



LAVORI DI RIPRISTINO DEFINITIVO DELLA SEDE STRADALE
E DELLE SCARPATE DI MONTE E DI VALLE DELLA S.P. 21 KM 32+700
E KM 33 "VAL SILLARO" NEL COMUNE DI CASTEL DEL RIO
CUP C27H24000290001

PROGETTO ESECUTIVO

PROPRIETÀ E DIRITTI DEL PRESENTE DISEGNO SONO RISERVATI - la riproduzione e l'uso senza autorizzazione sono vietati - ownership and copyright are reserved - reproduction is strictly forbidden	COMMITTENTE:	 CITTÀ METROPOLITANA DI BOLOGNA		DIREZIONE GENERALE Servizio Struttura Speciale Alluvione via San Felice, 25 - 40131 BOLOGNA		PROGETTO:	 THESIS ENGINEERING Studio Tecnico di Ingegneria 40037 Sasso Marconi (BO) - Galleria G. Marconi n.13 tel. +39.051.4982260 E-mail: thesis@studiothesis.it Prof. Ing. CLAUDIO COMASTRI			
	FUNZIONI PROCEDIMENTO:	Responsabile Unico Procedimento: dott. Ing. Lucia MOLICA-FRANCO Supporto al RUP: dott. Ing. Mirko OCCHI dott. Ing. Sara PAGLIARULO								
REVISIONI: AGGIORNAMENTI:	7									
	6									
	5									
	4									
	3	CITTÀ METROPOLITANA DI BOLOGNA	REVISIONE			THS2024004_S04_Qb.III.01_R05	MAGGIO 2026			
2	CITTÀ METROPOLITANA DI BOLOGNA	REVISIONE			THS2024004_S04_Qb.III.01_R05	GENNAIO 2026				
1	CITTÀ METROPOLITANA DI BOLOGNA	AGGIORNATO PER INTERVENTI KM 32+700 e km 33+00			THS2024004_S04_Qb.III.01_R05	04/12/2025				
1° EMISS.	CITTÀ METROPOLITANA DI BOLOGNA	RELAZIONE SULLE INDAGINI IN SITO			THS2024004_S04_Qb.III.01_R05	28/01/2025				
	RICHIEDENTE/APPLICANT:		OGGETTO:		FILE:	DATA:				
ELABORATO/DRAWN BY:		Ing. Claudio Comastri		CONTROLLATO/ CHECKED BY:	Ing. E.Comastri		APPROVATO/APPROVED BY:	Ing. Claudio Comastri		
FIRMA/SIGNATURE				DATA/DATE	FIRMA/SIGNATURE		DATA/DATE	FIRMA/SIGNATURE		
PROGETTO:	UBICAZ:	STRADA PROVINCIALE N. 21 "VAL SILLARO"								
	OPERA:	COMUNE DI CASTEL DEL RIO								
ELAB.	Titolo	INTERVENTI ALLE PROGRESSIVE km 32+700 e km 33+00			SCALA:	-	REVISIONE:	3	DATA:	MAGGIO 2026
	Titolo 2	RELAZIONE SULLE INDAGINI IN SITO			TAVOLA N.:		R05			

1 CODICE E TITOLI DI PROGETTO

Codice Commessa: THS2024004S04

Committente: Città Metropolitana di Bologna – Area Sviluppo delle Infrastrutture-Settore Strade Sicurezza e Ciclovie – via San Felice m.25 – 40131 Bologna

Opera: Strada provinciale SP n.21 "Val Sillaro"

Località: Comune di Castel del Rio (Bologna)

Incarico: Progetto esecutivo dei lavori per il ripristino definitivo della sede stradale e delle scarpate di monte e di valle. CUP C27H24000290001,

Determina di affidamento: N°812 del 09/05/2024 P.G. 30186/2024

Contratto: P.G. 2024/595860 del 13/09/2024

Periodo di attività: 2025-2026

2 CODICE E TITOLO DEL DOCUMENTO

Responsabile del progetto: prof. ing. Claudio Comastri

Codice documento: THS2024004S4QIII.b.01 – R04

Titolo: Relazione sulle indagini in sito

Pagine numerate: n.21

Fogli A4: n.22

Redazione: ing. Claudio Comastri

Controllo: ing. Elia Comastri

Approvazione: ing. Claudio Comastri

Data di approvazione: 04 maggio 2026

THS2024004-S04.QbIII.01_R04	3	04/05/2026	C.Comastri	E.Comastri	C.Comastri	Pag. 2 di 21
File	Rev.:	Data:	Redazione	Controllo	Approvazione	

SOMMARIO

1	CODICE E TITOLI DI PROGETTO	2
2	CODICE E TITOLO DEL DOCUMENTO.....	2
3	PREMESSA.....	4
4	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	4
5	LEGGI E NORME TECNICHE.....	5
6	PRINCIPALI FONTI BIBLIOGRAFICHE	5
7	INTRODUZIONE	7
8	DESCRIZIONE DELLE OPERE	7
9	INDAGINI GEOLOGICHE E GEOTECNICHE	8
9.1.	Interventi al km 32+700.....	8
9.2.	Interventi al km 33+00.....	9
9.3.	Al km 33+00 sono state eseguite n.3 prove sismiche con tecnica (HVSr) tromino.....	9
		11

3 PREMESSA

L'alluvione del maggio 2023 ha colpito in particolare la regione Emilia-Romagna, provocando movimenti franosi, dissesti delle reti viarie, allagamenti e danni agli edifici, alle abitazioni, alle strutture, alle coltivazioni: sono stati stimati in diversi milioni di euro i danni provocati da questo evento estremo. Molte Persone hanno dovuto lasciare la propria casa o la propria attività lavorativa, per impossibilità di abitare e utilizzare gli stessi edifici, inondata da acqua e fango, e per la impossibilità di collegamento con il territorio per i crolli e le interruzioni delle strade e dei percorsi alternativi franati in diversi punti.

La rete viaria della Città Metropolitana di Bologna ha subito una serie di frane che hanno determinato in molti casi la necessità di interrompere temporaneamente l'agibilità del traffico veicolare e, in altri casi, la necessità di ridurre la larghezza della piattaforma stradale al tratto non crollato. Volumi importanti di terreno sono scivolati da monte a valle, coinvolgendo tratti di strade di lunghezze anche superiori al kilometro: in questi casi sono state semaforizzati i tratti agibili per consentire il mantenimento del collegamento. In tempi brevi sono state aperte tutte le strade ancorché con riduzione della carreggiata, con semaforizzazioni, con la segnaletica e le barriere di sicurezza. I lavori di consolidamento delle aree interessate dalle frane, delle scarpate di monte e di valle delle strade e delle strade stesse sono stati pianificati dalla Città Metropolitana di Bologna e sono state individuati i tratti di lavori con i relativi impegni economici di previsione.

La Città Metropolitana ha anche incaricato Studi e Società di Professionisti per elaborare i progetti esecutivi degli interventi di consolidamento.

Lo Studio ThesisEngineering è stato incaricato per la progettazione esecutiva di tratti stradali dell'alto Imolese: SP21 (via Sillaro) Comune di Castel del Rio

Questa relazione riporta l'elenco elaborati del progetto esecutivo dell'intervento della S.P.21 "Val di Sillaro".

4 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Per il progetto esecutivo del consolidamento del versante a monte e a valle dei tratti di strada interessati dalle frane si è fatto riferimento ai risultati delle indagini condotte immediatamente dopo l'evento alluvionale, alle informazioni ottenute dagli Abitanti dei luoghi, dalle informazioni acquisibili dalle cartografie regionali sulle condizioni geomorfologiche dei territori, dalle carte geologiche, dalla storia e dallo sviluppo del territorio negli ultimi anni.

Sono stati presi a riferimento:

- ♦ Piani Regionali e Comunali tratti dagli archivi del Comune e della Regione;
- ♦ Informazioni e cartografie disponibili presso i Servizi della Città Metropolitana di Bologna.
- ♦ Piano Territoriale Metropolitano: Pubblicazione ai sensi dell'articolo 17 del D.lgs. 152/2006 e dell'articolo 46 comma 7 della L.R. 24/2017;
- ♦ ISPRA Quadro di sintesi dissesto frane Emilia-Romagna, Italia (aggiornamento 19/05/2023)
- ♦ Regione Emilia-Romagna: Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli "Alluvione 2023 – Dissesti di versanti"

THS2024004-S04.QbIII.01_R04	3	04/05/2026	C.Comastri	E.Comastri	C.Comastri	Pag. 4 di 21
File	Rev.:	Data:	Redazione	Controllo	Approvazione	

5 LEGGI E NORME TECNICHE

- [1]. Legge 5 novembre 1971 n. 1086 – “Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”;
- [2]. Circ.Min.LL.PP.14/02/1974,n.11951–Applicazione della L.5 novembre1971, n. 1086;
- [3]. Legge 2 febbraio 1974 n. 64, “Recante provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”;
- [4]. D.M. Infrastrutture e Trasporti del 14/01/2008 “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”
- [5]. Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 – “Istruzioni per l’applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14/01/2008;
- [6]. D.M. Infrastrutture e Trasporti del 17/01/2018 – “Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”;
- [7]. L.R. Emilia-Romagna del 30 ottobre 2008, n. 19 “Norme per la riduzione del rischio sismico”.
- [8]. L.R. Emila Romagna del 28 dicembre 2023, N.17 “Disposizioni collegate alla Legge Regionale di Stabilità per il 2024”
- [9]. Eurocodice EC1: Basi della progettazione ed azioni sulle strutture
- [10]. Eurocodice EC2: Progettazione delle strutture in calcestruzzo
- [11]. Eurocodice EC3: Progettazione delle strutture in acciaio
- [12]. Eurocodice EC4: Progettazione delle strutture composte acciaio/calcestruzzo
- [13]. Eurocodice EC5: Progettazione delle strutture di legno
- [14]. Eurocodice EC6: Progettazione delle strututre in muratura
- [15]. Eurocodice EC7: Progettazione geotecnica (parti 1,2,3)
- [16]. Eurocodice EC8: Regole progettuali per strutture antisismiche (parte 5).
- [17]. Linee guida sul calcestruzzo strutturale - Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Central.
- [18]. ASTM D4253 “Standard test methods for maximum index density and unit weight of soils using a vibratory table”.
- [19]. ASTM D4254 “Standard test method for minimum index density and unit weight of soils and calculation of relative density”.
- [20]. ASTM D1557 “Test method for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort”.
- [21]. CNR B.U., anno XXVI, n° 146 “Determinazione dei moduli di deformabilità Md e Md’ mediante prova di carico a doppio ciclo con piastra circolare.
- [22]. CNR UNI 10009 “Costruzione e manutenzione delle strade – Tecnica di impiego delle terre”.

6 PRINCIPALI FONTI BIBLIOGRAFICHE

- [a]. Pozzati P. Ceccoli C., (1978) “Teoria e Tecnica delle Strutture” – Ed. UTET
- [b]. Poulos H.G., Davis E.H. (1980) “Analisi e progettazione di fondazioni su pali” – Ed. Flaccovio
- [c]. Lancellotta R., Calavera J. (1999) “Fondazioni” – Ed. Mc Graw Hill.
- [d]. Viggiani C. (2000) “Fondazioni” Ed- Hevelius
- [e]. Cestari F. (2012) “In situ geotechnical tests” Ed. Patron – Bologna

THS2024004-S04.QbIII.01_R04	3	04/05/2026	C.Comastri	E.Comastri	C.Comastri	Pag. 5 di 21
File	Rev.:	Data:	Redazione	Controllo	Approvazione	

- [f]. Atkinson J. () "Geotecnica" – Ed. Mc Graw Hill
- [g]. Skempton A.W. (1986) "Standard Penetration Test procedures and the effects in sands overburden pressure, relative density, particle size, ageing and overconsolidation" *Geotechnique* 36, n° 3.
- [h]. Bolton (1986) "The strength and dilatancy of sands" *Geotechnique* 36 , n° 1.
- [i]. Jamiolkowski M., Ghionna V.N., Lancellotta R., Pasqualini E. (1988) "New correlations of penetration tests for design practice" *Proceedings of I International Symposium on Penetration Testing, ISOPT I, Orlando.*
- [j]. Youd T.D. (1972) "Factors controlling maximum and minimum density of sands" *Proceedings of Symposium on Eval. Dens., ASTM STP 523.*
- [k]. Stroud M.A. (1988) "The Standard Penetration Test – Its application and interpretation" *Penetration Testing in UK, Proceedings of the Geotechnical Conference organized by ICE, Birmingham.*
- [l]. Ohta Y., Goto N. (1978) "Empirical shear wave velocity equations in terms of characteristic soil indexes" *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, vol.6.
- [m]. Baldi G., Jamiolkowski M., Lo Presti D.C.F., Manfredini G., Rix G.J. (1989) "Italian experiences in assessing shear wave velocity from CPT and SPT" *Earthquake Geotechnical Engineering, Proc. of Discussion Session on Influence of Local Conditions on Seismic Response, 12th Int. Conf. on S.M.F.E., Rio de Janeiro, Brasil, pp. 157-168.*
- [n]. Stroud M.A. (1974) "The standard penetration test in insensitive clays and soft rocks" *Proceedings ESOPT I.*
- [o]. Clayton C.R.I. (1995) "The Standard Penetration Test (SPT): Methods and use" *CIRIA Report n° 143, 1995.*
- [p]. AFTES (2003) *Guidelines for characterisation of rock masses useful for the design and the construction of underground structures.*
- [q]. Barton N. (2011) "Near-surface rock engineering and fractured reservoirs rock mechanics, each linked by geophysics" – Short Course – Centro di GeoTecnologie Università degli Studi di Siena.
- [r]. Barton N., Bieniawski, Z.T. (2008) – RMR and Q – Setting records. *Tunnels & Tunnelling International*, February.
- [s]. Barton N., Lien R. & Lunde J. (1974) "Engineering classification of rock masses for the design of tunnel support. *Rock Mechanics*".
- [t]. Bieniawski, Z.T. (1989) – *Engineering Rock Mass Classifications.* – John Wiley & Sons.
- [u]. Bruschi A. (2004) – *Meccanica delle rocce nella pratica geologica ed ingegneristica*, Dario Flaccovio Editore.
- [v]. Hoek & Marinos (2000). – GSI, a geologically friendly tool for rock mass strength estimation. *Proc. GeoEng2000 Conference, Melbourne. 1422-1442.*
- [w]. Hoek. E., Carranza-Torres C., Corkum B., *Hoek-Brown Failure Criterion – 2002 Edition.*
- [x]. Hoek. E., Diederichs M.S. (2005) *Empirical estimation of rock mass modulus, Int. J. Of Rock Mechanics and Mining Sciences, Elsevier.* ISRM (1978) *Suggested methods for the description of discontinuities in rock masses.*

7 INTRODUZIONE

Costituisce oggetto della presente relazione, la componente geotecnica del progetto esecutivo delle opere necessarie al ripristino della sede stradale e delle relative scarpate di monte e di valle, della Strada Provinciale SP21 (Val Sillaro) segnatamente per i tratti in corrispondenza delle progressive km 32+700 e km 33+00, interessate dalle frane accadute con l'alluvione del 2023. Allo scopo di redigere il modello geotecnico dell'immediato sottosuolo delle aree di intervento sono state eseguite indagini geologiche e geotecniche spinte fino a 30m dal piano di riferimento e sono state eseguite prove sismiche per acquisire le caratteristiche litostratigrafiche e geotecniche del sottosuolo. Lo studio geologico dei siti è stato elaborato e redatto nella Relazione Geologica allegata alla documentazione del progetto esecutivo, come il presente documento: Relazione Geotecnica.

8 DESCRIZIONE DELLE OPERE

L'intervento alla **progressiva km 32+700** è ampio e riguarda la sistemazione del terreno franato prima di eseguire il nuovo ponte sul Rio Montale, che sostituisce il ponte in muratura crollato nel maggio 2023 per l'alluvione che ha colpito la Regione Emilia-Romagna, le Marche, la Toscana.

Si tratta quindi di realizzare un ponte in acciaio corten e cemento armato, di lunghezza $L=24,0$ e larghezza d'impalcato di 8,0. Oltre al ponte si realizza una spalla, e muri di sostegno, in destra idraulica sormontati da una piastra in cemento armato; sul lato in sinistra idraulica si realizza una spalla in cemento armato ed un rilevato in terra per il collegamento alla strada originaria. Tutte le opere descritte sono collegate al sottosuolo per mezzo di pali di fondazione di diametro $d=80\text{mm}$ e lunghezze variabili da 20,0m a 30,0m.

Alla **progressiva km32+800** l'intervento consiste nella demolizione della bretella stradale che fu realizzata temporaneamente dall'Esercito Italiano per consentire il superamento del crollo della strada in corrispondenza della frana al km 32+700. Le opere da realizzare consistono nello scavo del materiale che costituisce il pacchetto strutturale della bretella e il ripristino delle condizioni precedenti la frana con ricollocazione di terreno vegetale e miglioramento delle condizioni di regimazione idraulica superficiale.

Alla **progressiva km 33+00** l'intervento consiste nel consolidamento della scarpata di monte della strada. La strada fu ricostruita dal VVF con intervento di somma urgenza per ristabilire il collegamento viario tra l'abitato di Giugnola e la viabilità della Regione Emilia-Romagna. Attualmente l'opera da realizzare consiste nella formazione di trincee drenanti e gabbionata di contenimento per realizzare il recupero della morfologia originaria del versante.

La figura 1 seguente mostra le zone di intervento sullo stralcio della Carta Regionale CTR del territorio. Per quanto riguarda la descrizione dettagliata delle opere si rimanda alla lettura degli elaborati del progetto esecutivo ed in particolare gli elaborati grafici che illustrano il ponte sul Rio Montale, le opere di sostegno e le spalle del ponte. Si rimanda altresì alla lettura degli elaborati grafici degli interventi alle progressive successive. La Relazione Generale descrive le opere ed il contesto in cui si trovano; il report fotografico allegato al progetto consente di valutare lo stato dei luoghi sottoposti alle frane e le opere che sono state fatte in fase provvisoria.

THS2024004-S04.QbIII.01_R04	3	04/05/2026	C.Comastri	E.Comastri	C.Comastri	Pag. 7 di 21
File	Rev.:	Data:	Redazione	Controllo	Approvazione	

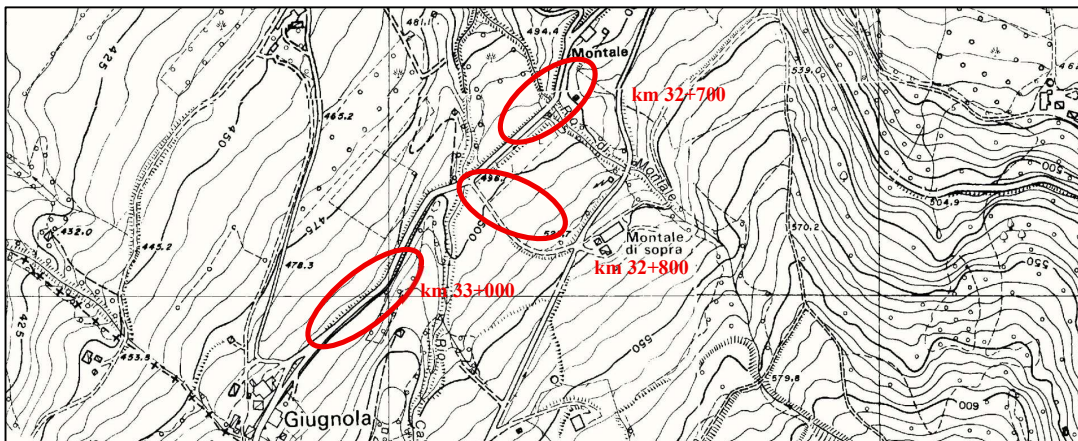


Figura 1: Matta CTR con posizione degli interventi

9 INDAGINI GEOLOGICHE E GEOTECNICHE

In funzione delle caratteristiche morfologiche e geologiche dei siti, in relazione al tipo di opere da realizzare per il ripristino definitivo della sede stradale delle zone franate, sono state pianificate e realizzate indagini in sito e prove geotecniche di laboratorio. Per quanto riguarda l'intervento alla progressiva km 32+700, si tratta di realizzare un ponte con spalle e muri di sostegno in cemento armato, da collegare al sottosuolo con pali di cemento armato. Per tale opera è stata eseguita una campagna geotecnica e geologica costituita da due sondaggi meccanici a carotaggio continuo spinti a 30m di profondità, con prove in foro, prelievo di campioni per la esecuzione di prove geotecniche di laboratorio. Per quanto riguarda gli altri due interventi il modello geotecnico è stato elaborato sulla base delle prove sismiche e delle rilevazioni condotte durante i lavori eseguiti dall'Esercito e dai VVF in fare di urgenza.

9.1. Interventi al km 32+700

In dettaglio la campagna geognostica è consistita in:

2 sondaggi meccanici a carotaggio continuo (S4, S5) spinti fino a 30m di profondità;

- ♦ Prove penetrometriche dinamiche in foro (SPT)
- ♦ Prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati
- ♦ Redazione delle cassette catalogatrici con il contenuto dei prelievi
- ♦ Prova Down Hole in foro
- ♦ Prove sismiche con tromino

La tabella 1 riassume le principali caratteristiche dei sondaggi e delle prove eseguite.

Sui campioni prelevati nel corso dei sondaggi sono state condotte misure RQD e sono state eseguite descrizioni litostratigrafiche e meccaniche.

Sondaggio	Coord.	Prof. [m]	C.I.	C.S.	DH	Piezo.	SPT	DH
S4	Long. 44°13'28,04"N Lat.: 11°27'20,94"E Alt.: 497,00 m s.l.m.m.	30,0	1	30m	(-)	30m		

Sondaggio	Coord.	Prof. [m]	C.I.	C.S.	DH	Piezo.	SPT	DH
S5	Long. 44°13'26,09"N Lat.: 11°27'19,09"E Alt.: 493,00 m s.l.m.m.	30,0	1	30m	(-)	30m		1

9.2. Interventi al km 33+00

9.3. Al km 33+00 sono state eseguite n.3 prove sismiche con tecnica (HVSr) tromino



Figura 2: Mappa con posizione dei sondaggi al km 32+700



Figura 3: Mappa km 33+00 con indicazione prove

THS2024004-S04.QbIII.01_R04	3	04/05/2026	C.Comastri	E.Comastri	C.Comastri	Pag. 9 di 21
File	Rev.:	Data:	Redazione	Controllo	Approvazione	

THS2024004-S04.QbIII.01_R04	3	04/05/2026	C.Comastri	E.Comastri	C.Comastri	Pag. 10 di 21
File	Rev.:	Data:	Redazione	Controllo	Approvazione	

	Committente: Città Metropolitana di Bologna	Sond.N°: S4 Prof.(m): 26m
	Cantiere: Giugnola	Quota (m):
	Perforatrice: CMV	Data(inizio-fine):02 al 06.08.24
	Metodo perforazione: Carotaggio continuo	Lat.:
Rivestimento: Ø 127	Attrezzo perforazione: C.S. Ø 101 e C.D. T6	Long.:
Strumentazione: Piezometro Norton 2"		Scala: 1:150
Rif. prev.: 028-24	Data emissione: 19.08.24	Pagina: 13

Scala	P.P. (daN/cm ²)	Vane test. (daN/cm ²)	Profondità(m)	Stratigrafia	Descrizione	Indice RQD	Campioni rimaneggiati	S.P.T. (Ncolpi)	Falda (m)	Strumentazione installata:
1.5			0.60		Astato (0 a -0.15m) e sottofondo stradale composto da sabbia e frammenti lapidei.					
3			3.50		Sabbia limosa di colore marrone grigio chiaro. Presenza di screziature ocra/grigio e abbondanti clasti spigolosi di arenaria/pelite.					
			3.63		IS.P.T. 1 (Rifiuto dopo 13cm)			3.50 S.P.T. 3.63		
4.5			4.30		Sabbia limosa di colore marrone grigio chiaro. Presenza di screziature ocra/grigio e abbondanti clasti spigolosi di arenaria/pelite.	4.30 4.40 4.50 5.50				
6					Alternanza di arenaria e pelite stratificate e molto fratturate, da ben litificate a poco litificate.	51% 53% 54% 35% 28% 25% 0% 0% 0%				
7.5						6.50 7.50				
9						9.00 10.00 10.60				
10.5						11.80				
12						14.20 15.30 16.40 17.10 17.30				
15						18.00 19.00 20.00 21.00 22.00			14.85	
16.5						23.00 24.00 25.00 26.00				
18						27.00 28.00				
19.5										
21										
22.5			22.60		Arenaria grigia ben litificata alternata a livelli pelitici con spessore centimetrico.	49% 40% 71% 76.00				
24										
25.5			26.00							
27										
28.5										

GeoER s.r.l. Indagini Geognostiche mail: info@geoer.it tel.: +39 3514787834 sito web: www.geoer.it



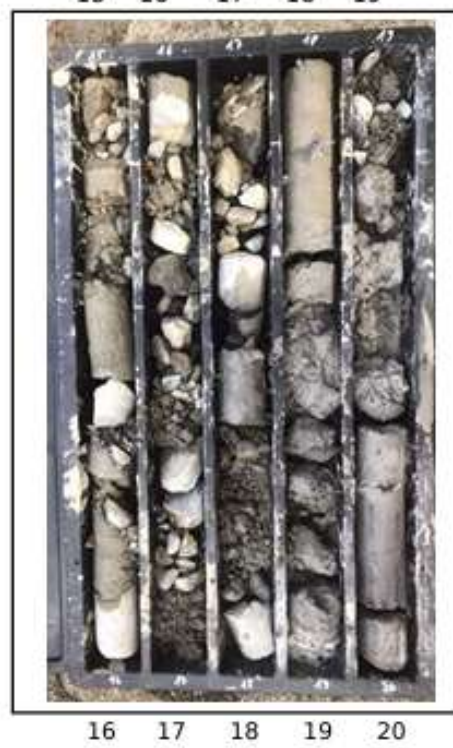
Cassa 1: da 0 a -5.0 m:



Cassa 2: da -5.0 a -10.0 m:



Cassa 3: da -10.0 a -15.0 m:



Cassa 4: da -15.0 a -20.0 m:



Cassa 5: da -20 a -25,0 m:



Cassa 6: da -25,0 a -30,0 m:



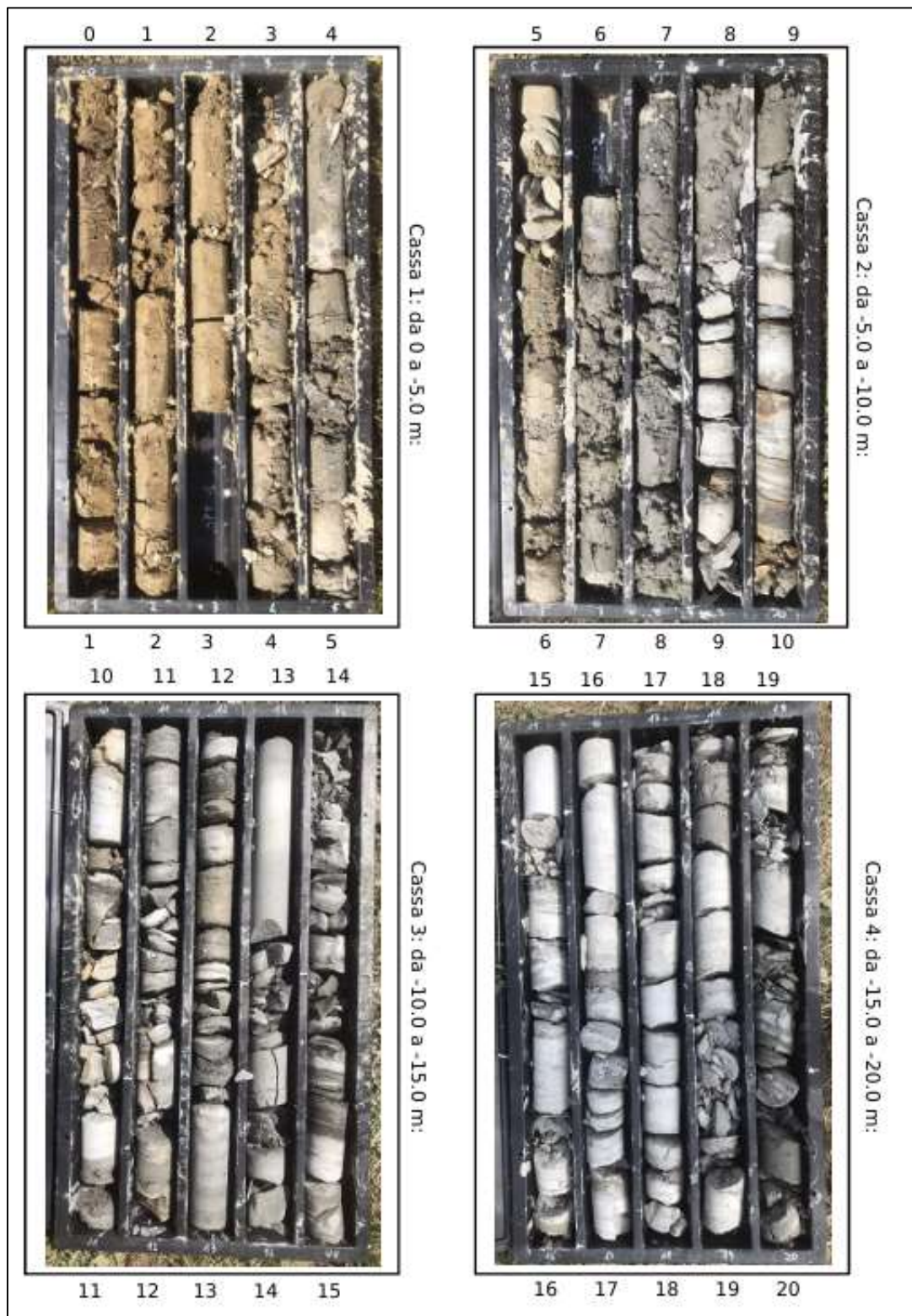
Foto posizionamento sondaggio:

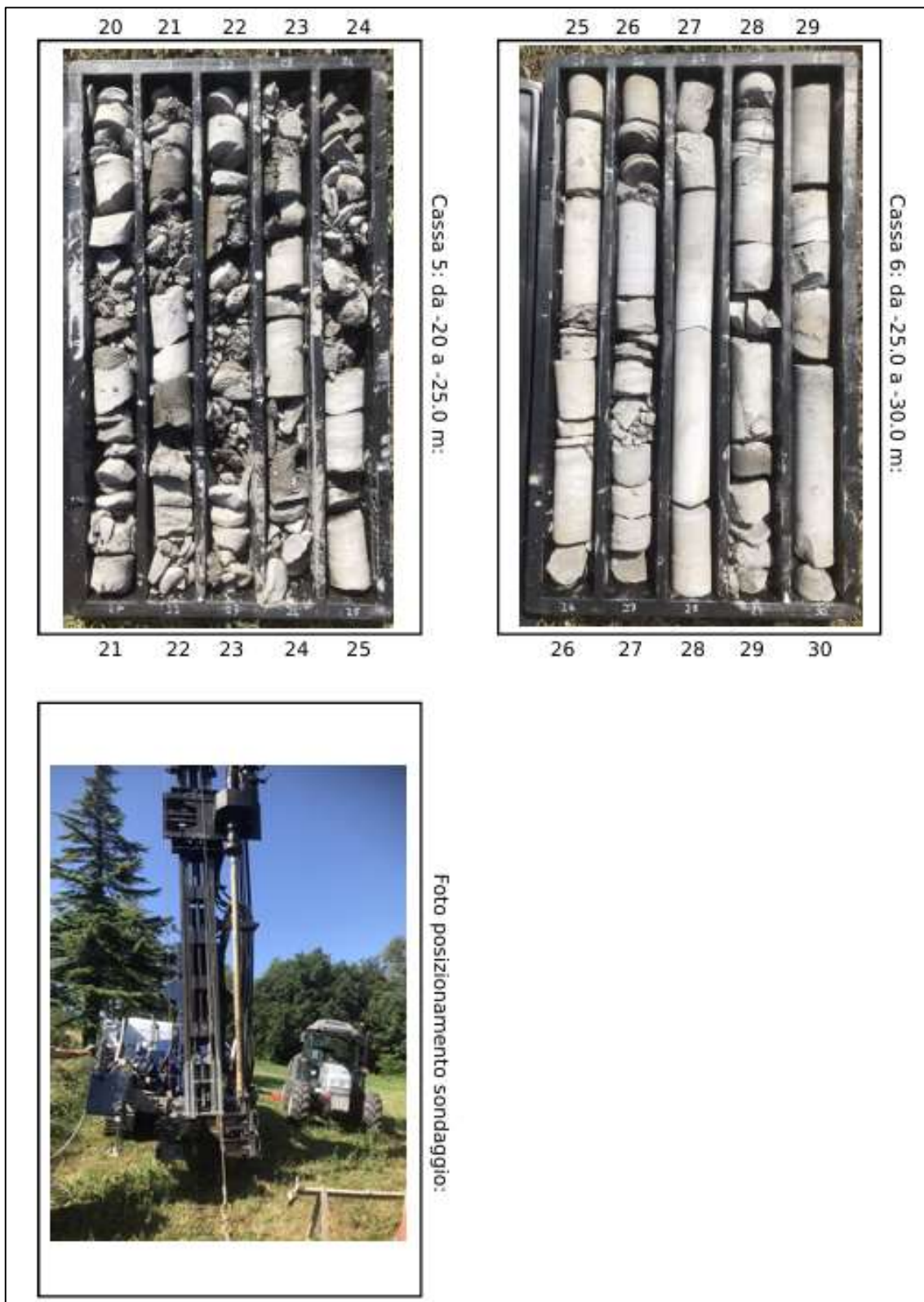
	Committente: Città Metropolitana di Bologna	Sond.N°: S5 Prof.(m): 30m
	Cantiere: Giugnola	Quota (m):
	Perforatrice: CMV	Data(inizio-fine):06.08.24
	Metodo perforazione: Carotaggio continuo	Lat.:
Rivestimento: Ø 127	Attrezzo perforazione: C.S. Ø 101 e C.D. T6	Long.:
Strumentazione: Downhole 30m		Scala: 1:150
Rif. prev.: 028-24	Data emissione: 19.08.24	Pagina: 17

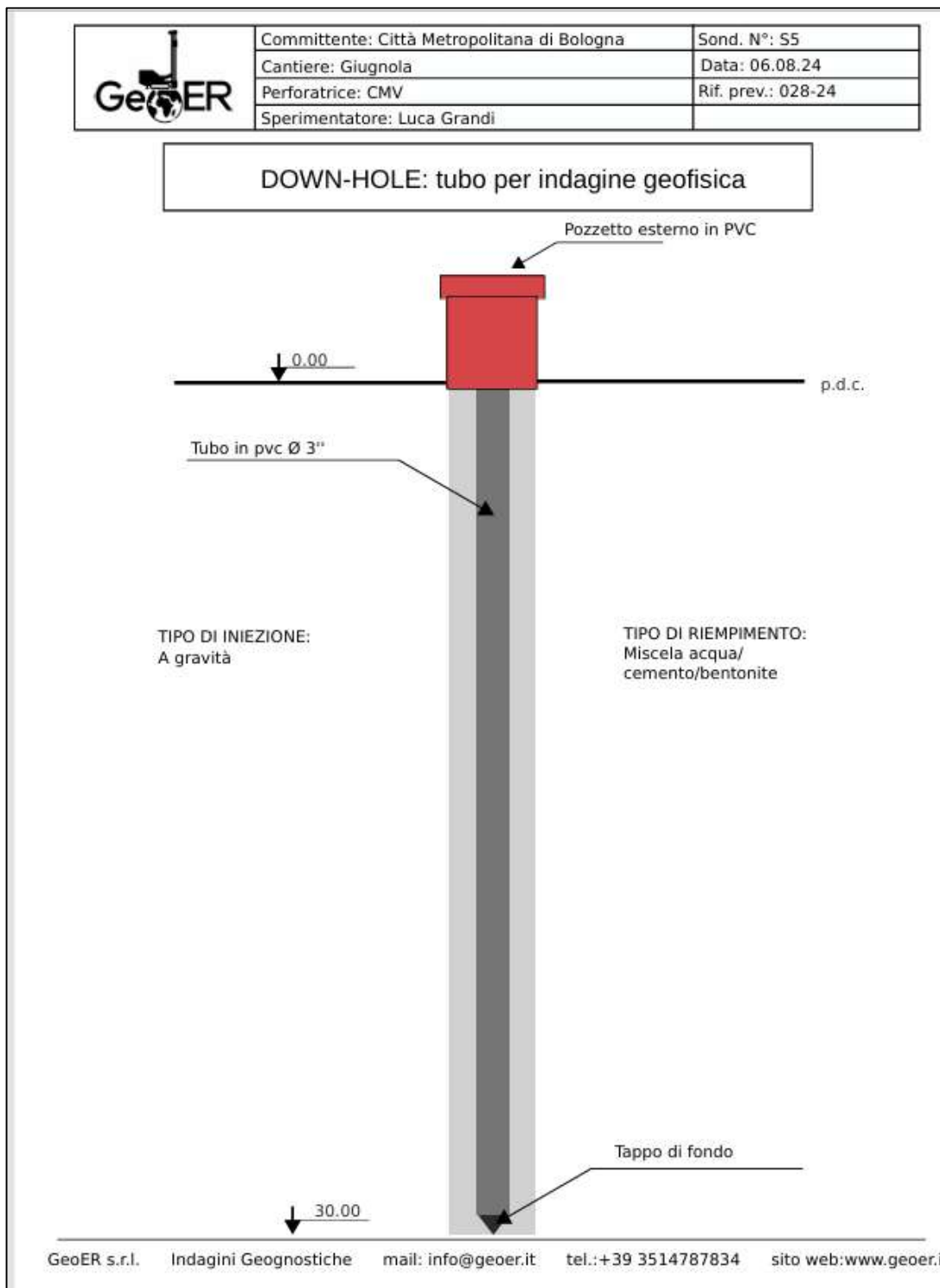
Scala	P.P. (da N/cm ²)	Valore test (da N/cm ²)	Profondità (m)	Stratigrafia	Descrizione	Indice RQD	Campioni rimaneggiati	S.P.T. (Ncolpi)	Falda (m)	Strumentazione installata
1.5	2.2				Limo debolmente sabbioso compatto di colore marrone scuro (da 0 a -0.40 m) e di colore marrone chiaro (da -0.40 a -3.20m). Presenza di screziature ocra e di clasti spigolosi di arenaria.					
3	3.3		2.65		S.P.T. 1 (8/9/21)			2.65		
4.5	2.7		3.10		Pelitte poco cementata con presenza di abbondanti clasti lapidei spigolosi ben litificati. Trovante di arenaria tra -5.00 e -5.30 m.			3.10		
6	4.0		6.00		S.P.T. 2 (24/Rifuso dopo 21cm)			6.00		
7.5	2.8		6.21		Pelitte poco cementata con presenza di abbondanti clasti lapidei spigolosi ben litificati.			6.21		
9	>6		8.30		Alternanza di arenaria e pelitte stratificate e molto fratturate, da ben litificate a poco litificate. Rapporto arenaria/pelitte: 3/1.	8.30				
10.5						20%				
12						33%				
13.5						10.70				
15						15%				
16.5						12.00				
18						49%				
19.5						13.50				
21						0%				
22.5						14.60				
24						15.20				
25.5						21%				
27						16.00				
28.5						31%				
						17.40				
						26%				
						18.60				
						29%				
						19.70				
						0%				
						20.60				
						0%				
						22.00				
						0%				
						22.80				
						19%				
						23.60				
						10%				
					Arenaria grigia ben litificata alternata a livelli pelitici con spessore centimetrico. Basso grado di fratturazione e fratture riempite da calcite.	24.70				
						58%				
						26.20				
						29%				
						27.20				
						70%				
						28.50				
						62%				
						30.00				

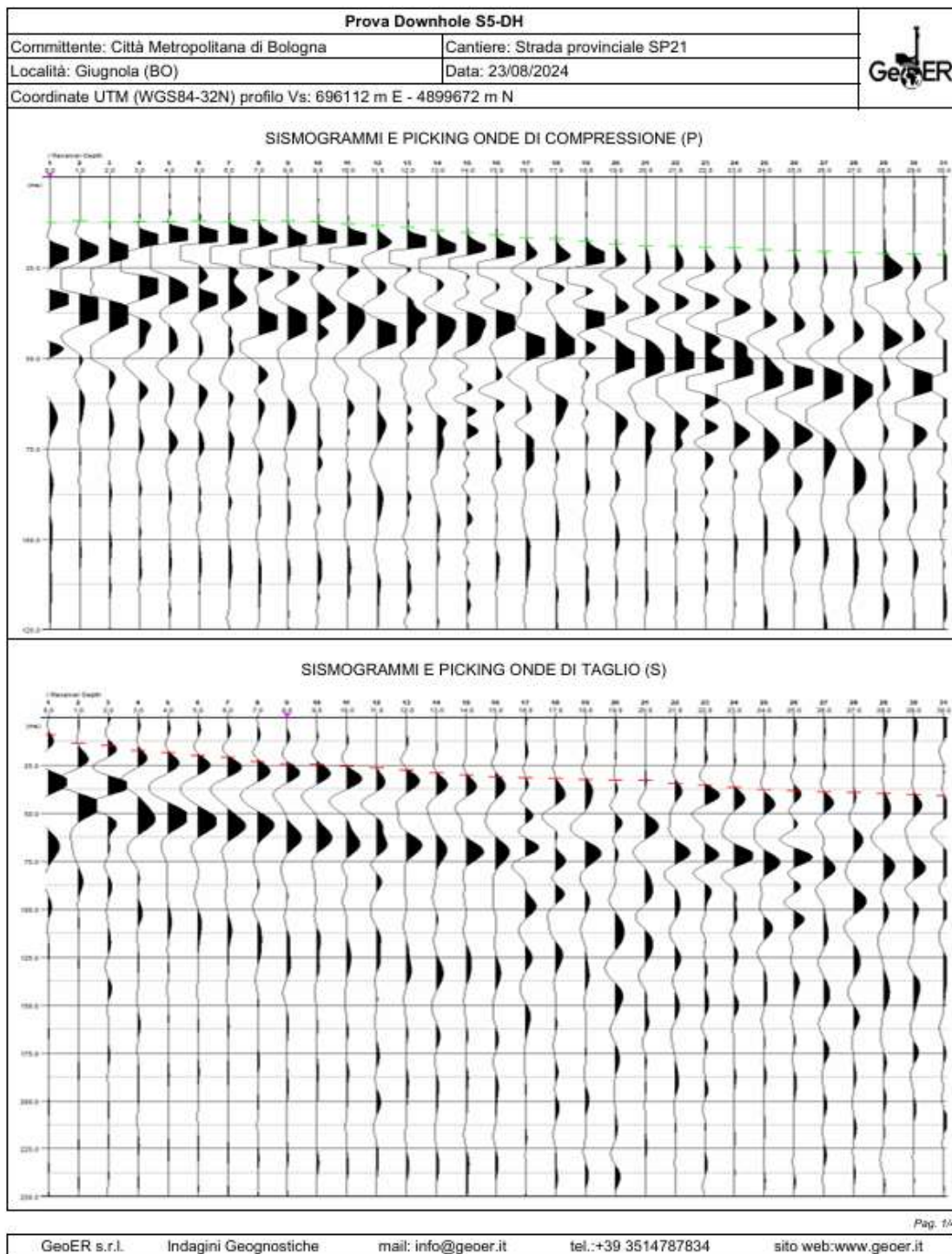
GeoER s.r.l. Indagini Geognostiche mail: info@geoer.it tel.: +39 3514787834 sito web: www.geoer.it

THS2024004-S04.QbIII.01_R04	3	04/05/2026	C.Comastri	E.Comastri	C.Comastri	Pag. 14 di 21
File	Rev.:	Data:	Redazione	Controllo	Approvazione	









Prova Downhole S5-DH	
Committente: Città Metropolitana di Bologna	Cantiere: Strada provinciale SP21
Località: Giugnola (BO)	Data: 23/08/2024
Coordinate UTM (WGS84-32N) profilo Vs: 696112 m E - 4899672 m N	



Prof. (m)	Vp m/sec	Vs m/sec	γ T/m³	δ_{din}	ν	Edin Kg/cm²	Gdin Kg/cm²	Kdin Kg/cm²	VELOCITA' ONDE DI COMPRESSIONE (Vp) m/sec	VELOCITA' ONDE DI TAGLIO (Vs) m/sec
--------------	-------------	-------------	------------------	----------------	-------	----------------	----------------	----------------	--	--

1	420	146	1,61	0,16	0,43	1001	350	2426		
2	463	198	1,64	0,17	0,39	1818	665	2708		
3	573	226	1,70	0,17	0,41	2497	887	4528		
4	726	275	1,78	0,18	0,42	3884	1371	7762		
5	905	312	1,86	0,19	0,43	5285	1845	13066		
6	1023	381	1,90	0,19	0,42	7982	2815	16587		
7	1489	392	2,04	0,21	0,46	9357	3198	41979		
8	1730	483	2,10	0,21	0,46	14577	5000	57569		
9	2021	594	2,17	0,22	0,45	22628	7788	79924		
10	2010	708	2,16	0,22	0,43	31617	11081	74468		
11	2022	730	2,17	0,22	0,43	33578	11781	74638		
12	2036	732	2,17	0,22	0,43	33839	11868	75869		
13	2072	731	2,18	0,22	0,43	33937	11876	79518		
14	2056	731	2,17	0,22	0,43	33812	11842	77918		
15	2021	766	2,17	0,22	0,42	36702	12958	73020		
16	1991	840	2,16	0,22	0,39	43323	15565	66644		
17	1975	908	2,16	0,22	0,37	49557	18138	61683		
18	2046	969	2,17	0,22	0,36	56399	20805	65021		
19	2121	975	2,19	0,22	0,37	57911	21198	72023		
20	2141	979	2,19	0,22	0,37	58259	21280	74049		
21	2155	992	2,19	0,22	0,37	60103	22006	74532		
22	2112	1020	2,18	0,22	0,36	62533	23196	68521		
23	2201	1049	2,20	0,22	0,35	66852	24702	75866		
24	2276	1038	2,22	0,23	0,37	66647	24346	84626		
25	2446	1070	2,25	0,23	0,38	72442	26213	102158		
26	2481	1121	2,25	0,23	0,37	79213	28872	102996		
27	2514	1126	2,26	0,23	0,37	80335	29224	106680		
28	2545	1152	2,26	0,23	0,37	84024	30638	108742		
29	2687	1176	2,29	0,23	0,38	89114	32252	125367		
30	2819	1198	2,31	0,24	0,39	93948	33800	142024		



Legenda parametri dinamici

Vp	Velocità onde P	(m/s)	ν	Coefficiente di Poisson
Vs	Velocità onde S	(m/s)	Edin	Modulo di Elasticità Kg/cm²
γ	Peso di volume	T/m³	Gdin	Modulo di Taglio Kg/cm²
δ_{din}	Densità geofisica	(g/cm³)	Kdin	Modulo di Compressibilità Kg/cm²

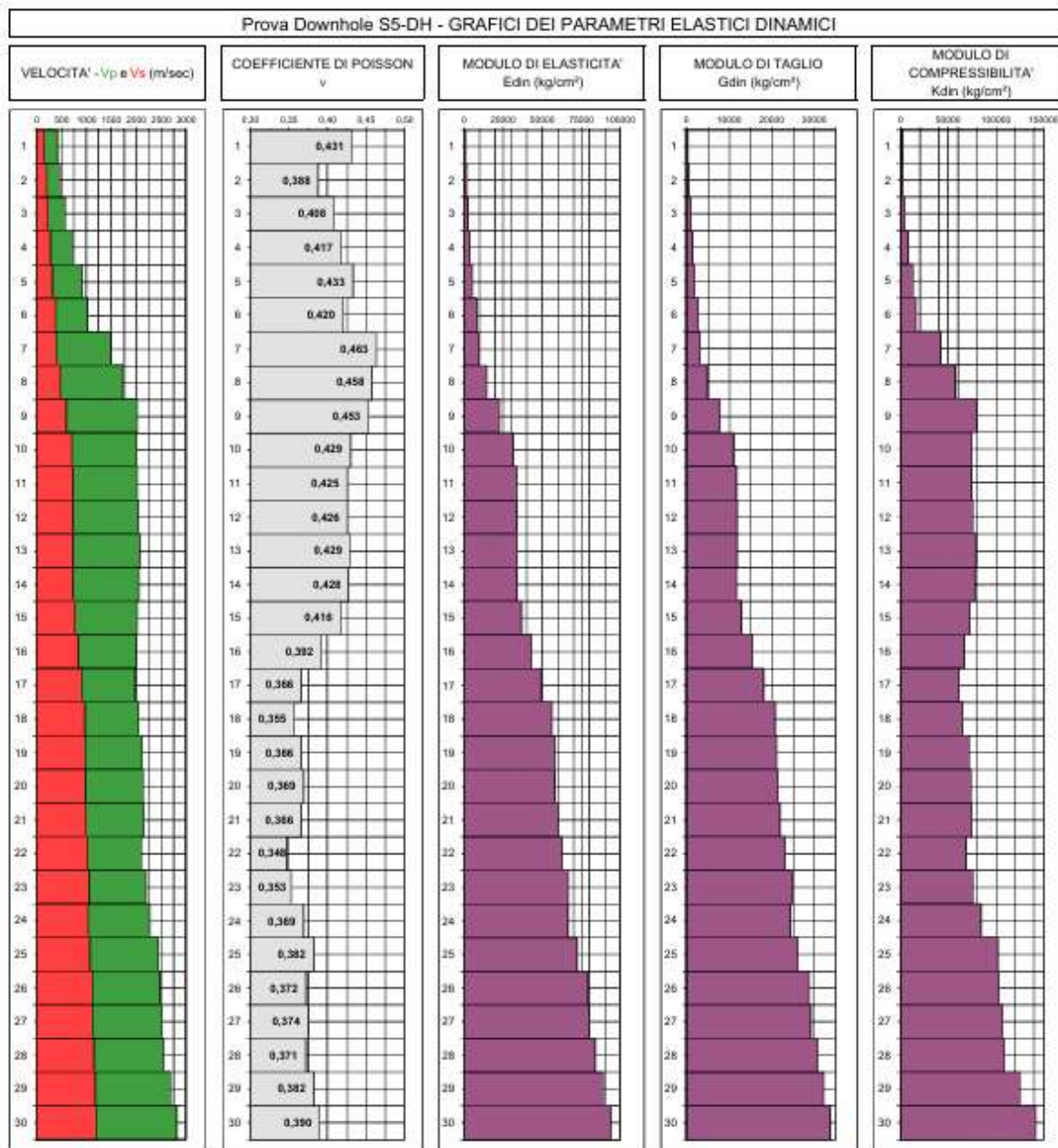
CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI SUOLI (NTC 2018)

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^n \frac{H_i}{V_i}}$$

$V_{Seq} = 372 \text{ m/sec}$
eq = 15 m da p.c.
CATEGORIA SUOLO = B

Pag. 2/4

GeoER s.r.l.	Indagini Geognostiche	mail: info@geer.it	tel.: +39 3514787834	sito web: www.geer.it
--------------	-----------------------	--------------------	----------------------	-----------------------



Pag. 3/4

GeoER s.r.l.

Indagini Geognostiche

mail: info@geoter.it

tel.: +39 3514787834

sito web: www.geoter.it

Prova Downhole S5-DH		GeNER
Committente: Città Metropolitana di Bologna	Cantiere: Strada provinciale SP21	
Località: Giugnola (BO)	Data: 23/08/2024	
Coordinate UTM (WGS84-32N) profilo Vs: 696112 m E - 4899672 m N		
FOTO 1 - INDAGINE DOWNHOLE 		
FOTO 2 - INDAGINE DOWNHOLE 		

Pag. 4/4