REGIONE MARCHE

Provincia di Fermo
Settore Viabilità - Infrastrutture - Urbanistica - Patrimonio - Edilizia scolastica

Città di Fermo

CONVENZIONE REPERTORIO N.5357 DEL 21.01.2020
REGISTRO CONVENZIONI REGIONE MARCHE

Viabilità di adduzione al nuovo ospedale di Fermo

RAZIONALIZZAZIONE INTERSEZIONE TRA LA S.P. 219 ETE MORTO E LA S.P. 9 CAMPIGLIONESE

IMPORTO COMPLESSIVO DEL FINANZIAMENTO € 560.000,00

PROGETTISTI:

SETTORE II
AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DI FERMO
Dott. Geol Costantino Berardini

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO: ING. IVANO PIGNOLONI

ELABORATO:

RELAZIONE GEOLOGICA E SULLE INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOTECNICHE E GEOFISICHE

16

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
03					
02					
01					
00		MARZO 2021			

PROVINCIA DI FERMO

SETTORE VIABILITA'-INFRASTRUTTURE-URBANISTICA-PATRIMONIO ED EDILIZIA SCOLASTICA

VIALE TRENTO N. 113 - 63900 FERMO (FM) - Tel.: 0734.2321 - Fax: 0734.232239
E-Mail: urp@provincia.fm.it - E-mail PEC: provincia.fermo@emarche.it
P.I.: 02004530446 - C.F.: 90038780442

COMUNE DI FERMO

Provincia di Fermo

VIABILITA' DI ADDUZIONE AL NUOVO OSPEDALE DI FERMO - INTERVENTO DENOMINATO RAZIONALIZZAZIONE INTERSEZIONE TRA LA S.P. 219 "ETE MORTO" E LA S.P. 9 "CAMPIGLIONESE"

RELAZIONE GEOLOGICA E SULLE INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOTECNICHE E GEOFISICHE

Folignano, 04 Marzo 2021

Il Geologo
Dott. Costantino Berardini
n° 584 Albo sezione A Ordine dei Geologi della Regione Marche

DATI CATASTALI		TITOLO	ALLEGATI
Foglio	—	RELAZIONE GEOLOGICA E SULLE INDAGINI	13
P.lle	—		

REV.	DESCRIZIONE	DATA	PREPARATO	RIESAMINATO	VALIDATO
02					
01					
00	PRIMA EMISSIONE	04/03/2021	Berardini Costantino	Berardini Costantino	Berardini Costantino

OPERA DELL'INGEGNO – RIPRODUZIONE VIETATA, OGNI DIRITTO RISERVATO – ART. 99 L. 633/41

SOMMARIO

PREMESSA pag. 3

UBICAZIONE TOPOGRAFICA E COORDINATE GEOGRAFICHE pag. 4

MODELLO GEOLOGICO pag. 5

ANALISI DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA pag. 7

MODELLO GEOTECNICO pag. 8

SISMICA pag. 10

CONCLUSIONI pag. 14

OPERADELL'INGEGNO–RIPRODUZIONE VIETATA–OGNI DIRITTORISERVATO–ART.99L.633/41

ALLEGATI

Allegato 1: Corografia, scala 1:25.000

Allegato 2: Coordinate geografiche

Allegato 3: Carta geologica, scala 1:10.000

Allegato 4: Piano stralcio Assetto Idrogeologico (P.A.I.), , scala 1:10.000

Allegato 5: Microzonazione sismica di livello I

Allegato 6. Progetto I.F.F.I.

Allegato 7: Ubicazione indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche, scala 1:500

Allegato 8: Indagini geognostiche

Allegato 9: Indagini geotecniche in sito e geofisiche

Allegato 10: Indagini geotecniche di laboratorio

Allegato 11: Modello geologico e geotecnico, scala 1:200

Allegato 12: Coefficiente di amplificazione topografica St

Allegato 13. Documentazione fotografica

OPERADELL'INGEGNO–RIPRODUZIONE VIETATA–OGNI DIRITTORISERVATO–ART.99L.633/41

PREMESSA

L'Amministrazione Provinciale di Fermo dovendo procedere alla redazione del progetto denominato "VIABILITA' DI ADDUZIONE AL NUOVO OSPEDALE DI FERMO-INTERVENTO DENOMINATO RAZIONALIZZAZIONE INTERSEZIONE TRA LA S.P. 219 "ETE MORTO" E LA S.P. 9 "CAMPIGLIONESE", ha incaricato il sottoscritto di redigere gli studi geologici e le indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche.

La campagna dei rilievi e delle indagini è stata effettuata secondo la normativa vigente:

- D.M. LL PP n. 47 del 11.03.1988 (G.U. 01/06/1988, S.O. n. 127) circa "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" e relative circolari applicative (Circ. LL.PP. 24.09.1988 n. 30483) che sancisce normativa tecnica riguardante le indagini sui terreni in attuazione della Legge n. 64 del 02.02.1974;
- le "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche A.G.I. (1977)";
- D.M. 17/01/2018 recante "Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni", pubblicato in G.U. 42 del 20/02/2018 – S.O. n.8);
- Circolare 21 Gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

Il presente elaborato contiene i risultati di un'indagine geologica, geotecnica e geofisica condotta dal sottoscritto nell'intento di:

- ricostruire la sequenza litologica dell'area e riconoscere il contesto idrogeologico della zona e quindi i caratteri della acque superficiali e profonde (modello geologico);
- verificare il grado di stabilità e di pericolosità geologica dell'area;
- determinare i principali parametri fisico-meccanici nominali dei livelli geotecnici rinvenuti (modello geotecnico);

OPERADELL'INGEGNO–RIPRODUZIONE VIETATA–OGNI DIRITTORISERVATO–ART.99L.633/41

- fornire tutti i parametri necessari alla valutazione dell'azione sismica di progetto, utilizzando l'approccio semplificato delle NTC 2018.

In evasione all'incarico, la campagna dei rilievi e delle indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche è stata realizzata mediante:

- rilevamento geologico-geomorfologico esteso ad un'area ritenuta significativa, per accertare la presenza di eventuali segnali di pericolosità geologica;
- esecuzione di n. 3 sondaggi geognostici a rotazione e carotaggio continuo. I sondaggi sono stati strumentati con piezometri a tubo aperto e sono stati estratti n. 7 campioni indisturbati con fustella cilindrica tipo Shelby (Allegato 8);
- esecuzione di n. 7 prove penetrometriche statiche C.P.T. (Allegato 9);
- prove geotecniche di laboratorio su n. 7 campioni indisturbati estratti (Allegato 10);
- esecuzione di n. 3 prove geofisiche con tecnica M.A.S.W. (Allegato 9);
- esecuzione di n. 2 misure passive dei microtremori ambientali H.V.S.R. (Allegato 9).

UBICAZIONE TOPOGRAFICA E COORDINATE GEOGRAFICHE

L'area di sedime oggetto del presente studio è situata all'intersezione tra la S.P. 9 "Campiglionese" e la S.P. 219 "Ete Monto", nei comuni di Fermo e Monte Urano (FM).

L'area è inquadrata topograficamente nel Foglio 125 "Fermo", in scala 1:100.000 e nei Quadranti 125 III e 125 IV in scala 1:25.000 della Carta Topografica Regionale (REGIONE MARCHE, base I.G.M.) (Allegato 1). Le coordinate geografiche di sito sono (Allegato 2):

WGS84	43,184187 latitudine Nord	13,648952 longitudine Est
ED 50	43,185138 latitudine Nord	13,649871 longitudine Est

MODELLO GEOLOGICO

Sotto il profilo geologico generale l'area appartiene al Bacino Marchigiano esterno in cui si ritrovano terreni lito-logicamente giovani che si sono depositati in ambienti sedimentari che passano dal marino prevalente, alla transizione tipo spiaggia ed infine continentale (Allegato 3).

OPERADELL'INGEGNO–RIPRODUZIONE VIETATA–OGNI DIRITTORISERVATO–ART.99L.633/41

Da un punto di vista geo-litologico la formazione di base presenta tutte le peculiarità della successione plio-pleistocenica della parte centro-meridionale della regione Marche. In particolare risulta essere caratterizzata da successioni marine prevalentemente pelitiche, il cui ambiente deposizionale va da epibatiale a neritico (FORMAZIONE DELLE ARGILLE GRIGIO AZZURRE – FAA5 – Membro di Offida). Tali litotipi sono disposti a monoclinale con immersione ENE ed inclinazione media degli strati pari a 5 - 8°. Le aree dei cocuzzoli dalle pareti dirupate (Monte Del Girfalco), segnalano affioramenti di depositi di regressione marina granulari sabbiosi che rappresentano brandelli di corpi relitti di vecchie linee di spiaggia (FORMAZIONE DI FERMO – Litofacies arenacea - FEM_c).

Il bacino Periadriatico costituiva un bacino di avampaese migrante verso Est si è morfologicamente individuato nel Pliocene Inferiore, quando ormai il corrugamento aveva interessato sia le dorsali carbonatiche mesozoiche che la depressione interna (Bacino della Laga). L'avanfossa soggetta ad accentuata subsidenza, in seguito all'instaurarsi della trasgressione medio-pliocenica è stata colmata dalla sedimentazione di ingenti spessori di depositi terrigeni a granulometria finissima, prevalentemente argillosi, anche se non mancano, nelle fasi terminali apporti più o meno grossolani (sabbie e conglomerati di tetto). Infatti, i depositi della successione marina del Plio-Pleistocene, del settore meridionale delle Marche (CENTAMORE E., MICARELLI A., 1991), rappresentano un ciclo sedimentario del I° ordine post-orogenico, disposto secondo una struttura monoclinalica blandamente immergente verso N-E. Tale struttura rappresenta il risultato delle deformazioni più recenti legate, in ordine di tempo, a processi di tipo compressivo (Pleistocene Inf.) e distensivo (Pleistocene Sup.-Quaternario). La discordanza angolare rilevata tra i litotipi pelitici e i depositi dei corpi grossolani regressivi è sintomatico di una tettonica sins-edimentaria che ha agito con intensità via via decrescente.

Successivamente, i depositi del substrato perlitico sono stati ricoperti da sedimenti di ambiente continentale, di genesi alluvionale dal fuso granulometrica variabile dai limi alle sabbie, messi in posto dal Fiume Tenna durante le alterne fasi climatiche.

OPERADELL'INGEGNO–RIPRODUZIONE VIETATA–OGNI DIRITTORISERVATO–ART.99L.633/41

ANALISI DELLA PERICOLOSITA GEOLOGICA

Dall'analisi degli elaborati del Piano Assetto Idrogeologico dei bacini di rilievo regionale P.A.I. si evince che alcune porzioni dell'area investigata sono perimetrata come area a rischio idrogeologico per frana (Allegato 5).

L'area interessata dal tracciato stradale da realizzare è infatti interessata dalla perimetrazione di aree a rischio idrogeologico per frana (Allegato 4). L'area ad Ovest della SP. 219 "Ete Morto" è perimetrata con grado di rischio medio AVD_R2 e pericolosità media AVD_P2 e codice identificativo F-21-0122, mentre l'area ad Est on grado di rischio elevato AVD_R3 e pericolosità media AVD_P2 e codice identificativo F-21-0116 (Allegati 4 e 7).

Il Progetto I.F.F.I., Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (Allegato 6), realizzato dall'ISPRA e dalle Regioni e Province Autonome, fornisce un quadro dettagliato ma non esaustivo, per il modo in cui è stato redatto, sulla distribuzione dei fenomeni franosi sul territorio italiano. Le perimetrazioni riportate in cartografia sembrano essere le stesse del P.A.I., perchè probabilmente derivano dagli stessi archivi disponibili. La cartografia riporta i cinematismi dei dissesti catalogandoli come aree interessata da colamento lento e aree con frane superficiali diffuse.

L'art. 12 delle N.T.A del P.A.I. dei bacini di rilievo regionale, prevede che nelle aree a pericolosità AVD_P1 e AVD_P2 sono consentite trasformazioni dello stato dei luoghi previa esecuzione di indagini nel rispetto del D.M. LL.PP.11 marzo 1988 e nel rispetto delle vigenti normative tecniche. Al comma 5 prevede che tutti gli interventi consentiti dal presente articolo sono subordinati ad una verifica tecnica, condotta anche in ottemperanza alle prescrizioni di cui al D.M.LL.PP. 11 marzo 1988, volta a dimostrare la compatibilità tra l'intervento, le condizioni di dissesto ed il livello di rischio esistente. Tale verifica, redatta e firmata da un tecnico abilitato, deve essere allegata al progetto di intervento.

Pertanto al fine di valutare la compatibilità tra le opere da realizzare ed il livello di rischio e pericolosità dichiarati, andranno effettuate specifiche analisi numeriche di stabilità globale, tenendo conto del modello geologico, geotecnico e geofisico di sito.

OPERADELL'INGEGNO–RIPRODUZIONE VIETATA–OGNI DIRITTORISERVATO–ART.99L.633/41

MODELLO GEOTECNICO

La campagna delle indagini geognostiche, volta alla ricostruzione del modello geologico dell'intera area di studio è stata realizzata mediante l'esecuzione di n. 3 sondaggi geognostici a rotazione e carotaggio continuo (Allegato 8). I sondaggi S1 ed S3 sono stati attrezzati con piezometri a tubo aperto, aventi le seguenti caratteristiche:

SONDAGGIO	CAROTAGGIO CONTINUO (m)	DISTRUZIONE DI NUCLEO (m)	CAMPIONI INDISTURBATI	S.P.T.	ATTREZZATURE ISTALATE
S1 - Pz1	25.0	-	4	2	Piezometro a tubo aperto
S2	10.0	-	-	-	-
S3 – Pz2	25.0	-	3	2	Piezometro a tubo aperto

Tabella 1: Caratteristiche dei sondaggi geognostici a rotazione e carotaggio continuo eseguiti.

Dai n. 3 sondaggi effettuati sono stati estratti, con campionatore tipo Shelby, n. 7 campioni di terreno indisturbati, aventi le seguenti caratteristiche:

SONDAGGIO	DENOMINAZIONE CAMPIONE	TIPOLOGIA	STATO (A.G.I.)	QUOTA PRELIEVO
S1 – Pz1	S1 - C1	TERRA	INDISTURBATO - SHELBY	2.5-3.0
	S1 - C2	TERRA	INDISTURBATO – SHELBY	6.0-6.5
	S1 – C3	TERRA	INDISTURBATO – SHELBY	10.5-11.0
	S1 – C4	TERRA	INDISTURBATO – SHELBY	23.0-23.5
S3 – Pz3	S3 - C1	TERRA	INDISTURBATO – SHELBY	4.5-5.0
	S3 - C2	TERRA	INDISTURBATO – SHELBY	12.0-12.5
	S3 – C3	TERRA	INDISTURBATO – SHELBY	17.5-18.0

Tabella 2: Caratteristiche dei campioni di terreno indisturbati (Shelby) estratti.

Nei sondaggi geognostici sono state effettuate n. 4 prove Standard Penetration Test in foro che hanno dato i seguenti risultati:

SONDAGGIO	SPT	QUOTA DA P.C.	N1	N2	N3	NSPT
S1_PZ1	1	12.00	14	19	25	44
	2	14.70	15	22	29	51
S3_PZ2	1	6.50	8	12	21	43
	2	18.00	16	23	27	50

Tabella 3: Valori delle SPT in foro di sondaggio.

La campagna delle indagini geotecniche in sito è consistita nella esecuzione di n. 7 prove penetrometriche statiche C.P.T. (Allegato 9), aventi le seguenti caratteristiche:

OPERADELL'INGEGNO–RIPRODUZIONE VIETATA–OGNI DIRITTORISERVATO–ART.99L.633/41

PROVA	PROFONDITA' (ml)	TIPOLOGIA
PCPT 1	13.60	Cone Penetration Test
PCPT 2	14.20	Cone Penetration Test
PCPT 3	12.00	Cone Penetration Test
PCPT 4	11.00	Cone Penetration Test
PCPT 5	11.60	Cone Penetration Test
PCPT 6	12.00	Cone Penetration Test
PCPT 7	14.60	Cone Penetration Test

Tabella 4: Caratteristiche delle prove penetrometriche statiche C.P.T..

Le analisi geotecniche di laboratorio sui campioni indisturbati effettuate (Allegato 10) sono riassunte nella seguente tabella:

SONDAGGIO	CAMPIONE	QUOTA PRELIEVO	INDAGINE GEOTECNICA
S1 –Pz1	S1 - C1	2.50 – 3.00	(01.06.001) Estrusione e descrizione (01.06.004 Fotografia del campione (01.07.001) Determinazione del contenuto naturale di acqua (01.07.002) Determinazione del peso specifico apparente (01.08.004) Analisi granulometrica mediante aerometria (01.13.001.001) Prova Triassiale non consolidata e non drenata UU (01.14.001) Prova di taglio diretto
	S1 – C2	6.00 – 6.50	(01.06.001) Estrusione e descrizione (01.06.004 Fotografia del campione (01.07.001) Determinazione del contenuto naturale di acqua (01.07.002) Determinazione del peso specifico apparente (01.08.004) Analisi granulometrica mediante aerometria (01.13.001.001) Prova Triassiale non consolidata e non drenata UU (01.14.001) Prova di taglio diretto
	S1 – C3	10.50 – 11.00	(01.06.001) Estrusione e descrizione (01.06.004 Fotografia del campione (01.07.001) Determinazione del contenuto naturale di acqua (01.07.002) Determinazione del peso specifico apparente (01.08.004) Analisi granulometrica mediante aerometria (01.13.001.001) Prova Triassiale non consolidata e non drenata UU (01.14.001) Prova di taglio diretto
	S1 – C4	23.00 – 23.50	(01.06.001) Estrusione e descrizione (01.06.004 Fotografia del campione (01.07.001) Determinazione del contenuto naturale di acqua (01.07.002) Determinazione del peso specifico apparente (01.08.004) Analisi granulometrica mediante aerometria (01.13.001.001) Prova Triassiale non consolidata e non drenata UU (01.14.001) Prova di taglio diretto (01.11.001) Prova di compressione Edometrica)
S3 –Pz2	S3 – C1	4.50 -5.00	(01.06.001) Estrusione e descrizione (01.06.004 Fotografia del campione (01.07.001) Determinazione del contenuto naturale di acqua (01.07.002) Determinazione del peso specifico apparente (01.08.004) Analisi granulometrica mediante aerometria (01.13.001.001) Prova Triassiale non consolidata e non drenata UU (01.14.001) Prova di taglio diretto
	S3 – C2	12.00 – 12.50	(01.06.001) Estrusione e descrizione (01.06.004 Fotografia del campione (01.07.001) Determinazione del contenuto naturale di acqua (01.07.002) Determinazione del peso specifico apparente (01.08.004) Analisi granulometrica mediante aerometria (01.13.001.001) Prova Triassiale non consolidata e non drenata UU (01.14.001) Prova di taglio diretto
	S3 – C3	17.50 – 17.80	(01.06.001) Estrusione e descrizione (01.06.004 Fotografia del campione (01.07.001) Determinazione del contenuto naturale di acqua (01.07.002) Determinazione del peso specifico apparente (01.08.004) Analisi granulometrica mediante aerometria (01.13.001.001) Prova Triassiale non consolidata e non drenata UU (01.14.001) Prova di taglio diretto (01.11.001) Prova di compressione Edometrica)

Tabella 5: Elenco analisi geotecniche di laboratorio eseguite sui campioni indisturbati Shelby estratti.

OPERADELL'INGEGNO–RIPRODUZIONE VIETATA–OGNI DIRITTORISERVATO–ART.99L.633/41

Si riporta di seguito il riepilogo delle risultanze delle prove di laboratorio sui campioni indisturbati (Allegato 7):

Data: 08/02/2021 **N. Commmessa: 380221**

Committente: Provincia di Fermo SETTORE II

Cantiere: SP219 Ete Morto e SP9 Campiglionese

Sondaggio	Campione	Profondità m.	POCKET P. Min/ Max Kg/cm² Da / A	W %	Yn g/cm³	Ys g/cm³	LIMITI LL %	LP %	GRANULOMETRIA G %	S %	L %	A %	TAGLIO DIRETTO C' Kpa	TAGLIO DIRETTO Φ °	TAGLIO RESIDUO C' Kpa	TAGLIO RESIDUO Φ °	E.L.L. Cu Kpa	TRX UU Cu Kpa	TRX CD / CU C' Kpa	TRX CD / CU Φ °	TRX CD / CU Cu operat. Kpa	EDO Ed Min: Max Mpa
1	1	2,5-3	5,5-6,6	15,62	1,959	2,7			0,8	8,4	42,1	48,6	10,31	20,7				206,92				
1	2	6-6,5	6,2-6,5	16,52	2,073	2,7			0,1	5,4	50,9	43,7	17	28,23				262,2				
1	3	10,5-11	6,2-6,5	17,04	1,955	2,7			2,1	6,1	51,7	40,1	9,35	28,23				221,75				
1	4	23-23,5	6,2-6,4	18,79	2,044	2,7				2,7	50,9	46,4	20,92	25,2				284,88				8,03 : 43,82
3	1	4,5-5	3,3-5,7	19,72	1,96	2,7			0,1	3,2	52,5	44,2	11,07	24,24				155,52				
3	2	12-12,5	3,5-6,3	20,33	2,055	2,7			0,1	5,9	47,6	46,3	13,88	25,22				152,1				
3	3	17,5-17,8	2,1-6	19,82	1,999	2,7				4,1	52,8	43,1	20,28	24,74				130,28				7,13 : 54,92

Tabella 6: Riepilogo delle risultanze delle prove geotecniche di laboratorio.

OPERADELL'INGEGNO–RIPRODUZIONE VIETATA–OGNI DIRITTORISERVATO–ART.99L.633/41

Dall'analisi delle indagini geotecniche in sito e laboratorio eseguite (Allegati 9 e 10) è stato possibile ricostruire il modello geotecnico di sito (Allegato 11) e pertanto sono state valutate le proprietà indice e le caratteristiche fisiche e geotecniche vari livelli rinvenuti.

Il valore dei *"parametri geotecnici nominali (n)"* sono stati ottenuti dalla media aritmetica dei dati disponibili per ogni livello geotecnico. Per quanto riguarda il calcolo del valore dei *"parametri geotecnici caratteristici (k)"* sarà possibile ricavarli dalla differenza tra il valore dei parametri nominali (media aritmetica) e la deviazione standard. La media rappresenta la media aritmetica delle misure del campione a cui siamo interessati. La deviazione standard, o scarto quadratico medio, è un indice di dispersione delle misure sperimentali, è cioè una stima della variabilità di un dato numero di dati. È uno dei modi per rappresentare la dispersione dei dati attorno al valore atteso. Essa ha la stessa unità di misura dei valori presi in esame. I *"parametri geotecnici di progetto (d)"* potranno essere valutati in apposita relazione geotecnica che tenga conto del tipo di approccio scelto dal progettista per le verifiche geotecniche.

LIVELLI GEOTECNICI		CARETTERISTICHE FISICHE E PROPRIETA' INDICE								PARAMETRI GEOTECNICI DI RESISTENZA			
LIVELLO GEOTECNICO	INDAGINE GEOTECNICA	DENSITA' NATURALE γn (g/cm3)	DENSITA' SECCA γs (g/cm3)	DENSITA' SATURA γw (g/cm3)	CONTENUTO NATURALE DI ACQUA Wn (%)	GRADO DI SATURAZIONE Sr (%)	POROSITA' (%)	INDICE DEI VUOTI e	GRANULOMETRIA (Raccomandazioni AGI 1977 - ASTM)	ANGOLO D'ATTRITO DI PICCO φ' (°)	COESIONE DRENATA DI PICCO c' (KPa)	COESIONE NON DRANATA Cu (KPa)	NSPT
Livello 1	S1-C1	1,959	1,694	2,066	14,38	71,02	37,30	0,594	Limo con Argilla debolmente Sabbioso	20,70	10,31	206,92	
	S1-C2	2,073	1,779	2,120	15,04	86,16	34,10	0,518	Limo con Argilla debolmente Sabbioso	28,23	17,00	262,20	
	S3-C1	1,960	1,637	2,031	18,64	82,00	39,40	0,649	Limo con Argilla	24,04	11,07	155,52	
	S3-NSPT1												33,00
VALORE NOMINALE (n)		1,997	1,703	2,072	16,02	79,73	36,93	0,59		24,32	12,79	208,21	33,00
DEVIAZIONE STANDARD (s)		0,054	0,058	0,037	1,8721	6,3865	2,1792	0,0537		3,0806	2,9907	43,5615	0,0000
VALORE CARATTERISTICO (k)		1,944	1,645	2,036	14,15	73,34	34,75	0,533		21,24	9,80	164,65	33,00
Livello 2	S1-C3	1,955	1,670	2,051	17,08	74,60	38,20	0,62		28,23	9,35	222,75	
	S1-NSPT1												43,00
	S1-NSPT2												51,00
VALORE NOMINALE (n)		1,955	1,670	2,051	17,08	74,60	38,20	0,62		28,23	9,35	222,75	47,00
DEVIAZIONE STANDARD (s)		0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		0,0000	0,0000	0,0000	4,0000
VALORE CARATTERISTICO (k)		1,955	1,670	2,051	17,08	74,60	38,20	0,617		28,23	9,35	222,75	43,00
Livello 3	S3-C2	2,055	1,708	2,075	18,88	94,51	36,70	0,58	Limo con Argilla debolmente Sabbioso	25,22	13,88	152,10	0,00
VALORE NOMINALE (n)		2,055	1,708	2,075	18,88	94,51	36,70	0,58		25,22	13,88	152,10	
DEVIAZIONE STANDARD (s)		0,000	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		0,0000	0,0000	0,0000	
VALORE CARATTERISTICO (k)		2,055	1,708	2,075	18,88	94,51	36,70	0,581		25,22	13,88	152,10	
Livello 4	S1-C4	2,044	1,721	2,083	17,22	89,18	36,30	0,57	Limo con Argilla	25,20	20,92	284,88	
	S3-C3	1,999	1,668	2,050	18,34	86,49	38,20	0,62	Limo con Argilla	24,74	20,28	130,28	
	S3-NSPT2												50,00
VALORE NOMINALE (n)		2,022	1,695	2,067	17,78	87,84	37,25	0,59		24,97	20,60	207,58	50,00
DEVIAZIONE STANDARD (s)		0,023	0,027	0,017	0,5600	1,3450	0,9500	0,0250		0,2300	0,3200	77,3000	0,0000
VALORE CARATTERISTICO (k)		1,999	1,668	2,050	17,22	86,49	36,30	0,569		24,74	20,28	130,28	50,00

Tabella 7: Valutazione del valore delle caratteristiche fisiche, proprietà indice e dei parametri geotecnici di resistenza nominali (n) e caratteristici (k).

REV	DOCUMENTO	DATA	PREPARATO	RIESAMINATO	VALIDATO
02					
01					
00	Prima emissione	04/03/2021	Berardini Costantino	Berardini Costantino	Berardini Costantino

OPERADELL'INGEGNO–RIPRODUZIONE VIETATA–OGNI DIRITTORISERVATO–ART.99L.633/41

LIVELLI GEOTECNICI DELLA COPERTURA

LIVELLO GEOTECNICO 1

Limo con argilla debolmente sabbioso con spessore di 8.0 ml.

CARATTERISTICHE FISICHE E PROPRIETA' INDICE NOMINALI

Densità naturale γ_h = 1.997 g/cm^3

Densità secca γ_s = 1.703 g/cm^3

Densità satura γ_W = 2.072 g/cm^3

Contenuto naturale di acqua W_N = 16.02%

Grado di saturazione S_R = 79.73%

Porosità e = 36.93%

Indice dei vuoti I_V = 0.59

Analisi granulometrica (AGI 1977): Limo con argilla debolmente Sabbioso

PARAMETRI GEOTECNICI DI RESISTENZA NOMINALI (n)

Angolo di attrito di picco $\varphi'_{p(n)}$ = 24.32°

Coesione drenata $c'_{p(n)}$ = 12.79 Kpa

Coesione non drenata $Cu_{(n)}$ = 208.21 Kpa

Numero colpi NSPT = 33

PARAMETRI GEOTECNICI DI RESISTENZA CARATTERISTICI (k)

Angolo di attrito di picco $\varphi'_{p(k)}$ = 21.24°

Coesione drenata $c'_{p(k)}$ = 9.80 Kpa

Coesione non drenata $Cu_{(k)}$ = 164.65 Kpa

Numero colpi NSPT = 33

LIVELLO GEOTECNICO 2

Limo con argilla debolmente sabbioso con spessore variabile da 3.0 a 9.0 ml..

CARATTERISTICHE FISICHE E PROPRIETA' INDICE NOMINALI

Densità naturale γ_h = 1.955 g/cm^3

OPERADELL'INGEGNO–RIPRODUZIONE VIETATA–OGNI DIRITTORISERVATO–ART.99L.633/41

Densità secca γ_s = 1.670 g/cm^3

Densità satura γ_W = 2.051 g/cm^3

Contenuto naturale di acqua W_n = 17.08%

Grado di saturazione S_r = 74.60%

Porosità e = 38.20%

Indice dei vuoti I = 0.62

Analisi granulometrica (AGI 1977): Limo con argilla debolmente Sabbioso

PARAMETRI GEOTECNICI DI RESISTENZA NOMINALI (n)

Angolo di attrito di picco $\varphi'_{p(n)}$ = 28.23°

Coesione drenata $c'_{p(n)}$ = 9.35 Kpa

Coesione non drenata $Cu_{(n)}$ = 222.75 Kpa

Numero colpi NSPT = 47

PARAMETRI GEOTECNICI DI RESISTENZA CARATTERISTICI (k)

Angolo di attrito di picco $\varphi'_{p(k)}$ = 28.23 °

Coesione drenata $c'_{p(k)}$ = 9.35 Kpa

Coesione non drenata $Cu_{(k)}$ = 222.75 Kpa

Numero colpi NSPT = 43

LIVELLO GEOTECNICO 3

Limo con argilla debolmente sabbioso con spessore di 3.0 ml..

CARATTERISTICHE FISICHE E PROPRIETA' INDICE NOMINALI

Densità naturale γ_h = 2.055 g/cm^3

Densità secca γ_s = 1.708 g/cm^3

Densità satura γ_W = 2.075 g/cm^3

Contenuto naturale di acqua W_n = 18.88%

Grado di saturazione S_r = 94.51%

Porosità e = 36.70%

OPERADELL'INGEGNO–RIPRODUZIONE VIETATA–OGNI DIRITTORISERVATO–ART.99L.633/41

Indice dei vuoti I = 0.58

Analisi granulometrica (AGI 1977): Limo con argilla debolmente Sabbioso

PARAMETRI GEOTECNICI DI RESISTENZA NOMINALI (n)

Angolo di attrito di picco $\varphi'_{p(n)}$ = 25.22°

Coesione drenata $c'_{p(n)}$ = 13.88 Kpa

Coesione non drenata $Cu_{(n)}$ = 152.10 Kpa

PARAMETRI GEOTECNICI DI RESISTENZA CARATTERISTICI (k)

Angolo di attrito di picco $\varphi'_{p(k)}$ = 25.22°

Coesione drenata $c'_{p(k)}$ = 13.88 Kpa

Coesione non drenata $Cu_{(k)}$ = 152.00 Kpa

LIVELLI GEOTECNCI DEL SUBSTRATO

LIVELLO GEOTECNICO 4

Limo con argilla con spessore indefinito

CARATTERISTICHE FISICHE E PROPRIETA' INDICE NOMINALI

Densità naturale γ_h = 2.022 g/cm^3

Densità secca γ_s = 1.695 g/cm^3

Densità satura γ_W = 2.067 g/cm^3

Contenuto naturale di acqua W_n = 17.78%

Grado di saturazione S_r = 87.84%

Porosità e = 0.59%

Indice dei vuoti I = 37.25

Analisi granulometrica (AGI 1977): Limo con argilla

PARAMETRI GEOTECNICI DI RESISTENZA NOMINALI (n)

Angolo di attrito di picco $\varphi'_{p(n)}$ = 24.97°

Coesione drenata $c'_{p(n)}$ = 20.60 Kpa

Coesione non drenata $Cu_{(n)}$ = 207.58 Kpa

OPERADELL'INGEGNO–RIPRODUZIONE VIETATA–OGNI DIRITTORISERVATO–ART.99L.633/41

Numero colpi NSPT = 50

PARAMETRI GEOTECNICI DI RESISTENZA CARATTERISTICI (k)

Angolo di attrito di picco $\varphi'_{p(k)}$ = 24.74 °

Coesione drenata $c'_{p(k)}$ = 20.28 Kpa

Coesione non drenata $Cu_{(k)}$ = 130.28 Kpa

Numero colpi NSPT = 50

PARAMETRI GEOTECNICI DI DEFORMAZIONE

I parametri di deformazione del livello geotecnico 4 potranno essere desunti dall'analisi di n. 2 prove di compressione edometrica eseguite sui campioni indisturbati (Shelby) S1-C4 ed S3-C3.

DATI SPERIMENTALI E RISULTATI

Passo	Pressione Imposta	Tempo	Deformazione Assiale	Indice Vuoti	Modulo Edometrico	Coefficiente Compressibilità	Coefficiente Consolidazione	Coefficiente Permeabilità	Consolidaz. Secondaria
N.	σ_1 (kPa)	t (h)	δ (%)	e (-)	E_{ed} (MPa)	m_v (1/MPa)	C_v (cm²/sec)	k (cm/sec)	C_α (%)
1	74,04	24	0,26	0,592	28,478	0,035	1,196E-004	4,100E-010	0,017
2	98,72	24	0,49	0,588	10,731	0,093	3,067E-005	2,800E-010	0,048
3	197,45	24	1,72	0,569	8,026	0,125	4,114E-004	5,030E-009	0,162
4	394,90	24	3,88	0,534	9,141	0,109	4,012E-004	4,300E-009	0,101
5	789,80	24	6,475	0,493	15,218	0,066	2,091E-004	1,350E-009	0,073
6	1.579,59	24	9,255	0,448	28,410	0,035	2,031E-004	7,000E-010	0,299
7	3.159,18	24	12,86	0,391	43,817	0,023	2,206E-004	4,900E-010	0,377
8	789,80	24	11,78	0,408	-	-	-	-	-
9	197,45	24	9,34	0,447	-	-	-	-	-
10	74,04	24	7,44	0,477	-	-	-	-	-

Tabella 8: Caratteristiche geotecniche di deformazione Campione S1-C4, da 23.5 m a 24.00 m..

DATI SPERIMENTALI E RISULTATI

Passo	Pressione Imposta	Tempo	Deformazione Assiale	Indice Vuoti	Modulo Edometrico	Coefficiente Compressibilità	Coefficiente Consolidazione	Coefficiente Permeabilità	Consolidaz. Secondaria
N.	σ_1 (kPa)	t (h)	δ (%)	e (-)	E_{ed} (MPa)	m_v (1/MPa)	C_v (cm²/sec)	k (cm/sec)	C_α (%)
1	98,33	24	0,98	0,574	10,034	0,100	4,113E-004	4,020E-009	0,074
2	196,67	24	2,36	0,552	7,126	0,140	5,145E-004	7,080E-009	0,138
3	393,33	24	4,27	0,522	10,297	0,097	6,865E-004	6,540E-009	0,280
4	786,67	24	6,73	0,483	15,989	0,063	4,789E-004	2,940E-009	0,350
5	1.573,33	24	9,535	0,438	28,045	0,036	5,224E-004	1,830E-009	0,337
6	3.146,66	24	12,4	0,393	54,916	0,018	6,755E-004	1,210E-009	0,403
7	786,67	24	11,91	0,401	-	-	-	-	-
8	196,67	24	10,025	0,431	-	-	-	-	-
9	98,33	24	8,91	0,448	-	-	-	-	-

Tabella 9: Caratteristiche geotecniche di deformazione Campione S2-C3, da 17.5 m a 18.00 m..

OPERADELL'INGEGNO–RIPRODUZIONE VIETATA–OGNI DIRITTORISERVATO–ART.99L.633/41

SISMICA

In base alla Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/03/2003 recante "primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e nuova normativa tecnica per le costruzioni in zona sismica", ed alla successiva D.G.R. Lazio n. 387 del 22/05/2009 e ss.mm.ii., il territorio dei Comuni di Fermo e Monte Urano Fermo (FM) sono stati classificati come appartenenti alla zona 2.

Ai sensi del D.M. 17/01/2018 le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla *"pericolosità sismica di base"* del sito di costruzione e sono funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa ag in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A come definita al § 3.2.2 del D.M. 17/01/2018), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR come definite nel § 3.2.1, nel periodo di riferimento VR, come definito nel § 2.4. In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica locale dell'area della costruzione.

Ai fini della normativa vigente le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento PVR nel periodo di riferimento VR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- Ag accelerazione orizzontale massima al sito;
- F0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c^* valore di riferimento per la determinazione del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

Per i valori di ag, Fo e T_c^* necessari per la determinazione delle azioni sismiche, si fa riferimento agli Allegati A e B al Decreto del Ministro delle Infrastrutture 14 gennaio 2008,

OPERADELL'INGEGNO–RIPRODUZIONE VIETATA–OGNI DIRITTORISERVATO–ART.99L.633/41

pubblicato nel S.O. alla Gazzetta Ufficiale del 4 febbraio 2008, n.29, e successivi aggiornamenti.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un "*approccio semplificato*" che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio V_S. I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità V_S per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo, di cui al § 6.2.2. del D.M. 17/01/2008.

I valori di V_S sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

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

$$V_{Seq} = H/\sum_{i=1}^{N} hi/\ V_{Si}$$

- hi spessore dell'i-esimo strato;
- V_{Si} velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
- N numero di strati;
- H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da VS non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

OPERADELL'INGEGNO–RIPRODUZIONE VIETATA–OGNI DIRITTORISERVATO–ART.99L.633/41

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio V_{Seq} è definita dal parametro V_{S30}, ottenuto ponendo H=30 m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Le "*categorie di sottosuolo*" che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2.II..

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

Per queste cinque categorie di sottosuolo, le azioni sismiche sono definibili come descritto al § 3.2.3 del DM 17/01/2018. Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

Per definire il modello sismo-stratigrafico di sito sono state eseguite le seguenti indagini (Allegato 9):

DENOMINAZIONE	LUNGHEZZA (ml)	RICEVITORI	DISTANZA GEOFONI (ml)	Vseq (m/s)	TIPOLOGIA
MASW 1	46.00	24.0	2.0	281.0	Multichannel Analisys Surface Waves
MASW 2	46.00	24.0	2.0	268.0	
MASW 2	46.00	24.0	2.0	285.0	

Tabella 10: Elenco e caratteristiche della linea in sismica con tecnica M.A.S.W..

Dalle indagini geofisiche eseguite con tecnica M.A.S.W. (Allegato 9) il suolo può essere definito, mediante un approccio semplificato delle NTC 2018, di tipo "C". Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale.

OPERADELL'INGEGNO–RIPRODUZIONE VIETATA–OGNI DIRITTORISERVATO–ART.99L.633/41

Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (Tab. 3.2.III del DM 17/01/2018):

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

Le suesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m..

Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico ST riportati nella Tab. 3.2.V del DM 17/01/2018, in funzione delle categorie topografiche definite nel § 3.2.2 e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

Categoria Topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	ST
T1	-	1.0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1.2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1.2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1.4

La variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o del rilievo, dalla sommità o dalla cresta, dove ST assume il valore massimo riportato nella Tab. 3.2.V, fino alla base, dove ST assume valore unitario. Il sito si colloca in corrispondenza di un versante caratterizzato da una pendenza media < 15°, pertanto il coefficiente di amplificazione topografica ST può essere valutato pari a 1.0.

Ai fini della misura diretta della frequenza caratteristica di sito è stata effettuata una serie di n. 2 misure passive di microtremore ambientale Horizontal to Vertical Spectral Ratio (H.V.S.R.) (Allegato 9), che hanno dato i seguenti risultati:

DENOMINAZIONE	F_0 (Hz)	A_0
HVSR 1	Nessuna	-
HVSR 2	Nessuna	-

Tabella 9: Letture passive di microtremore ambientale H.V.S.R..

OPERADELL'INGEGNO–RIPRODUZIONE VIETATA–OGNI DIRITTORISERVATO–ART.99L.633/41

In entrambi i casi in esame la curva non individua una frequenza di risonanza significativa.

Dalle risultanze dello studio sulla microzonazione sismica di livello I ed in particolare dalla carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (Allegato 5) si evince che l'area di studio non è interessata dalla citata cartografia. Il comune di Fermo non è ancora dotato di microzonazione sismica di livello III.

CONCLUSIONI

Dall'analisi degli elaborati del P.A.I. si evince che l'area è interessata da perimetrazioni di aree a rischio idrogeologico per frana con grado di pericolosità medio AVD_P2 (Allegato 5). L'art. 12 delle N.T.A del P.A.I. consente le trasformazioni dello stato dei luoghi a seguito di una verifica tecnica di compatibilità idrogeologica tra le opere in programma e il livello di pericolosità e rischio dichiarato, che potrà essere redatta solo a seguito di specifiche analisi numeriche di stabilità globale che tengano conto della reale geometrie delle opere e del modello geotecnico e geofisico di sito.

Per la valutazione dell'azione sismica di progetto, utilizzando un "approccio semplificato" delle NTC 2018, per l'area in esame risultano in sintesi i seguenti parametri:

- coordinate geografiche per la valutazione della pericolosità sismica di base (Allegato 2):

  WGS84 43,184187 latitudine Nord 13,648952 longitudine Est

  ED 50 43,185138 latitudine Nord 13,649871 longitudine Est

- profilo stratigrafico con sottosuolo di Categoria "C" (Allegato 8);
- coefficiente di amplificazione topografica ST = 1.0 (Allegato 12).

	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S		TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	1	0,051	2,429	0,275	1,500	1,610	1,000	1,500	1,000	0,148	0,443	1,804
SLD	1	0,065	2,438	0,293	1,500	1,570	1,000	1,500	1,000	0,153	0,460	1,860
SLV	1	0,182	2,456	0,321	1,430	1,530	1,000	1,430	1,000	0,164	0,491	2,330
SLC	1	0,238	2,501	0,326	1,340	1,520	1,000	1,340	1,000	0,165	0,495	2,554

Tabella 10: Parametri spettri in accelerazione nelle componenti orizzontali dell'approccio semplificato delle NTC 2018.

OPERADELL'INGEGNO–RIPRODUZIONE VIETATA–OGNI DIRITTORISERVATO–ART.99L.633/41

Dalle misure passive dei microtremori ambientali H.V.S.R. (Allegato 9) si evince che la curva non individua una frequenza di risonanza significativa.

Dalla carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica M.O.P.S. (Allegato 5) si evince che l'area di studio non è interessata dalla citata cartografia. I comuni di Fermo e Monte Urano non sono ancora dotati di microzonazione sismica di livello III. Al fine di valutare quantitativamente eventuali effetti di amplificazione sismica locale si redigano analisi numeriche di risposta sismica locale, anche con approccio bidimensionale se necessario.

Dall'analisi dell'indagine geotecnica effettuata sono stati rinvenuti e parametrizzati i seguenti livelli geotecnici e ricostruito il modello geologico e geotecnico di sito mediante l'espressione dei parametri geotecnici di resistenza nominali (n) e caratteristici (k) (Allegato 11):

CARATTERISTICHE FISICHE				PARAMETRI GEOTECNICI DI RESISTENZA NOMINALI (n)				PARAMETRI GEOTECNICI DI RESISTENZA CARATTERISTICI (k)			
Livelli	Natura sedimentologica	Potenza strato (ml)	Densità naturale γ_N (g/cm^3)	Angolo d'attrito di picco $\phi'_{(n)}$ (°)	Coesione drenata di picco $c'_{(n)}$ (KPa)	Coesione non drenata $Cu_{(n)}$ (KPa)	Numero colpi NSPT	Angolo d'attrito di picco $\phi'_{(k)}$ (°)	Coesione drenata di picco $c'_{(k)}$ (KPa)	Coesione non drenata $Cu_{(k)}$ (KPa)	Numero colpi NSPT
Livello 1	Limo con Argilla debolmente Sabbioso	8.0	1.997	24.32	12.79	208.21	33	21.24	9.80	464.65	33
Livello 2	Limo con Argilla debolmente Sabbioso	3.0-9.0	1.955	28.23	9.35	222.75	47	28.23	9.35	222.75	43
Livello 3	Limo con Argilla	3.0	2.055	25.22	13.88	152.10	-	25.22	13.88	152.10	-
Livello 4	Limo con Argilla	Indefinito	1.999	24.97	20.60	207.58	50	24.74	20.28	130.28	50

Tabella 11: Modello geotecnico di sito con rappresentazione dei parametri geotecnici nominali (n) e caratteristico (k).

Il sottoscritto resta a disposizione per eventuali chiarimenti sul presente elaborato ed i suoi allegati.

Folignano, 04 Marzo 2021

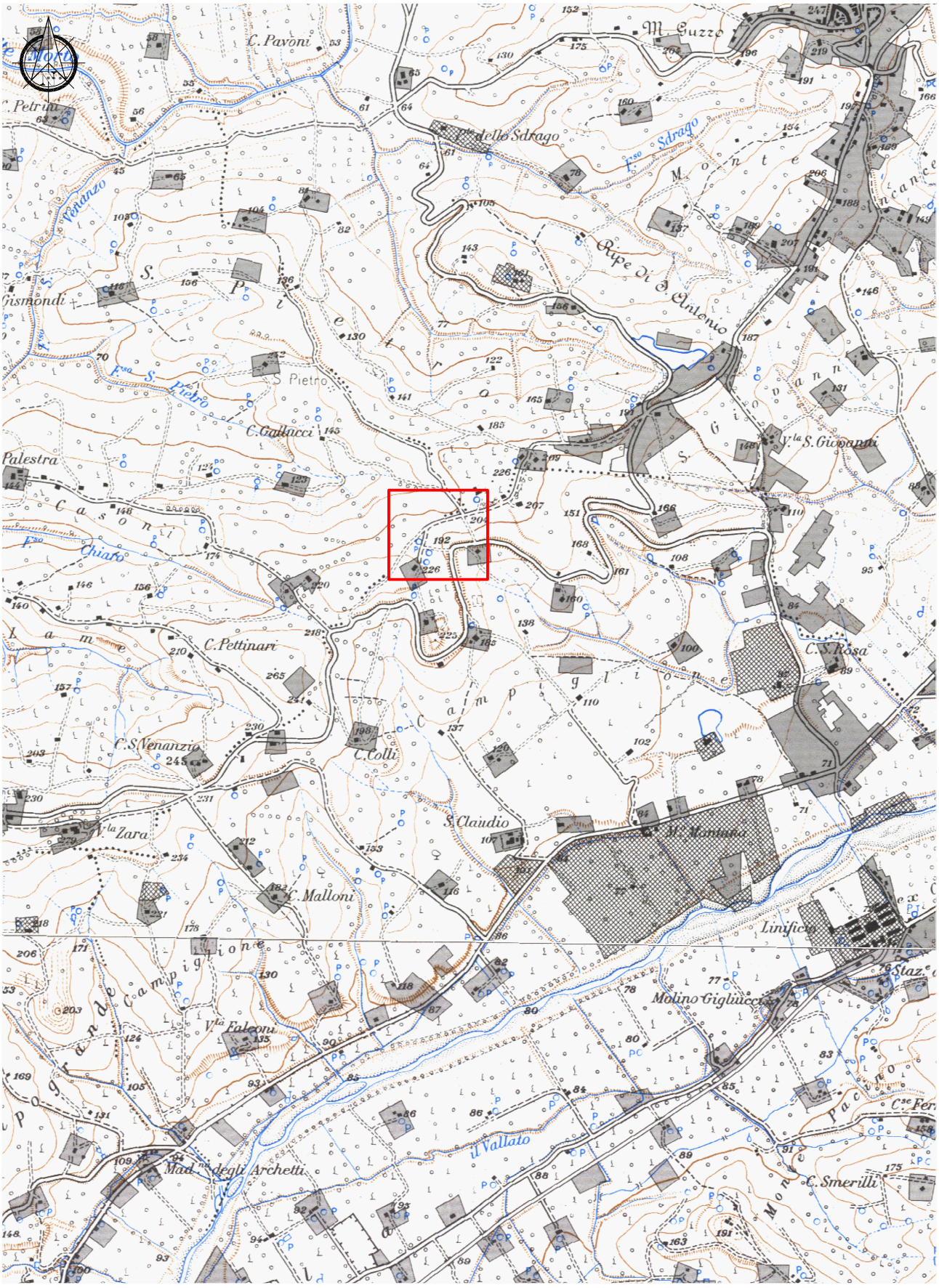
Dott. Geologo Costantino Berardini

n° 584 Albo sezione A Ordine dei Geologi della Regione Marche

OPERADELL'INGEGNO–RIPRODUZIONE VIETATA–OGNI DIRITTORISERVATO–ART.99L.633/41

PROVINCIA DI FERMO

SETTORE VIABILITA'-INFRASTRUTTURE-URBANISTICA-PATRIMONIO ED EDILIZIA SCOLASTICA
VIALE TRENTO N. 113 - 63900 FERMO (FM) - TEL.: 0734.2321 - FAX: 0734.232239
E-MAIL: URP@PROVINCIA.FM.IT - E-MAIL PEC : PROVINCIA.FERMO@EMARCHE.IT
P.I.: 02004530446 - C.F.: 90038780442



COROGRAFIA, Scala 1:25.000	Carta Topografica Regionale Foglio 125 "Fermo" - Quadrante IV	ALLEGATO 1

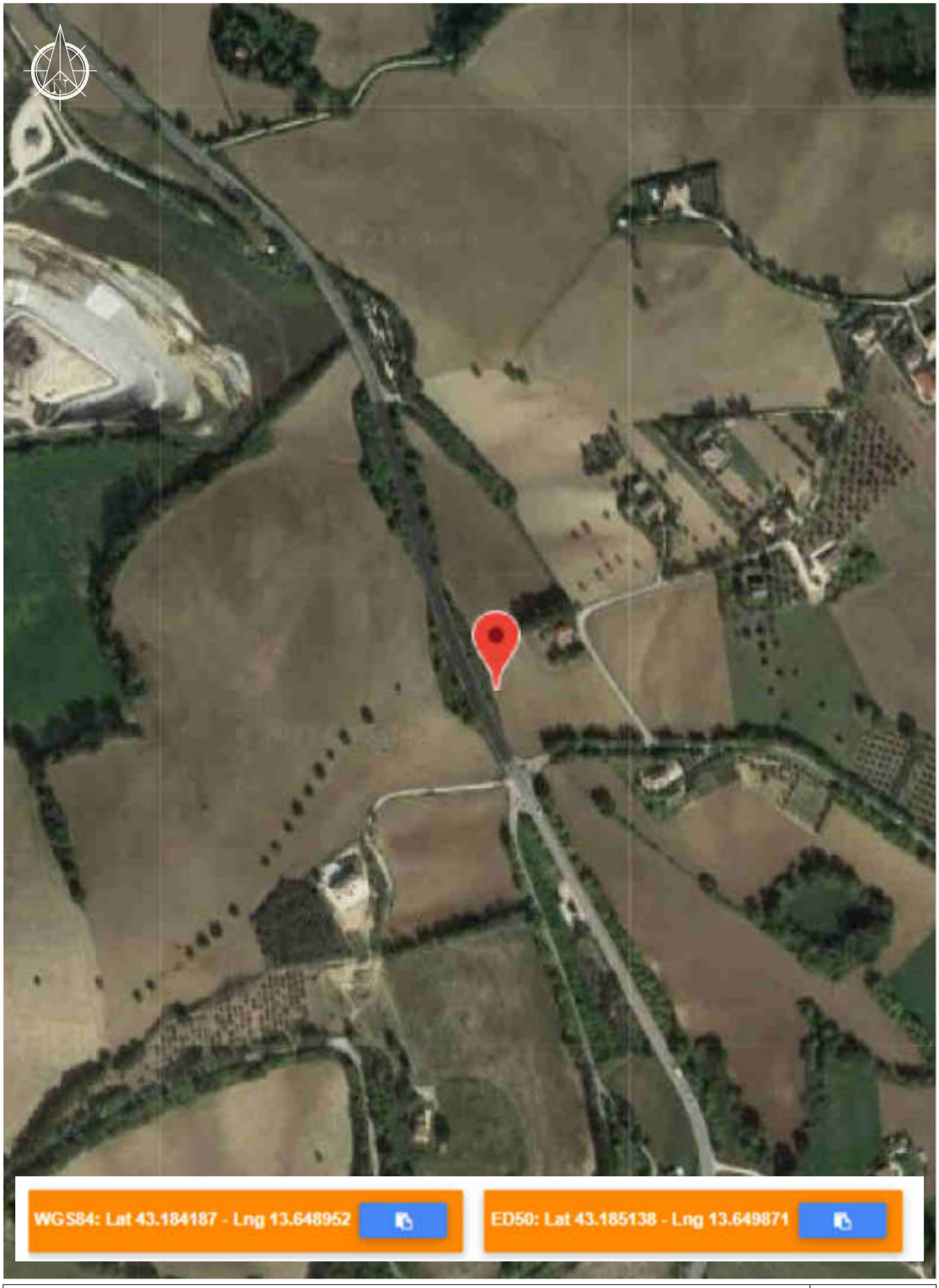
VIABILITA' DI ADDUZIONE AL NUOVO OSPEDALE DI FERMO - INTERVENTO DENOMINATO RAZIONALIZZAZIONE INTERSEZIONE TRA LA S.P. 219 "ETE MORTO" E LA S.P. 9 "CAMPIGLIONESE". COMUNE DI FERMO (FM)

REV.	DESCRIZIONE	DATA	PREPARATO	RIESAMINATO	VALIDATO
02					
01					
00	Prima emissione	04/03/2021	Costantino Berardini	Costantino Berardini	Costantino Berardini

OPERA DELL'INGEGNO – RIPRODUZIONE VIETATA, OGNI DIRITTO RISERVATO – ART. 99 L. 633/41

PROVINCIA DI FERMO

SETTORE VIABILITA'-INFRASTRUTTURE-URBANISTICA-PATRIMONIO ED EDILIZIA SCOLASTICA
VIALE TRENTO N. 113 - 63900 FERMO (FM) - TEL.: 0734.2321 - FAX: 0734.232239
E-MAIL: URP@PROVINCIA.FM.IT - E-MAIL PEC : PROVINCIA.FERMO@EMARCHE.IT
P.I.: 02004530446 - C.F.: 90038780442



COORDINATE GEOGRAFICHE (GEOSTRU PARAMETRI SISMICI)

ALLEGATO 2

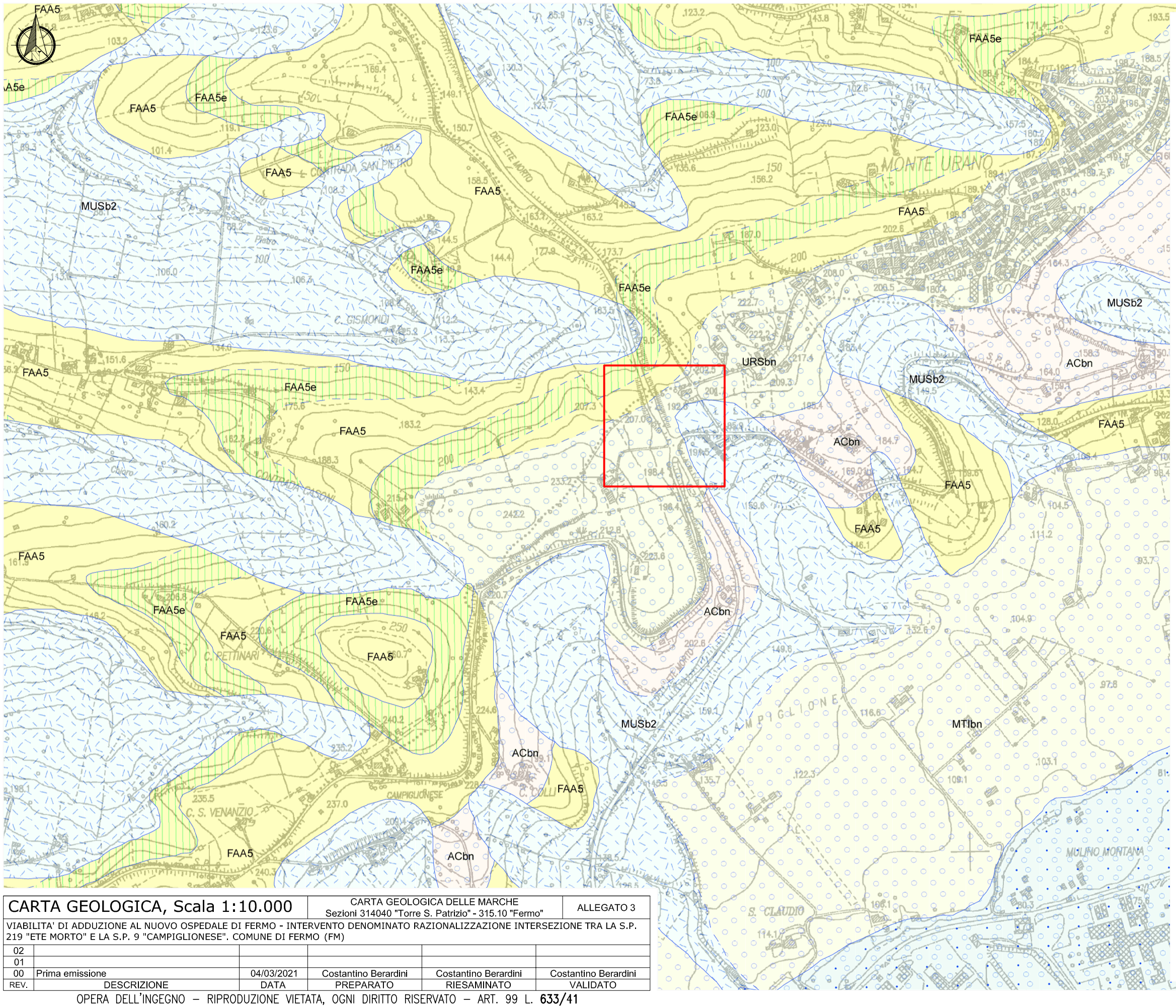
VIABILITA' DI ADDUZIONE AL NUOVO OSPEDALE DI FERMO - INTERVENTO DENOMINATO RAZIONALIZZAZIONE INTERSEZIONE TRA LA S.P. 219 "ETE MORTO" E LA S.P. 9 "CAMPIGLIONESE". COMUNE DI FERMO (FM)

REV.	DESCRIZIONE	DATA	PREPARATO	RIESAMINATO	VALIDATO
02					
01					
00	Prima emissione	04/03/2021	Costantino Berardini	Costantino Berardini	Costantino Berardini

OPERA DELL'INGEGNO – RIPRODUZIONE VIETATA, OGNI DIRITTO RISERVATO – ART. 99 L. 633/41

PROVINCIA DI FERMO

SETTORE VIABILITA'-INFRASTRUTTURE-URBANISTICA-PATRIMONIO ED EDILIZIA SCOLASTICA
VIALE TRENTO N. 113 - 63900 FERMO (FM) - TEL.: 0734.2321 - FAX: 0734.232239
E-MAIL: URP@PROVINCIA.FM.IT - E-MAIL PEC : PROVINCIA.FERMO@EMARCHE.IT
P.I.: 02004530446 - C.F.: 90038780442



DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI

VERSANTE MARCHIGIANO

SINTEMA DEL MUSONE
(OLOCENE)

- MUSa1 — Frane in evoluzione
- MUSa1q — Frane senza indizi di evoluzione
- MUSb2 — Depositi eluvio-colluviali
- MUSb — Depositi alluvionali attuali (ghiaia, sabbia, limo)
- MUSbn — Depositi alluvionali terrazzati (ghiaia, sabbia, limo)

SINTEMA DI MATELICA
(PLEISTOCENE SUPERIORE)

- MTlbn — Depositi alluvionali terrazzati (ghiaia, sabbia, limo)

SUPERSINTEMA DI COLLE ULIVO-COLONIA MONTANI
(PLEISTOCENE MEDIO SOMMITALE)

- ACbn — Depositi alluvionali terrazzati (ghiaia, sabbia, limo)

SUPERSINTEMA DI URBISAGLIA
(PLEISTOCENE INFERIORE MEDIO - MEDIO)

- URSbn — Depositi alluvionali terrazzati (ghiaia, sabbia, limo)
- URSb8 — Depositi di glacis antichi

SUCCESSIONE UMBRO-MARCHIGIANO-ROMAGNOLA

SUCCESSIONE PLIOCENICA

- FAA5 — FORMAZIONE DELLE ARGILLE AZZURRE Membro di Offida litofacies arenaceo-conglomeratica Zancleano p.p. - Santerniano
- FAA5b — FORMAZIONE DELLE ARGILLE AZZURRE Membro di Offida litofacies arenaceo-conglomeratica Zancleano p.p. - Santerniano
- FAA5c — FORMAZIONE DELLE ARGILLE AZZURRE Membro di Offida litofacies arenacea Zancleano p.p.- Santerniano
- FAA5d — FORMAZIONE DELLE ARGILLE AZZURRE Membro di Offida litofacies arenaceo-pelitica Zancleano p.p. - Santerniano
- FAA5e — FORMAZIONE DELLE ARGILLE AZZURRE Membro di Offida litofacies pelitico-arenacea Zancleano p.p. - Santerniano
- FAA5f — FORMAZIONE DELLE ARGILLE AZZURRE Membro di Offida litofacies pelitica Zancleano p.p. - Santerniano

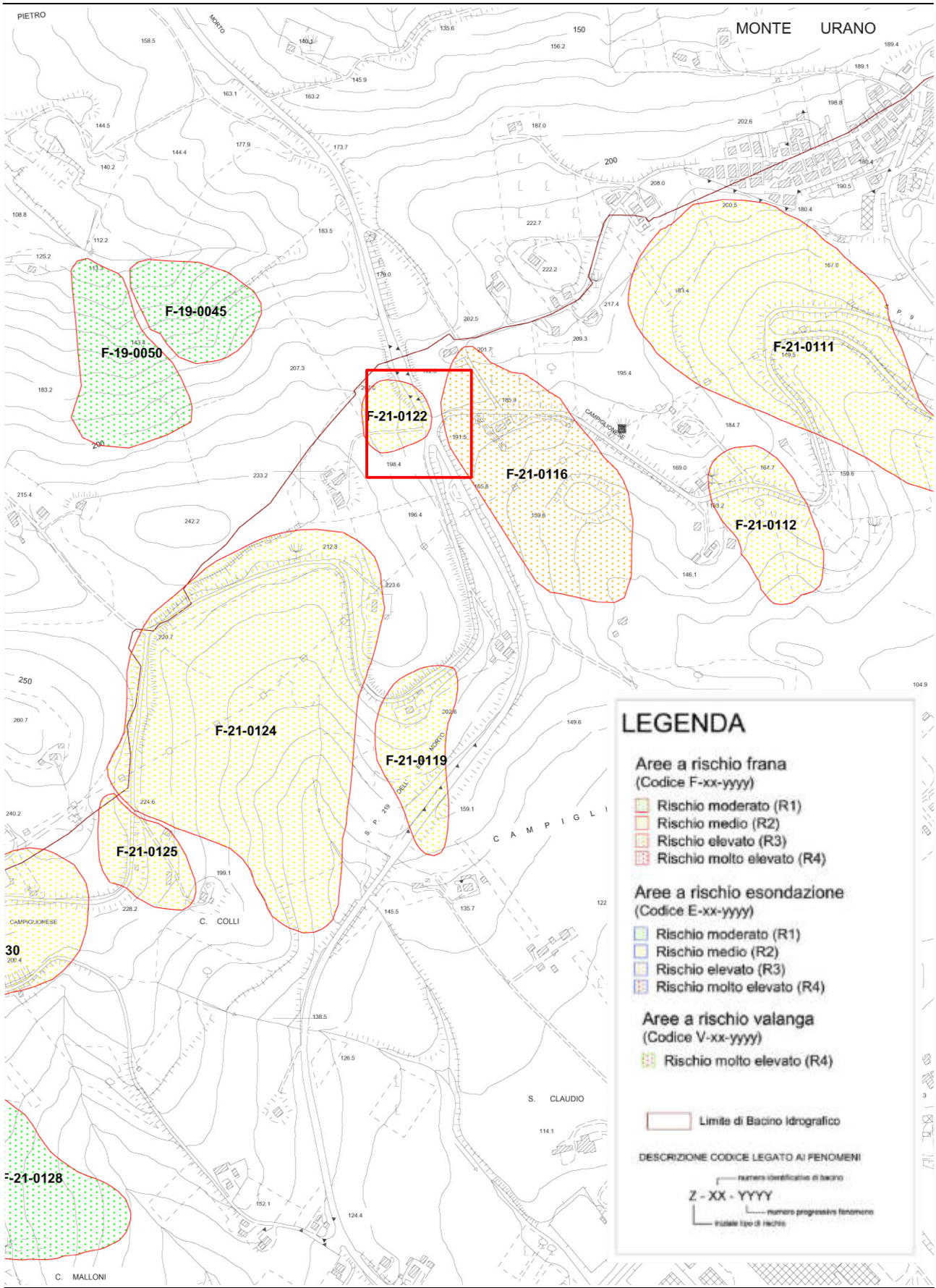
- Contatto stratigrafico e/o litologico
- Faglia
- Stratificazione diritta
- Elemento lineare primario

CARTA GEOLOGICA, Scala 1:10.000		CARTA GEOLOGICA DELLE MARCHE Sezioni 314040 "Torre S. Patrizio" - 315.10 "Fermo"			ALLEGATO 3
VIABILITA' DI ADDUZIONE AL NUOVO OSPEDALE DI FERMO - INTERVENTO DENOMINATO RAZIONALIZZAZIONE INTERSEZIONE TRA LA S.P. 219 "ETE MORTO" E LA S.P. 9 "CAMPIGLIONESE". COMUNE DI FERMO (FM)					
02					
01					
00	Prima emissione	04/03/2021	Costantino Berardini	Costantino Berardini	Costantino Berardini
REV.	DESCRIZIONE	DATA	PREPARATO	RIESAMINATO	VALIDATO

OPERA DELL'INGEGNO – RIPRODUZIONE VIETATA, OGNI DIRITTO RISERVATO – ART. 99 L. 633/41

PROVINCIA DI FERMO

SETTORE VIABILITA'-INFRASTRUTTURE-URBANISTICA-PATRIMONIO ED EDILIZIA SCOLASTICA
VIALE TRENTO N. 113 - 63900 FERMO (FM) - TEL.: 0734.2321 - FAX: 0734.232239
E-MAIL: URP@PROVINCIA.FM.IT - E-MAIL PEC : PROVINCIA.FERMO@EMARCHE.IT
P.I.: 02004530446 - C.F.: 90038780442



PIANO STRALCIO ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.), scala 1:10.000	Carta del rischio idrogeologico Tavola RI 59 a	ALLEGATO 4

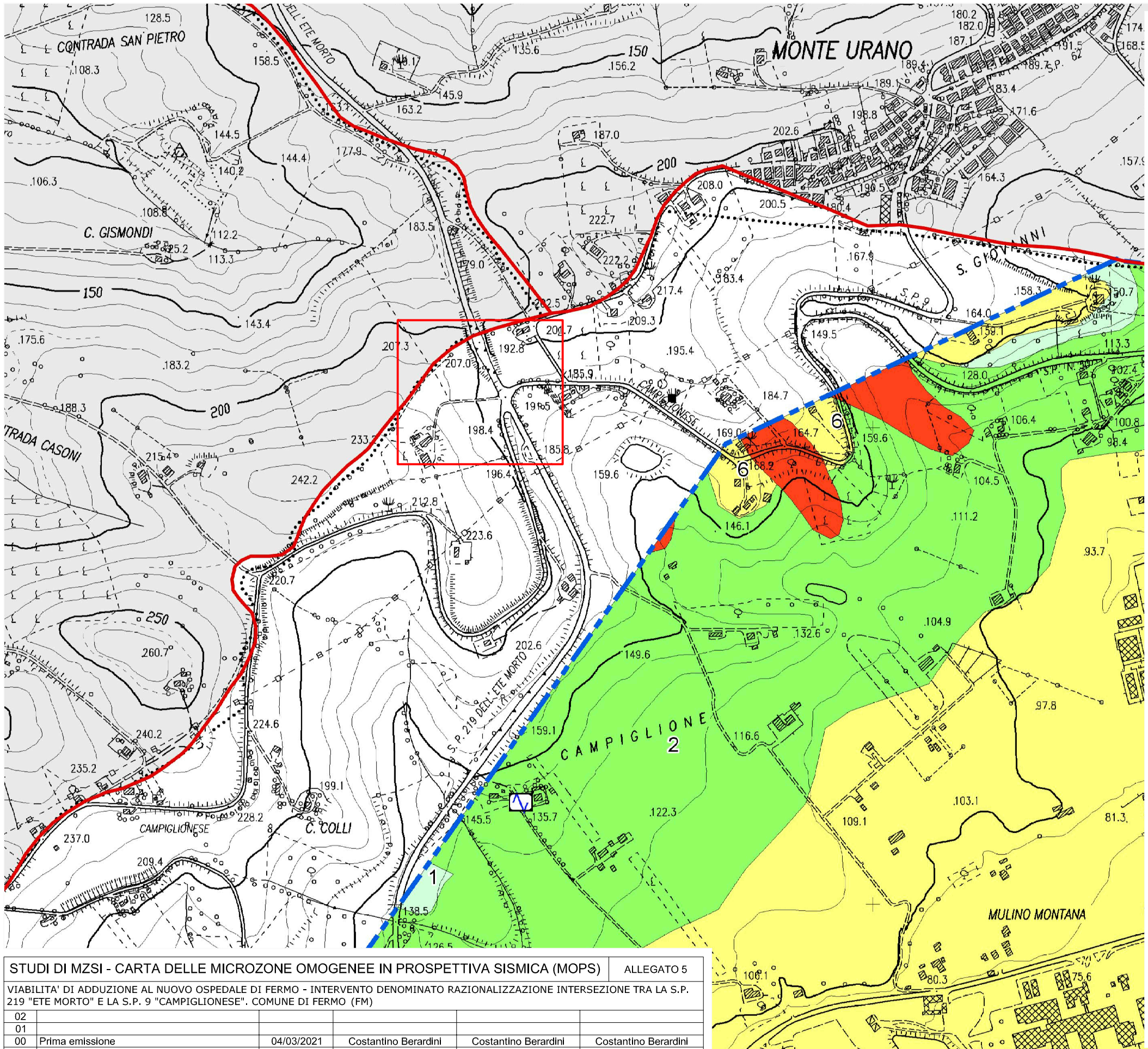
VIABILITA' DI ADDUZIONE AL NUOVO OSPEDALE DI FERMO - INTERVENTO DENOMINATO RAZIONALIZZAZIONE INTERSEZIONE TRA LA S.P. 219 "ETE MORTO" E LA S.P. 9 "CAMPIGLIONESE". COMUNE DI FERMO (FM)

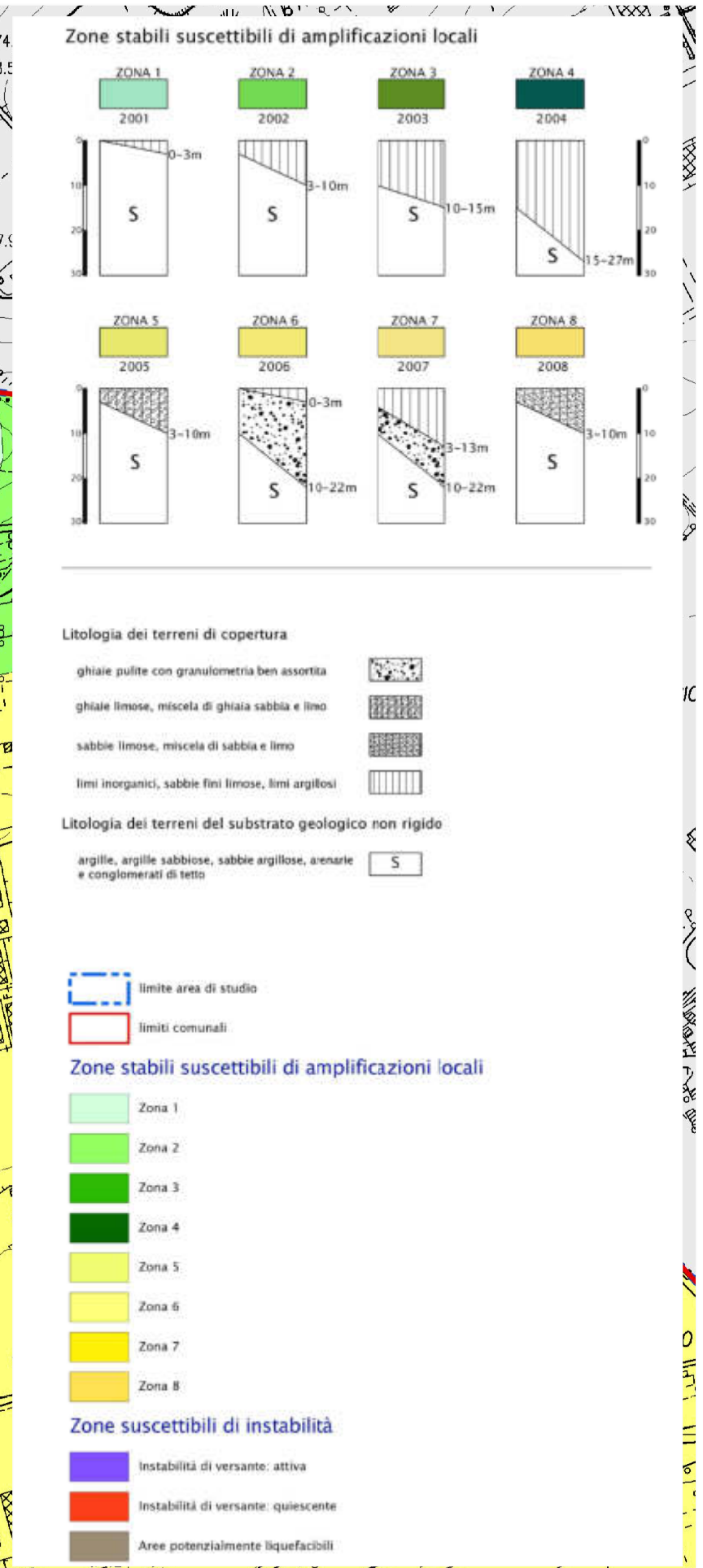
REV.	DESCRIZIONE	DATA	PREPARATO	RIESAMINATO	VALIDATO
02					
01					
00	Prima emissione	04/03/2021	Costantino Berardini	Costantino Berardini	Costantino Berardini

OPERA DELL'INGEGNO – RIPRODUZIONE VIETATA, OGNI DIRITTO RISERVATO – ART. 99 L. 633/41

PROVINCIA DI FERMO

SETTORE VIABILITA'-INFRASTRUTTURE-URBANISTICA-PATRIMONIO ED EDILIZIA SCOLASTICA
VIALE TRENTO N. 113 - 63900 FERMO (FM) - TEL.: 0734.2321 - FAX: 0734.232239
E-MAIL: URP@PROVINCIA.FM.IT - E-MAIL PEC : PROVINCIA.FERMO@EMARCHE.IT
P.I.: 02004530446 - C.F.: 90038780442



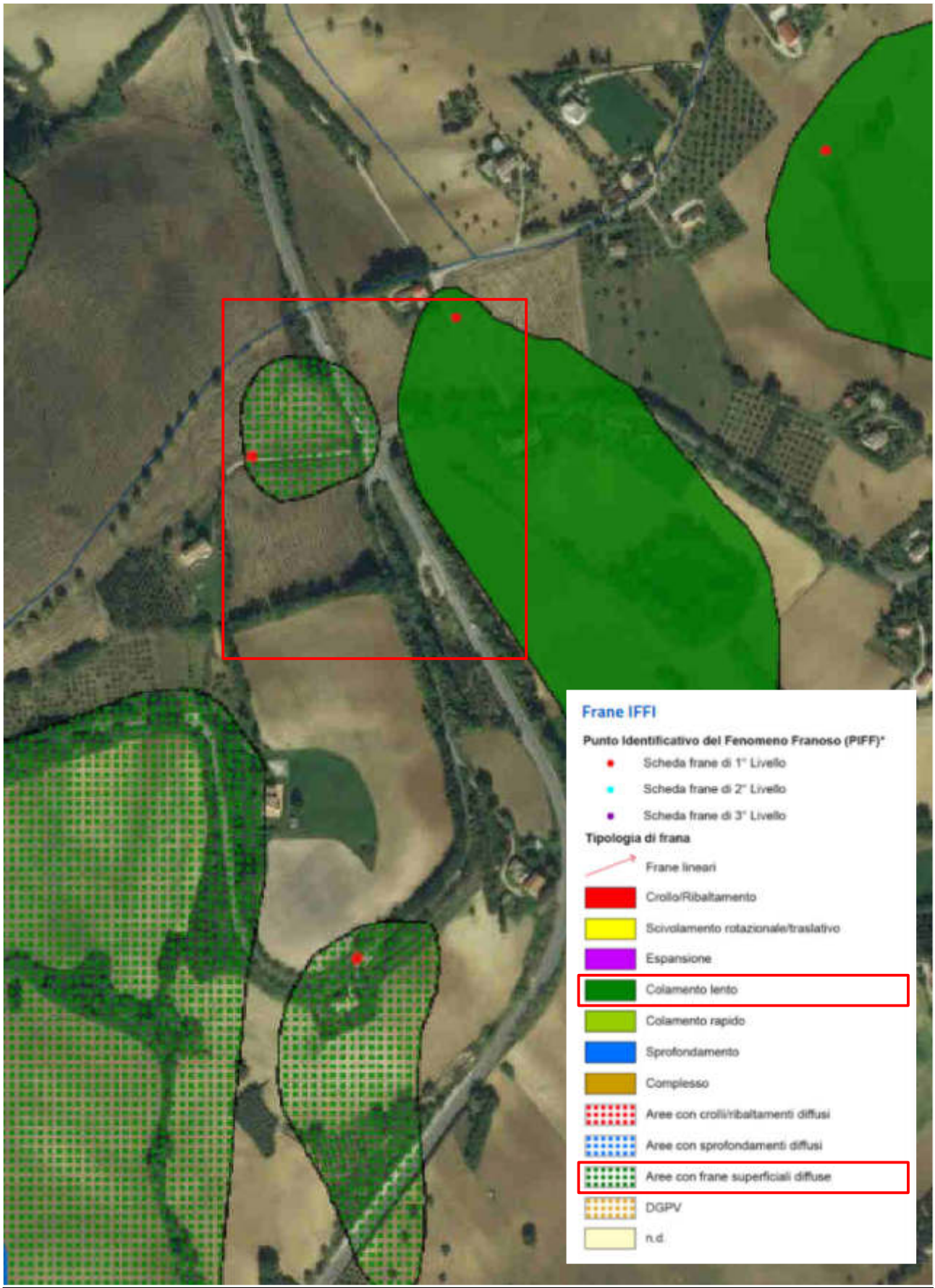


STUDI DI MZSI - CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)					ALLEGATO 5
VIABILITA' DI ADDUZIONE AL NUOVO OSPEDALE DI FERMO - INTERVENTO DENOMINATO RAZIONALIZZAZIONE INTERSEZIONE TRA LA S.P. 219 "ETE MORTO" E LA S.P. 9 "CAMPIGLIONESE". COMUNE DI FERMO (FM)					
02					
01					
00	Prima emissione	04/03/2021	Costantino Berardini	Costantino Berardini	Costantino Berardini
REV.	DESCRIZIONE	DATA	PREPARATO	RIESAMINATO	VALIDATO

OPERA DELL'INGEGNO – RIPRODUZIONE VIETATA, OGNI DIRITTO RISERVATO – ART. 99 L. 633/41

PROVINCIA DI FERMO

SETTORE VIABILITA'-INFRASTRUTTURE-URBANISTICA-PATRIMONIO ED EDILIZIA SCOLASTICA
VIALE TRENTO N. 113 - 63900 FERMO (FM) - TEL.: 0734.2321 - FAX: 0734.232239
E-MAIL: URP@PROVINCIA.FM.IT - E-MAIL PEC : PROVINCIA.FERMO@EMARCHE.IT
P.I.: 02004530446 - C.F.: 90038780442



INVENTARIO DEI FENOMENI FRANOSI IN ITALIA - PROGETTO I.F.F.I. | ALLEGATO 6

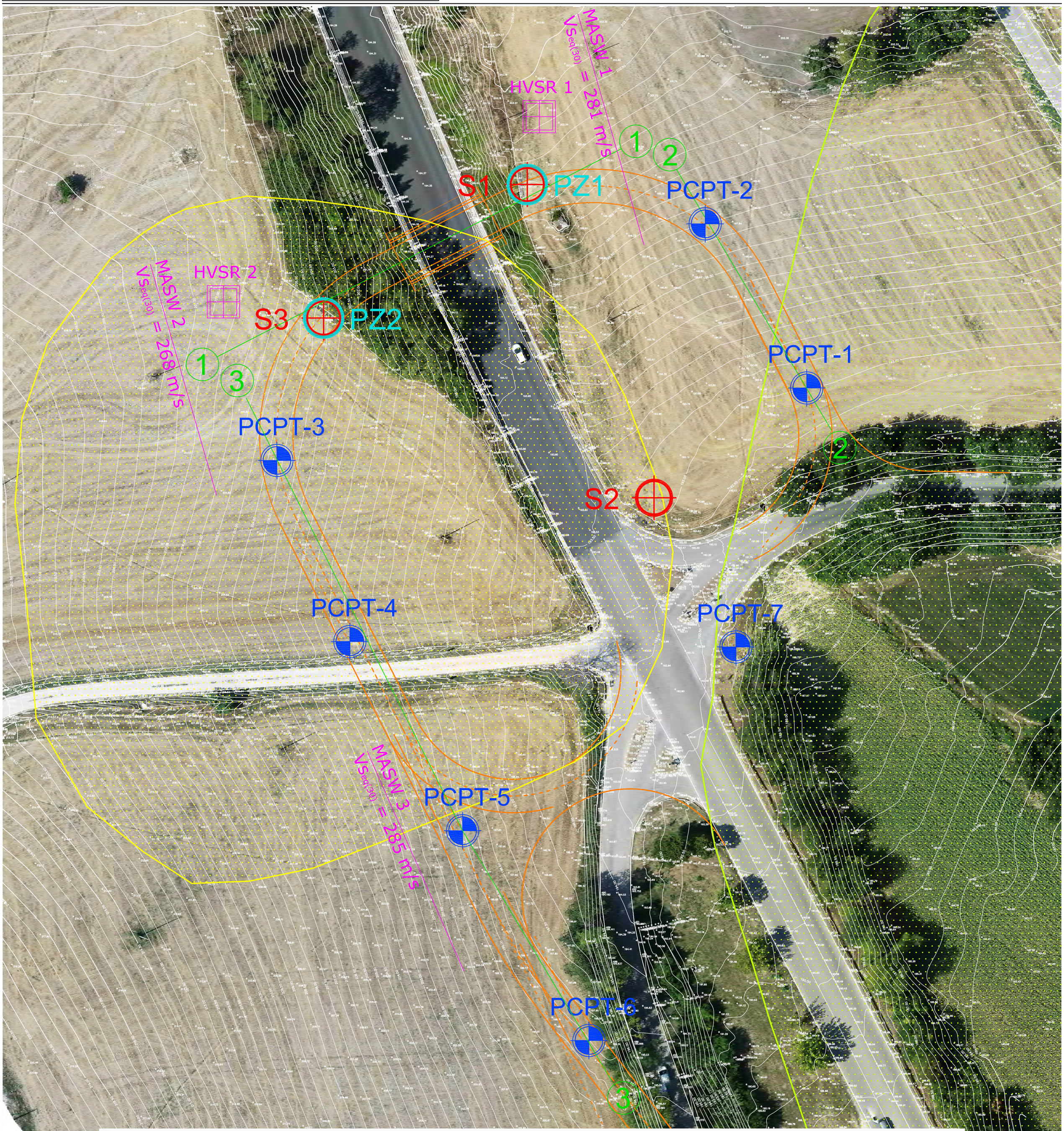
VIABILITA' DI ADDUZIONE AL NUOVO OSPEDALE DI FERMO - INTERVENTO DENOMINATO RAZIONALIZZAZIONE INTERSEZIONE TRA LA S.P. 219 "ETE MORTO" E LA S.P. 9 "CAMPIGLIONESE". COMUNE DI FERMO (FM)

REV.	DESCRIZIONE	DATA	PREPARATO	RIESAMINATO	VALIDATO
02					
01					
00	Prima emissione	04/03/2021	Costantino Berardini	Costantino Berardini	Costantino Berardini

OPERA DELL'INGEGNO – RIPRODUZIONE VIETATA, OGNI DIRITTO RISERVATO – ART. 99 L. 633/41

PROVINCIA DI FERMO

SETTORE VIABILITA'-INFRASTRUTTURE-URBANISTICA-PATRIMONIO ED EDILIZIA SCOLASTICA
VIALE TRENTO N. 113 - 63900 FERMO (FM) - TEL.: 0734.2321 - FAX: 0734.232239
E-MAIL: URP@PROVINCIA.FM.IT - E-MAIL PEC : PROVINCIA.FERMO@EMARCHE.IT
P.I.: 02004530446 - C.F.: 90038780442



LEGENDA INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOTECNICHE E GEOFISICHE

Sn	Sondaggio geognostico a rotazione a carotaggio continuo	Sn - Cn	Campione di terreno indisturbato a pressione (Shelby)	DH	Indagine geofisica in foro con tecnica Down Hole
Sn	Sondaggio geognostico a rotazione a distruzione di nucleo	Sn - Cn	Campione di terreno indisturbato a rotazione (Dennison)	MASWn	Indagine geofisica con tecnica Multichannel Analysis Surface Wawes
PDPSHn	Prova penetrometrica dinamica Deep Penetrometer Super Heavy	Sn - Cn	Campione di terreno irimaneggiato	RIFRAn	Indagine geofisica con sismica a rifrazione in onde P ed SH
PDPMn	Prova penetrometrica dinamica Deep Penetrometer Medium	PZn	Piezometro a tubo aperto	HVSRn	Misura passiva microtremori Horizontal to Vertical Spectral Ratio
CPTn	Prova penetrometrica statica Cone Penetration Test	PCn	Piezometro di Casagrande	Tn	Scavo esplorativo
SPTn	Prova Standard Penetration Test in foro di sondaggio	In	Tubo inclinometrico	GPRn	Indagine Georadar

LEGENDA PIANO ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)

AREE A RISCHIO FRANA		AREE A RISCHIO ESONDAZIONE	
RISCHIO MODERATO R1	RISCHIO ELEVATO R3	RISCHIO MODERATO R1	RISCHIO ELEVATO R3
RISCHIO MEDIO R2	RISCHIO MOLTO ELEVATO R4	RISCHIO MEDIO R2	RISCHIO MOLTO ELEVATO R4

UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOTECNICHE E GEOFISICHE, scala 1:500 — ALLEGATO 7

VIABILITA' DI ADDUZIONE AL NUOVO OSPEDALE DI FERMO - INTERVENTO DENOMINATO RAZIONALIZZAZIONE INTERSEZIONE TRA LA S.P. 219 "ETE MORTO" E LA S.P. 9 "CAMPIGLIONESE". COMUNE DI FERMO (FM)

REV.	DESCRIZIONE	DATA	PREPARATO	RIESAMINATO	VALIDATO
02					
01					
00	Prima emissione	04/03/2021	Costantino Berardini	Costantino Berardini	Costantino Berardini

OPERA DELL'INGEGNO – RIPRODUZIONE VIETATA, OGNI DIRITTO RISERVATO – ART. 99 L. 633/41

PROVINCIA DI FERMO
SETTORE VIABILITA'-INFRASTRUTTURE-URBANISTICA-PATRIMONIO ED EDILIZIA SCOLASTICA
VIALE TRENTO N. 113 - 63900 FERMO (FM) - TEL.: 0734.2321 - FAX: 0734.232239
E-MAIL: URP@PROVINCIA.FM.IT - E-MAIL PEC : PROVINCIA.FERMO@EMARCHE.IT
P.I.: 02004530446 - C.F.: 90038780442

ALLEGATO 8
INDAGINI GEOGNOSTICHE

Sondaggi geognostici a rotazione e carotaggio continuo

INDAGINI GEOGNOSTICHE					ALLEGATO 8
VIABILITA' DI ADDUZIONE AL NUOVO OSPEDALE DI FERMO - INTERVENTO DENOMINATO RAZIONALIZZAZIONE INTERSEZIONE TRA LA S.P. 219 "ETE MORTO" E LA S.P. 9 "CAMPIGLIONESE". COMUNE DI FERMO (FM)					
02					
01					
00	Prima emissione	04/03/2021	Costantino Berardini	Costantino Berardini	Costantino Berardini
REV.	DESCRIZIONE	DATA	PREPARATO	RIESAMINATO	VALIDATO

OPERA DELL'INGEGNO – RIPRODUZIONE VIETATA. OGNI DIRITTO RISERVATO – ART. 99 L. 633/41

PROVINCIA DI FERMO

SETTORE VIABILITA'-INFRASTRUTTURE-URBANISTICA-PATRIMONIO ED EDILIZIA SCOLASTICA
VIALE TRENTO N. 113 - 63900 FERMO (FM) - TEL.: 0734.2321 - FAX: 0734.232239
E-MAIL: URP@PROVINCIA.FM.IT - E-MAIL PEC : PROVINCIA.FERMO@EMARCHE.IT
P.I.: 02004530446 - C.F.: 90038780442

Committente: PROVINCIA DI FERMO

Cantiere: INTERSEZIONE TRA LA S.P. 219 "ETE MORTO" E LA S.P. 9 "CAMPIGLIONESE

Località: CAMPIGLIONE COMUNE DI FERMO (AP)

Impresa esecutrice: TECNOSONDAGGI DI BRUCIAPAGLIA CLAUDIO

Data: LUGLIO 2020

SONDAGGIO

S1

Pz1

QUOTA DA P.d.C. (ml)	POTENZA STRATO (ml)	STRATIGRAFIA	DESCRIZIONE LITOLOGICA
1.20	1.20		Limo debolmente sabbioso bruno con concrezioni di carbonato di calcio nodulare con resti vegetali e ossidi scuri (TERRENO VEGETALE)
9.00	7.80		Limo-argilloso passante da colore marrone chiaro giallastro (4/4 2.5Y) a nocciola avana (5/2 2.5Y) con taschette di sabbia limosa, alcune concrezioni di carbonato di calcio nodulare ed a luoghi litoide e ossidi scuri e ocracei. Struttura indistinta. Da -3.80 a -4.50 m maggiore presenza di concrezioni nodulari di carbonato di calcio. Da -5.00 a -5.70 m colore marrone con concrezioni di carbonato di calcio. Da -5.70 m aumenta la percentuale in sabbia fino a circa -8.00 m, colore nocciola. Da -8.00 m limo argilloso con veli sabbiosi e ossidi ocracei sparsi.
18.00	9.00		A circa -9.50 m frattura con inclinazione di circa 45°. Da -13.0 m colore più grigio con rare tasche di sabbia limosa ocracea e grigio scura. Da -15.00 m ricompare il colore nocciola con veli marroni, tasche di limo sabbioso con molti ossi ocracei e concrezioni di carbonato di calcio, struttura indistinta a tratti caotica
20.00	2.00		Limo argilloso con tasche e livelletti di sabbia limosa ocracea.
25.00	5.00		Limo argilloso marnoso con tasche di sabbia limosa. Colore predominante grigio scuro. Struttura presente, sedimento compatto.

CAMPIONI (SHELBY/DENNISON)	STANDARD PENETRATION TEST (SPT)
2.50 – S1 - C1 – 3.00	
6.00 – S1 - C2 – 6.50	
10.50 – S1 - C3 – 11.00	12.00 (14-19-25)
	14.70 (15-22-29)
23.00 – S1 - C4 – 23.50	

FALDA

METODO DI PERFORAZIONE: CAROTAGGIO CONTINUO - CAROTIERE SEMPLICE Ø100 mm

RIVESTIMENTO: Ø 127 mm

PIEZOMETRO: PIEZOMETRO A TUBO APERTO Ø 2"

INCLINOMETRO

POCKET PENETROMETER	VANE TEST MAX	VANE TEST RESIDUO	RQD (%)
4.7			
5.2			
>6.0			
>6.0			
5.80			
5.50			
4.50			
5.10			
5.30			
>6.0			
6.0			
6.0			
>6.0			
>6.0			
>6.0			
>6.0			
>6.0			
5.4			
5.8			
5.0			
5.0			
4.8			
4.6			
5.3			
6.0			
>6.0			
4.70			
4.5			
6.0			
5.10			
>6.0			
>6.0			
5.2			
5.8			
5.5			
6.0			
>6.0			
>6.0			
>6.0			
>6.0			
>6.0			
>6.0			
>6.0			
>6.0			
>6.0			
>6.0			
>6.0			

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA













STRATIGRAFIA SONDAGGIO S1-Pz1, Scala 1:100 — ALLEGATO 8

VIABILITA' DI ADDUZIONE AL NUOVO OSPEDALE DI FERMO - INTERVENTO DENOMINATO RAZIONALIZZAZIONE INTERSEZIONE TRA LA S.P. 219 "ETE MORTO" E LA S.P. 9 "CAMPIGLIONESE". COMUNE DI FERMO (FM)

REV.	DESCRIZIONE	DATA	PREPARATO	RIESAMINATO	VALIDATO
02					
01					
00	Prima emissione	04/03/2021	Costantino Berardini	Costantino Berardini	Costantino Berardini

OPERA DELL'INGEGNO – RIPRODUZIONE VIETATA, OGNI DIRITTO RISERVATO – ART. 99 L. 633/41

PROVINCIA DI FERMO

SETTORE VIABILITA'-INFRASTRUTTURE-URBANISTICA-PATRIMONIO ED EDILIZIA SCOLASTICA
VIALE TRENTO N. 113 - 63900 FERMO (FM) - TEL.: 0734.2321 - FAX: 0734.232239
E-MAIL: URP@PROVINCIA.FM.IT - E-MAIL PEC : PROVINCIA.FERMO@EMARCHE.IT
P.I.: 02004530446 - C.F.: 90038780442

Committente: PROVINCIA DI FERMO

Cantiere: INTERSEZIONE TRA LA S.P. 219 "ETE MORTO" E LA S.P. 9 "CAMPIGLIONESE

Località: CAMPIGLIONE COMUNE DI FERMO (AP)

Impresa esecutrice: TECNOSONDAGGI DI BRUCIAPAGLIA CLAUDIO

Data: LUGLIO 2020

SONDAGGIO

S2

QUOTA DA P.d.C. (ml)	POTENZA STRATO (ml)	STRATIGRAFIA	DESCRIZIONE LITOLOGICA	CAMPIONI (SHELBY/DENNISON)	STANDARD PENETRATION TEST (SPT)	FALDA	METODO DI PERFORAZIONE	RIVESTIMENTO	PIEZOMETRO	INCLINOMETRO	POCKET PENETROMETER	VANE TEST MAX	VANE TEST RESIDUO	RQD (%)
1.50	1.50		Limo debolmente sabbioso bruno con concrezioni di carbonato di calcio nodulare con resti vegetali e ossidi scuri		1.50 5-9-11			Ø 127 mm			>6.0			
											>6.0			
											>6.0			
											4.6			
											5.4			
											4.8			
											4.1			
											4.1			
					4.50 5-6-10						4.5			
											4.6			
											4.5			
											2.5			
											2.8			
											2.3			
											3.5			
											2.8			
											4.2			
											3.4			
10.00	8.50		Limo argilloso passante da colore marrone chiaro giallastro (4/4 2.5Y) a nocciola avana (5/2 2.5Y) con taschette di sabbia limosa, alcune concrezioni di carbonato di calcio nodulare e ossidi scuri e ocracei. Struttura indistinta. Da -5.00 m aumenta la percentuale di sabbia e la presenza di concrezioni nodulari di carbonato di calcio. Colore più scuro da -6.50 m a -8.50 m leggermente plastico al tatto. Tasca di concrezione idi carbonato di calcio a circa -9.60 m. Da -9.70 m a fondo foro -10.00 m livello limoso scuro. Struttura indistinta a tratti caotica								4.5			

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA







STRATIGRAFIA SONDAGGIO S2-Pz1, Scala 1:100 — ALLEGATO 8

VIABILITA' DI ADDUZIONE AL NUOVO OSPEDALE DI FERMO - INTERVENTO DENOMINATO RAZIONALIZZAZIONE INTERSEZIONE TRA LA S.P. 219 "ETE MORTO" E LA S.P. 9 "CAMPIGLIONESE". COMUNE DI FERMO (FM)

REV.	DESCRIZIONE	DATA	PREPARATO	RIESAMINATO	VALIDATO
02					
01					
00	Prima emissione	04/03/2021	Costantino Berardini	Costantino Berardini	Costantino Berardini

OPERA DELL'INGEGNO – RIPRODUZIONE VIETATA, OGNI DIRITTO RISERVATO – ART. 99 L. 633/41

PROVINCIA DI FERMO

SETTORE VIABILITA'-INFRASTRUTTURE-URBANISTICA-PATRIMONIO ED EDILIZIA SCOLASTICA
VIALE TRENTO N. 113 - 63900 FERMO (FM) - TEL.: 0734.2321 - FAX: 0734.232239
E-MAIL: URP@PROVINCIA.FM.IT - E-MAIL PEC : PROVINCIA.FERMO@EMARCHE.IT
P.I.: 02004530446 - C.F.: 90038780442

Committente: PROVINCIA DI FERMO

Cantiere: INTERSEZIONE TRA LA S.P. 219 "ETE MORTO" E LA S.P. 9 "CAMPIGLIONESE

Località: CAMPIGLIONE COMUNE DI FERMO (AP)

Impresa esecutrice: TECNOSONDAGGI DI BRUCIAPAGLIA CLAUDIO

Data: LUGLIO 2020

SONDAGGIO

S3

Pz2

QUOTA DA P.d.C. (ml)	POTENZA STRATO (ml)	STRATIGRAFIA	DESCRIZIONE LITOLOGICA
1.20	1.20		Limo debolmente sabbioso bruno con concrezioni di carbonato di calcio nodulare con resti vegetali e ossidi scuri
8.00	6.50		Limo argilloso passante da colore marrone chiaro giallastro (4/4 2.5Y) a nocciola avana (5/2 2.5Y) con taschette di sabbia limosa, alcune concrezioni di carbonato di calcio nodulare e ossidi scuri e ocracei. Struttura indistinta. Da -1.95 a -2.30 m maggiore presenza di concrezioni nodulari di carbonato di calcio. Da -7.50 a -8.00 m colore marrone scuro con concrezioni di carbonato di calcio
11.00	3.00		Da- 8.00 a -8.50 m livello limoso grigio plastico. Da -8.50 m a -8.90 m livello di limo debolmente sabbioso colore nocciola con veli grigi. Da -8.90 m ritorna il colore grigio con presenza di alcune rare concrezioni di carbonato di calcio eveli nerastri. Da -10.00 m ricompare il colore nocciola verdastro. Assenza di struttura con concrezioni di carbonato di calcio.
14.00	3.00		Limo argilloso di colore grigio con tasche e livelletti di sabbia limosa ocracea.
25.00	11.00		Limo argilloso marnoso con tasche di sabbia limosa. Colore predominante grigio scuro. Struttura presente, sedimento compatto

CAMPIONI (SHELBY/DENNISON): 4.50 S3 - C2 5.00; 12.00 S3 - C2 12.50; 17.50 S3 - C3 18.00

STANDARD PENETRATION TEST (SPT): 6.50 8-12-21; 18.00 16-23-27

FALDA

METODO DI PERFORAZIONE: CAROTAGGIO CONTINUO - CAROTIERE SEMPLICE Ø100 mm

RIVESTIMENTO: Ø 127 mm

PIEZOMETRO: PIEZOMETRO A TUBO APERTO Ø 2"

INCLINOMETRO

POCKET PENETROMETER	VANE TEST MAX	VANE TEST RESIDUO	RQD (%)
>6.0			
>6.0			
>6.0			
>6.0			
>6.0			
5.50			
>6.0			
4.5			
4.5			
4.5			
4.5			
5.7			
4.0			
4.5			
4.9			
>6.0			
>6.0			
>6.0			
3.7			
4.6			
4.8			
4.5			
5.5			
4.3			
4.3			
4.8			
4.1			
5.5			
4.7			
>6.0			
>6.0			
4.8			
5.6			
4.0			
5.1			
5.5			
5.8			
6.0			
>6.0			
6.0			
>6.0			
5.5			
6.0			
6.0			
5.8			
>6.0			
>6.0			
>6.0			
>6.0			
>6.0			

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA













STRATIGRAFIA SONDAGGIO S3-Pz2, Scala 1:100 — ALLEGATO 8

VIABILITA' DI ADDUZIONE AL NUOVO OSPEDALE DI FERMO - INTERVENTO DENOMINATO RAZIONALIZZAZIONE INTERSEZIONE TRA LA S.P. 219 "ETE MORTO" E LA S.P. 9 "CAMPIGLIONESE". COMUNE DI FERMO (FM)

REV.	DESCRIZIONE	DATA	PREPARATO	RIESAMINATO	VALIDATO
02					
01					
00	Prima emissione	04/03/2021	Costantino Berardini	Costantino Berardini	Costantino Berardini

OPERA DELL'INGEGNO – RIPRODUZIONE VIETATA, OGNI DIRITTO RISERVATO – ART. 99 L. 633/41

PROVINCIA DI FERMO
SETTORE VIABILITA'-INFRASTRUTTURE-URBANISTICA-PATRIMONIO ED EDILIZIA SCOLASTICA
VIALE TRENTO N. 113 - 63900 FERMO (FM) - TEL.: 0734.2321 - FAX: 0734.232239
E-MAIL: URP@PROVINCIA.FM.IT - E-MAIL PEC : PROVINCIA.FERMO@EMARCHE.IT
P.I.: 02004530446 - C.F.: 90038780442

ALLEGATO 9
INDAGINI GEOTECNICHE IN SITO E GEOFISICHE

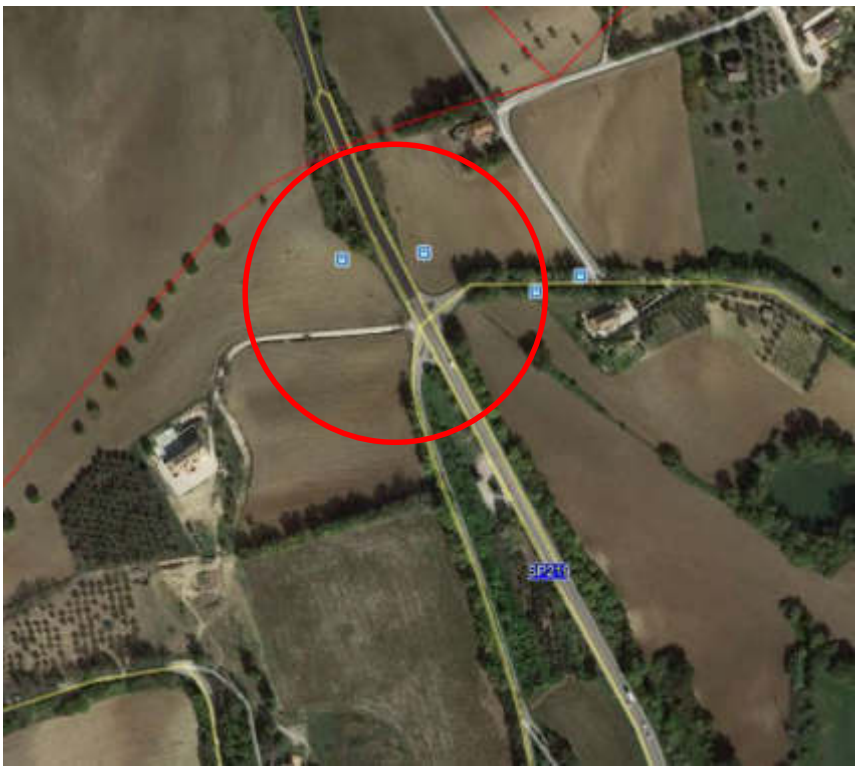
Prove penetrometriche Cone Penetration Test (C.P.T.)

Prova con tecnica Multichannel Analisys of Surface Wawes (M.A.S.W.)

Prova Orizontal to vertical Spectral Ratio (H.V.S.R.)

OPERA DELL'INGEGNO – RIPRODUZIONE VIETATA. OGNI DIRITTO RISERVATO – ART. 99 L. 633/41

Geco Srl Servizi Geologici & Indagini Sismiche
Via Osoppo, 38 / 60015 Falconara Marittima (AN)
P. IVA 02541280422 tel e fax 071 9156126
www.gecogeologia.com info@gecogeologia.com 328.02.82.743 / 328.20.40.857



INDAGINI GEOGNOTECNICHE E GEOFISICHE ESEGUITE PRESSO INTERSEZIONE TRA S.P. 219 ETE MORTO E S.P. 9 CAMPIGLIONESE NEL COMUNE DI FERMO

Oggetto: Indagine Geofisica e Geotecnica

Committente: Provincia di Fermo

Commessa: 099-21

Falconara M.ma, lì 23 Febbraio 2021

Il Responsabile GECO srl
Dott. Marco Gaggiotti
328-2040857

La presente relazione è ad uso esclusivo della pratica in oggetto. La pubblicazione integrale o di una sua parte è vietata senza il consenso dell'Autore.

INDICE

1. PREMESSA....3
1.1 Geotecnica....3
1.2 Geofisica....3
2. PROVE PENETROMETRICHE STATICHE "CPT"....5
3. INDAGINE SISMICA PASSIVA HVSR (Horizzontal to Vertical Spectral Ratio)....6
3.1 Strumentazione impiegata....6
4. INDAGINE SISMICA TIPO MASW....6
4.1 Strumentazione utilizzata....6
4.2 Indagine MASW: metodologia ed acquisizione....7
5. HVSR1....7
5.1 Analisi ed elaborazione dei segnali acquisiti....7
5.2 Descrizione dei risultati....9
6. MASW1....9
6.1 Analisi ed elaborazione dei sismogrammi acquisiti....9
6.2 Analisi congiunta Rayleigh/HVSR1....11
7. HVSR2....12
7.1 Analisi ed elaborazione dei segnali acquisiti....12
7.2 Descrizione dei risultati....14
8. MASW2....14
8.1 Analisi ed elaborazione dei sismogrammi acquisiti....14
8.2 Analisi congiunta Rayleigh/HVSR2....15
9. MASW3....16
9.1 Analisi ed elaborazione dei sismogrammi acquisiti....16
10. CONCLUSIONI....18
10.1 MASW1/HVSR1....18
10.2 MASW2/HVSR2....19
10.3 MASW3....20

TAVOLE:

Tav.1 – Ubicazione indagini;

ALLEGATI:

All.1 – PROVE PENETROMETRICHE – Tabulati e grafici

1. PREMESSA

A seguito affidamento Prot.n. 12838 del 06/10/2020 da parte della Provincia di Fermo, è stata eseguita una campagna di indagini geofisiche per lavori di progettazione dell'intervento denominato razionalizzazione intersezione tra S.P. 219 Ete Morto e S.P. 9 Campiglionese nel Comune di Fermo.

Le indagini, sono state eseguite secondo il programma riportato.

1.1 Geotecnica

- esecuzione di n°7 prove penetrometriche statiche (CPT) spinte alle profondità variabili di 11,00 m e 14,60 m dal p.c.

n°	Prova	Profondità		Data
		da	a	
P1	CPT 1	0,00	13,60	09/02/21
P2	CPT 2	0,00	14,20	09/02/21
P3	CPT 3	0,00	12,00	09/02/21
P4	CPT 4	0,00	11,00	09/02/21
P5	CPT 5	0,00	11,60	09/02/21
P6	CPT 6	0,00	12,00	09/02/21
P7	CPT 7	0,00	14,60	09/02/21

Tab.1 – Elenco prove penetrometriche "CPT".

1.2 Geofisica

- esecuzione di n°2 indagini sismiche HVSR;
- esecuzione di n°3 indagini sismiche MASW con acquisizione delle onde di Rayleigh (componente verticale ZVF);

n°	Stesa	Lunghezza (m)	N° Scoppi	Data	Documentazione fotografica
1	HVSR1	-	-	09/02/21	

2	HVSR2	-	-	09/02/21	
3	MASW1	46,00	6	09/02/21	
4	MASW2	46,00	6	09/02/21	
5	MASW3	46,00	6	09/02/21	

Tab.2 – Elenco indagini geofisiche.

2. PROVE PENETROMETRICHE STATICHE "CPT"

Per l'esecuzione delle prove penetrometriche è stato utilizzato un penetrometro Pagani modello TG 63-100 avente le seguenti caratteristiche:

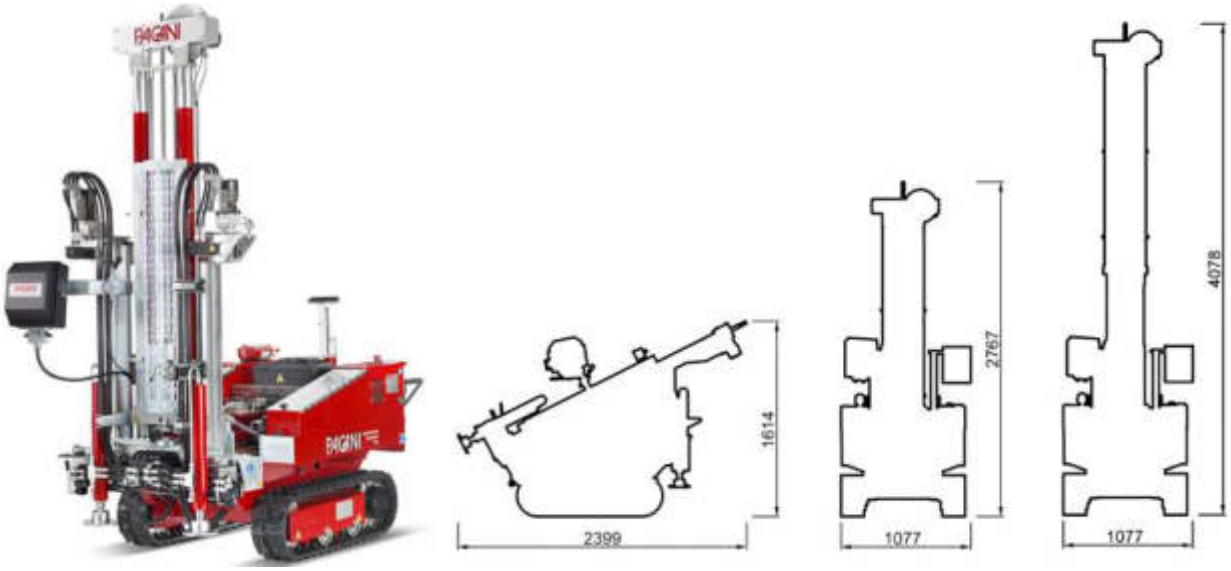


Fig.1: Scheda tecnica Penetrometro Pagani TG 63-100.

Le prove penetrometriche statiche consentono una buona caratterizzazione geotecnica del sottosuolo, in supporto all'attività di progettazione.

La prova statica meccanica consiste nella misura, mediante cella di carico, delle variazioni di resistenza che il terreno presenta all'avanzamento di una punta conica standard (Begemann) infissa a velocità costante nel terreno (2 cm/s ± 0,5 cm/s).

La penetrazione viene effettuata tramite un dispositivo di spinta (martinetto idraulico), opportunamente ancorato al suolo, che agisce su una batteria doppia di aste (aste coassiali esterne cave e interne piene), alla cui estremità è collegata la punta.

I valori acquisiti dalla cella di carico sono visualizzati sul display di una Sistema Acquisizione Automatico, annotando su di un apposito modulo di campagna i seguenti dati:

- Lettura alla punta = prima lettura di campagna durante l'infissione relativa all'infissione della sola punta
- Lettura laterale = seconda lettura di campagna relativa all'infissione della punta+manicotto

Vengono infine riportate le caratteristiche standardizzate della punta meccanica "Begemman" utilizzata:

- diametro Punta Conica meccanica (ϕ) 35,7 mm
- area di punta (Ap) 10 cm^2

- angolo di apertura del cono (α) 60°
- superficie laterale del manicotto (A_m) 150 cm^2

3. INDAGINE SISMICA PASSIVA HVSR (Horizzontal to Vertical Spectral Ratio)

La tecnica HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) è basata sulla misura dei rapporti medi fra le ampiezze spettrali delle componenti orizzontali e verticale del microtremore sismico ambientale. La prova a stazione singola, consiste nella valutazione sperimentale dei rapporti di ampiezza spettrale fra le componenti orizzontali (H) e la componente verticale (V) delle vibrazioni ambientali sulla superficie del terreno misurati in un punto con un apposito sismometro a tre componenti.

3.1 Strumentazione impiegata

Le misure di microtremore ambientale sono state eseguite per mezzo di un tromografo 24 bit GEOBOX prodotto dalla ditta Sara Instruments Srl (frequenza di risonanza propria 4.5 Hz) digitale portatile progettato specificamente per l'acquisizione del rumore sismico.

Lo strumento (GeoBox – Sara Intrument) è dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati secondo le direzioni Verticale, NS, EW, ad alta definizione, alimentato a batterie, senza cavi esterni.

4. INDAGINE SISMICA TIPO MASW

4.1 Strumentazione utilizzata

L'attrezzatura e la strumentazione utilizzata è costituita da:

- un sistema di energizzazione per le onde P: la sorgente è costituita da una mazza del peso di 8 Kg battente verticalmente su piastra circolare in acciaio del diametro di 25 cm posta direttamente sul p.c. per la generazione di onde superficiali e di volume;
- un sistema di ricezione: costituito da 24 geofoni verticali con frequenza di 4.5 Hz;
- sistema di acquisizione dati: Sismografo Ambrogeo (modello ECHO 2010) con memoria dinamica a 32 bit, dotato di hard disk, in grado di memorizzare i dati acquisiti in formato SEG2 e SEGY, n° 2 cavi sismici telemetrici di 60 m ciascuno;
- un sistema di trigger: consiste in un circuito elettrico che viene chiuso nell'istante in cui la mazza colpisce la base di battuta (piastra metallica), in questo modo è possibile individuare e visualizzare l'esatto istante in cui la sorgente viene attivata e fissare l'inizio della registrazione.

4.2 Indagine MASW: metodologia ed acquisizione

La tecnica di indagine MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) non è invasiva e permette di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio Vs, sulla base della misura delle onde superficiali eseguita in corrispondenza di diversi sensori (geofoni nel caso specifico) posti sulla superficie del suolo.

L'acquisizione utilizzata è di tipo "attivo" **ZVF** (componente verticale delle onde di Rayleigh) e consiste nella registrazione simultanea di più ricevitori (geofoni verticali in questo caso), di una vibrazione prodotta da una sorgente sismica impulsiva, posta ad una data distanza dal primo ricevitore.

Il risultato finale del processo di elaborazione è il profilo verticale delle velocità delle onde S.

L'elaborazione è stata eseguita tramite il software *winMASW® Academy 2018*.

L'acquisizione è stata eseguita posizionando i 24 geofoni da 4.5 Hz, secondo la seguente configurazione spaziale e temporale: i) lunghezza stendimento ricevitori: 46 m; ii) n. geofoni: 24; iii) distanza intergeofonica: 2m; iv) n. punti di energizzazione: 6; v) offset sorgenti: 3m, 5m e 8/10m; vi) durata acquisizione: 2048ms; vii) intervallo di campionamento: 0.956 ms.

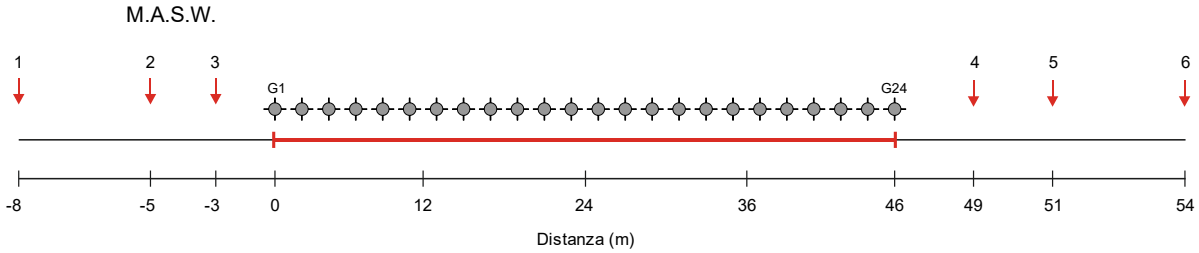


Fig.2: Geometria di acquisizione ed ubicazione punti di energizzazione.

5. HVSR1

5.1 Analisi ed elaborazione dei segnali acquisiti

I risultati delle analisi presentati in questo lavoro sono stati ottenuti con il software *winMASW® Academy 2018*, che permette di determinare i rapporti medi fra le componenti spettrali del rumore, misurate sul piano orizzontale e verticale. A questo scopo, l'acquisizione del rumore ambientale è stata suddivisa in una serie di finestre temporali di uguale durata (finestre di 20 s), per ciascuna delle quali è stato determinato lo spettro del moto.

La validità delle curve HVSR, calcolate per ciascun sito, è stata verificata, secondo i criteri di ammissibilità del progetto *SESAME*, che definiscono la robustezza statistica della curva HVSR e degli eventuali picchi presenti.

Di seguito si riportano gli spettri di ampiezza di ciascuna componente, le curve HV ottenute e i relativi risultati ottenuti applicando i criteri *SESAME.*

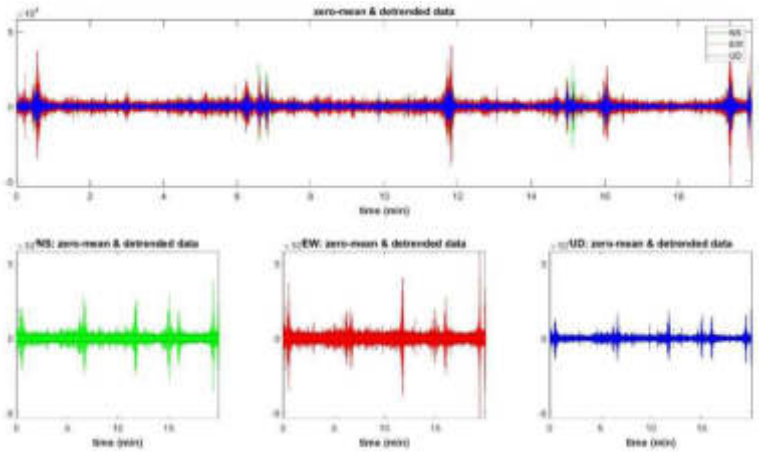


Fig.3: Visualizzazione dei dati dopo la rimozione di eventi transienti, cumulata delle tracce in alto, in basso traccia NS in verde, Traccia EW in rosso e Traccia verticale in blu.

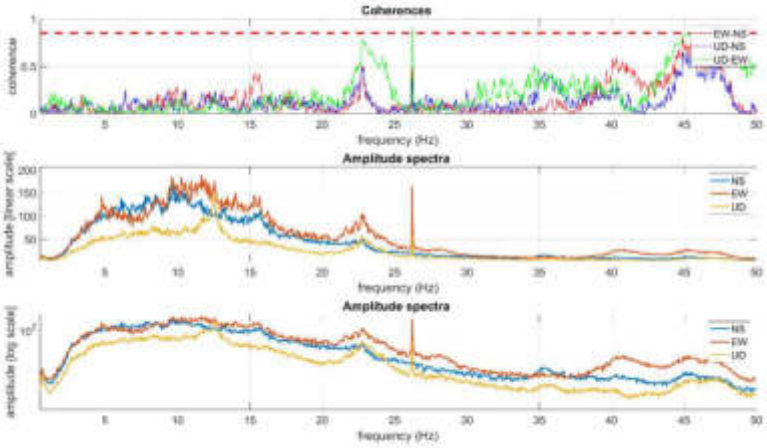


Fig.4: Spettri di ampiezza delle tre componenti con scale delle frequenze lineari (scala di ampiezza sia log che lineare) e le coerenze tra le varie coppie di sensori (EW versus NS, EW versus UD e NS versus UD).

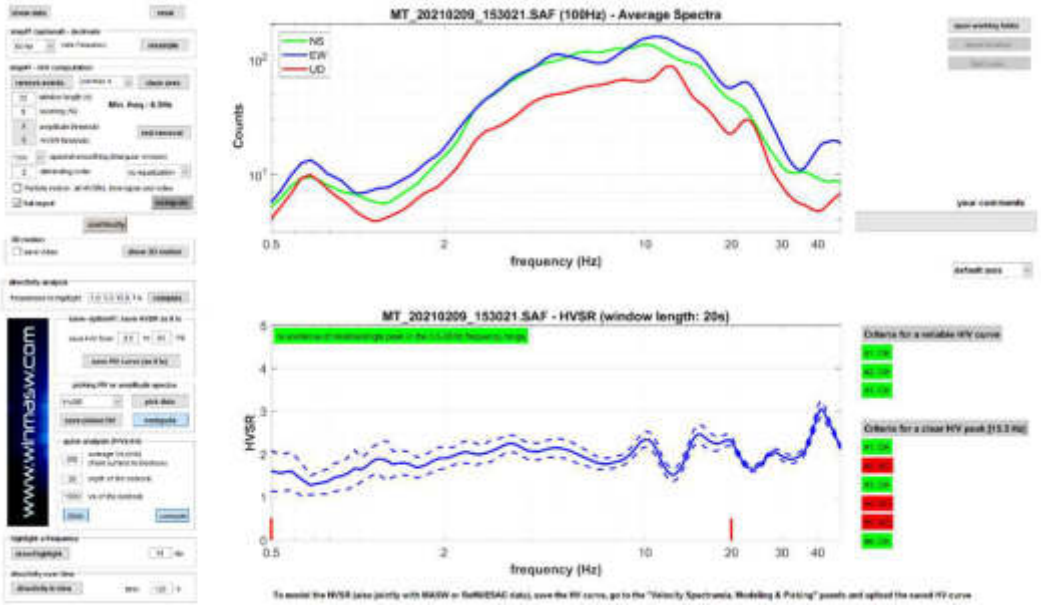


Fig.5: Spettri delle tre componenti e rapporto H/V.

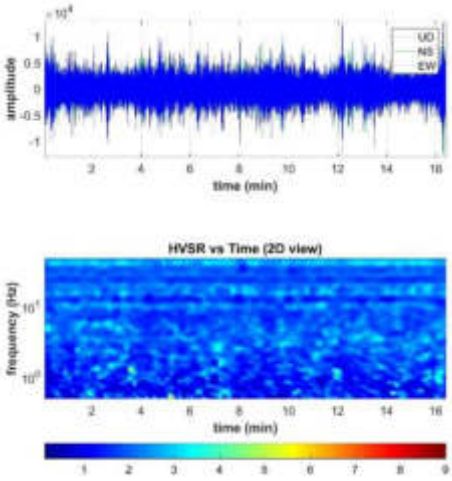


Fig.6: Persistenza del segnale.

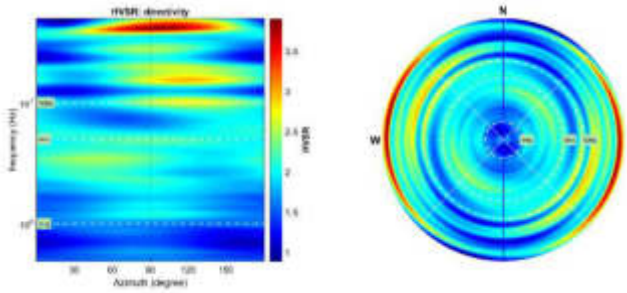


Fig.7: Direzionalità del segnale.

Dataset: MT_20210209_153021.SAF

DATA ACQUISITION Date and time: 2021/02/09

DATA PROCESSING Date: 15/02/2021
Sampling frequency (Hz): 100
Window length (sec): 20
Minimum frequency soundly determined [10 cycles]: 0.5Hz
Length of analysed dataset (min): 18.5
Tapering (%): 5 Smoothing (%): 15

SESAME criteria the results considering the data in the 0.5-20.0Hz frequency range: NO

Criteria for a reliable H/V curve
1. [f0 > 10/Lw]: 15.543 > 0.5 (OK)
2. [nc > 200]: 30774 > 200 (OK)
3. [f0>0.5Hz; sigmaA(f) < 2 for 0.5f0 < f < 2f0] (OK)

5.2 Descrizione dei risultati

Nel caso in esame la curva non individua una frequenza di risonanza significativa.

6. MASW1

6.1 Analisi ed elaborazione dei sismogrammi acquisiti

La stima dell'andamento in profondità delle velocità Vs, mediante acquisizione sismica multicanale, è ottenuta tramite l'analisi del segnale nel dominio frequenza/velocità di fase. Viene impiegato lo spettro di velocità in quanto è il dominio che permette di comprendere le proprietà dispersive del mezzo attraversato, determinando con precisione la velocità di ciascuna componente del segnale registrato.

Dopo aver scelto i sismogrammi più idonei, quelli con il miglior rapporto *segnale/rumore,* si esegue una trasformata dal dominio *spazio/tempo* al dominio *frequenza/velocità* (Fig.8).

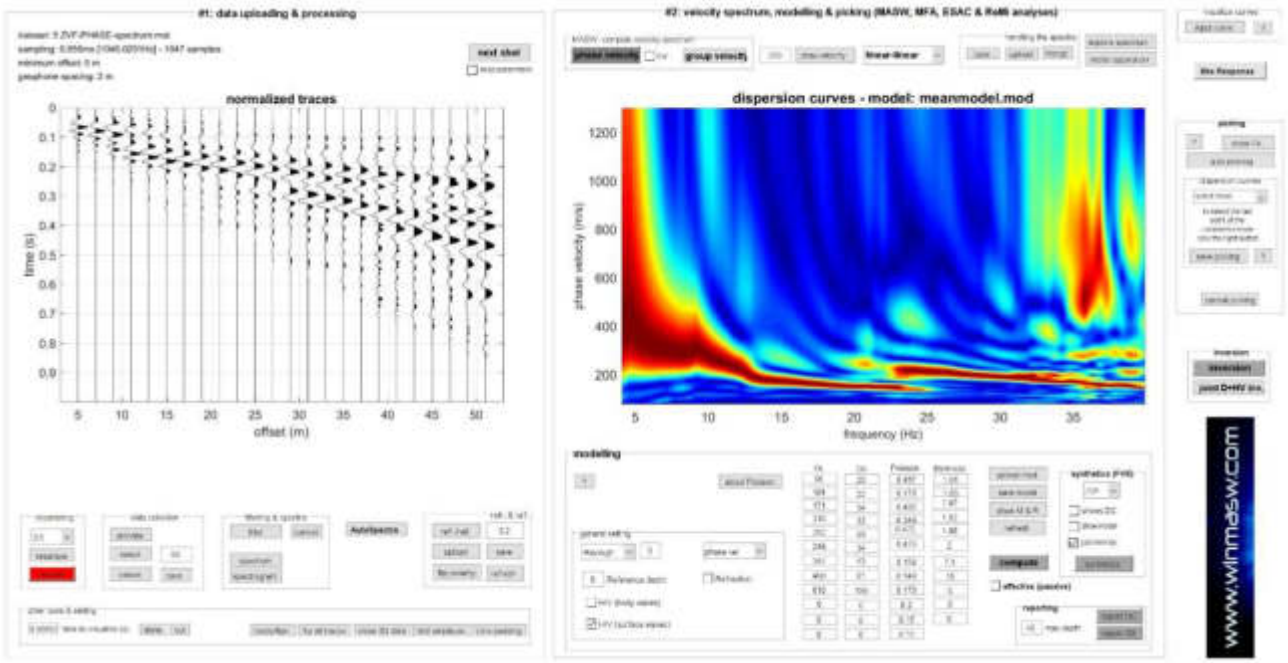


Fig.8: Sismogramma acquisito (sx) e relativo spettro di dispersione (dx) della componente verticale delle onde di Rayleigh.

Dall'analisi delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh sono stati ricostruiti i modelli responsabili di quelle curve che hanno determinato il dato di campagna (sismogramma).

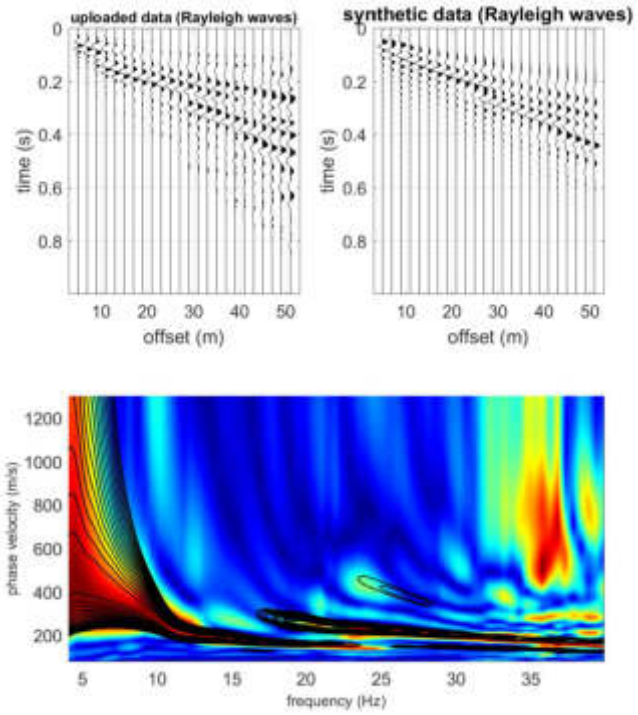


Fig.9: Sismogrammi originali e sintetici: in alto a sx il sismogramma originale; in alto a dx il sismogramma sintetico; sotto lo spettro di velocità delle onde di Rayleigh con individuazione del modo fondamentale e dei modi superiori.

6.2 Analisi congiunta Rayleigh/HVSR1

È stata eseguita un'analisi congiunta tra lo spettro di dispersione dell'indagine MASW e la curva HV modellata, al fine di ottenere un solo modello vincolato di velocità, in corrispondenza del sito di indagine.

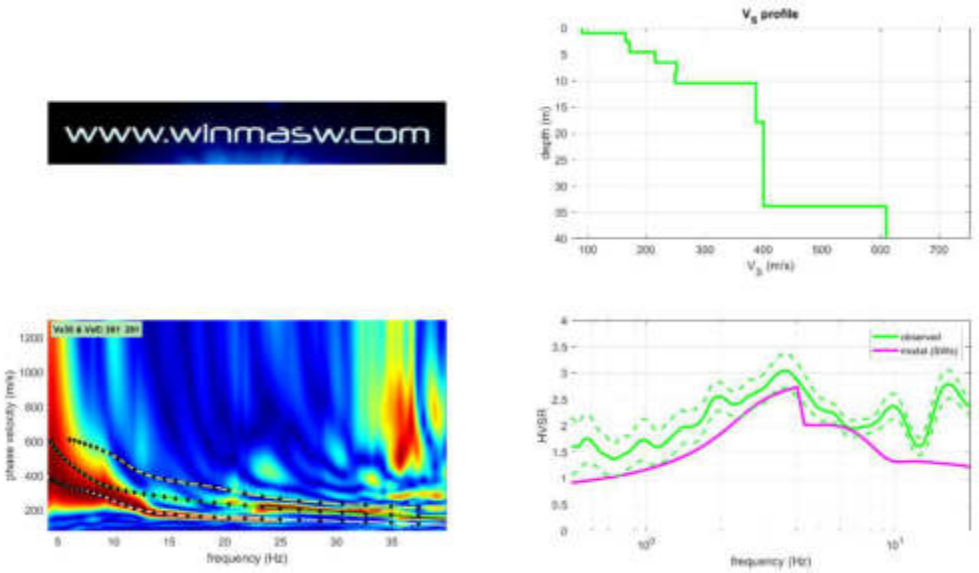


Fig.10: Analisi congiunta Rayleigh+HVSR figura riassuntiva: individuazione del modo fondamentale e dei modi superiori che compongono lo spettro di velocità delle onde di Rayleigh (sx in basso) e confronto (dx in basso) tra le curve HVSR sperimentali (verde) e teoriche (viola), ottenute per lo stesso modello di velocità considerato durante l'analisi spettrale della relativa MASW.

7. HVSR2

7.1 Analisi ed elaborazione dei segnali acquisiti

La validità delle curve HVSR, calcolate per ciascun sito, è stata verificata, secondo i criteri di ammissibilità del progetto *SESAME*, che definiscono la robustezza statistica della curva HVSR e degli eventuali picchi presenti.

Di seguito si riportano gli spettri di ampiezza di ciascuna componente, le curve HV ottenute e i relativi risultati ottenuti applicando i criteri *SESAME.*

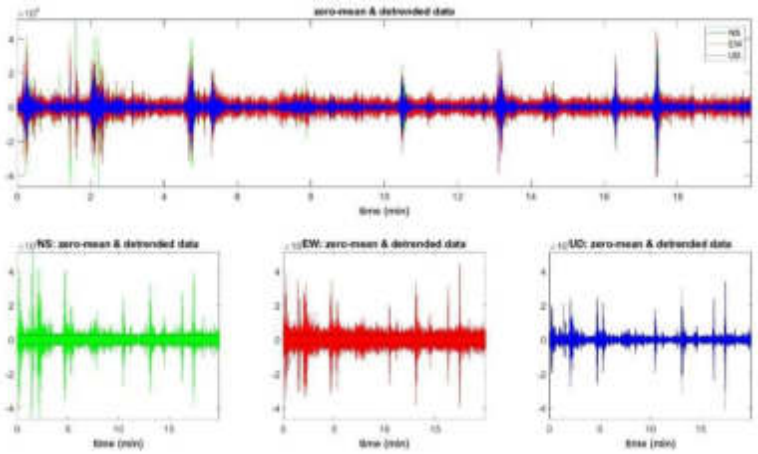


Fig.11: Visualizzazione dei dati dopo la rimozione di eventi transienti, cumulata delle tracce in alto, in basso traccia NS in verde, Traccia EW in rosso e Traccia verticale in blu.

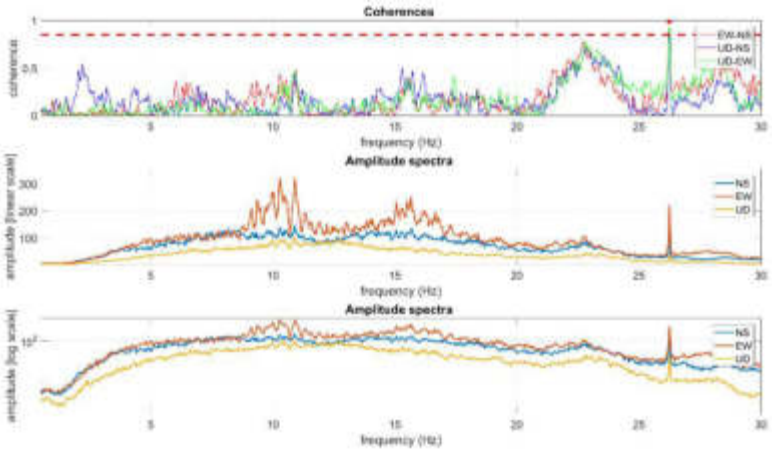


Fig.12: Spettri di ampiezza delle tre componenti con scale delle frequenze lineari (scala di ampiezza sia log che lineare) e le coerenze tra le varie coppie di sensori (EW versus NS, EW versus UD e NS versus UD).

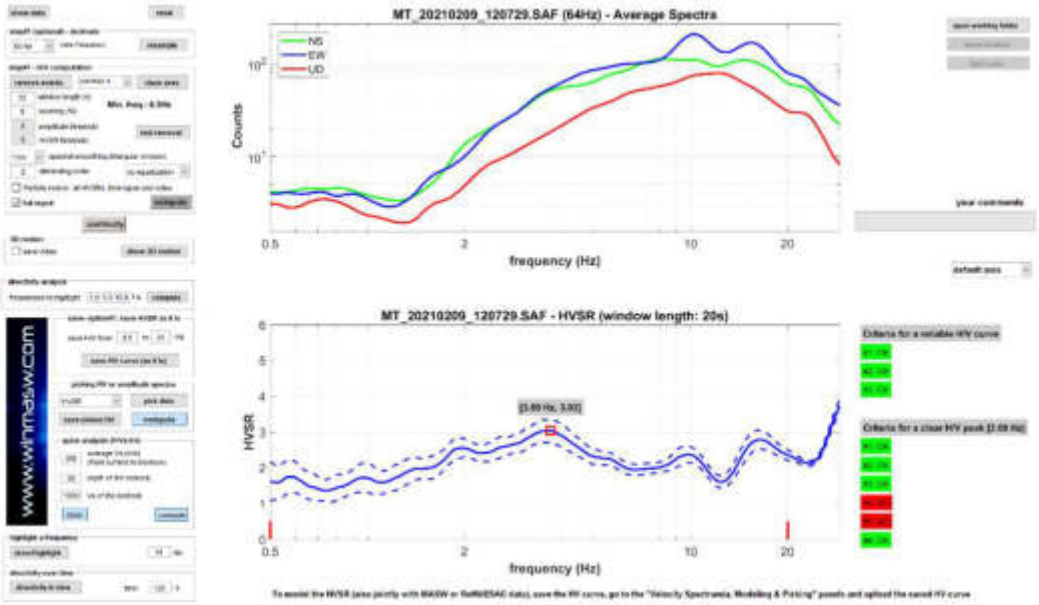


Fig.13: Spettri delle tre componenti e rapporto H/V.

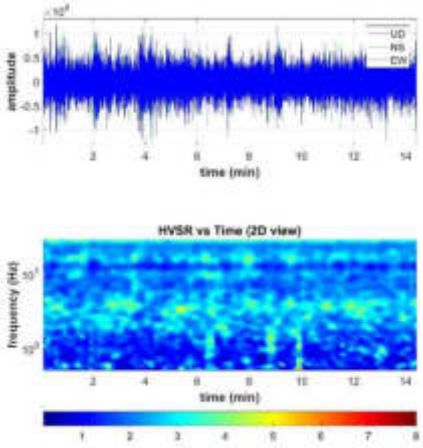


Fig.14: Persistenza del segnale.

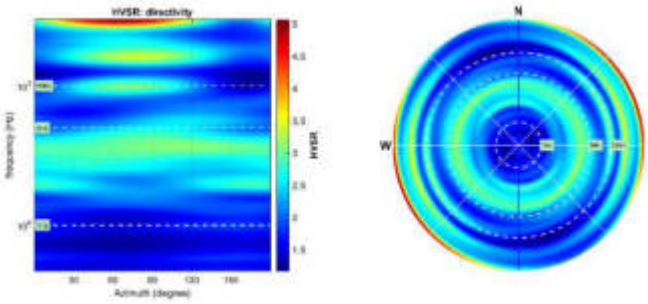


Fig.15: Direzionalità del segnale.

Dataset: MT_20210209_120729.SAF

DATA ACQUISITION Date and time: 2021/02/09

DATA PROCESSING Date: 15/02/2021
Sampling frequency (Hz): 64
Window length (sec): 20
Minimum frequency soundly determined [10 cycles]: 0.5Hz
Length of analysed dataset (min): 17.5
Tapering (%): 5 Smoothing (%): 15

SESAME criteria the results considering the data in the 0.5-20.0Hz frequency range: NO

Criteria for a reliable H/V curve
1. [f0 > 10/Lw]: 3.691 > 0.5 (OK)
2. [nc > 200]: 6423 > 200 (OK)
3. [f0>0.5Hz; sigmaA(f) < 2 for 0.5f0 < f < 2f0] (OK)

7.2 Descrizione dei risultati

Nel caso in esame la curva non individua una frequenza di risonanza significativa.

8. MASW2

8.1 Analisi ed elaborazione dei sismogrammi acquisiti

La stima dell'andamento in profondità delle velocità Vs, mediante acquisizione sismica multicanale, è ottenuta tramite l'analisi del segnale nel dominio frequenza/velocità di fase. Viene impiegato lo spettro di velocità in quanto è il dominio che permette di comprendere le proprietà dispersive del mezzo attraversato, determinando con precisione la velocità di ciascuna componente del segnale registrato.

Dopo aver scelto i sismogrammi più idonei, quelli con il miglior rapporto *segnale/rumore,* si esegue una trasformata dal dominio *spazio/tempo* al dominio *frequenza/velocità* (Fig.16).

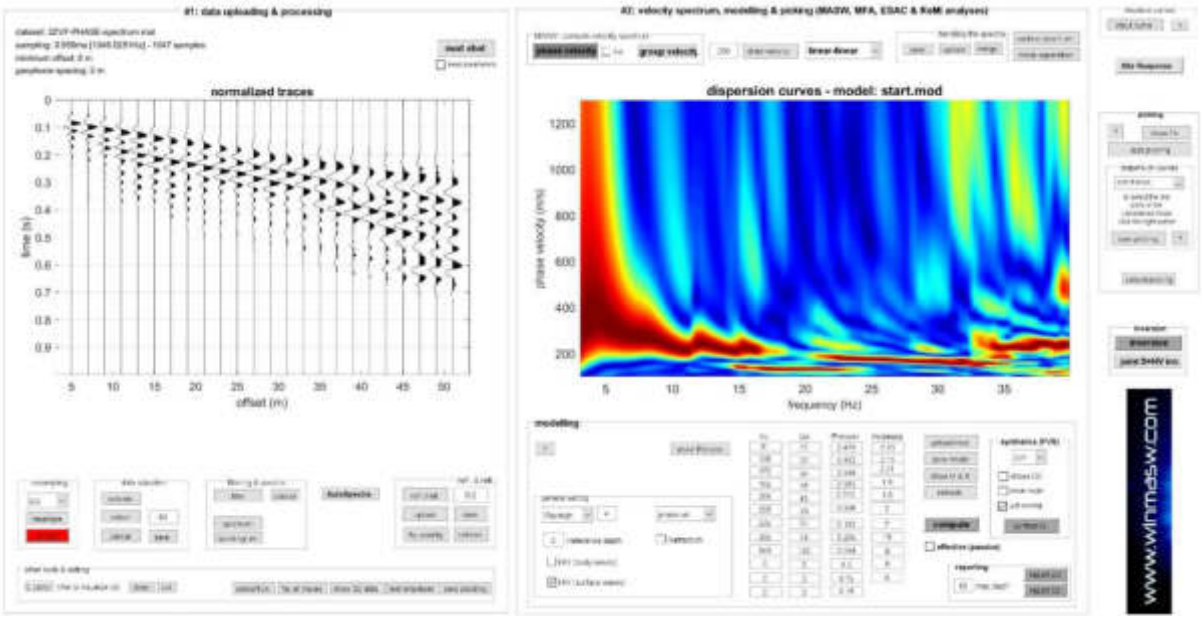


Fig.16: Sismogramma acquisito (sx) e relativo spettro di dispersione (dx) della componente verticale delle onde di Rayleigh.

Dall'analisi delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh sono stati ricostruiti i modelli responsabili di quelle curve che hanno determinato il dato di campagna (sismogramma).

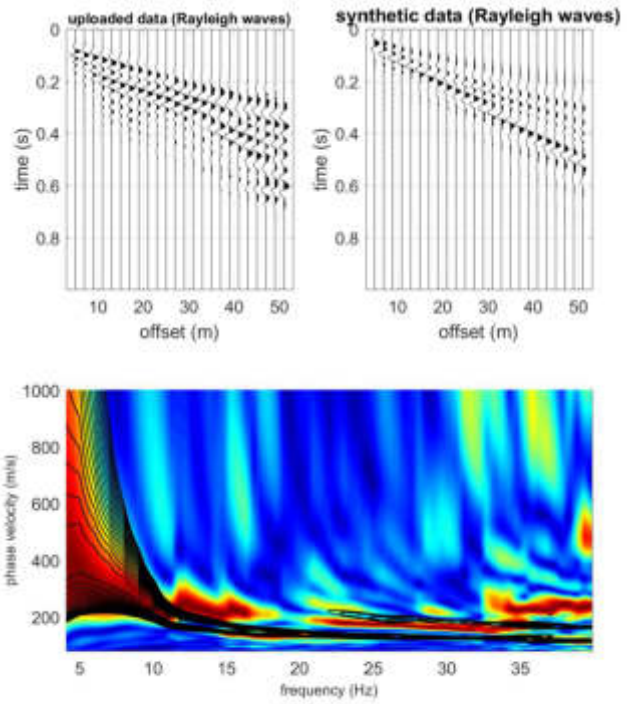


Fig.17: Sismogrammi originali e sintetici: in alto a sx il sismogramma originale; in alto a dx il sismogramma sintetico; sotto lo spettro di velocità delle onde di Rayleigh con individuazione del modo fondamentale e dei modi superiori.

8.2 Analisi congiunta Rayleigh/HVSR2

È stata eseguita un'analisi congiunta tra lo spettro di dispersione dell'indagine MASW e la curva HV modellata, al fine di ottenere un solo modello vincolato di velocità, in corrispondenza del sito di indagine.

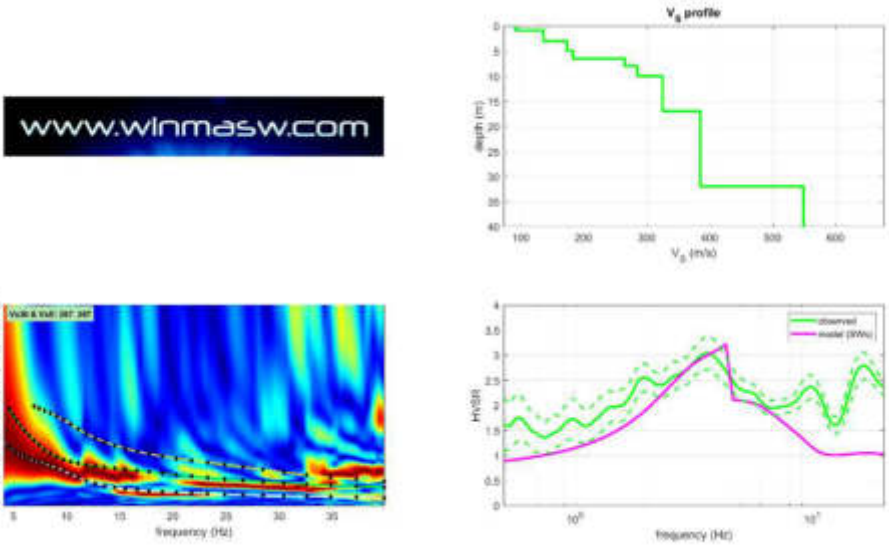


Fig.18: Analisi congiunta Rayleigh+HVSR figura riassuntiva: individuazione del modo fondamentale e dei modi superiori che compongono lo spettro di velocità delle onde di Rayleigh (sx in basso) e confronto (dx in basso) tra le curve HVSR sperimentali (verde) e teoriche (viola), ottenute per lo stesso modello di velocità considerato durante l'analisi spettrale della relativa MASW.

9. MASW3

9.1 Analisi ed elaborazione dei sismogrammi acquisiti

La stima dell'andamento in profondità delle velocità Vs, mediante acquisizione sismica multicanale, è ottenuta tramite l'analisi del segnale nel dominio frequenza/velocità di fase. Viene impiegato lo spettro di velocità in quanto è il dominio che permette di comprendere le proprietà dispersive del mezzo attraversato, determinando con precisione la velocità di ciascuna componente del segnale registrato.

Dopo aver scelto i sismogrammi più idonei, quelli con il miglior rapporto *segnale/rumore,* si esegue una trasformata dal dominio *spazio/tempo* al dominio *frequenza/velocità* (Fig.19).

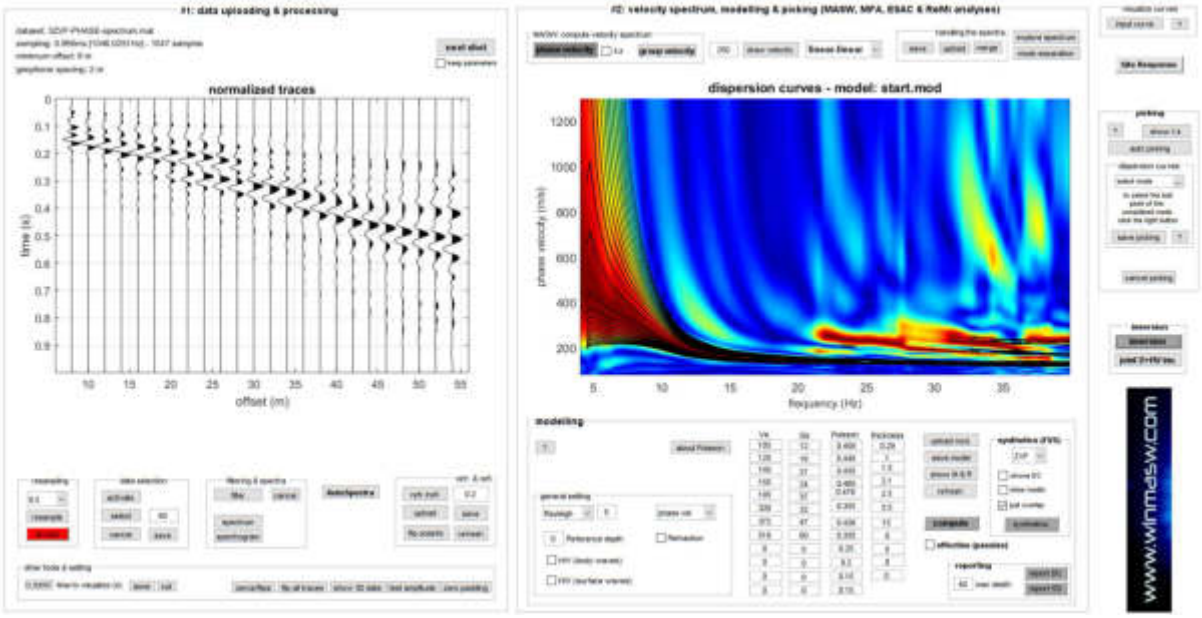


Fig.19: Sismogramma acquisito (sx) e relativo spettro di dispersione (dx) della componente verticale delle onde di Rayleigh.

Dall'analisi delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh sono stati ricostruiti i modelli responsabili di quelle curve che hanno determinato il dato di campagna (sismogramma).

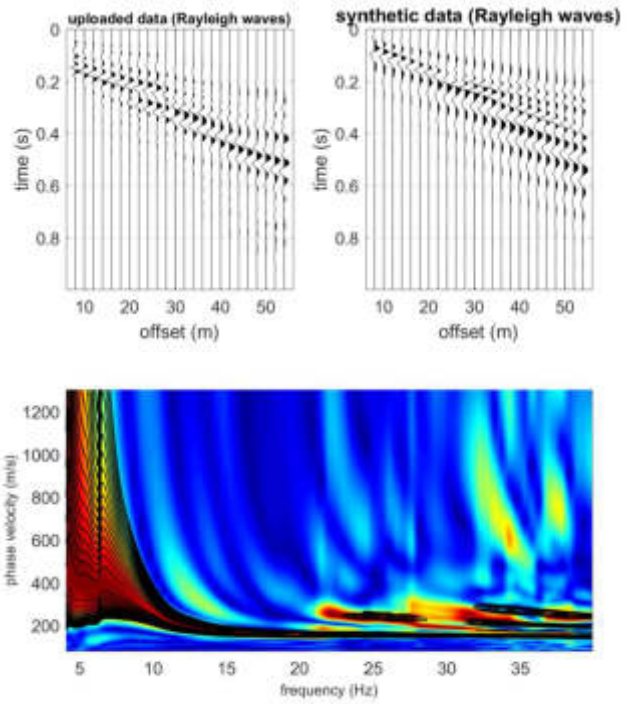


Fig.20: Sismogrammi originali e sintetici: in alto a sx il sismogramma originale; in alto a dx il sismogramma sintetico; sotto lo spettro di velocità delle onde di Rayleigh con individuazione del modo fondamentale e dei modi superiori.

10. CONCLUSIONI

10.1 MASW1/HVSR1

L'inversione viene effettuata grazie all'utilizzo di una solida tecnica di ottimizzazione (algoritmi genetici) il risultato è una soluzione più affidabile e una stima dell'attendibilità del modello ricavato (in termini di deviazioni standard).

Nelle seguenti tabelle sono riportati i valori delle velocità medie e gli spessori di ciascun sismostrato, in modo da definire un modello geofisico più attendibile, ottenuto mediante analisi delle onde di superficie con metodologia ZVF e analisi congiunta Rayleigh/HVSR.

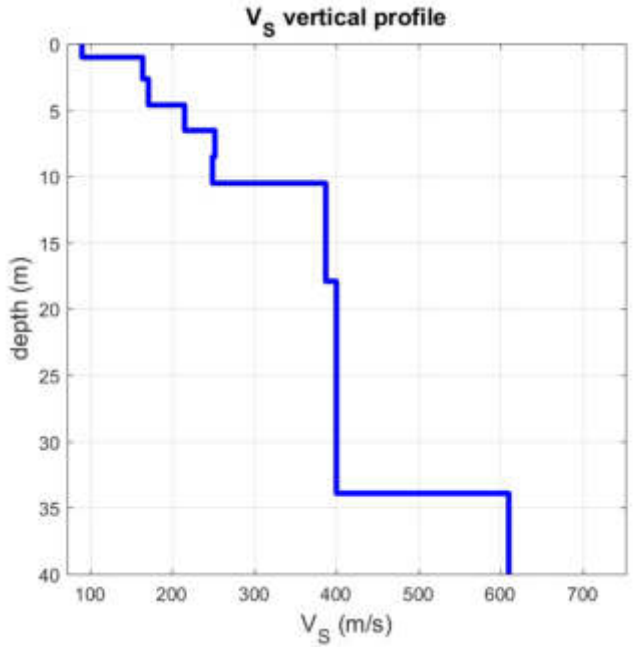


Fig.21: Andamento delle Vs con la profondità.

Sismostrato	Vs (m/s)	Spessore (m)	Profondità da p.c. (m)
1	90	1.0	1.0
2	164	1.6	2.6
3	171	2.0	4.6
4	215	1.9	6.5
5	252	2.0	8.5
6	249	2.0	10.5
7	387	7.4	17.9
8	400	12.1	30.0
9	610	-	-

Tab.3 - Modello sismostratigrafico individuato in termini di Vs – **Mean Model**.

10.2 MASW2/HVSR2

Nelle seguenti tabelle sono riportati i valori delle velocità medie e gli spessori di ciascun sismostrato, in modo da definire un modello geofisico più attendibile, ottenuto mediante analisi delle onde di superficie con metodologia ZVF e analisi congiunta Rayleigh/HVSR.

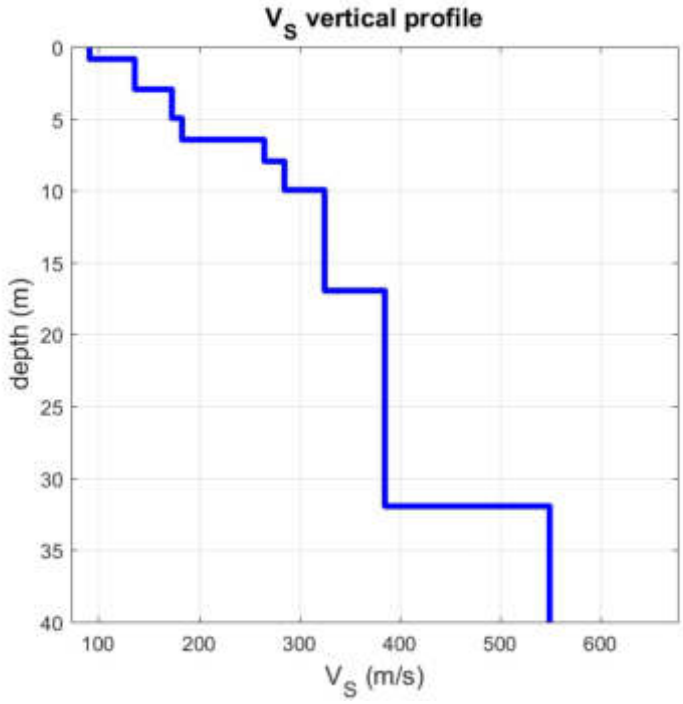


Fig.22: Andamento delle Vs con la profondità.

Sismostrato	Vs (m/s)	Spessore (m)	Profondità da p.c. (m)
1	91	0.8	0.8
2	136	2.1	2.9
3	173	2.0	4.9
4	183	1.5	6.4
5	265	1.5	7.9
6	285	2.0	9.9
7	325	7.0	16.9
8	385	13.1	30.0
9	549	-	-

Tab.4 - Modello sismostratigrafico individuato in termini di Vs – **Mean Model**.

10.3 MASW3

Nelle seguenti tabelle sono riportati i valori delle velocità medie e gli spessori di ciascun sismostrato, in modo da definire un modello geofisico più attendibile, ottenuto mediante analisi delle onde di superficie con metodologia ZVF.

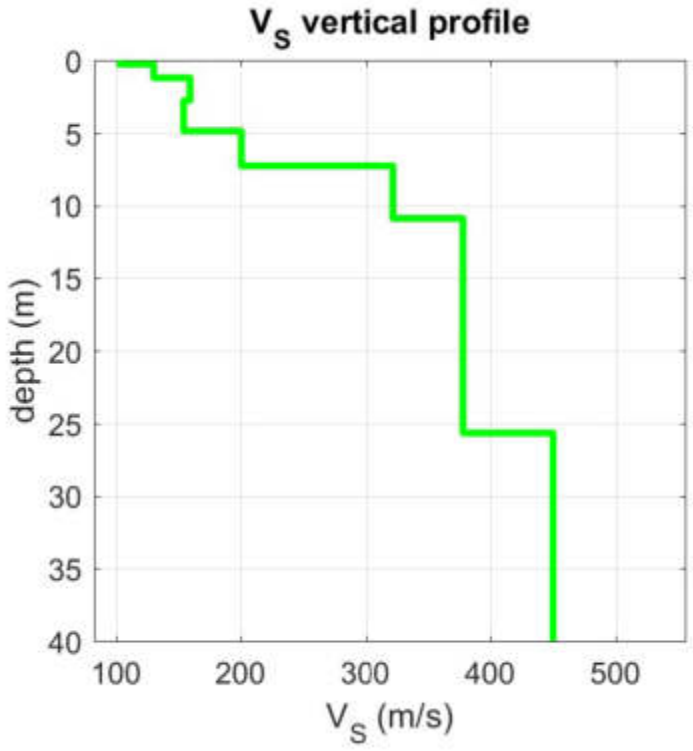


Fig.23: Andamento delle Vs con la profondità.

Sismostrato	Vs (m/s)	Spessore (m)	Profondità da p.c. (m)
1	103	0.3	0.3
2	130	0.9	1.2
3	159	1.6	2.8
4	154	2.1	4.9
5	200	2.4	7.3
6	322	3.6	10.9
7	378	14.8	25.7
8	450	4.3	30.0

Tab.5 - Modello sismostratigrafico individuato in termini di Vs – **Mean Model**.

È stato quindi possibile calcolare la Vs_{eq}, tramite la formula:

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

dove:

h_i = spessore dello strato i – esimo (m)

V_S = valore di velocità delle onde di taglio (m/s)

N = numero strati

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.

La velocità delle onde "Vs,eq" è stata calcolata dall'attuale piano campagna (non conoscendo la profondità esatta del piano di posa delle fondazioni); non avendo riscontrato il substrato sismico >800 m/sec nei primi 30 m dal p.c. il valore del V_{seq} è assimilabile al valore V_{S30}.

• ***Calcolo da piano campagna***	***V_{Seq} = 281 m/s***

Tab.6 - Calcolo Vseq=Vs30 MASW1+HVSR1.

• ***Calcolo da piano campagna***	***V_{Seq} = 268 m/s***

Tab.7 - Calcolo Vseq=Vs30 MASW2+HVSR2.

• ***Calcolo da piano campagna***	***V_{Seq} = 285 m/s***

Tab.8 - Calcolo Vseq=Vs30 MASW3.

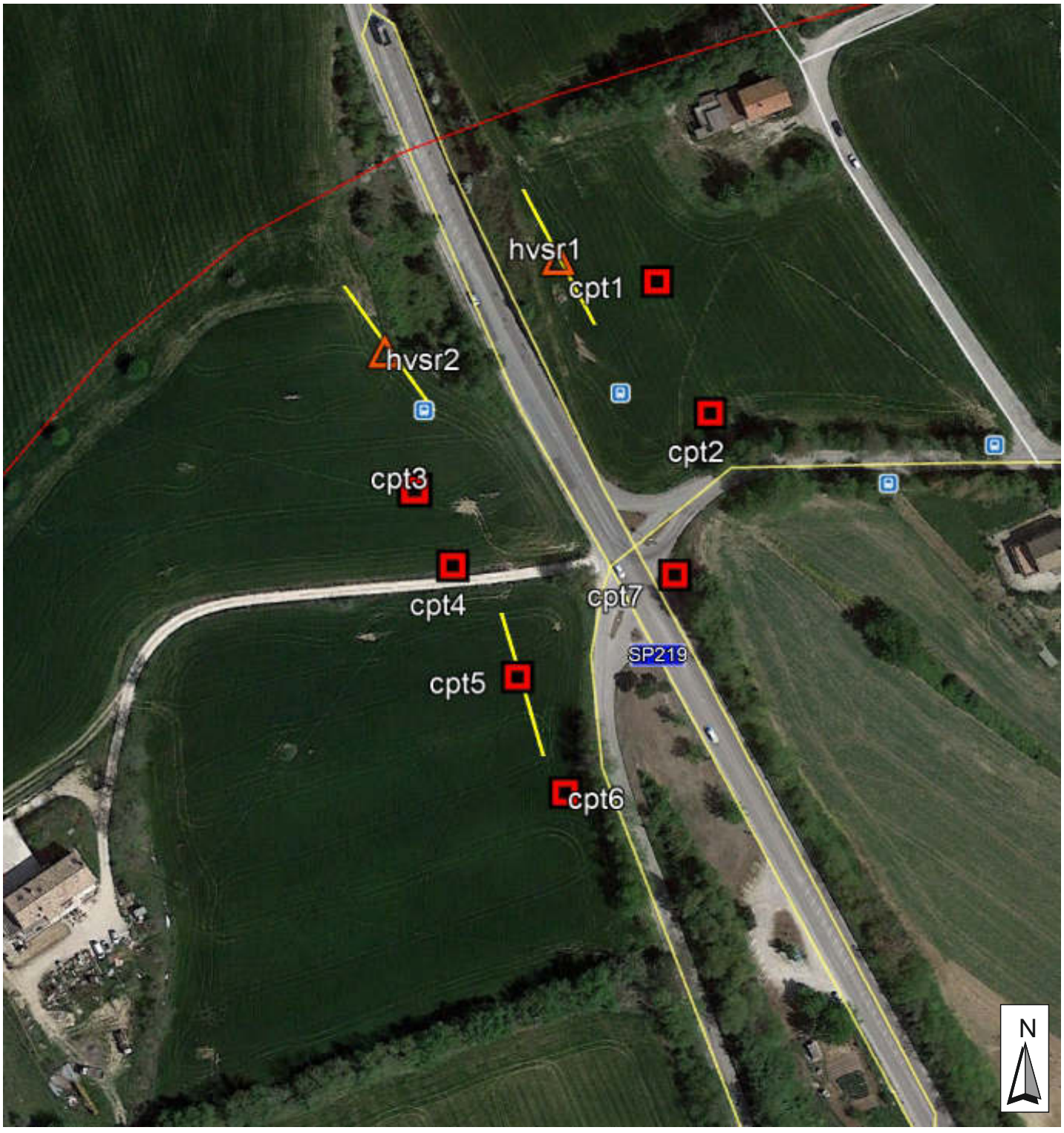
Falconara M.ma, lì 23 Febbraio 2021

Il Responsabile
Dott. Geol. Marco Gaggiotti

Geco Srl Servizi Geologici & Indagini Sismiche
Via Osoppo, 38 / 60015 Falconara Marittima (AN)
P. IVA 02541280422 tel e fax 071 9156126
www.gecogeologia.com info@gecogeologia.com 328.02.82.743 / 328.20.40.857
Servizi Geologici & Indagini Sismiche

Tavole

GECO Servizi Geologici & Indagini Sismiche	TAV.1	COMMITTENTE: Provincia di Fermo	COMMESSA: 099-2021
		OGGETTO: Indagini geognostiche e geofisiche eseguite per progettazione intervento razionalizzazione intersezione tra S.P. 219 Ete Morto e S.P. 9 Campiglionese nel comune di Fermo	



Legenda:

CPT — Prova penetrometrica statica

HVSR1 — Indagine sismica passiva HVSR

MASW — Indagine sismica MASW

Geco Srl Servizi Geologici & Indagini Sismiche
Via Osoppo, 38 / 60015 Falconara Marittima (AN)
P. IVA 02541280422 tel e fax 071 9156126
www.gecogeologia.com info@gecogeologia.com 328.02.82.743 / 328.20.40.857
Servizi Geologici & Indagini Sismiche

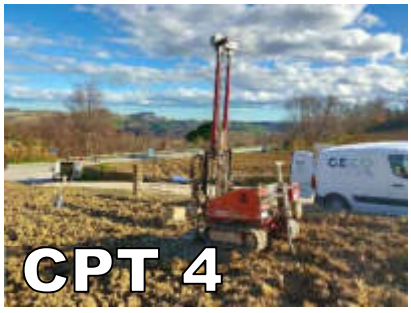
allegati indagine geognostica

Geco Srl Servizi Geologici & Indagini Sismiche
Via Osoppo, 38 / 60015 Falconara Marittima (AN)
P. IVA 02541280422 tel e fax 071 9156126
www.gecogeologia.com info@gecogeologia.com 328.02.82.743 / 328.20.40.857















INDAGINE GEOTECNICA MEDIANTE PROVE PENETROMETRICHE
ESEGUITE PRESSO L'INTERSEZIONE SP219 ETE MORTO E SP9 CAMPIGLIONESE
NEL COMUNE DI TORRE SAN PATRIZIO (FM)

Oggetto: Prove penetrometriche

Committente: Provincia di Fermo

Commessa: 099-21

Data acquisizione: 09/02/2021

La presente relazione è ad uso esclusivo della pratica in oggetto. La pubblicazione integrale o di una sua parte è vietata senza il consenso dell'Autore.

Prova (n°)	Coordinate WGS84 punti di indagine		
CPT1	**Latitudine** 43.184185°	**CPT5**	**Latitudine** 43.183083°
	Longitudine 13.649354°		**Longitudine** 13.648832°
CPT2	**Latitudine** 43.183821°	**CPT6**	**Latitudine** 43.182762°
	Longitudine 13.649549°		**Longitudine** 13.649011°
CPT3	**Latitudine** 43.183604°	**CPT7**	**Latitudine** 13.649011°
	Longitudine 13.648458°		**Longitudine** 13.649415°
CPT4	**Latitudine** 43.183394°		
	Longitudine 13.648594°		



Falconara M.ma, lì 23 Febbraio 2021

Il Responsabile GECO srl
Dott. Marco Gaggiotti
328-2040857

La presente relazione è ad uso esclusivo della pratica in oggetto. La pubblicazione integrale o di una sua parte è vietata senza il consenso dell'Autore.

Caratteristiche Strumentali PAGANI TG 63-200

Rif. Norme	ASTM D3441-86
Diametro Punta conica meccanica (mm)	35,7
Angolo di apertura punta (°)	60
Area punta	10
Superficie manicotto	150
Passo letture (cm)	20
Costante di trasformazione Ct	10

Legenda parametri geotecnici CPT:

CPT:	Cone Penetration Test
Stratigrafia:	Robertson (1983) consigliato per CPT
Nr:	Progressiva numero strati
Prof:	Profondità strato (metri)
Tipo:	I:Incoerente C: Coesivo
Cu :	Coesione non drenata (kg/cm^2) – Baligh ed altri 1980 Nk=20
Eu:	Modulo di deformazione non drenato (kg/cm^2) – Ladd (77) Nk=100
Mo :	Modulo Edometrico (kg/cm^2)
	– Coesivi - Buismann Sanglerat
OCR:	Grado di sovra consolidazione – Stress-History
G:	Modulo di deformazione al taglio (kg/cm^2)- Imai & Tomauchi
Puv :	Peso unità di volume (t/m^3) - Meyerhof
PuvS :	Peso unità di volume saturo (t/m^3) - Meyerhof
Dr:	Densità relativa (%) Schmertmann
Φ :	Angolo di resistenza al taglio (°) – De Beer
Ey	Modulo di Young (kg/cm^2)
	– Incoerenti - Robertson e Campanella
K:	Permeabilità (cm/s) –

PROVA CPT1–Intersezione S.P.219 ETE Morto S.P.9 Campiglionese-Comune di Fermo

Prova eseguita in data 09/02/2021
Profondità prova CPT - 13,60 m
Note: Falda non rilevata

TABELLA VALORI DI RESISTENZA

Prof. Strato (m)	Lettura Punta (kg/cm²)	Lettura Laterale (kg/cm²)	q_c (kg/cm²)	fs (kg/cm²)	qc/fs Begemann (kg/cm2)	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.2	-	-	-	-	-	-
0.4	6	11	6.1	0.9	6.8	14.8
0.6	10	23	10.1	1.1	9.2	10.9
0.8	16	32	16.1	0.9	17.9	5.6
1.0	17	30	17.1	1.1	15.5	6.4
1.2	14	31	14.3	1.2	11.9	8.4
1.4	17	35	17.3	1.5	11.5	8.7
1.6	20	42	20.3	1.5	13.5	7.4
1.8	23	46	23.3	1.6	14.6	6.9
2.0	26	50	26.3	1.8	14.6	6.8
2.2	25	52	25.4	1.8	14.1	7.1
2.4	24	51	24.4	1.8	13.6	7.4
2.6	23	50	23.4	1.7	13.8	7.3
2.8	26	51	26.4	2.0	13.2	7.6
3.0	28	58	28.4	2.3	12.3	8.1
3.2	34	69	34.6	2.0	17.3	5.8
3.4	37	67	37.6	3.1	12.1	8.2
3.6	38	85	38.6	2.8	13.8	7.3
3.8	37	79	37.6	2.6	14.5	6.9
4.0	33	72	33.6	2.8	12.0	8.3
4.2	34	76	34.7	2.7	12.9	7.8
4.4	39	79	39.7	2.5	15.9	6.3
4.6	32	69	32.7	2.7	12.1	8.3
4.8	42	82	42.7	2.3	18.6	5.4
5.0	43	78	43.7	2.1	20.8	4.8
5.2	42	73	42.8	2.3	18.6	5.4
5.4	35	70	35.8	2.9	12.3	8.1
5.6	41	84	41.8	2.6	16.1	6.2
5.8	36	75	36.8	2.1	17.5	5.7
6.0	30	62	30.8	2.1	14.7	6.8
6.2	30	61	31.0	1.9	16.3	6.1
6.4	25	53	26.0	1.7	15.3	6.5
6.6	23	48	24.0	1.7	14.1	7.1
6.8	23	48	24.0	1.4	17.1	5.8
7.0	24	45	25.0	1.5	16.7	6.0
7.2	20	42	21.1	1.4	15.1	6.6
7.4	21	42	22.1	1.4	15.8	6.3
7.6	22	43	23.1	1.1	21.0	4.8
7.8	30	46	31.1	1.3	23.9	4.2
8.0	25	45	26.1	1.2	21.8	4.6
8.2	21	39	22.2	1.0	22.2	4.5
8.4	30	45	31.2	1.3	24.0	4.2
8.6	25	45	26.2	1.1	23.8	4.2
8.8	31	48	32.2	1.0	32.2	3.1
9.0	26	41	27.2	1.5	18.1	5.5
9.2	26	49	27.4	1.6	17.1	5.8
9.4	27	51	28.4	1.9	14.9	6.7
9.6	30	58	31.4	1.6	19.6	5.1
9.8	32	56	33.4	1.6	20.9	4.8
10.0	28	52	29.4	1.7	17.3	5.8
10.2	27	53	28.5	1.6	17.8	5.6
10.4	35	59	36.5	1.7	21.5	4.7
10.6	39	65	40.5	2.3	17.6	5.7
10.8	45	80	46.5	2.1	22.1	4.5
11.0	49	81	50.5	2.3	22.0	4.6
11.2	46	80	47.7	2.5	19.1	5.2
11.4	53	90	54.7	2.5	21.9	4.6
11.6	49	86	50.7	2.8	18.1	5.5
11.8	48	90	49.7	2.9	17.1	5.8
12.0	56	100	57.7	3.0	19.2	5.2
12.2	71	116	72.8	3.2	22.8	4.4
12.4	83	131	84.8	4.5	18.8	5.3
12.6	83	150	84.8	4.7	18.0	5.5
12.8	94	165	95.8	3.7	25.9	3.9
13.0	96	152	97.8	4.7	20.8	4.8
13.2	100	170	101.9	5.0	20.4	4.9
13.4	86	161	87.9	5.1	17.2	5.8
13.6	99	175	100.9	-	-	-

PROVA CPT1–Intersezione S.P.219 ETE Morto S.P.9 Campiglionese-Comune di Fermo

Prova eseguita in data 09/02/2021
Profondità prova CPT - 13,60 m
Note: Falda non rilevata

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Strato			Cu	Mo	Eu	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Φ	Ey	K
Nr.	Prof.	Tipo	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	-	t/m³	t/m³	%	(°)	Kg/cm²	cm/s
1	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	0.4	C	0.3	18	30	85	-	1.8	1.9	-	-	-	-
3	0.6	C	0.5	30	51	115	-	1.9	1.9	-	-	-	-
4	0.8	C	0.8	48	81	153	-	1.9	2.0	-	-	-	-
5	1.0	C	0.8	51	86	159	-	1.9	2.0	-	-	-	-
6	1.2	C	0.7	43	72	142	-	1.9	2.0	-	-	-	-
7	1.4	C	0.9	52	86	160	-	1.9	2.0	-	-	-	-
8	1.6	C	1.0	61	101	176	-	2.0	2.1	-	-	-	-
9	1.8	C	1.2	70	116	192	-	2.0	2.1	-	-	-	-
10	2.0	C	1.3	79	131	206	-	2.0	2.1	-	-	-	-
11	2.2	C	1.3	76	127	202	-	2.0	2.1	-	-	-	-
12	2.4	C	1.2	73	122	197	-	2.0	2.1	-	-	-	-
13	2.6	C	1.1	70	117	192	-	2.0	2.1	-	-	-	-
14	2.8	C	1.3	79	132	207	-	2.0	2.1	-	-	-	-
15	3.0	C	1.4	85	142	216	-	2.0	2.1	-	-	-	-
16	3.2	C	1.7	104	173	244	-	2.1	2.1	-	-	-	-
17	3.4	C	1.8	113	188	257	-	2.1	2.2	-	-	-	-
18	3.6	C	1.9	116	193	261	-	2.1	2.2	-	-	-	-
19	3.8	C	1.8	113	188	257	-	2.1	2.2	-	-	-	-
20	4.0	C	1.6	101	168	240	-	2.1	2.1	-	-	-	-
21	4.2	C	1.7	104	174	245	-	2.1	2.1	-	-	-	-
22	4.4	C	1.9	119	199	266	-	2.1	2.2	-	-	-	-
23	4.6	C	1.6	98	164	236	-	2.1	2.1	-	-	-	-
24	4.8	C	2.1	128	214	278	-	2.1	2.2	-	-	-	-
25	5.0	I-C	2.1	131	219	282	-	2.1	2.2	42.0	24.2	87.4	-
26	5.2	C	2.1	128	214	278	-	2.1	2.2	-	-	-	-
27	5.4	C	1.7	107	179	249	-	2.1	2.1	-	-	-	-
28	5.6	C	2.0	125	209	274	-	2.1	2.2	-	-	-	-
29	5.8	C	1.8	110	184	253	-	2.1	2.2	-	-	-	-
30	6.0	C	1.5	92	154	227	-	2.0	2.1	-	-	-	-
31	6.2	C	1.5	93	155	228	-	2.0	2.1	-	-	-	-
32	6.4	C	1.2	78	130	205	-	2.0	2.1	-	-	-	-
33	6.6	C	1.1	72	120	195	-	2.0	2.1	-	-	-	-
34	6.8	C	1.1	72	120	195	-	2.0	2.1	-	-	-	-
35	7.0	C	1.2	75	125	200	-	2.0	2.1	-	-	-	-
36	7.2	C	1.0	63	106	180	-	2.0	2.1	-	-	-	-
37	7.4	C	1.0	66	111	186	-	2.0	2.1	-	-	-	-
38	7.6	I-C	1.1	69	116	191	-	2.0	2.1	6.7	19.0	46.2	-
39	7.8	I-C	1.5	93	156	229	-	2.0	2.1	16.8	20.3	62.2	-
40	8.0	I-C	1.2	78	131	206	-	2.0	2.1	9.7	19.3	52.2	-
41	8.2	I-C	1.0	67	111	186	-	2.0	2.1	-	18.4	44.4	-
42	8.4	I-C	1.5	94	156	229	-	2.0	2.1	14.9	19.9	62.4	-
43	8.6	I-C	1.2	79	131	206	-	2.0	2.1	7.9	19.0	52.4	-
44	8.8	I-C	1.5	97	161	234	-	2.0	2.1	14.8	19.9	64.4	-
45	9.0	C	1.3	82	136	211	-	2.0	2.1	-	-	-	-
46	9.2	C	1.3	82	137	212	-	2.0	2.1	-	-	-	-
47	9.4	C	1.3	85	142	216	-	2.0	2.1	-	-	-	-
48	9.6	C	1.5	94	157	230	-	2.0	2.1	-	-	-	-
49	9.8	I-C	1.6	100	167	239	-	2.0	2.1	13.2	19.5	66.8	-
50	10.0	C	1.4	88	147	221	-	2.0	2.1	-	-	-	-
51	10.2	C	1.3	86	142	217	-	2.0	2.1	-	-	-	-
52	10.4	I-C	1.7	110	182	252	-	2.1	2.1	14.8	19.6	73.0	-
53	10.6	C	1.9	122	202	269	-	2.1	2.2	-	-	-	-
54	10.8	I-C	2.2	70	233	292	-	2.1	2.2	22.5	20.6	93.0	-
55	11.0	I-C	2.4	76	252	308	-	2.1	2.2	25.0	20.9	101.0	-
56	11.2	I-C	2.3	72	239	297	-	2.1	2.2	22.4	20.5	95.4	-
57	11.4	I-C	2.6	82	274	323	-	2.1	2.2	26.9	21.1	109.4	-
58	11.6	C	2.4	76	254	308	-	2.1	2.2	-	-	-	-
59	11.8	C	2.4	75	249	305	-	2.1	2.2	-	-	-	-
60	12.0	I-C	2.8	87	289	334	-	2.1	2.2	27.4	21.1	115.4	-
61	12.2	I-C	3.5	109	364	385	-	2.2	2.3	35.4	22.1	145.6	-
62	12.4	I-C	4.1	127	424	422	-	2.2	2.3	40.5	22.8	169.6	-
63	12.6	I-C	4.1	127	424	422	-	2.2	2.3	40.1	22.7	169.6	-
64	12.8	I-C	4.7	144	479	455	-	2.2	2.3	44.0	23.2	191.6	-
65	13.0	I-C	4.8	147	489	461	-	2.2	2.3	44.3	23.2	195.6	-
66	13.2	I-C	5.0	153	510	472	-	2.2	2.3	45.4	23.3	203.8	-
78	13.4	C	4.3	132	440	432	-	2.2	2.3	-	-	-	-
79	13.6	I-C	4.9	151	505	469	-	2.2	2.3	44.1	23.1	201.8	-

SINTESI STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

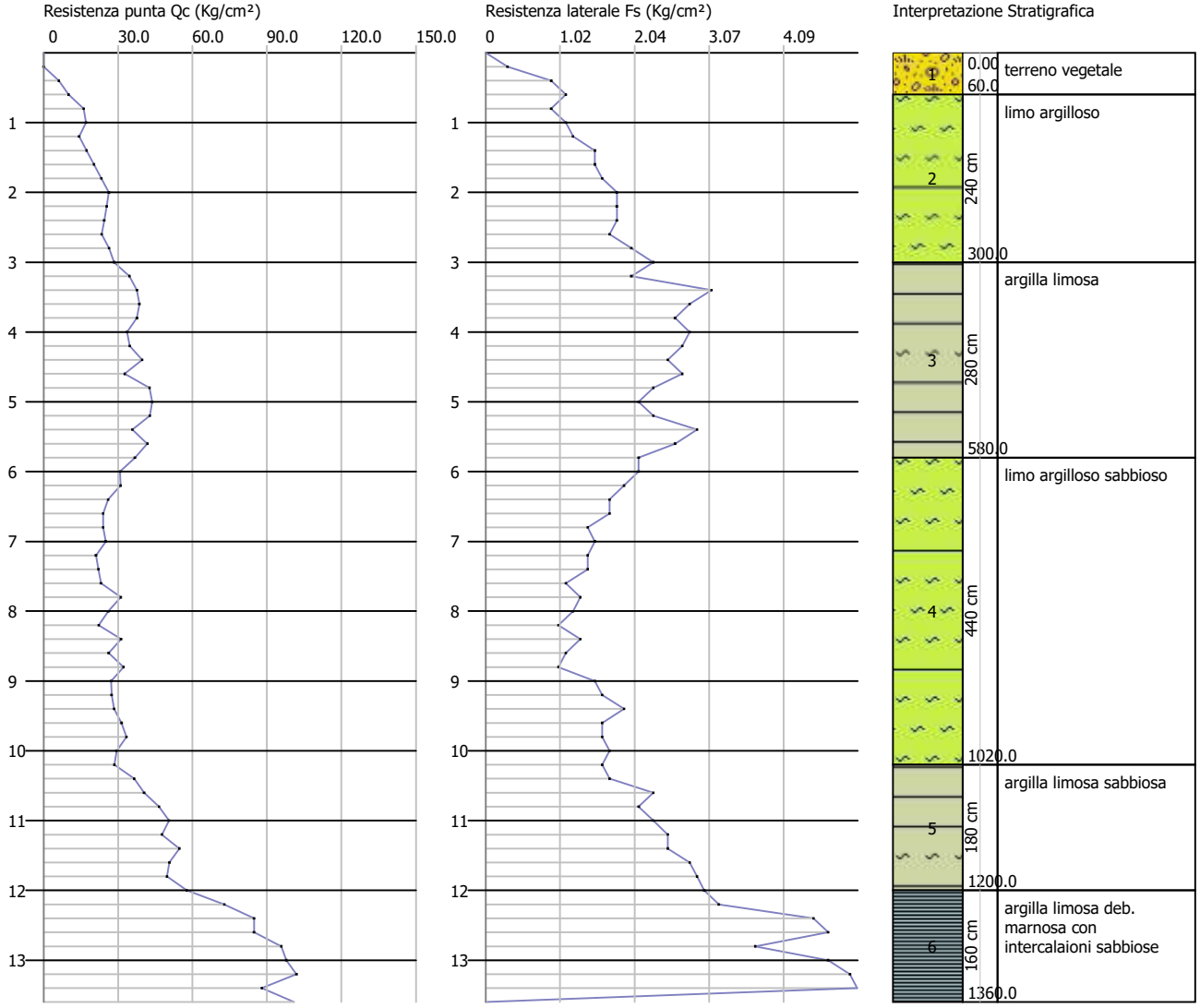
Strato			Cu	Mo	Eu	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Φ	Ey	K
Nr.	Prof.	Tipo	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	-	t/m³	t/m³	%	(°)	Kg/cm²	cm/s
1	0.6	C	0.4	24	41	100	-	1.9	1.9	-	-	-	-
2	3.0	C	1.1	66	109	184	-	2.0	2.1	-	-	-	-
3	5.8	C	1.8	114	190	258	-	2.1	2.2	-	-	-	-
4	10.2	I-C	1.3	82	137	211	-	2.0	2.1	12.0	19.4	56.4	-
5	12.0	I-C	2.3	85	242	299	-	2.1	2.2	23.2	20.6	97.9	-
6	13.6	I-C	4.4	136	454	440	-	2.2	2.3	42.0	22.9	182.5	-

Geco srl
Via Osoppo 38
60015 Falconara M.ma (AN)

Probe CPT - Cone Penetration Nr.1
Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Committente: Provincia di Fermo
Cantiere: Intersezione tra la S.P. 219 Ete Morto e la S.P. 9 Campiglionese
Località: Fermo

Data: 17/02/2021
Pag. 1 Scala 1:100



PROVA CPT2–Intersezione S.P.219 ETE Morto S.P.9 Campiglionese-Comune di Fermo

Prova eseguita in data 09/02/2021
Profondità prova CPT - 14,20 m
Note: Falda non rilevata

TABELLA VALORI DI RESISTENZA

Prof. Strato (m)	Lettura Punta (kg/cm²)	Lettura Laterale (kg/cm²)	q_c (kg/cm²)	fs (kg/cm²)	qc/fs Begemann (kg/cm2)	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.2	-	-	-	-	-	-
0.4	6	12	6.1	0.6	10.2	9.8
0.6	9	18	9.1	0.8	11.4	8.8
0.8	10	22	10.1	0.7	14.4	6.9
1.0	9	20	9.1	1.3	7.0	14.3
1.2	16	36	16.3	1.7	9.6	10.4
1.4	20	46	20.3	1.5	13.5	7.4
1.6	23	46	23.3	2.0	11.7	8.6
1.8	23	53	23.3	1.9	12.3	8.2
2.0	23	51	23.3	1.9	12.3	8.2
2.2	20	49	20.4	1.4	14.6	6.9
2.4	19	40	19.4	1.3	14.9	6.7
2.6	14	33	14.4	1.3	11.1	9.0
2.8	20	40	20.4	1.4	14.6	6.9
3.0	22	43	22.4	1.6	14.0	7.1
3.2	25	49	25.6	1.6	16.0	6.3
3.4	26	50	26.6	1.4	19.0	5.3
3.6	26	47	26.6	1.7	15.6	6.4
3.8	26	51	26.6	1.6	16.6	6.0
4.0	26	50	26.6	1.4	19.0	5.3
4.2	22	43	22.7	1.2	18.9	5.3
4.4	20	38	20.7	1.2	17.3	5.8
4.6	17	35	17.7	1.0	17.7	5.6
4.8	19	34	19.7	1.1	17.9	5.6
5.0	24	40	24.7	1.2	20.6	4.9
5.2	27	45	27.8	1.3	21.4	4.7
5.4	26	46	26.8	1.4	19.1	5.2
5.6	32	53	32.8	1.7	19.3	5.2
5.8	30	55	30.8	1.5	20.5	4.9
6.0	28	51	28.8	1.7	16.9	5.9
6.2	33	58	34.0	1.7	20.0	5.0
6.4	32	57	33.0	1.7	19.4	5.2
6.6	26	51	27.0	1.5	18.0	5.6
6.8	28	50	29.0	1.5	19.3	5.2
7.0	27	50	28.0	1.7	16.5	6.1
7.2	28	53	29.1	1.9	15.3	6.5
7.4	41	70	42.1	2.0	21.1	4.8
7.6	36	66	37.1	1.9	19.5	5.1
7.8	24	53	25.1	1.4	17.9	5.6
8.0	38	59	39.1	1.9	20.6	4.9
8.2	43	71	44.2	2.1	21.0	4.8
8.4	46	77	47.2	3.5	13.5	7.4
8.6	56	109	57.2	3.7	15.5	6.5
8.8	46	102	47.2	3.0	15.7	6.4
9.0	45	90	46.2	2.9	15.9	6.3
9.2	53	96	54.4	2.9	18.8	5.3
9.4	66	109	67.4	3.5	19.3	5.2
9.6	62	115	63.4	3.1	20.5	4.9
9.8	74	120	75.4	3.7	20.4	4.9
10.0	65	120	66.4	4.0	16.6	6.0
10.2	87	147	88.5	4.7	18.8	5.3
10.4	86	157	87.5	4.7	18.6	5.4
10.6	111	181	112.5	5.6	20.1	5.0
10.8	86	170	87.5	5.3	16.5	6.1
11.0	73	152	74.5	4.4	16.9	5.9
11.2	74	140	75.7	4.1	18.5	5.4
11.4	70	132	71.7	4.1	17.5	5.7
11.6	67	128	68.7	3.5	19.6	5.1
11.8	51	103	52.7	3.5	15.1	6.6
12.0	68	121	69.7	3.7	18.8	5.3
12.2	77	133	78.8	4.5	17.5	5.7
12.4	69	137	70.8	4.5	15.7	6.4
12.6	68	135	69.8	4.8	14.5	6.9
12.8	74	146	75.8	4.8	15.8	6.3
13.0	78	150	79.8	5.0	16.0	6.3
13.2	78	153	79.9	5.1	15.7	6.4
13.4	74	151	75.9	5.0	15.2	6.6
13.6	76	151	77.9	3.5	22.3	4.5
13.8	50	102	51.9	2.5	20.8	4.8
14.0	33	71	34.9	2.7	12.9	7.7
14.2	34	74	36.1	-	-	-

PROVA CPT2–Intersezione S.P.219 ETE Morto S.P.9 Campiglionese-Comune di Fermo

Prova eseguita in data 09/02/2021
Profondità prova CPT - 14,20 m
Note: Falda non rilevata

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Strato			Cu	Mo	Eu	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Φ	Ey	K
Nr.	Prof.	Tipo	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	-	t/m³	t/m³	%	(°)	Kg/cm²	cm/s
1	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	0.4	C	0.3	18.3	30.0	84.5	-	1.8	1.9	-	-	-	-
3	0.6	C	0.5	27.3	46.0	107.9	-	1.8	1.9	-	-	-	-
4	0.8	C	0.5	30.3	51.0	115.0	-	1.9	1.9	-	-	-	-
5	1.0	C	0.4	27.3	46.0	107.9	-	1.8	1.9	-	-	-	-
6	1.2	C	0.8	48.9	81.0	154.1	-	1.9	2.0	-	-	-	-
7	1.4	C	1.0	60.9	101.0	176.2	-	2.0	2.1	-	-	-	-
8	1.6	C	1.2	69.9	116.0	191.7	-	2.0	2.1	-	-	-	-
9	1.8	C	1.2	69.9	116.0	191.7	-	2.0	2.1	-	-	-	-
10	2.0	C	1.1	70	116	192	-	2.0	2.1	-	-	-	-
11	2.2	C	1.0	61	102	177	-	2.0	2.1	-	-	-	-
12	2.4	C	0.9	58	97	171	-	2.0	2.0	-	-	-	-
13	2.6	C	0.7	43	72	143	-	1.9	2.0	-	-	-	-
14	2.8	C	1.0	61	102	177	-	2.0	2.1	-	-	-	-
15	3.0	C	1.1	67	112	187	-	2.0	2.1	-	-	-	-
16	3.2	C	1.3	77	128	203	-	2.0	2.1	-	-	-	-
17	3.4	C	1.3	80	133	208	-	2.0	2.1	-	-	-	-
18	3.6	C	1.3	80	133	208	-	2.0	2.1	-	-	-	-
19	3.8	C	1.3	80	133	208	-	2.0	2.1	-	-	-	-
20	4.0	C	1.3	80	133	208	-	2.0	2.1	-	-	-	-
21	4.2	C	1.1	68	114	189	-	2.0	2.1	-	-	-	-
22	4.4	C	1.0	62	104	178	-	2.0	2.1	-	-	-	-
23	4.6	C	0.8	53	89	162	-	1.9	2.0	-	-	-	-
24	4.8	C	0.9	59	99	173	-	2.0	2.0	-	-	-	-
25	5.0	I-C	1.2	74	124	199	-	2.0	2.1	21.8	21.6	49.4	-
26	5.2	I-C	1.3	83	139	214	-	2.0	2.1	25.0	21.9	55.6	-
27	5.4	C	1.3	80	134	209	-	2.0	2.1	-	-	-	-
28	5.6	C	1.6	98	164	236	-	2.1	2.1	-	-	-	-
29	5.8	I-C	1.5	92	154	227	-	2.0	2.1	25.5	21.8	61.6	-
30	6.0	C	1.4	86	144	218	-	2.0	2.1	-	-	-	-
31	6.2	I-C	1.6	102	170	242	-	2.1	2.1	27.2	22.0	68.0	-
32	6.4	C	1.6	99	165	237	-	2.1	2.1	-	-	-	-
33	6.6	C	1.3	81	135	210	-	2.0	2.1	-	-	-	-
34	6.8	C	1.4	87	145	219	-	2.0	2.1	-	-	-	-
35	7.0	C	1.3	84	140	215	-	2.0	2.1	-	-	-	-
36	7.2	C	1.4	87	146	220	-	2.0	2.1	-	-	-	-
37	7.4	I-C	2.0	126	210	275	-	2.1	2.2	29.9	22.1	84.2	-
38	7.6	I-C	1.8	111	185	255	-	2.1	2.2	24.5	21.3	74.2	-
39	7.8	C	1.2	75	126	201	-	2.0	2.1	-	-	-	-
40	8.0	I-C	1.9	117	195	263	-	2.1	2.2	24.9	21.3	78.2	-
41	8.2	I-C	2.1	133	221	284	-	2.1	2.2	-	-	-	-
42	8.4	C	2.3	71	236	295	-	2.1	2.2	-	-	-	-
43	8.6	C	2.8	86	286	332	-	2.1	2.2	-	-	-	-
44	8.8	C	2.3	71	236	295	-	2.1	2.2	-	-	-	-
45	9.0	C	2.2	69	231	291	-	2.1	2.2	-	-	-	-
46	9.2	I-C	2.6	82	272	322	-	2.1	2.2	32.9	22.2	108.8	-
47	9.4	I-C	3.3	101	337	367	-	2.2	2.3	40.1	23.1	134.8	-
48	9.6	I-C	3.1	95	317	353	-	2.2	2.2	37.2	22.7	126.8	-
49	9.8	I-C	3.7	113	377	393	-	2.2	2.3	43.0	23.4	150.8	-
50	10.0	C	3.2	100	332	364	-	2.2	2.2	-	-	-	-
51	10.2	I-C	4.3	133	442	433	-	2.2	2.3	47.6	23.9	177.0	-
52	10.4	I-C	4.3	131	438	430	-	2.2	2.3	46.6	23.8	175.0	-
53	10.6	I-C	5.5	169	562	502	-	2.3	2.3	55.2	24.9	225.0	-
54	10.8	C	4.3	131	438	430	-	2.2	2.3	-	-	-	-
55	11.0	C	3.6	112	372	390	-	2.2	2.3	-	-	-	-
56	11.2	I-C	3.7	114	378	394	-	2.2	2.3	39.1	22.7	151.4	-
57	11.4	C	3.5	108	358	381	-	2.2	2.3	-	-	-	-
58	11.6	I-C	3.3	103	343	371	-	2.2	2.3	34.5	22.0	137.4	-
59	11.8	C	2.5	79	264	316	-	2.1	2.2	-	-	-	-
60	12.0	I-C	3.4	105	348	374	-	2.2	2.3	34.0	21.9	139.4	-
61	12.2	C	3.8	118	394	404	-	2.2	2.3	-	-	-	-
62	12.4	C	3.4	106	354	378	-	2.2	2.3	-	-	-	-
63	12.6	C	3.4	105	349	375	-	2.2	2.3	-	-	-	-
64	12.8	C	3.7	114	379	394	-	2.2	2.3	-	-	-	-
65	13.0	C	3.9	120	399	407	-	2.2	2.3	-	-	-	-
66	13.2	C	3.9	120	400	407	-	2.2	2.3	-	-	-	-
78	13.4	C	3.7	114	380	394	-	2.2	2.3	-	-	-	-
79	13.6	I-C	3.8	117	390	401	-	2.2	2.3	34.4	21.8	155.8	-
80	13.8	I-C	2.5	78	260	313	-	2.1	2.2	19.1	19.8	103.8	-
81	14.0	C	1.6	105	175	245	-	2.1	2.1	-	-	-	-
82	14.2	I-C	1.7	108	180	251	-	2.1	2.1	5.0	17.9	72.2	-

SINTESI STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

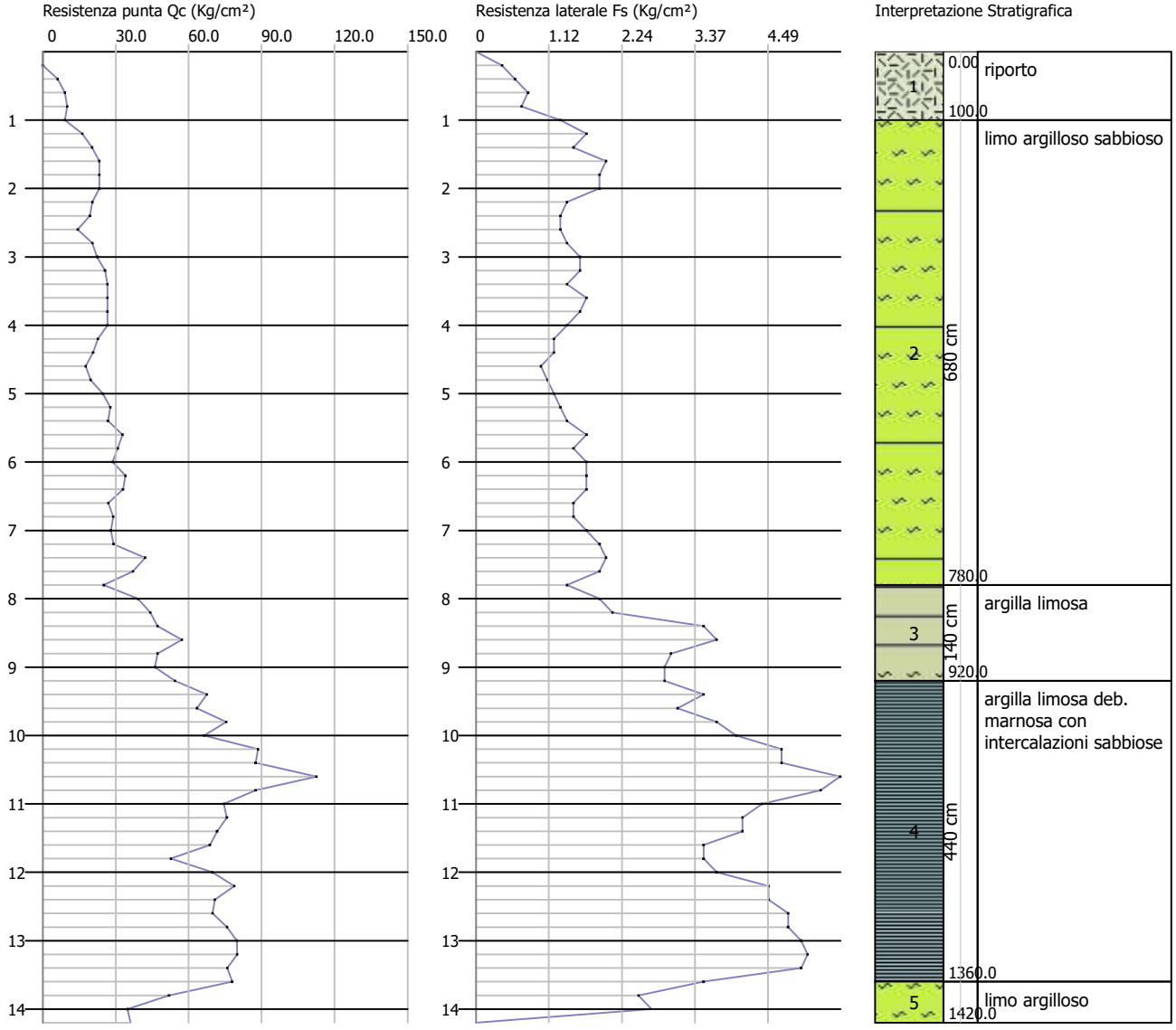
Strato			Cu	Mo	Eu	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Φ	Ey	K
Nr.	Prof.	Tipo	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	-	t/m³	t/m³	%	(°)	Kg/cm²	cm/s
1	1.0	C	0.4	26	43	104	-	1.8	1.9	-	-	-	-
2	7.8	I-C	1.2	77	128	202	-	2.0	2.1	25.7	21.8	65.5	-
3	9.2	I-C	2.3	90	240	297	-	2.1	2.2	28.9	21.8	93.5	-
4	13.6	I-C	3.7	114	380	394	-	2.2	2.3	41.2	23.0	157.3	-
5	14.2	I-C	1.9	97	205	270	-	2.1	2.1	12.1	18.9	88.0	-

Geco srl
Via Osoppo 38
60015 Falconara M.ma (AN)

Probe CPT - Cone Penetration Nr.2
Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Committente: Provincia di Fermo
Cantiere: Intersezione tra la S.P. 219 Ete Morto e la S.P. 9 Campiglionese
Località: Fermo

Data: 17/02/2021
Pag. 1 Scala 1:100



PROVA CPT3–Intersezione S.P.219 ETE Morto S.P.9 Campiglionese-Comune di Fermo

Prova eseguita in data 09/02/2021
Profondità prova CPT - 12,00 m
Note: Falda rilevata - 8,20 m

TABELLA VALORI DI RESISTENZA

Prof. Strato (m)	Lettura Punta (kg/cm²)	Lettura Laterale (kg/cm²)	q_c (kg/cm²)	fs (kg/cm²)	qc/fs Begemann (kg/cm2)	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.2	-	-	-	-	-	-
0.4	-	-	-	-	-	-
0.6	12	21	12.1	0.8	15.1	6.6
0.8	10	22	10.1	1.3	7.8	12.9
1.0	19	38	19.1	0.9	21.2	4.7
1.2	21	35	21.3	1.8	11.8	8.5
1.4	22	49	22.3	1.5	14.9	6.7
1.6	26	48	26.3	2.1	12.5	8.0
1.8	32	64	32.3	1.5	21.5	4.6
2.0	29	51	29.3	2.1	14.0	7.2
2.2	33	64	33.4	2.1	15.9	6.3
2.4	28	60	28.4	1.7	16.7	6.0
2.6	26	52	26.4	1.8	14.7	6.8
2.8	25	52	25.4	2.1	12.1	8.3
3.0	26	57	26.4	1.9	13.9	7.2
3.2	22	50	22.6	2.0	11.3	8.8
3.4	23	53	23.6	1.7	13.9	7.2
3.6	36	61	36.6	2.2	16.6	6.0
3.8	35	68	35.6	2.6	13.7	7.3
4.0	41	80	41.6	2.5	16.6	6.0
4.2	36	73	36.7	1.7	21.6	4.6
4.4	36	61	36.7	2.3	16.0	6.3
4.6	36	71	36.7	2.5	14.7	6.8
4.8	46	83	46.7	2.3	20.3	4.9
5.0	40	75	40.7	2.2	18.5	5.4
5.2	35	68	35.8	1.5	23.9	4.2
5.4	20	42	20.8	1.7	12.2	8.2
5.6	51	77	51.8	2.1	24.7	4.1
5.8	72	104	72.8	2.2	33.1	3.0
6.0	70	103	70.8	2.7	26.2	3.8
6.2	51	92	52.0	2.2	23.6	4.2
6.4	46	79	47.0	2.9	16.2	6.2
6.6	56	99	57.0	3.1	18.4	5.4
6.8	64	111	65.0	3.1	21.0	4.8
7.0	70	117	71.0	3.3	21.5	4.6
7.2	64	114	65.1	3.3	19.7	5.1
7.4	69	118	70.1	3.5	20.0	5.0
7.6	70	122	71.1	3.8	18.7	5.3
7.8	67	124	68.1	3.4	20.0	5.0
8.0	73	124	74.1	3.7	20.0	5.0
8.2	54	110	55.2	2.9	19.0	5.3
8.4	45	89	46.2	2.3	20.1	5.0
8.6	50	84	51.2	2.8	18.3	5.5
8.8	72	114	73.2	2.7	27.1	3.7
9.0	73	114	74.2	3.1	23.9	4.2
9.2	71	117	72.4	3.4	21.3	4.7
9.4	76	127	77.4	3.5	22.1	4.5
9.6	66	118	67.4	3.7	18.2	5.5
9.8	71	126	72.4	3.3	21.9	4.6
10.0	89	138	90.4	4.3	21.0	4.8
10.2	90	155	91.5	4.7	19.5	5.1
10.4	90	161	91.5	4.4	20.8	4.8
10.6	84	150	85.5	4.8	17.8	5.6
10.8	72	144	73.5	4.8	15.3	6.5
11.0	79	151	80.5	5.2	15.5	6.5
11.2	83	161	84.7	5.5	15.4	6.5
11.4	73	156	74.7	5.1	14.6	6.8
11.6	85	161	86.7	4.9	17.7	5.7
11.8	81	155	82.7	5.3	15.6	6.4
12.0	86	166	87.7	-	-	-

PROVA CPT3–Intersezione S.P.219 ETE Morto S.P.9 Campiglionese-Comune di Fermo

Prova eseguita in data 09/02/2021
Profondità prova CPT - 12,00 m
Note: Falda rilevata - 8,20 m

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Strato			Cu	Mo	Eu	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Φ	Ey	K
Nr.	Prof.	Tipo	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	-	t/m³	t/m³	%	(°)	Kg/cm²	cm/s
1	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	0.6	C	0.6	36	61	129	-	1.9	2.0	-	-	-	-
4	0.8	C	0.5	30	51	115	-	1.9	1.9	-	-	-	-
5	1.0	I-C	0.9	57	96	170	-	2.0	2.0	65.9	29.8	38.2	-
6	1.2	C	1.1	64	106	182	-	2.0	2.1	-	-	-	-
7	1.4	C	1.1	67	111	187	-	2.0	2.1	-	-	-	-
8	1.6	C	1.3	79	131	206	-	2.0	2.1	-	-	-	-
9	1.8	I-C	1.6	97	161	234	-	2.1	2.1	63.0	28.4	64.6	-
10	2.0	C	1.4	88	146	221	-	2.0	2.1	-	-	-	-
11	2.2	C	1.7	100	167	239	-	2.1	2.1	-	-	-	-
12	2.4	C	1.4	85	142	216	-	2.0	2.1	-	-	-	-
13	2.6	C	1.3	79	132	207	-	2.0	2.1	-	-	-	-
14	2.8	C	1.2	76	127	202	-	2.0	2.1	-	-	-	-
15	3.0	C	1.3	79	132	207	-	2.0	2.1	-	-	-	-
16	3.2	C	1.1	68	113	188	-	2.0	2.1	-	-	-	-
17	3.4	C	1.1	71	118	193	-	2.0	2.1	-	-	-	-
18	3.6	C	1.8	110	183	253	-	2.1	2.2	-	-	-	-
19	3.8	C	1.7	107	178	248	-	2.1	2.1	-	-	-	-
20	4.0	C	2.0	125	208	273	-	2.1	2.2	-	-	-	-
21	4.2	I-C	1.8	110	184	253	-	2.1	2.2	40.9	24.3	73.4	-
22	4.4	C	1.8	110	184	253	-	2.1	2.2	-	-	-	-
23	4.6	C	1.8	110	184	253	-	2.1	2.2	-	-	-	-
24	4.8	I-C	2.3	70	234	293	-	2.1	2.2	45.6	24.7	93.4	-
25	5.0	C	2.0	122	204	270	-	2.1	2.2	-	-	-	-
26	5.2	I-C	1.7	107	179	249	-	2.1	2.1	33.5	23.0	71.6	-
27	5.4	C	1.0	62	104	179	-	2.0	2.1	-	-	-	-
28	5.6	I-C	2.5	78	259	312	-	2.1	2.2	44.9	24.4	103.6	-
29	5.8	I-C	3.6	109	364	385	-	2.2	2.3	56.3	25.8	145.6	-
30	6.0	I-C	3.5	106	354	378	-	2.2	2.3	54.2	25.5	141.6	-
31	6.2	I-C	2.5	78	260	313	-	2.1	2.2	41.9	23.8	104.0	-
32	6.4	C	2.3	71	235	294	-	2.1	2.2	-	-	-	-
33	6.6	C	2.8	86	285	331	-	2.1	2.2	-	-	-	-
34	6.8	I-C	3.2	98	325	359	-	2.2	2.2	47.4	24.4	130.0	-
35	7.0	I-C	3.5	107	355	379	-	2.2	2.3	49.8	24.7	142.0	-
36	7.2	I-C	3.2	98	325	359	-	2.2	2.2	45.7	24.1	130.2	-
37	7.4	I-C	3.4	105	350	376	-	2.2	2.3	47.6	24.3	140.2	-
38	7.6	I-C	3.5	107	355	379	-	2.2	2.3	47.3	24.3	142.2	-
39	7.8	I-C	3.3	102	340	369	-	2.2	2.3	45.0	23.9	136.2	-
40	8.0	I-C	3.6	111	370	389	-	2.2	2.3	47.3	24.2	148.2	-
41	8.2	I-C	2.7	83	276	325	-	2.1	2.2	35.8	22.7	110.4	-
42	8.4	I-C	2.2	69	231	291	-	2.1	2.2	28.8	21.7	92.4	-
43	8.6	C	2.5	77	256	310	-	2.1	2.2	-	-	-	-
44	8.8	I-C	3.6	110	366	386	-	2.2	2.3	44.9	23.6	146.4	-
45	9.0	I-C	3.6	111	371	389	-	2.2	2.3	45.0	23.6	148.4	-
46	9.2	I-C	3.5	109	362	383	-	2.2	2.3	43.8	23.4	144.8	-
47	9.4	I-C	3.8	116	387	399	-	2.2	2.3	45.8	23.6	154.8	-
48	9.6	C	3.3	101	337	367	-	2.2	2.3	-	-	-	-
49	9.8	I-C	3.5	109	362	383	-	2.2	2.3	42.7	23.0	144.8	-
50	10.0	I-C	4.4	136	452	439	-	2.2	2.3	50.5	24.0	180.8	-
51	10.2	I-C	4.5	137	458	442	-	2.2	2.3	50.6	23.9	183.0	-
52	10.4	I-C	4.5	137	458	442	-	2.2	2.3	50.2	23.8	183.0	-
53	10.6	C	4.2	128	428	424	-	2.2	2.3	-	-	-	-
54	10.8	C	3.6	110	368	387	-	2.2	2.3	-	-	-	-
55	11.0	C	3.9	121	403	409	-	2.2	2.3	-	-	-	-
56	11.2	C	4.1	127	423	422	-	2.2	2.3	-	-	-	-
57	11.4	C	3.6	112	373	391	-	2.2	2.3	-	-	-	-
58	11.6	C	4.2	130	433	428	-	2.2	2.3	-	-	-	-
59	11.8	C	4.0	124	413	416	-	2.2	2.3	-	-	-	-
60	12.0	C	4.3	132	438	431	-	2.2	2.3	-	-	-	-

SINTESI STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

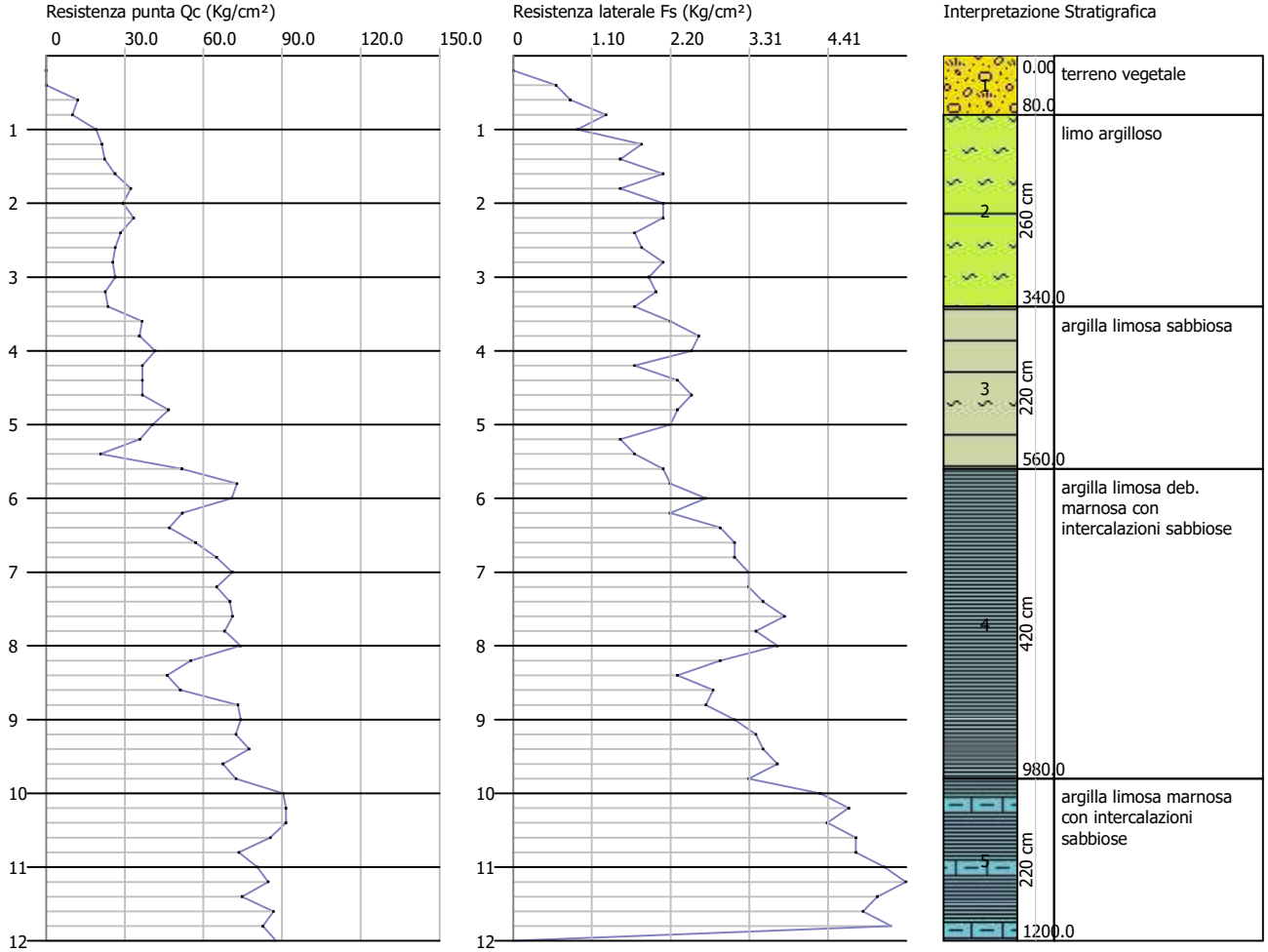
Strato			Cu	Mo	Eu	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Φ	Ey	K
Nr.	Prof.	Tipo	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	-	t/m³	t/m³	%	(°)	Kg/cm²	cm/s
1	0.8	C	0.6	33	56	122	-	1.9	2.0	-	-	-	-
2	3.4	I-C	1.3	78	129	204	-	2.0	2.1	-	-	-	-
3	5.6	I-C	1.9	101	191	258	-	2.1	2.2	41.2	24.1	85.5	-
4	9.8	I-C	3.2	98	327	359	-	2.2	2.3	45.2	23.9	135.4	-
5	12.0	I-C	4.1	127	422	421	-	2.2	2.3	50.4	23.9	182.3	-

Geco srl
Via Osoppo 38
60015 Falconara M.ma (AN)

Probe CPT - Cone Penetration Nr.3
Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Committente: Provincia di Fermo
Cantiere: Intersezione tra la S.P. 219 Ete Morto e la S.P. 9 Campiglionese
Località: Fermo

Data: 17/02/2021
Pag. 1 Scala 1:100



PROVA CPT4–Intersezione S.P.219 ETE Morto S.P.9 Campiglionese-Comune di Fermo

Prova eseguita in data 09/02/2021
Profondità prova CPT - 11,00 m
Note: Falda non rilevata

TABELLA VALORI DI RESISTENZA

Prof. Strato (m)	Lettura Punta (kg/cm²)	Lettura Laterale (kg/cm²)	q_c (kg/cm²)	fs (kg/cm²)	qc/fs Begemann (kg/cm2)	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.2	-	-	-	-	-	-
0.4	-	-	-	-	-	-
0.6	10	22	10.1	1.1	9.2	10.9
0.8	9	26	9.1	0.7	13.0	7.7
1.0	9	19	9.1	0.3	30.3	3.3
1.2	16	21	16.3	0.5	32.6	3.1
1.4	15	23	15.3	0.5	30.6	3.3
1.6	15	23	15.3	0.7	21.9	4.6
1.8	16	26	16.3	0.7	23.3	4.3
2.0	16	26	16.3	0.5	32.6	3.1
2.2	14	22	14.4	0.7	20.6	4.9
2.4	17	28	17.4	1.1	15.8	6.3
2.6	16	32	16.4	1.0	16.4	6.1
2.8	16	31	16.4	1.1	14.9	6.7
3.0	19	36	19.4	1.3	14.9	6.7
3.2	20	39	20.6	1.1	18.7	5.3
3.4	22	39	22.6	1.1	20.5	4.9
3.6	21	38	21.6	1.3	16.6	6.0
3.8	27	46	27.6	1.5	18.4	5.4
4.0	33	55	33.6	1.7	19.8	5.1
4.2	33	59	33.7	1.5	22.5	4.5
4.4	27	50	27.7	1.3	21.3	4.7
4.6	24	43	24.7	1.4	17.6	5.7
4.8	23	44	23.7	1.3	18.2	5.5
5.0	16	35	16.7	1.0	16.7	6.0
5.2	14	29	14.8	0.9	16.4	6.1
5.4	15	28	15.8	0.9	17.6	5.7
5.6	19	32	19.8	1.2	16.5	6.1
5.8	20	38	20.8	1.3	16.0	6.3
6.0	25	45	25.8	1.6	16.1	6.2
6.2	30	54	31.0	1.9	16.3	6.1
6.4	29	57	30.0	2.1	14.3	7.0
6.6	27	58	28.0	2.1	13.3	7.5
6.8	23	54	24.0	1.6	15.0	6.7
7.0	30	54	31.0	1.9	16.3	6.1
7.2	44	73	45.1	2.3	19.6	5.1
7.4	45	80	46.1	2.5	18.4	5.4
7.6	38	76	39.1	2.9	13.5	7.4
7.8	39	82	40.1	2.9	13.8	7.2
8.0	49	92	50.1	2.6	19.3	5.2
8.2	36	75	37.2	2.3	16.2	6.2
8.4	36	70	37.2	3.1	12.0	8.3
8.6	32	78	33.2	2.3	14.4	6.9
8.8	92	127	93.2	3.5	26.6	3.8
9.0	82	134	83.2	4.0	20.8	4.8
9.2	84	144	85.4	4.2	20.3	4.9
9.4	82	145	83.4	3.8	21.9	4.6
9.6	80	137	81.4	4.6	17.7	5.7
9.8	81	150	82.4	4.1	20.1	5.0
10.0	70	131	71.4	4.5	15.9	6.3
10.2	85	152	86.5	5.1	17.0	5.9
10.4	86	163	87.5	4.5	19.4	5.1
10.6	96	164	97.5	4.6	21.2	4.7
10.8	99	168	100.5	4.9	20.5	4.9
11.0	93	167	94.5	-	-	-

PROVA CPT4–Intersezione S.P.219 ETE Morto S.P.9 Campiglionese-Comune di Fermo

Prova eseguita in data 09/02/2021
Profondità prova CPT - 11,00 m
Note: Falda non rilevata

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Strato			Cu	Mo	Eu	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Φ	Ey	K
Nr.	Prof.	Tipo	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	-	t/m³	t/m³	%	(°)	Kg/cm²	cm/s
1	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	0.6	C	0.5	30	51	115	-	1.9	1.9	-	-	-	-
4	0.8	C	0.5	27	46	108	-	1.8	1.9	-	-	-	-
5	1.0	I-C	0.5	27	46	108	-	1.8	1.9	47.2	27.8	18.2	-
6	1.2	I-C	0.8	49	81	154	-	1.9	2.0	59.5	28.9	32.6	-
7	1.4	I-C	0.8	46	77	148	-	1.9	2.0	50.2	27.4	30.6	-
8	1.6	I-C	0.8	46	77	148	-	1.9	2.0	44.7	26.4	30.6	-
9	1.8	I-C	0.8	49	81	154	-	1.9	2.0	42.4	25.9	32.6	-
10	2.0	I-C	0.8	49	81	154	-	1.9	2.0	38.5	25.2	32.6	-
11	2.2	C	0.7	43	72	143	-	1.9	2.0	-	-	-	-
12	2.4	C	0.9	52	87	160	-	1.9	2.0	-	-	-	-
13	2.6	C	0.8	49	82	155	-	1.9	2.0	-	-	-	-
14	2.8	C	0.8	49	82	155	-	1.9	2.0	-	-	-	-
15	3.0	C	0.9	58	97	171	-	2.0	2.0	-	-	-	-
16	3.2	C	1.0	62	103	178	-	2.0	2.1	-	-	-	-
17	3.4	I-C	1.1	68	113	188	-	2.0	2.1	32.3	23.6	45.2	-
18	3.6	C	1.1	65	108	183	-	2.0	2.1	-	-	-	-
19	3.8	C	1.3	83	138	213	-	2.0	2.1	-	-	-	-
20	4.0	I-C	1.6	101	168	240	-	2.1	2.1	41.5	24.5	67.2	-
21	4.2	I-C	1.6	101	169	240	-	2.1	2.1	40.0	24.2	67.4	-
22	4.4	I-C	1.3	83	139	213	-	2.0	2.1	31.3	23.0	55.4	-
23	4.6	C	1.2	74	124	199	-	2.0	2.1	-	-	-	-
24	4.8	C	1.1	71	119	194	-	2.0	2.1	-	-	-	-
25	5.0	C	0.8	50	84	156	-	1.9	2.0	-	-	-	-
26	5.2	C	0.7	44	74	145	-	1.9	2.0	-	-	-	-
27	5.4	C	0.7	47	79	151	-	1.9	2.0	-	-	-	-
28	5.6	C	0.9	59	99	174	-	2.0	2.0	-	-	-	-
29	5.8	C	1.0	62	104	179	-	2.0	2.1	-	-	-	-
30	6.0	C	1.2	77	129	204	-	2.0	2.1	-	-	-	-
31	6.2	C	1.5	93	155	228	-	2.0	2.1	-	-	-	-
32	6.4	C	1.4	90	150	224	-	2.0	2.1	-	-	-	-
33	6.6	C	1.3	84	140	215	-	2.0	2.1	-	-	-	-
34	6.8	C	1.1	72	120	195	-	2.0	2.1	-	-	-	-
35	7.0	C	1.5	93	155	228	-	2.0	2.1	-	-	-	-
36	7.2	I-C	2.2	68	225	287	-	2.1	2.2	34.3	22.7	90.2	-
37	7.4	C	2.2	69	230	291	-	2.1	2.2	-	-	-	-
38	7.6	C	1.9	117	195	263	-	2.1	2.2	-	-	-	-
39	7.8	C	1.9	120	200	267	-	2.1	2.2	-	-	-	-
40	8.0	I-C	2.4	75	250	306	-	2.1	2.2	34.9	22.7	100.2	-
41	8.2	C	1.8	112	186	255	-	2.1	2.2	-	-	-	-
42	8.4	C	1.8	112	186	255	-	2.1	2.2	-	-	-	-
43	8.6	C	1.6	100	166	238	-	2.0	2.1	-	-	-	-
44	8.8	I-C	4.6	140	466	447	-	2.2	2.3	54.8	25.1	186.4	-
45	9.0	I-C	4.1	125	416	417	-	2.2	2.3	49.9	24.5	166.4	-
46	9.2	I-C	4.2	128	427	424	-	2.2	2.3	50.2	24.5	170.8	-
47	9.4	I-C	4.1	125	417	418	-	2.2	2.3	48.6	24.2	166.8	-
48	9.6	C	4.0	122	407	412	-	2.2	2.3	-	-	-	-
49	9.8	I-C	4.0	124	412	415	-	2.2	2.3	46.9	23.9	164.8	-
50	10.0	C	3.5	107	357	380	-	2.2	2.3	-	-	-	-
51	10.2	C	4.2	130	432	427	-	2.2	2.3	-	-	-	-
52	10.4	I-C	4.3	131	438	430	-	2.2	2.3	47.2	23.9	175.0	-
53	10.6	I-C	4.8	146	488	460	-	2.2	2.3	50.6	24.3	195.0	-
54	10.8	I-C	4.9	151	503	468	-	2.2	2.3	51.2	24.3	201.0	-
55	11.0	I-C	4.6	142	472	451	-	2.2	2.3	48.3	24.0	189.0	-

SINTESI STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

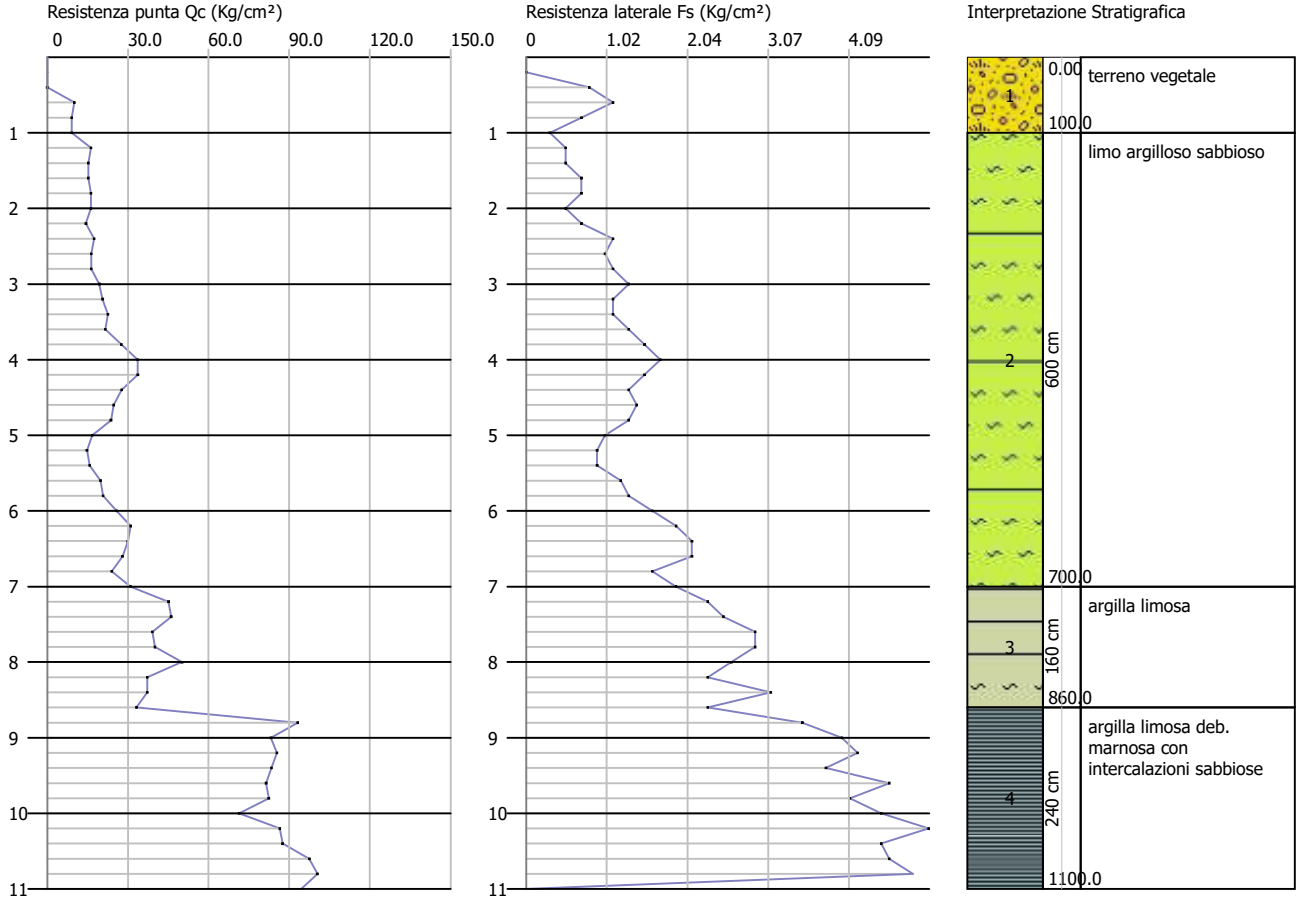
Strato			Cu	Mo	Eu	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Φ	Ey	K
Nr.	Prof.	Tipo	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	-	t/m³	t/m³	%	(°)	Kg/cm²	cm/s
1	1.0	C	0.5	28	48	110	-	1.8	1.9	-	-	-	-
2	7.0	I-C	1.0	64	108	181	-	2.0	2.0	42.7	25.7	41.2	-
3	8.6	I-C	2.0	97	205	270	-	2.1	2.2	34.6	22.7	95.2	-
4	11.0	I-C	4.3	131	436	429	-	2.2	2.3	49.7	24.3	179.5	-

Geco srl
Via Osoppo 38
60015 Falconara M.ma (AN)

Probe CPT - Cone Penetration Nr.4
Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Committente: Provincia di Fermo
Cantiere: Intersezione tra la S.P. 219 Ete Morto e la S.P. 9 Campiglionese
Località: Fermo

Data: 17/02/2021
Pag. 1 Scala 1:100



PROVA CPT5–Intersezione S.P.219 ETE Morto S.P.9 Campiglionese-Comune di Fermo

Prova eseguita in data 09/02/2021
Profondità prova CPT - 11,60 m
Note: Falda non rilevata

TABELLA VALORI DI RESISTENZA

Prof. Strato (m)	Lettura Punta (kg/cm²)	Lettura Laterale (kg/cm²)	q_c (kg/cm²)	fs (kg/cm²)	qc/fs Begemann (kg/cm2)	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.2	-	-	-	-	-	-
0.4	-	-	-	-	-	-
0.6	11	21	11.1	0.8	13.9	7.2
0.8	9	21	9.1	0.9	10.1	9.9
1.0	10	23	10.1	0.8	12.6	7.9
1.2	6	18	6.3	0.5	12.6	7.9
1.4	8	16	8.3	0.7	11.9	8.4
1.6	14	25	14.3	0.9	15.9	6.3
1.8	16	30	16.3	0.9	18.1	5.5
2.0	21	35	21.3	1.1	19.4	5.2
2.2	20	36	20.4	1.5	13.6	7.4
2.4	21	44	21.4	1.5	14.3	7.0
2.6	22	44	22.4	1.6	14.0	7.1
2.8	27	51	27.4	2.0	13.7	7.3
3.0	33	63	33.4	2.3	14.5	6.9
3.2	31	65	31.6	2.3	13.7	7.3
3.4	34	69	34.6	1.6	21.6	4.6
3.6	25	49	25.6	2.1	12.2	8.2
3.8	35	66	35.6	2.0	17.8	5.6
4.0	38	68	38.6	2.3	16.8	6.0
4.2	38	73	38.7	1.9	20.4	4.9
4.4	26	54	26.7	1.4	19.1	5.2
4.6	17	38	17.7	1.5	11.8	8.5
4.8	32	54	32.7	1.4	23.4	4.3
5.0	32	53	32.7	1.4	23.4	4.3
5.2	29	50	29.8	2.1	14.2	7.0
5.4	31	63	31.8	1.8	17.7	5.7
5.6	31	58	31.8	2.2	14.5	6.9
5.8	35	68	35.8	2.1	17.0	5.9
6.0	29	61	29.8	1.7	17.5	5.7
6.2	30	55	31.0	1.8	17.2	5.8
6.4	33	60	34.0	2.2	15.5	6.5
6.6	31	64	32.0	1.7	18.8	5.3
6.8	55	80	56.0	2.3	24.3	4.1
7.0	51	86	52.0	1.6	32.5	3.1
7.2	54	78	55.1	1.7	32.4	3.1
7.4	43	68	44.1	2.5	17.6	5.7
7.6	62	100	63.1	2.9	21.8	4.6
7.8	85	128	86.1	3.7	23.3	4.3
8.0	79	135	80.1	4.2	19.1	5.2
8.2	70	133	71.2	4.1	17.4	5.8
8.4	69	130	70.2	3.3	21.3	4.7
8.6	72	121	73.2	4.3	17.0	5.9
8.8	61	126	62.2	3.9	15.9	6.3
9.0	57	116	58.2	3.7	15.7	6.4
9.2	73	129	74.4	3.8	19.6	5.1
9.4	66	123	67.4	3.5	19.3	5.2
9.6	65	117	66.4	3.1	21.4	4.7
9.8	57	103	58.4	2.8	20.9	4.8
10.0	54	96	55.4	3.3	16.8	6.0
10.2	89	139	90.5	4.0	22.6	4.4
10.4	96	156	97.5	3.8	25.7	3.9
10.6	105	162	106.5	5.2	20.5	4.9
10.8	107	185	108.5	5.7	19.0	5.3
11.0	113	199	114.5	6.9	16.6	6.0
11.2	101	204	102.7	5.3	19.4	5.2
11.4	96	176	97.7	5.5	17.8	5.6
11.6	104	187	105.7	-	-	-

PROVA CPT5–Intersezione S.P.219 ETE Morto S.P.9 Campiglionese-Comune di Fermo

Prova eseguita in data 09/02/2021
Profondità prova CPT - 11,60 m
Note: Falda non rilevata

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Strato			Cu	Mo	Eu	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Φ	Ey	K
Nr.	Prof.	Tipo	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	-	t/m³	t/m³	%	(°)	Kg/cm²	cm/s
1	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	0.6	C	0.6	33	56	122	-	1.9	2.0	-	-	-	-
4	0.8	C	0.5	27	46	108	-	1.8	1.9	-	-	-	-
5	1.0	C	0.5	30	51	115	-	1.9	1.9	-	-	-	-
6	1.2	C	0.3	19	32	86	-	1.8	1.9	-	-	-	-
7	1.4	C	0.4	25	42	102	-	1.8	1.9	-	-	-	-
8	1.6	C	0.7	43	72	142	-	1.9	2.0	-	-	-	-
9	1.8	C	0.8	49	81	154	-	1.9	2.0	-	-	-	-
10	2.0	C	1.1	64	106	182	-	2.0	2.1	-	-	-	-
11	2.2	C	1.0	61	102	177	-	2.0	2.1	-	-	-	-
12	2.4	C	1.1	64	107	182	-	2.0	2.1	-	-	-	-
13	2.6	C	1.1	67	112	187	-	2.0	2.1	-	-	-	-
14	2.8	C	1.3	82	137	212	-	2.0	2.1	-	-	-	-
15	3.0	C	1.6	100	167	239	-	2.1	2.1	-	-	-	-
16	3.2	C	1.6	95	158	231	-	2.0	2.1	-	-	-	-
17	3.4	I-C	1.7	104	173	244	-	2.1	2.1	47.4	25.5	69.2	-
18	3.6	C	1.2	77	128	203	-	2.0	2.1	-	-	-	-
19	3.8	C	1.7	107	178	248	-	2.1	2.1	-	-	-	-
20	4.0	C	1.9	116	193	261	-	2.1	2.2	-	-	-	-
21	4.2	I-C	1.9	116	194	261	-	2.1	2.2	44.5	24.8	77.4	-
22	4.4	C	1.3	80	134	208	-	2.0	2.1	-	-	-	-
23	4.6	C	0.8	53	89	162	-	1.9	2.0	-	-	-	-
24	4.8	I-C	1.6	98	164	236	-	2.1	2.1	34.2	23.3	65.4	-
25	5.0	I-C	1.6	98	164	236	-	2.1	2.1	32.9	23.1	65.4	-
26	5.2	C	1.4	89	149	223	-	2.0	2.1	-	-	-	-
27	5.4	C	1.5	95	159	232	-	2.0	2.1	-	-	-	-
28	5.6	C	1.5	95	159	232	-	2.0	2.1	-	-	-	-
29	5.8	C	1.7	107	179	249	-	2.1	2.1	-	-	-	-
30	6.0	C	1.4	89	149	223	-	2.0	2.1	-	-	-	-
31	6.2	C	1.5	93	155	228	-	2.0	2.1	-	-	-	-
32	6.4	C	1.6	102	170	242	-	2.1	2.1	-	-	-	-
33	6.6	C	1.5	96	160	233	-	2.0	2.1	-	-	-	-
34	6.8	I-C	2.7	84	280	328	-	2.1	2.2	43.4	24.0	112.0	-
35	7.0	I-C	2.5	78	260	313	-	2.1	2.2	39.8	23.5	104.0	-
36	7.2	I-C	2.7	83	275	324	-	2.1	2.2	41.0	23.6	110.2	-
37	7.4	C	2.1	132	220	283	-	2.1	2.2	-	-	-	-
38	7.6	I-C	3.1	95	315	352	-	2.2	2.2	44.4	23.9	126.2	-
39	7.8	I-C	4.2	129	430	426	-	2.2	2.3	54.9	25.3	172.2	-
40	8.0	I-C	3.9	120	400	408	-	2.2	2.3	51.5	24.8	160.2	-
41	8.2	C	3.5	107	356	379	-	2.2	2.3	-	-	-	-
42	8.4	I-C	3.4	105	351	376	-	2.2	2.3	45.1	23.9	140.4	-
43	8.6	C	3.6	110	366	386	-	2.2	2.3	-	-	-	-
44	8.8	C	3.0	93	311	349	-	2.2	2.2	-	-	-	-
45	9.0	C	2.8	87	291	335	-	2.1	2.2	-	-	-	-
46	9.2	I-C	3.6	112	372	390	-	2.2	2.3	44.5	23.7	148.8	-
47	9.4	I-C	3.3	101	337	367	-	2.2	2.3	40.2	23.1	134.8	-
48	9.6	I-C	3.2	100	332	364	-	2.2	2.2	39.0	22.9	132.8	-
49	9.8	I-C	2.8	88	292	336	-	2.1	2.2	33.7	22.2	116.8	-
50	10.0	C	2.7	83	277	325	-	2.1	2.2	-	-	-	-
51	10.2	I-C	4.4	136	453	439	-	2.2	2.3	48.6	24.1	181.0	-
52	10.4	I-C	4.8	146	488	460	-	2.2	2.3	50.7	24.3	195.0	-
53	10.6	I-C	5.2	160	532	485	-	2.3	2.3	53.3	24.6	213.0	-
54	10.8	I-C	5.3	163	542	491	-	2.3	2.3	53.4	24.6	217.0	-
55	11.0	C	5.6	172	572	507	-	2.3	2.3	-	-	-	-
56	11.2	I-C	5.0	154	513	475	-	2.2	2.3	50.3	24.2	205.4	-
57	11.4	C	4.8	147	488	460	-	2.2	2.3	-	-	-	-
58	11.6	I-C	5.2	159	528	483	-	2.2	2.3	50.3	24.1	211.4	-

SINTESI STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

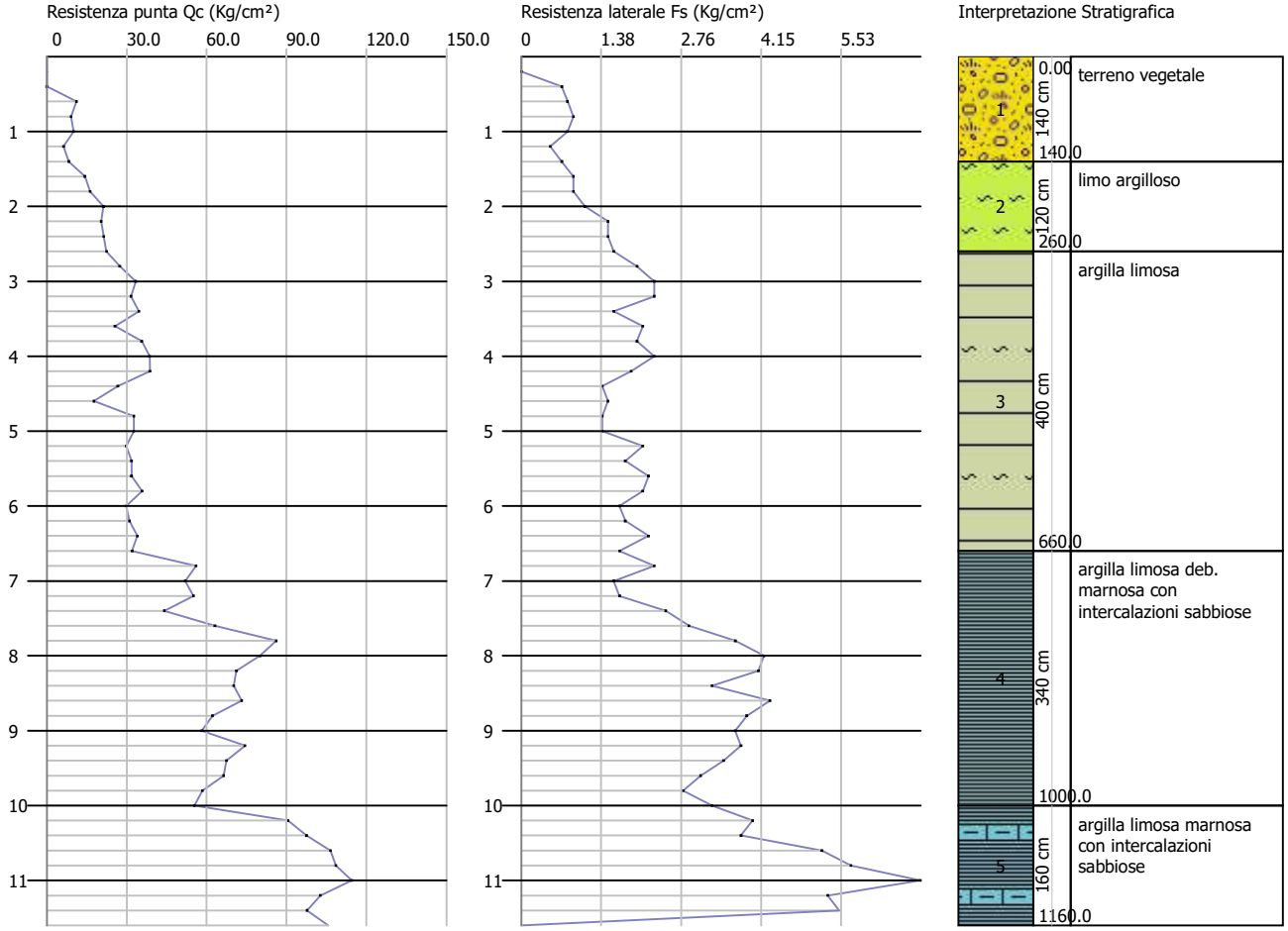
Strato			Cu	Mo	Eu	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Φ	Ey	K
Nr.	Prof.	Tipo	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	-	t/m³	t/m³	%	(°)	Kg/cm²	cm/s
1	1.4	C	0.5	27	45	107	-	1.8	1.9	-	-	-	-
2	2.6	C	1.0	58	97	171	-	2.0	2.1	-	-	-	-
3	6.6	I-C	1.5	95	158	230	-	2.0	2.1	39.8	24.2	69.4	-
4	10.0	I-C	3.1	100	321	355	-	2.2	2.2	43.4	23.7	132.6	-
5	11.6	I-C	5.0	154	515	475	-	2.2	2.3	51.1	24.3	203.8	-

Geco srl
Via Osoppo 38
60015 Falconara M.ma (AN)

Probe CPT - Cone Penetration Nr.5
Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Committente: Provincia di Fermo
Cantiere: Intersezione tra la S.P. 219 Ete Morto e la S.P. 9 Campiglionese
Località: Fermo

Data: 17/02/2021
Pag. 1 Scala 1:100



PROVA CPT6–Intersezione S.P.219 ETE Morto S.P.9 Campiglionese-Comune di Fermo

Prova eseguita in data 09/02/2021
Profondità prova CPT - 12,00 m
Note: Falda non rilevata

TABELLA VALORI DI RESISTENZA

Prof. Strato (m)	Lettura Punta (kg/cm²)	Lettura Laterale (kg/cm²)	q_c (kg/cm²)	fs (kg/cm²)	qc/fs Begemann (kg/cm2)	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.2	-	-	-	-	-	-
0.4	-	-	-	-	-	-
0.6	9	16	9.1	0.6	15.2	6.6
0.8	17	26	17.1	1.4	12.2	8.2
1.0	13	34	13.1	1.5	9.0	11.2
1.2	14	36	14.3	1.7	8.6	11.7
1.4	18	43	18.3	1.5	12.5	8.0
1.6	17	39	17.3	2.0	8.6	11.6
1.8	23	53	23.3	2.1	10.9	9.2
2.0	66	98	66.3	4.6	14.4	6.9
2.2	99	168	99.4	6.4	15.5	6.4
2.4	109	205	109.4	7.3	15.1	6.6
2.6	91	200	91.4	5.7	15.9	6.3
2.8	100	186	100.4	7.0	14.3	7.0
3.0	95	200	95.4	6.9	13.8	7.3
3.2	87	191	87.6	7.0	12.5	8.0
3.4	95	200	95.6	7.1	13.5	7.4
3.6	102	208	102.6	4.1	25.2	4.0
3.8	46	107	46.6	3.5	13.2	7.6
4.0	27	80	27.6	2.7	10.3	9.7
4.2	36	76	36.7	5.1	7.2	13.8
4.4	100	176	100.7	5.8	17.4	5.8
4.6	104	191	104.7	4.7	22.1	4.5
4.8	118	189	118.7	5.1	23.4	4.3
5.0	113	189	113.7	5.9	19.4	5.2
5.2	137	225	137.8	4.7	29.1	3.4
5.4	117	188	117.8	5.0	23.6	4.2
5.6	136	211	136.8	8.1	16.8	5.9
5.8	100	222	100.8	8.8	11.5	8.7
6.0	112	244	112.8	3.7	30.2	3.3
6.2	88	144	89.0	6.3	14.0	7.1
6.4	111	206	112.0	6.2	18.1	5.5
6.6	110	203	111.0	6.1	18.3	5.5
6.8	91	182	92.0	5.5	16.8	5.9
7.0	100	182	101.0	5.5	18.2	5.5
7.2	89	172	90.1	5.1	17.6	5.7
7.4	88	165	89.1	4.8	18.6	5.4
7.6	90	162	91.1	4.7	19.2	5.2
7.8	89	160	90.1	4.4	20.5	4.9
8.0	81	147	82.1	4.1	20.2	5.0
8.2	80	141	81.2	5.0	16.2	6.2
8.4	91	166	92.2	3.7	25.2	4.0
8.6	101	156	102.2	4.7	21.6	4.6
8.8	91	162	92.2	4.0	23.1	4.3
9.0	116	176	117.2	3.7	31.4	3.2
9.2	84	140	85.4	3.8	22.5	4.5
9.4	98	155	99.4	4.1	24.0	4.2
9.6	89	151	90.4	3.5	26.1	3.8
9.8	99	151	100.4	4.3	23.2	4.3
10.0	64	129	65.4	5.1	12.7	7.9
10.2	86	163	87.5	2.7	32.8	3.0
10.4	56	96	57.5	3.7	15.4	6.5
10.6	62	118	63.5	3.4	18.7	5.4
10.8	93	144	94.5	3.5	27.3	3.7
11.0	88	140	89.5	4.0	22.4	4.5
11.2	79	139	80.7	1.9	41.7	2.4
11.4	151	180	152.7	5.7	26.6	3.8
11.6	117	203	118.7	8.7	13.6	7.4
11.8	135	266	136.7	8.9	15.3	6.5
12.0	138	272	139.7	0.0	0.0	0.0

PROVA CPT6–Intersezione S.P.219 ETE Morto S.P.9 Campiglionese-Comune di Fermo

Prova eseguita in data 09/02/2021
Profondità prova CPT - 12,00 m
Note: Falda non rilevata

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Strato			Cu	Mo	Eu	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Φ	Ey	K
Nr.	Prof.	Tipo	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	-	t/m³	t/m³	%	(°)	Kg/cm²	cm/s
1	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	0.6	C	0.5	27	46	108	-	1.8	1.9	-	-	-	-
4	0.8	C	0.8	51	86	159	-	1.9	2.0	-	-	-	-
5	1.0	C	0.6	39	66	135	-	1.9	2.0	-	-	-	-
6	1.2	C	0.7	43	72	142	-	1.9	2.0	-	-	-	-
7	1.4	C	0.9	55	91	165	-	2.0	2.0	-	-	-	-
8	1.6	C	0.9	52	86	160	-	1.9	2.0	-	-	-	-
9	1.8	C	1.1	70	116	192	-	2.0	2.1	-	-	-	-
10	2.0	C	3.3	100	332	363	-	2.2	2.3	-	-	-	-
11	2.2	C	5.0	149	497	465	-	2.2	2.3	-	-	-	-
12	2.4	C	5.4	164	547	493	-	2.3	2.3	-	-	-	-
13	2.6	C	4.5	137	457	442	-	2.2	2.3	-	-	-	-
14	2.8	C	5.0	151	502	468	-	2.2	2.3	-	-	-	-
15	3.0	C	4.7	143	477	454	-	2.2	2.3	-	-	-	-
16	3.2	C	4.3	131	438	431	-	2.2	2.3	-	-	-	-
17	3.4	C	4.7	143	478	454	-	2.2	2.3	-	-	-	-
18	3.6	I-C	5.1	154	513	474	-	2.2	2.3	81.1	29.6	205.2	-
19	3.8	C	2.3	70	233	293	-	2.1	2.2	-	-	-	-
20	4.0	C	1.3	83	138	213	-	2.0	2.1	-	-	-	-
21	4.2	C	1.8	110	184	253	-	2.1	2.2	-	-	-	-
22	4.4	C	5.0	151	503	469	-	2.2	2.3	-	-	-	-
23	4.6	I-C	5.2	157	523	480	-	2.2	2.3	74.8	28.5	209.4	-
24	4.8	I-C	5.9	178	593	518	-	2.3	2.4	78.1	28.8	237.4	-
25	5.0	I-C	5.6	171	568	505	-	2.3	2.3	75.3	28.4	227.4	-
26	5.2	I-C	6.8	207	689	568	-	2.3	2.4	81.1	29.1	275.6	-
27	5.4	I-C	5.8	177	589	516	-	2.3	2.3	74.2	28.2	235.6	-
28	5.6	C	6.8	205	684	565	-	2.3	2.4	-	-	-	-
29	5.8	C	5.0	151	504	469	-	2.2	2.3	-	-	-	-
30	6.0	I-C	5.6	169	564	503	-	2.3	2.3	69.5	27.4	225.6	-
31	6.2	C	4.4	134	445	435	-	2.2	2.3	-	-	-	-
32	6.4	I-C	5.5	168	560	500	-	2.3	2.3	67.3	27.0	224.0	-
33	6.6	I-C	5.5	167	555	498	-	2.3	2.3	66.1	26.8	222.0	-
34	6.8	C	4.5	138	460	444	-	2.2	2.3	-	-	-	-
35	7.0	I-C	5.0	152	505	470	-	2.2	2.3	60.9	26.1	202.0	-
36	7.2	C	4.4	135	450	438	-	2.2	2.3	-	-	-	-
37	7.4	I-C	4.4	134	445	435	-	2.2	2.3	54.8	25.2	178.2	-
38	7.6	I-C	4.5	137	455	441	-	2.2	2.3	54.8	25.2	182.2	-
39	7.8	I-C	4.4	135	450	438	-	2.2	2.3	53.7	25.0	180.2	-
40	8.0	I-C	4.0	123	410	414	-	2.2	2.3	49.6	24.4	164.2	-
41	8.2	C	4.0	122	406	411	-	2.2	2.3	-	-	-	-
42	8.4	I-C	4.5	138	461	444	-	2.2	2.3	52.5	24.7	184.4	-
43	8.6	I-C	5.0	153	511	473	-	2.2	2.3	55.6	25.1	204.4	-
44	8.8	I-C	4.5	138	461	444	-	2.2	2.3	51.1	24.5	184.4	-
45	9.0	I-C	5.8	176	586	514	-	2.3	2.3	59.3	25.5	234.4	-
46	9.2	I-C	4.2	128	427	424	-	2.2	2.3	47.1	23.9	170.8	-
47	9.4	I-C	4.9	149	497	465	-	2.2	2.3	52.0	24.5	198.8	-
48	9.6	I-C	4.4	136	452	439	-	2.2	2.3	48.0	24.0	180.8	-
49	9.8	I-C	4.9	151	502	468	-	2.2	2.3	51.2	24.4	200.8	-
50	10.0	C	3.2	98	327	360	-	2.2	2.2	-	-	-	-
51	10.2	I-C	4.3	131	438	430	-	2.2	2.3	45.1	23.5	175.0	-
52	10.4	C	2.8	86	288	333	-	2.1	2.2	-	-	-	-
53	10.6	I-C	3.1	95	318	354	-	2.2	2.2	32.3	21.8	127.0	-
54	10.8	I-C	4.6	142	472	451	-	2.2	2.3	46.3	23.6	189.0	-
55	11.0	I-C	4.4	134	447	436	-	2.2	2.3	43.8	23.3	179.0	-
56	11.2	I-C	3.9	121	403	410	-	2.2	2.3	39.5	22.7	161.4	-
57	11.4	I-C	7.5	229	763	605	-	2.3	2.4	62.4	25.6	305.4	-
58	11.6	C	5.8	178	593	518	-	2.3	2.3	-	-	-	-
59	11.8	C	6.7	205	683	565	-	2.3	2.4	-	-	-	-
60	12.0	I-C	6.9	210	698	573	-	2.3	2.4	57.6	24.9	279.4	-

SINTESI STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

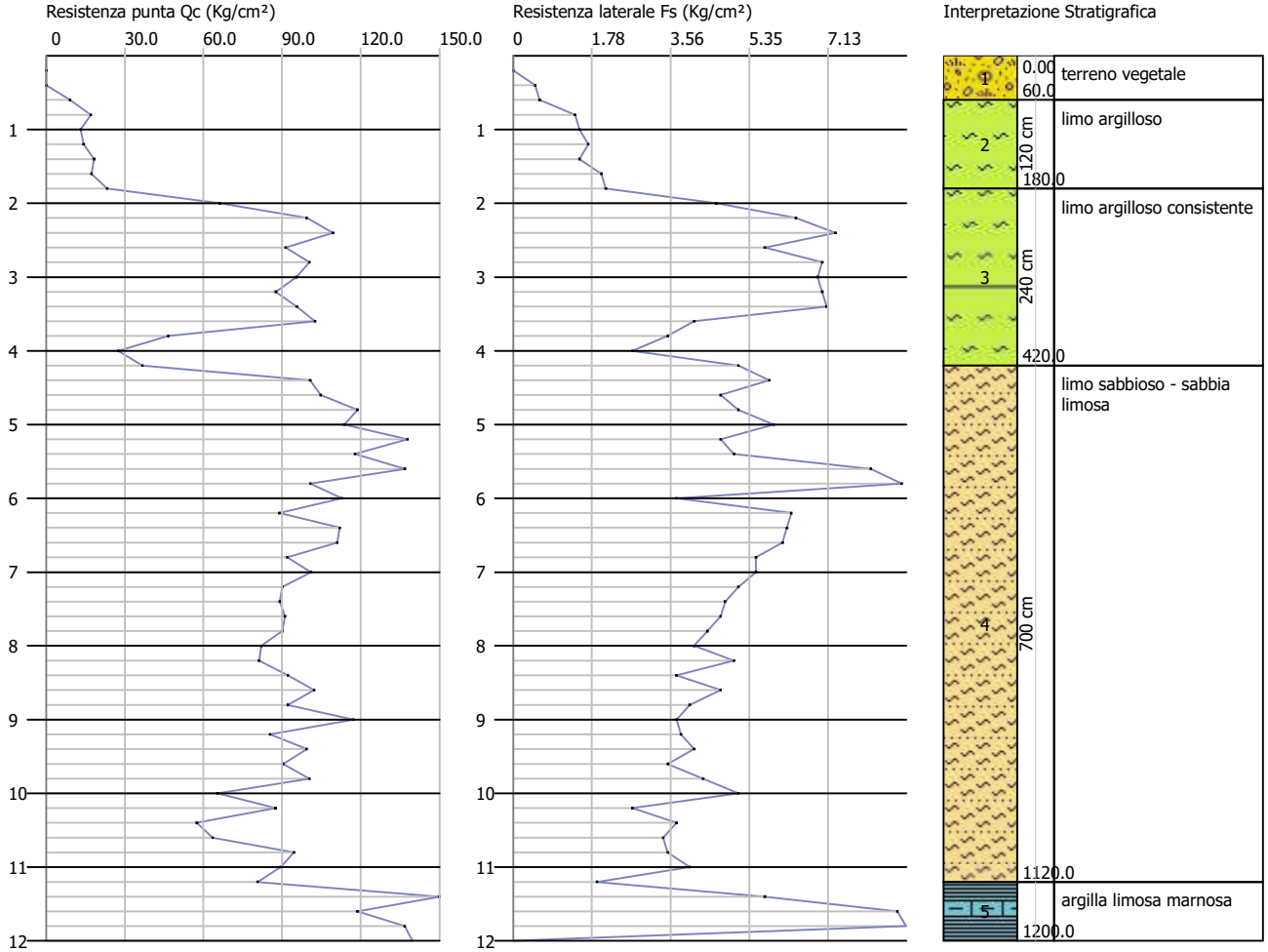
Strato			Cu	Mo	Eu	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Φ	Ey	K
Nr.	Prof.	Tipo	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	-	t/m³	t/m³	%	(°)	Kg/cm²	cm/s
1	0.6	C	0.5	27	46	108	-	1.8	1.9	-	-	-	-
2	1.8	C	0.8	52	86	159	-	1.9	2.0	-	-	-	-
3	4.2	C	4.0	128	400	400	-	2.2	2.3	-	-	-	-
4	11.2	I-C	4.8	145	484	456	-	2.2	2.3	57.1	25.4	198.2	-
5	12.0	I-C	>6.0	205	684	565	-	2.3	2.4	60.0	25.3	292.4	-

Geco srl
Via Osoppo 38
60015 Falconara M.ma (AN)

Probe CPT - Cone Penetration Nr.6
Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Committente: Provincia di Fermo
Cantiere: Intersezione tra la S.P. 219 Ete Morto e la S.P. 9 Campiglionese
Località: Fermo

Data: 17/02/2021
Pag. 1 Scala 1:100



PROVA CPT7–Intersezione S.P.219 ETE Morto S.P.9 Campiglionese-Comune di Fermo

Prova eseguita in data 09/02/2021
Profondità prova CPT - 14,60 m
Note: Falda non rilevata

TABELLA VALORI DI RESISTENZA

Prof. Strato (m)	Lettura Punta (kg/cm²)	Lettura Laterale (kg/cm²)	q_c (kg/cm²)	fs (kg/cm²)	qc/fs Begemann (kg/cm2)	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.2	-	-	-	-	-	-
0.4	-	-	-	-	-	-
0.6	18	35	18.1	1.1	16.5	6.1
0.8	16	33	16.1	1.4	11.5	8.7
1.0	14	35	14.1	1.4	10.1	9.9
1.2	21	42	21.3	1.4	15.2	6.6
1.4	17	38	17.3	0.9	19.2	5.2
1.6	15	29	15.3	1.9	8.1	12.4
1.8	22	51	22.3	1.7	13.1	7.6
2.0	26	52	26.3	1.5	17.5	5.7
2.2	18	40	18.4	1.3	14.2	7.1
2.4	15	34	15.4	0.9	17.1	5.8
2.6	10	23	10.4	0.8	13.0	7.7
2.8	12	24	12.4	0.7	17.7	5.6
3.0	22	33	22.4	1.1	20.4	4.9
3.2	24	40	24.6	1.3	18.9	5.3
3.4	21	41	21.6	1.7	12.7	7.9
3.6	24	50	24.6	1.9	12.9	7.7
3.8	30	59	30.6	1.7	18.0	5.6
4.0	30	56	30.6	1.7	18.0	5.6
4.2	25	51	25.7	1.9	13.5	7.4
4.4	31	60	31.7	2.3	13.8	7.3
4.6	31	65	31.7	2.4	13.2	7.6
4.8	35	71	35.7	2.5	14.3	7.0
5.0	34	71	34.7	2.5	13.9	7.2
5.2	37	74	37.8	2.2	17.2	5.8
5.4	26	59	26.8	1.5	17.9	5.6
5.6	25	47	25.8	1.5	17.2	5.8
5.8	31	54	31.8	1.5	21.2	4.7
6.0	34	57	34.8	1.5	23.2	4.3
6.2	30	53	31.0	1.5	20.7	4.8
6.4	26	48	27.0	2.1	12.9	7.8
6.6	33	64	34.0	1.9	17.9	5.6
6.8	35	63	36.0	2.1	17.1	5.8
7.0	32	63	33.0	1.7	19.4	5.2
7.2	38	63	39.1	1.9	20.6	4.9
7.4	31	60	32.1	1.5	21.4	4.7
7.6	27	49	28.1	1.8	15.6	6.4
7.8	28	55	29.1	1.7	17.1	5.8
8.0	26	52	27.1	1.6	16.9	5.9
8.2	28	52	29.2	1.6	18.3	5.5
8.4	29	53	30.2	1.7	17.8	5.6
8.6	25	50	26.2	1.5	17.5	5.7
8.8	27	50	28.2	1.7	16.6	6.0
9.0	30	55	31.2	1.5	20.8	4.8
9.2	28	50	29.4	1.7	17.3	5.8
9.4	26	51	27.4	1.5	18.3	5.5
9.6	26	48	27.4	1.9	14.4	6.9
9.8	36	64	37.4	2.1	17.8	5.6
10.0	34	66	35.4	1.7	20.8	4.8
10.2	30	56	31.5	1.5	21.0	4.8
10.4	22	45	23.5	1.4	16.8	6.0
10.6	24	45	25.5	1.5	17.0	5.9
10.8	22	44	23.5	1.9	12.4	8.1
11.0	33	61	34.5	1.9	18.2	5.5
11.2	38	67	39.7	2.0	19.9	5.0
11.4	34	64	35.7	1.9	18.8	5.3
11.6	34	62	35.7	1.9	18.8	5.3
11.8	28	56	29.7	1.5	19.8	5.1
12.0	28	51	29.7	1.5	19.8	5.1
12.2	25	47	26.8	1.6	16.8	6.0
12.4	25	49	26.8	1.5	17.9	5.6
12.6	22	44	23.8	2.1	11.3	8.8
12.8	44	75	45.8	2.1	21.8	4.6
13.0	33	64	34.8	1.6	21.8	4.6
13.2	32	56	33.9	1.4	24.2	4.1
13.4	40	61	41.9	2.1	20.0	5.0
13.6	45	76	46.9	2.1	22.3	4.5
13.8	49	81	50.9	2.6	19.6	5.1
14.0	54	93	55.9	2.5	22.4	4.5
14.2	48	86	50.1	2.5	20.0	5.0
14.4	44	81	46.1	2.7	17.1	5.9
14.6	46	86	48.1	-	-	-

PROVA CPT7–Intersezione S.P.219 ETE Morto S.P.9 Campiglionese-Comune di Fermo

Prova eseguita in data 09/02/2021
Profondità prova CPT - 14,60 m
Note: Falda non rilevata

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Strato			Cu	Mo	Eu	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Φ	Ey	K
Nr.	Prof.	Tipo	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	-	t/m³	t/m³	%	(°)	Kg/cm²	cm/s
1	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	0.6	C	0.9	54	91	164	-	2.0	2.0	-	-	-	-
4	0.8	C	0.8	48	81	153	-	1.9	2.0	-	-	-	-
5	1.0	C	0.7	42	71	141	-	1.9	2.0	-	-	-	-
6	1.2	C	1.1	64	106	182	-	2.0	2.1	-	-	-	-
7	1.4	C	0.9	52	86	160	-	1.9	2.0	-	-	-	-
8	1.6	C	0.8	46	77	148	-	1.9	2.0	-	-	-	-
9	1.8	C	1.1	67	111	187	-	2.0	2.1	-	-	-	-
10	2.0	C	1.3	79	131	206	-	2.0	2.1	-	-	-	-
11	2.2	C	0.9	55	92	166	-	2.0	2.0	-	-	-	-
12	2.4	C	0.8	46	77	149	-	1.9	2.0	-	-	-	-
13	2.6	C	0.5	31	52	117	-	1.9	1.9	-	-	-	-
14	2.8	C	0.6	37	62	130	-	1.9	2.0	-	-	-	-
15	3.0	I-C	1.1	67	112	187	-	2.0	2.1	35.4	24.1	44.8	-
16	3.2	I-C	1.2	412	1373	865	-	2.4	2.5	100.0	35.7	549.2	-
17	3.4	C	1.1	65	108	183	-	2.0	2.1	-	-	-	-
18	3.6	C	1.2	74	123	198	-	2.0	2.1	-	-	-	-
19	3.8	C	1.5	92	153	226	-	2.0	2.1	-	-	-	-
20	4.0	C	1.5	92	153	226	-	2.0	2.1	-	-	-	-
21	4.2	C	1.2	77	129	204	-	2.0	2.1	-	-	-	-
22	4.4	C	1.5	95	159	231	-	2.0	2.1	-	-	-	-
23	4.6	C	1.5	95	159	231	-	2.0	2.1	-	-	-	-
24	4.8	C	1.7	107	179	249	-	2.1	2.1	-	-	-	-
25	5.0	C	1.7	104	174	245	-	2.1	2.1	-	-	-	-
26	5.2	C	1.8	113	189	258	-	2.1	2.2	-	-	-	-
27	5.4	C	1.3	80	134	209	-	2.0	2.1	-	-	-	-
28	5.6	C	1.2	77	129	204	-	2.0	2.1	-	-	-	-
29	5.8	I-C	1.5	95	159	232	-	2.0	2.1	27.3	22.1	63.6	-
30	6.0	I-C	1.7	104	174	245	-	2.1	2.1	29.5	22.3	69.6	-
31	6.2	I-C	1.5	93	155	228	-	2.0	2.1	24.3	21.6	62.0	-
32	6.4	C	1.3	81	135	210	-	2.0	2.1	-	-	-	-
33	6.6	C	1.6	102	170	242	-	2.1	2.1	-	-	-	-
34	6.8	C	1.7	108	180	250	-	2.1	2.1	-	-	-	-
35	7.0	C	1.6	99	165	237	-	2.1	2.1	-	-	-	-
36	7.2	I-C	1.9	117	195	263	-	2.1	2.2	28.4	21.9	78.2	-
37	7.4	I-C	1.5	96	160	233	-	2.0	2.1	20.3	20.9	64.2	-
38	7.6	C	1.3	84	141	215	-	2.0	2.1	-	-	-	-
39	7.8	C	1.4	87	146	220	-	2.0	2.1	-	-	-	-
40	8.0	C	1.3	81	136	210	-	2.0	2.1	-	-	-	-
41	8.2	C	1.4	88	146	220	-	2.0	2.1	-	-	-	-
42	8.4	C	1.4	91	151	225	-	2.0	2.1	-	-	-	-
43	8.6	C	1.2	79	131	206	-	2.0	2.1	-	-	-	-
44	8.8	C	1.3	85	141	215	-	2.0	2.1	-	-	-	-
45	9.0	I-C	1.5	94	156	229	-	2.0	2.1	13.7	19.7	62.4	-
46	9.2	C	1.4	88	147	221	-	2.0	2.1	-	-	-	-
47	9.4	C	1.3	82	137	212	-	2.0	2.1	-	-	-	-
48	9.6	C	1.3	82	137	212	-	2.0	2.1	-	-	-	-
49	9.8	C	1.8	112	187	256	-	2.1	2.1	-	-	-	-
50	10.0	I-C	1.7	106	177	248	-	2.1	2.1	15.3	19.8	70.8	-
51	10.2	C	1.5	95	158	231	-	2.0	2.1	-	-	-	-
52	10.4	C	1.1	71	118	193	-	2.0	2.1	-	-	-	-
53	10.6	C	1.2	77	127	203	-	2.0	2.1	-	-	-	-
54	10.8	C	1.1	71	118	193	-	2.0	2.1	-	-	-	-
55	11.0	C	1.6	104	172	244	-	2.1	2.1	-	-	-	-
56	11.2	I-C	1.9	119	199	266	-	2.1	2.2	16.3	19.8	79.4	-
57	11.4	C	1.7	107	179	249	-	2.1	2.1	-	-	-	-
58	11.6	C	1.7	107	179	249	-	2.1	2.1	-	-	-	-
59	11.8	I-C	1.4	89	149	222	-	2.0	2.1	-	18.1	59.4	-
60	12.0	I-C	1.4	89	149	222	-	2.0	2.1	-	18.0	59.4	-
61	12.2	C	1.2	80	134	209	-	2.0	2.1	-	-	-	-
62	12.4	C	1.2	80	134	209	-	2.0	2.1	-	-	-	-
63	12.6	C	1.1	71	119	194	-	2.0	2.1	-	-	-	-
64	12.8	I-C	2.2	69	229	290	-	2.1	2.2	17.7	19.8	91.6	-
65	13.0	I-C	1.6	104	174	245	-	2.1	2.1	7.2	18.4	69.6	-
66	13.2	I-C	1.6	102	170	241	-	2.0	2.1	5.8	18.2	67.8	-
78	13.4	I-C	2.0	126	210	274	-	2.1	2.2	13.2	19.1	83.8	-
79	13.6	I-C	2.2	70	235	294	-	2.1	2.2	16.9	19.6	93.8	-
80	13.8	I-C	2.4	76	255	309	-	2.1	2.2	19.4	19.9	101.8	-
81	14.0	I-C	2.7	84	280	327	-	2.1	2.2	22.4	20.3	111.8	-
82	14.2	I-C	2.4	75	250	306	-	2.1	2.2	18.0	19.7	100.2	-
83	14.4	C	2.2	69	230	291	-	2.1	2.2	-	-	-	-
84	14.6	I-C	2.3	72	240	299	-	2.1	2.2	15.7	19.3	96.2	-

SINTESI STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Strato			Cu	Mo	Eu	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Φ	Ey	K
Nr.	Prof.	Tipo	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	-	t/m³	t/m³	%	(°)	Kg/cm²	cm/s
1	2.0	C	1.0	57	94	168	-	2.0	2.0	-	-	-	-
2	2.8	C	0.7	42	71	141	-	1.9	2.0	-	-	-	-
3	13.6	I-C	1.5	97	179	240	-	2.0	2.1	24.8	21.1	98.2	-
4	14.6	I-C	2.4	75	251	306	-	2.1	2.2	18.9	19.8	102.5	-

Geco srl
Via Osoppo 38
60015 Falconara M.ma (AN)

Probe CPT - Cone Penetration Nr.7
Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Committente: Provincia di Fermo
Cantiere: Intersezione tra la S.P. 219 Ete Morto e la S.P. 9 Campiglionese
Località: Fermo

Data: 17/02/2021
Pag. 1 Scala 1:100

