - | 12.6 | 20.3 | 74.0 | 68.4 | 0.28 |
| Argilla limosa - Argilla | 4.80 | 1.33 | 101.05 | 96 | 18.4 | 59 | 25 | - | 5.0 | 10.0 | 73.8 | 70.0 | 0.42 |

Tabella 8

| Prova CPTM 6 | Quota base strato da p.c. | Resistenza alla punta | Resistenza di attrito | Yi F. (2010) | Robertson & Cabal (2009) | Robertson (2010) | Mayne et al (2014) | Jamiolkowski et al (2001) | Mayne et al (1998) | Togliani (2012) | Go = $\rho * V_s^2$ | | μ |
|---------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|--------------------------|------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|-----------------|---------------------|----------|-------|
| Litotipo Robertson (2010) | Z (cm) | Qt (MPa) | fs (kPa) | FC% | yt (kN/m ³) | su (kPa) | ϕ' (°) | Dr (%) | OCR | Mo (MPa) | Go (MPa) | Ey (Mpa) | |
| Argilla limosa - Argilla | 1.40 | 1.22 | 107.11 | 96 | 17.9 | 50 | 27 | - | 12.2 | 22.4 | 79.5 | 73.7 | 0.32 |
| Argilla limosa - Argilla | 4.80 | 1.47 | 107.00 | 93 | 18.3 | 64 | 26 | - | 6.1 | 11.6 | 90.3 | 86.3 | 0.43 |

Tabella 9

| Prova CPTM 7 | Quota base strato da p.c. | Resistenza alla punta | Resistenza di attrito | Yi F. (2010) | Robertson & Cabal (2009) | Robertson (2010) | Mayne et al (2014) | Jamiolkowski et al (2001) | Mayne et al (1998) | Togliani (2012) | Go = $\rho * V_s^2$ | | μ |
|---------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|--------------------------|------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|-----------------|---------------------|----------|-------|
| Litotipo Robertson (2010) | Z (cm) | Qt (MPa) | fs (kPa) | FC% | yt (kN/m ³) | su (kPa) | ϕ' (°) | Dr (%) | OCR | Mo (MPa) | Go (MPa) | Ey (Mpa) | |
| Argilla limosa - Argilla | 1.80 | 1.14 | 65.92 | 94 | 17.4 | 50 | 26 | - | 9.3 | 19.3 | 73.6 | 68.4 | 0.33 |
| Argilla limosa - Argilla | 4.80 | 1.41 | 87.36 | 92 | 18.1 | 63 | 26 | - | 5.9 | 11.2 | 87.1 | 83.2 | 0.43 |

Tabella 10

| Prova CPTM 8 | Quota base strato da p.c. | Resistenza alla punta | Resistenza di attrito | Yi F. (2010) | Robertson & Cabal (2009) | Robertson (2010) | Mayne et al (2014) | Jamiolkowski et al (2001) | Mayne et al (1998) | Togliani (2012) | Go = $\rho * V_s^2$ | | μ |
|---------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|--------------------------|------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|-----------------|---------------------|----------|-------|
| Litotipo Robertson (2010) | Z (cm) | Qt (MPa) | fs (kPa) | FC% | yt (kN/m ³) | su (kPa) | ϕ' (°) | Dr (%) | OCR | Mo (MPa) | Go (MPa) | Ey (Mpa) | |
| Argilla limosa - Argilla | 1.60 | 1.08 | 67.64 | 98 | 17.6 | 48 | 26 | - | 11.3 | 16.9 | 92.6 | 87.1 | 0.35 |
| Argilla limosa - Argilla | 4.80 | 1.55 | 76.61 | 85 | 18.0 | 65 | 26 | - | 5.0 | 9.8 | 77.0 | 73.8 | 0.44 |


| | | | | | | | | | | | | |
|--------------|---|-------------|---------------|------------|----------------------------|-------|---------|-------|-----|------------|---|--|
| Documento: | RELAZIONE GEOLOGICA, SISMICA E GEOTECNICA | | | | | | | | | |  | |
| Progetto: | PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVANZATO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA DI TRASMISSIONE NAZIONALE (RTN), DA REALIZZARSI IN AGRO DI FINALE EMILIA (MO), DENOMINATO "GALLIERA", AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 20 MW | | | | | | | | | | | |
| Richiedente: | GALLIERA SOLAR S.r.l. | Cod. Prog.: | IS02.BS.A.001 | Cod. Doc.: | IS02.BS.A.001_09_GEOL_RGSG | Data: | 04-2025 | Rev.: | 1.0 | Pag. n/nn: | 25 / 31 | |

Tabella 11

| Prova CPTM 9 | Quota base strato da p.c. | Resistenza alla punta | Resistenza di attrito | Yi F. (2010) | Robertson & Cabal (2009) | Robertson (2010) | Mayne et al (2014) | Jamiolkowski et al (2001) | Mayne et al (1998) | Togliani (2012) | $G_o = \rho * V_{s^2}$ | | μ |
|---------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|--------------------------|------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|-----------------|------------------------|----------|-------|
| Litotipo Robertson (2010) | Z (cm) | Qt (MPa) | fs (kPa) | FC% | yt (kN/m ³) | su (kPa) | ϕ' (°) | Dr (%) | OCR | Mo (MPa) | Go (MPa) | Ey (Mpa) | |
| Argilla limosa - Argilla | 1.80 | 1.10 | 65.20 | 95 | 17.6 | 49 | 27 | - | 13.3 | 18.3 | 103.9 | 98.4 | 0.33 |
| Argilla limosa - Argilla | 4.80 | 1.62 | 95.19 | 89 | 18.4 | 71 | 26 | - | 6.3 | 12.4 | 97.2 | 93.3 | 0.44 |

Tabella 12

| Prova CPTM 10 | Quota base strato da p.c. | Resistenza alla punta | Resistenza di attrito | Yi F. (2010) | Robertson & Cabal (2009) | Robertson (2010) | Mayne et al (2014) | Jamiolkowski et al (2001) | Mayne et al (1998) | Togliani (2012) | $G_o = \rho * V_{s^2}$ | | μ |
|---------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|--------------------------|------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|-----------------|------------------------|----------|-------|
| Litotipo Robertson (2010) | Z (cm) | Qt (MPa) | fs (kPa) | FC% | yt (kN/m ³) | su (kPa) | ϕ' (°) | Dr (%) | OCR | Mo (MPa) | Go (MPa) | Ey (Mpa) | |
| Argilla limosa - Argilla | 1.20 | 0.83 | 23.91 | 91 | 16.6 | 39 | 26 | - | 9.4 | 5.8 | 83.5 | 79.7 | 0.42 |
| Argilla limosa - Argilla | 4.80 | 1.34 | 82.58 | 94 | 18.1 | 61 | 26 | - | 6.9 | 11.5 | 94.9 | 90.5 | 0.43 |

Tabella 13

| Prova CPTM 11 | Quota base strato da p.c. | Resistenza alla punta | Resistenza di attrito | Yi F. (2010) | Robertson & Cabal (2009) | Robertson (2010) | Mayne et al (2014) | Jamiolkowski et al (2001) | Mayne et al (1998) | Togliani (2012) | $G_o = \rho * V_{s^2}$ | | μ |
|---------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|--------------------------|------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|-----------------|------------------------|----------|-------|
| Litotipo Robertson (2010) | Z (cm) | Qt (MPa) | fs (kPa) | FC% | yt (kN/m ³) | su (kPa) | ϕ' (°) | Dr (%) | OCR | Mo (MPa) | Go (MPa) | Ey (Mpa) | |
| Argilla limosa - Argilla | 1.40 | 1.43 | 96.86 | 94 | 18.4 | 60 | 28 | - | 15.7 | 28.2 | 123.5 | 117.8 | 0.29 |
| Argilla limosa - Argilla | 4.80 | 1.52 | 93.96 | 90 | 18.2 | 67 | 25 | - | 4.6 | 10.8 | 75.0 | 71.7 | 0.43 |

Tabella 14

| Prova CPTM 12 | Quota base strato da p.c. | Resistenza alla punta | Resistenza di attrito | Yi F. (2010) | Robertson & Cabal (2009) | Robertson (2010) | Mayne et al (2014) | Jamiolkowski et al (2001) | Mayne et al (1998) | Togliani (2012) | $G_o = \rho * V_{s^2}$ | | μ |
|---------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|--------------------------|------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|-----------------|------------------------|----------|-------|
| Litotipo Robertson (2010) | Z (cm) | Qt (MPa) | fs (kPa) | FC% | yt (kN/m ³) | su (kPa) | ϕ' (°) | Dr (%) | OCR | Mo (MPa) | Go (MPa) | Ey (Mpa) | |
| Argilla limosa - Argilla | 1.40 | 1.14 | 81.03 | 98 | 18.2 | 51 | 27 | - | 16.3 | 17.0 | 147.6 | 141.8 | 0.38 |
| Argilla limosa - Argilla | 4.80 | 1.51 | 106.61 | 92 | 18.4 | 67 | 25 | - | 5.0 | 11.5 | 80.0 | 76.3 | 0.43 |

Tabella 15

| Prova CPTM 13 | Quota base strato da p.c. | Resistenza alla punta | Resistenza di attrito | Yi F. (2010) | Robertson & Cabal (2009) | Robertson (2010) | Mayne et al (2014) | Jamiolkowski et al (2001) | Mayne et al (1998) | Togliani (2012) | $G_o = \rho * V_{s^2}$ | | μ |
|---------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|--------------------------|------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|-----------------|------------------------|----------|-------|
| Litotipo Robertson (2010) | Z (cm) | Qt (MPa) | fs (kPa) | FC% | yt (kN/m ³) | su (kPa) | ϕ' (°) | Dr (%) | OCR | Mo (MPa) | Go (MPa) | Ey (Mpa) | |
| Argilla limosa - Argilla | 1.40 | 1.35 | 86.62 | 95 | 18.3 | 61 | 27 | - | 16.5 | 23.3 | 142.9 | 137.1 | 0.35 |
| Argilla limosa - Argilla | 4.80 | 1.45 | 99.71 | 93 | 18.3 | 65 | 25 | - | 4.8 | 10.8 | 75.2 | 71.6 | 0.42 |

Tabella 16

| Prova CPTM 14 | Quota base strato da p.c. | Resistenza alla punta | Resistenza di attrito | Yi F. (2010) | Robertson & Cabal (2009) | Robertson (2010) | Mayne et al (2014) | Jamiolkowski et al (2001) | Mayne et al (1998) | Togliani (2012) | $G_o = \rho * V_{s^2}$ | | μ |
|---------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|--------------------------|------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|-----------------|------------------------|----------|-------|
| Litotipo Robertson (2010) | Z (cm) | Qt (MPa) | fs (kPa) | FC% | yt (kN/m ³) | su (kPa) | ϕ' (°) | Dr (%) | OCR | Mo (MPa) | Go (MPa) | Ey (Mpa) | |
| Argilla limosa - Argilla | 1.40 | 1.28 | 95.00 | 98 | 18.4 | 54 | 27 | - | 14.1 | 23.8 | 107.0 | 101.0 | 0.32 |
| Argilla limosa - Argilla | 4.80 | 1.33 | 92.81 | 95 | 18.2 | 58 | 25 | - | 4.2 | 9.3 | 65.6 | 62.3 | 0.42 |

Tabella 17

| Prova CPTM 15 | Quota base strato da p.c. | Resistenza alla punta | Resistenza di attrito | Yi F. (2010) | Robertson & Cabal (2009) | Robertson (2010) | Mayne et al (2014) | Jamiolkowski et al (2001) | Mayne et al (1998) | Togliani (2012) | $G_o = \rho * V_{s^2}$ | | μ |
|---------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|--------------------------|------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|-----------------|------------------------|----------|-------|
| Litotipo Robertson (2010) | Z (cm) | Qt (MPa) | fs (kPa) | FC% | yt (kN/m ³) | su (kPa) | ϕ' (°) | Dr (%) | OCR | Mo (MPa) | Go (MPa) | Ey (Mpa) | |
| Argilla limosa - Argilla | 1.20 | 1.24 | 77.15 | 95 | 18.1 | 56 | 27 | - | 16.9 | 24.4 | 126.1 | 120.8 | 0.30 |
| Argilla limosa - Argilla | 4.80 | 1.19 | 72.80 | 95 | 17.9 | 54 | 25 | - | 4.4 | 8.7 | 62.9 | 59.6 | 0.41 |

Tabella 18

| Prova CPTM 16 | Quota base strato da p.c. | Resistenza alla punta | Resistenza di attrito | Yi F. (2010) | Robertson & Cabal (2009) | Robertson (2010) | Mayne et al (2014) | Jamiolkowski et al (2001) | Mayne et al (1998) | Togliani (2012) | $G_o = \rho * V_{s^2}$ | | μ |
|---------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|--------------------------|------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|-----------------|------------------------|----------|-------|
| Litotipo Robertson (2010) | Z (cm) | Qt (MPa) | fs (kPa) | FC% | yt (kN/m ³) | su (kPa) | ϕ' (°) | Dr (%) | OCR | Mo (MPa) | Go (MPa) | Ey (Mpa) | |
| Argilla limosa - Argilla | 1.00 | 1.16 | 62.59 | 95 | 17.7 | 50 | 27 | - | 15.7 | 24.4 | 93.5 | 87.2 | 0.31 |
| Argilla limosa - Argilla | 4.80 | 1.55 | 110.49 | 93 | 18.5 | 68 | 26 | - | 5.3 | 11.7 | 83.2 | 79.4 | 0.43 |


| | | | | | | | | | | | | |
|--------------|---|-------------|---------------|------------|----------------------------|-------|---------|-------|-----|------------|---|--|
| Documento: | RELAZIONE GEOLOGICA, SISMICA E GEOTECNICA | | | | | | | | | |  | |
| Progetto: | PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVANZATO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA DI TRASMISSIONE NAZIONALE (RTN), DA REALIZZARSI IN AGRO DI FINALE EMILIA (MO), DENOMINATO "GALLIERA", AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 20 MW | | | | | | | | | | | |
| Richiedente: | GALLIERA SOLAR S.r.l. | Cod. Prog.: | IS02.BS.A.001 | Cod. Doc.: | IS02.BS.A.001_09_GEOL_RGSG | Data: | 04-2025 | Rev.: | 1.0 | Pag. n/nn: | 26 / 31 | |

Tabella 19

| Prova CPTM 17 | Quota base strato da p.c. | Resistenza alla punta | Resistenza di attrito | Yi F. (2010) | Robertson & Cabal (2009) | Robertson (2010) | Mayne et al (2014) | Jamiolkowski et al (2001) | Mayne et al (1998) | Togliani (2012) | Go = $\rho * V_s^2$ | | μ |
|---------------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|--------------------------|------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|-----------------|---------------------|----------|-------|
| Litotipo Robertson (2010) | Z (cm) | Qt (MPa) | fs (kPa) | FC% | yt (kN/m ³) | su (kPa) | ϕ' (°) | Dr (%) | OCR | Mo (MPa) | Go (MPa) | Ey (Mpa) | |
| Argilla limosa - Argilla | 1.00 | 1.63 | 70.41 | 84 | 17.9 | 78 | 28 | - | 21.1 | 30.2 | 205.2 | 200.1 | 0.38 |
| Limo argilloso - Argilla limosa | 4.80 | 2.02 | 110.49 | 83 | 18.5 | 84 | 26 | - | 4.6 | 11.7 | 83.0 | 80.4 | 0.45 |

Tabella 20

| Prova CPTM 18 | Quota base strato da p.c. | Resistenza alla punta | Resistenza di attrito | Yi F. (2010) | Robertson & Cabal (2009) | Robertson (2010) | Mayne et al (2014) | Jamiolkowski et al (2001) | Mayne et al (1998) | Togliani (2012) | Go = $\rho * V_s^2$ | | μ |
|---------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|--------------------------|------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|-----------------|---------------------|----------|-------|
| Litotipo Robertson (2010) | Z (cm) | Qt (MPa) | fs (kPa) | FC% | yt (kN/m ³) | su (kPa) | ϕ' (°) | Dr (%) | OCR | Mo (MPa) | Go (MPa) | Ey (Mpa) | |
| Argilla limosa - Argilla | 1.00 | 1.49 | 67.80 | 87 | 17.8 | 68 | 28 | - | 17.1 | 23.2 | 148.8 | 144.0 | 0.38 |
| Argilla limosa - Argilla | 4.80 | 1.81 | 179.12 | 95 | 19.1 | 78 | 26 | - | 6.0 | 14.6 | 102.4 | 98.3 | 0.44 |

Tabella 21


| Prova CPTU | Quota base strato da p.c. | Resistenza alla punta | Resistenza di attrito | Yi F. (2010) | Robertson & Cabal (2009) | Robertson (2010) | Mayne et al (2014) | Jamiolkowski et al (2001) | Mayne et al (1998) | Togliani (2012) | Go = $\rho * V_s^2$ | | μ |
|---------------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|--------------------------|------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|-----------------|---------------------|----------|-------|
| Litotipo Robertson (1986) | Z (cm) | Qt (MPa) | fs (kPa) | FC% | yt (kN/m ³) | su (kPa) | ϕ' (°) | Dr (%) | OCR | Mo (MPa) | Go (MPa) | Ey (Mpa) | |
| Argilla limosa - Argilla | 88 | 1.31 | 78.43 | 92 | 17.8 | - | 28 | 36 | 5.6 | 36.1 | 17.3 | 17.2 | 0.48 |
| Argilla limosa - Argilla | 584 | 1.03 | 64.17 | 96 | 17.7 | 47 | 24 | - | 2.5 | 8.7 | 37.2 | 34.9 | 0.41 |
| Limo argilloso - Argilla limosa | 928 | 2.02 | 54.83 | 71 | 17.7 | 61 | 26 | - | 2.2 | 15.9 | 57.5 | 53.4 | 0.40 |
| Sabbia pulita - Sabbia limosa | 2006 | 17.34 | 142.90 | 8 | 19.7 | - | 37 | 64 | 2.6 | 86.9 | 169.8 | 156.1 | 0.37 |

In funzione del Modello Geologico rappresentativo del sito si riportano di seguito i parametri caratteristici d'insieme per le varie unità litostratigrafiche individuate.

Parametri geotecnici Campi Via Covazzi

Prove 11 – 12- 13- 14- 15

| PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DI FONDAZIONE | | | |
|---|---------|-------------------|---------|
| UNITÀ A – Argilla limosa – Profondità da 0.0 m a 3.00 m da p.c. | | | |
| CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE | Simbolo | Unità di misura | Valore |
| Classificazione | | | Coesivo |
| Consistenza | | | Media |
| PESI | Simbolo | Unità di misura | Valore |
| Peso di Volume | yt | kN/m ³ | 18.28 |
| Peso di Volume immerso | | kN/m ³ | - |
| PARAMETRI DI RESISTENZA AL TAGLIO | Simbolo | Unità di misura | Valore |
| Angolo di attrito efficace | ϕ | ° | 27.77 |
| Coesione non drenata | Su | Kpa | 61.29 |
| PARAMETRI ELASTICI | Simbolo | Unità di misura | Valore |
| Modulo elastico | Ey | Mpa | 91.65 |
| Modulo edometrico | Mo | Mpa | 15.86 |
| Coefficiente di Poisson | μ | | 0.37 |

| | | | | | | | | | | | |
|--------------|---|-------------|---------------|------------|----------------------------|-------|---------|-------|-----|---|---------|
| Documento: | RELAZIONE GEOLOGICA, SISMICA E GEOTECNICA | | | | | | | | |  | |
| Progetto: | PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVANZATO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA DI TRASMISSIONE NAZIONALE (RTN), DA REALIZZARSI IN AGRO DI FINALE EMILIA (MO), DENOMINATO "GALLIERA", AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 20 MW | | | | | | | | | | |
| Richiedente: | GALLIERA SOLAR S.r.l. | Cod. Prog.: | IS02.BS.A.001 | Cod. Doc.: | IS02.BS.A.001_09_GEOL_RGSG | Data: | 04-2025 | Rev.: | 1.0 | Pag. n/nn: | 27 / 31 |

Parametri geotecnici Campi Via Covazzi

Prove 5- 6

| PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DI FONDAZIONE | | | |
|---|---------|-----------------|---------|
| UNITÁ A – Argilla limosa e Argilla – Profondità da 0.0 m a 3.00 m da p.c. | | | |
| CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE | Simbolo | Unità di misura | Valore |
| Classificazione | | | Coesivo |
| Consistenza | | | Tenera |
| PESI | Simbolo | Unità di misura | Valore |
| Peso di Volume | γt | kN/m³ | 17.90 |
| Peso di Volume immerso | | kN/m³ | - |
| PARAMETRI DI RESISTENZA AL TAGLIO | Simbolo | Unità di misura | Valore |
| Angolo di attrito efficace | φ | ° | 27.11 |
| Coesione non drenata | Su | Kpa | 49.06 |
| PARAMETRI ELASTICI | Simbolo | Unità di misura | Valore |
| Modulo elastico | Ey | Mpa | 69.69 |
| Modulo edometrico | Mo | Mpa | 12.68 |
| Coefficiente di Poisson | μ | | 0.34 |

Parametri geotecnici Campi Via Buca Galliera

Prove 7 – 8 – 9- 10

| PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DI FONDAZIONE | | | |
|---|---------|-----------------|---------|
| UNITÁ A – Argilla limosa e Argilla – Profondità da 0.0 m a 3.00 m da p.c. | | | |
| CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE | Simbolo | Unità di misura | Valore |
| Classificazione | | | Coesivo |
| Consistenza | | | Tenera |
| PESI | Simbolo | Unità di misura | Valore |
| Peso di Volume | γt | kN/m³ | 17.49 |
| Peso di Volume immerso | | kN/m³ | - |


| | | | | | | | | | |
|--------------|---|-------------|---------------|------------|----------------------------|-------|---------|-------|-----|
| Documento: | RELAZIONE GEOLOGICA, SISMICA E GEOTECNICA | | | | | | | | |
| Progetto: | PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVANZATO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA DI TRASMISSIONE NAZIONALE (RTN), DA REALIZZARSI IN AGRO DI FINALE EMILIA (MO), DENOMINATO "GALLIERA", AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 20 MW | | | | | | | | |
| Richiedente: | GALLIERA SOLAR S.r.l. | Cod. Prog.: | IS02.BS.A.001 | Cod. Doc.: | IS02.BS.A.001_09_GEOL_RGSG | Data: | 04-2025 | Rev.: | 1.0 |

| PARAMETRI DI RESISTENZA AL TAGLIO | Simbolo | Unità di misura | Valore |
|-----------------------------------|-----------|-----------------|--------|
| Angolo di attrito efficace | φ | ° | 27.05 |
| Coesione non drenata | Su | Kpa | 50.47 |
| PARAMETRI ELASTICI | Simbolo | Unità di misura | Valore |
| Modulo elastico | Ey | Mpa | 82.90 |
| Modulo edometrico | Mo | Mpa | 12.05 |
| Coefficiente di Poisson | μ | | 0.37 |

Parametri geotecnici Campi Via Covazzi

Prove 1 – 2- 3- 4- 16 – 17- 18

| PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DI FONDAZIONE | | | |
|---|------------|-------------------|---------|
| UNITÀ A – Argilla limosa – Profondità da 0.0 m a 3.00 m da p.c. | | | |
| CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE | Simbolo | Unità di misura | Valore |
| Classificazione | | | Coesivo |
| Consistenza | | | tenera |
| PESI | Simbolo | Unità di misura | Valore |
| Peso di Volume | γ_t | kN/m ³ | 17.96 |
| Peso di Volume immerso | | kN/m ³ | - |
| PARAMETRI DI RESISTENZA AL TAGLIO | Simbolo | Unità di misura | Valore |
| Angolo di attrito efficace | φ | ° | 26.64 |
| Coesione non drenata | Su | Kpa | 55.69 |
| PARAMETRI ELASTICI | Simbolo | Unità di misura | Valore |
| Modulo elastico | Ey | Mpa | 54.03 |
| Modulo edometrico | Mo | Mpa | 16.17 |
| Coefficiente di Poisson | μ | | 0.42 |

| | | | | | | | | | | | | |
|--------------|---|-------------|---------------|------------|----------------------------|-------|---------|-------|-----|------------|---|--|
| Documento: | RELAZIONE GEOLOGICA, SISMICA E GEOTECNICA | | | | | | | | | |  | |
| Progetto: | PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVANZATO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA DI TRASMISSIONE NAZIONALE (RTN), DA REALIZZARSI IN AGRO DI FINALE EMILIA (MO), DENOMINATO "GALLIERA", AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 20 MW | | | | | | | | | | | |
| Richiedente: | GALLIERA SOLAR S.r.l. | Cod. Prog.: | IS02.BS.A.001 | Cod. Doc.: | IS02.BS.A.001_09_GEOL_RGSG | Data: | 04-2025 | Rev.: | 1.0 | Pag. n/nn: | 29 / 31 | |

11. CONCLUSIONI: RISCHI GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO

Le indagini ed i rilievi effettuati hanno permesso di determinare il tipo di comportamento dei terreni presenti in sito compreso nel volume significativo. L'intervallo interessa sedimenti a tessitura fine di natura argilloso e sabbiosa.

Dalle indagini effettuate si può riscontrare la presenza di uno strato superficiale di sedimenti a tessitura fine di natura argillosa e argilloso limosa sino alla profondità di 5,80 metri, al disotto dei quali si trova uno strato di sedimenti limoso argillosi sino alla profondità di 9,30 metri. Seguono sedimenti a tessitura medi o- fine di natura sabbiosa.

Per quanto riguarda la presenza della falda nei terreni superficiali, il rilievo effettuato al momento delle indagini ha permesso di stabilire un livello di falda a $0,90 \div 2,80$ metri da piano campagna.


Per quanto concerne la pericolosità sismica del sito si è potuto stabilire che l'area è interessata da una fascia sismogenica con magnitudo di riferimento di $M_w = 6.14^\circ$ della scala Richter.

Dalle analisi della risposta sismica di sito si è trovato che il sito presenta un Fattore di Amplificazione sismica **F.a. = 1,5** in relazione alla classe d'uso dei fabbricati, che porta ad una accelerazione massima in superficie di **$a_{gmax} = 0.19g$** per gli SLV e di **$a_{gmax} = 0.07g$** per gli SLD.

Dalle verifiche del potenziale alla liquefazione mediante procedure semplificate per prove penetrometriche CPTU, si è stimato che con i parametri della sismicità di riferimento, l'Indice del Potenziale di Liquefazione indica un "Potenziale Nullo" (LPI = 0.00).

Dalla prova sismica effettuata ed in funzione del potenziale di liquefazione si è stabilito che la successione lito-stratigrafica dei primi 30 metri sotto il piano di fondazione rientra nella **Categoria C**.

Le caratteristiche morfologiche- topografiche permettono di attribuire il sito in **Categoria topografica T1**.

| | | | | | | | | | | | |
|--------------|---|-------------|---------------|------------|----------------------------|-------|---------|-------|-----|---|---------|
| Documento: | RELAZIONE GEOLOGICA, SISMICA E GEOTECNICA | | | | | | | | |  | |
| Progetto: | PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVANZATO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA DI TRASMISSIONE NAZIONALE (RTN), DA REALIZZARSI IN AGRO DI FINALE EMILIA (MO), DENOMINATO "GALLIERA", AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 20 MW | | | | | | | | | | |
| Richiedente: | GALLIERA SOLAR S.r.l. | Cod. Prog.: | IS02.BS.A.001 | Cod. Doc.: | IS02.BS.A.001_09_GEOL_RGSG | Data: | 04-2025 | Rev.: | 1.0 | Pag. n/nn: | 30 / 31 |

12. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

A.G.I. (1977); "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche".

A.G.I. (2005); "Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica – Linee Guida", Bologna.

Bowles J.E. (1998); "Fondazioni". McGraw-Hill.

Brinch Hansen J. (1970); "A revised and extended formula for bearing capacity". Bull. N. 28, Danish Geotechnical Institute.

Cestari F. (1996); "Prove Geotecniche in sito" ed. Geo-Graph.

Colombi A., Roversi M. (2010); Alcune considerazioni sulla valutazione degli effetti sismici locali da prove penetrometriche statiche. Ingegneri Ferraresi

Colombo P., Colleselli F. (1996); "Elementi di Geotecnica" ed. Zanichelli.

Mayne P.H. & Kulhawy F.H. (1990); "Manual on Estimating Soil Properties for Foundation Design". EPRI, EI6800.

Mulargia F. e Castellaro S. (2009) – Seism. Res. Lett.

Robertson, P.K. (1990); "Soil classification using the cone penetration test". Canadian Geotechnical Journal.

Robertson P.K e Wride, C.E. (1998); "Evaluating cyclic liquefaction potential using the cone penetration test". Canadian Geotechnical Journal.

Robertson P.K (2009); "Soil Behaviour Type from the CPT: an update".

Schmertmann J.H., (1978); "Guidelines for Cone Penetration Test Performance and Design".

Report U.S. Dept. of Transportation; FHWA-TS-78-209; Federal Highway Adm., Washington D.C.

Basili R., G. Valensise, P. Vannoli, P. Burrato, U. Fracassi, S. Mariano, M.M. Tiberti, E. Boschi (2008), The Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), version 3: summarizing 20 years of research on Italy's earthquake geology, Tectonophysics.


Carta della pericolosità sismica del territorio nazionale- Progetto DPC – INGV- S1

Database macrosismico Italiano 2004 – Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Indirizzi e criteri per la micro zonazione sismica- Gruppo di lavoro MS, 2008, Conferenza delle Regioni e delle Provincie Autonome – Dipartimento della protezione civile, Vol. III

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia I.N.G.V. – Database Macrosismico Italiano 2004

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia I.N.G.V. – Gruppo di lavoro per la redazione della Mappa di Pericolosità Sismica, (Marzo 2004); "Zonazione Sismogenetica ZS9 – App. 2 al Rapporto Conclusivo", a cura di C. Meletti e G. Valensise

| | | | | | | | | | | | | |
|--------------|---|-------------|---------------|------------|----------------------------|-------|---------|-------|-----|------------|---|--|
| Documento: | RELAZIONE GEOLOGICA, SISMICA E GEOTECNICA | | | | | | | | | |  | |
| Progetto: | PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVANZATO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA DI TRASMISSIONE NAZIONALE (RTN), DA REALIZZARSI IN AGRO DI FINALE EMILIA (MO), DENOMINATO "GALLIERA", AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 20 MW | | | | | | | | | | | |
| Richiedente: | GALLIERA SOLAR S.r.l. | Cod. Prog.: | IS02.BS.A.001 | Cod. Doc.: | IS02.BS.A.001_09_GEOL_RGSG | Data: | 04-2025 | Rev.: | 1.0 | Pag. n/nn: | 31 / 31 | |

ALLEGATI

DIAGRAMMI DELLE PROVE PENETROMETRICHE

RAPPORTO DI INDAGINE SISMICA

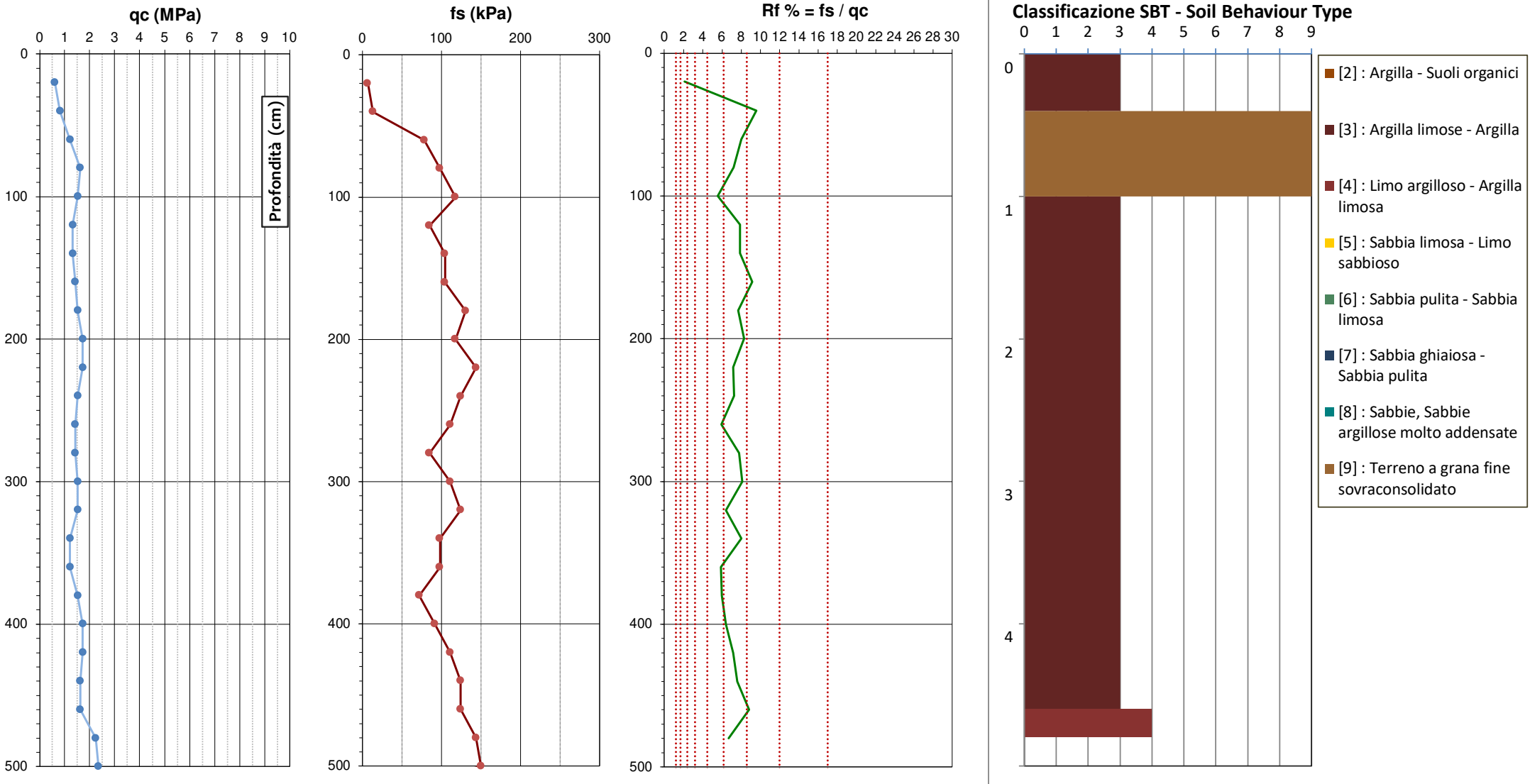
RAPPORTO FOTOGRAFICO

DIAGRAMMI DI RESISTENZA e LITOLOGIA

Comm.: ILIOS
Sito: Finale Emilia (MO)
Progetto: Via Covazzi

Prova: CPTM 16
Data di indagine : 19 maggio 2025
Livello piezometrico: 2.80 metri da p.c.

Latitudine: 44.856527
Longitudine: 11.228792

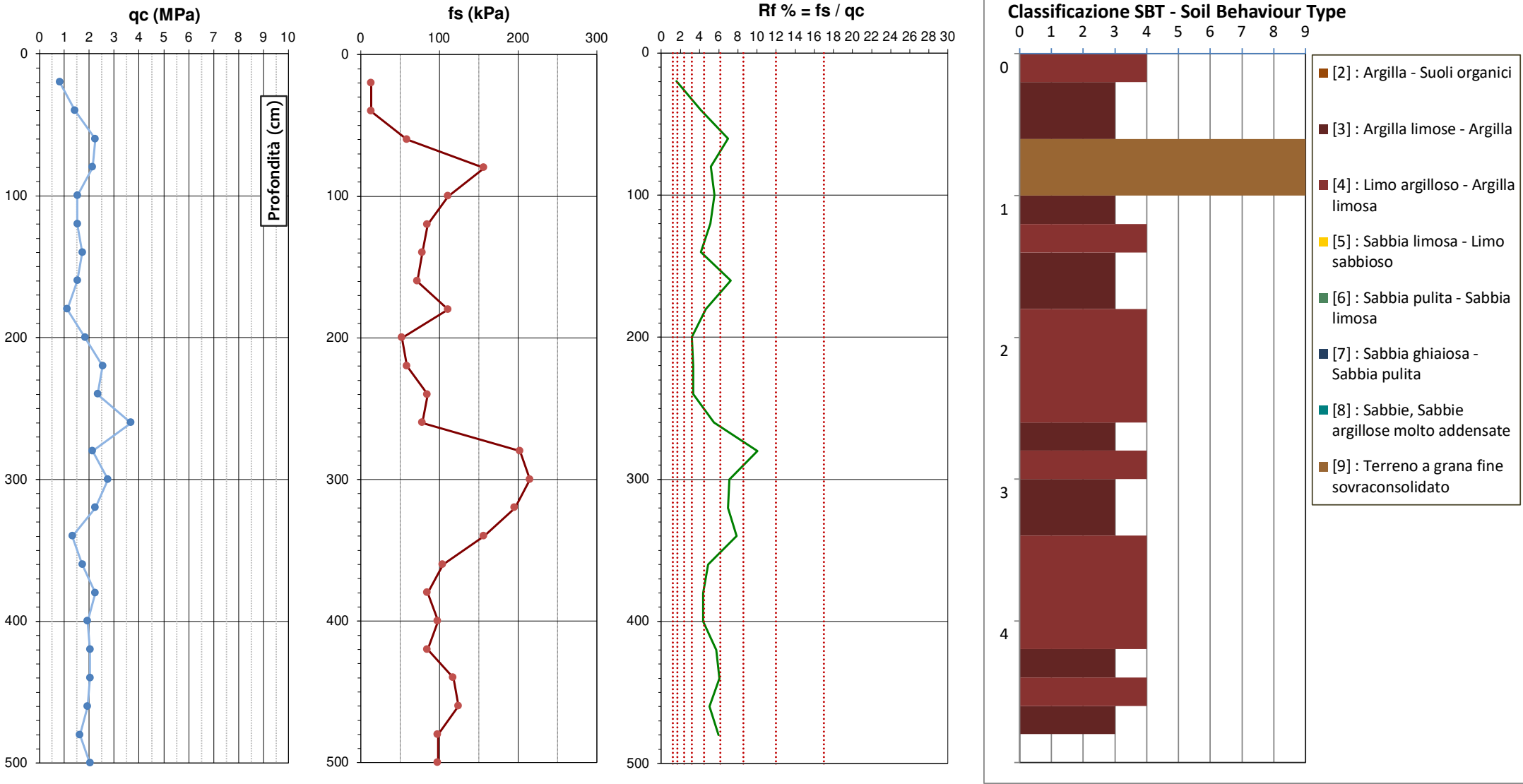


DIAGRAMMI DI RESISTENZA e LITOLOGIA

Comm.: ILIOS
Sito: Finale Emilia (MO)
Progetto: Via Covazzi

Prova: CPTM 17
Data di indagine : 19 maggio 2025
Livello piezometrico: 2.80 metri da p.c.

Latitudine: 44.854538
Longitudine: 11.226437

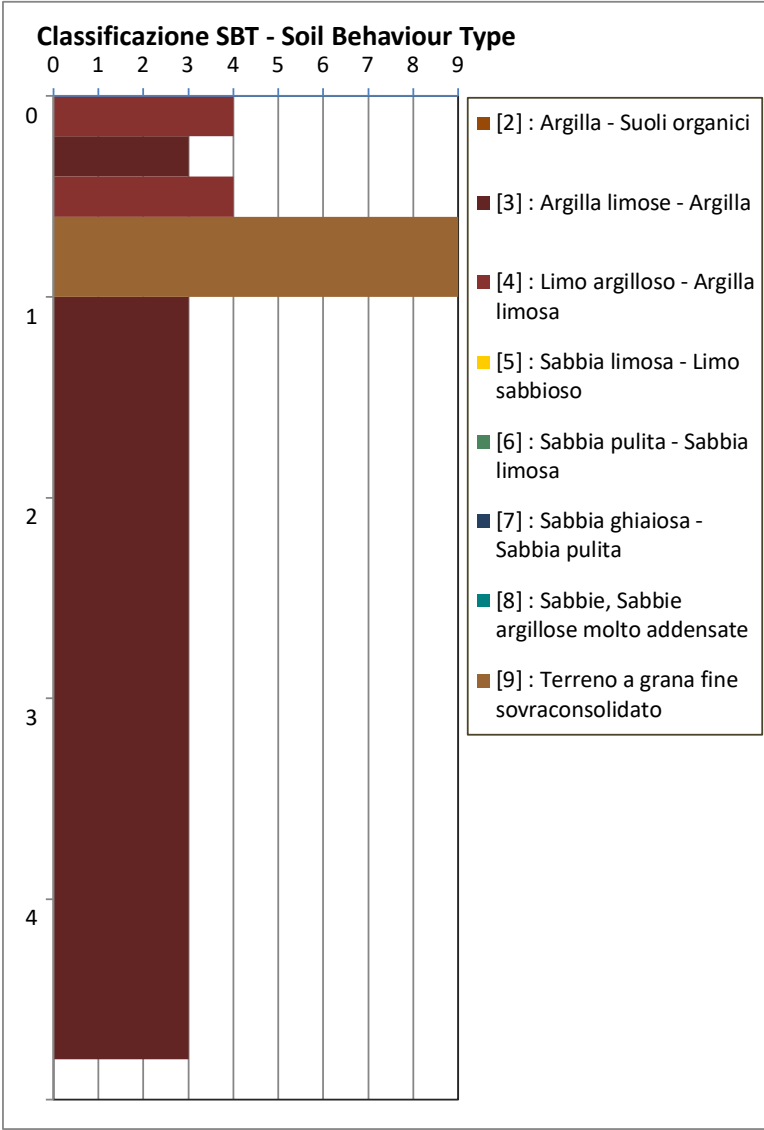
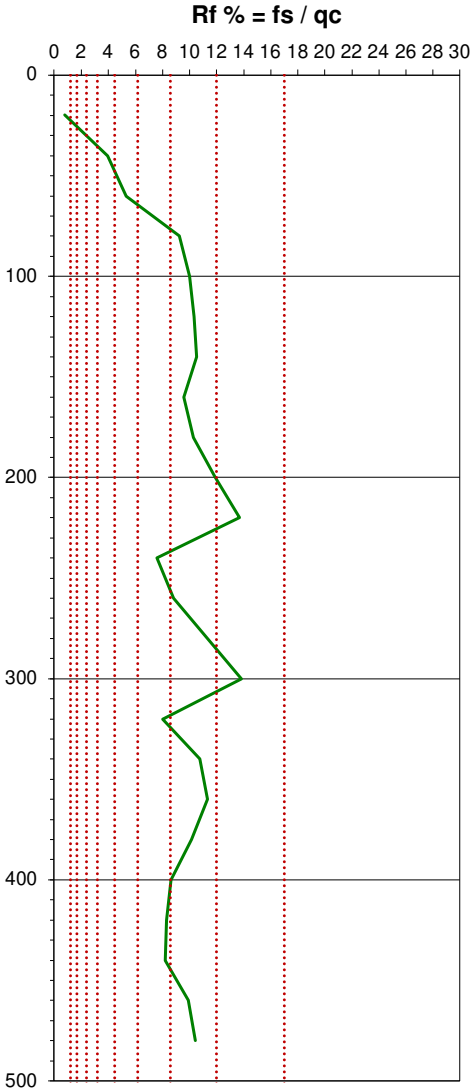
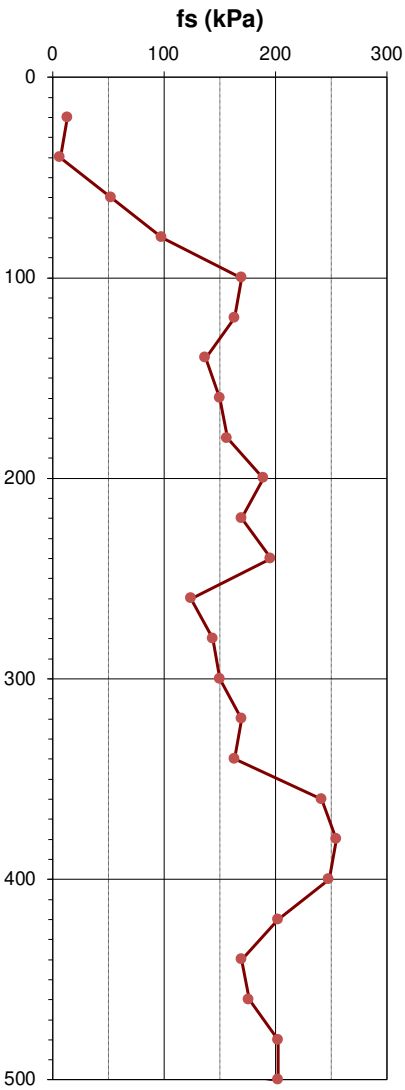
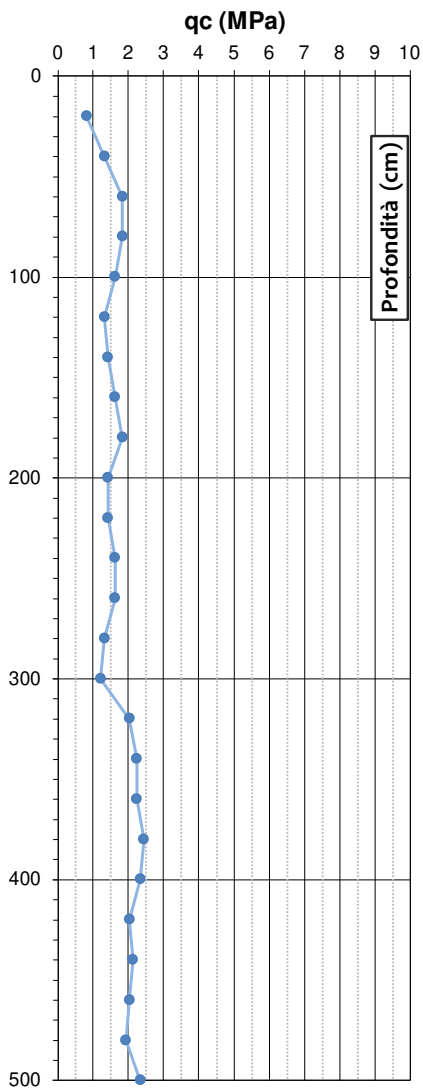


DIAGRAMMI DI RESISTENZA e LITOLOGIA

Comm.: ILIOS
Sito: Finale Emilia (MO)
Progetto: Via Covazzi

Prova: CPTM 18
Data di indagine : 19 maggio 2025
Livello piezometrico: 2.80 metri da p.c.

Latitudine: 44.854673
Longitudine: 11.228277

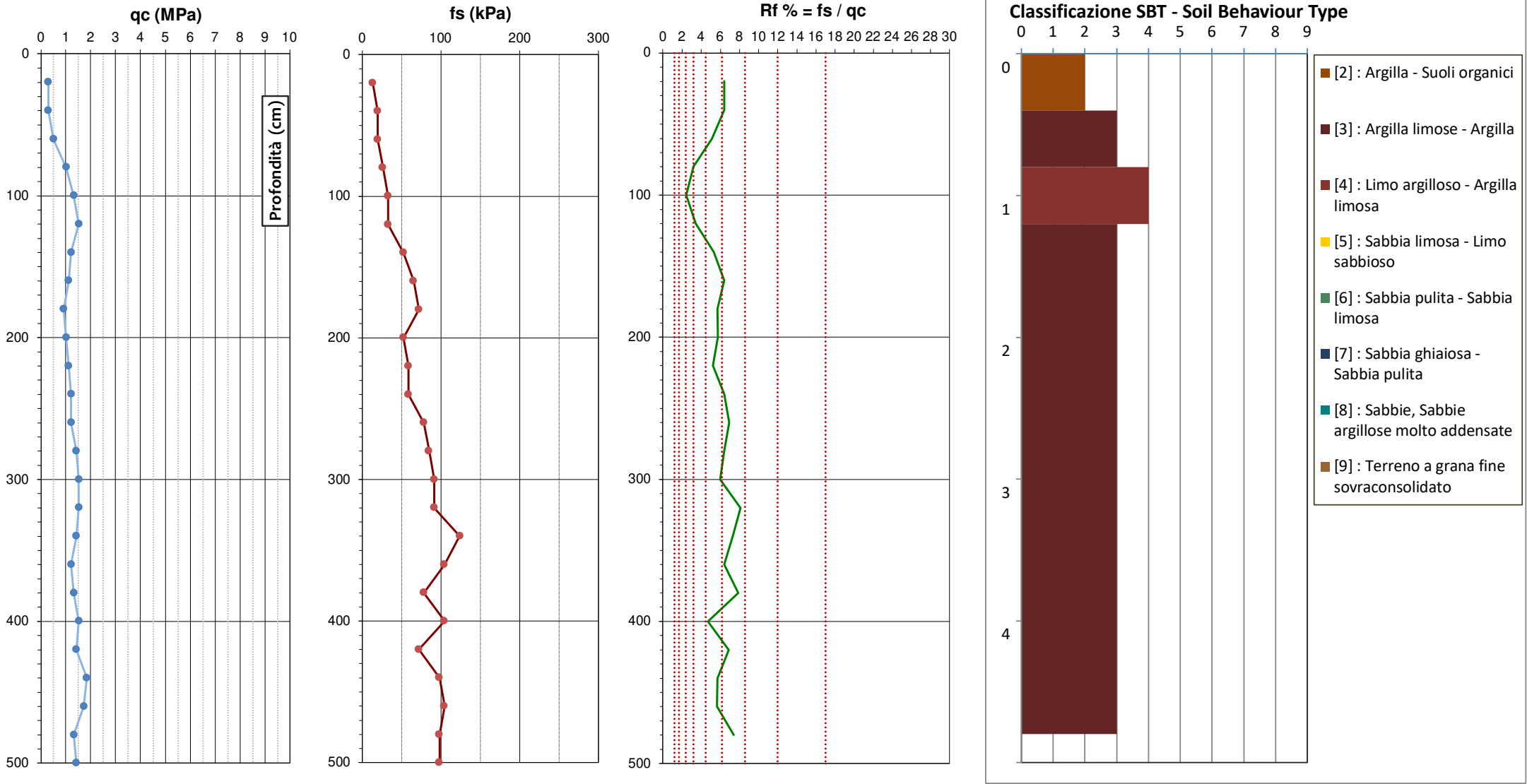


DIAGRAMMI DI RESISTENZA e LITOLOGIA

Comm.: ILIOS
Sito: Finale Emilia (MO)
Progetto: Via Buca Galliera

Prova: CPTM 10
Data di indagine : 9 aprile 2025
Livello piezometrico: 0.90 metri da p.c.

Latitudine: 44.859736
Longitudine: 11.229915

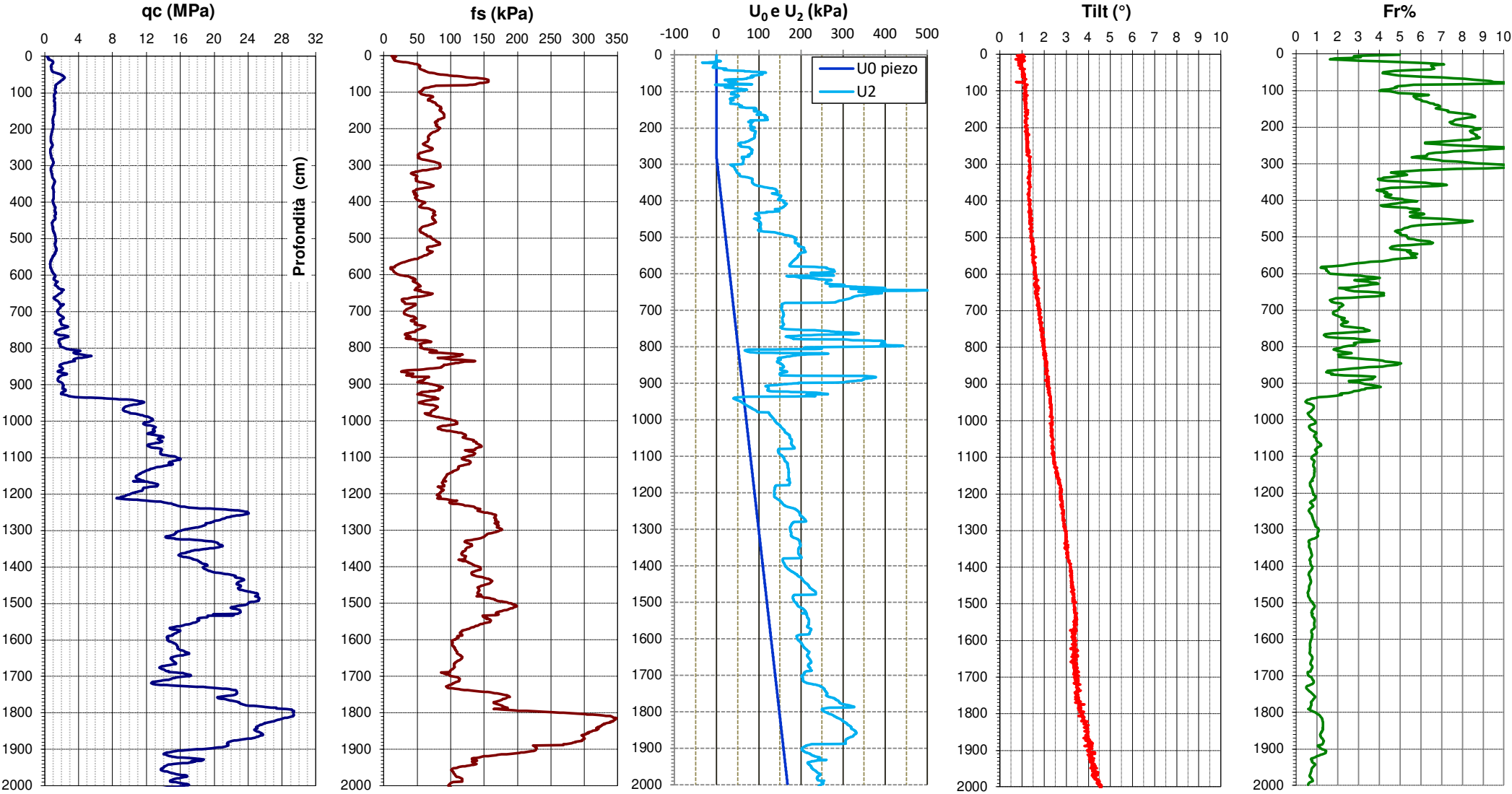


DIAGRAMMI DI RESISTENZA e CLASSIFICAZIONE

Comm.: ILIOS srl
Località : Finale Emilia (MO)
Indirizzo : Via Covazzi

Prova: CPTU
Latitudine: 44.855543
Longitudine: 11.229405

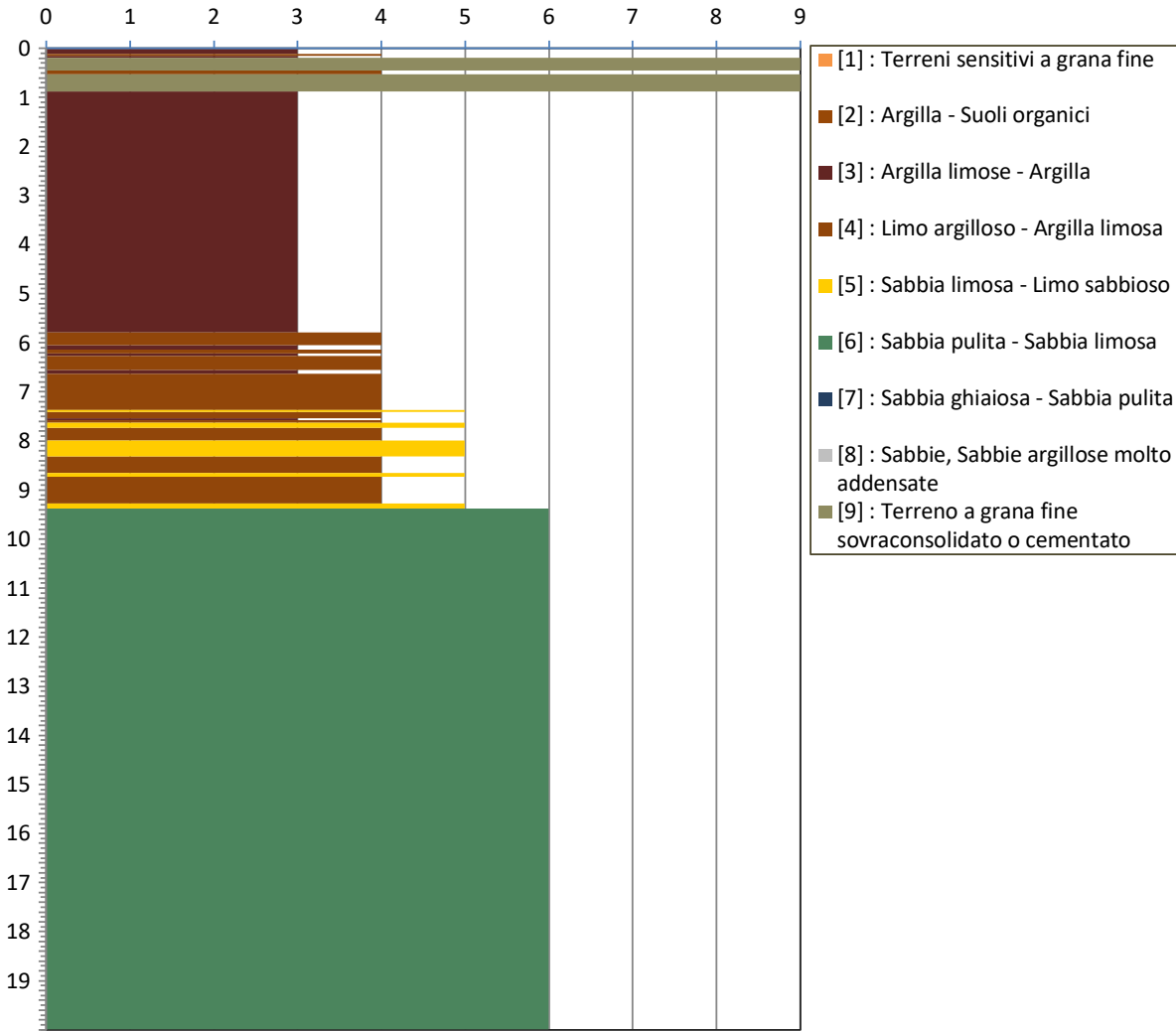
Livello di Falda : - metri da p.c.
Livello piezometrico: 2.80 metri da p.c.
Data di indagine : 19 maggio 2025



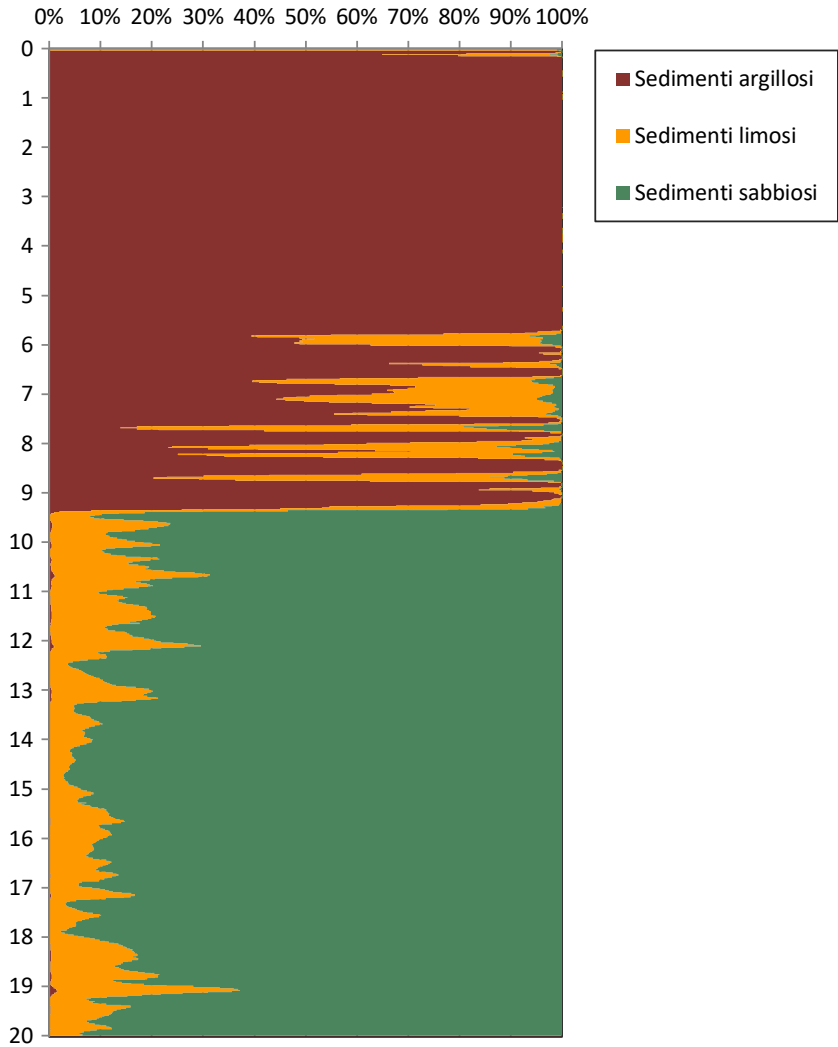
DIAGRAMMI DI CLASSIFICAZIONE LITOLOGICA

| | | | | | | |
|-------------|--------------------|--------------|-----------|-----------------------|----------------|---------------|
| Comm.: | ILIOS srl | Prova: | CPTU | Livello di Falda : | - | metri da p.c. |
| Località : | Finale Emilia (MO) | Latitudine: | 44.855543 | Livello piezometrico: | 2.80 | metri da p.c. |
| Indirizzo : | Via Covazzi | Longitudine: | 11.229405 | Data di indagine : | 19 maggio 2025 | |

Classificazione SBT - Soil Behaviour Type



Fuzzy Classification Method

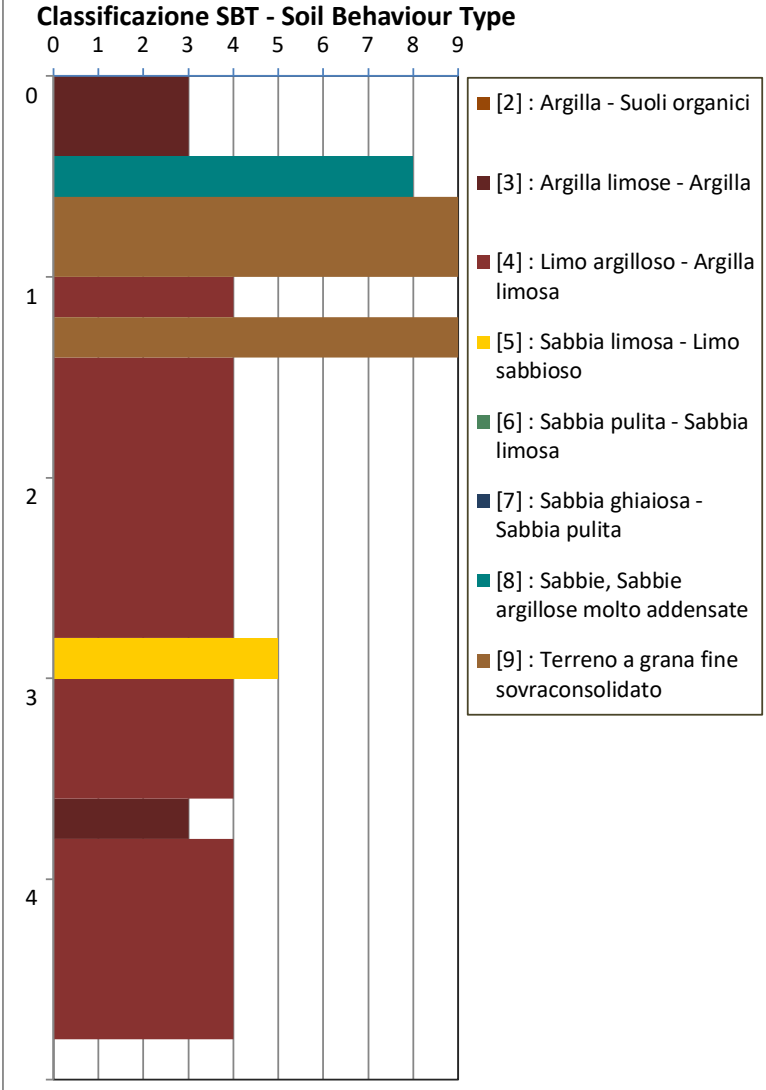
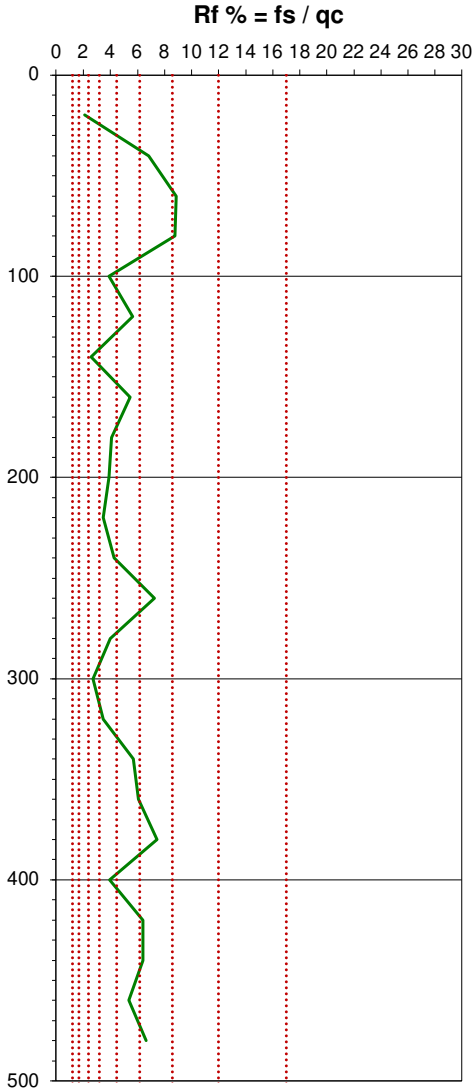
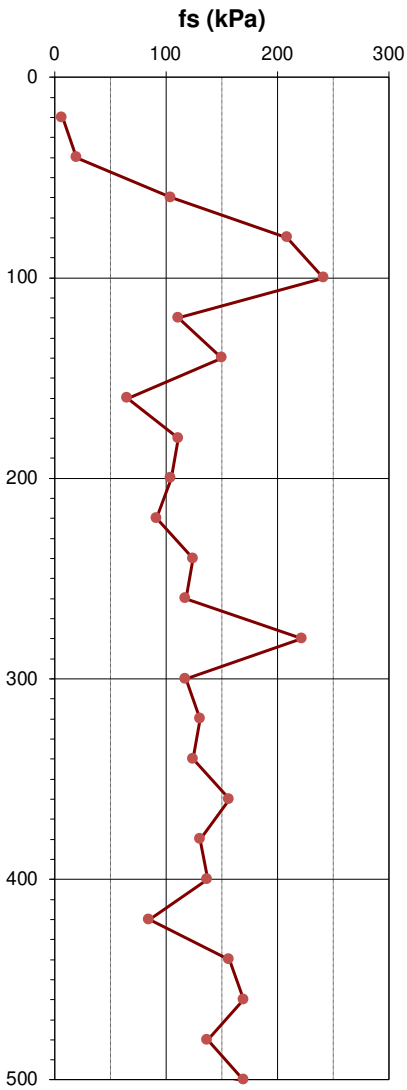
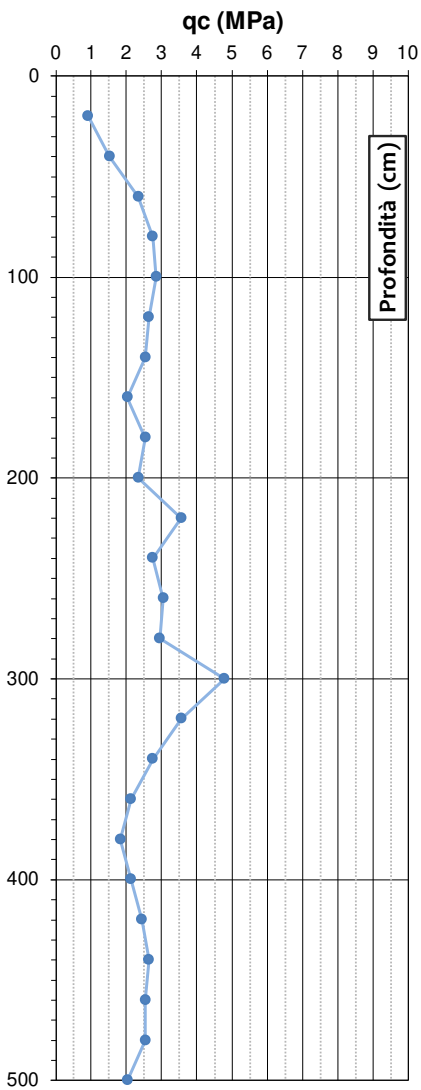


DIAGRAMMI DI RESISTENZA e LITOLOGIA

Comm.: ILIOS
Sito: Finale Emilia (MO)
Progetto: Via Covazzi

Prova: CPTM 1
Data di indagine : 19 maggio 2025
Livello piezometrico: 2.80 metri da p.c.

Latitudine: 44.853728
Longitudine: 11.225527

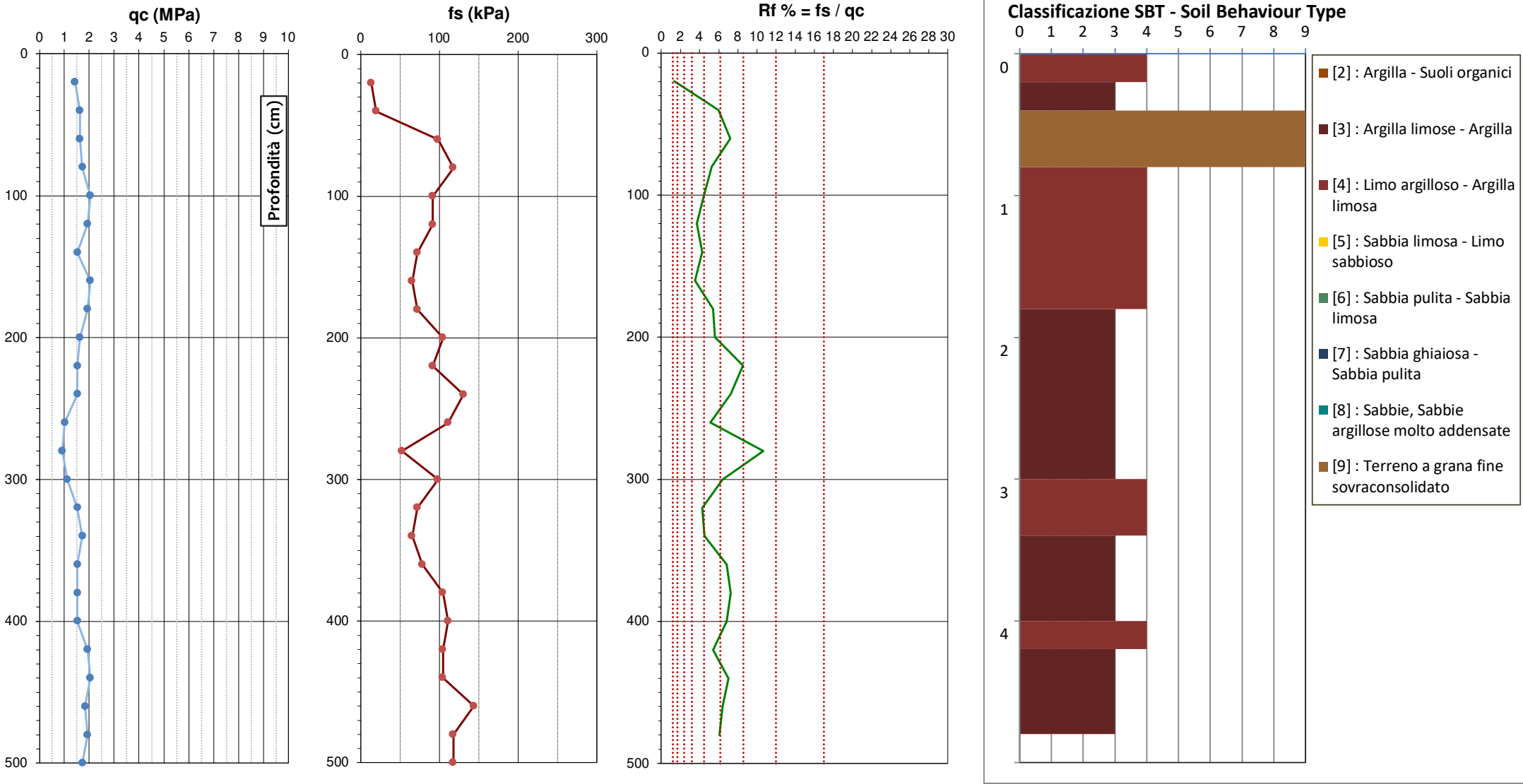


DIAGRAMMI DI RESISTENZA e LITOLOGIA

Comm.: ILIOS
Sito: Finale Emilia (MO)
Progetto: Via Covazzi

Prova: CPTM 2
Data di indagine : 19 maggio 2025
Livello piezometrico: 2.80 metri da p.c.

Latitudine: 44.853201
Longitudine: 11.226786

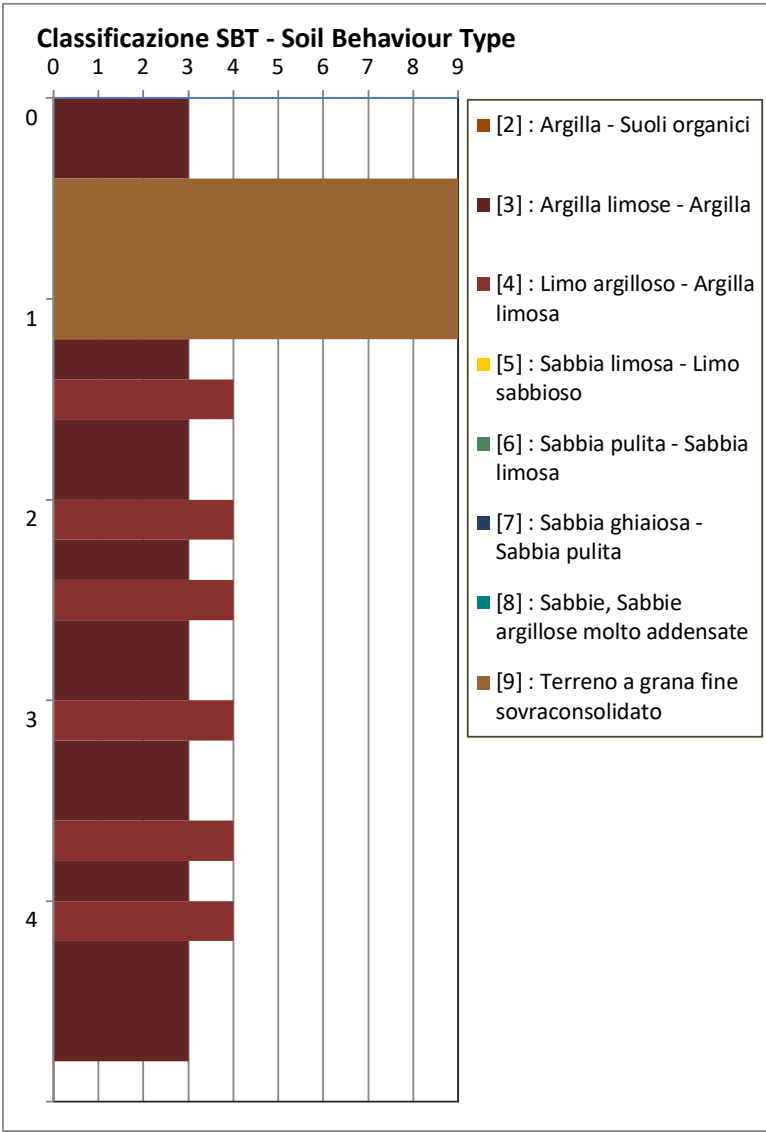
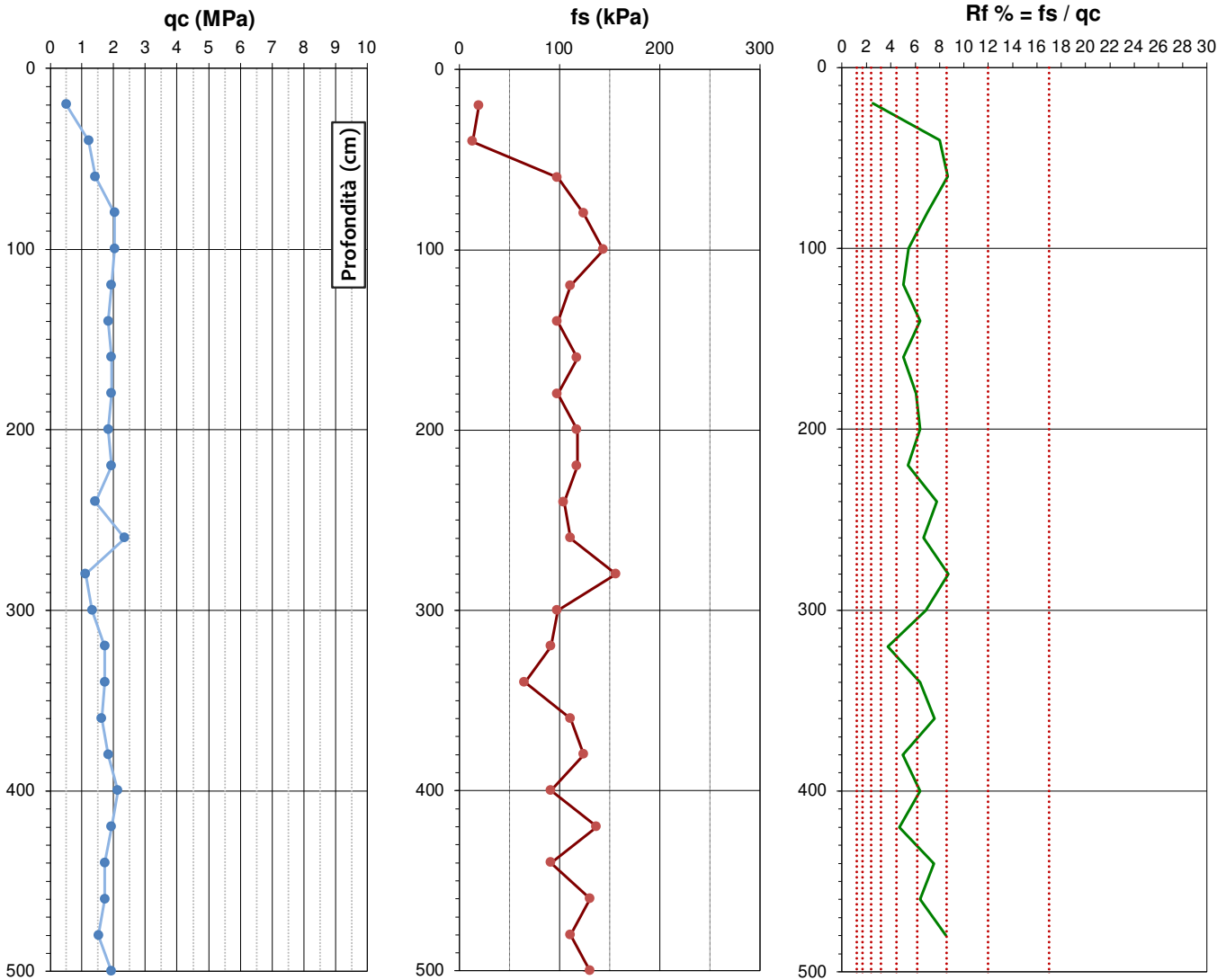


DIAGRAMMI DI RESISTENZA e LITOLOGIA

Comm.: ILIOS
Sito: Finale Emilia (MO)
Progetto: Via Covazzi

Prova: CPTM 3
Data di indagine : 19 maggio 2025
Livello piezometrico: 2.80 metri da p.c.

Latitudine: 44.855683
Longitudine: 11.227708

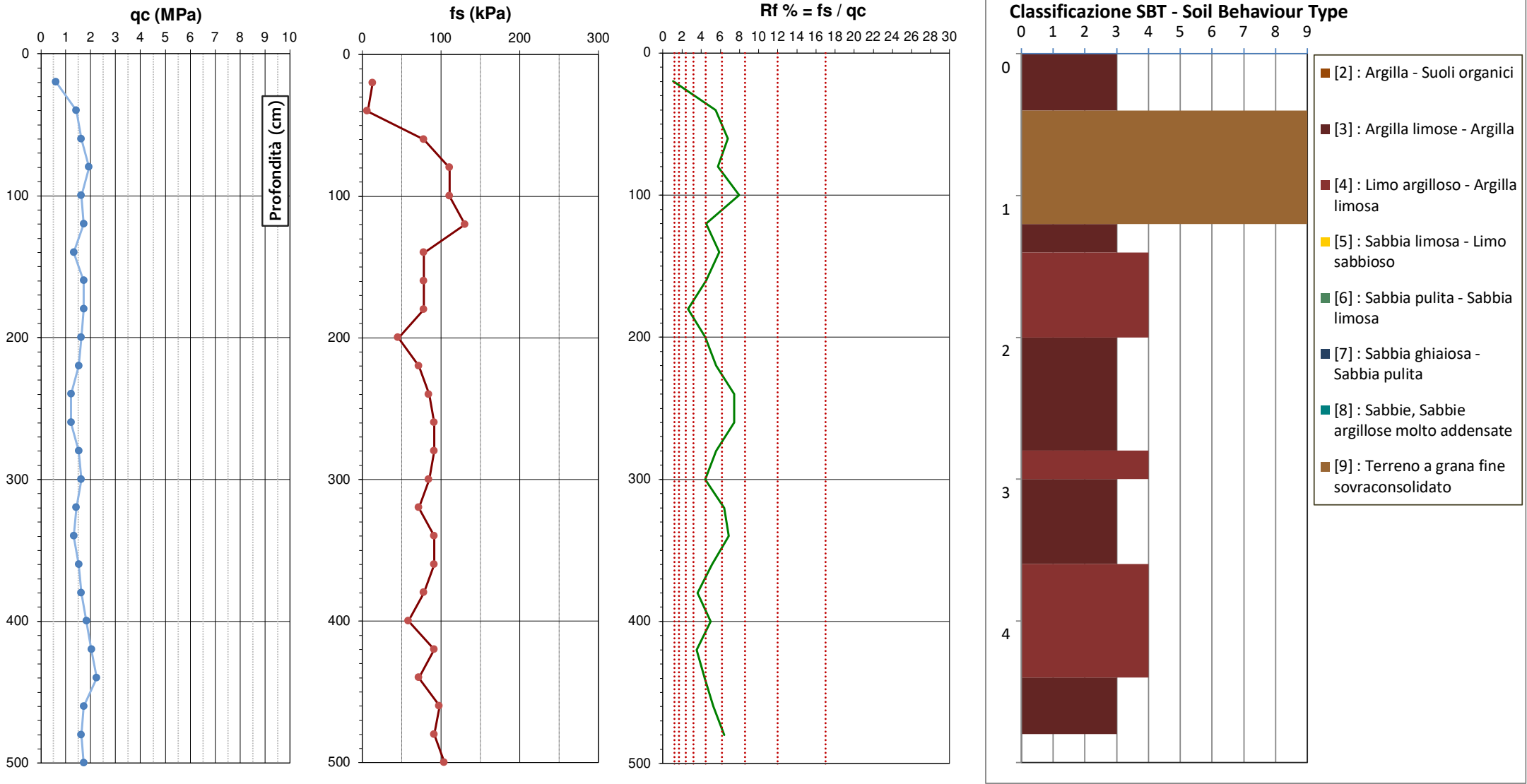


DIAGRAMMI DI RESISTENZA e LITOLOGIA

Comm.: ILIOS
Sito: Finale Emilia (MO)
Progetto: Via Covazzi

Prova: CPTM 4
Data di indagine : 19 maggio 2025
Livello piezometrico: 2.80 metri da p.c.

Latitudine: 44.853943
Longitudine: 11.227463

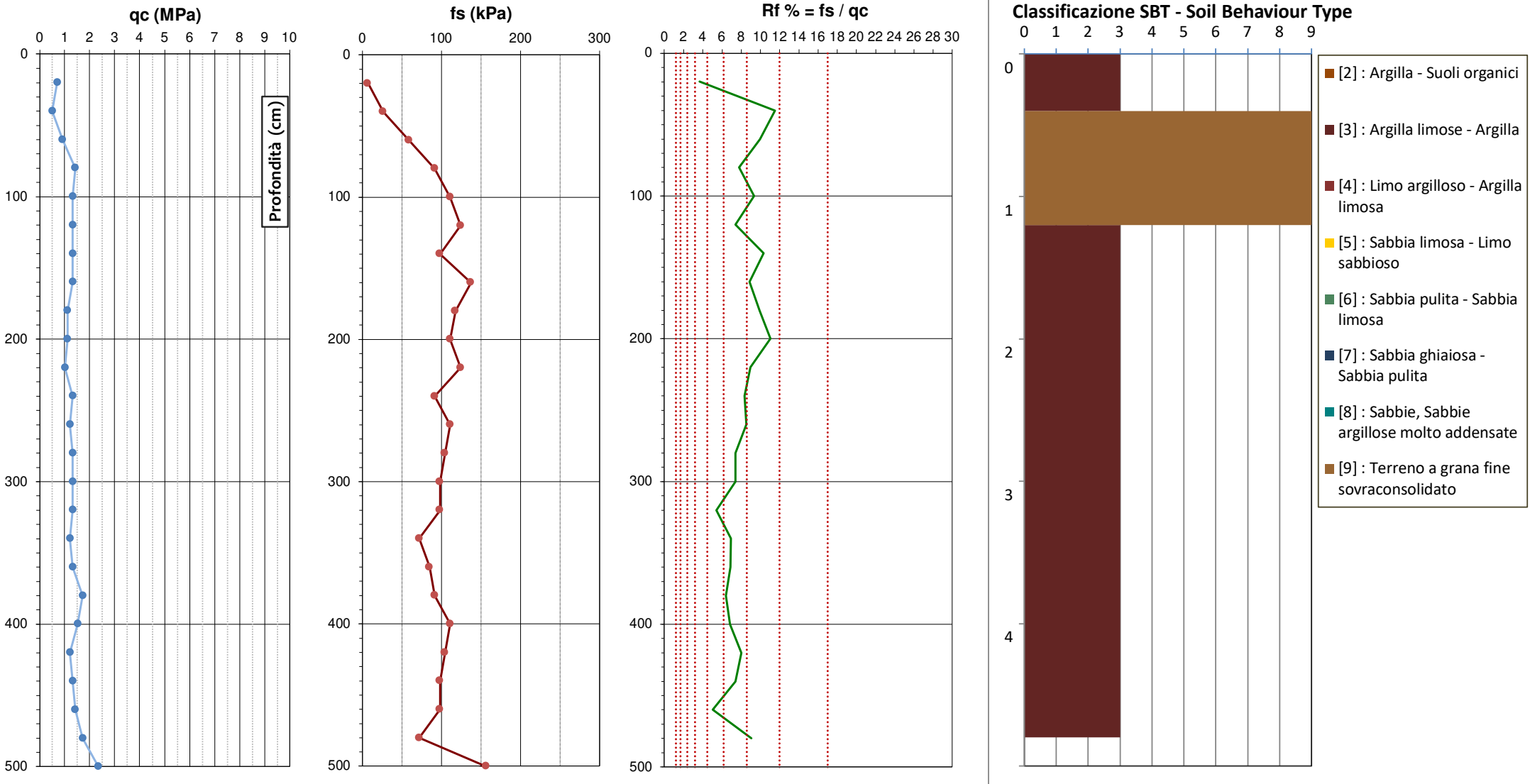


DIAGRAMMI DI RESISTENZA e LITOLOGIA

Comm.: ILIOS
Sito: Finale Emilia (MO)
Progetto: Via Covazzi

Prova: CPTM 5
Data di indagine : 9 aprile 2025
Livello piezometrico: 2.00 metri da p.c.

Latitudine: 44.856511
Longitudine: 11.230993

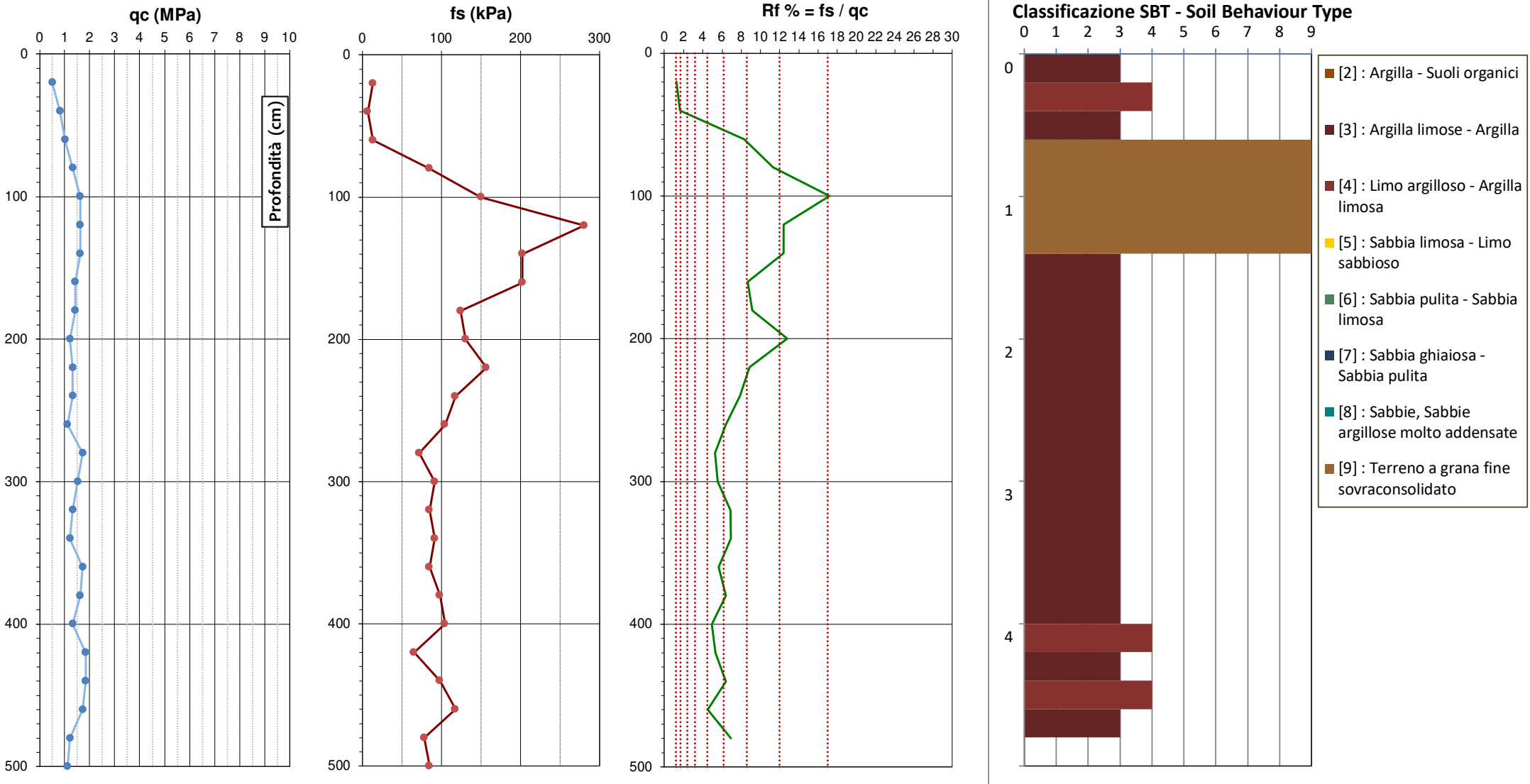


DIAGRAMMI DI RESISTENZA e LITOLOGIA

Comm.: ILIOS
Sito: Finale Emilia (MO)
Progetto: Via Covazzi

Prova: CPTM 6
Data di indagine : 9 aprile 2025
Livello piezometrico: 1.20 metri da p.c.

Latitudine: 44.857754
Longitudine: 11.232320

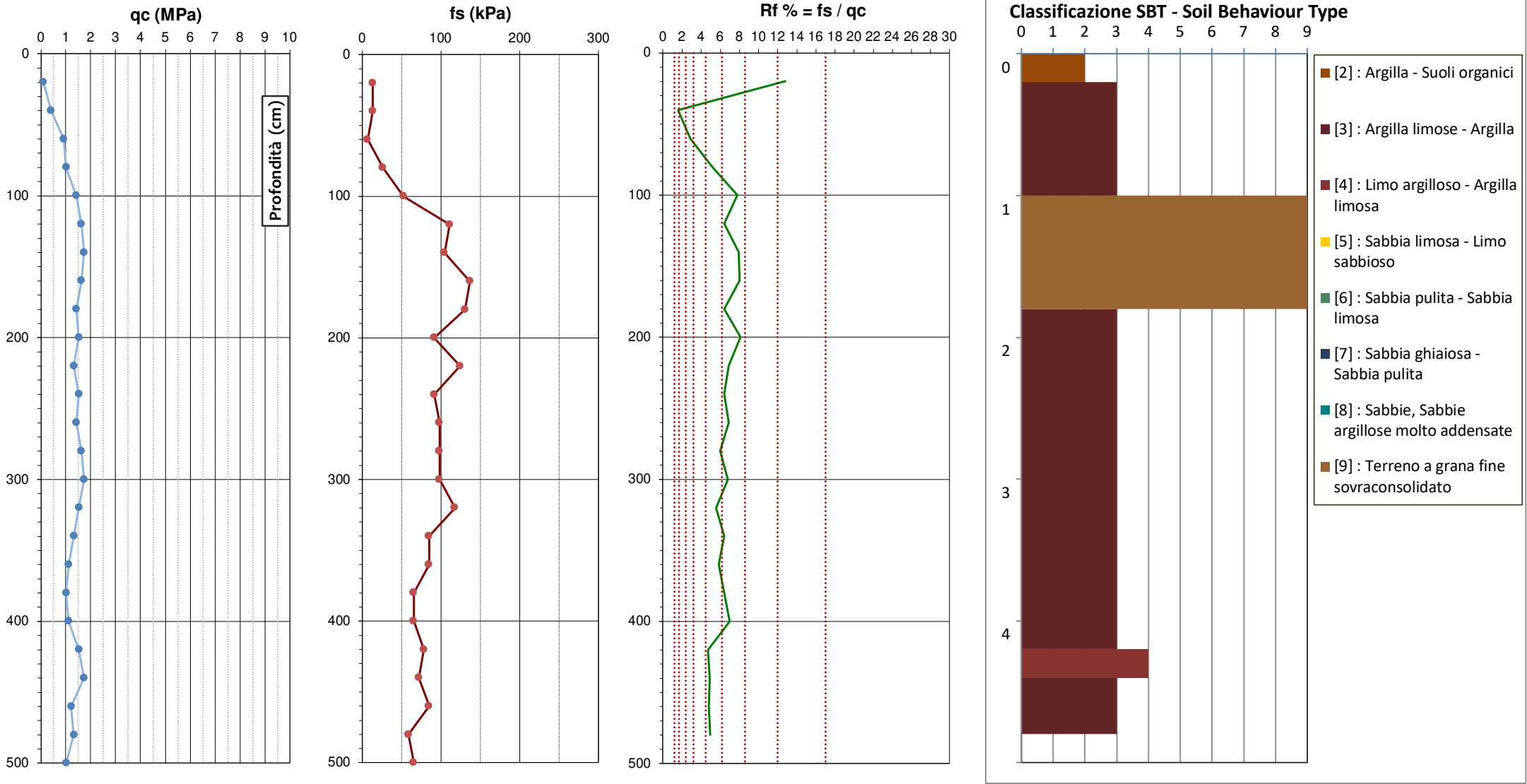


DIAGRAMMI DI RESISTENZA e LITOLOGIA

Comm.: ILIOS
Sito: Finale Emilia (MO)
Progetto: Via Buca Galliera

Prova: CPTM 7
Data di indagine : 9 aprile 2025
Livello piezometrico: 1.10 metri da p.c.

Latitudine: 44.859937
Longitudine: 11.227493

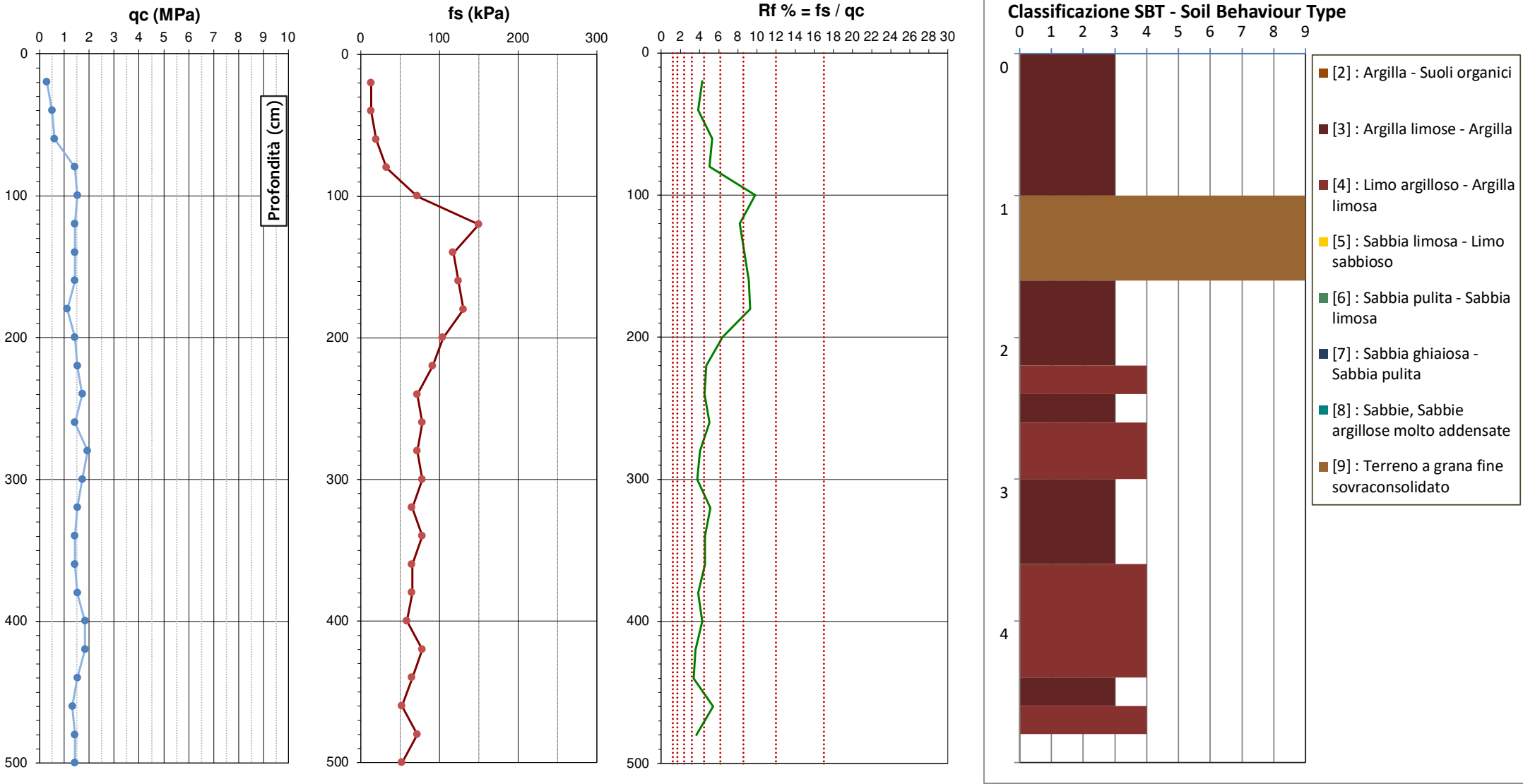


DIAGRAMMI DI RESISTENZA e LITOLOGIA

Comm.: ILIOS
Sito: Finale Emilia (MO)
Progetto: Via Buca Galliera

Prova: CPTM 8
Data di indagine : 9 aprile 2025
Livello piezometrico: 1.10 metri da p.c.

Latitudine: 44.861468
Longitudine: 11.229754

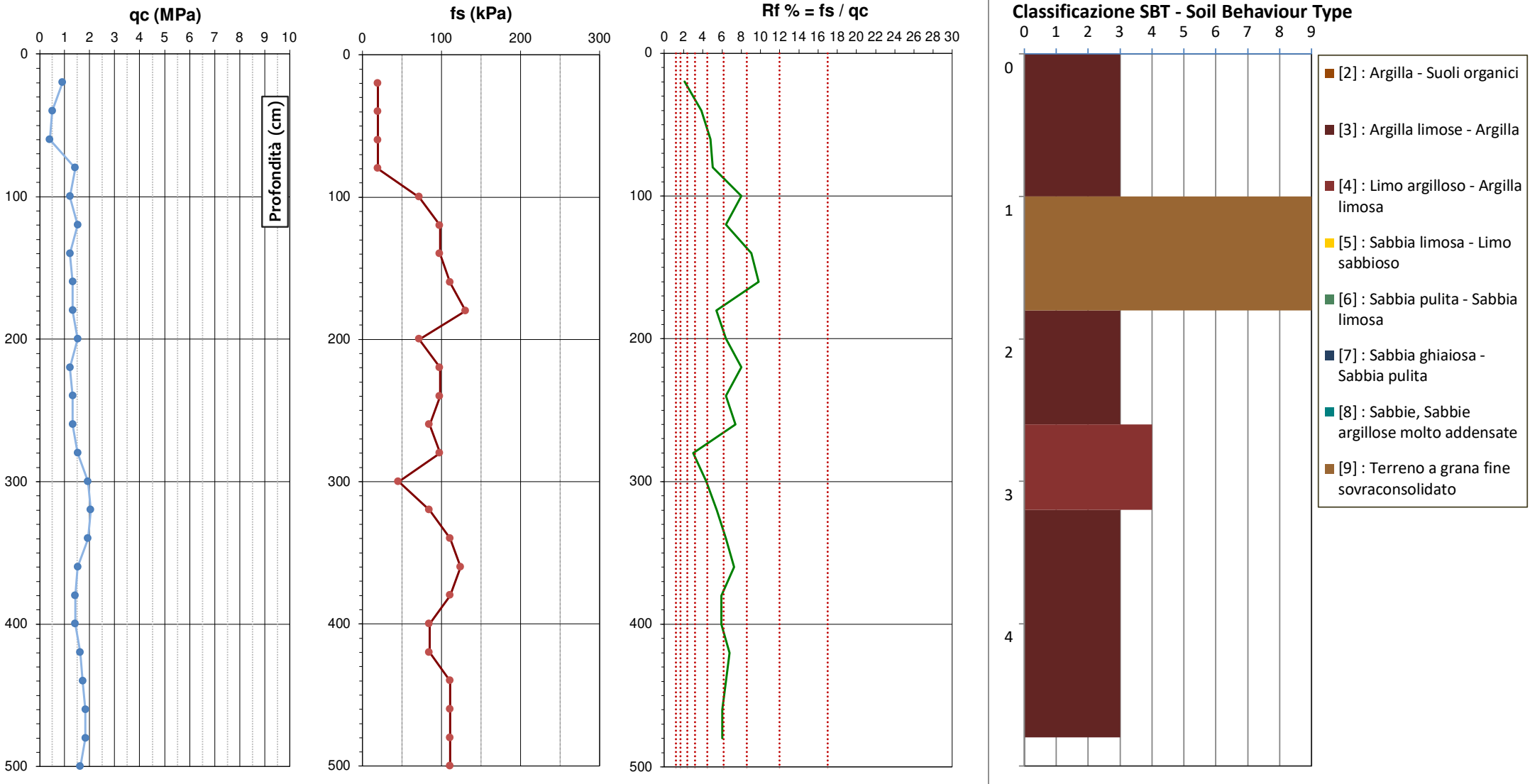


DIAGRAMMI DI RESISTENZA e LITOLOGIA

Comm.: ILIOS
Sito: Finale Emilia (MO)
Progetto: Via Buca Galliera

Prova: CPTM 9
Data di indagine : 9 aprile 2025
Livello piezometrico: 1.00 metri da p.c.

Latitudine: 44.861293
Longitudine: 11.231786

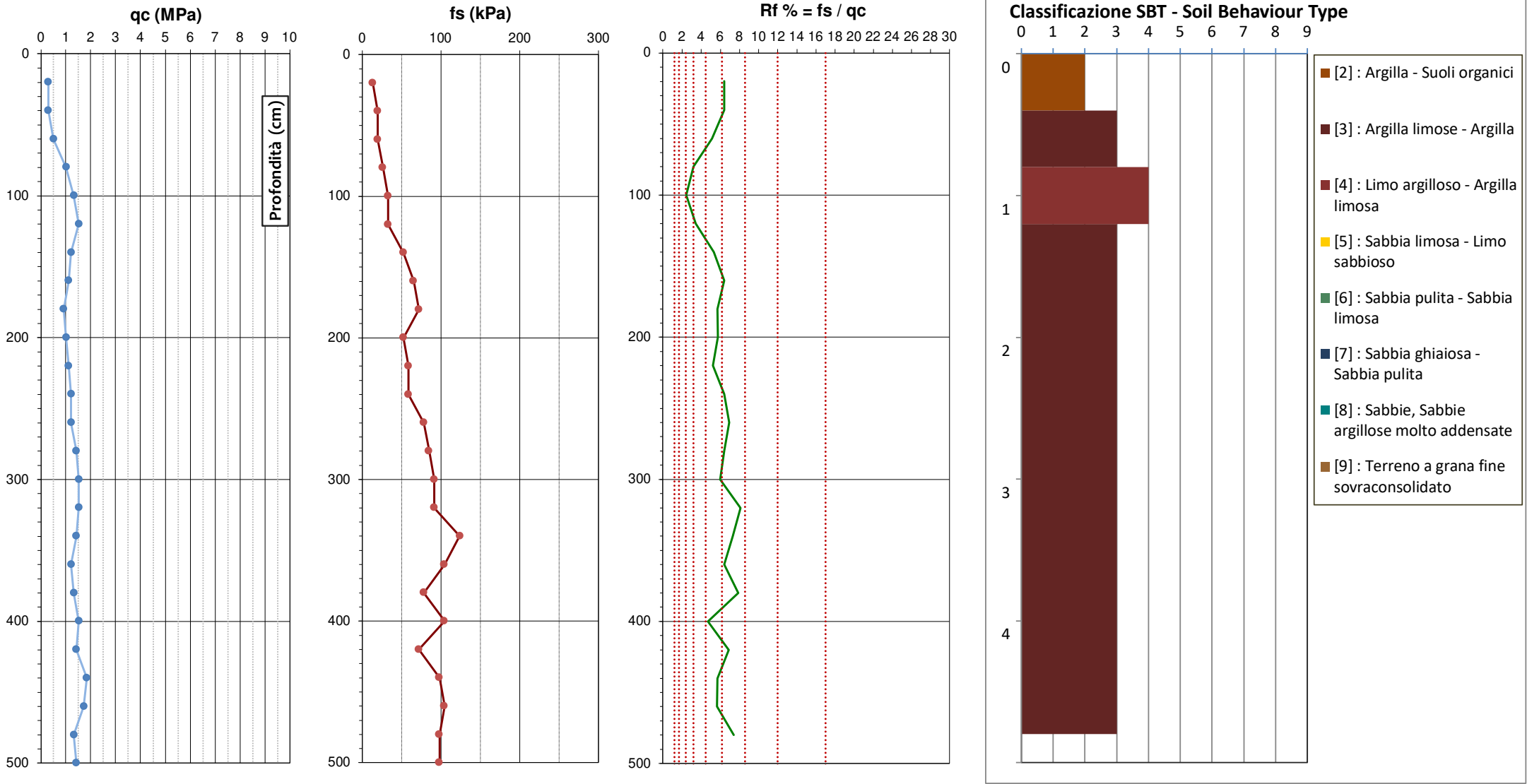


DIAGRAMMI DI RESISTENZA e LITOLOGIA

Comm.: ILIOS
Sito: Finale Emilia (MO)
Progetto: Via Buca Galliera

Prova: CPTM 10
Data di indagine : 9 aprile 2025
Livello piezometrico: 0.90 metri da p.c.

Latitudine: 44.859736
Longitudine: 11.229915

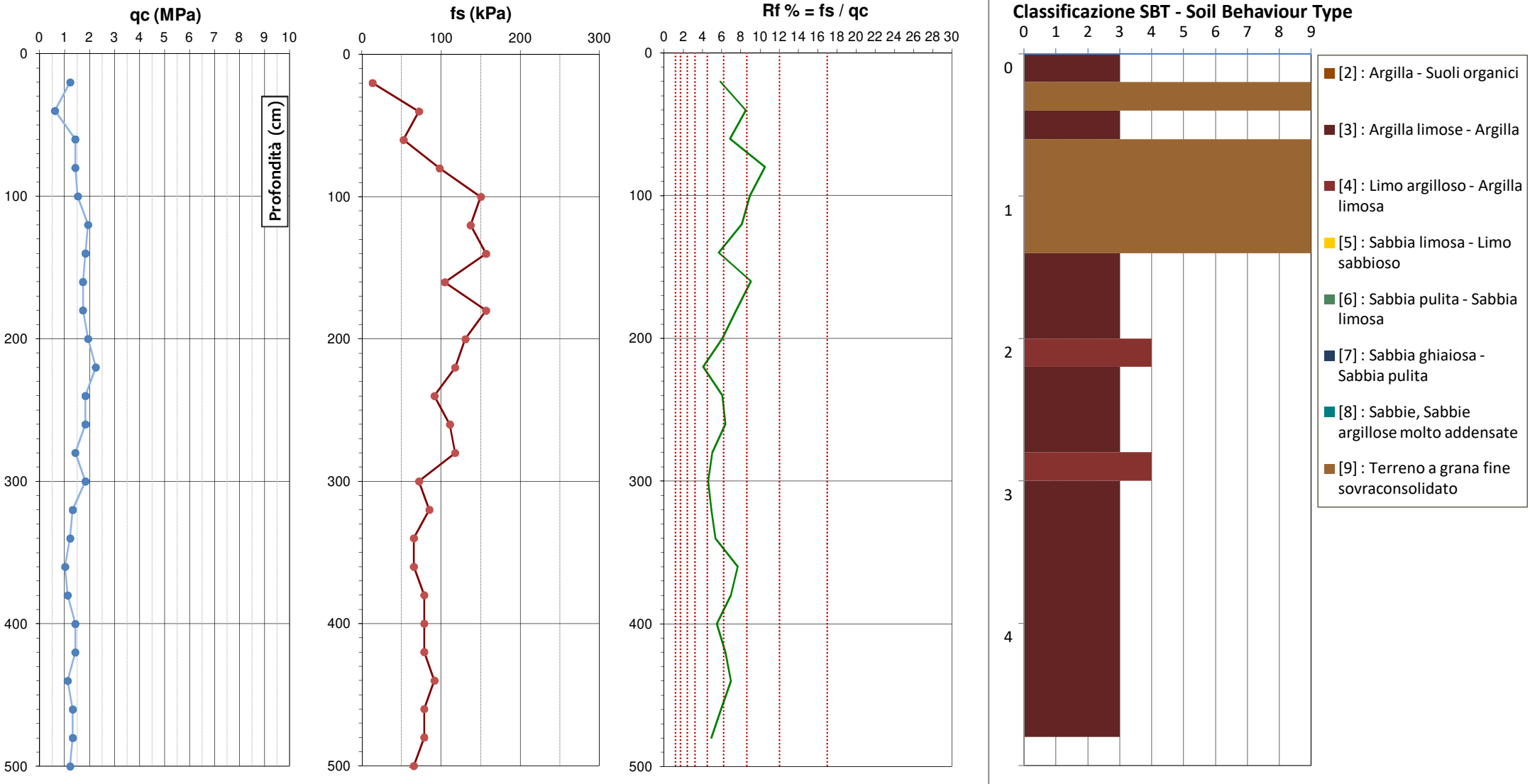


DIAGRAMMI DI RESISTENZA e LITOLOGIA

Comm.: ILIOS
Sito: Finale Emilia (MO)
Progetto: Via Covazzi

Prova: CPTM 11
Data di indagine : 9 aprile 2025
Livello piezometrico: 2.50 metri da p.c.

Latitudine: 44.849405
Longitudine: 11.243082

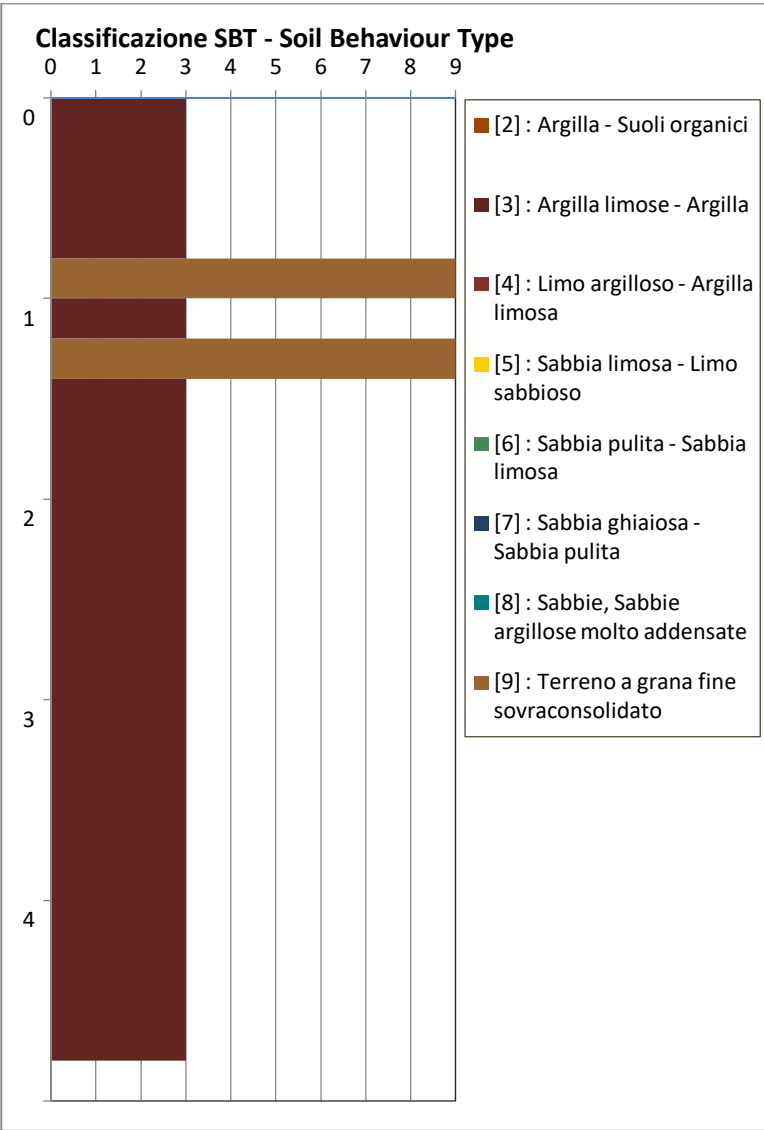
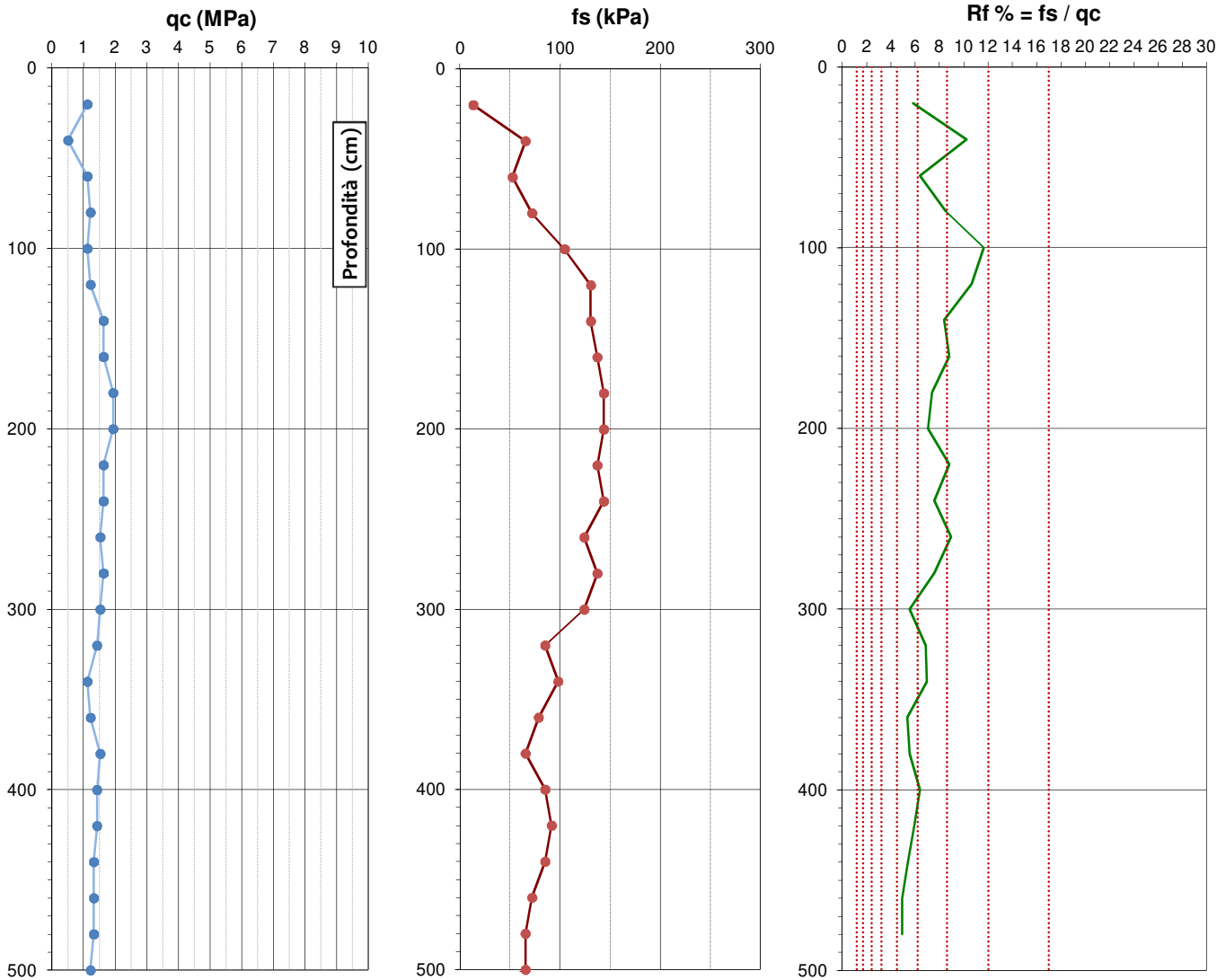


DIAGRAMMI DI RESISTENZA e LITOLOGIA

Comm.: ILIOS
Sito: Finale Emilia (MO)
Progetto: Via Covazzi

Prova: CPTM 12
Data di indagine : 9 aprile 2025
Livello piezometrico: 2.60 metri da p.c.

Latitudine: 44.849791
Longitudine: 11.244515

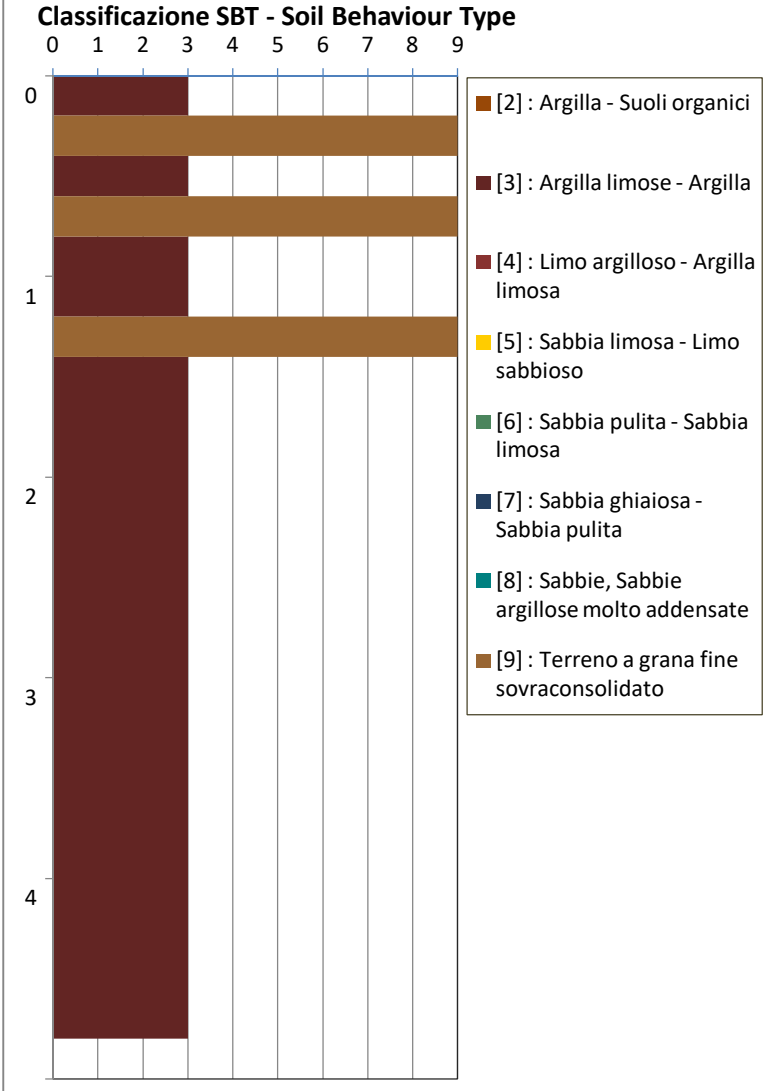
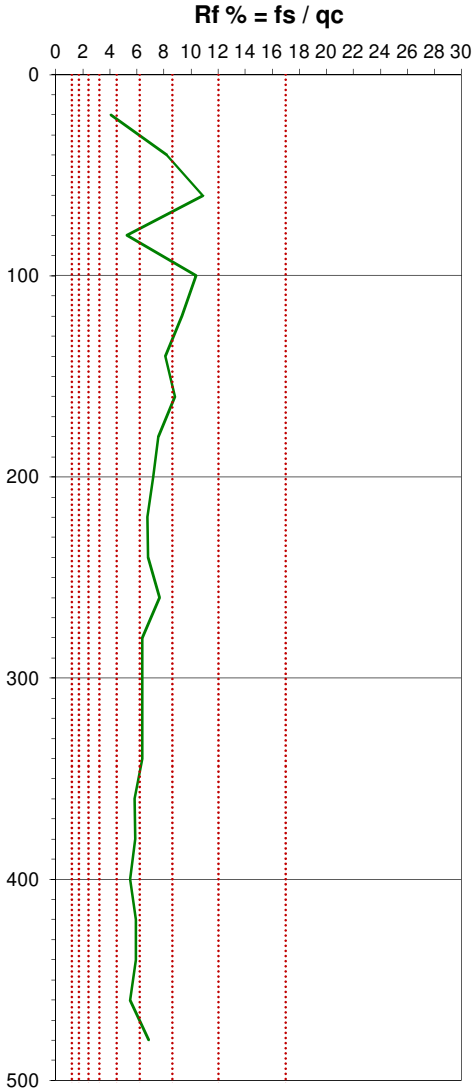
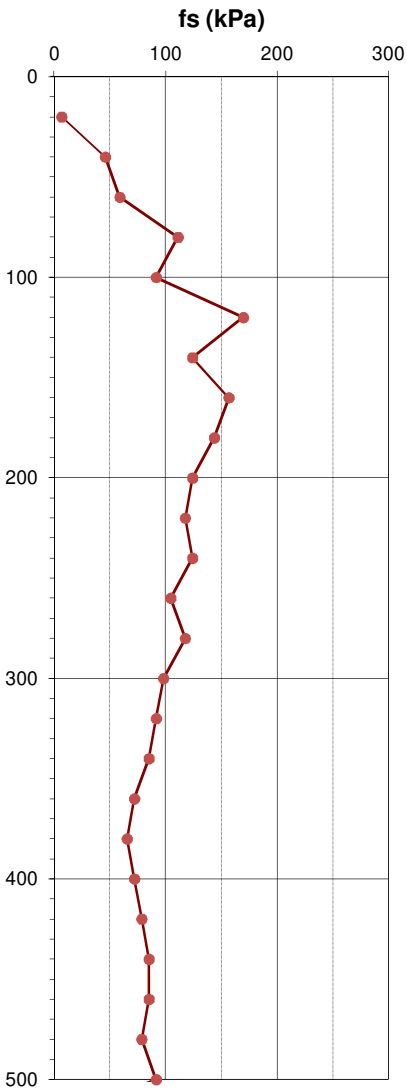
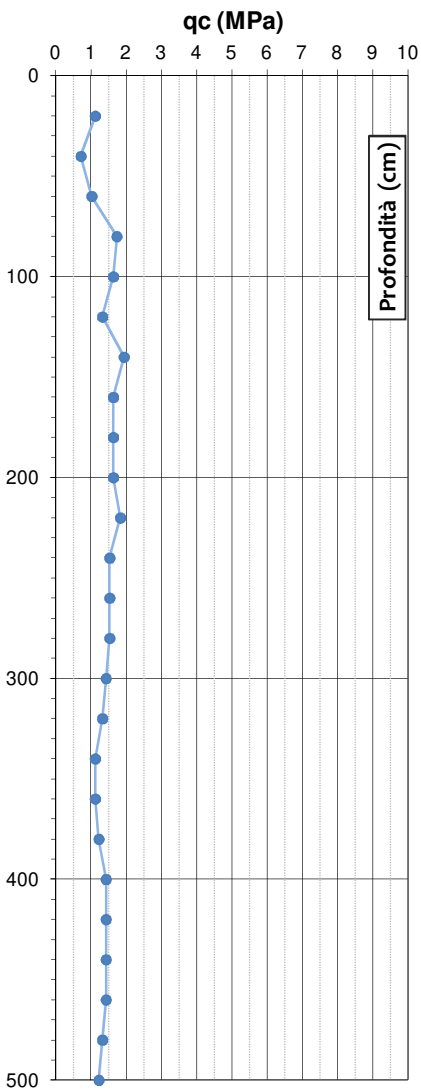


DIAGRAMMI DI RESISTENZA e LITOLOGIA

Comm.: ILIOS
Sito: Finale Emilia (MO)
Progetto: Via Covazzi

Prova: CPTM 13
Data di indagine : 9 aprile 2025
Livello piezometrico: 2.50 metri da p.c.

Latitudine: 44.850846
Longitudine: 11.244872

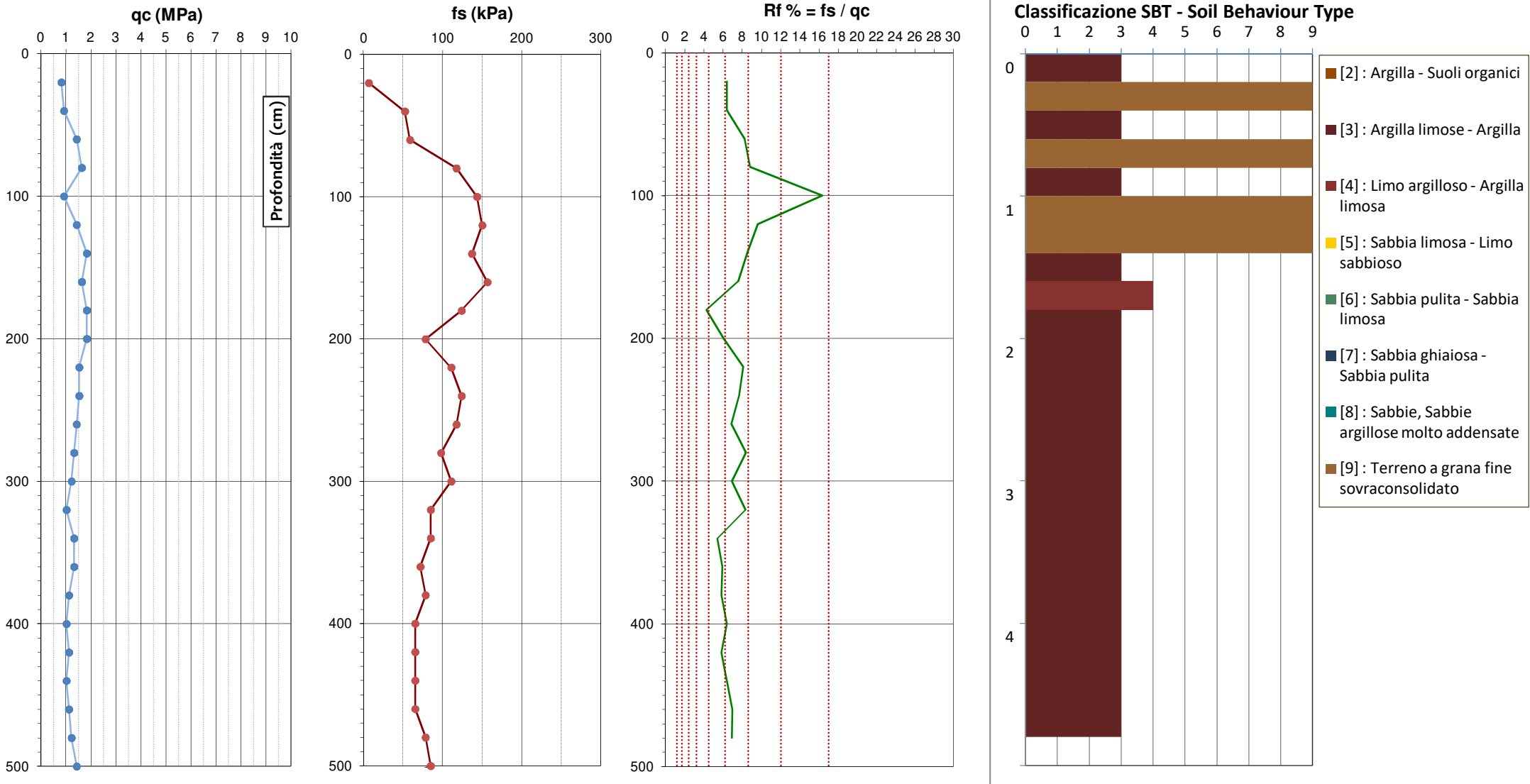


DIAGRAMMI DI RESISTENZA e LITOLOGIA

Comm.: ILIOS
Sito: Finale Emilia (MO)
Progetto: Via Covazzi

Prova: CPTM 14
Data di indagine : 9 aprile 2025
Livello piezometrico: 2.60 metri da p.c.

Latitudine: 44.851072
Longitudine: 11.246184

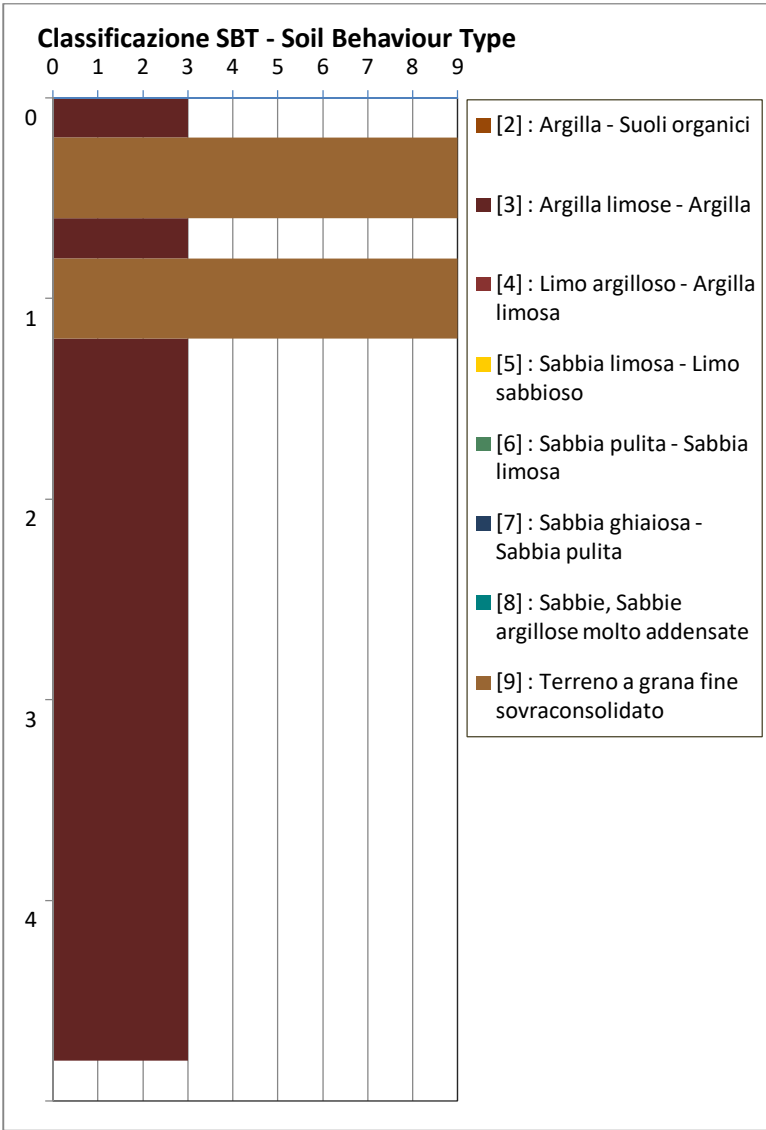
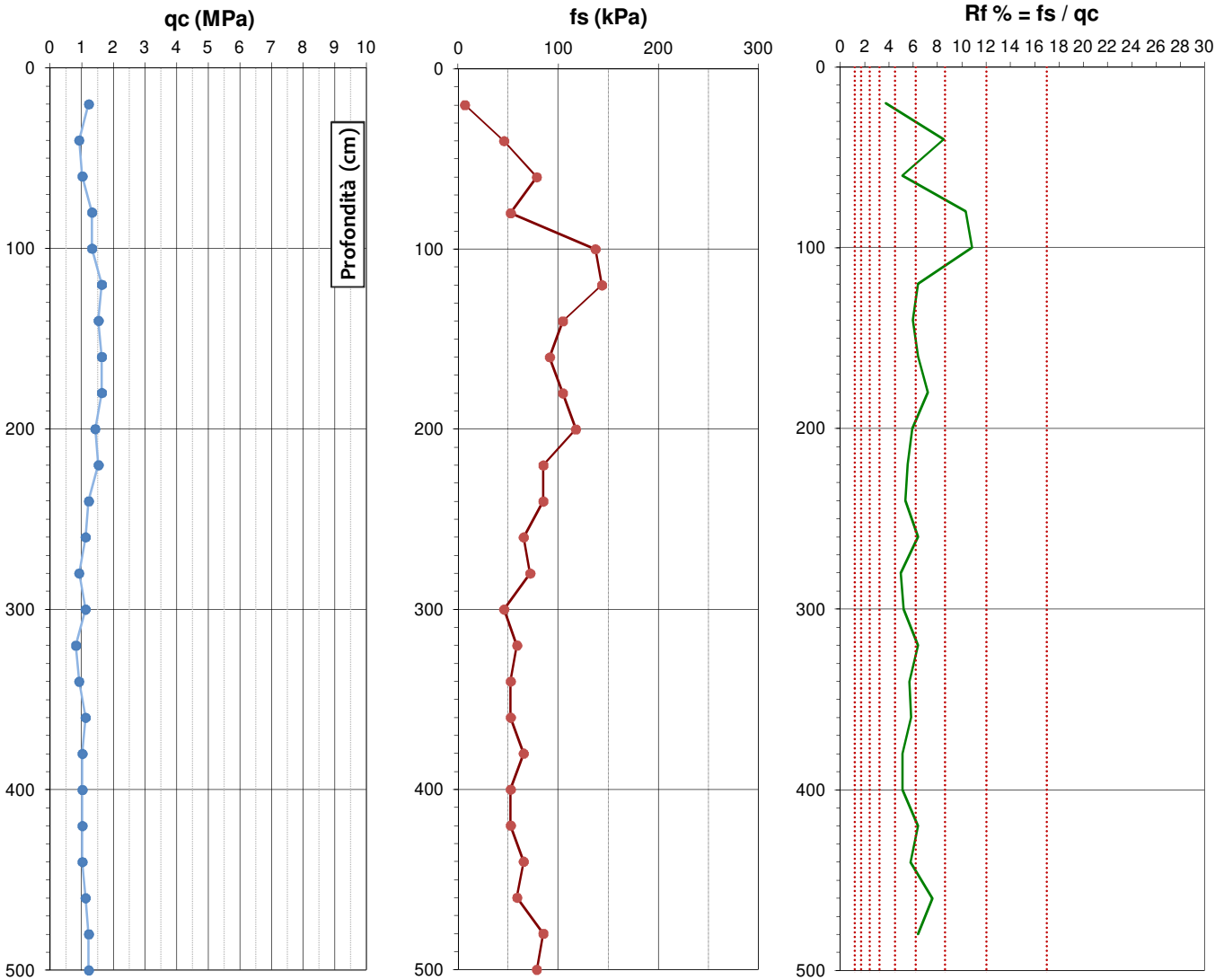


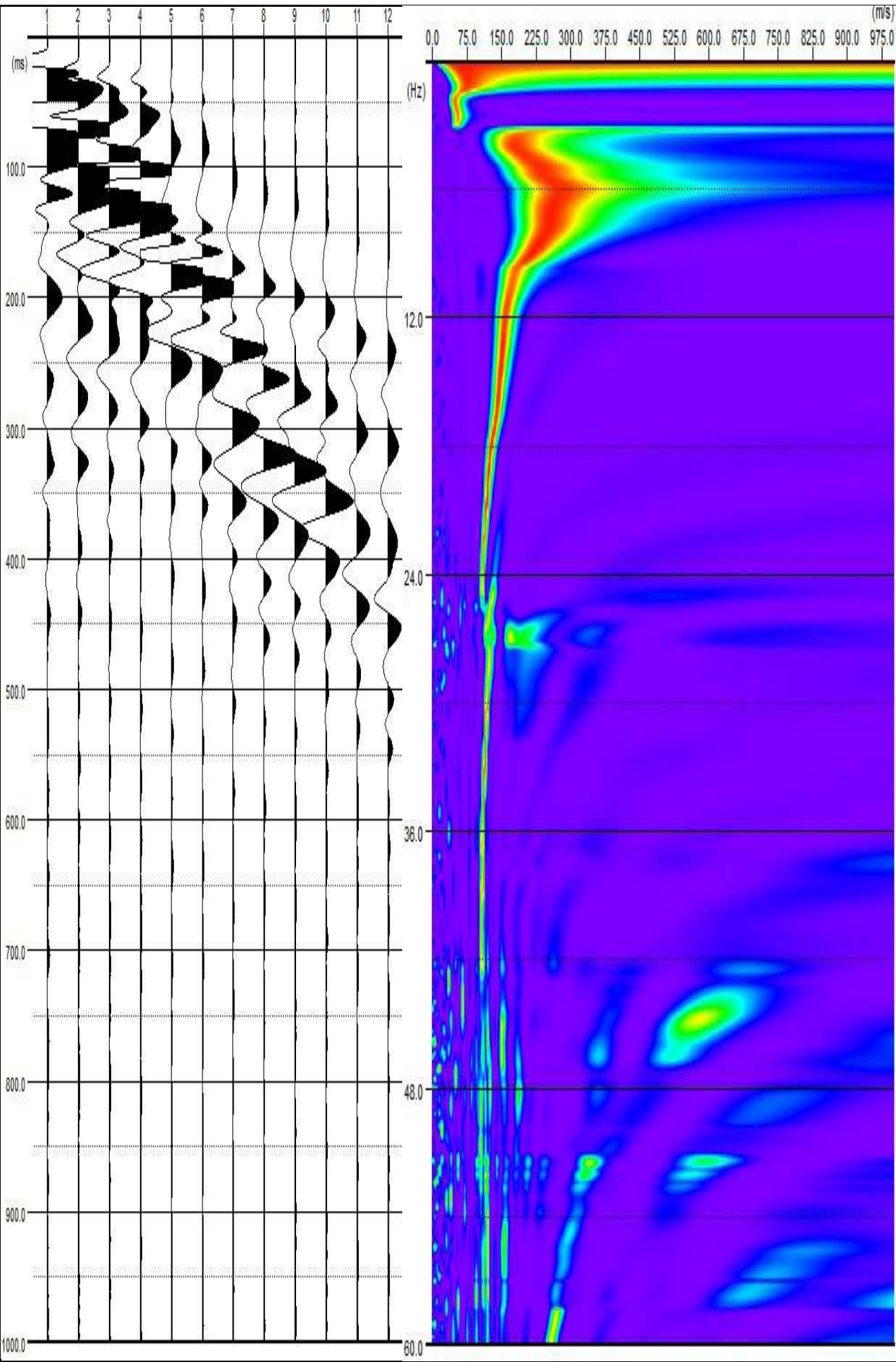
DIAGRAMMI DI RESISTENZA e LITOLOGIA

Comm.: ILIOS
Sito: Finale Emilia (MO)
Progetto: Via Covazzi

Prova: CPTM 15
Data di indagine : 9 aprile 2025
Livello piezometrico: 2.60 metri da p.c.

Latitudine: 44.852099
Longitudine: 11.246148





**V_{seq} calcolata in base
al art. 3.2.2. del NTC-18**

V_s 0 / 30.0 = 239 m/sec

**Prof. posa fondazione
in m da pc= 0.0**

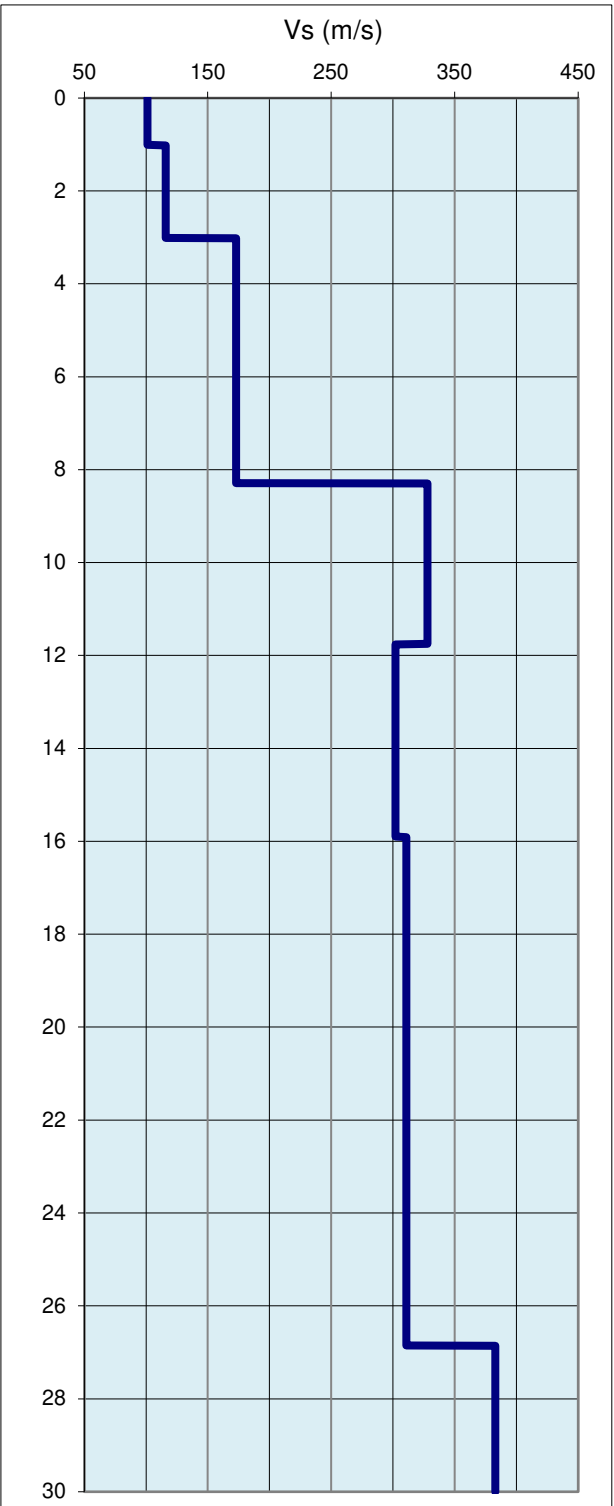


Grafico velocità/profondità onde di taglio Vs

Risultati elaborazione

| Strato | Profondità da | Spessore a m | Vel m/sec |
|--------|------------------|--------------------|--------------|
| 1 | 0.00 | 1.01 | 101 |
| 2 | 1.01 | 3.01 | 116 |
| 3 | 3.01 | 8.29 | 173 |
| 4 | 8.29 | 11.75 | 328 |
| 5 | 11.75 | 15.90 | 302 |
| 6 | 15.90 | 26.85 | 311 |
| 7 | 26.85 | 30.00 | 383 |

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

velocità calcolata tra p.c. e H = m 30

*Si ricorda che in base all' art 3.2.2 del DM 17 gennaio 2018
la Vseq di progetto è riferita al piano di imposta delle
fondazioni superficiali o alla testa dei pali in caso di
fondazioni profonde od opere di sostegno di terreni naturali.*

Geometria indagine

| | |
|---------------------------------|----------------|
| Sismografo | PASI GEA24 |
| Geofoni | Geospace |
| N° geofoni a 4,5Hz | 12 |
| Spaziatura geofoni | da 1,0 a 6,0 m |
| Lunghezza stendimento geofonico | 32.0 m |
| Energizzazione | 4.0 m |
| Lunghezza totale stendimento | 36.0 m |

**PROSPEZIONE SISMICA DI SUPERFICIE
METODOLOGIA MASW**

COMMITTENTE:
ILIOS srl

LOCALITÀ:
Massa Finalese - Via Covazzi
Finale Emilia (MO)

CANTIERE:
Realizzazione di impianto fotovoltaico a terra

DATA: 19.05.25
FILE: masw_GALLIERA
Dir. Lavori:
Dr. Leonardo Calzolari
Rif. 25_25

geostudiocalzolari
Via Carpi, 21
San Martino in Rio (RE)
tel. 333.42.73.452
geostudiocalzolari@gmail.com



Prova penetrometrica CPTM 1



Prova penetrometrica CPTM 2



Prova penetrometrica CPTM 3



Prova penetrometrica CPTM 4



Prova penetrometrica CPTM 5



Prova penetrometrica CPTM 6



Prova penetrometrica CPTM 7



Prova penetrometrica CPTM 8



Prova penetrometrica CPTM 9



Prova penetrometrica CPTM 10



Prova penetrometrica CPTM 11



Prova penetrometrica CPTM 12



Prova penetrometrica CPTM 13



Prova penetrometrica CPTM 14



Prova penetrometrica CPTM 15



Prova penetrometrica CPTM 16



Prova penetrometrica CPTM 17



Prova penetrometrica CPTM 18



Prova penetrometrica CPTU



Prova sismica MASW