



COMUNE DI FANANO
Provincia di Modena

COMPARTO PRODUTTIVO "LA CELLA"
PROPOSTA DI INSERIMENTO DI NUOVA AREA
Variante al PRG adottata con DCC39 del 26.09.18

PROPONENTE: Sig. Luigi Ferrari
TECNICO: Ing. Geom. Nicola Bernardi

RELAZIONE GEOLOGICA
Integrazioni

23 GENNAIO 2019

Studio Sargenti – Geologia. Ambiente. Paesaggio. Territorio
Daniele Sargenti – Geologo

via S. Croce 485 – Fanano tel 3357245004 www.studiosargenti.eu info@studiosargenti.eu

1 PREMESSA

La presente viene redatta per conto del Sig. Luigi Ferrari e ha per oggetto le integrazioni alla Relazione Geologica alla Variante PRG del Comune di Fanano, adottata il 26/09/2018. La stessa riguarda l'inserimento di una nuova area artigianale, in adiacenza al Villaggio "La Cella", già insediato. Il lavoro è stato svolto d'intesa con il Proponente e con il Tecnico di riferimento, Ing. Geom. Nicola Bernardi.

2 OGGETTO DELLE INTEGRAZIONI

Con Atto n.7 del 10/01/2019 la Provincia di Modena ha formalizzato le osservazioni alla Variante. Fra queste, viene riportato il parere tecnico negativo del Servizio Geologico (prot. 40391 del 26 ottobre 2018) in merito alla Relazione Geologica prodotta dallo scrivente. Lo stesso riporta le seguenti osservazioni sostanziali, con prescrizioni:

- *Le analisi geognostiche non caratterizzano dal punto di vista geologico-tecnico l'area di studio in quanto nella relazione, il geologo incaricato, fa riferimento ad indagini di repertorio eseguite a monte, esternamente all'ambito, in occasione di altri studi eseguiti a partire dal 1996. Mancando indagini geognostiche specifiche sul sito oggetto della presente variante urbanistica, si prescrive che, già in questa fase, debbano essere realizzate indagini dirette volte a caratterizzare, da punto di vista degli spessori e delle caratteristiche meccaniche, le litologie presenti. Il geologo dovrà ovviamente avere cura di investigare l'intero volume significativo dei terreni, interessati dalle future opere, sia planimetricamente sia in termini di profondità.*
- *Si prescrive che siano effettuate valutazioni specifiche sulla profondità della falda, direttamente nel lotto in esame, per meglio definire poi le condizioni di stabilità del versante.*
- *Nella documentazione geologica presentata non sono riportate analisi di stabilità dei versanti interessati dalle future opere. Andranno eseguite opportune analisi di stabilità delle sezioni più significative sia in condizioni statiche che dinamiche, nella configurazione di stato di fatto e di progetto, con la presenza dei sovraccarichi. Si prescrive inoltre, in seguito alle verifiche eseguite dallo scrivente durante un sopralluogo eseguito il 25/10/2018, di indicare, in un apposito elaborato grafico, un'adeguata distanza di sicurezza che le nuove costruzioni dovranno mantenere dai margini più acclivi a valle del lotto.*
- *Successivamente alla definizione degli spessori delle coperture detritiche gli approfondimenti di II livello andranno condotti in conformità alla DGR 2193/2015 quale aggiornamento dell'atto di coordinamento tecnico denominato "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica" di cui alla DAL n. 112/2007.*

Per quanto riguarda il primo punto, si riconosce la carenza di indagini sito specifiche nella Relazione presentata. Al fine di integrare quanto già prodotto, il 18 luglio 2018 sono state eseguite 2 prove penetrometriche DPSH. A partire dal 12 gennaio 2019, ho allestito una nuova campagna geognostica, di cui sarà riferito più avanti.

Per gli aspetti legati alla DGR 2193/2015, mi scuso per il mancato aggiornamento.

3 SVILUPPO DELLE INTEGRAZIONI

Al fine di rispondere compiutamente alle osservazioni e alle prescrizioni, il lavoro sarà così articolato:

- Indagine geognostica integrativa
- Elaborazione e sintesi dei dati
- Aggiornamento Modello Geologico e Geotecnico
- Aggiornamento Modello Sismico
- Microzonazione sismica
- Analisi di stabilità, con simulazione dello stato di progetto
- Aggiornamento Scheda di sintesi

4 RIFERIMENTO NORMATIVO

- DRG 2193/2015
- Circolare Esplicativa con le Istruzioni alle Norme Tecniche per le Costruzioni - Assemblea generale del Consiglio Superiore dei LLPP - 27 luglio 2018
- DM 17 gennaio 2018 – Aggiornamento delle “Norme Tecniche per le costruzioni”
- Consiglio Superiore dei LLPP – istruzioni per l’applicazione delle norme Tecniche per le Costruzioni di cui al DM 14.01.2008. Circolare 2 febbraio 2009
- DM MIN 14.01.2008 – testo unitario – Norme tecniche per le Costruzioni
- Consiglio Superiore dei LLPP – pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007
- Eurocodice 8 (1998) – Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture. parte 5: fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)
- Eurocodice 7.1 (1997) – progettazione geotecnica – parte I: Regole Generali
- Eurocodice 7.2 (2002) – progettazione geotecnica – parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002)
- Eurocodice 7.3 (2002) – progettazione geotecnica – parte II: Progettazione assistita con prove in sito (2002)
- Circolare RER n.1288 del 11/03/1983

5 INDAGINI GEOGNOSTICHE SITO SPECIFICHE

Al fine di caratterizzare in modo sito specifico, ho predisposto per:

- a. 1 prospezione sismica MASW (2018)
- b. 1 misura HVSR con Tromino (2018)
- c. 4 prove penetrometriche dinamiche pesanti DPSH (2018 e 2019)
- d. 1 prospezione sismica a rifrazione (2019)
- e. 1 sondaggio a carotaggio continuo (2019)

I punti di prova sono identificati alla pagina che segue, nella Carta delle indagini.

La ricerca è stata sviluppata con le seguenti precise finalità:

- Individuazione del bed-rock sismico
- Misurazione dello spessore della coltre detritica
- Caratterizzazione sismica della coltre superficiale per la determinazione dei fattori di amplificazione PGA SI1 SI2
- Individuazione di eventuale falda
- Configurazione delle geometrie e delle caratteristiche stratigrafiche e geotecniche per le verifiche di stabilità



Figura 1
Carta delle indagini sito specifiche

- p1,p2,p3,p4 PROVE PETROMETRICHE DINAMICHE DPSH
- S1 SONDAGGIO A CAROTTAGGIO CONTINUO
- MASW PROSPEZIONE SISMICA
- PSR1 PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE
- Tromino MISURA HVSR
- TRACCIA DI SEZIONE

a. PROSPEZIONE SISMICA MASW

Nome	Num Geofoni	Spaziatura geofoni	Lunghezza stesa	Distanza shot	Lunghezza totale	Vs30 m/sec	Categoria suolo
MASW	24	1,5	34,5	10	44,5	455	B

Essendo indisponibile l'area per attesa taglio orzo, lo stendimento è stato effettuato il 28 giugno 2018 al margine della strada ed il suo centro si pone a -3m circa dalla quota centrale del lotto e dunque indicativamente alla quota di progetto del piazzale dello stabilimento.

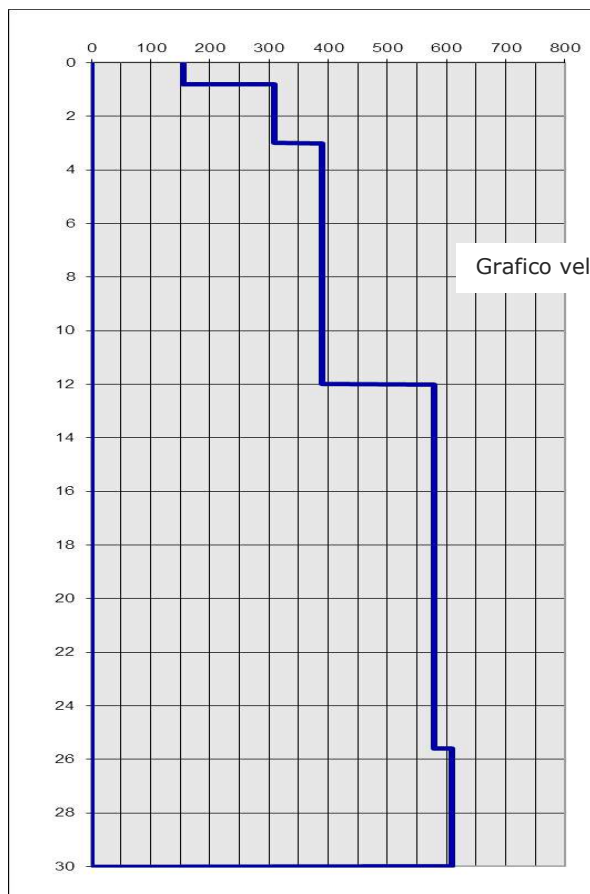


Grafico velocità/profondità onde di taglio

Figure 2 – Risultati prospezione MASW

Strato	profondità		Spess. m	Vel. m/s
	da	a		
Strato1	0.00	0.80	0.80	155
Strato2	0.80	3.00	2.20	310
Strato3	3.00	12.00	9.00	390
Strato4	12.00	25.60	13.60	580
Strato5	25.60	≥30.00	≥4.40	610

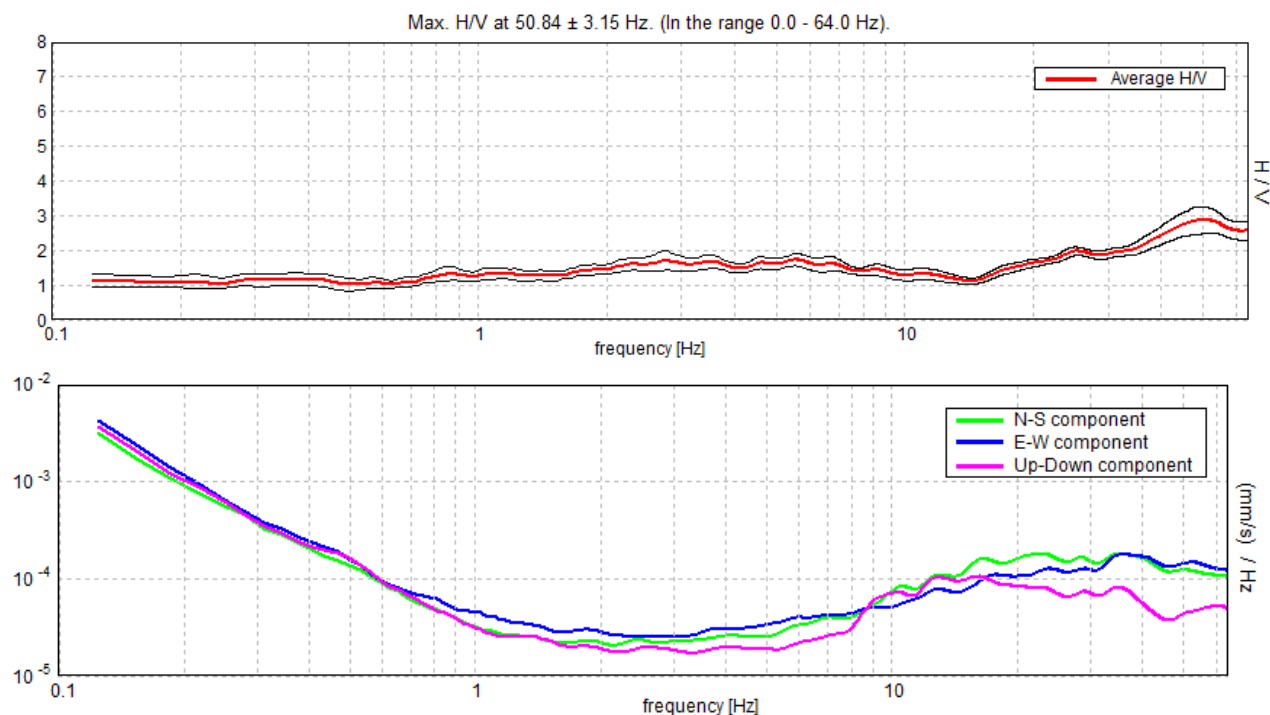
$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{si}}}$$

Dove:
hi = spessore dello strato i-esimo
Vsi = velocità onde S nello stato i-esimo
N = numero strati considerati

Vs30 da pc a - 30 m = **455 m/sec**

Le prospezioni e le misurazioni sono state a cura di Tecnogeofisica snc.

b. MISURA HVSR con Tromino



Strumento: TRZ-0099/01-10 Formato dati: 16 byte Fondo scala [mV]: n.a. Inizio registrazione: 28/06/18 09:51:45 Fine registrazione: 28/06/18 10:11:45
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN
 Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 78% tracciato (selezione manuale) Freq. campionamento: 128 Hz Lunghezza finestre: 20 s
 Tipo di lisciamento: Triangular window Lisciamento: 10%

Figura 3 - Rapporto Spettrale orizzontale su verticale

Figura 4 - Spettri delle singole componenti

Picco H/V a 50.84 ± 3.15 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

$f_0 > 10 / L_w$	$50.84 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$47793.1 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 1236	OK	
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$			

Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	17.063 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$2.87 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.06204 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$3.15447 < 2.54219$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3774 < 1.58$	OK	



c. PROVE PENETROMETRICHE DPSH



Figura 6 - Caratteristiche strumentali

I giorni 18 luglio 2018 e il 17 gennaio 2019 il collega Paolo Calicetti ha effettuato per mio conto 4 prove penetrometriche dinamiche pesanti secondo lo standard DPSH, con strumento PAGANI TG-63 100kN

Figure 5 Piazzamento prova P2

Peso Massa battente	63,5Kg
Altezza di caduta libera	0,75m
Peso sistema di battuta	8Kg
Diametro punta conica	50,46 mm
Area di base punta	20cm ²
Lunghezza delle aste	1m
Peso aste a metro	6,3Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80m
Avanzamento punta	0,20m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	3,007
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90°

Figure 7 - Piazzamenti prove P3 e P4



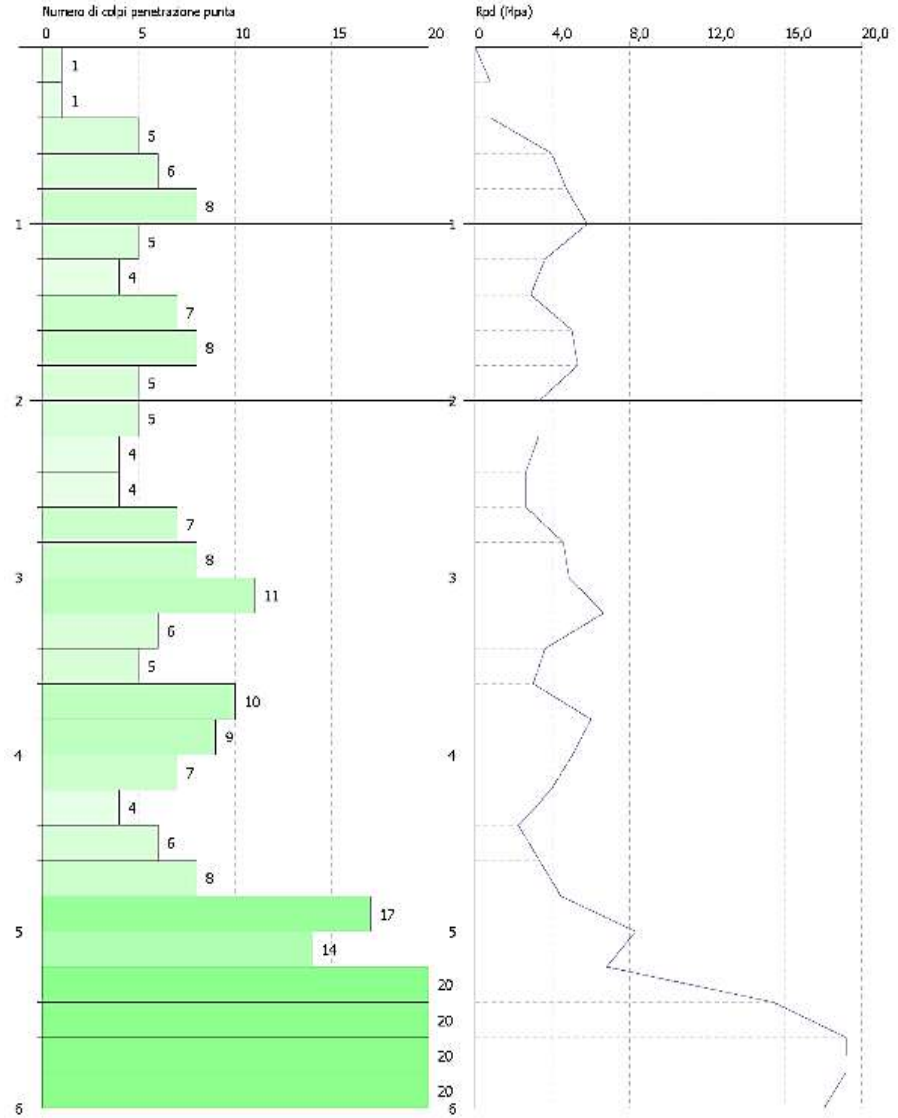
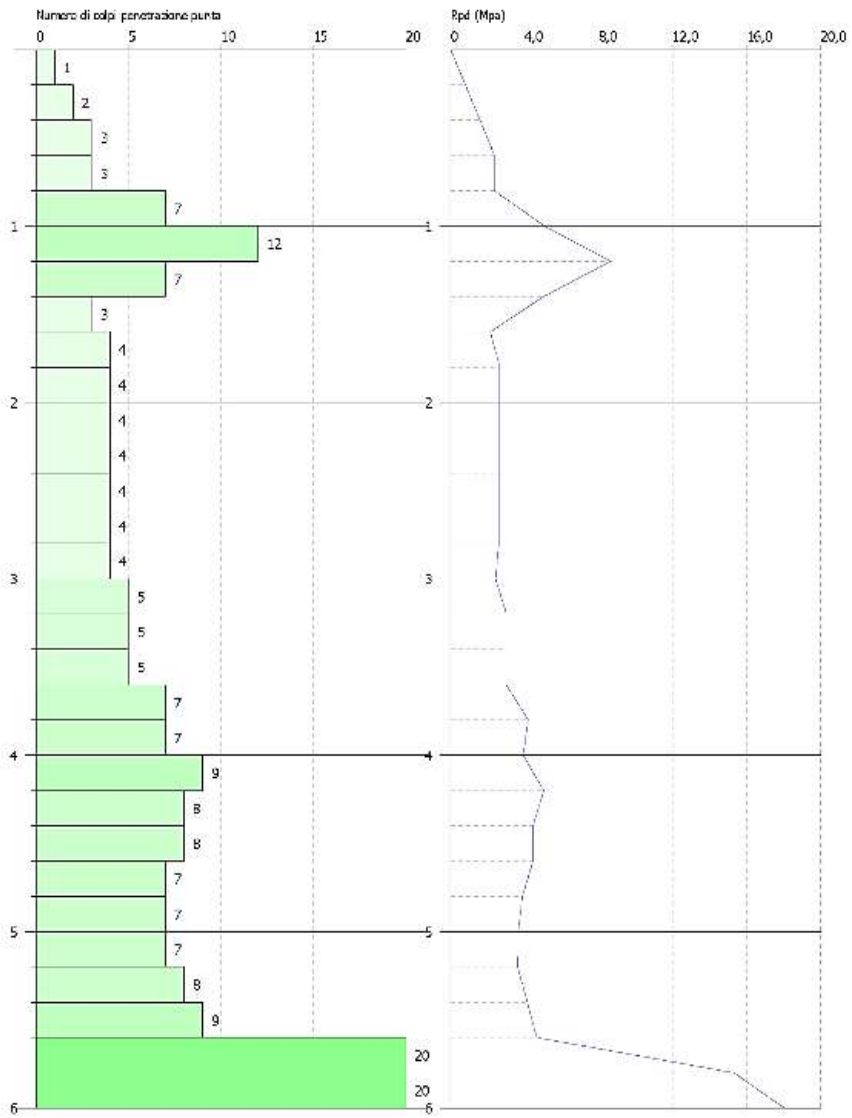


Figure 8
Diagrammi
prove P1 (a
sx) e P2

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier Olandesi (KPa)
0,20	1	0,855	0,80	39,86
0,40	2	0,851	1,59	79,36
0,60	3	0,847	2,37	118,52
0,80	3	0,843	2,36	118,00
1,00	7	0,840	5,07	253,60
1,20	12	0,836	8,66	432,94
1,40	7	0,833	5,03	251,52
1,60	3	0,830	2,15	107,37
1,80	4	0,826	2,85	142,60
2,00	4	0,823	2,64	132,14
2,20	4	0,820	2,63	131,65
2,40	4	0,817	2,62	131,17
2,60	4	0,814	2,61	130,71
2,80	4	0,811	2,61	130,26
3,00	4	0,809	2,43	121,35
3,20	5	0,806	3,02	151,18
3,40	5	0,803	3,01	150,69
3,60	5	0,801	3,00	150,22
3,80	7	0,798	4,19	209,66
4,00	7	0,796	3,92	196,24
4,20	9	0,794	5,03	251,57
4,40	8	0,791	4,46	222,98
4,60	8	0,789	4,45	222,36
4,80	7	0,787	3,88	194,04
5,00	7	0,785	3,65	182,36
5,20	7	0,783	3,64	181,89
5,40	8	0,781	4,15	207,35
5,60	9	0,779	4,65	232,70
5,80	40	0,577	15,33	766,28
6,00	50	0,575	18,06	902,77

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier Olandesi (KPa)
0,20	1	0,855	0,80	39,86
0,40	1	0,851	0,79	39,68
0,60	5	0,847	3,95	197,52
0,80	6	0,843	4,72	236,00
1,00	8	0,840	5,80	289,83
1,20	5	0,836	3,61	180,39
1,40	4	0,833	2,87	143,73
1,60	7	0,830	5,01	250,52
1,80	8	0,826	5,70	285,20
2,00	5	0,823	3,30	165,18
2,20	5	0,820	3,29	164,57
2,40	4	0,817	2,62	131,17
2,60	4	0,814	2,61	130,71
2,80	7	0,811	4,56	227,95
3,00	8	0,809	4,85	242,69
3,20	11	0,806	6,65	332,60
3,40	6	0,803	3,62	180,83
3,60	5	0,801	3,00	150,22
3,80	10	0,798	5,99	299,52
4,00	9	0,796	5,05	252,30
4,20	7	0,794	3,91	195,66
4,40	4	0,791	2,23	111,49
4,60	6	0,789	3,34	166,77
4,80	8	0,787	4,44	221,76
5,00	17	0,735	8,29	414,66
5,20	14	0,733	6,81	340,55
5,40	40	0,581	15,43	771,28
5,60	50	0,579	19,22	960,93

Figure 9 – Tabelle prove DPSH P1 (a sx) e P2

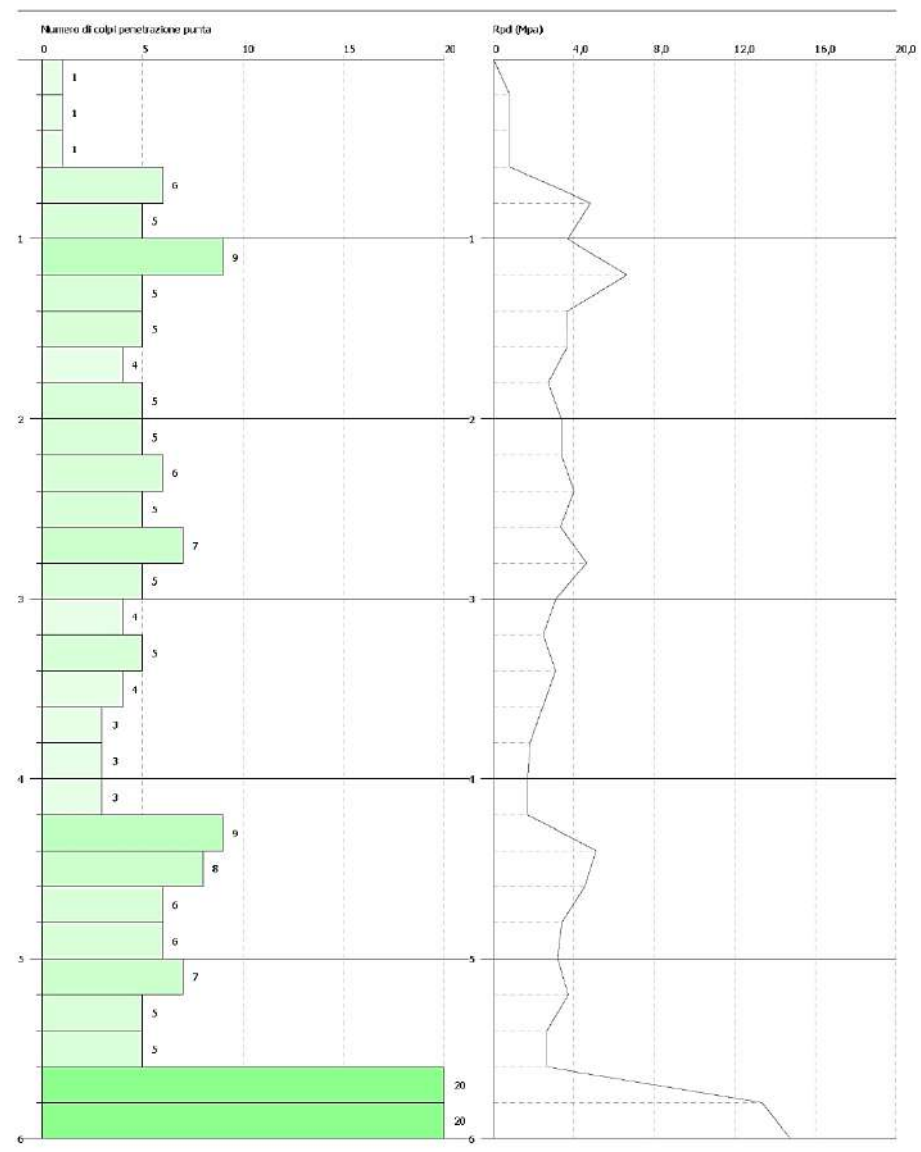
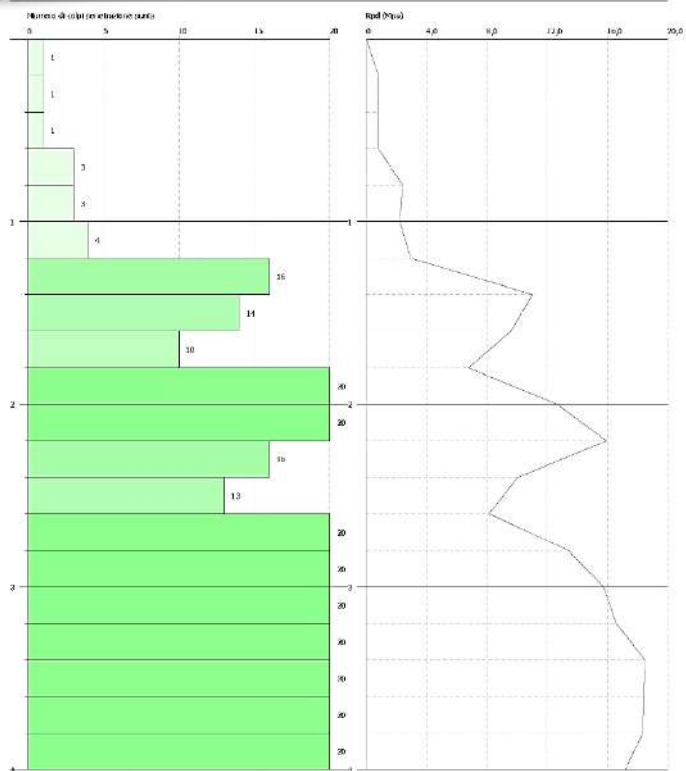


Figure 10 - Diagrammi Prove P3 e P4

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier Olandesi (KPa)
0,20	1	0,855	0,81	40,72
0,40	1	0,851	0,81	40,54
0,60	1	0,847	0,81	40,36
0,80	3	0,843	2,41	120,55
1,00	3	0,840	2,22	111,05
1,20	4	0,836	2,95	147,45
1,40	16	0,783	11,04	552,14
1,60	14	0,780	9,62	481,08
1,80	10	0,826	7,28	364,25
2,00	20	0,773	12,68	634,14
2,20	27	0,720	15,95	797,34
2,40	16	0,767	10,07	503,35
2,60	13	0,764	8,15	407,42
2,80	23	0,711	13,42	671,00
3,00	29	0,709	15,76	787,88
3,20	33	0,656	16,60	829,91
3,40	40	0,603	18,51	925,29
3,60	40	0,601	18,43	921,42
3,80	40	0,598	18,35	917,64
4,00	40	0,596	17,16	858,07

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier Olandesi (KPa)
0,20	1	0,855	0,81	40,72
0,40	1	0,851	0,81	40,54
0,60	1	0,847	0,81	40,36
0,80	6	0,843	4,82	241,11
1,00	5	0,840	3,70	185,08
1,20	9	0,836	6,64	331,76
1,40	5	0,833	3,67	183,56
1,60	5	0,830	3,66	182,83
1,80	4	0,826	2,91	145,70
2,00	5	0,823	3,38	168,79
2,20	5	0,820	3,36	168,16
2,40	6	0,817	4,02	201,06
2,60	5	0,814	3,34	166,95
2,80	7	0,811	4,66	232,92
3,00	5	0,809	3,10	155,01
3,20	4	0,806	2,47	123,60
3,40	5	0,803	3,08	154,00
3,60	4	0,801	2,46	122,81
3,80	3	0,798	1,84	91,83
4,00	3	0,796	1,72	85,95
4,20	3	0,794	1,71	85,70
4,40	9	0,791	5,13	256,37
4,60	8	0,789	4,54	227,25
4,80	6	0,787	3,40	169,97
5,00	6	0,785	3,20	159,75
5,20	7	0,783	3,72	185,90
5,40	5	0,781	2,65	132,45
5,60	5	0,779	2,64	132,13
5,80	29	0,677	13,32	666,17
6,00	40	0,575	14,76	738,19

Figure 11 – Tabelle prove DPSH P3 (a sx) e P4

d. PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE



linea sismica vista da centro verso ovest



linea sismica vista centro verso est

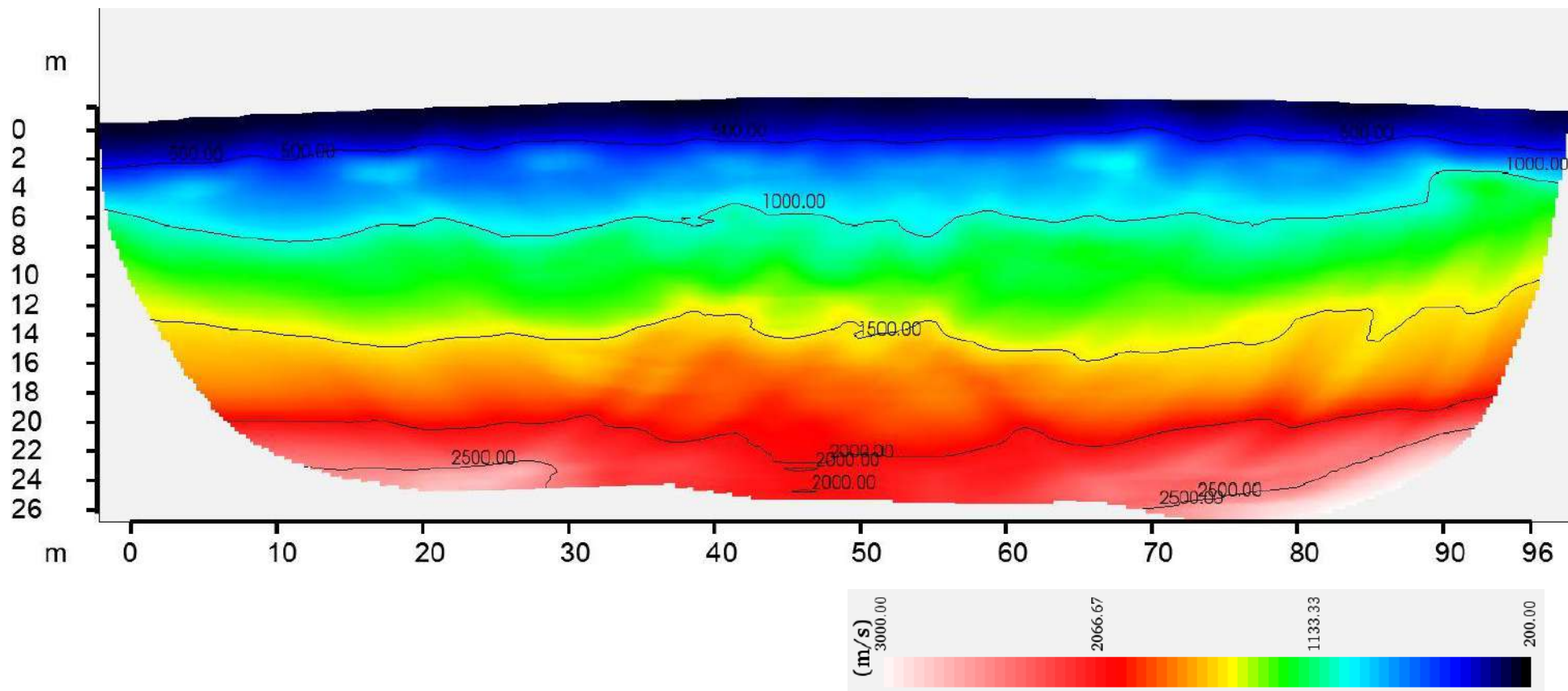
Il giorno 15 gennaio 2019, Tecnogeofisica snc ha effettuato per mio conto una prospezione sismica a rifrazione lungo il margine di valle del lotto, con uno stendimento di 96m.

L'indagine è stata eseguita utilizzando un sismografo multicanale ad incrementi di segnale, della Abem-Seistronix mod. Ras 24 con 24 canali attivi (sistema ampliabile sino a 240 canali), ed ha sortito segnali chiari ed omogenei.

Dall'analisi della tavola con la tomografia derivata riportata alla pagina che segue, si evidenzia in generale un graduale incremento delle velocità sismiche con la profondità.

È osservabile una variazione verticale nella distribuzione delle isolinee di velocità sismica che si presentano più ravvicinate in prossimità della superficie topografica, mentre evidenziano maggior spaziatura procedendo con la profondità.



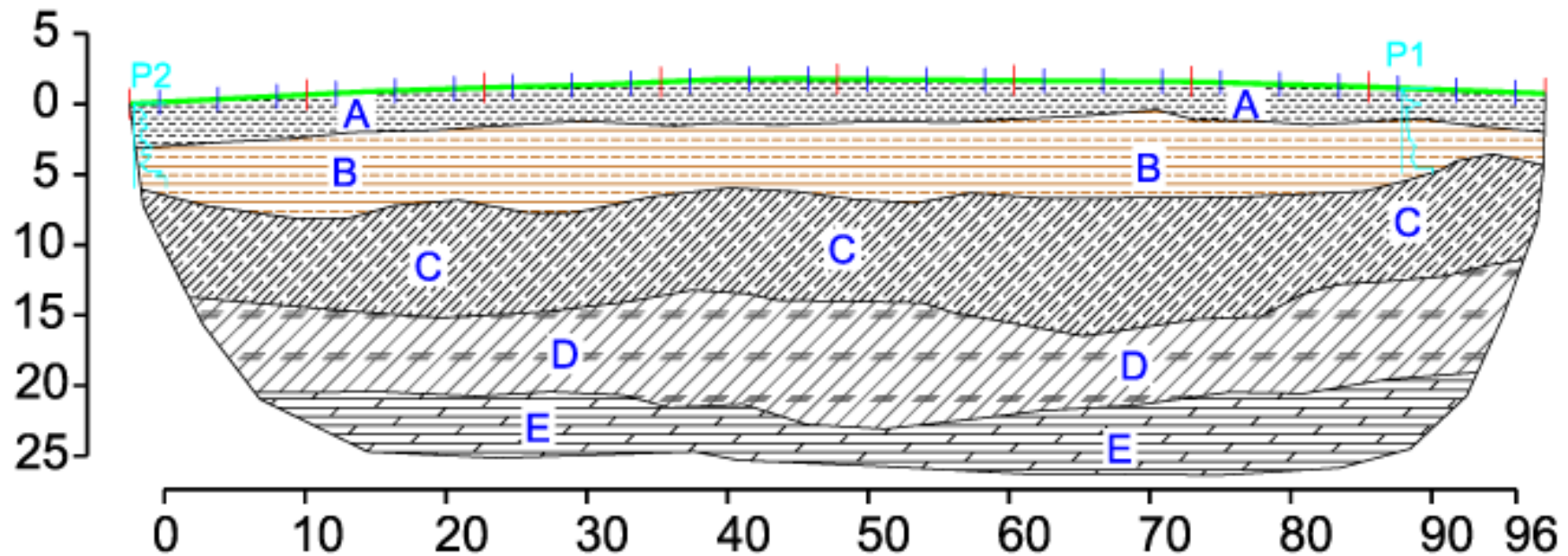


Orizzonti sismostratigrafici individuabili

Dalla restituzione/elaborazione "tomografica" della sezione sismica a rifrazione eseguita (onde P) è possibile riconoscere 5 orizzonti sismostratigrafici, con riferimento alla pagina che segue:

- 1) Il primo, definibile come copertura superficiale (areato) cui corrispondono velocità sismiche $V_p < 500$ m/s. Lo spessore di questo primo orizzonte sismico varia lateralmente tra 2/2,5 m da p.c. con andamento sufficientemente correlabile e continuo lateralmente. [restituzione tomografica con colore blu (orizzonte **A**)].
- 2) Orizzonte sismico caratterizzato da depositi da mediamente consistenti a consistenti, caratterizzati da velocità sismiche tra $V_p=500$ e 1000 m/s e profondità del letto variabili fra 5 e 6 m da pc [restituzione tomografica colore da blu a azzurro (orizzonte **B**)]

- 3) Alla base dei due livelli A e B, più superficiali, si osserva un orizzonte intermedio, con profondità della base tra 14 e 15 m da p.c., ben individuabile e continuo lateralmente, consistente, caratterizzato da velocità sismiche che risultano comprese tra 1000 e 1500 m/sec [restituzione tomografica colore verde (orizzonte **C**)].
- 4) Successivamente, fino a circa -20 m da p.c., si rileva un orizzonte duro con velocità sismiche che risultano comprese tra 1500 e 2000 m/sec [restituzione tomografica colore da giallo a rosso (orizzonte **D** - **Bed-Rock** alterato)].
- 5) Al di sotto, si individua un livello di base molto duro, caratterizzato da valori di $V_p > 2000$ m/sec [restituzione tomografica colore rosso intenso (orizzonte **E** - **Bed Rock**)].



e. SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO

La perforazione è stata condotta da Prove Penetrometriche srl nei giorni 16 e 22 gennaio. Il primo foro aveva raggiunto a fatica la profondità di 17m per scarsa potenza della sonda impiegata. Il sondaggio è stato ripreso con mezzo adeguato che ha perforato fino a 22m. Alla presenza di chi scrive, la prima parte è stata condotta dal dott. Vigni e la seconda dal dott. Guerzoni.

Di seguito la stratigrafia e le foto dei campioni.

Lo spessore dei sedimenti si è presentato asciutto e consolidato. Ritengo che già a partire da 11.5m si sia entrati in una facies con presenza di flysch molto alterato con presenza di siltiti durissime, equivalente a quello forato per 16m nel 1996, fino al contatto con APA (-24m)



AGENZIA CON SISTEMI DI GESTIONE QUALITÀ:
UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFICATO DA DNV

Certificazione Ufficiale - Settore A - Prove di laboratorio sui terreni
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 8645/16-02-2012 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 76/85/STC/2010

PROGETTO
PERMETTI/STROCHE 40661 Castelluccio Bagnoli (MO)
Via per Molino, 8
Tel. 042-53504 Fax 042-537018

Committente: Studio Sargentì
Sondaggio: 1
Riferimento: Fanano (MO), loc. La Cella
Data: 16/01/2019
Quota

Coordinate
Perforazione: a carotaggio continuo
SCALA 1:76
Pagine: 3/7

Profondità (m)	Profondità (m)	DESCRIZIONE	RP	VT	DATI TECNICI
0	0,0		167		RAPPORTO DI PROVA N. R07961 del 23/01/2019
1	3,3	Deltio costituito da limo argilloso, nocciola chiaro, consistente, asciutto, con inclusi blocchi calcarentici grigi chiari. Livelli debolmente stabili da alterazione di rovine arenitiche.	363		Per l'esecuzione del sondaggio è stata utilizzata una Sonda Idraulica MORI M-40 attrezzata con un carotiere serpeggiante T1 avente diametro 107 mm e tubi di rivestimento di diametro 127 mm per 19 m totali in seguito alla scarsa stabilità del foro di sondaggio.
2	3,3		265		
3	3,3		196		
4	4,9	Deltio costituito da argilla limosa, nocciola, da moderatamente consistente a consistente, asciutta, con inclusi calcinoli biancastri. Trovante calcarenico alla profondità 3,65 - 4,00 m.	187		Il Responsabile di Sito Dott. Stefano Vigni
5	4,9		294	118	Altro Responsabile di Sito Sg. Alfredo Tonelli
6	4,9	Deltio costituito da limo argilloso, nocciola, da consistente a molto consistente, con inclusi frammenti lioidi e arenitico (>5 cm nel letto 5,80 - 6, 65 m) calcarei.	363	118	
7	4,9	Evidenza di vene d'acqua alla profondità 7,70 - 7,80 m rinvenuta durante l'esecuzione del carotaggio a secco.	294	118	
8	4,9		196	106	
9	4,9		78		
10	4,9		235	118	
11	4,9		235	118	
12	4,9		235		
13	4,9		147		
14	4,9		127		
15	4,9				
16	4,9		362		
17	4,9		362		
18	4,9				
19	4,9				
20	4,9				
21	4,9				
22	4,9				

Committente: Studio Sargenti	Sondaggio: 1
Riferimento: Fanano (MO), loc. La Cella	Data: 16/01/2019
Fotografie - Pagina 1/2	Pagina 5/6



Cassetta n° 1 - profondità da m 0,00 a m 5,00



Cassetta n° 2 - profondità da m 5,00 a m 10,00

Committente: Studio Sargenti	Sondaggio: 1
Riferimento: Fanano (MO), loc. La Cella	Data: 16/01/2019
Fotografie - Pagina 2/2	Pagina 6/6



Cassetta n° 3 - profondità da m 10,00 a m 15,00



Cassetta n° 4 - profondità da m 15,00 a m 17,00

Committente: Studio Sargentì	Sondaggio: 1
Riferimento: Fanano (MO), loc. La Cella	Data: 16/01/2019
Fotografie - Pagina 3/3	Pagina 7/7



Cassetta n° 5 - profondità da m 17,00 a m 22,00

6.1 ASPETTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI DI DETTAGLIO

L'analisi geomorfologica di dettaglio e le risultanze delle indagini geognostiche di repertorio e di quelle effettuate per la stesura della presente, portano ad una revisione della cartografia regionale che si esprime nell'elaborato cartografico alla pagina che segue.

Il ripiano in oggetto è parte del sistema di evoluzione distensiva del versante che ha interessato il flysch MOV via via sbloccato verso valle sulle Argille APA, in contatto tettonico. La superficie ben si raccorda, in continuità, con quella del Villaggio artigiano insediato e con quelle più ad ovest, segnate da orli strutturali orientati NE-SO.

L'approfondimento del torrente Leo ha segnato l'abbandono di queste quote sulle quali ha esercitato energia, contribuendo alla modellazione e al riempimento con depositi anche a connotazione lacustre intorno a quota 527msm, in corrispondenza della parte centrale del villaggio insediato. La porzione più profonda della struttura di base, costituita dal flysch MOV, evidenzia, sul lotto in esame, un abbassamento di 10m circa rispetto alla quota misurata con il sondaggio a carotaggio S1 del 1996.

Lo spessore dei materiali sedimentari all'interno della vecchia depressione è stato misurato in 9m e aumenta verso sud fino ai 14.5m rinvenuti sull'area in analisi.

Evidente la fagliazione del blocco ad est e ad ovest dell'area, con linee N-S che configurano un prisma allungato nella stessa direzione, e strutturalmente ribassato rispetto a quello del villaggio insediato (vedi sopra) con linee ortogonali E-O. Alla base, si realizza il contatto tettonico MOV/APA. Non attivi i processi erosivi al piede del versante da parte del Torrente Leo. La pendice prospiciente il lotto è regolare, vegetata e non evidenzia segni di erosione superficiale.

La natura dei sedimenti fa pensare a un riempimento progressivo in fase sin e post tettonica con alimentazione dal flysch MOV, in sorta di conoide detritica ben consolidata e stabilizzata.

Le caratteristiche meccaniche della facies detritica evidenziano uno stato da mediamente consistente a molto consistente.

Il sistema non è marcato da falda continua. Rilevato un solo livello permeabile interessato da circolazione idrica fra 7.7 e 7.8m

Confermo pertanto che non esistono presupposti di pericolosità geologica che possano riguardare le fasce di versante a monte e a valle dell'area in esame. L'analisi dell'edificato nell'intorno non ha evidenziato particolari problematiche e non si registrano processi di erosione potenziali o in atto. L'area è pertanto idonea alla trasformazione urbanistica proposta, per quanto di pertinenza e nel rispetto delle indicazioni più avanti espresse.

Il giudizio risulta confermato dall'analisi di stabilità di cui al capitolo 10.

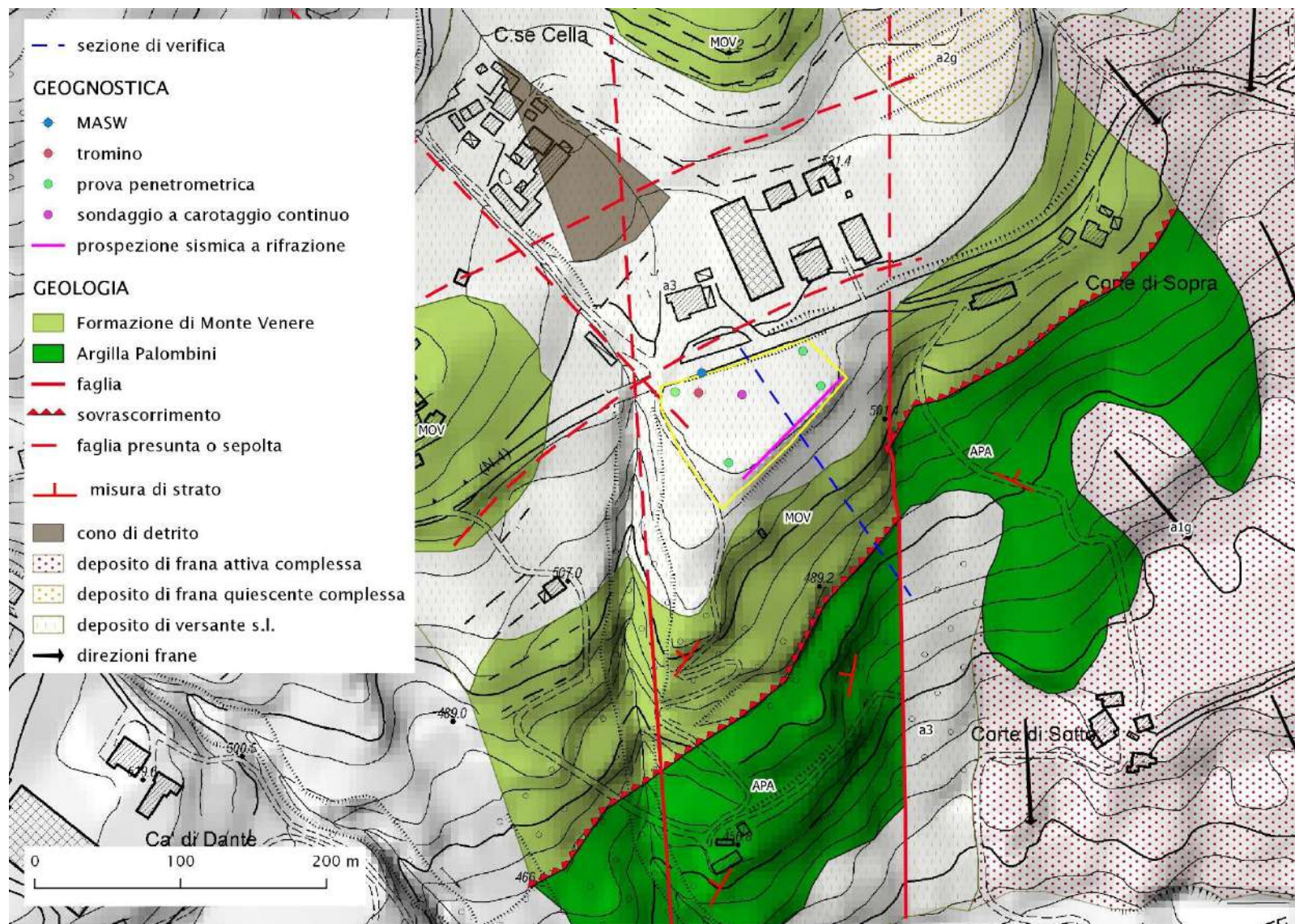


Figura 12 – Carta Geologica, da caratterizzazione locale – Elaborazione Studio Sargenti

7 MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO

Il modello geologico è costituito da una coltre di sedimenti Limo-argillosi con abbondanti clasti siltitici arenacei e di piccola dimensione, che sormonta per uno spessore di 15m circa una struttura dislocata di flysch, attribuibile alla Formazione MOV. La morfologia del lotto è dolce e restituisce pendenze massime di 8°. Più a valle, la pendenza aumenta e si distende regolare su un angolo medio di 23°
I sedimenti sono consolidati e non marcati da falda.

Con riferimento alle prove geognostiche e alla consolidata esperienza in esercizio sul costruito nell'area, si produce di seguito una sintesi dei parametri geotecnici caratteristici del sedimento, fino a 6m di profondità. Le elaborazioni sono state effettuate tramite correlazione Nspt con Geostru Dinamic 2018.

Per quanto riguarda i parametri di resistenza al taglio della coltre coesiva, si fa riferimento ai valori di angolo di attrito restituiti per terreni coesivi dai seguenti autori:

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956) - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 m; Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 m per terreni sopra falda e < 8 m per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
- Meyerhof (1956) - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Shioi-Fukuni (1982) - ROAD BRIDGE SPECIFICATION, Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi

Gli stessi sono stati mediati per ogni strato. Anche i parametri di deformazione sono stati ricavati dai vari autori e mediati, avendo cura di scartare i valori più alti e più bassi.

Per quanto riguarda la coesione efficace, viene attribuita una quota dallo scrivente sulla base dell'esperienza.

Parametri geotecnici caratteristici

PROF.	Nspt	LITO	AGI	Coazione efficace c'k	Angolo attrito efficace Φ'k	Coazione non drenata Cuk	Peso volume γk	Modulo elastico Ek	Modulo Edometrico Mok
				kN/mq	°	kN/mq	kN/mc	kN/mq	kN/mq
da 0 a 0.8m	3.35	A	poco consistente	2	24	35	20	2470	3450
da 0.8 a 1.4m	12.93	LA	consistente	20	28	125	21	12450	10400
da 1.4 a 3.6m	6.23	AL	moderatamente consistente	10	25	58	20	5520	5600
da 3.6 a 5.6m	11.48	AL	consistente	20	27	103	21	11150	14380

Tabella 1 – Modello geotecnico Prova1

PROF.	Nspt	LITO	AGI	Coesione efficace c'k	Angolo attrito efficace Φ' k	Coesione non drenata Cuk	Peso volume γ_k	Modulo elastico Ek	Modulo Edometrico Mok
				kN/mq	°	kN/mq	kN/mc	kN/mq	kN/mq
da 0 a 2.6m	8.28	A	poco consistente	10	26	79	20	7610	7350
da 2.6 a 4.8m	9.94	LA	consistente	20	27	90	21	9350	8820
da 4.8 a 5.6m		LSA	moderatamente addensato	2	33	0	20	13000	13700

Tabella 2 – Modello geotecnico Prova2

PROF.	Nspt	LITO	AGI	Coesione efficace c'k	Angolo attrito efficace Φ' k	Coesione non drenata Cuk	Peso volume γ_k	Modulo elastico Ek	Modulo Edometrico Mok
				kN/mq	°	kN/mq	kN/mc	kN/mq	kN/mq
da 0 a 1.2m	4.1	A	moderatamente consistente	10	24	42	20	3320	4295
da 1.2 a 3.2m	29.97	LA	molto consistente	20	33	240	21	30595	24340

Tabella 3 – Modello geotecnico Prova3

PROF.	Nspt	LITO	AGI	Coesione efficace c'k	Angolo attrito efficace Φ' k	Coesione non drenata Cuk	Peso volume γ_k	Modulo elastico Ek	Modulo Edometrico Mok
				kN/mq	°	kN/mq	kN/mc	kN/mq	kN/mq
da 0 a 0.6m	1.49	suolo	poco consistente	0	22	19	18	807	1252
da 0.6 a 5.6m	8.05	LA	consistente	20	26	77	20	7155	7074

Tabella 4 – Modello geotecnico Prova4

Alle profondità indagate non è stata registrata la presenza di falda libera. Presente un orizzonte fra 7.7 e 7.8m

Modello geomeccanico da assumere per le verifiche di stabilità di cui al Capitolo 10.

Da 1 a 6m depositi da mediamente consistenti a consistenti $V_p=500\div 1000$ m/s $V_s=310$ m/sec $C_u=100$ kN/mq $F'=27^\circ$ $G=1900$ kN/mq

Da 6 a 14m Orizzonte consistente, $V_p=1000\div 1500$ m/sec $V_s=390$ m/sec $C_u=120$ kN/mq $F'=29^\circ$ $G=2000$ kN/mq

Da 15 a 26m Bed Rock $V_p=1500\div 2500$ m/sec $V_s=580\div 610$ m/sec $F'=33^\circ$ $G=2400$ kN/mq

Il deposito risulta ben consolidato, anche perché drenato alla base e sui fianchi sud ed ovest.

8 MICROZONAZIONE SISMICA

8.1 ANALISI DI II LIVELLO (DGR 2193/2015 RER): FATTORI DI AMPLIFICAZIONE F.A.

L'area in studio rientra nella zona "Appennino (zone collinari e montane) con substrato non rigido caratterizzato da $V_s < 800 \text{ m/s}$ "
 Con riferimento alla prova MASW (quota 522.5msm) e considerate le risultanze del sondaggio con perforatrice (quota 525.6msm +3.1m) e della prospezione a rifrazione, è possibile identificare il BR sismico alla profondità massima di 15m.

Per il calcolo dei fattori F.A. sono da valutare due dati :

- lo spessore dei terreni di copertura fino al bed-rock → **H = 15m**
- la velocità delle onde S nei terreni di copertura → **V_{sH}**

$$V_{sH} = \frac{H}{\sum \frac{h_i}{V_{s_i}}} \quad V_{s_i} = \text{velocità in m/s dello strato } i\text{-esimo} \quad h_i = \text{spessore in metri dello strato } i\text{-esimo}$$

Nel nostro caso **$V_{sH} = 15 / [(2.2/310) + (9/390) + (3.8/390)] = 376 \text{ m/s}$**

Di conseguenza:

	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	2.3	2.0	1.6	1.5	1.4	1.3	1.3	1.2	1.2	
10	2.3	2.2	2.0	1.8	1.6	1.4	1.3	1.3	1.2	
15	2.2	2.2	2.1	2.0	1.8	1.6	1.4	1.3	1.2	
20	2.1	2.1	2.1	2.0	1.9	1.7	1.5	1.4	1.2	
25	2.1	2.1	2.1	2.0	1.9	1.8	1.6	1.4	1.3	
30		2.1	2.1	2.0	1.9	1.8	1.6	1.4	1.3	
35		2.1	2.1	2.0	1.9	1.8	1.6	1.5	1.4	1.2
40		2.0	2.0	2.0	1.9	1.8	1.6	1.5	1.4	1.2
50		1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.6	1.5	1.4	1.2

Fattori di Amplificazione **PGA**. Colonna 1 H (m), riga 1 V_{sH} (m/s)

	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	2.1	1.7	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	
10	2.6	2.3	1.9	1.6	1.5	1.4	1.3	1.3	1.3	
15	2.7	2.6	2.3	1.9	1.6	1.5	1.4	1.3	1.3	
20	2.6	2.6	2.4	2.1	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	
25	2.6	2.6	2.5	2.3	2.0	1.7	1.6	1.4	1.3	
30		2.4	2.4	2.3	2.1	1.8	1.6	1.5	1.3	
35		2.4	2.4	2.3	2.2	1.9	1.7	1.5	1.4	1.2
40		2.2	2.2	2.2	2.2	2.0	1.8	1.6	1.4	1.2
50		2.1	2.1	2.1	2.1	2.0	1.8	1.6	1.5	1.3

Fattori di Amplificazione **SI1** (0.1s =T0=0.5s). Colonna 1 H (m), riga 1 VsH (m/s)

	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	
10	1.8	1.6	1.4	1.4	1.3	1.4	1.3	1.3	1.3	
15	2.3	1.9	1.6	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	
20	2.9	2.6	1.9	1.6	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	
25	3.6	3.0	2.3	1.7	1.5	1.4	1.4	1.4	1.3	
30		3.3	2.7	1.9	1.7	1.5	1.4	1.4	1.3	
35		3.5	3.0	2.2	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.1
40		3.5	3.2	2.6	2.0	1.8	1.6	1.5	1.4	1.2
50		3.3	3.3	3.0	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5	1.3

Fattori di Amplificazione **SI2** (0.5s ≤T0≤1.0s). Colonna 1 H (m), riga 1 VsH (m/s)

8.2 MICROZONAZIONE SISMICA

Riferimento territoriale per le tabelle di cui alla DGR. 2193/2015	Appennino e margine appenninico-padano
Accelerazione massima orizzontale di picco al suolo per T_0 (a_{refg})	0.179
Velocità di riferimento di taglio del substrato marino ($>V_s$)	<800 m/s
Spessore del deposito di copertura considerato (H)	15 m
Velocità equivalente delle onde di taglio del deposito di copertura considerato (V_{sH})	377 m/s
Profondità Bedrock sismico	12 m
Velocità onde di taglio Bedrock (V_s)	580 m/s
Velocità equivalente delle onde di taglio nei primi 30 m (V_{s30})	455 m/s
Coefficiente di amplificazione per categoria topografica (S_T)	1.2
Fattore di Amplificazione del P.G.A. (F.A. P.G.A.)	1.7
Fattore di Amplificazione Intensità Spettrale (SI1 $0.1s < T_0 < 0.5s.$)	1.55
Fattore di Amplificazione Intensità Spettrale (SI2 $0.5s < T_0 < 1.0s.$)	1.4
Accelerazione massima orizzontale di picco alla superficie ($a_{g/g} = a_{ref} * F.A. P.G.A. * S_T$)	0.365
Frequenze di risonanza del terreno	Picco H/V a 50.84 ± 3.15 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz)

Tabella 5 - VALUTAZIONE PARAMETRI SISMICI DEL SITO CON RIFERIMENTO ALLA DGR N. 2193/2015



Figura 13 - Carta microzonazione sismica - base topografica estratto CTR 2013 CON DTM

9 ELEMENTI DI PROGETTO

Lo Studio di progettazione ha fornito una prima quota di imposta del nuovo stabilimento, in modo da consentire l'accesso funzionale dalla strada SP4. Sarà necessario sbancare spessori massimi di 3m e riportare a valle per altezze massime di 4m, solo localmente, a SE con controllo attraverso muro di sostegno. L'esubero dei materiali scavati viene stimato in 2500mc, pari a 4750t di decremento tensionale sul lotto.

I carichi complessivi previsti con l'insediamento dello stabilimento saranno dell'ordine di 2.5t/mq che nell'ipotesi di 1800mq di superficie coperta, fornisce 4500t di incremento di carico.

Si realizza pertanto un sostanziale equilibrio generale, con impatto da considerarsi nullo da questo punto di vista.

Entrambe le indicazioni di cui sopra concorrono a simulare lo stato di progetto nelle verifiche di stabilità, di cui al Capitolo 10.

10 ANALISI DI STABILITA' CON SIMULAZIONE DELLO STATO DI PROGETTO

Viene utilizzata la sezione più sfavorevole per lo stabilimento, prossima all'ingombro presunto dello stabilimento verso est.

Le reiterate analisi sono state condotte con Geostru Slope 2018

E' stata utilizzata l'opzione di introdurre i coefficienti parziali per i parametri geotecnici, in tutte le verifiche effettuate

Azione sismica con metodo pseudostatico globale, introdotta direttamente sui conci (NNTC2018), in tutte le fasi di verifica.

Le risultanze delle indagini, l'impermeabilità dei depositi ed il drenaggio alla base e sui fianchi fa escudere la possibilità di falda.

STATO DI FATTO Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)

Lat./Long.	44,233715057373/10,8310985565186
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	3,0
Numero dei conci	20,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	60,0 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	70,0 m
Ascissa vertice destro superiore xs	130,0 m
Ordinata vertice destro superiore ys	110,0 m

Passo di ricerca 10,0
 Numero di celle lungo x 10,0
 Numero di celle lungo y 10,0
 =====

Coefficienti sismici [N.T.C.]
 =====

Dati generali

Tipo opera: 2 - Opere ordinarie
 Classe d'uso: Classe II
 Vita nominale: 50,0 [anni]
 Vita di riferimento: 50,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: B
 Categoria topografica: T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,58	2,48	0,25
S.L.D.	50,0	0,73	2,46	0,26
S.L.V.	475,0	1,7	2,49	0,29
S.L.C.	975,0	2,13	2,5	0,3

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,8352	0,2	0,017	0,0085
S.L.D.	1,0512	0,2	0,0214	0,0107
S.L.V.	2,448	0,24	0,0599	0,03
S.L.C.	3,0232	0,28	0,0863	0,0432

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,06
Coefficiente azione sismica verticale 0,03

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	12,22	5,93
3	30,55	13,06
4	48,88	20,58
5	54,99	21,34

6	73,32	29,98
7	79,43	31,17
8	91,65	36,49
9	97,76	37,68
10	122,2	49,16
11	128,31	53,15
12	135,5	54,62
13	143,6	55,48
14	148,74	56,23
15	154,41	57,09
16	160,15	57,92
17	166,13	58,62
18	172,0	59,28
19	177,81	59,64
20	188,82	59,72
21	195,16	56,73
22	202,76	56,31
23	205,16	57,42

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	12,22	5,93
3	30,55	13,06
4	48,88	20,58
5	54,99	21,34
6	73,32	29,98
7	79,43	31,17
8	91,65	36,49
9	97,76	37,64
10	122,2	49,16
11	205,16	51,52

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	12,22	5,93
3	30,55	13,06
4	48,88	20,58
5	54,99	21,34
6	73,32	29,98
7	79,43	31,17
8	91,65	36,49

9	97,76	37,64
10	205,16	44,22

Coefficienti parziali azioni

=====
 Sfavorevoli: Permanenti, variabili 1,0 1,0
 Favorevoli: Permanenti, variabili 1,0 1,0
 =====

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

=====
 Tangente angolo di resistenza al taglio 1,25
 Coesione efficace 1,25
 Coesione non drenata 1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno Si
 =====

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia	
1	0,1	1	27	1900	2000		
2	0,2	1,2	29	2000	2100		
3	2	0	33	2400	2400		

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

=====
 Fs minimo individuato 1,35
 Ascissa centro superficie 105,5 m
 Ordinata centro superficie 88,0 m
 Raggio superficie 48,98 m
 =====

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

xc = 105,50 yc = 88,00 Rc = 48,981 Fs=1,348

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	2,05	-4,0	2,05	2298,46	137,91	68,95	0,16	23,9	0,0	2533,8	3267,7
2	2,05	-1,6	2,05	6646,72	398,8	199,4	0,16	23,9	0,0	6781,4	4659,5
3	2,05	0,8	2,05	10644,41	638,66	319,33	0,16	23,9	0,0	10565,9	5903,4
4	2,05	3,2	2,05	14291,88	857,51	428,76	0,16	23,9	0,0	13925,8	7011,8
5	2,05	5,6	2,06	17587,6	1055,26	527,63	0,16	23,9	0,0	16891,4	7994,9
6	2,05	8,0	2,07	20528,1	1231,69	615,84	0,16	23,9	0,0	19486,6	8860,6
7	2,05	10,4	2,08	23108,11	1386,49	693,24	0,16	23,9	0,0	21728,8	9614,8
8	2,05	12,9	2,12	25320,09	1519,21	759,6	0,16	23,9	0,0	23629,5	10261,7
9	2,05	15,3	2,12	27154,1	1629,25	814,62	0,16	23,9	0,0	25194,9	10803,6
10	2,74	18,2	2,88	38535,48	2312,13	1156,06	0,16	23,9	0,0	35589,1	15125,1
11	1,35	20,8	1,45	19988,48	1199,31	599,65	0,16	23,9	0,0	18427,1	7779,7
12	2,05	22,9	2,22	31728,01	1903,68	951,84	0,16	23,9	0,0	29263,6	12260,5
13	2,71	26,0	3,01	44142,96	2648,58	1324,29	0,16	23,9	0,0	40821,5	17000,3
14	1,38	28,7	1,58	22343,98	1340,64	670,32	0,16	23,9	0,0	20717,2	8685,8
15	2,05	31,0	2,39	30374,18	1822,45	911,23	0,16	23,9	0,0	28167,2	12096,2
16	2,05	33,8	2,46	26696,05	1601,76	800,88	0,16	23,9	0,0	24728,0	11055,7
17	1,71	36,5	2,13	19060,96	1143,66	571,83	0,16	23,9	0,0	17567,8	8305,8
18	2,38	39,6	3,09	20413,56	1224,81	612,41	0,08	22,2	0,0	19977,8	7871,7
19	2,05	43,0	2,81	906,62	654,4	327,2	0,08	22,2	0,0	10426,7	4812,7
20	2,05	46,4	2,97	3881,38	232,88	116,44	0,08	22,2	0,0	2868,9	2627,7

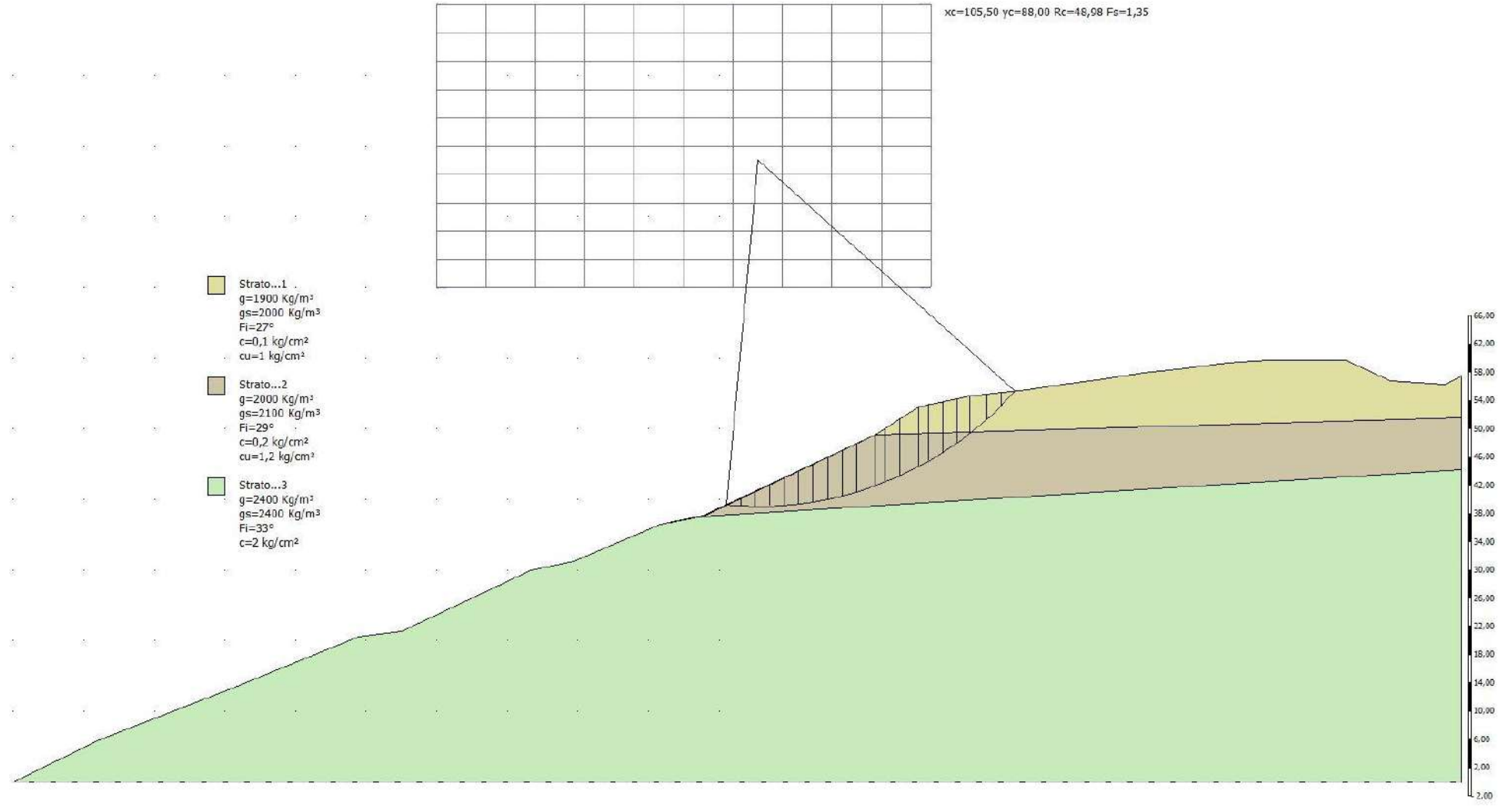


Figura 14 – Stato di fatto – superficie con il coefficiente minimo – Introdotta azione sismica e riduzione parametri NNTC2018

STATO DI PROGETTO Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)

```

=====
Lat./Long.                                     44,233715057373/10,8310985565186
Calcolo eseguito secondo                       NTC 2018
Numero di strati                               3,0
Numero dei conci                              20,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile       1,21
Coefficiente parziale resistenza             1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito: Picco
Analisi                                         Condizione drenata
Superficie di forma circolare
=====

```

Maglia dei Centri

```

=====
Ascissa vertice sinistro inferiore xi          60,0 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi         70,0 m
Ascissa vertice destro superiore xs           130,0 m
Ordinata vertice destro superiore ys          110,0 m
Passo di ricerca                              10,0
Numero di celle lungo x                       10,0
Numero di celle lungo y                       10,0
=====

```

Coefficienti sismici [N.T.C.]**Dati generali**

```

Tipo opera:                                   2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:                                 Classe II
Vita nominale:                               50,0 [anni]
Vita di riferimento:                         50,0 [anni]

```

Parametri sismici su sito di riferimento

```

Categoria sottosuolo:                        B
Categoria topografica:                       T2

```

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,58	2,48	0,25
S.L.D.	50,0	0,73	2,46	0,26
S.L.V.	475,0	1,7	2,49	0,29
S.L.C.	975,0	2,13	2,5	0,3

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,8352	0,2	0,017	0,0085
S.L.D.	1,0512	0,2	0,0214	0,0107
S.L.V.	2,448	0,24	0,0599	0,03
S.L.C.	3,0232	0,28	0,0863	0,0432

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,06
Coefficiente azione sismica verticale 0,03

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	12,22	5,93
3	30,55	13,06
4	48,88	20,58
5	54,99	21,34
6	73,32	29,98
7	79,43	31,17
8	91,65	36,49
9	97,76	37,68
10	122,2	49,16
11	128,31	53,15
12	129,8	53,97
13	135,47	53,97
14	135,47	56,97
15	137,8	57,42
16	149,09	57,42
17	170,5	57,42
18	195,16	56,31
19	202,76	56,31
20	205,16	57,42

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	12,22	5,93
3	30,55	13,06
4	48,88	20,58
5	54,99	21,34
6	73,32	29,98

7	79,43	31,17
8	91,65	36,49
9	97,76	37,64
10	122,2	49,16
11	205,16	51,52

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	12,22	5,93
3	30,55	13,06
4	48,88	20,58
5	54,99	21,34
6	73,32	29,98
7	79,43	31,17
8	91,65	36,49
9	97,76	37,64
10	205,16	44,22

Coefficienti parziali azioni

=====
 Sfavorevoli: Permanenti, variabili 1,0 1,0
 Favorevoli: Permanenti, variabili 1,0 1,0
 =====

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

=====
 Tangente angolo di resistenza al taglio 1,25
 Coesione efficace 1,25
 Coesione non drenata 1,4

Riduzione parametri geotecnici terreno Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia	
1	0,1	1	27	1900	2000		
2	0,2	1,2	29	2000	2100		
3	1		33	2400	2150		

Muri di sostegno - Caratteristiche geometriche

N°	x (m)	y (m)	Base mensola a valle (m)	Base mensola a monte (m)	Altezza muro (m)	Spessore testa (m)	Spessore base (m)	Peso specifico (Kg/m³)
1	135,47	53,97	0,5	1	3	0,2	0,3	2500

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm²)
1	149,09	57,13	171,09	57,13	0,25

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

=====

Fs minimo individuato 1,26
 Ascissa centro superficie 102,0 m
 Ordinata centro superficie 98,0 m
 Raggio superficie 59,72 m

=====

xc = 102,00 yc = 98,00 Rc = 59,72 Fs=1,262

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	2,33	-1,6	2,33	2749,02	164,94	82,47	0,16	23,9	0,0	2860,0	3963,1
2	2,33	0,6	2,33	7947,56	476,85	238,43	0,16	23,9	0,0	7883,2	5727,5
3	2,33	2,9	2,33	12721,1	763,27	381,63	0,16	23,9	0,0	12368,7	7307,4
4	2,33	5,1	2,34	17068,27	1024,1	512,05	0,16	23,9	0,0	16354,3	8716,3
5	2,33	7,4	2,35	20985,42	1259,13	629,56	0,16	23,9	0,0	19869,8	9964,6
6	2,33	9,6	2,37	24467,09	1468,03	734,01	0,16	23,9	0,0	22938,2	11060,6
7	2,33	11,9	2,38	27505,47	1650,33	825,16	0,16	23,9	0,0	25575,9	12010,4
8	2,33	14,2	2,41	30090,26	1805,42	902,71	0,16	23,9	0,0	27793,2	12817,9
9	2,33	16,5	2,43	32208,54	1932,51	966,26	0,16	23,9	0,0	29594,0	13485,0
10	2,03	18,7	2,15	29457,02	1767,42	883,71	0,16	23,9	0,0	26966,6	12201,8
11	2,63	21,1	2,82	40419,18	2425,15	1212,58	0,16	23,9	0,0	36935,4	16553,9
12	3,48	24,3	3,82	57852,5	3471,15	1735,58	0,16	23,9	0,0	52895,9	23433,2
13	1,49	26,9	1,67	25562,19	1533,73	766,87	0,16	23,9	0,0	23416,3	10345,3
14	2,03	28,8	2,31	32648,44	1958,91	979,45	0,16	23,9	0,0	29874,6	13433,2
15	2,33	31,3	2,73	31697,89	1901,87	950,94	0,16	23,9	0,0	28831,1	13591,7
16	1,37	33,4	1,63	18600,68	1116,04	558,02	0,16	23,9	0,0	16977,2	8039,5
17	2,28	35,5	2,8	33935,73	2036,14	1018,07	0,16	23,9	0,0	31304,5	14549,7
18	3,35	38,9	4,31	37689,95	2261,4	1130,7	0,08	22,2	0,0	36667,7	14575,8
19	2,33	42,5	3,16	15404,72	924,28	462,14	0,08	22,2	0,0	14702,7	6754,2
20	2,33	45,6	3,33	5421,5	325,29	162,65	0,08	22,2	0,0	4204,2	3471,1

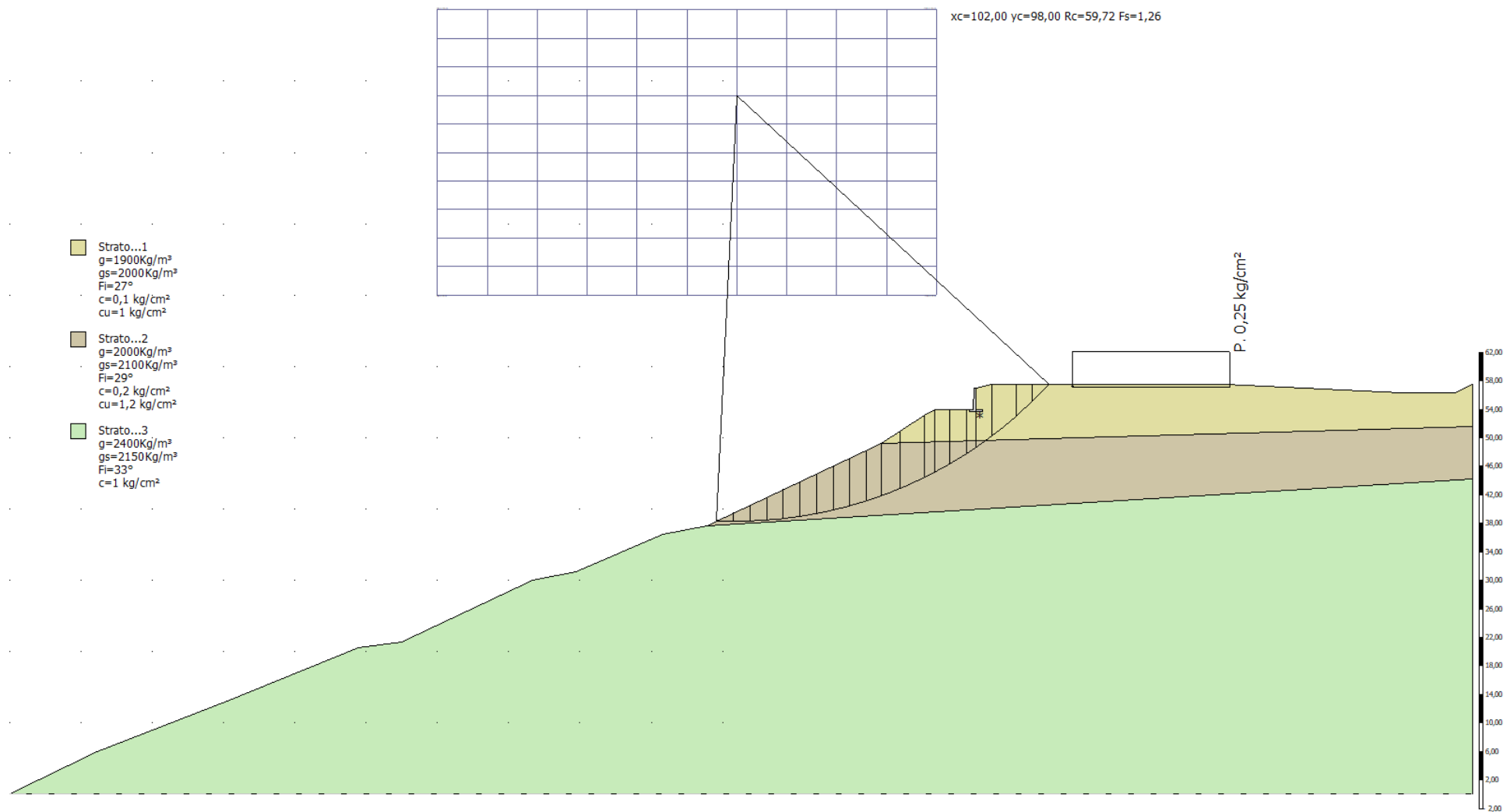


Figura 15 – Verifica dello stato di progetto – Superficie con il coefficiente minimo

Il risultato viene considerato accettabile, viste le condizioni generali di compensazione tensionale e le riduzioni effettuate sui parametri

11 SCHEDA DI SINTESI

Come conclusione dello studio, viene ora restituita una scheda di sintesi

Fanano Trentino, Località Ca' Cella QUOTA 526 msm

Latitudine (WGS84): 44,2337151 [°]

Longitudine (WGS84): 10,8310986 [°]

Latitudine (ED50): 44,2346649 [°]

Longitudine (ED50): 10,8320990 [°]

DESTINAZIONE URBANISTICA : **Attività produttive**

RISCHIO SISMICO da PTCP : **Area potenzialmente soggetta ad effetti locali**

INSTABILITÀ da PTCP : **Non segnalata**

FORMAZIONE : MOV **Formazione di Monte Venere**

LITOLOGIA superficiale : **manto detritico di disfacimento flysch - spessore 15m**

FALDA : **assente**

MORFOLOGIA : **Ripiano su massa dislocata Pendio prospiciente di 23°** CATEGORIA TOPOGRAFICA : **T2**

V_{S30} MISURATA = **455 m/s** CATEGORIA SUOLO = **B**

PERICOLOSITÀ SISMICA : (periodo di ritorno di 475 anni) **Magnitudo: DL 112 R.E.R. = 5,439**

Accelerazione orizzontale massima al suolo : ag/g : DM 17.01.2018 = 0.291 – DGR 2193/2015 R.E.R. = 0.365

MICROZONAZIONE SISMICA – LIVELLO DI APPROFONDIMENTO : **II**

HVRS Picco H/V a 50.84 ± 3.15 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz)

STABILITÀ : **Buona**

RISCHIO LIQUEFAZIONE IN CONDIZIONI SISMICHE : **Assente**

RISCHIO STABILITÀ PENDIO IN CONDIZIONI SISMICHE : **Assente**

PARERE EDIFICABILITÀ : **Edificabile**

TIPOLOGIA FONDAZIONE CONSIGLIATA : **Superficiale continua**

APPROFONDIMENTI CONSIGLIATI : **Studio dell'imposta e della tipologia del muro di contenimento del piazzale a SE**

PRESCRIZIONI : **Manutenzione periodica alveo Fosso del Castagnatello, in adiacenza al margine ovest.**

Garantire l'equilibrio tensionale come da analisi al capitolo 9.

Fanano, 23 gennaio 2019

Daniele Sargenti - Geologo