

COMUNE DI SANTA MARIA A MONTE
PROVINCIA DI PISA

**PROGETTO PER LA COSTRUZIONE DI FABBRICATO
UNIFAMILIARE DI CIVILE ABITAZIONE E PER LA
REALIZZAZIONE DI FASCIA DI VERDE PUBBLICO LUNGO
STRADA IN SANTA MARIA A MONTE LOC. CERRETTI VIA
MARIANI**

Relazione Geologico Tecnica

COMMITTENZA

Sig. Roberto Pandolfi

PROGETTO

Ing. Rossano Nucci

Agosto 2023



GIOVANNI LOPANE - GEOLOGO



INDICE

1. - PREMESSA	3
2. - INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	4
2.1. - ASPETTI MORFOLOGICI IDROGRAFICI E DI PERICOLOSITÀ DELL'AREA	4
2.2. - GEOLOGIA	7
2.3. - IDROGEOLOGIA	8
2.4. - PERMEABILITÀ DEI TERRENI	11
3. - STRATIGRAFIA	13
3.1. - CAMPAGNA GEOGNOSTICA	13
3.2. - STRATIGRAFIA	13
3.3. - DEFINIZIONE UNITÀ LITOTECNICHE	14
4. - ASPETTI GEODINAMICI E SISMICITÀ	16
4.1. - EFFETTI TOPOGRAFICI	16
4.2. - EFFETTI STRATIGRAFICI	16
4.3. - VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA	17
5. - VERIFICHE DELLA SICUREZZA	21
5.1. - IMPOSTAZIONE PROGETTUALE DEGLI INTERVENTI	21
5.2. - VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE	22
5.3. - VERIFICA DELLA STABILITÀ D'INSIEME	23
5.4. - VERIFICA DELLA STABILITÀ DEI FRONTI DI SCAVO	24
6. - DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO DI SMALTIMENTO	26
7. - CONCLUSIONI	30

IN APPENDICE

FIG. 1 - COROGRAFIA	(SCALA 1:50.000)
FIG. 2 - CARTA DEI VINCOLI (VARIANTE R.U.)	(SCALA 1:5.000)
FIG. 3 - CARTA GEOMORFOLOGICA (P.S.)	(SCALA 1:10.000)
FIG. 4 - CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA (P.S.)	(SCALA 1:10.000)
FIG. 5 - PAI FRANE BACINO DELL'ARNO (DISTRETTO APP. SETT.)	(SCALA 1:10.000)
FIG. 6 - CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA (P.S.)	(SCALA 1:10.000)
FIG. 7 - CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA (VARIANTE R.U.)	(SCALA 1:10.000)
FIG. 8 - CARTA DELLA VULNERABILITÀ IDROGEOLOGICA (P.S.)	(SCALA 1:10.000)
FIG. 9 - CARTA DELLA VULNERABILITÀ IDROGEOLOGICA (P.T.C.)	(SCALA 1:10.000)
FIG. 10 - CARTA DELLA FATTIBILITÀ (VARIANTE R.U.)	(SCALA 1:5.000)
FIG. 11 - PLANIMETRIA GENERALE	(SCALA 1:750)
FIG. 12 - SEZIONE GEOLOGICO TECNICA AB	(SCALA 1:100)
FIG. 13 - SEZIONE GEOLOGICO TECNICA CD	(SCALA 1:100)
ALL. 1 - DIAGRAMMI PROVE PENETROMETRICHE	
ALL. 2 - PROVE DI PERMEABILITÀ	
ALL. 3 - INDAGINI SISMICHE	
ALL. 4 - VERIFICHE ALLA LIQUEFAZIONE	
ALL. 5 - VERIFICHE DI STABILITÀ DEI FRONTI DI SCAVO	

1. - PREMESSA

Per conto del Sig. Roberto Pandolfi sono state eseguite indagini geologico-tecniche di supporto al "Progetto per la costruzione di un fabbricato unifamiliare di civile abitazione e per la realizzazione di fascia di verde pubblico lungo strada in Santa Maria a Monte loc. Cerretti Via Mariani"; l'intervento ricade nell'U.T.O.E. 3 Cerretti e il lotto identificato nella scheda norma "Comparto 5" di completamento residenziale.

Con riferimento alla suddetta Scheda Norma, si rileva per l'area d'intervento la classe G2 di Pericolosità Geomorfologica (v. Fig. 4), la classe I1 di Pericolosità Idraulica (v. Fig. 6) e la classe S2 di Pericolosità Sismica, v. Fig. 7; da cui ne discende la Classe FII di Fattibilità Geologica, la Classe FI di Fattibilità Idraulica e la Classe FII di Fattibilità Sismica (v. Carta della Fattibilità in Fig. 10 in appendice).

Il progetto, al quale si rimanda per il necessario dettaglio, è redatto dall'Ing. Rossano Nucci; per quanto concordato con il Progettista le opere programmate sono riconducibili a costruzioni di Tipo 2 con $V_n \geq 50$ anni a cui è associabile la Classe d'uso II (C_u 1.0, v. Tab. 2.4.II NCT), da cui ne deriva un periodo di riferimento per l'azione sismica $V_r = V_n * C_u = 50$ anni.

Per la caratterizzazione stratigrafica e litotecnica si sono eseguite n. 2 prove penetrometriche statiche in sito (v. All. 1); per la modellazione sismica si è eseguita una stesa sismica MASW, v. All. 3.

Non essendo presente in un congruo intorno dell'area una rete fognaria pubblica utilizzabile (cfr. Scheda Norma in Fig. 10), il progetto prevede la realizzazione di un impianto di smaltimento finale in sito dei reflui domestici provenienti dall'abitazione.

In ottemperanza a quanto previsto dal DPGR 8 settembre 2008, n. 46/R e successivo DPGR 59/R del 2013, dal P.T.C. Provinciale, R.U. Comunale e dalla L.R. 30/2015 e s.m.i. per le aree protette (Rete Natura 2000), le indagini di seguito descritte sono state finalizzate alla verifica tipologica e dimensionale dell'impianto, previa definizione delle caratteristiche geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area e di permeabilità dei terreni (con prove di permeabilità in sito).

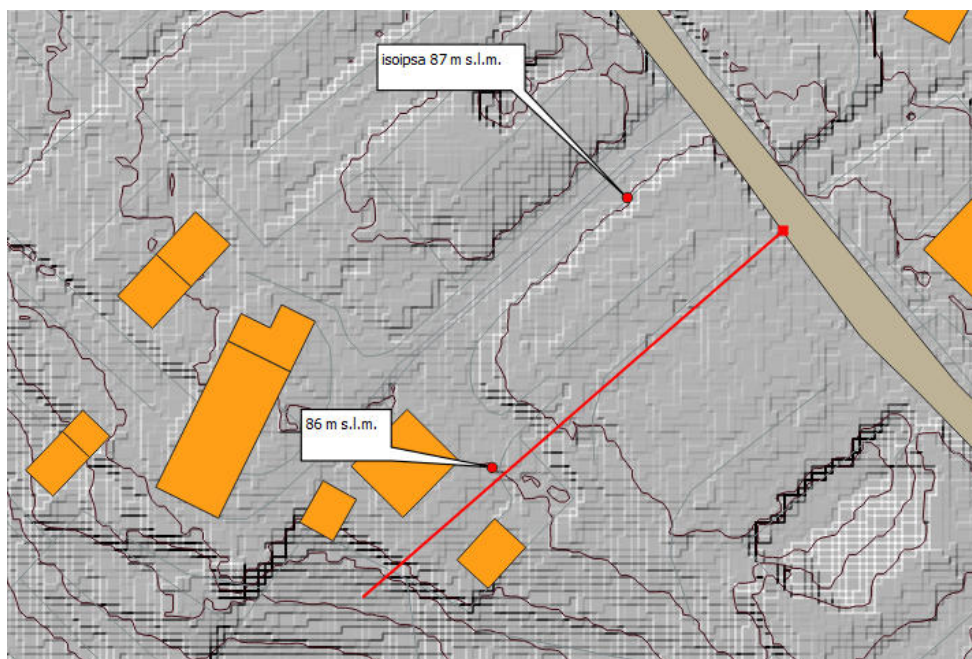
2. - INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

2.1. - ASPETTI MORFOLOGICI IDROGRAFICI E DI PERICOLOSITÀ DELL'AREA

L'area d'indagine si trova 2.8 km circa a NNE del centro storico di S. Maria a Monte presso la frazione di Cerretti (v. Fig. 1 Corografia); l'area d'intervento è ubicata presso la sommità morfologica di una modesta dorsale collinare orientata in direzione SSE-NNW a prospetto della viabilità locale di accesso alla frazione, Via Mariani.



I terreni in parola sono sub pianeggianti, circa complanari con la viabilità, quote di circa 87.0 ÷ 87.5 m s.l.m ed attualmente adibiti ad oliveta e prato incolto:



Nella pagina precedente immagine aerea tratta da Google map e planimetria estratta dai rilievi lidar con maglia 1mx1m (fonte dei dati: *Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare*).

A valle dell'area di progetto si apre un modesto impluvio, la cui testata coincide con il bordo di un terrazzo morfologico (esteso a tutto il versante occidentale del rilievo), la cui formazione è riferibile al tardo Pleistocene medio (v. Fig. 3).

I versanti collinari presentano una morfologia sostanzialmente regolare, con scalini morfologici poco accentuati che, fatto salvo il sopra descritto, sono di origine antropica (terrazzamenti); le pendenze medie non superano il 10-15%.

Come si rileva dalla carta geomorfologica di Fig. 3 e per quanto accertato in sito, non si segnalano problematiche di carattere geomorfologico interferenti o potenzialmente interferenti con le opere di progetto.

Le potenzialità morfo evolutive dell'area in esame sono parimenti espresse nel quadro conoscitivo di riferimento:

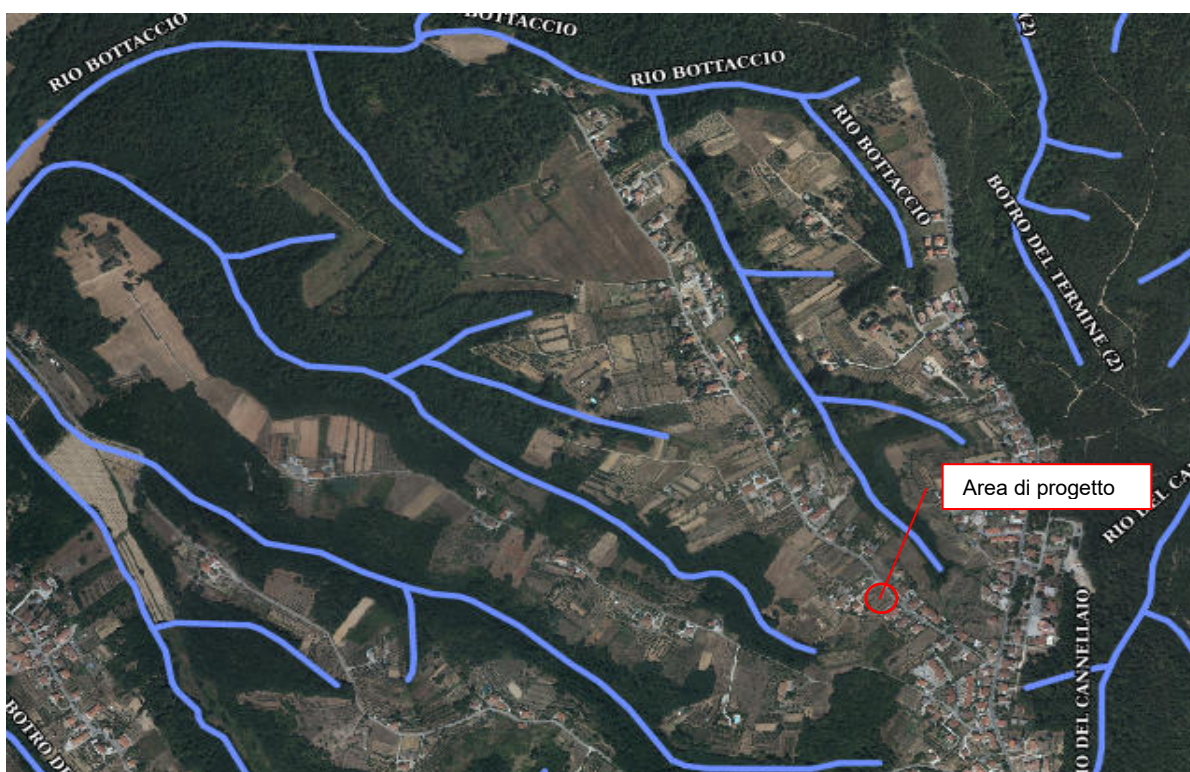
- "INDAGINI GEOLOGICO TECNICHE DI SUPPORTO AL PIANO STRUTTURALE COMUNALE - CARTA GEOMORFOLOGICA". Cfr. stralcio riprodotto nella Fig. 3 in appendice: nell'area in oggetto ed in un congruo intorno di questa, non sono presenti fenomeni d'evoluzione morfologica attivi e/o quiescenti interferenti o potenzialmente interferenti con l'areale d'interesse.
- "INDAGINI GEOLOGICO TECNICHE DI SUPPORTO AL PIANO STRUTTURALE COMUNALE - CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA". Con riferimento allo stralcio riprodotto nella Fig. 4 in appendice, si osserva che all'intera sommità morfologica del rilievo, sino al fondovalle locale, è attribuita la Classe G2 di Pericolosità Geomorfologica (Pericolosità media, ai sensi del DPRG 53/R).
- PIANO DI BACINO DEL F. ARNO - DISTRETTO APPENNINO SETTENTRIONALE; PERIMETRAZIONE DELLE AREE CON PERICOLOSITÀ DA FENOMENI GEOMORFOLOGICI DI VERSANTE. Come riportato in stralcio nella Fig. 5 in appendice, si osserva che all'area d'indagine ed un vasto intorno di essa è attribuita la classe di pericolosità: "P.F.2": "Pericolosità media - *aree stabili interessate tuttavia da litologie e condizioni strutturali e geomorfologiche che determinano propensione media al dissesto e che possono dar luogo a modifica della loro condizione di stabilità*". Non sono segnalate forme di dissesto.

In termini d'idrografia superficiale, essendo in un contesto sub pianeggiante posto in area di displuvio presso la sommità morfologica locale, le acque di ruscellamento

afferenti all'area sono quantitativamente limitate in quanto originate dalle sole acque meteoriche ricadenti in un areale limitrofo e circoscritto.

La regimazione idraulica è pressoché assente e le acque meteoriche danno origine ad un ruscellamento diffuso verso il fondovalle senza peraltro innescare fenomeni erosivi di rilievo.

I collettori idrici principali del reticolo drenante locale sono rappresentati da due rami meridionali del Rio Bottaccio (tributario del Canale Emissario del Bientina): il ramo che drena il versante Ovest del rilievo è noto come Fosso Gocciolino, mentre quello ad Est è conosciuto come Fosso del Falchetto.



Reticolo di riferimento regionale LR 79/2012; *Geoportale Lamma*.

In quanto alle caratteristiche di pericolosità idraulica dell'areale d'indagine, datone il contesto geomorfologico e idrografico, è da ritenersi irrilevante, come confermato dalle indagini a supporto della vigente programmazione urbanistica, v. Fig. 6.

In sintesi, in base ai rilievi effettuati si è appurato che il sito d'intervento, dal punto di vista geomorfologico ed idrografico, ricade in un contesto collinare essenzialmente stabile e consolidato, nel cui ambito non si sono rilevati fenomeni erosivi e/o di evoluzione morfologica d'entità apprezzabile.

2.2. - GEOLOGIA

Con riferimento alla carta d'inquadramento geomorfologico di Fig. 3 [tratta dalle Indagini Geologiche di supporto al Piano Strutturale Comunale], si rileva che in un ampio intorno dell'area d'indagine affiorano i depositi pleistocenici (**Bce**), della Formazione delle Cerbaie, altrimenti nota in letteratura geologica come "Formazione di Casa Poggio ai Lecci" (Barsotti et Alii, 1974).

Detta formazione è in giacitura sub orizzontale; alla scala dell'intero rilievo è nota una debolissima inclinazione da Sud verso Nord, compresa tra 2° e 4° (Lazzarotto et Alii, 1990; Mazzanti et Alii, 1990).

Dal punto di vista litologico si tratta di un insieme di ghiaie, talora cementate (con elementi di "Verrucano" ed altri elementi litoidi provenienti dal Monte Pisano), sabbie, limi e/o limi argillosi, di ambiente prevalentemente di tipo fluviale o fluviodeltizio, depositatisi durante il Pleistocene medio (Quaternario).

Nella parte superiore della formazione si rinvencono talvolta livelli di argille rossastre, interpretati come paleosuoli risalenti all'Interglaciale Tirreniano (Magaldi et Alii, 1983); lo spessore della suddetta formazione è valutabile, in base ai dati di letteratura ed alla geometria dell'affioramento in 20/25 metri circa.

Alla base del rilievo, lungo le incisioni vallive, affiorano i depositi fluviali e lacustri del bacino di Lucca - Montecarlo - Vinci, costituiti da una successione di sabbie gialle, limi sabbiosi e argille, depositatesi tra il Pliocene sup. e il Pleistocene inf. (Argille e Sabbie di Marginone - Mastromarco, **MNG** in carta).

All'interno di quest'ultima formazione sono presenti livelli conglomeratici, che localmente sono dotati di una discreta continuità laterale e spessore tali da renderli individuabili e cartografabili (**cg** in Fig. 3); detti livelli conglomeratici sono composti da ciottolotti prevalentemente carbonatici (provenienti dalle formazioni della Falda Toscana e secondariamente dai Monti Pisani) parzialmente cementati.

Localmente la formazione si presenta in facies sabbioso-limosa con percentuali variabili di argilla e abbondante scheletro litico costituito da ghiaietto e ciottoli eterogenei di dimensioni generalmente inferiori a 5 cm, talora organizzati in lenti e/o livelli di scarsa continuità laterale e spessore inferiore al metro.

La suddetta formazione a causa della facile alterabilità dei litotipi che la costituiscono, è caratterizzata dalla presenza di una copertura detritica e/o

d'alterazione superficiale discretamente continua (E1 e F1, v. Figg. 12 e 13 e § 3.3), il cui spessore è risultato dell'ordine di 1.50 metri.

Al di sotto della coltre di alterazione superficiale, si è rilevata la presenza di un primo orizzonte sabbioso argilloso da addensato a molto addensato, di spessore medio compreso tra 5.5 e 6.0 circa, cui segue un secondo orizzonte di 4.0-4.5 metri di limi argillosi mediamente consistenti; a letto chiude un livello conglomeratico molto addensato in corrispondenza del quale entrambe le penetrometrie sono andate a rifiuto strumentale (profondità massima 11.00 m dal p.c. locale).

2.3. - IDROGEOLOGIA

Dal punto di vista idrogeologico si possono fare le seguenti considerazioni sul comportamento della formazione affiorante nell'area d'indagine.

Gli orizzonti sabbiosi e i livelli conglomeratici sono caratterizzati da una permeabilità primaria variabile (in funzione del contenuto di fini e dello stato di addensamento), ma comunque generalmente di grado medio-basso; la presenza di livelli argillosi intercalati alle sabbie ed ai conglomerati tende peraltro ad ostacolare la circolazione all'interno della compagine formazionale; l'acquifero sarà quindi costituito dalle litologie sabbiose e conglomeratiche mentre le intercalazioni argillose si comporteranno da livelli impermeabili o per lo più semipermeabili.

Le condizioni di ricarica dell'acquifero sono evidentemente condizionate dalla posizione morfologica dell'areale d'interesse, posta sulla sommità di una piccola dorsale collinare; in tal senso è verosimile prevedere un bacino di ricarica limitato alla sommità pianeggiante del rilievo, che si alimenta sostanzialmente in occasione di eventi meteorici efficaci.

I dati rilevati in sito nel corso della campagna geognostica (luglio 2023), hanno verificano, entro le profondità d'interesse progettuale, una modesta circolazione freatica il cui livello piezometrico si è attestato a 6.40 metri circa dal p.c. locale (- 6.25 m riferito alle quote di progetto).

In merito a pozzi o captazioni della falda presenti in zona è noto un unico pozzo sterro ubicato sulla sommità collinare a circa 50 m a monte (verso Via Cerretti), dal comparto edificatorio, id. n. 2871 nella figura a seguire:



Estratto da Tav. 2a RU Nord del Regolamento Urbanistico

In quanto alla definizione delle caratteristiche di vulnerabilità idrogeologica del territorio, gli estensori del Piano Strutturale hanno fatto proprie le informazioni contenute nel PTC della Provincia di Pisa (cfr. Fig. 8 e 9 in appendice).

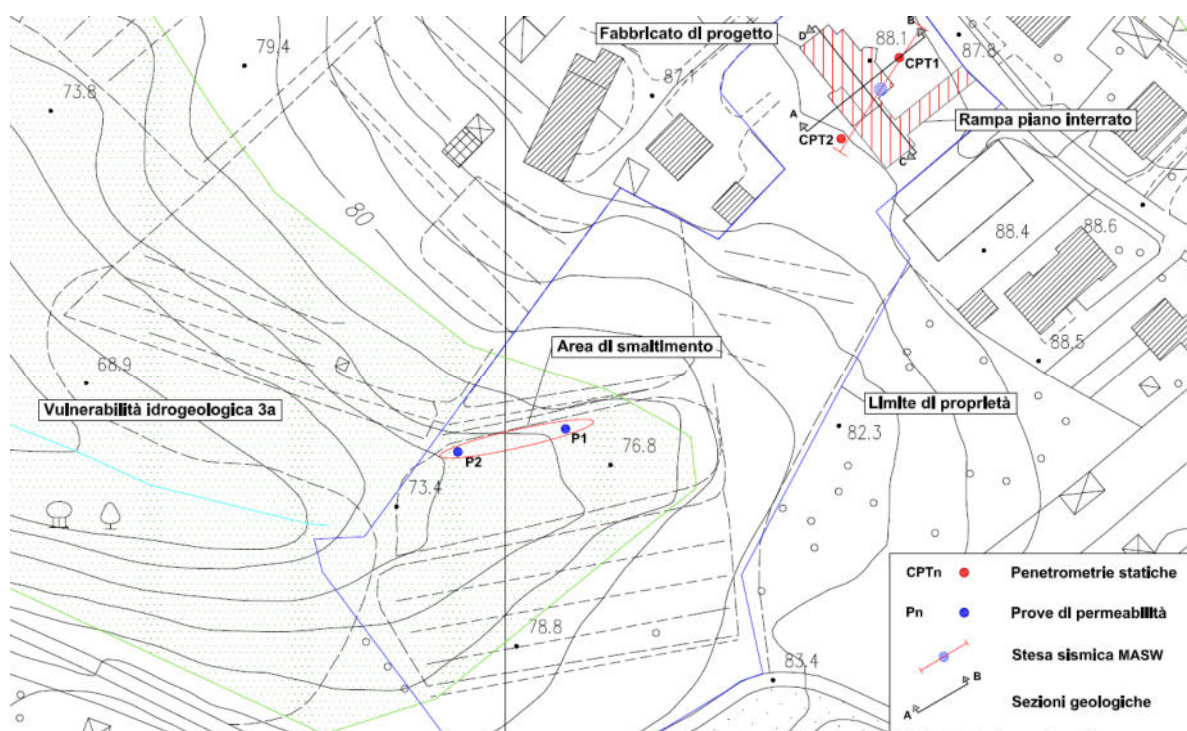
Fatto salvo quanto sopra, si osserva che all'intero areale sub pianeggiante posto sulla sommità collinare è stata attribuita una vulnerabilità idrogeologica di grado medio/elevato pari alla classe 3b, dalla cui definizione si apprende corrispondere: "... a situazioni in cui la risorsa idrica considerata presenta un grado di protezione mediocre; in essa ricadono nelle aree di pianura, ...(omissis)..... nelle aree collinari e montuose, le zone di affioramento di terreni litoidi a media permeabilità, le zone morfologicamente pianeggianti con affioramento di terreni sciolti di media permeabilità con sufficiente estensione e ricarica, (omissis).

Sul fondovalle adiacente (v. Figg. 8 e 9), a causa della presenza di spessori maggiori di terreno detritico-colluviale a granulometria fine ed anche all'affioramento di litologie argillose (depositi villafranchiani fluviali e lacustri del bacino di Lucca, MNG in carta), il grado di protezione dell'acquifero nei confronti di sversamenti superficiali è valutato di maggiore grado e la vulnerabilità decresce alla classe 3a (grado medio/basso): "corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata presenta un certo grado di protezione, insufficiente tuttavia a garantirne la salvaguardia; in essa ricadono, nelle aree di pianura ...(omissis)..... nonché, nelle aree collinari e montuose, le zone in cui affiorano terreni a bassa permeabilità e le zone interessate

da falde freatiche attestate in complessi detritici sufficientemente estesi o con evidenze di circolazione idrica

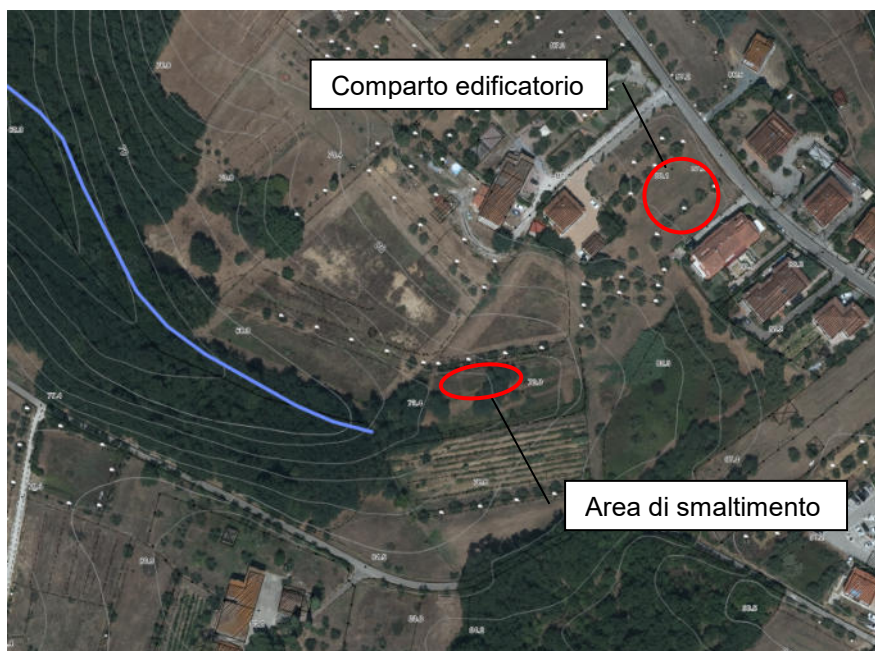
Ai sensi dell'art. 20.2 del PTC, al quale le vigenti NTA comunali rimandano per i criteri di fattibilità in relazione agli aspetti idrogeologici, la realizzazione di un impianto di smaltimento in sito di reflui domestici è possibile solo nelle aree a vulnerabilità idrogeologica uguale o inferiore alla classe 3a.

Per quanto sopra e data la descritta zonizzazione, il previsto impianto di smaltimento sarà realizzato sui terreni proprietà della Committenza che si estendono sul fondovalle locale, caratterizzati da un grado medio/basso (3a) di vulnerabilità idrogeologica, v. Planimetria di Fig. 11 in appendice e § 6:



Stralcio tratto da Fig. 11 in appendice

Considerata l'ubicazione dell'area di smaltimento, è prevedibile un deflusso delle acque d'infiltrazione verso il fondovalle, in direzione di area priva di insediamenti antropici, captazioni e sorgenti utilizzate per scopi idropotabili (v. pag. a seguire):



Geoportale Lamma - Rete Toscana Difesa del Suolo

In merito all'andamento della superficie freatica della falda nell'area di previsto smaltimento, in base ai dati disponibili e date le caratteristiche idrogeologiche medie dei terreni superficiali e della loro relativa continuità stratigrafica nell'area in oggetto, è molto plausibile supporre un andamento della superficie di falda molto vicino a quello della morfologia locale; la minima soggiacenza rispetto al piano campagna è stimabile in non meno di 2 metri in fase di massima ricarica.

2.4. - PERMEABILITÀ DEI TERRENI

Per caratterizzare in termini stratigrafici e di permeabilità i terreni interessati dalla dispersione dei reflui depurati (v. dimensionamento impianto di trattamento al § 6), si sono eseguite due prove di permeabilità in sito a carico d'acqua costante, utilizzando un permeametro cilindrico ϕ 16 cm, inserito in pozzetto profondo 45/50 cm.

Le prove, la cui ubicazione è riportata nella planimetria di Fig. 11, hanno fornito i seguenti valori di permeabilità del terreno, valutata a saturazione dello stesso (v. All.2 in appendice):

♦ Prova P_1 $k = 1.0 \times 10^{-3}$ cm/sec

♦ Prova P_2 $k = 2.7 \times 10^{-3}$ cm/sec

Detti valori rientrano nel range caratteristico di terreni a medio grado di permeabilità, caratterizzati da analogo grado di drenaggio, tipico di sedimenti a matrice sabbioso limosa (cfr. classificazione di Casagrande e Fadum), quali rilevati nel corso di preparazione dei pozzetti di prova.

Il dimensionamento dell'impianto è stato effettuato assumendo come rappresentativo della permeabilità dei terreni il valore più basso dei due rilevati (Prova P1 $k = 1.0 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$).

3. - STRATIGRAFIA

3.1. - CAMPAGNA GEOGNOSTICA

Per la ricostruzione stratigrafica di dettaglio e per una valutazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni d'imposta delle opere di progetto si sono eseguite 2 prove penetrometriche di tipo statico **CPT1** e **CPT2**, spinte sino a rifiuto strumentale, la cui ubicazione è riportata in Fig. 11 - Planimetria generale dell'area.

Le prove sono state eseguite dalla Ditta GEOLUK S.r.l. di Lucca e dirette dallo scrivente; il penetrometro utilizzato è di tipo statico semovente da 200 kN di spinta dotato di punta meccanica tipo Begemann e strumentazione dinamica super pesante.

Nell'allegato 1 in appendice sono riportati le caratteristiche strumentali del penetrometro utilizzato, i dati rilevati e le caratteristiche geotecniche e stratigrafiche dei terreni attraversati.

In ordine all'applicazione del § 6.2.2 delle NCT "INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA", relativamente all'utilizzo per l'esecuzione della campagna geognostica di Ditte certificate ai sensi dell'art.59 DPR 6.6.2001, n.380 e s.m.i., si osserva che trattando di un intervento di modesta entità ricadente in un ambito territoriale conosciuto dal punto di vista litostratigrafico e geotecnico, si è andati in deroga al suddetto punto, procedendo comunque alla caratterizzazione geotecnica del volume significativo utilizzando metodiche note e consolidate.

3.2. - STRATIGRAFIA

Di seguito si riporta la stratigrafia media ricostruita in corrispondenza delle singole verticali d'indagine:

PENETROMETRIA CPT1

- | | |
|-----------------------|--|
| da m 0.00 a m 0.80: | terreno agrario di copertura superficiale limo sabbioso sovraconsolidato per essiccamento e/o calpestio; |
| da m 0.80 a m 1.60: | terreno limo argilloso di alterazione del substrato moderatamente consistente; |
| da m 1.60 a m 6.20: | limi sabbioso argillosi addensati con livelli di ciottoli; |
| da m 6.20 a m 10.40: | limi argilloso sabbiosi mediamente consistenti; |
| da m 10.40 a m 11.00: | livello di sabbie e ciottoli molto addensati; |

a m 11.00 dal p.c.: fondo foro per rifiuto strumentale.

PENETROMETRIA CPT2

da m 0.00 a m 0.80: terreno agrario di copertura superficiale limo sabbioso sovraconsolidato per essiccamento e/o calpestio;

da m 0.80 a m 1.40: terreno limo argilloso di alterazione del substrato moderatamente consistente;

da m 1.40 a m 5.40: limi sabbioso argillosi addensati con livelli di ciottoli;

da m 5.40 a m 10.00: limi argilloso sabbiosi mediamente consistenti;

da m 10.00 a m 10.80: livello di sabbie e ciottoli molto addensati;

a m 10.80 dal p.c.: fondo foro per rifiuto strumentale.

3.3. - DEFINIZIONE UNITÀ LITOTECNICHE

Le unità litotecnice presenti nell'ambito del volume significativo riferibile alle opere di progetto, sono tutte riconducibili all'Unità delle Terre di Copertura (Unità "F" ed "E"), della quale costituiscono quindi delle sotto unità.

Applicando quanto contenuto nella circolare applicativa del C.S.L.P. per l'applicazione delle NCT 2018, si possono assumere quali valori caratteristici dei parametri geotecnici rilevati, valori confrontabili ai valori medi di questi; a favore della sicurezza, alle singole unità litostratigrafiche sono stati attribuiti quali parametri geotecnici rappresentativi valori medi prossimi ai minimi rilevati per l'unità in esame nelle singole verticali d'indagine.

procedendo dall'alto verso il basso geometrico della serie, si individuano le seguenti unità litotecnice:

TAB. 3.4.1 - UNITÀ DELLE TERRE DI COPERTURA

Unità	Descrizione	Rp medio in kg/cmq	γ_n in t/mc	γ_{sat} in t/mc	Cu in Kg/cmq	ϕ	E' in kg/cmq	Mo in kg/cmq
E1	Terreno agrario di copertura superficiale limo sabbioso sovraconsolidato per essiccamento e/o calpestio	35	1.80	1.95	---	29°	70	---

F1	Terreno limo argilloso di alterazione del substrato moderatamente consistente	17	1.85	2.00	0.70	---	---	55
E2	Limi sabbioso argilloso addensati con livelli di ciottoli	70	2.00	2.15	2.00	33°	125	---
F2	Limi argilloso sabbiosi mediamente consistenti	27	1.95	2.10	0.95	28°	---	85
E3	Livello di sabbie e ciottoli molto addensati	>150	2.10	2.20	---	40°	250	---

dove: R_p = resistenza all'infissione penetrometrica statica; γ_n = peso di volume naturale del terreno; γ_{sat} = peso di volume saturo del terreno; c_u = coesione non drenata (da prove CPT); φ = angolo di attrito (da prove CPT); M_o = Modulo di compressibilità edometrica, terreni coesivi (da prove CPT); E' = modulo di deformazione drenato, terreni granulari (da prove CPT, E'50).

Le caratteristiche di resistenza al taglio delle unità litotecniche ove espresse contemporaneamente in termini di C_u e φ sono da assumere separatamente, ovvero attribuendo all'Unità Litotecnica un comportamento o solo attritivo, o solo coesivo: coesione = 0 e $\Phi \neq 0$ in condizioni drenate, oppure coesione $\neq 0$ e $\Phi = 0$ in condizioni non drenate.

I rapporti geometrici tra le descritte unità litotecniche sono graficamente rappresentati nelle sezioni geologiche di Fig. 12 e 13 in appendice.

4. - ASPETTI GEODINAMICI E SISMICITÀ

4.1. - EFFETTI TOPOGRAFICI

Il sito in oggetto è ubicato presso la sommità di una blanda dorsale collinare che per le sue caratteristiche geometriche è assimilabile alla categoria topografica **T1**, come definita alla Tabella 3.2.IV delle NCT "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$ ", alla quale è attribuito un coefficiente di amplificazione topografica **$S_t = 1$**

4.2. - EFFETTI STRATIGRAFICI

Al fine di determinare il parametro V_{s30} (ovvero la velocità equivalente delle onde di taglio nei primi 30 metri di sottosuolo), si è eseguita sull'area di prevista edificazione una stesa sismica di tipo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves), v. ubicazione nella planimetria di Fig. 11.

In breve (v. All. 3 per dettagli), la procedura MASW consente di stimare, a partire dalle modalità di propagazione delle onde di superficie (onde di Rayleigh), alcune proprietà meccaniche del sottosuolo in condizioni di sollecitazione sismica e quindi di ottenere, osservando le caratteristiche dispersive del sito e applicando opportune tecniche di inversione, un modello verticale delle VS.

Per Acquisire il set di dati necessari è stato effettuato uno stendimento di 12 geofoni (con frequenza propria di 4.5 Hz) con una distanza intergeofonica di 4.0 metri allineati con la sorgente ad impatto verticale (mazza da 10 kg).

Le analisi eseguite dalla Ditta Geoluk srl sotto la direzione dello scrivente, hanno permesso l'individuazione (in assenza di bedrock sismico entro i 30 metri d'indagine) di n. 4 sismostrati principali, con una netta inversione di velocità tra 13 e 17 metri circa (modello medio).

Dalla media armonica delle velocità dei singoli sismostrati (modello medio), se ne ricava una **V_{s30}** pari a circa **389 m/s** (velocità media calcolata dalla quota d'imposta dello scatolare di fondazione) o **333 m/s** (calcolata dal piano campagna).

In relazione all'assetto litostratigrafico locale le valutazioni sopra riportate identificano rispettivamente un **SUOLO DI FONDAZIONE DI CATEGORIA "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" ed un SUOLO DI FONDAZIONE DI CATEGORIA "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".

Sarà cura del Progettista strutturale riferirsi alla categoria di suolo più appropriata alle esigenze di calcolo.

4.3. - VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

In base all'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20/3/2003, il comune di Santa Maria a Monte è inserito in zona sismica 2, in relazione ai valori di accelerazione di picco al suolo: A_g/g (acc. Orizz. con probabilità di superamento del 10% in 50 anni) compresa tra 0.15 e 0.25 e acc. di ancoraggio dello spettro di risposta elastico $A_g/g = 0.25$.

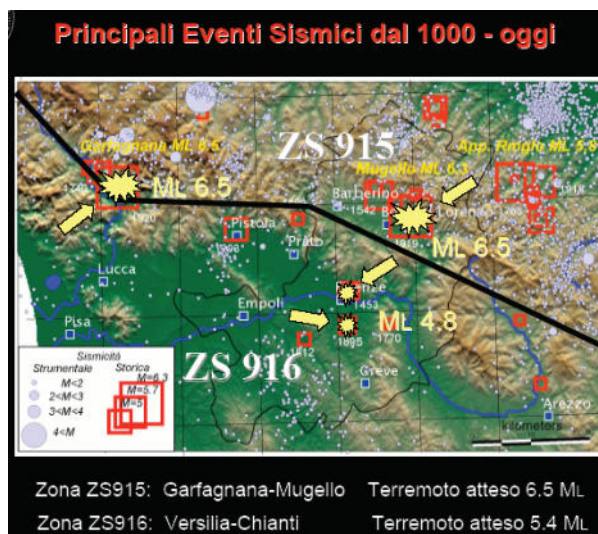
La Regione Toscana con la Deliberazione della Giunta Regionale 26 maggio 2014, n. 421 e il D.P.G.R. 1R/22, ha sancito la classificazione sismica del territorio comunale in Classe 3 con accelerazione orizzontale con probabilità di superamento del 10% in 50 anni compresa tra 0.05 e 0.15 e accelerazione di ancoraggio dello spettro di risposta elastico $A_g/g = 0.15$, (Fascia C di pericolosità sismica $a_g = 0.120 \leq 0.125g$).

Per quanto concerne la sismicità storica, i dati reperibili (riferiti al capoluogo) derivano dalla banca dati macrosismici del GNDT e dal Catalogo dei Forti Terremoti dell'INGV (CPTI15-DBMI15 v4.0, finestra temporale 1000-2020); in particolare negli ultimi 170 anni di storia risultano 11 eventi, di cui 3 di intensità macrosismica MCS (Scala Mercalli-Cancani-Sieberg) superiore a 5:



Effetti										In occasione del terremoto del		
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale			NMDP	Io	Mw
F	1853	08	02				Val di Cecina			6	5-6	4.72
5	1895	05	18	19	55	1	Fiorentino			401	8	5.50
5	1897	07	27	09	02	1	Valdarno inferiore			33	5-6	4.27
4-5	1899	06	26	23	17	2	Valle del Bisenzio			138	7	5.02
4	1909	01	13	00	45		Emilia Romagna orientale			867	6-7	5.36
3	1911	09	13	22	29	0	Chianti			115	7	5.08
5	1914	10	27	09	22		Lucchesia			660	7	5.63
6-7	1920	09	07	05	55	4	Garfagnana			750	10	6.53
4	1983	11	09	16	29	5	Parmense			850	6-7	5.04
3	1984	04	22	17	39	2	Costa pisano-livornese			39	6	4.61
3-4	1995	10	10	06	54	2	Lunigiana			341	7	4.82

Nel rapporto conclusivo "Redazione della Mappa di Pericolosità Sismica - Zonazione sismogenetica ZS9" prodotto dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, il Comune di Santa Maria a Monte è inserito all'interno della Zona Sismogenetica 916 "Versilia-Chianti", che è posta a Sud della più attiva ZS 915 "Garfagnana-Mugello" e da questa separata dall'involuppo delle faglie bordiere della Garfagnana e del Mugello, v. Fig. a seguire.



Alla ZS 916 è associata una magnitudo attesa massima (Mw_{Max} CPTI2) calibrata sulle evidenze geologico-sismiche e storiche pari a 5.45; a favore della sicurezza gli autori consigliano di applicare per la parametrizzazione del terremoto di progetto una magnitudine compresa tra Mw_{Max1} di 5.68 e Mw_{Max2} di 6.14.

Ciò premesso si ricorda che ai sensi della vigente normativa le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in

considerazione, si definiscono a partire dalla pericolosità sismica di base del sito di costruzione.

La pericolosità sismica di base è intesa come accelerazione massima orizzontale A_g in condizioni di campo libero su suolo rigido ($V_{s30} > 800 \text{ m/sec}$), con superficie topografica orizzontale ma è definita anche in termini di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento P_{Vr} .

Le forme spettrali vengono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{Vr} , partendo dai seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale in condizioni di campo libero:

a_g accelerazione orizzontale massima al sito;

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

T^*C periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I parametri spettrali di riferimento si calcolano utilizzando il reticolo di riferimento di date le coordinate in ED50 del sito in esame che sono:

latitudine: 43,724343 longitudine: 10,700116

Alle suddette coordinate si associano i seguenti nodi del reticolo:

Sito 1	ID: 20272	Lat: 43,7006	Lon: 10,6547	Distanza: 4506,239
Sito 2	ID: 20273	Lat: 43,7022	Lon: 10,7238	Distanza: 3110,942
Sito 3	ID: 20051	Lat: 43,7522	Lon: 10,7215	Distanza: 3543,242
Sito 4	ID: 20050	Lat: 43,7505	Lon: 10,6524	Distanza: 4814,684

Considerato che le opere programmate sono riconducibili a costruzioni di Tipo 2 con $V_n \geq 50$ anni (v. Tab. 2.4.I NCT) alle quali è associabile la Classe d'uso II ($C_u 1.0$, v. Tab. 2.4.II NCT), ne deriva un periodo di riferimento per l'azione sismica $V_r = V_n \cdot C_u = 50$ anni; dato quanto sopra si verificano i seguenti:

TAB. 4.3.1 - PARAMETRI SISMICI SU SITO DI RIFERIMENTO RIGIDO ORIZZONTALE

	SLO	SLD	SLV	SLC
P_{Vr}	81%	63%	10%	5%
T_r (in anni)	30	50	475	975
A_g (g)	0.042	0.052	0.119	0.156
F_o	2.561	2.569	2.483	2.403
T_c^* (sec)	0.239	0.252	0.286	0.290

Dove in relazione a ciascuna delle probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento P_{vr} è definito il periodo di ritorno T_r , l'accelerazione orizzontale massima al sito A_g , il valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale F_o e il periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale T_c^* .

Dall'incrocio dei Parametri sismici cui sopra con le caratteristiche stratigrafiche (Classe "B" e "C", v. § 4.2) e topografiche del sito (Classe T1, v. § 3.1), si verificano i seguenti:

TAB. 4.3.2 - COEFF.SISMICI X STAB. PENDII E FONDAZIONI- SUOLO DI FONDAZIONE "B"

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss	1.200	1.200	1.200	1.200
Cc	1.460	1.450	1.410	1.410
St	1.000	1.000	1.000	1.000
Kh	0.010	0.012	0.034	0.045
Kv	0.005	0.006	0.017	0.022
Amax	0.497	0.610	1.404	1.837
β_s	0.200	0.200	0.240	0.240

TAB. 4.3.3 - COEFF.SISMICI X STAB. PENDII E FONDAZIONI- SUOLO DI FONDAZIONE "C"

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss	1.500	1.500	1.500	1.470
Cc	1.680	1.650	1.590	1.580
St	1.000	1.000	1.000	1.000
Kh	0.013	0.016	0.043	0.055
Kv	0.006	0.008	0.021	0.028
Amax	0.622	0.763	1.755	2.250
β_s	0.200	0.200	0.240	0.240

Dove **Ss** è il coefficiente di amplificazione stratigrafica come definito nella Tab. 3.2.V delle NCT in funzione di F_o e di A_g/g , **Cc** è un coefficiente definito sempre nella Tab. 3.2.V NCT in funzione della categoria di sottosuolo, **St** è il coefficiente di amplificazione topografica (v. §3.1), **Kh** è il coefficiente sismico orizzontale, **Kv** è il coefficiente sismico verticale, **Amax** è l'accelerazione massima attesa al sito ed è data dal prodotto di A_g in m/s^2 per S con $S=S_s \cdot S_t$, **β_s** è il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito (v. Tab. 7.11.I delle NCT).

5. - VERIFICHE DELLA SICUREZZA

5.1.- IMPOSTAZIONE PROGETTUALE DEGLI INTERVENTI

Come accennato in premessa l'intervento programmato prevede la costruzione di un fabbricato unifamiliare a prospetto di Via Mariani e la realizzazione di una fascia di verde pubblico tra il fabbricato e la viabilità in parola.

Il fabbricato di progetto si sviluppa su di un piano fuori terra oltre ad una piccola mansarda sovrastante ed un interrato di altezza utile interna di 2.40 mt, ove saranno ricavati l'autorimessa ed i locali tecnici e di servizio; l'accesso al piano interrato è previsto sia dall'interno mediante scale, che dall'esterno mediante rampa carrabile.

La superficie totale d'imposta del fabbricato è di 250 mq circa e l'altezza massima fuori terra (al colmo del tetto), contenuta entro 7.0 metri circa dal p.c. attuale.

La quota di calpestio del piano terra è prevista a + 0.45 m rispetto al piano campagna naturale (quota 0.00 di rilievo, v. elaborati di progetto); il piano calpestio dell'interrato è previsto a -2.35 m e l'estradosso del solaio a -2.70 metri circa.

La struttura fondale sarà di tipo continuo a platea in calcestruzzo armato estesa a tutta la superficie d'imposta del fabbricato; le strutture verticali interrato saranno anch'esse in c.a. a formare uno scatolare di fondazione; la verifica agli stati limite e di esercizio della struttura di progetto sarà eseguita dal Progettista sulla base del modello geologico proposto nella presente relazione.

In merito alla gestione delle terre di scavo, il prelievo del campione rappresentativo delle terre di scavo su cui saranno eseguite le analisi di caratterizzazione ambientale verrà effettuato al momento d'installazione del cantiere, in modo da avere i risultati prima di avviare le operazioni di scavo delle fondazioni.

Considerate l'ubicazione e le attività pregresse che hanno interessato l'area di progetto e che la stessa non è inserita nel piano regionale di bonifica delle aree inquinate, né nell'anagrafe delle aree da sottoporre a procedimento di bonifica e/o siti di bonifica di interesse nazionale/regionale (la cui caratterizzazione viene effettuata secondo le modalità previste dal Titolo V del D.lgs 152/2006 e ss.mm.ii), le analisi da condurre sui terreni in parola saranno limitate al profilo analitico minimale DPR n. 120 del 13 giugno 2017, escluso BTEX e IPA, (Riferimento di Legge: DPR n.120 del 13 giugno 2017-D.Lgs. 152/06 parte IV, allegato 5, tabella 1, colonna A/B).

Dal punto di vista idrologico, al fine di compensare l'effetto dovuto all'aumento delle superfici impermeabili rispetto alla situazione attuale, è prevista la messa in opera di una vasca di laminazione (cisterna interrata) con un volume minimo pari a 17 mc circa, con uscita tarata in modo da rimanere entro il limite di rilascio della situazione pre intervento, come descritto nella relazione sull'invarianza idraulica redatta dal Progettista ed alla quale si rimanda per il necessario dettaglio.

Inerentemente agli scarichi, mancando la possibilità di allaccio alla pubblica fognatura (v. Fig. 10 in appendice), i reflui saranno trattati mediante impianto di depurazione adeguatamente dimensionato e successivo smaltimento in sito (v. § 6 ed elaborati di progetto).

Per completare gli elementi necessari a questa fase di progettazione, si fornisce nei paragrafi a seguire una valutazione sulla stabilità complessiva dell'area, dei fronti di scavo e dei terreni di fondazione adottando gli elementi progettuali noti e i dati litotecnici rilevati.

5.2.- VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE

Il termine liquefazione descrive un fenomeno di diminuzione anche drastica di resistenza al taglio, causata dall'aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo durante lo scuotimento sismico.

I principali fattori di controllo della liquefazione sono la granulometria della sabbia, lo stato di addensamento, le dimensioni e la pressione di confinamento del deposito sabbioso, situazioni idrogeologiche al contorno che ne influenzino il drenaggio e le caratteristiche dell'onda elastica in termini di accelerazione, ampiezza (magnitudo), frequenza, incidenza dell'onda e durata dello scuotimento.

La verifica del potenziale di liquefazione è effettuata applicando il metodo di Robertson e Wride (1997), che si basa sul rapporto fra le sollecitazioni di taglio che producono liquefazione e quelle indotte dal terremoto di progetto; la resistenza alla liquefazione viene quindi valutata in termini di fattore di resistenza alla liquefazione:

$$(1.0)F_s = \frac{CRR}{CSR}$$

dove CRR (Cyclic Resistance Ratio) indica la resistenza del terreno agli sforzi di taglio ciclico e CSR (Cyclic Stress Ratio) la sollecitazione di taglio massima indotta dal sisma di progetto.

I parametri relativi all'evento sismico di riferimento sono stati valutati come esposto al § 4.3 (SLV), mentre i parametri relativi ai terreni di fondazione derivano dai dati geognostici rilevati (v. § 3.4 e All.1).

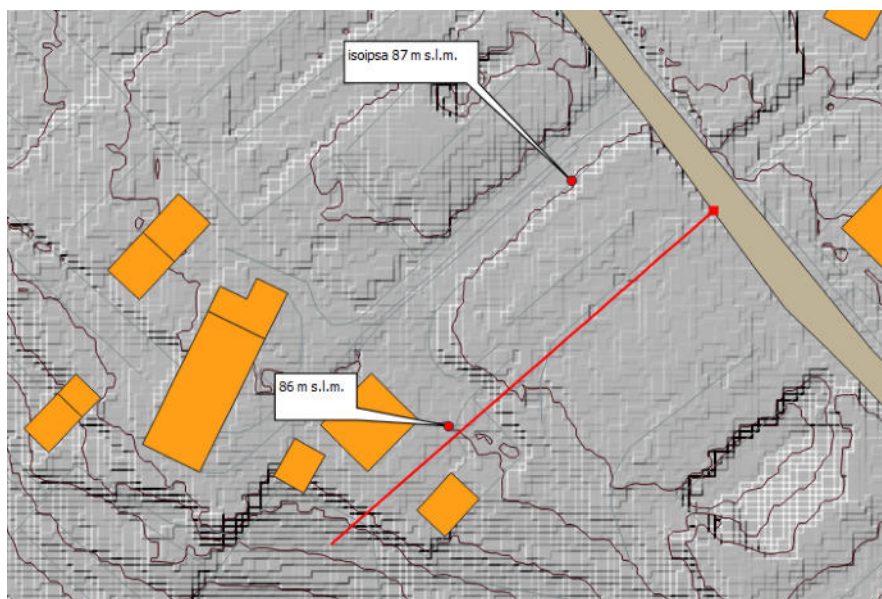
Per la valutazione della coppia dei valori *Magnitudo media locale (M)* - *distanza epicentro (d)*, si è imposta una distanza di 10 km, mentre il valore mediano di scuotimento corrispondente al periodo di ritorno di 475 anni (SLV) è stato approssimato alla magnitudo massima (M_{wMax2}) della ZS 916, ovvero a 6.14.

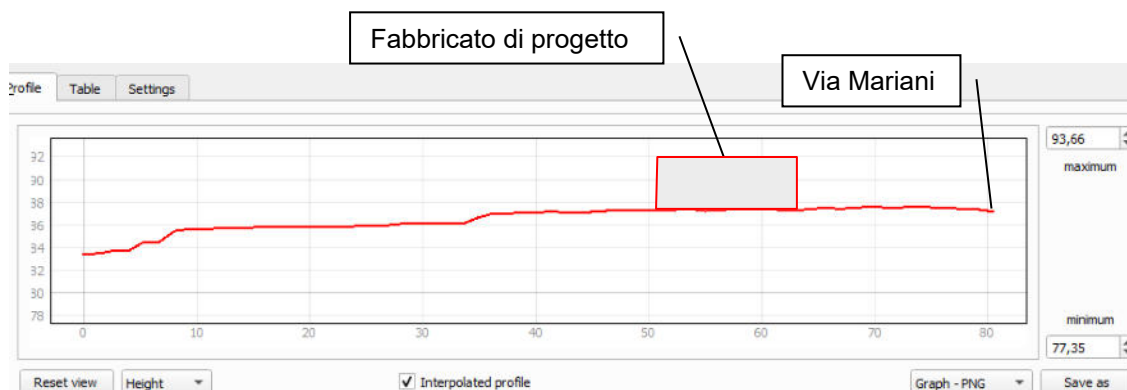
Nel calcolo si è imposto una soggiacenza del livello di falda dal p.c. locale pari a 2.00 metri, che per le caratteristiche idrogeologiche locali è rappresentativo di una situazione di eccezionale ricarica; dai risultati delle verifiche, riportate nell'Allegato 4 in appendice, si evince che alle condizioni descritte il fenomeno non costituisce pregiudizio alla sicurezza.

5.3.- VERIFICA DELLA STABILITÀ D'INSIEME

In quanto agli aspetti legati all'evoluzione morfologica del territorio, le indagini condotte verificano in un congruo intorno dell'area di progetto l'assenza di elementi d'evoluzione morfologica e/o di fenomeni erosivi d'entità apprezzabile, interferenti o potenzialmente interferenti con le opere di progetto (v. § 2.1 e Figg. 3, 4 e 5).

L'area d'indagine è infatti posizionata sulla sommità morfologica, in un ampio intorno sub pianeggiante:





Sopra planimetria e sezione ricavata dai rilievi lidar con maglia 1mx1m, fonte dei dati: *Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare*; (scala orizzontale = scala verticale).

I terreni d'imposta delle opere sono inoltre caratterizzati da ottime caratteristiche geotecniche (v. §§ 3.2, 3.3 e All. 1).

Per quanto esposto si ritiene che una corretta valutazione sulla stabilità complessiva opera-versante, possa essere espressa anche senza l'ausilio di verifiche analitiche di stabilità, in quanto le condizioni geomorfologiche dell'area, litotecniche dei terreni e progettuali delle opere, non richiedono ulteriori approfondimenti d'indagine, oltre quanto già effettuato.

5.4.- VERIFICA DELLA STABILITÀ DEI FRONTI DI SCAVO

Il livello di sicurezza di un pendio (artificiale o naturale) è espresso, in generale, come rapporto tra resistenza al taglio disponibile (τ_s), presa con il suo valore caratteristico e lo sforzo di taglio mobilitato lungo la superficie di scorrimento effettiva o potenziale (τ_m) sotto l'azione dei carichi:

$$F_s = \tau_s / \tau_m$$

Per la verifica di stabilità di pendii naturali, opere in materiali sciolti e fronti di scavo si deve adottare per le NCT 2018:

l'Approccio 1 - Combinazione 2 \Rightarrow **A2+M2+R2 (GEO)**

Utilizzando i metodi pseudostatici la condizione di SLU viene riferita al cinematismo di collasso critico, caratterizzato dal più basso valore del coeff. di sicurezza F_s :

$$F_s = (\tau_s / R_2) / \tau_m$$

τ_s resistenza al taglio disponibile valutata con i parametri ridotti (M2)

τ_m sforzo di taglio mobilitato lungo la superficie di scorrimento (A2)

$$R2 \Rightarrow \gamma R = 1.2$$

Si assume che si verifichi rottura per $F_s < 1$; si assume convenzionalmente e a favore della sicurezza che la stabilità sia verificata per $F_s > 1.10$.

Si ricorda che nei metodi pseudostatici l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo, proporzionale al peso W del volume di terreno potenzialmente instabile; quindi nelle verifiche allo stato limite ultimo (SLU dinamico ossia SLV), le componenti orizzontale e verticale dell'azione sismica si ricavano da:

$$F_h = k_h \times W \text{ e } F_v = k_v \times W$$

F_h e F_v sono incrementi di forza proporzionali a W

W = peso del volume di terreno potenzialmente instabile

k_h e k_v = coefficienti sismici orizzontale e verticale.

Le verifiche sono state condotte utilizzando il metodo di **Jambu** (1967), adatto a terreni eterogenei, stratificati ed anche con superfici di taglio non circolari; l'analisi è stata effettuata in condizioni pseudostatiche non drenate in modo da simulare le condizioni di stabilità a breve termine e in caso di sisma, v. All. 5 in appendice.

Nel calcolo si è ipotizzato la mobilitazione del fronte di scavo alle seguenti condizioni:

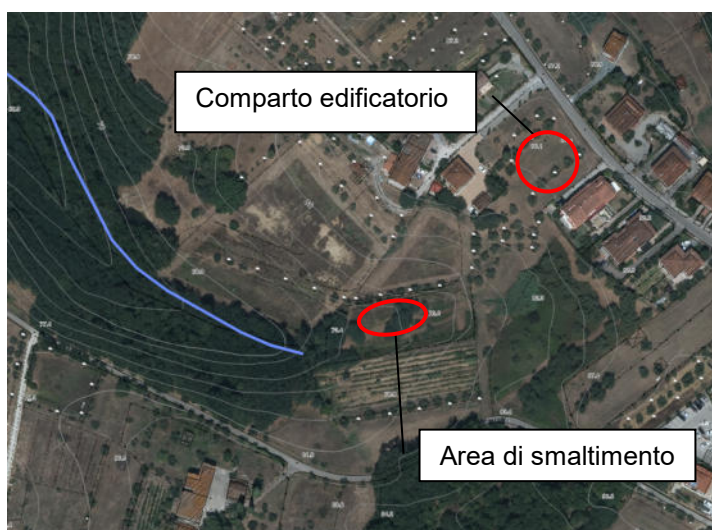
- angolo di scarpa del fronte di scavo pari a 65° , rapporto profondità/altezza 1 a 2;
- presenza di falda con piezometrica prossima al piano campagna, in modo da riprodurre le condizioni ipotizzabili a seguito di eccezionali precipitazioni;
- suddivisione del terreno in unità litotecniche come distinte nel modello geologico di riferimento e assunzione dei parametri geotecnici caratteristici di condizioni non drenate (v. § 3.3 e Sezioni Geologiche di Fig. 12 e 13);
- introduzione di punti di vincolo alle superfici di scivolamento (alla base e a 2/3 circa della scarpata), allo scopo di indagare il maggior numero di superfici significative.

In Allegato 5 oltre ai tabulati di calcolo è data una rappresentazione grafica d'insieme delle superfici di scivolamento analizzate e di quelle critiche più significative con coefficiente di sicurezza più basso.

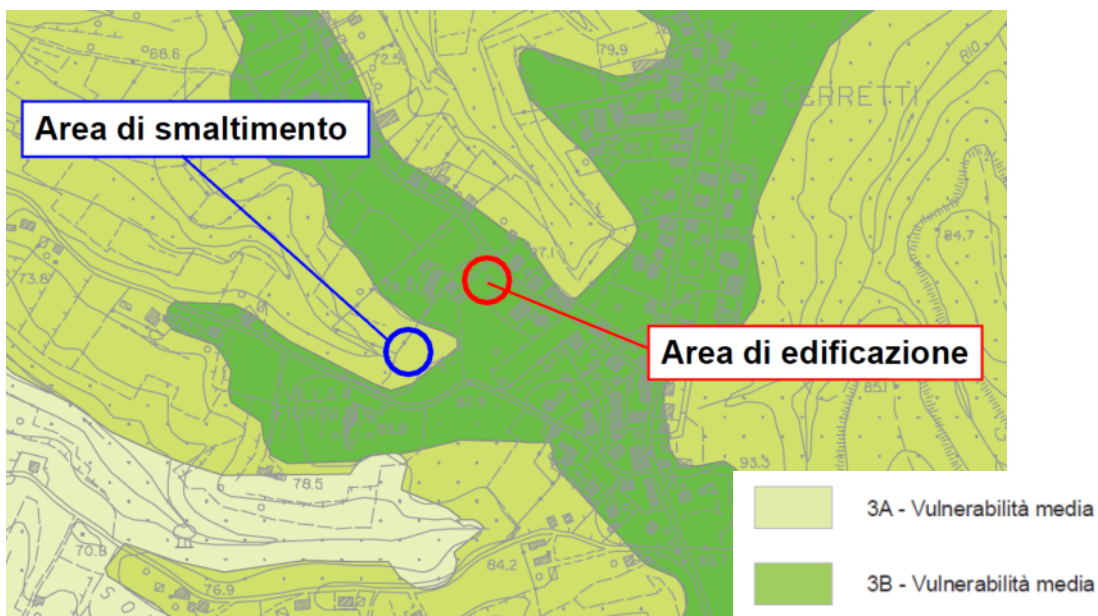
Dai risultati emerge che in condizioni di breve termine (in assenza di opere di contenimento) non vi sono problemi di stabilità ($F_s \text{ min} > 3.5$).

6. - DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO DI SMALTIMENTO

Come accennato in premessa, data l'impossibilità di allacciarsi alla rete fognaria pubblica (è presente una rete fognaria mista sulla Via Cerretti ma è saturata e senza possibilità di ulteriori allacciamenti, v. Scheda Norma in Fig. 10 in appendice), per lo smaltimento delle acque reflue originate dalle attività metaboliche e domestiche dell'utenza è prevista la realizzazione un impianto di smaltimento in sito.

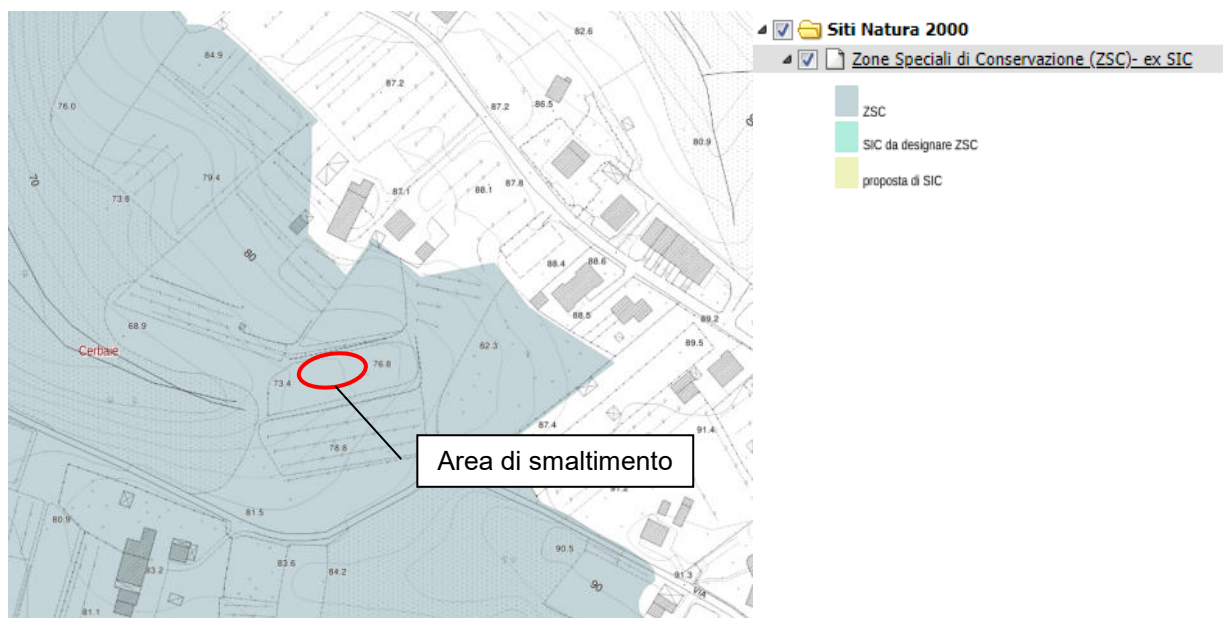


Per quanto esposto al § 2.3 sulle caratteristiche idrogeologiche, stratigrafiche e normative, l'ubicazione dell'area di smaltimento è programmata sui terreni sub pianeggianti dislocati presso il fondovalle, classificati nel P.S. comunale e P.T.C. Provinciale in classe 3a di vulnerabilità idrogeologica (medio/bassa):



Vulnerabilità idrogeologica da P.S., stralcio tratto da Fig. 8 in appendice

Si osserva (v. Carta dei Vincoli di Fig. 2 in appendice), che l'area in parola è compresa nella ZSP (Zona Speciale di Conservazione, ex SIC), denominata "Le Cerbaie" (Codice Natura 2000: IT5170003):



Sopra schermata dal sito Geoscopia della Regione Toscana

Pertanto la realizzazione dell'impianto è soggetta ad Autorizzazione Regionale ai sensi della L.R. 30/2015 e successive DGRT 13/2022 e DGRT 866/2022; il progetto in parola non rientra tra le attività prevalutate di cui all'All. B alla DGRT 13/2022.

La richiesta di Autorizzazione è inoltrata dal Progettista e la presente relazione costituisce parte integrante della documentazione allegata all'istanza.

Date le condizioni di vincolo esposte, le prescrizioni del Regolamento comunale sugli scarichi e le "Condizioni d'obbligo" relative a scarichi domestici non recapitanti in pubblica fognatura (v. All. B al DGRT 13/2022), si è programmato quanto di seguito descritto.

L'impianto di trattamento primario, da ubicare nei pressi dell'abitazione, facilmente accessibile ai mezzi di autospurgo, sarà composto da n. 2 fosse Imhoff: una per acque grigie e saponose + una seconda per acque nere (cfr. art.19 DPGR 46/R 2008, Linee Guida edilizia sostenibile e regolamento comunale), oltre i dovuti pozzetti di raccordo ed ispezione.

Il trattamento secondario è costituito da ossidazione per dispersione o percolazione nel terreno mediante subirrigazione.

La scelta della suddetta tipologia di trattamento è contemplata tra i trattamenti appropriati per l'utenza in oggetto nella Tabella n.2 dell'Allegato 3 del Decreto del Presidente della Giunta Regionale 8 settembre 2008, n. 46/R e rispetta le condizioni d'obbligo di cui all'All. B alla DGRT 13/2022 (con particolare riferimento alla CO_SCA_02).

L'impianto ha le caratteristiche minime previste ai punti 2.4 dell'allegato 2 al regolamento 46/R 2008 e risponde inoltre ai requisiti richiesti di minima complessità, semplice manutenzione ed è esente da consumi energetici.

Inerentemente al possibile recupero delle acque di scarico per gli usi consentiti, si osserva che il progetto non trascura l'aspetto del risparmio idrico, prevede infatti l'installazione di una vasca di laminazione per la raccolta delle acque meteoriche della capacità di circa 20 mc; la configurazione dell'impianto non esclude comunque la possibilità di recuperare in futuro anche parte delle acque di scarico.

Con riferimento ai dati rilevati (v. § 2.4) e in considerazione di quanto indicato nel D.P.G.R. n. 46/R e nella delibera del Comitato interministeriale per la tutela delle acque del 4 febbraio 1977 e s.m.i., per il calcolo dello sviluppo delle canalette disperdenti è adeguato fare riferimento nel caso in esame ad una lunghezza di metri lineari 4.5 - 5.0 per abitante equivalente.

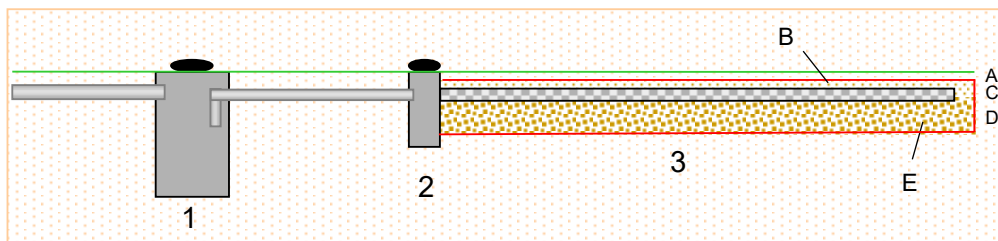
Per garantire una distribuzione uniforme dei reflui sull'intera lunghezza della condotta disperdente, dovrà essere predisposto a monte della condotta disperdente un pozzetto di carico con sifone di cacciata per liquami adeguatamente dimensionato.

La condotta disperdente può essere realizzata con elementi tubolari di almeno 12 cm di diametro, di lunghezza non superiore a 50 cm, con estremità tagliate dritte distanziate $1 \div 2$ cm; in alternativa si potranno utilizzare tubazioni fessurate o sistemi simili, tali comunque da garantire nel tempo il mantenimento delle capacità filtranti e di smaltimento.

La posa in opera avviene in trincea profonda circa 70/90 cm, larga almeno 50 cm, dentro uno strato di pietrisco collocato nella metà inferiore della trincea; la metà superiore della trincea potrà essere riempita con il materiale di risulta dello scavo, avendo cura di evitare con opportuni accorgimenti l'intasamento del pietrisco da parte del terreno di riporto soprastante e delle radici delle piante.

A scopo puramente illustrativo si riporta di seguito lo schema tipologico per il trattamento e lo smaltimento di reflui con il sistema in parola:

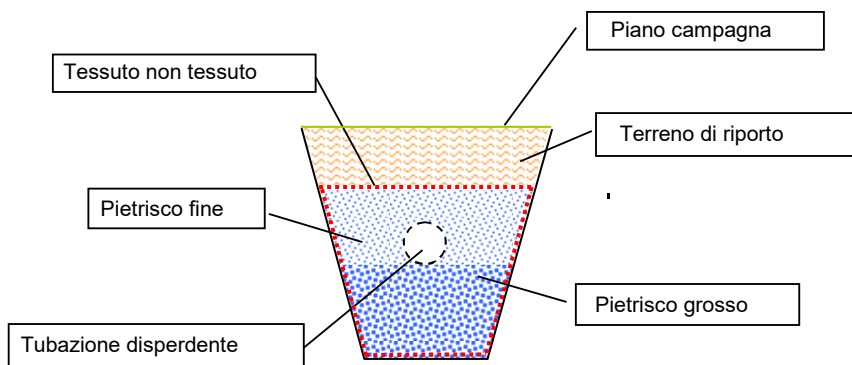
SEZIONE LONGITUDINALE



1 -Fossa settica
2 -Sifone di cacciata
3 -Sub irrigazione

A - terreno di riporto
B - tessuto non tessuto
C - ghiaia d. 1-2 cm
D - pietrisco d. 4-5 cm
E – tubazione disperdente

SEZIONE TRASVERSALE



In quanto al calcolo degli abitanti equivalenti, facendo riferimenti ai metodi convenzionali, si osserva che la superficie abitativa del piano terra residenziale è di circa 160 mq da cui ne derivano circa 5 ab equivalenti; si ottiene lo stesso risultato se si fa riferimento ai posti letto (2 camere matrimoniali e una singola).

Per quanto comunicatoci dalla committenza si osserva che gli effettivi futuri utilizzatori dell'immobile saranno 3; si ritiene che dimensionare l'impianto, sia primario che secondario, per 5 ab. equivalenti consenta un adeguato margine di sicurezza a garanzia del futuro buon funzionamento.

7. - CONCLUSIONI

Sulla base dei rilievi effettuati, della situazione geomorfologica dell'area e delle caratteristiche litotecniche ed idrogeologiche dei terreni indagati, si esprimono le seguenti valutazioni conclusive.

➤ FATTIBILITÀ IN RELAZIONE AGLI ASPETTI GEOMORFOLOGICI E LITOTECNICI

Per quanto concerne la stabilità statica delle opere di progetto, in ordine ai dati attualmente a nostra disposizione non si rilevano particolari problemi di natura geotecnica; in tal senso i dati rilevati in sito (v. §§ 3.2, 3.3 e All.1), evidenziano ottime caratteristiche di resistenza al taglio dei terreni di fondazione.

Anche in termini di compressibilità i valori registrati indicano scarsa tendenza all'assestamento sotto carico dei terreni di fondazione, oltre ad una buona omogeneità litologica laterale degli stessi, che porta ad escludere, nelle condizioni di progetto, cedimenti differenziali di qualche rilievo (fatto salvo che il decremento di carico sul piano di fondazione conseguente allo scavo del piano interrato compensa, prevedibilmente, i carichi di progetto).

Fatto salvo quanto sopra, sarà cura del Progettista, sulla scorta del modello geologico e sismico proposto e delle verifiche effettuate, verificare il dimensionamento ultimo delle strutture programmate in funzione degli stati limite considerati.

In quanto agli aspetti legati all'evoluzione morfologica del territorio, le indagini condotte verificano l'assenza di elementi d'evoluzione morfologica e/o di fenomeni erosivi interferenti o potenzialmente interferenti con le opere di progetto (v. § 2.1 e Figg. 3, 4 e 5).

Per quanto concerne la stabilità gravitativa d'insieme del sito, considerato quanto sopra esposto e l'ubicazione dell'area in parola, v. § 5.3, si esclude qualsiasi problematica di questa natura, sia essa riferita a condizioni statiche o sismiche.

Fatto salvo quanto sopra sarà cura della D.L. adottare in corso d'opera i seguenti accorgimenti:

- in fase di avvio del cantiere dovrà essere predisposto un adeguato sistema di drenaggio delle acque ruscellanti all'interno dell'area di cantiere, in modo da evitare che quest'ultime invadano lo scavo o dilavino il terreno rimosso, creando problemi ai collettori idrici o alle proprietà limitrofe;

- a scopo precauzionale sarà cura della D.L. prevedere tra le attrezzature a disposizione in cantiere anche una pompa di aggettamento adeguatamente dimensionata per evacuare eventuali acque di ristagno sul fondo scavo;
- le operazioni di scavo dovranno essere programmate in funzione delle locali condizioni meteo evitando di iniziare i lavori a ridosso della stagione piovosa e contenendo, in condizioni di breve termine, l'angolo di scarpa delle superfici di taglio entro i 65° circa di pendenza (profondità/altezza circa 1 a 2, vedi verifiche di stabilità a breve termine dei fronti di scavo in All. 5);
- in corso d'opera si dovranno evitare stoccaggi, anche provvisori, di terreno rimosso, materiali pesanti o macchine operatrici in prossimità delle sezioni di scavo;
- la realizzazione della struttura dovrà essere effettuata in tempi immediatamente successivi allo scavo, in modo da limitare al minimo il decadimento delle caratteristiche meccaniche dei terreni per rilassamento;
- per quanto non sia prevedibile una vera circolazione di falda entro le profondità di scavo, per ovviare a possibili infiltrazioni di acqua o comunque di umidità nel vano interrato durante i periodi piovosi, è consigliabile una adeguata impermeabilizzazione dei muri perimetrali della struttura.

Per quanto concerne le terre di scavo di risulta delle azioni progettuali programmate, sarà cura del Progettista garantirne la gestione nel rispetto dell'art. 184 del D.Lgs. n. 152/2006 e delle procedure di cui al DPR 120/2017 e s.m.i.; per maggiori dettagli si veda quanto argomentato al precedente § 5.1 e gli elaborati di progetto.

➤ FATTIBILITÀ IN RELAZIONE AGLI ASPETTI SISMICI

Con riferimento a quanto esposto al § 4 si ricorda che il Comune di Santa Maria a Monte è inserito in Zona 3 della classificazione sismica regionale con A_g/g (accelerazione orizzontale con probabilità di superamento del 10% in 50 anni) compresa tra 0.05 e 0.15 e accelerazione di ancoraggio dello spettro di risposta elastico $A_g/g = 0.15$ (Fascia C di pericolosità sismica $a_g = 0.120 \leq 0.125g$).

Per quanto concerne la scelta dell'azione sismica di progetto da considerare nel dimensionamento strutturale delle opere, il Progettista potrà fare riferimento alla valutazione dei parametri e dei coefficienti sismici locali di cui al § 4.3.

Inerentemente alla verifica del potenziale di liquefazione dei terreni di fondazione, considerate le condizioni litostratigrafiche, idrogeologiche, sismiche locali e le

verifiche effettuate, si escludono che possano verificarsi fenomeni di liquefazione indotti da eventi sismici (v. § 5.2 e All. 4).

➤ **FATTIBILITÀ IN RELAZIONE AGLI ASPETTI IDRAULICI ED IDROGEOLOGICI**

Per quanto concerne la fattibilità dell'intervento in relazione alle caratteristiche di pericolosità idraulica, con riferimento a quanto esposto al § 2.1, non è prevedibile alcun intervento specifico di messa in sicurezza dal rischio idraulico; in tal senso non sono inoltre prevedibili ripercussioni né sull'assetto idrografico locale, né sulle condizioni di sicurezza idraulica delle aree limitrofe.

In quanto all'impatto delle opere edilizie programmate sull'assetto idrogeologico locale, considerate le caratteristiche progettuali dell'intervento (v. § 5.1) e quelle idrogeologiche dell'area (v. § 2.3), non sono prevedibili interferenze con la circolazione idrica sotterranea, sia in fase di cantiere che ad opere concluse; in tal senso non sono neanche prevedibili sotto spinte idrostatiche sulla struttura interrata.

In termini d'idrografia superficiale, le opere programmate non intercettano e non il modificano reticolo idraulico esistente; per quanto concerne l'impatto delle nuove superfici impermeabili sui tempi di corrivazione delle acque di ruscellamento, si accenna in questa sede la prevista installazione di un serbatoio interrato da circa 20 mc per la laminazione dei picchi di pioggia; per dettagli e dimensionamento si rimanda alla relazione sull'invarianza idraulica redatta dal Progettista.

Inerentemente al previsto impianto di smaltimento dei reflui domestici, con riferimento a quanto precedentemente esposto sulle caratteristiche idrogeologiche locali e di permeabilità dei terreni (v. §§ 2.3 e 2.4) e in ordine alle vigenti normative, si dovrà prevedere un trattamento primario a doppia linea (acque grigie e nere separate), consistente in n. 2 fosse settiche tipo Imhoff o equivalenti, oltre i dovuti pozzetti di raccordo ed ispezione.

I reflui depurati dovranno essere immessi nel sottosuolo tramite condotta di subirrigazione, la cui lunghezza totale dovrà essere calcolata prevedendo di 4.5 metri circa di canaletta ogni abitante equivalente; per una esaustiva descrizione dell'impianto si rimanda la precedente § 6 ed agli elaborati progettuali.

In questa sede si ricorda unicamente alla Committenza di verificarne periodicamente la funzionalità mediante controlli ed ispezioni; il periodico spurgo dei componenti dell'impianto primario potrà evitare accumuli di fango e sedimenti nei pozzetti di

alimentazione e impaludamenti del terreno circostante la linea di subirrigazione, dovuti ad intasamenti del pietrisco di drenaggio.

In quanto alla stabilità d'insieme del sito, considerati i dati geomorfologici rilevati e le caratteristiche dell'impianto di smaltimento, si escludono a seguito della realizzazione dello stesso problemi di stabilità, sia a livello di area complessiva, sia di area locale.

Sulla base delle considerazioni esposte e nel rispetto delle prescrizioni indicate, si ritengono le opere di progetto fattibili sia sotto l'aspetto geologico e geotecnico, sia in termini d'equilibrio idrogeologico e idrografico del territorio.

Asciano, 3 agosto 2023

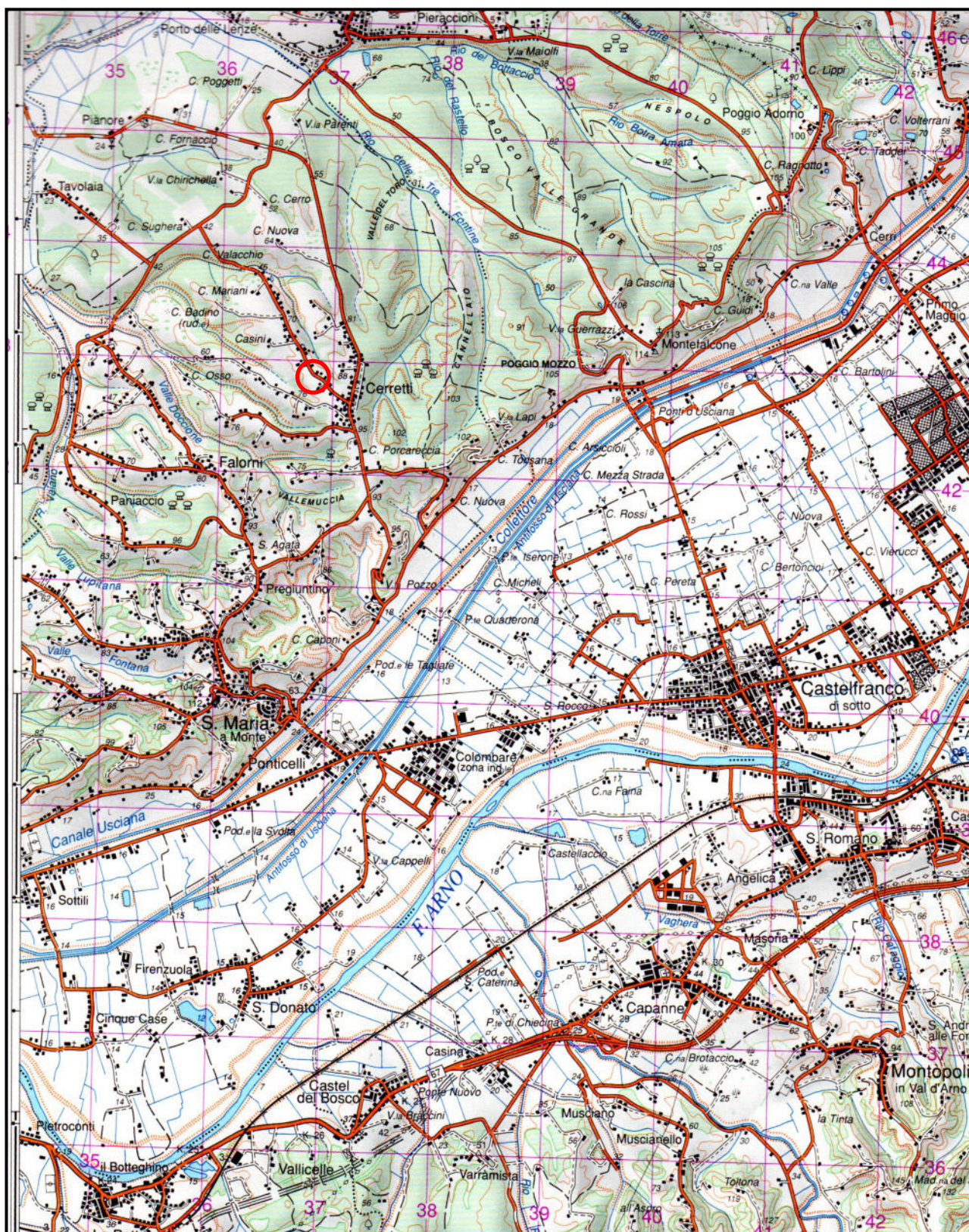
Dott. Geol. Giovanni Lopane

A handwritten signature in dark ink is written over a circular blue professional stamp. The stamp contains the text: "ORDINE DEI GEOLOGI DELLA TOSCANA" around the perimeter, "DOTT. GEOL." at the top, "GIOVANNI LO PANE" in the center, and "N° 555" at the bottom. A small star is located at the bottom center of the stamp.

FIG. 1 - COROGRAFIA

(Scala 1: 50.000)

[Stralcio tratto dal Foglio n. 273 PISA - IGM]

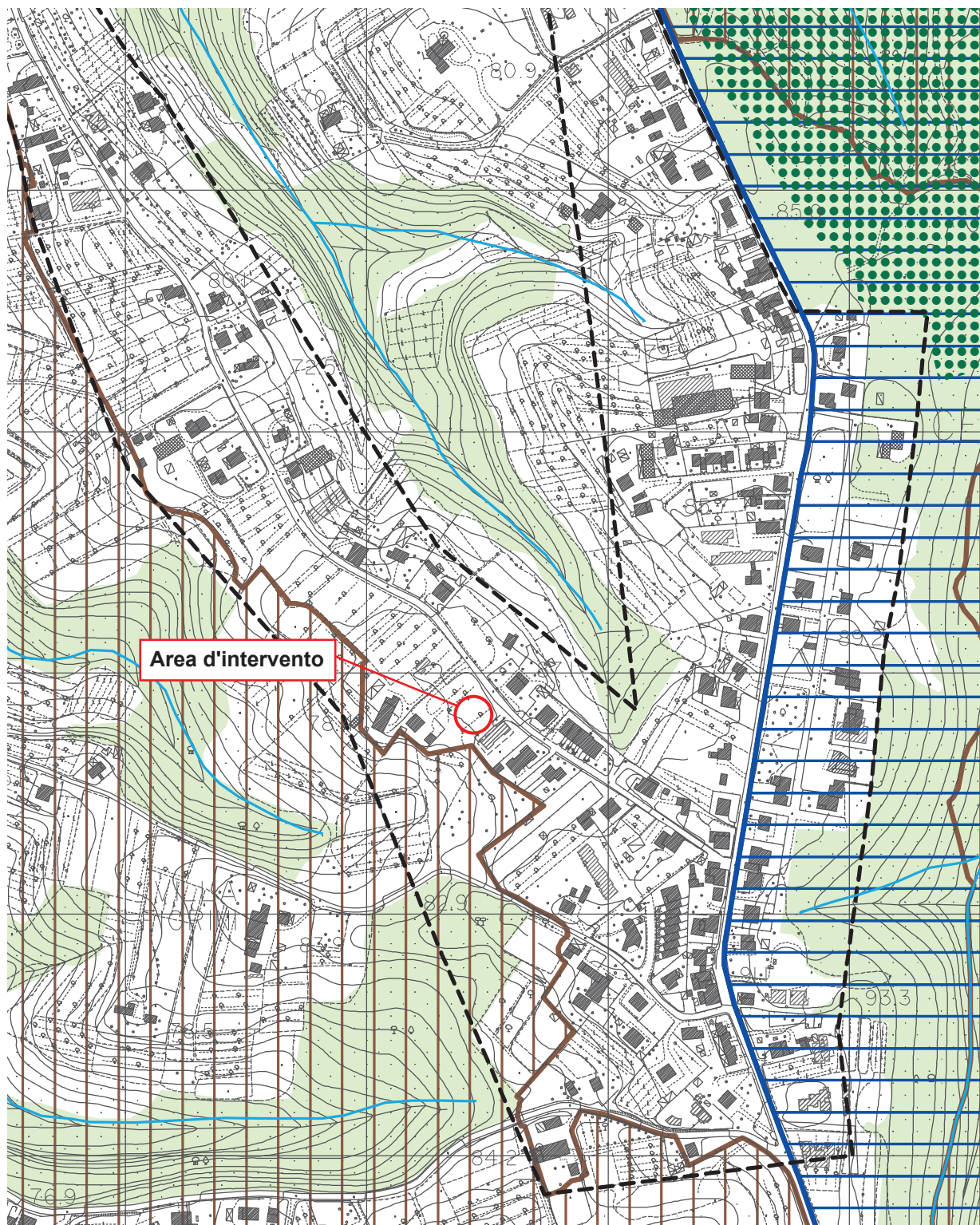


Ubicazione area d'indagine

FIG. 2 - CARTA DEI VINCOLI

Scala 1:5.000

Stralcio tratto da Tav. QC1 - Variante di adeguamento del R.U. - Dic. 2016



LEGENDA CARTA DEI VINCOLI

[Stralcio tratto da: Tav. QC1 – Variante di adeguamento del R.U. al P.S., Dicembre 2016]



Beni architettonici tutelati ai sensi della Parte II del D.Lgs. 42/2004

- 1- Complesso Villa Mayer già fattoria Medicea
- 2- Canonica della Chiesa di Santa Cristina alle Pianure
- 3- Chiesa di Santa Cristina alle Pianure
- 4- Cimitero di proprietà comunale Loc. Pianore
- 5- Cimitero di proprietà comunale Santa Maria a Monte
- 6- Chiesa della Madonna
- 7- Complesso architettonico costituito dalla torre, dai resti della cinta muraria e dell'ex Casa del Fascio con annesso resede
- 8- Cimitero di proprietà comunale Loc. Montecalvoli
- 9- Chiesa e campanile dei Santi Giuseppe e Anna
- 10- Cimitero di proprietà comunale Loc. San Donato

Fonte: P.I.T.



"Zona del Parco della Rimembranza e del centro storico" D.Lgs.42/04 art.136 co.1 lettera d, ex L.1497/39, Vincolo D.M. 17/05/1958 G.U.127/1958

Fonte: P.I.T.



Territori contermini ai laghi compresi in una fascia di profondità di 300 metri, a partire dalla linea di battigia, anche per i territori elevati sui laghi (D.Lgs. 42/04 art 142, co.1 lettera b)

Fonte: P.I.T.



Aree di rispetto di 150 metri dalle sponde dei fiumi, torrenti, e corsi d'acqua (D.Lgs. 42/04 art 142, co.1 lettera c - ex L. 431/85)

Fonte: P.I.T.



Territori coperti da foreste e da boschi (D.Lgs. 42/04 art 142, co.1 lettera g - ex 431/85)

Fonte: Q.C. di P.S. con aggiornamento diretto



Aree percorse da incendi (D.Lgs. 42/04 art 142, co.1 lettera g)

Fonte: Analisi agronomiche Q.C. di P.S.



Reticolo idraulico con fascia di rispetto di 10 metri dagli argini o dai cigli di sponda (L.R. 27 dicembre 2012, n. 79)

Fonte: Regione Toscana



Vincolo idrogeologico (R.D. 3267/1923)

Fonte: Q.C. di P.S.



Impianti di captazione ad uso acquedotto pubblico e relativa area di rispetto (Art.94 D.Lgs. 152/2006)

Fonte: Q.C. di P.S.



Vincolo cimiteriale

Fonte: Ufficio Tecnico Comunale



Perimetro dei centri abitati (P.R.G. 1985)

Fonte: Ufficio Tecnico Comunale



Vincolo impianti di depurazione delle acque reflue (DM LLPP 4/2/77 art. 1.2)

Fonte: Q.C. di P.S.

Elettrodotti e relativa fascia di rispetto (Cfr. D.M. 29/05/2008)



Linea 132 KV - Fascia di rispetto di 18 m.



Linea 220 KV - Fascia di rispetto di 32 m.



Linea 380 KV - Fascia di rispetto di 42 m.

Fonte: ARPAT



Metanodotto e relativa fascia di rispetto

Fonte: Ufficio Tecnico Comunale



Sito di importanza regionale - S.I.R. 63 Cerbaie (Art.62)

Fonte: P.I.T.

Riferimenti cartografici di base



Edificio aggiornato al 2015



Viabilità aggiornata al 2015



Confine comunale

Cartografia di base: C.T.R. Scala 1:2.000 e 1:10.000

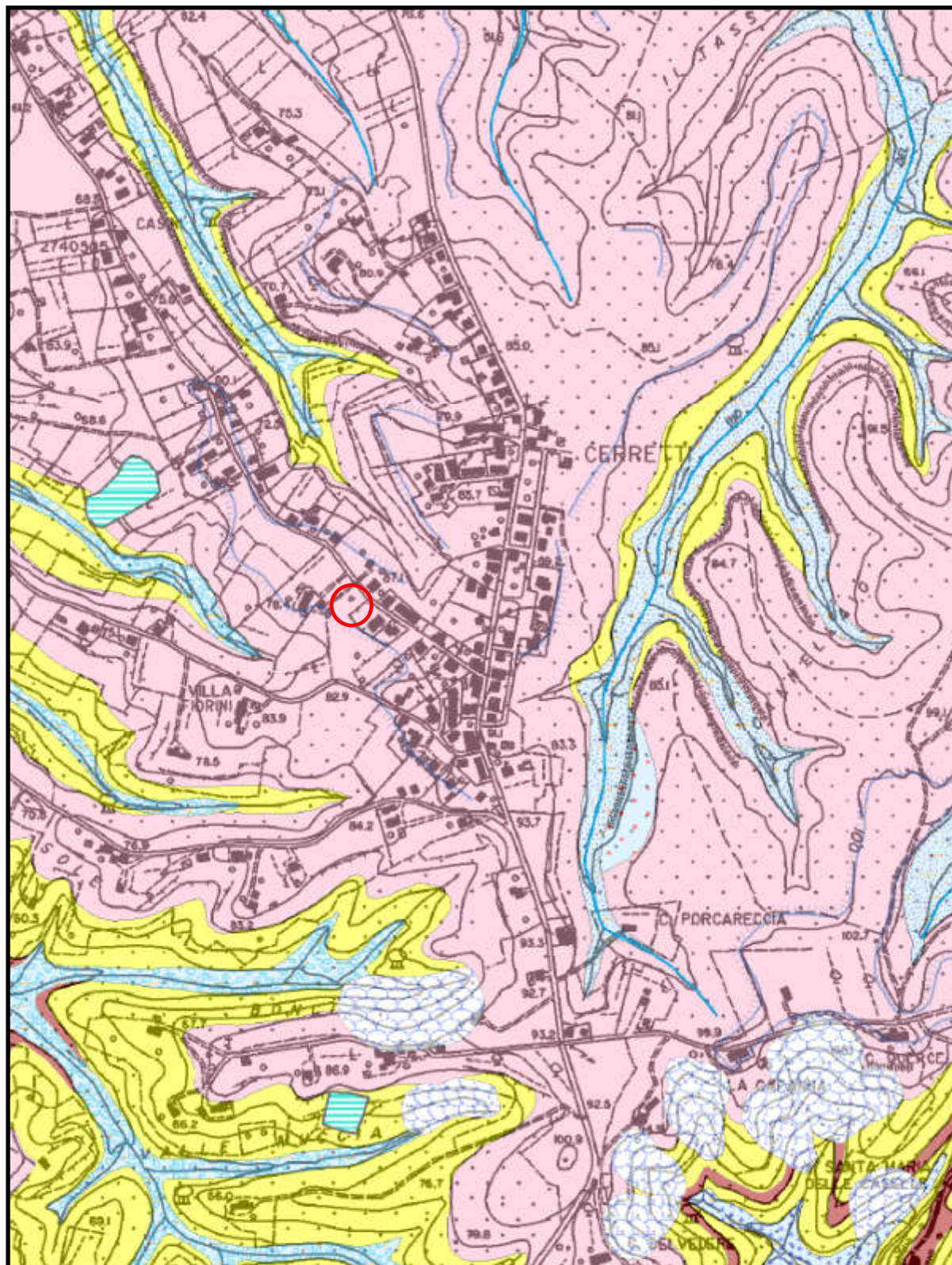
FIG. 3 – CARTA GEOMORFOLOGICA

(Scala 1:10000)

[Stralcio tratto da: Tav. 03 – Piano Strutturale Comune di Santa Maria a Monte, Luglio 2014]






Ubicazione area d'intervento




LEGENDA CARTA GEOMORFOLOGICA






[Stralcio tratto da: Tav. 03 – Piano Strutturale Comune di Santa Maria a Monte, Luglio 2014]

	Confine Comunale
	Aste Fluviali
	Aree golenali

SEGNI CONVENZIONALI

	Orlo di terrazzo
---	------------------


DEPOSITI QUATERNARI

	Terreni di riporto, bonifiche per colmata (h5)
	Corpi di frana senza indizi di evoluzione (a1q)
	Corpi di frana in evoluzione (a1a)
	Depositi di versante (aa)
	Depositi alluvionali attuali e recenti (b)

DEPOSITI FLUVIALI DELLE CERBAIE - ALTOPASCIO

	Formazione delle Cerbaie (Pleistocene Medio) - BCE
---	--

DEPOSITI FLUVIALI E LACUSTRI DEL BACINO DI LUCCA - MONTECARLO - VINCI

	Argille e sabbie di Marginone - Mastromarco - MNG, con presenza della litofacies conglomeratica - cg (RUSCIANO SUP.? - VILLAFRANCHIANO SUP.)
---	--

PROCESSI GEOMORFOLOGICI




	Area depressa della pianura alluvionale
	Area di escavazione nella pianura
	Corpo d'acqua
	Depositi alluvionali, palustri e di colmata prevalentemente argillosi
	Dosso fluviale
	Principali aree urbanizzate
	Ruscellamento diffuso
	Sedimenti alluvionali (sabbia)
	Sedimenti alluvionali (silt, sinonimo di limo)
	Sedimenti delle aree golenali dei corsi d' acqua maggiori
	Traccia di alveo fluviale abbandonato

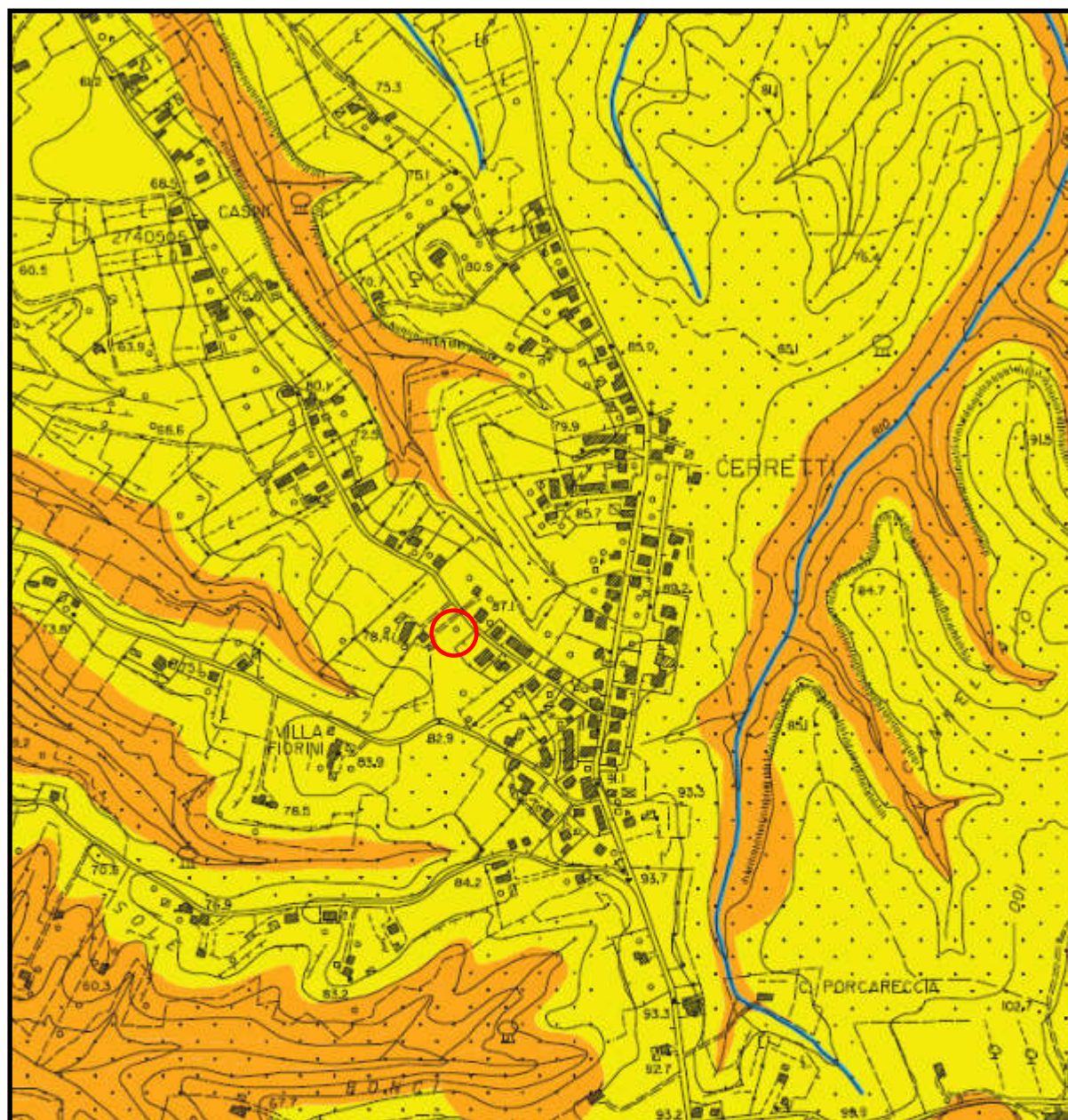
FIG. 4 – CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA

(Scala 1:10000)

[Stralcio tratto da: Tav. 09 – Piano Strutturale Comune di Santa Maria a Monte, Luglio 2014]



Ubicazione area d'intervento



LEGENDA (DPGR 53R/2011)



Confine Comunale



Asta fluviale



Pericolosità Geologica molto elevata (G.4)



Pericolosità Geologica elevata (G.3)

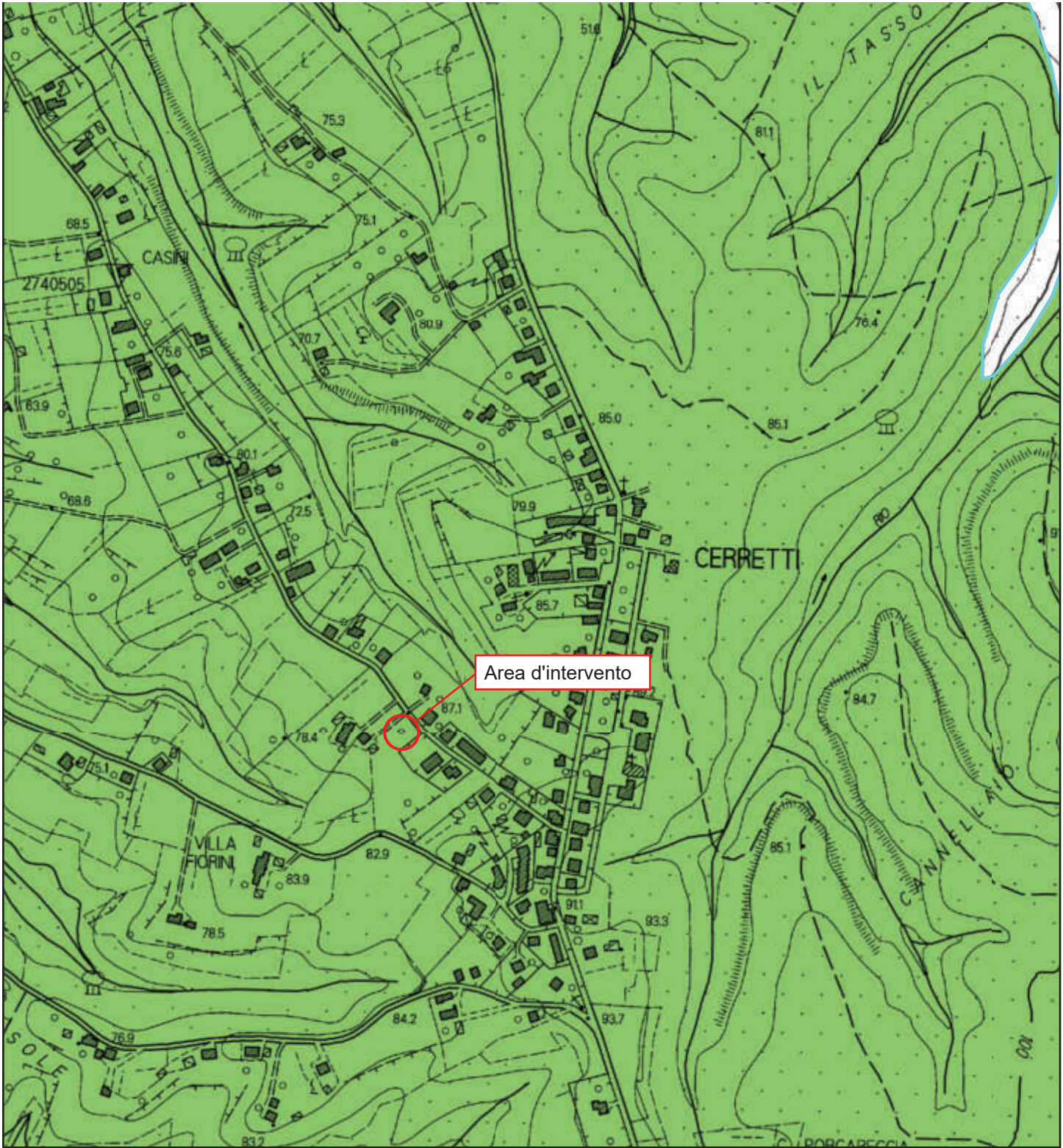


Pericolosità Geologica media (G.2)

FIG. 5 - PAI FRANE BACINO DELL'ARNO

Scala 1:10.000

Piano Assetto Idrogeologico - Distretto Appennino Settentrionale



12/3/2023, 11:17:10

comuni

Aree con propensione al dissesto

PF1 - bassa

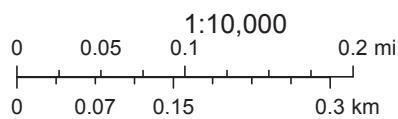
PF2 - media

Aree con pericolosità da frana

PF2 - media

PF3 - elevata

PF4 - molto elevata

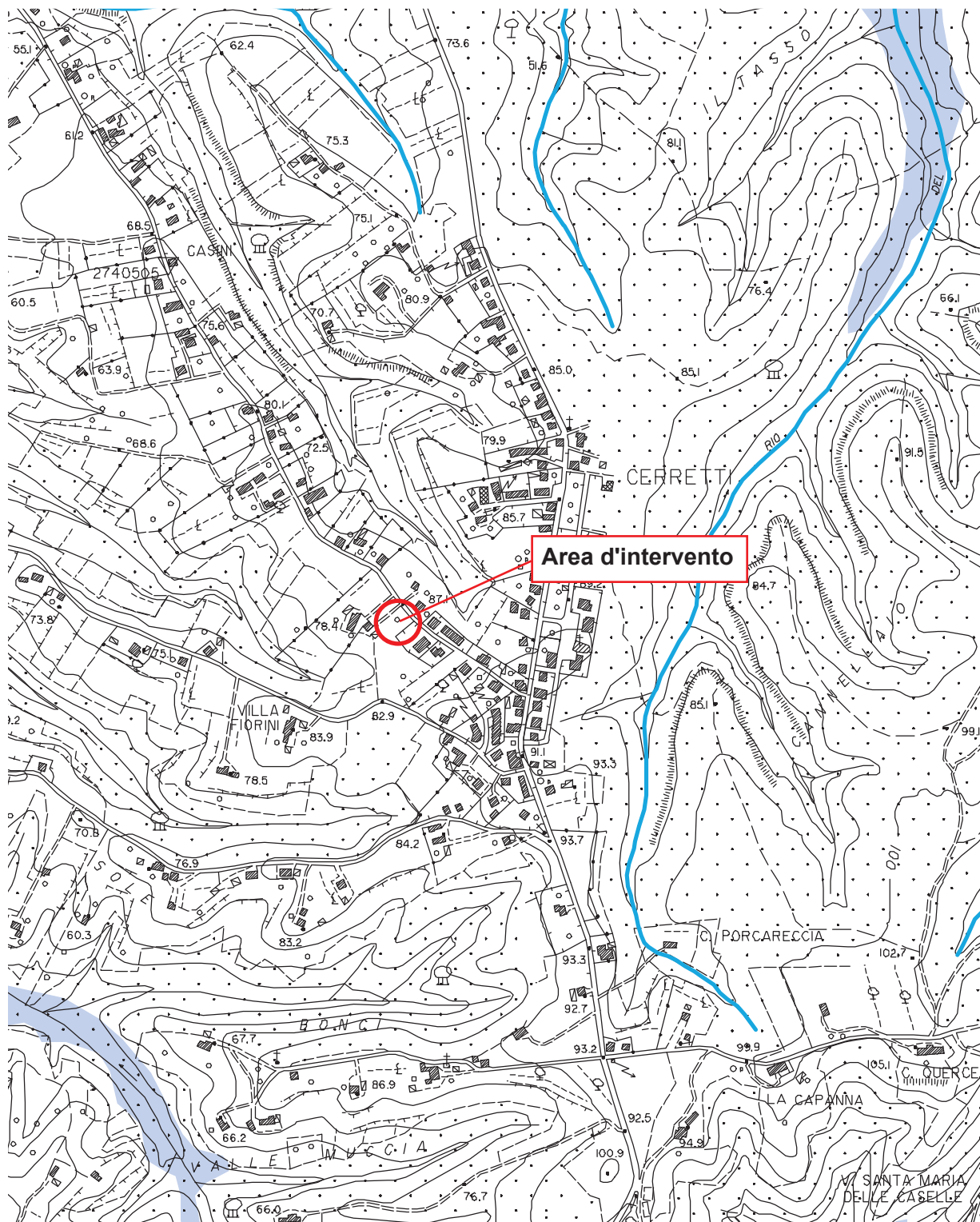


Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Settentrionale

FIG. 6 - CARTA PERICOLOSITA' IDRAULICA

Scala 1:10000

[Tratta da Tav. 8 Indagini Geologico Tecniche di supporto al Piano Strutturale Comunale]



LEGENDA CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA (53R/2011)

[Stralcio tratto da: Tav. 08 – Piano Strutturale Comune di Santa Maria a Monte, Luglio 2014]



Confine Comunale

Perimetrazione ambito asta Fiume Arno basata su metodo analitico



Pericolosità idraulica molto elevata (I.4):
Aree interessate da allagamenti per eventi con $TR \leq 30$ anni.



Pericolosità idraulica elevata (I.3):
Aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $30 < TR \leq 200$ anni.



Pericolosità idraulica media (I.2):
Aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $200 < TR \leq 500$ anni.

Perimetrazione aree collinari basata su notizie storico inventariali e geomorfologiche



Pericolosità idraulica molto elevata (I.4):



Pericolosità idraulica elevata (I.3):



Pericolosità idraulica media (I.2):

FIG. 7 - CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA

Tratta da Tav. 13 Variante Regolamento Urbanistico - Dic. 2016

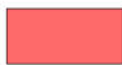
Scala 1:10000



LEGENDA CLASSI DI PERICOLOSITA' SISMICA AI SENSI DEL DPGR 53R

Stralcio tratto da: Tav. 13 R.U. Comune di Santa Maria a Monte, dicembre 2016

S.4 - Pericolosità sismica locale molto elevata



Zone suscettibili di instabilità di versante attiva che potrebbero subire una accentuazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici.

S.3 - Pericolosità sismica locale elevata



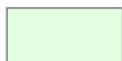
Zone suscettibili di instabilità di versante quiescente che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; alle zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi; ai terreni suscettibili di liquefazione dinamica; alle zone in cui gli spessori dei depositi alluvionali attuali che giacciono al di sopra dei depositi del terrazzo delle Cerbaie sono compresi entro 20 metri ed alle zone di versante con pendenze maggiori di 15°.

S.2 - Pericolosità sismica locale media



Zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; alle zone stabili suscettibili di amplificazioni locali che non rientrano tra quelle previste per la classe di pericolosità sismica S3.

S.1 - Pericolosità sismica locale bassa



Non rappresentata

FIG. 8 - VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA

Scala 1:10000

Tratta da Tav. 10 Indagini Geologico Tecniche di supporto al Piano Strutturale Comunale

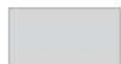


LEGENDA CARTA DELLE AREE CON PROBLEMATICHE IDROGEOLOGICHE

[Stralcio tratto da: Tav. 10 – Piano Strutturale Comune di Santa Maria a Monte, Luglio 2014]



Confine Comunale



1 - Vulnerabilità irrilevante



2 - Vulnerabilità bassa



3A - Vulnerabilità media



3B - Vulnerabilità media



4A - Vulnerabilità elevata



4B - Vulnerabilità elevata

FIG. 9 – VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA

(Scala 1:5000)

[Stralcio tratto da: Tav. P09 del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Pisa, D.C.P. 7/2022]

 Ubicazione area di edificazione  Ubicazione area di smaltimento

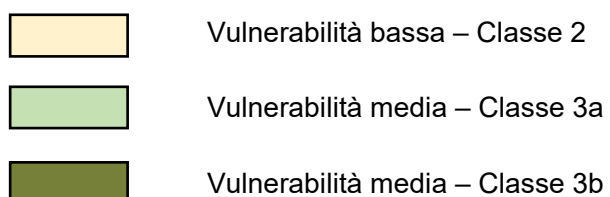
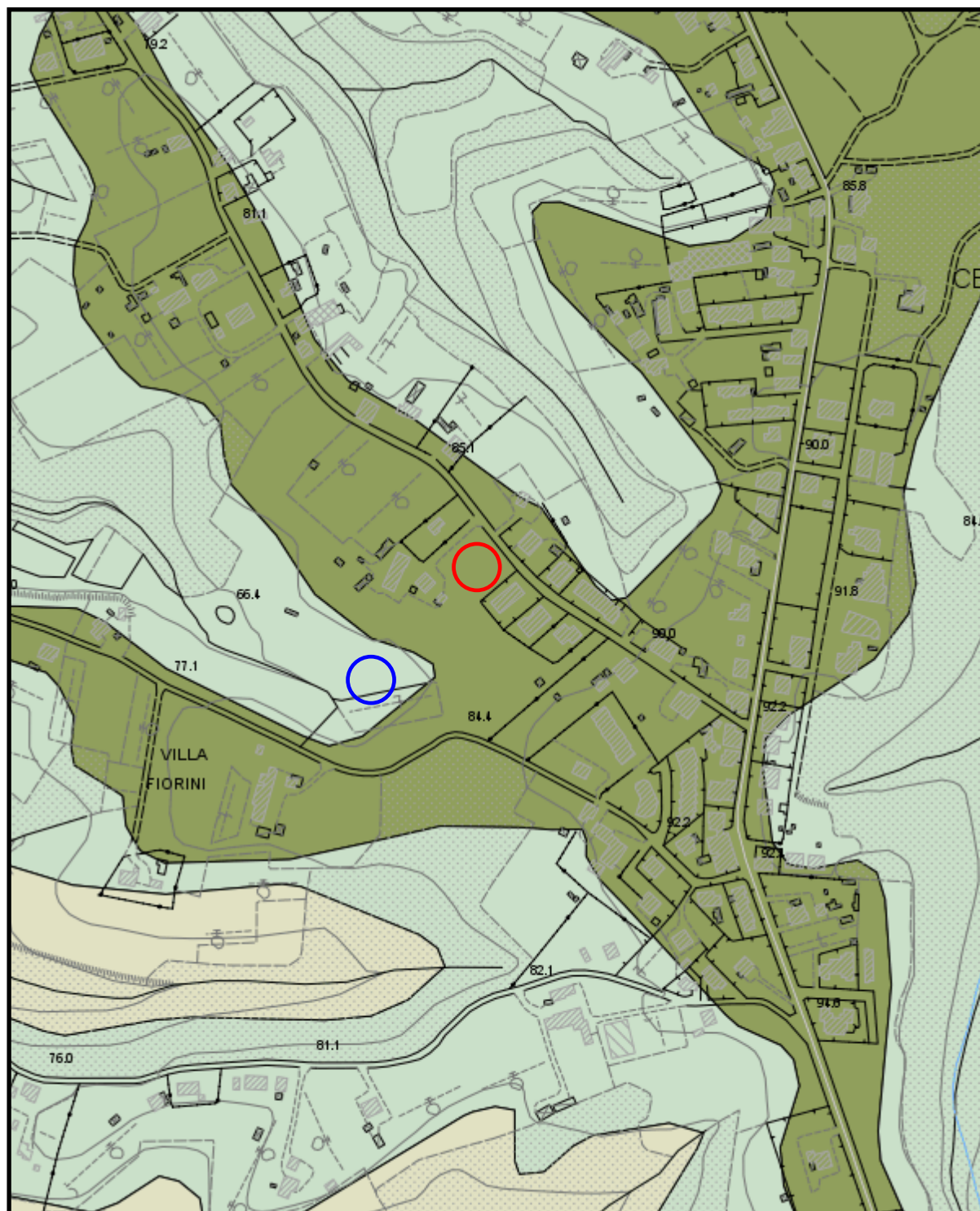
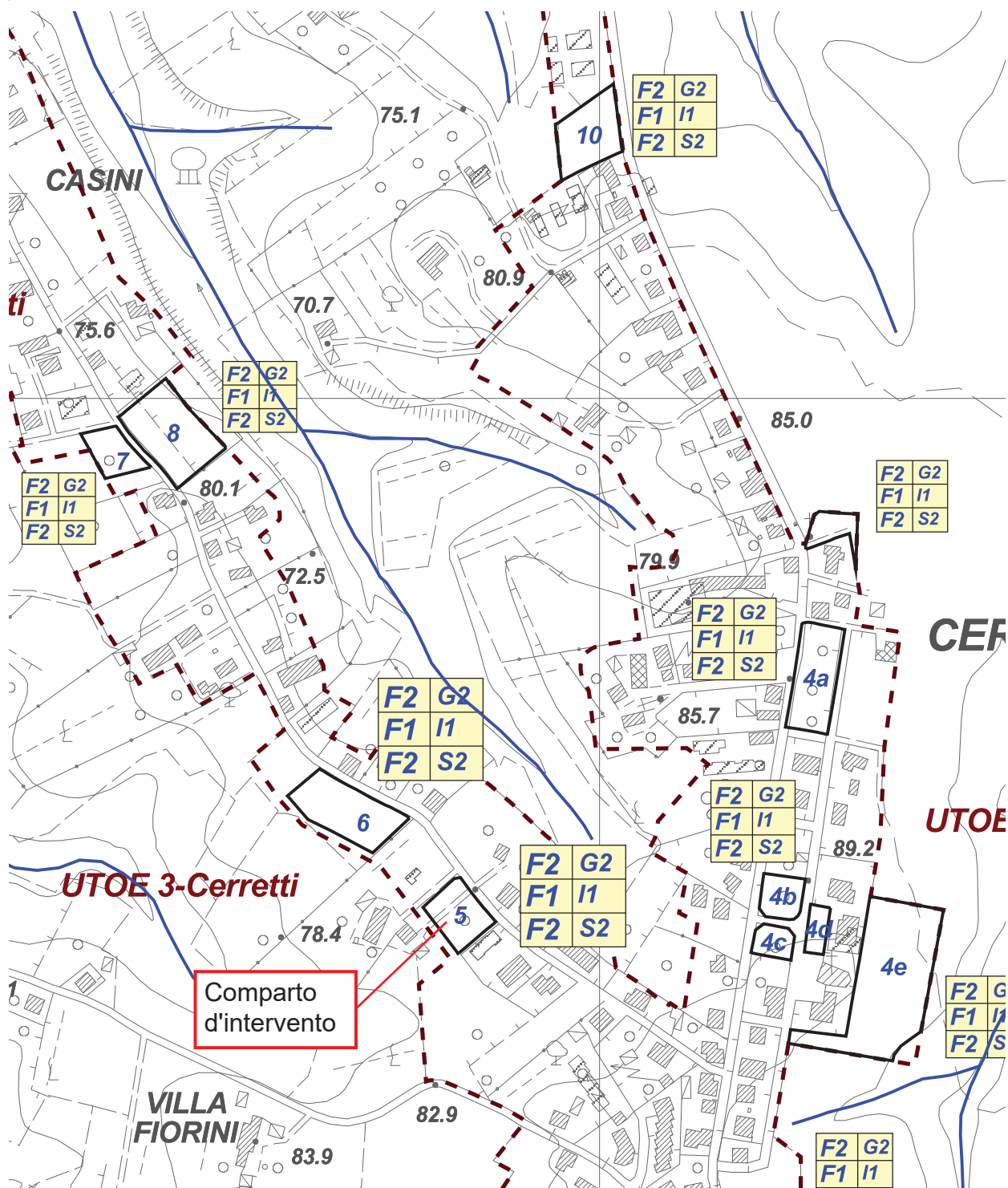


FIG. 10 - CARTA DELLA FATTIBILITA'

Scala 1:5000

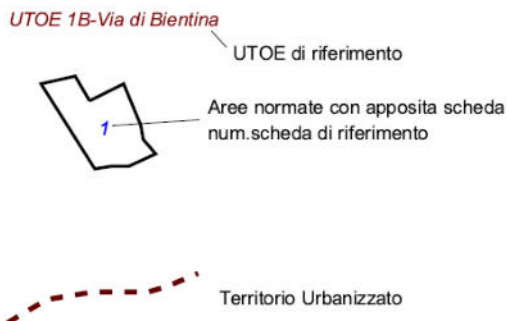
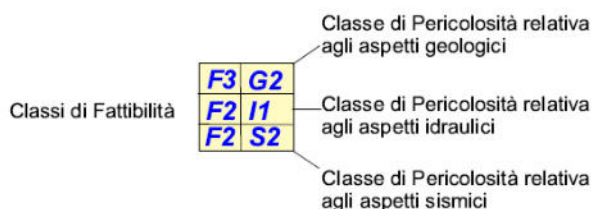
Stralcio tratto da Tav. 14Nord - Variante di adeguamento del R.U. - Dic. 2016



LEGENDA CLASSI DI FATTIBILITA' AI SENSI DEL DPGR 53R

Stralcio tratto da: Tav. 14Nord Variante di adeguamento del R.U., dicembre 2016

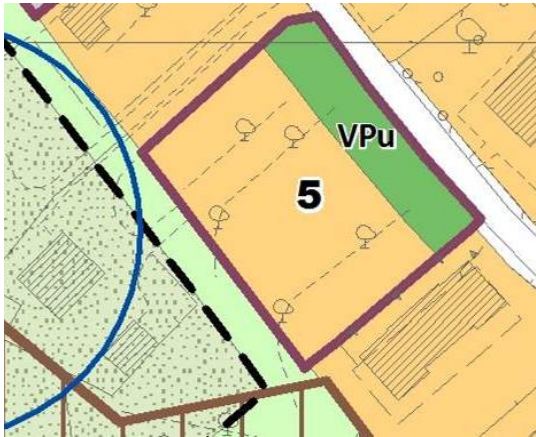
- (F1) Fattibilità senza particolari limitazioni :
si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.
- (F2) Fattibilità con normali vincoli :
si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.
- (F3) Fattibilità condizionata :
si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi.
- (F4) Fattibilità limitata :
si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali la cui attuazione è subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza che vanno individuati e definiti in sede di redazione del medesimo regolamento urbanistico, sulla base di studi, dati da attività di monitoraggio e verifiche atti a determinare gli elementi di base utili per la predisposizione della relativa progettazione.



COMUNE DI SANTA MARIA A MONTE

REGOLAMENTO URBANISTICO

SCHEDE NORMA PER AREE SOGGETTE A P.U.C.

U.T.O.E.3 Cerretti Scheda Norma Comparto 5– Completamento residenziale	
Estratto cartografico del R.U.	
Obiettivi	La previsione a carattere residenziale è individuata in continuità con il tessuto edilizio, con l'obiettivo di implementare la dotazione di standard ed aree pubbliche a servizio degli insediamenti esistenti e di qualificare l'immagine urbana.
Intervento soggetto a	Progetto Unitario Convenzionato ai sensi art. 121 L.R. 65/14
Funzioni ammesse	Residenza e funzioni compatibili ai sensi art. 17 NTA.
Interventi ammessi	Nuova edificazione
Vincoli	Distanza stradale
Invarianti strutturali	
Superficie Territoriale	1928 mq $U_t=0,2$ mq/mq
Parametri urbanistici di progetto	H max. = 7,5 ml N° max dei piani 2
	$R_c=0,30\%$
Dimensionamento ammesso	Sul massima 386 mq
Standard Urbanistici	Standard urbanistici: così come rappresentati in cartografia
Orientamenti per la progettazione	L'intervento di nuova edificazione dovrà garantire un adeguato inserimento paesaggistico, arretrata rispetto alla viabilità esistente di almeno 10mt. La fascia lungo strada dovrà prevedere sistemazioni a verde volte alla qualificazione dell'immagine urbana in particolare inserendo alberature a protezione visiva dalla viabilità e filtro protettivo rispetto all'edificato. La tipologia edilizia di riferimento dovrà essere unifamiliari, bifamiliari o aggregazioni in linea.
Condizioni alla trasformazione	<u>Urbanistica</u> : si rimanda al rispetto dell'art. 15 co2 delle Norme. <u>Ambiente</u> : si rimanda al rispetto dell'art. 54 delle Norme. Il comparto di nuova edificazione prevede un aumento di 9 nuovi abitanti. Per quanto concerne la risorsa idrica la zona risulta servita da una rete di distribuzione polietilene ad alta densità con diametro di 90 mm in via mariani, allacciata ad una rete sempre in polietilene ad alta densità ma

con diametro 110 mm in Via Cerretti.

Si ritiene necessario che il comparto sia dotato di serbatoi di accumulo che garantiscano una riserva giornaliera di acqua dimensionata per 9 abitanti e che potranno sopperire alle punte di consumo generate dall'utenza.

Per quanto alla fognatura nera e alla depurazione è presente una rete fognaria mista ma satura e senza capacità residua depurativa che non consente l'allaccio di ulteriori utenze.

Si ritiene necessario che il comparto sia dotato di un impianto di depurazione idoneo a garantire lo scarico in ambiente ai sensi della normativa vigente del settore (D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., legge regionali e regolamento di attuazione).

Il parere positivo risulta condizionato alla risoluzione delle problematiche legate alla fognatura, in fase progettuale, previo parere preventivo dell'ente gestore.

Geologia/idraulica:

Fattibilità geologica con normali vincoli F2.

I depositi delle Cerbaie, presentano in generale buone caratteristiche geotecniche, tuttavia, sono note al loro interno, ed a diverse altezze la presenza di discontinue lenti argillose, a tratti torbose, che hanno caratteristiche geotecniche nettamente inferiori. L'indagine geognostica condotta a supporto della progettazione dovrà mirare all'individuazione di tali lenti, se presenti, verificando l'omogeneità e l'idoneità del terreno di fondazione.

Fattibilità sismica con normali vincoli F2.

Non si rilevano particolari limitazioni alla fattibilità.

Fattibilità idraulica senza particolari limitazioni F1.

L'intera area è posta in alto morfologico rispetto al fondovalle ed è inserita nella classe I1, per cui non si rilevano particolari limitazioni alla fattibilità.

Fig. 11 - Planimetria generale dell'area d'intervento

Scala 1:750

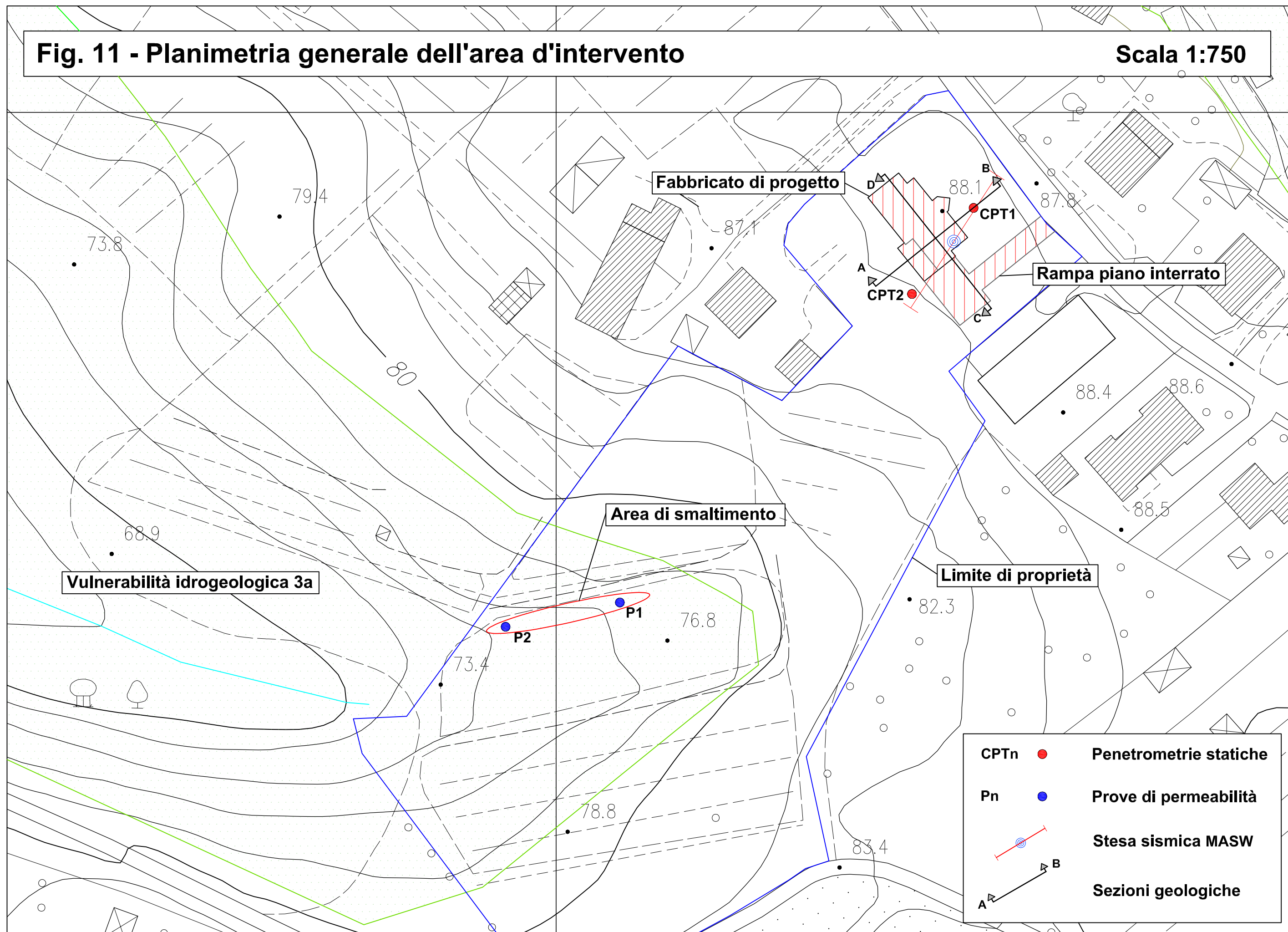


Fig. 12 - Sezione Geologico-tecnica AB (Tratta da Sez. AA di progetto) Scala 1:100

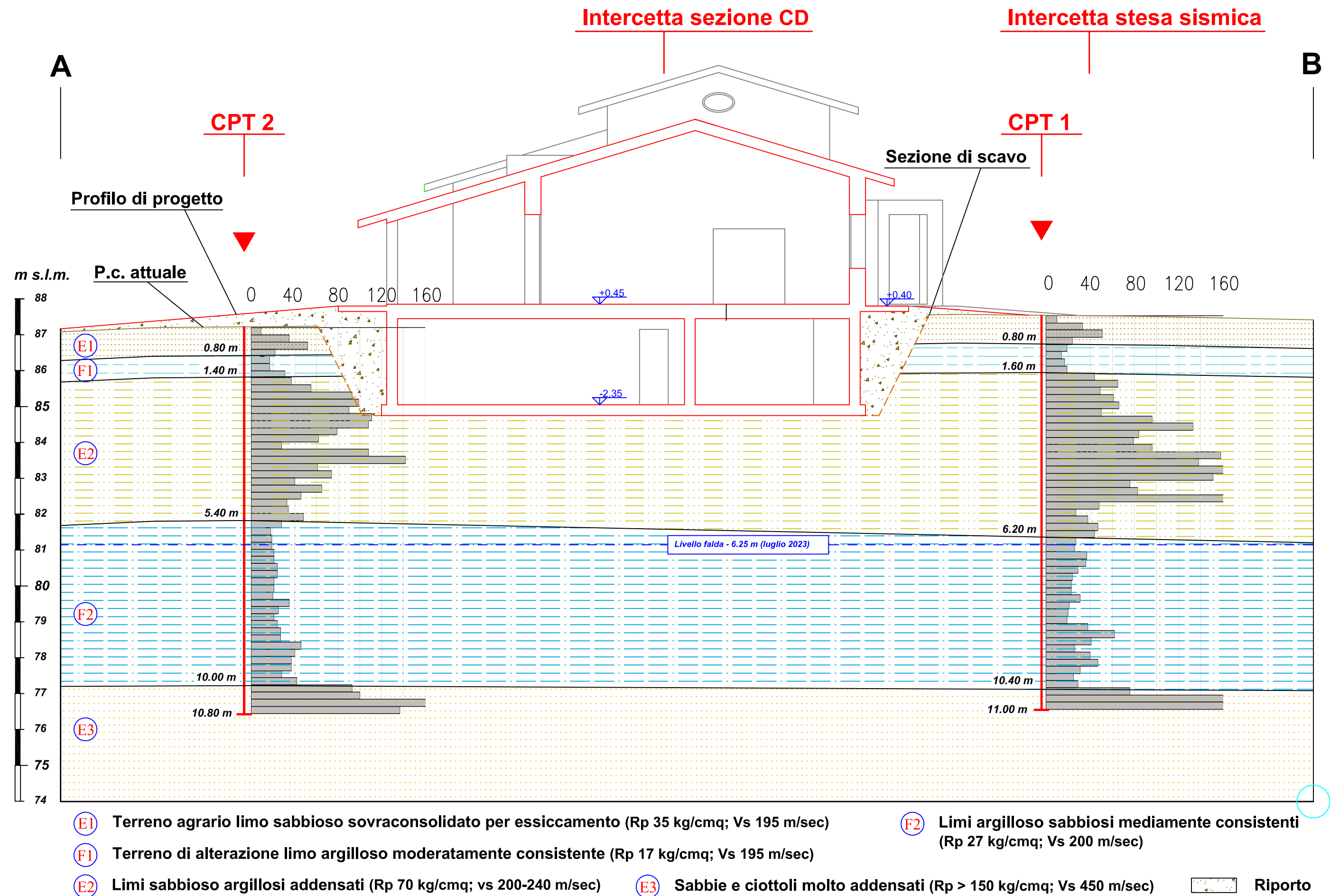
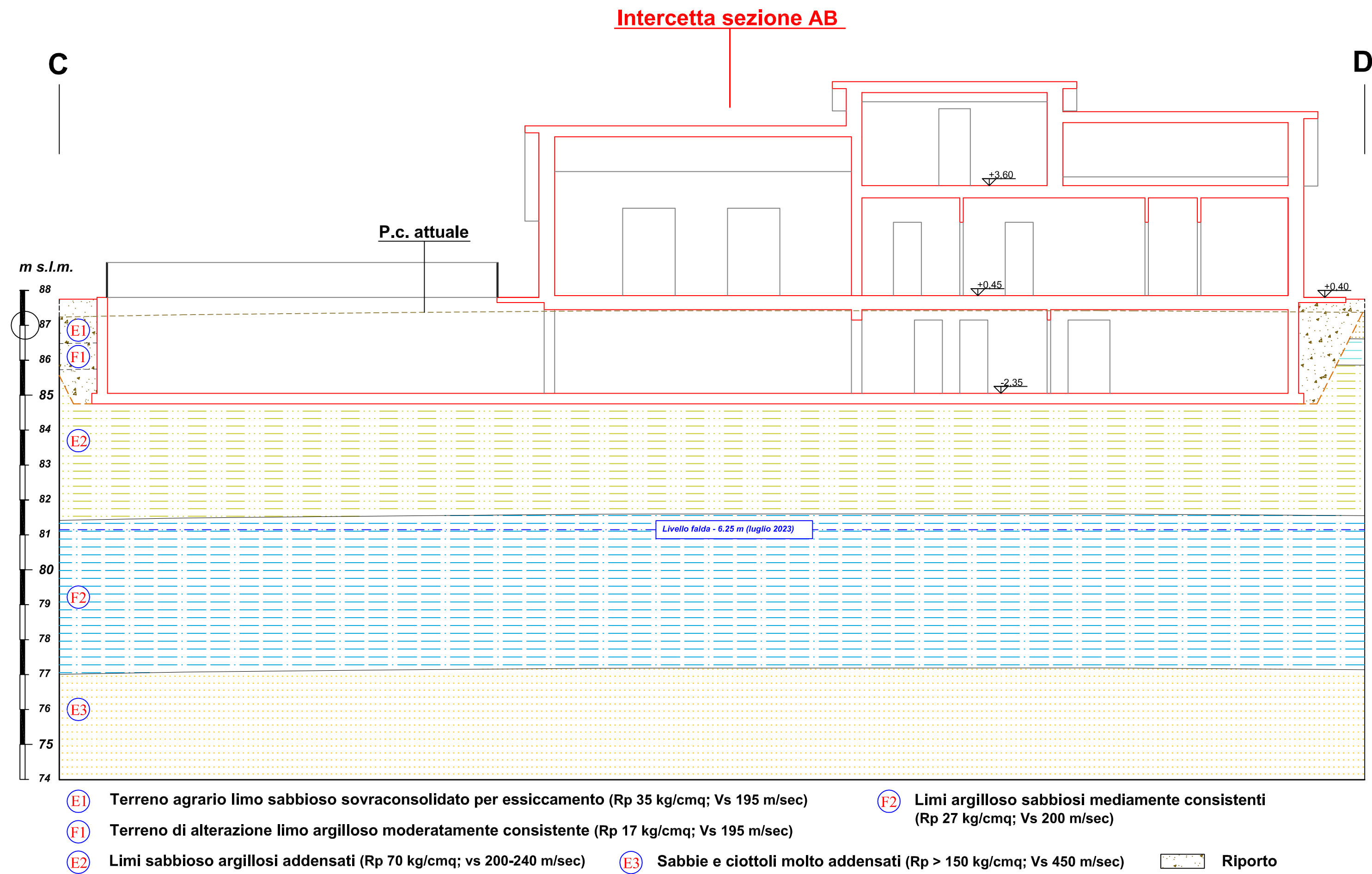


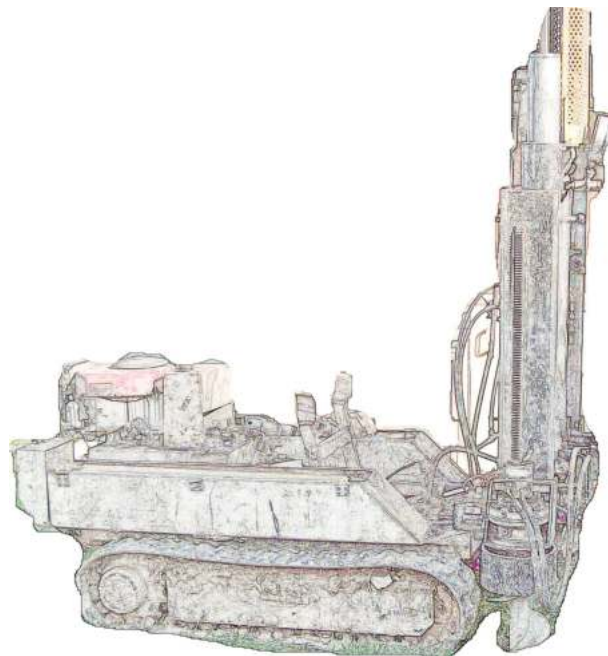
Fig. 13 - Sezione Geologico-tecnica CD (Tratta da Sez. CC di progetto)

Scala 1:100



ALLEGATO 1

PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CPT



Geotecnica

Geofisica

Monitoraggio idrogeologico



Indagini Ambientali

Committente:	Ing. Nucci Rossano	località:	Cerretti Santa Maria a Monte (PI)
data esecuzione indagine:	13/07/2023	tipologia di indagine:	n.2 CPT
strumentazione:	Pagani TG 63/200	software elaborazione:	WinCPT2



SEDE LEGALE: VIA DELLE FORNACETTE, 1 – 55100 (LU) SEDE OPERATIVA: VIA PER SORBANO DEL GIUDICE, 488 – 55100 (LU)

CODICE FISCALE E NUMERO DI ISCRIZIONE AL REGISTRO DELLE IMPRESE DI LUCCA: 02069440465

R.E.A. LUCCA N. 194371 - CAPITALE SOCIALE € 10.000,00 I.V.

TEL 393 9371580 - FAX 0583 469588 - www.geoluk.com - info@geoluk.com - geoluk@pec.it

CARTOGRAFIA



REPORT DI CANTIERE

** informazioni complementari all'indagine geognostica eseguita **

Generalità della commessa n. 83-2023

- data esecuzione indagini: 13/07/2023
- ubicazione: via Mariani – località Cerretti – Santa Maria a Monte (PI)
- oggetto dell'indagine: esecuzione di indagini penetrometriche a supporto di indagine geognostica per nuova edificazione
- committenza: Ing. Nucci Rossano
- riferimento ns preventivo: nessuno
- assistenza tecnica di cantiere: Geol. Giovanni Lopane
- numero e tipologia di indagini eseguite: esecuzione di n.2 prove penetrometriche di tipo statico meccanico (CPT) con penetrometro Pagani TG 63/200
- logistica delle indagini eseguite: vedere Mappa di riferimento

Descrizione delle indagini eseguite:

- indagine n.1
 - ◆ ID (cfr. Mappa di riferimento): P1
 - ◆ coordinate indicative - 43.723460N, 10.699245E (WGS84)
 - ◆ tipologia - penetrometria di tipo statico meccanico (CPT)
 - ◆ contesto - contesto morfologico di alto collinare, piano campagna costituito da terreno agrario a manto erboso
 - ◆ breve descrizione della prova – l'ancoraggio statico è stato eseguito con n.4 eliche per uno spessore di trattenuta di terreno pari a 2.00m. Da piano campagna fino a -11.00m la prova è stata eseguita in modo lineare, restituendo coppie di valori R_p e R_I variabili con la profondità. Prova interrotta per valori eccessivi ($>700 \text{ Kg/cm}^2$) di LLTT. Recupero inizialmente difficoltoso (primo metro circa) poi lineare
 - ◆ misurazioni – in fase di estrazione non è stata rilevata la presenza di acqua. Misurata una soggiacenza di -6.40m
 - ◆ note – nessuna
 - ◆ software elaborazione – WinCPT2
 - ◆ n. archiviazione indagine – 83-2023 CPT1

- indagine n.2
 - ◆ ID (cfr. Mappa di riferimento): P2
 - ◆ coordinate indicative - 43.723294N, 10.699031E (WGS84)
 - ◆ tipologia - penetrometria di tipo statico meccanico (CPT)

- ♦ **contesto** - contesto morfologico di versante collinare debolmente inclinato, piano campagna costituito da terreno agrario a manto erboso
- ♦ **breve descrizione della prova** – l'ancoraggio statico è stato eseguito con n.4 eliche per uno spessore di trattenuta di terreno pari a 2.00m. Da piano campagna fino a -10.80m la prova è stata eseguita in modo lineare, restituendo coppie di valori R_p e R_l variabili con la profondità. Prova interrotta per valori eccessivi ($>620 \text{ Kg/cm}^2$) di LLTT. Recupero inizialmente difficoltoso (primo metro circa) poi lineare
- ♦ **misurazioni** – in fase di estrazione non è stata rilevata la presenza di acqua. Foro asciutto
- ♦ **note** – rilevata presenza di laterizio a circa 1m di profondità su ancoraggio sx
- ♦ **software elaborazione** – WinCPT2
- ♦ **n. archiviazione indagine** – 83-2023 CPT2



Lucca, 13/07/2023

per la Geoluk srl
Geol. Paolo Domenico Mario Masini

LEGENDA VALORI DI RESISTENZA

Strumento utilizzato:

PENETROMETRO STATICO tipo:

Caratteristiche:

- punta conica meccanica $\varnothing 35.7$ mm, angolo di apertura $\alpha = 60^\circ$ - (area punta $A_p = 10 \text{ cm}^2$)
- manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' ($\varnothing 35.7$ mm - h 133 mm - sup. lat. Am. = 150 cm^2)
- velocità di avanzamento costante $V = 2 \text{ cm / sec}$ ($\pm 0,5 \text{ cm / sec}$)
- spinta max nominale dello strumento S_{max} variabile a seconda del tipo
- costante di trasformazione (lett. \Rightarrow spinta) $C_t = \text{spinta (Kg)} / \text{LETTURA al manometro}$

$$\text{fase 1 - resistenza alla punta} \quad q_c \text{ (Kg / cm}^2\text{)} = L_1 \times C_t / 10$$

$$\text{fase 2 - resistenza laterale locale} \quad f_s \text{ (Kg / cm}^2\text{)} = (L_2 - L_1) \times C_t / 150$$

$$\text{fase 3 - resistenza totale} \quad R_t \text{ (Kg)} = (L_t) \times C_t$$

$$q_c / f_s = \text{rapporto Begemann}$$

- L1. punta = lettura di campagna durante l' infissione della sola punta (fase 1)
- L2. totale = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto (fase 2)
- Lt. aste = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (fase 3)

N.B. : la spinta S (Kg) , corrispondente a ciascuna fase , si ottiene moltiplicando la corrispondente lettura di campagna L per la costante di trasformazione C_t .

N.B. : causa la distanza intercorrente (20 cm circa) fra il manicotto laterale e la punta conica del penetrometro , la resistenza laterale locale f_s viene computata 20 cm sopra la punta .

CONVERSIONI

$$1 \text{ kN (kiloNewton)} = 1000 \text{ N} \approx 100 \text{ kg} = 0,1 \text{ t} - 1 \text{ MN (megaNewton)} = 1000 \text{ kN} = 1000000 \text{ N} \approx 100 \text{ t}$$

$$1 \text{ kPa (kiloPascal)} = 1 \text{ kN/m}^2 = 0,001 \text{ MN/m}^2 = 0,001 \text{ MPa} \approx 0,1 \text{ t/m}^2 = 0,01 \text{ kg/cm}^2$$

$$1 \text{ MPa (MegaPascal)} = 1 \text{ MN/m}^2 = 1000 \text{ kN/m}^2 = 1000 \text{ kPa} \approx 100 \text{ t / m}^2 = 10 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{kg/cm}^2 = 10 \text{ t/m}^2 \approx 100 \text{ kN/m}^2 = 100 \text{ kPa} = 0,1 \text{ MN/m}^2 = 0,1 \text{ Mpa}$$

$$1 \text{ t} = 1000 \text{ kg} \approx 10 \text{ kN}$$

LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

Valutazioni in base al rapporto: **$F = (q_c / f_s)$**

(Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977)

valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

$F = q_c / f_s$	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
$F < 15$	TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
$15 < F \leq 30$	LIMI ED ARGILLE	COESIVE
$30 < F \leq 60$	LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	GRANULARI
$F > 60$	SABBIE E SABBIE CON GHIAIA	GRANULARI

Vengono inoltre riportate le valutazioni stratigrafiche fornite da Schmertmann (1978), ricavabili in base ai valori di q_c e di $FR = (f_s / q_c) \%$

- AO = argilla organica e terreni misti
- Att = argilla (inorganica) molto tenera
- At = argilla (inorganica) tenera
- Am = argilla (inorganica) di media consistenza
- Ac = argilla (inorganica) consistente
- Acc = argilla (inorganica) molto consistente
- ASL = argilla sabbiosa e limosa
- SAL = sabbia e limo / sabbia e limo argilloso
- Ss = sabbia sciolta
- Sm = sabbia mediamente addensata
- Sd = sabbia densa o cementata
- SC = sabbia con molti fossili, calcareniti

Secondo Schmertmann il valore della resistenza laterale da usarsi, dovrebbe essere pari a:

- $1/3 \pm 1/2$ di quello misurato , per depositi sabbiosi
- quello misurato (inalterato) , per depositi coesivi

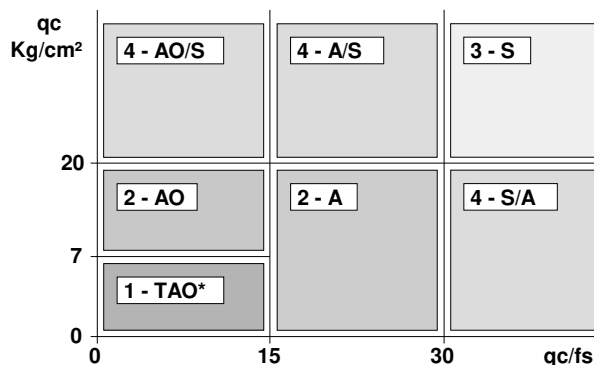
LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI

SCELTE LITOLOGICHE (validità orientativa)

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al rapporto q_c / f_s
(Begemann 1965 -Raccomandazioni A.G.I. 1977), prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :

$q_c \leq 20 \text{ kg/cm}^2$: possibili terreni COESIVI anche se $(q_c / f_s) > 30$

$q_c \geq 20 \text{ kg/cm}^2$: possibili terreni GRANULARI anche se $(q_c / f_s) < 30$



NATURA LITOLOGICA

- 1 - COESIVA (TORBOSA) ALTA COMPRIMIBILITA'
- 2 - COESIVA IN GENERE
- 3 - GRANULARE
- 4 - COESIVA / GRANULARE

PARAMETRI GEOTECNICI (validità orientativa) - simboli - correlazioni - bibliografia

- γ' = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [correlazioni : γ' - q_c - natura]
(Terzaghi & Peck 1967 -Bowles 1982)
- σ'_{vo} = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno (valutata in base ai valori di γ')
- C_u = coesione non drenata (terreni coesivi) [correlazioni : C_u - q_c]
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi) [correlazioni : OCR - C_u - σ'_{vo}]
(Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983)
- E_u = modulo di deformazione non drenato (terr.coes.) [correl. : E_u - C_u - OCR - I_p I_p = indice plastico]
 E_{u50} - E_{u25} corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico corrisp. al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976)
- E' = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [correlazioni : E' - q_c]
 E'_{50} - E'_{25} corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico corrisp. al 50-25% (coefficiente di sicurezza $F = 2 - 4$ rispettivamente)
(Schmertmann 1970 / 1978 - Jamiolkowski et al. 1983)
- M_o = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [correl. : M_o - q_c - natura]
(Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973)
- D_r = densità relativa (terreni granulari N. C. - normalmente consolidati)
[correlazioni : D_r - q_c - σ'_{vo}] (Schmertmann 1976)
- ϕ' = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C.) [correl. : ϕ' - D_r - q_c - σ'_{vo}]
(Schmertmann 1978 - Durgunoglu & Mitchell 1975 - Meyerhof 1956 / 1976)
 ϕ'_{1s} - (Schmertmann) sabbia fine uniforme ϕ'_{2s} - sabbia media uniforme/ fine ben gradata
 ϕ'_{3s} - sabbia grossa uniforme/ media ben gradata
 ϕ'_{4s} - sabbia-ghiaia poco limosa/ ghiaietto uniorme
- ϕ'_{dm} - (Durgunoglu & Mitchell) sabbie N.C. ϕ'_{my} - (Meyerhof) sabbie limose
- A_{max} = accelerazione al suolo che può causare liquefazione (terreni granulari)
(g = acc.gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976) [correlazioni : (A_{max}/g) - D_r]

PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 1

2.0105-PG076

- committente : Ing. Nucci Rossano
- lavoro : indagine geognostica
- località : località Cerretti - Santa Maria a Monte (PI)
- assist. cantiere :

- data : 13/07/2023
- quota inizio : Piano Campagna
- falda :
- data di emissione : 13/07/2023

- note : -11.0m fine prova per LLTT>>; acqua -6.4m

prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs	prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs
m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	10,0	----	10,0	1,33	7,0	5,80	38,0	54,0	38,0	1,67	23,0
0,40	33,0	53,0	33,0	1,20	27,0	6,00	47,0	72,0	47,0	1,33	35,0
0,60	51,0	69,0	51,0	1,47	35,0	6,20	44,0	64,0	44,0	1,47	30,0
0,80	24,0	46,0	24,0	1,47	16,0	6,40	27,0	49,0	27,0	1,13	24,0
1,00	19,0	41,0	19,0	1,33	14,0	6,60	26,0	43,0	26,0	1,20	22,0
1,20	14,0	34,0	14,0	1,73	8,0	6,80	37,0	55,0	37,0	1,87	20,0
1,40	17,0	43,0	17,0	1,27	13,0	7,00	36,0	64,0	36,0	1,80	20,0
1,60	19,0	38,0	19,0	1,53	12,0	7,20	29,0	56,0	29,0	1,07	27,0
1,80	44,0	67,0	44,0	1,93	23,0	7,40	24,0	40,0	24,0	0,93	26,0
2,00	65,0	94,0	65,0	3,33	20,0	7,60	23,0	37,0	23,0	1,20	19,0
2,20	49,0	99,0	49,0	3,93	12,0	7,80	23,0	41,0	23,0	1,33	17,0
2,40	61,0	120,0	61,0	3,20	19,0	8,00	31,0	51,0	31,0	1,80	17,0
2,60	66,0	114,0	66,0	3,67	18,0	8,20	21,0	48,0	21,0	1,20	17,0
2,80	50,0	105,0	50,0	3,13	16,0	8,40	20,0	38,0	20,0	0,93	21,0
3,00	96,0	143,0	96,0	6,20	15,0	8,60	19,0	33,0	19,0	0,80	24,0
3,20	133,0	226,0	133,0	5,80	23,0	8,80	38,0	50,0	38,0	1,47	26,0
3,40	84,0	171,0	84,0	6,13	14,0	9,00	62,0	84,0	62,0	2,13	29,0
3,60	79,0	171,0	79,0	2,33	34,0	9,20	41,0	73,0	41,0	1,53	27,0
3,80	96,0	131,0	96,0	2,80	34,0	9,40	26,0	49,0	26,0	1,27	21,0
4,00	158,0	200,0	158,0	5,67	28,0	9,60	40,0	59,0	40,0	1,20	33,0
4,20	138,0	223,0	138,0	9,20	15,0	9,80	47,0	65,0	47,0	2,13	22,0
4,40	195,0	333,0	195,0	4,73	41,0	10,00	31,0	63,0	31,0	1,73	18,0
4,60	151,0	222,0	151,0	8,67	17,0	10,20	25,0	51,0	25,0	1,67	15,0
4,80	76,0	206,0	76,0	5,60	14,0	10,40	29,0	54,0	29,0	1,07	27,0
5,00	83,0	167,0	83,0	2,20	38,0	10,60	76,0	92,0	76,0	2,60	29,0
5,20	175,0	208,0	175,0	6,27	28,0	10,80	274,0	313,0	274,0	6,47	42,0
5,40	48,0	142,0	48,0	3,13	15,0	11,00	241,0	338,0	241,0	-----	----
5,60	27,0	74,0	27,0	1,07	25,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo da 20 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 2

2.0105-PG076

- committente : Ing. Nucci Rossano
- lavoro : indagine geognostica
- località : località Cerretti - Santa Maria a Monte (PI)
- assist. cantiere :

- data : 13/07/2023
- quota inizio : Piano Campagna
- falda :
- data di emissione : 13/07/2023

- note : -10.8m fine prova per LLTT>>; acqua no

prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs	prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs
m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	9,0	----	9,0	1,93	5,0	5,60	28,0	61,0	28,0	1,73	16,0
0,40	35,0	64,0	35,0	1,00	35,0	5,80	18,0	44,0	18,0	1,53	12,0
0,60	52,0	67,0	52,0	1,73	30,0	6,00	19,0	42,0	19,0	0,93	20,0
0,80	22,0	48,0	22,0	2,53	9,0	6,20	19,0	33,0	19,0	0,60	32,0
1,00	17,0	55,0	17,0	1,93	9,0	6,40	21,0	30,0	21,0	0,73	29,0
1,20	17,0	46,0	17,0	1,80	9,0	6,60	21,0	32,0	21,0	0,93	22,0
1,40	31,0	58,0	31,0	2,07	15,0	6,80	24,0	38,0	24,0	1,20	20,0
1,60	37,0	68,0	37,0	3,07	12,0	7,00	24,0	42,0	24,0	1,27	19,0
1,80	55,0	101,0	55,0	2,53	22,0	7,20	21,0	40,0	21,0	1,13	19,0
2,00	93,0	131,0	93,0	2,47	38,0	7,40	21,0	38,0	21,0	0,93	22,0
2,20	99,0	136,0	99,0	5,00	20,0	7,60	20,0	34,0	20,0	1,47	14,0
2,40	90,0	165,0	90,0	3,53	25,0	7,80	35,0	57,0	35,0	1,87	19,0
2,60	111,0	164,0	111,0	3,80	29,0	8,00	25,0	53,0	25,0	1,40	18,0
2,80	108,0	165,0	108,0	2,93	37,0	8,20	21,0	42,0	21,0	1,40	15,0
3,00	79,0	123,0	79,0	4,27	19,0	8,40	24,0	45,0	24,0	1,67	14,0
3,20	62,0	126,0	62,0	6,47	10,0	8,60	27,0	52,0	27,0	1,93	14,0
3,40	28,0	125,0	28,0	2,80	10,0	8,80	27,0	56,0	27,0	2,00	14,0
3,60	108,0	150,0	108,0	4,00	27,0	9,00	46,0	76,0	46,0	2,40	19,0
3,80	142,0	202,0	142,0	4,33	33,0	9,20	40,0	76,0	40,0	2,40	17,0
4,00	61,0	126,0	61,0	2,33	26,0	9,40	37,0	73,0	37,0	2,13	17,0
4,20	74,0	109,0	74,0	2,93	25,0	9,60	37,0	69,0	37,0	2,20	17,0
4,40	40,0	84,0	40,0	1,87	21,0	9,80	28,0	61,0	28,0	2,27	12,0
4,60	65,0	93,0	65,0	2,33	28,0	10,00	42,0	76,0	42,0	2,47	17,0
4,80	46,0	81,0	46,0	3,00	15,0	10,20	93,0	130,0	93,0	3,47	27,0
5,00	33,0	78,0	33,0	1,87	18,0	10,40	100,0	152,0	100,0	4,60	22,0
5,20	34,0	62,0	34,0	1,73	20,0	10,60	278,0	347,0	278,0	15,87	18,0
5,40	48,0	74,0	48,0	2,20	22,0	10,80	137,0	375,0	137,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo da 20 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann ϕ = 35.7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

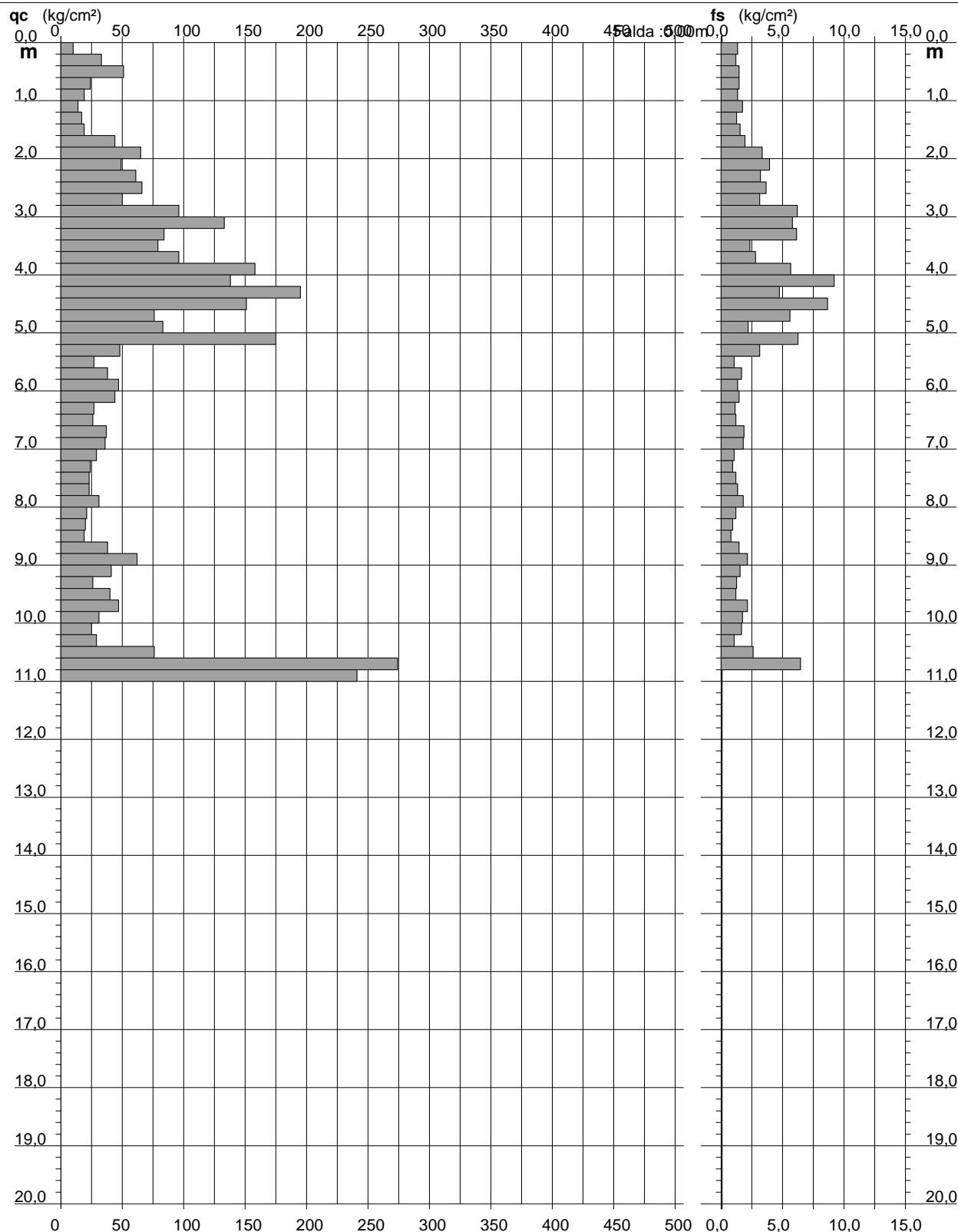
CPT 1

2.0105-PG076

- committente : Ing. Nucci Rossano
- lavoro : indagine geognostica
- località : località Cerretti - Santa Maria a Monte (PI)
- assist. cantiere :

- data : 13/07/2023
- quota inizio : Piano Campagna
- falda :
- data di emissione : 13/07/2023

- note : -11.0m fine prova per LLTT>>; acqua -6.4m



PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA

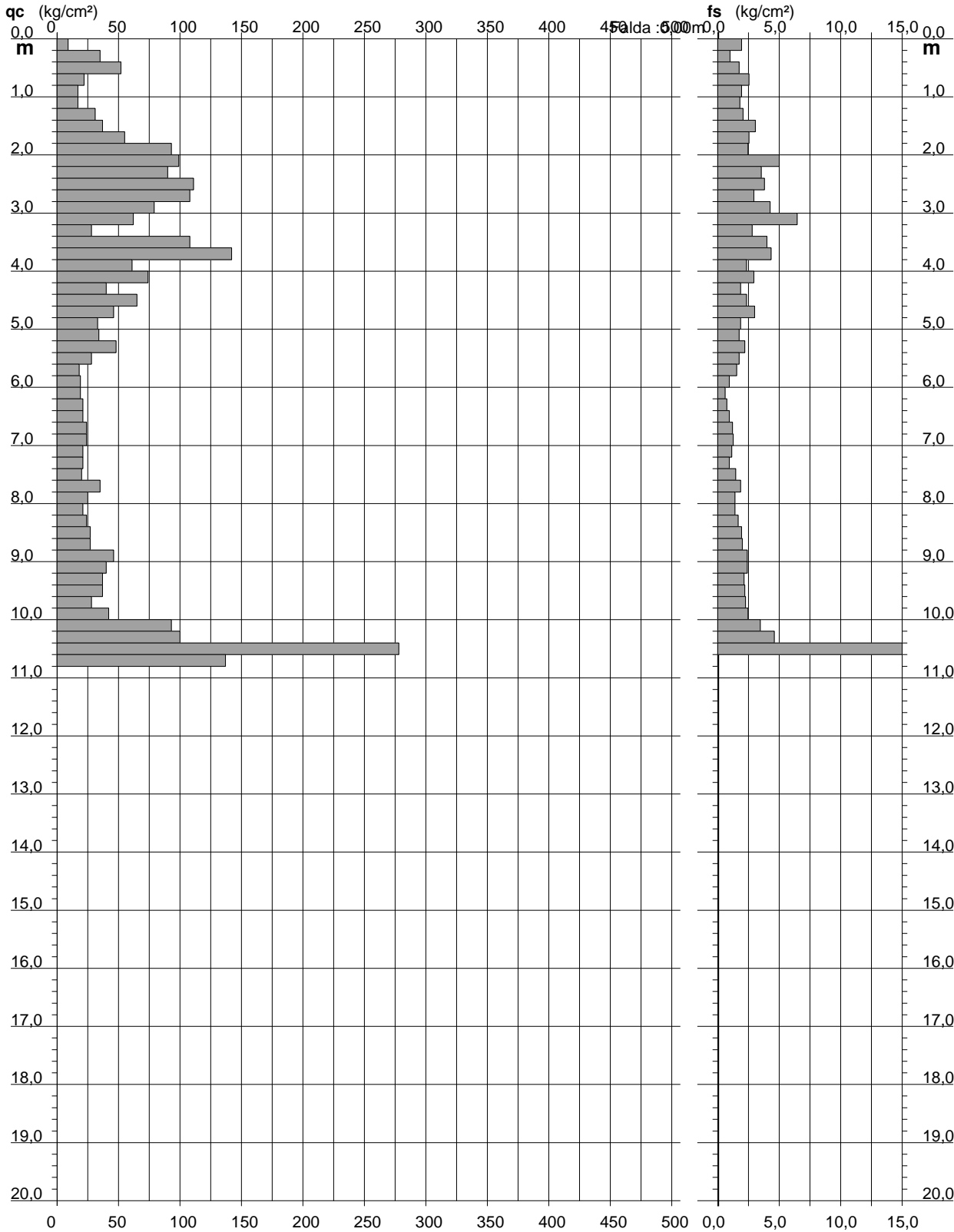
CPT 2

2.0105-PG076

- committente : Ing. Nucci Rossano
- lavoro : indagine geognostica
- località : località Cerretti - Santa Maria a Monte (PI)
- assist. cantiere :

- note : -10.8m fine prova per LLTT>>; acqua no

- data : 13/07/2023
- quota inizio : Piano Campagna
- falda :
- data di emissione : 13/07/2023



PROVA PENETROMETRICA STATICA
VALUTAZIONI LITOLOGICHE

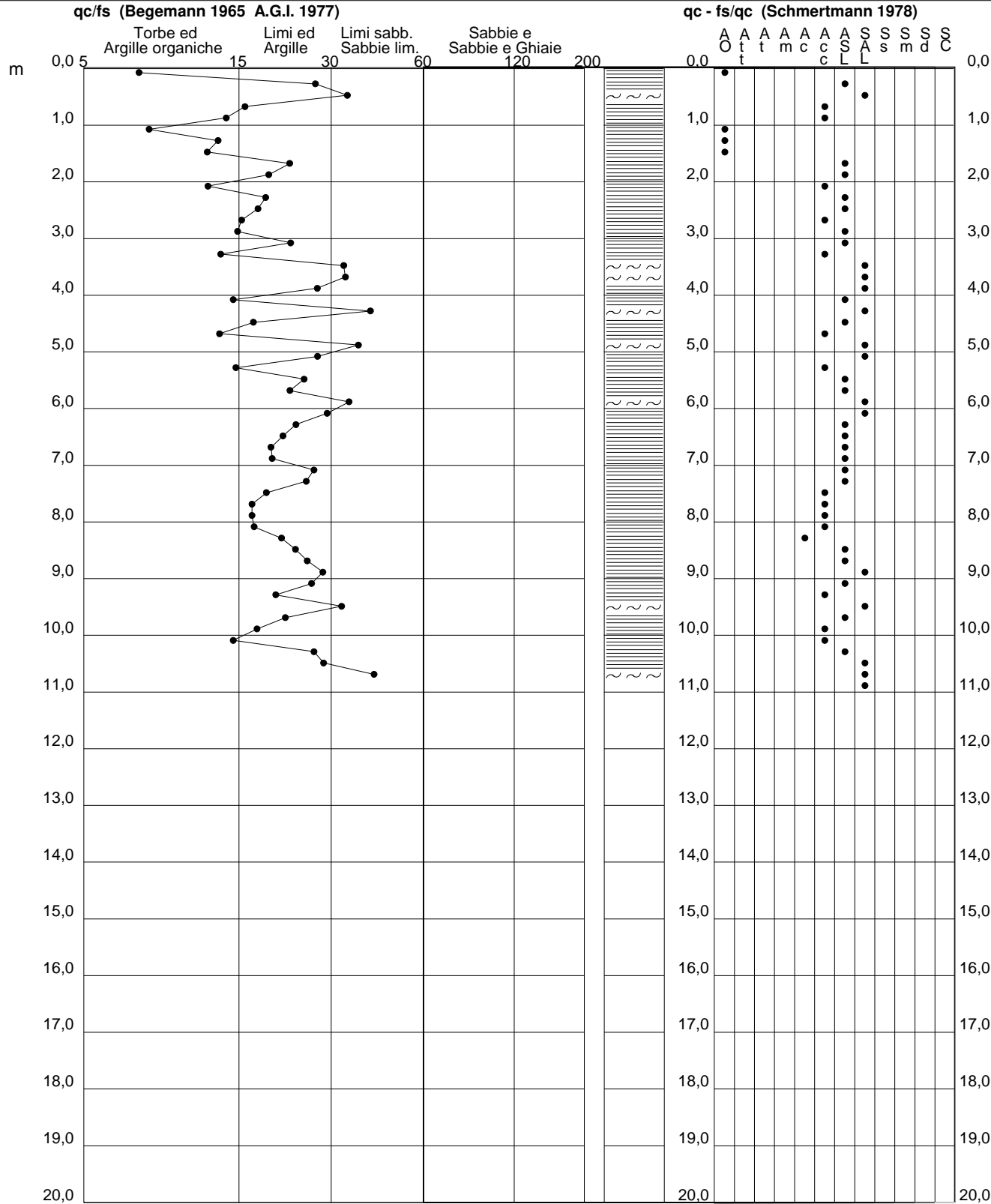
CPT 1

2.0105-PG076

- committente : Ing. Nucci Rossano
- lavoro : indagine geognostica
- località : località Cerretti - Santa Maria a Monte (PI)
- assist. cantiere :

- note : -11.0m fine prova per LLTT>>; acqua -6.4m

- data : 13/07/2023
- quota inizio : Piano Campagna
- falda :
- data di emissione : 13/07/2023



PROVA PENETROMETRICA STATICA
VALUTAZIONI LITOLOGICHE

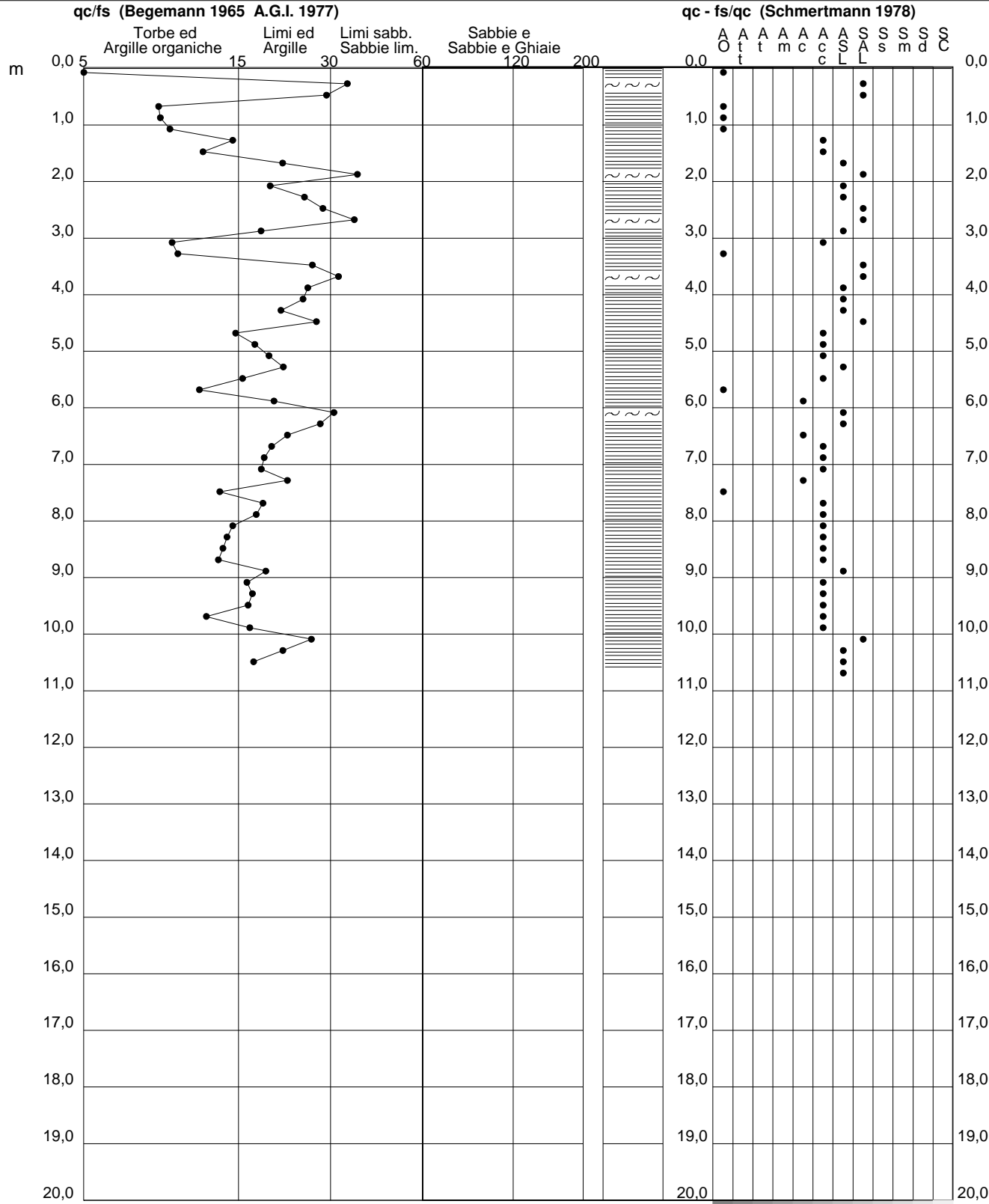
CPT 2

2.0105-PG076

- committente : Ing. Nucci Rossano
- lavoro : indagine geognostica
- località : località Cerretti - Santa Maria a Monte (PI)
- assist. cantiere :

- note : -10.8m fine prova per LLTT>>; acqua no

- data : 13/07/2023
- quota inizio : Piano Campagna
- falda :
- data di emissione : 13/07/2023



PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 1

2.0105-PG076

- committente : Ing. Nucci Rossano
- lavoro : indagine geognostica
- località : località Cerretti - Santa Maria a Monte (PI)
- assist. cantiere :

- note : -11.0m fine prova per LLTT>>; acqua -6.4m

- data : 13/07/2023
- quota inizio : Piano Campagna
- falda :
- data di emissione : 13/07/2023

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE										
Prof. m	qc kg/cm²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	10	7	2:///	0,90	0,02	0,50	99,9	85	128	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	33	27	4:/:	0,97	0,04	1,10	99,9	187	281	99	100	42	43	45	46	45	29	0,258	55	83	99
0,60	51	35	3:::	0,92	0,06	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	31	0,258	85	128	153
0,80	24	16	4:/:	0,94	0,07	0,89	99,9	151	227	72	86	40	42	43	45	42	28	0,210	40	60	72
1,00	19	14	2:///	0,99	0,09	0,78	87,3	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	14	8	2:///	0,94	0,11	0,64	54,3	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	17	13	2:///	0,97	0,13	0,72	52,3	123	184	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	19	12	2:///	0,99	0,15	0,78	48,0	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,80	44	23	4:/:	1,00	0,17	1,47	91,1	249	374	132	87	40	42	43	45	41	31	0,212	73	110	132
2,00	65	20	4:/:	1,02	0,19	2,17	99,9	368	553	195	97	42	43	44	46	42	32	0,249	108	163	195
2,20	49	12	4:/:	1,01	0,21	1,63	80,1	278	417	147	85	40	41	43	45	41	31	0,207	82	123	147
2,40	61	19	4:/:	1,02	0,23	2,03	94,0	346	519	183	90	41	42	44	45	41	32	0,225	102	153	183
2,60	66	18	4:/:	1,02	0,25	2,20	93,4	374	561	198	91	41	42	44	45	41	32	0,227	110	165	198
2,80	50	16	4:/:	1,01	0,27	1,67	60,0	283	425	150	80	39	41	43	44	40	31	0,189	83	125	150
3,00	96	15	4:/:	1,05	0,29	3,20	99,9	544	816	288	100	42	43	45	46	42	34	0,258	160	240	288
3,20	133	23	4:/:	1,07	0,32	4,43	99,9	754	1131	399	100	42	43	45	46	43	35	0,258	222	333	399
3,40	84	14	4:/:	1,04	0,34	2,80	88,5	476	714	252	93	41	42	44	45	41	33	0,232	140	210	252
3,60	79	34	3:::	0,97	0,36	--	--	--	--	--	89	40	42	43	45	41	33	0,220	132	198	237
3,80	96	34	3:::	0,99	0,38	--	--	--	--	--	94	41	43	44	46	41	34	0,238	160	240	288
4,00	158	28	4:/:	1,09	0,40	5,27	99,9	895	1343	474	100	42	43	45	46	43	36	0,258	263	395	474
4,20	138	15	4:/:	1,08	0,42	4,60	99,9	782	1173	414	100	42	43	45	46	42	36	0,258	230	345	414
4,40	195	41	3:::	1,14	0,44	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	43	38	0,258	325	488	585
4,60	151	17	4:/:	1,09	0,46	5,03	99,9	856	1284	453	100	42	43	45	46	42	36	0,258	252	378	453
4,80	76	14	4:/:	1,03	0,49	2,53	49,6	431	646	228	80	39	41	43	44	39	33	0,191	127	190	228
5,00	83	38	3:::	0,97	0,50	--	--	--	--	--	82	40	41	43	45	39	33	0,197	138	208	249
5,20	175	28	4:/:	1,11	0,53	5,83	99,9	992	1488	525	100	42	43	45	46	42	37	0,258	292	438	525
5,40	48	15	4:/:	1,01	0,55	1,60	24,0	272	408	144	61	37	39	41	43	36	31	0,135	80	120	144
5,60	27	25	4:/:	0,95	0,57	0,95	12,0	161	242	81	41	34	36	39	41	33	28	0,082	45	68	81
5,80	38	23	4:/:	0,99	0,59	1,27	16,5	215	323	114	52	35	37	40	42	35	30	0,109	63	95	114
6,00	47	35	3:::	0,91	0,60	--	--	--	--	--	58	36	38	40	43	36	31	0,126	78	118	141
6,20	44	30	4:/:	1,00	0,62	1,47	18,3	249	374	132	55	36	38	40	42	35	31	0,118	73	110	132
6,40	27	24	4:/:	0,95	0,64	0,95	10,2	161	242	81	38	33	36	38	41	32	28	0,075	45	68	81
6,60	26	22	4:/:	0,95	0,66	0,93	9,6	159	239	78	36	33	36	38	41	32	28	0,070	43	65	78
6,80	37	20	4:/:	0,99	0,68	1,23	13,2	210	315	111	47	35	37	39	42	34	30	0,097	62	93	111
7,00	36	20	4:/:	0,99	0,70	1,20	12,3	204	306	108	46	34	37	39	42	33	30	0,093	60	90	108
7,20	29	27	4:/:	0,96	0,72	0,98	9,3	172	257	87	37	33	36	38	41	32	29	0,074	48	73	87
7,40	24	26	4:/:	0,94	0,74	0,89	7,9	178	267	72	30	32	35	38	40	31	28	0,058	40	60	72
7,60	23	19	4:/:	0,94	0,76	0,87	7,4	186	279	69	28	32	35	37	40	30	28	0,054	38	58	69
7,80	23	17	4:/:	0,94	0,78	0,87	7,2	193	289	69	28	32	35	37	40	30	28	0,053	38	58	69
8,00	31	17	4:/:	0,97	0,80	1,03	8,7	189	283	93	37	33	36	38	41	32	29	0,074	52	78	93
8,20	21	17	4:/:	0,93	0,81	0,82	6,4	212	317	63	23	31	34	37	40	29	27	0,044	35	53	63
8,40	20	21	4:/:	0,93	0,83	0,80	6,0	221	331	60	21	31	34	37	40	29	27	0,040	33	50	60
8,60	19	24	2:///	0,99	0,85	0,78	5,6	230	346	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,80	38	26	4:/:	0,99	0,87	1,27	10,0	215	323	114	42	34	36	39	41	32	30	0,085	63	95	114
9,00	62	29	4:/:	1,02	0,89	2,07	17,9	351	527	186	58	36	38	40	43	35	32	0,126	103	155	186
9,20	41	27	4:/:	1,00	0,91	1,37	10,4	232	349	123	44	34	36	39	41	33	30	0,088	68	103	123
9,40	26	21	4:/:	0,95	0,93	0,93	6,2	244	365	78	27	32	35	37	40	30	28	0,052	43	65	78
9,60	40	33	3:::	0,90	0,95	--	--	--	--	--	42	34	36	39	41	32	30	0,084	67	100	120
9,80	47	22	4:/:	1,01	0,97	1,57	11,4	266	400	141	47	35	37	39	42	33	31	0,096	78	118	141
10,00	31	18	4:/:	0,97	0,99	1,03	6,6	253	380	93	32	32	35	38	41	30	29	0,062	52	78	93
10,20	25	15	4:/:	0,94	1,01	0,91	5,5	273	410	75	24	31	34	37	40	29	28	0,046	42	63	75
10,40	29	27	4:/:	0,96	1,03	0,98	5,9	273	409	87	29	32	35	37	40	30	29	0,055	48	73	87
10,60	76	29	4:/:	1,03	1,05	2,53	18,9	431	646	228	61	37	39	41	43	35	33	0,134	127	190	228
10,80	274	42	3:::	1,15	1,07	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	40	0,258	457	685	822
11,00	241	--	3:::	1,15	1,09	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	39	0,258	402	603	723

PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 2

2.0105-PG076

- committente : Ing. Nucci Rossano
- lavoro : indagine geognostica
- località : località Cerretti - Santa Maria a Monte (PI)
- assist. cantiere :

- data : 13/07/2023
- quota inizio : Piano Campagna
- falda :
- data di emissione : 13/07/2023

- note : -10.8m fine prova per LLTT>>; acqua no

NATURA COESIVA												NATURA GRANULARE											
Prof. m	qc kg/cm²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²		
0,20	9	5	2////	0,88	0,02	0,45	99,9	77	115	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
0,40	35	35	3:::	0,89	0,04	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	29	0,258	58	88	105		
0,60	52	30	4:/:	1,01	0,06	1,73	99,9	295	442	156	100	42	43	45	46	45	31	0,258	87	130	156		
0,80	22	9	4:/:	0,93	0,07	0,85	99,9	144	216	66	83	40	41	43	45	42	28	0,201	37	55	66		
1,00	17	9	2////	0,97	0,09	0,72	80,9	123	184	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
1,20	17	9	2////	0,97	0,11	0,72	63,9	123	184	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
1,40	31	15	4:/:	0,97	0,13	1,03	82,0	176	264	93	81	39	41	43	44	41	29	0,193	52	78	93		
1,60	37	12	4:/:	0,99	0,15	1,23	85,9	210	315	111	84	40	41	43	45	41	30	0,202	62	93	111		
1,80	55	22	4:/:	1,01	0,17	1,83	99,9	312	467	165	94	41	43	44	46	42	31	0,238	92	138	165		
2,00	93	38	3:::	0,99	0,19	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	44	33	0,258	155	233	279		
2,20	99	20	4:/:	1,05	0,21	3,30	99,9	561	842	297	100	42	43	45	46	44	34	0,258	165	248	297		
2,40	90	25	4:/:	1,04	0,23	3,00	99,9	510	765	270	100	42	43	45	46	43	33	0,258	150	225	270		
2,60	111	29	4:/:	1,06	0,26	3,70	99,9	629	944	333	100	42	43	45	46	43	34	0,258	185	278	333		
2,80	108	37	3:::	1,01	0,28	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	43	34	0,258	180	270	324		
3,00	79	19	4:/:	1,03	0,30	2,63	96,5	448	672	237	94	41	42	44	45	41	33	0,236	132	198	237		
3,20	62	10	4:/:	1,02	0,32	2,07	65,6	351	527	186	84	40	41	43	45	40	32	0,202	103	155	186		
3,40	28	10	4:/:	0,96	0,34	0,97	23,5	164	246	84	55	36	38	40	42	36	28	0,117	47	70	84		
3,60	108	27	4:/:	1,06	0,36	3,60	99,9	612	918	324	100	42	43	45	46	42	34	0,258	180	270	324		
3,80	142	33	3:::	1,06	0,38	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	43	36	0,258	237	355	426		
4,00	61	26	4:/:	1,02	0,40	2,03	48,2	346	519	183	77	39	41	42	44	39	32	0,182	102	153	183		
4,20	74	25	4:/:	1,03	0,42	2,47	57,6	419	629	222	83	40	41	43	45	40	32	0,199	123	185	222		
4,40	40	21	4:/:	1,00	0,44	1,33	25,2	227	340	120	61	36	39	41	43	36	30	0,132	67	100	120		
4,60	65	28	4:/:	1,02	0,46	2,17	43,7	368	553	195	76	39	40	42	44	39	32	0,178	108	163	195		
4,80	46	15	4:/:	1,01	0,48	1,53	26,9	261	391	138	63	37	39	41	43	37	31	0,140	77	115	138		
5,00	33	18	4:/:	0,97	0,50	1,10	16,9	187	281	99	51	35	37	40	42	35	29	0,106	55	83	99		
5,20	34	20	4:/:	0,98	0,52	1,13	16,7	193	289	102	51	35	37	40	42	35	29	0,106	57	85	102		
5,40	48	22	4:/:	1,01	0,54	1,60	24,5	272	408	144	62	37	39	41	43	36	31	0,136	80	120	144		
5,60	28	16	4:/:	0,96	0,56	0,97	12,5	164	246	84	42	34	36	39	41	33	28	0,086	47	70	84		
5,80	18	12	2////	0,98	0,58	0,75	8,7	137	205	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
6,00	19	20	2////	0,99	0,60	0,78	8,7	141	212	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
6,20	19	32	4:/:	0,92	0,62	0,78	8,4	146	219	58	27	32	34	37	40	30	27	0,051	32	48	57		
6,40	21	29	4:/:	0,93	0,63	0,82	8,7	150	225	63	29	32	35	37	40	31	27	0,057	35	53	63		
6,60	21	22	4:/:	0,93	0,65	0,82	8,4	155	233	63	29	32	35	37	40	31	27	0,055	35	53	63		
6,80	24	20	4:/:	0,94	0,67	0,89	8,9	159	239	72	33	33	35	38	41	31	28	0,063	40	60	72		
7,00	24	19	4:/:	0,94	0,69	0,89	8,6	164	245	72	32	32	35	38	41	31	28	0,062	40	60	72		
7,20	21	19	4:/:	0,93	0,71	0,82	7,6	173	259	63	27	32	34	37	40	30	27	0,051	35	53	63		
7,40	21	22	4:/:	0,93	0,73	0,82	7,3	179	269	63	26	32	34	37	40	30	27	0,050	35	53	63		
7,60	20	14	4:/:	0,93	0,75	0,80	6,9	189	283	60	24	31	34	37	40	30	27	0,045	33	50	60		
7,80	35	19	4:/:	0,98	0,77	1,17	10,6	198	298	105	42	34	36	39	41	33	29	0,085	58	88	105		
8,00	25	18	4:/:	0,94	0,78	0,91	7,6	192	287	75	30	32	35	38	40	31	28	0,058	42	63	75		
8,20	21	15	4:/:	0,93	0,80	0,82	6,5	207	311	63	24	31	34	37	40	29	27	0,045	35	53	63		
8,40	24	14	4:/:	0,94	0,82	0,89	6,9	207	310	72	28	32	35	37	40	30	28	0,053	40	60	72		
8,60	27	14	4:/:	0,95	0,84	0,95	7,3	208	312	81	31	32	35	38	40	31	28	0,060	45	68	81		
8,80	27	14	4:/:	0,95	0,86	0,95	7,1	215	322	81	31	32	35	38	40	31	28	0,059	45	68	81		
9,00	46	19	4:/:	1,01	0,88	1,53	12,6	261	391	138	48	35	37	39	42	33	31	0,100	77	115	138		
9,20	40	17	4:/:	1,00	0,90	1,33	10,3	227	340	120	43	34	36	39	41	32	30	0,087	67	100	120		
9,40	37	17	4:/:	0,99	0,92	1,23	9,1	218	327	111	40	34	36	39	41	32	30	0,079	62	93	111		
9,60	37	17	4:/:	0,99	0,94	1,23	8,8	222	334	111	39	34	36	38	41	32	30	0,078	62	93	111		
9,80	28	12	4:/:	0,96	0,96	0,97	6,3	249	374	84	29	32	35	37	40	30	28	0,056	47	70	84		
10,00	42	17	4:/:	1,00	0,98	1,40	9,8	239	358	126	43	34	36	39	41	32	30	0,086	70	105	126		
10,20	93	27	4:/:	1,04	1,00	3,10	25,8	527	791	279	70	38	40	42	44	37	33	0,158	155	233	279		
10,40	100	22	4:/:	1,05	1,02	3,33	27,6	567	850	300	71	38	40	42	44	37	34	0,164	167	250	300		
10,60	278	18	4:/:	1,13	1,04	9,27	96,3	1575	2363	834	100	42	43	45	46	41	40	0,258	463	695	834		
10,80	137	--	3:::	1,06	1,06	--	--	--	--	--	81	39	41	43	45	38	35	0,194	228	343	411		

ALLEGATO 2

PROVE DI PERMEABILITÀ A CARICO COSTANTE



Postazione prova P1



Postazione prova P2

PROVA DI PERMEABILITA':

P1

Committenza:

Ing. Rossano Nucci

Data:

27-lug-23

Comune:

Santa Maria a Monte

Località

Via Mariani - Cerretti

Quota in m.s.l. :

13,3

Diametro pozzetto cilindrico in cm:

19

Tipo di prova:

carico d'acqua costante cm 22,5

Profondità pozzetto di prova

0,45 m dal p.c.

Terreno:

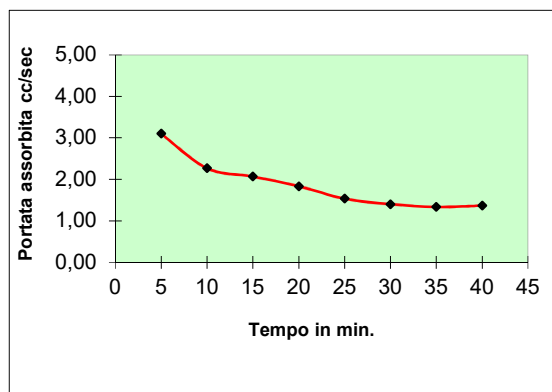
Sabbie limose addensate con ghiaietto e ciottoli

Livello falda in m dal p.c. :

6,00

GRAFICO ASSORBIMENTO/TEMPO

TABELLA RIASSUNTIVA PROVA



Tempo in min.	Volume acqua assorbito (in cc)	Portata assorbita (Q in cc/sec)	Coefficiente di permeabilità K in cm/sec
0			
5	930	3,10	2,31E-03
10	680	2,27	1,69E-03
15	620	2,07	1,54E-03
20	550	1,83	1,37E-03
25	460	1,53	1,14E-03
30	420	1,40	1,04E-03
35	400	1,33	9,93E-04
40	410	1,37	1,02E-03
45			
50			
55			

Coefficiente di permeabilità assunto: $K = 1,0 \times 10^{-3}$ cm/sec

PROVA DI PERMEABILITA':

P2

Committenza:

Ing. Rossano Nucci

Data:

27-lug-23

Comune:

Santa Maria a Monte

Località

Via Mariani - Cerretti

Quota in m.s.l. :

13,3

Diametro pozzetto cilindrico in cm:

21

Tipo di prova:

carico d'acqua costante cm 22,5

Profondità pozzetto di prova

0,48 m dal p.c.

Terreno:

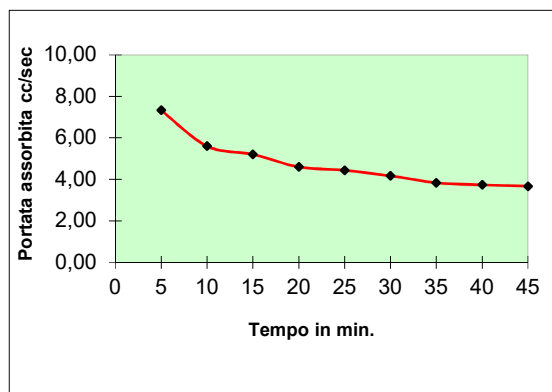
Sabbie limose addensate con ghiaietto

Livello falda in m dal p.c. :

6,00

GRAFICO ASSORBIMENTO/TEMPO

TABELLA RIASSUNTIVA PROVA

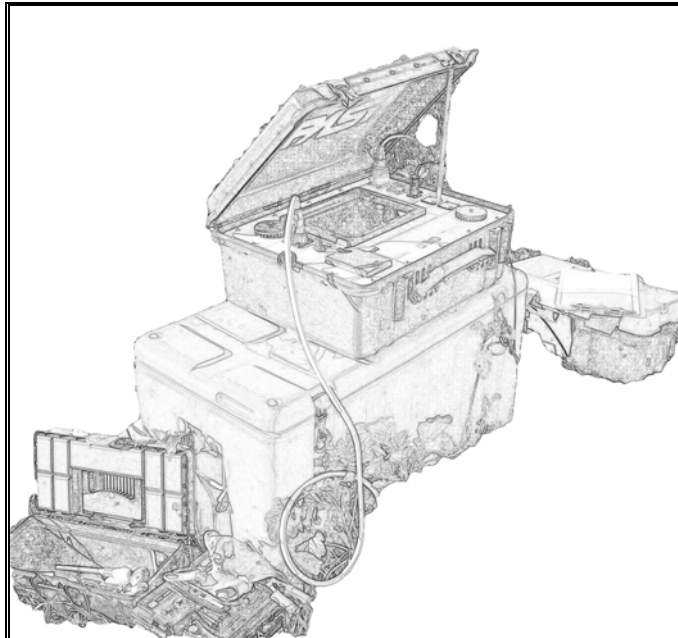


Tempo in min.	Volume acqua assorbito (in cc)	Portata assorbita (Q in cc/sec)	Coefficiente di permeabilità K in cm/sec
0			
5	2200	7,33	4,94E-03
10	1680	5,60	4,17E-03
15	1560	5,20	3,87E-03
20	1380	4,60	3,43E-03
25	1330	4,43	3,30E-03
30	1250	4,17	3,10E-03
35	1150	3,83	2,86E-03
40	1120	3,73	2,78E-03
45	1100	3,67	2,73E-03
50			
55			

Coefficiente di permeabilità assunto: $K = 2,7 \times 10^{-3}$ cm/sec

ALLEGATO 3

Indagine Sismica



Geotecnica

Geofisica

Monitoraggio idrogeologico



Indagini Ambientali

Committenza: Ing. Nucci Rossano

Località d'indagine: via Mariani – Località Cerretti – Santa Maria a Monte (PI)

data: 13 / 07 / 2023



indagine: M.A.S.W.

strumentazione: Ambrogeo Echo 12/24 2002
software di acquisizione: Ambrogeo v. 7.1.1 Segy
software di elaborazione: WinMASW 4.1 std

per la geOLUK s.r.l.,

l'Amministratore

GEOLUK s.r.l.
GEOGNOSTICA & GEOFISICA
www.geoluk.com info@geoluk.com

SEDE LEGALE: VIA DELLE FORNACETTE, 1 – 55100 (LU) SEDE OPERATIVA: VIA PER SORBANO DEL GIUDICE, 488 – 55100 (LU)
CODICE FISCALE E NUMERO DI ISCRIZIONE AL REGISTRO DELLE IMPRESE DI LUCCA: 02069440465
R.E.A. LUCCA N. 194371 - CAPITALE SOCIALE € 10.000,00 I.V.
TEL 393 9371580 - FAX 0583 469588 - www.geoluk.com - info@geoluk.com - geoluk@pec.it

INDICE

1. Premessa.....	3
1.1. Introduzione al metodo.....	3
2. Acquisizione.....	4
2.1.1. Strumentazione impiegata.....	4
3. Utilizzo del programma Winmasw.....	5
5. Ubicazione dell'area indagata e coordinate delle indagini in WGS84.	8

ALLEGATI e FIGURE

Sismogramma acquisito in campagna

Spettro di velocità e curva di dispersione e picking

Profilo verticale delle Vs

Esempio di modello stratigrafico

Ubicazione dell'area indagata (fuori scala)

1. Premessa

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto del sito in esame, ubicato in via Mariani, località Cerretti, a Santa Maria a Monte (PI), è stata effettuata per conto del Geol. Giovanni Lopane una serie di acquisizioni con la metodologia M.A.S.W., utili a definire il profilo superficiale verticale della V_s (velocità di propagazione delle onde di taglio).

1.1. Introduzione al metodo

La Metodologia M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves) adottata per il presente lavoro è una tecnica di investigazione sismica non invasiva del sottosuolo di tipo attivo, presentata nel 1999 in seguito agli studi effettuati dal Kansas Geological Survey (Park et al., 1999). Attraverso l'analisi delle onde superficiali di Rayleigh questa tecnica mira a ricostruire un profilo sismostratigrafico in onde di taglio lungo la verticale al di sotto dello stendimento (profilo V_s -z).

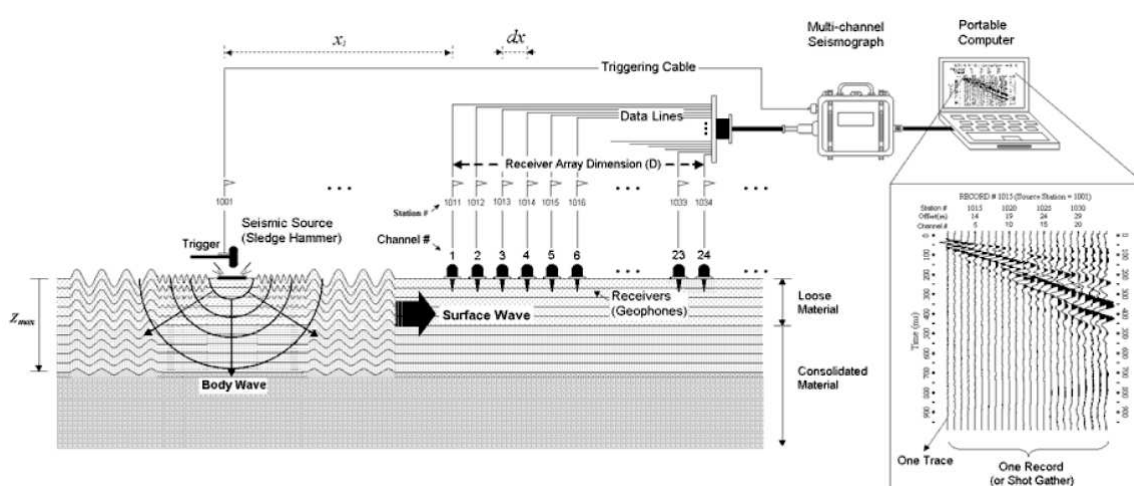


Figura 1. Illustrazione della tecnica di indagine eseguita (SurfSeis – Active Masw, 2006)

La propagazione delle onde nel caso di mezzi stratificati e trasversalmente isotropi avviene in maniera diversa rispetto ai mezzi omogenei; non esiste più una unica velocità ma ogni frequenza è caratterizzata da una diversa velocità di propagazione a sua volta legata alle varie lunghezze d'onda (fenomeno detto della dispersione in frequenza). Queste interessano il terreno a diverse profondità e risultano influenzate dalle caratteristiche elastiche, appunto variabili con la profondità. Le lunghezze d'onda più grandi corrispondono alle frequenze più basse e vanno ad

interessare il terreno più in profondità; al contrario le lunghezze d'onda più piccole, poiché sono associate alle frequenze più alte, rimangono nelle immediate vicinanze della superficie.

Come tutte le tecniche di investigazione del sottosuolo, anche la M.A.S.W. presenta dei limiti nella sua applicabilità e dei vantaggi che devono essere tenuti ben presenti nel momento in cui si pianifica e commissiona una campagna di investigazione geofisica. Brevemente i principali limiti della metodologia sono la necessità di operare in condizioni geologiche particolari (strati circa piano paralleli e lateralmente isotropi), la necessità di disporre di una taratura stratigrafica di riferimento fino alla profondità di interesse per ottimizzare il modello finale e la necessità di effettuare lo stendimento su superfici che non presentino brusche irregolarità morfologiche (salti, scalini...)

Per contro, i principali vantaggi della metodologia sono per esempio, a parità di profondità di investigazione, la possibilità di lavorare in ambienti con ingombri limitati, oppure al fine di poter ottimizzare il modello sismostratigrafico finale la possibilità di intervenire attivamente nel software di elaborazione in virtù delle conoscenze geologiche/geotecniche dell'area indagata. Inoltre, la tecnica M.A.S.W riesce, come ad es. il downhole, a rilevare il fenomeno dell'inversione di velocità.

2. Acquisizione

2.1.1. Strumentazione impiegata

Hardware

L'acquisizione è avvenuta tramite sismografo a 24 canali modello "Echo 12-24" (della *Ambrogeo* di Piacenza), collegato a geofoni verticali a frequenza propria di 4.5Hz.

Di seguito vengono brevemente elencate le caratteristiche tecniche del sismografo:

- Registrazione a 12 canali
- Impedenza di ingresso 20 Kohm
- Range dinamico: 93 dB
- Conversione A/D a 16 bit
- Intervallo di campionamento selezionabile a: 25, 50, 100, 200, 400, 800, 1000, 30000 ms
- Guadagno 10 dB – 100 dB, passo 1 dB
- Tensione di saturazione +/- 2,3 V
- Distorsione 0,01%
- Campionamento 130 ms
- Filtro passa basso da 50 a 950 Hz, passo 1 Hz
- Alimentazione 12V

Software

Per la registrazione in campagna del segnale sismico è stato utilizzato il software Ambrogeo v 7.1.1 Segy (della *Ambrogeo* di Piacenza) mentre, per le analisi dei dati acquisiti, è stato adottato il software *winMASW* 4.1.1 Std (della *Eliosoft* di Udine).

3. Utilizzo del programma *winMASW*

Al fine di fornire un supporto interpretativo dei dati acquisiti in campagna segue un esempio di elaborazione attraverso la determinazione dello spettro di velocità, identificazione curve di dispersione, inversione/modellazione di queste ultime, al fine di ricostruire un profilo verticale di massima della velocità delle onde di taglio (V_s) per stimare il valore del parametro V_s equivalente utile alla classificazione del terreno (determinazione della categoria di sottosuolo).

Resta tuttavia a carico del Geologo la validazione della proposta interpretativa in base alle proprie conoscenze in materia sismica e geologica del sito in esame.

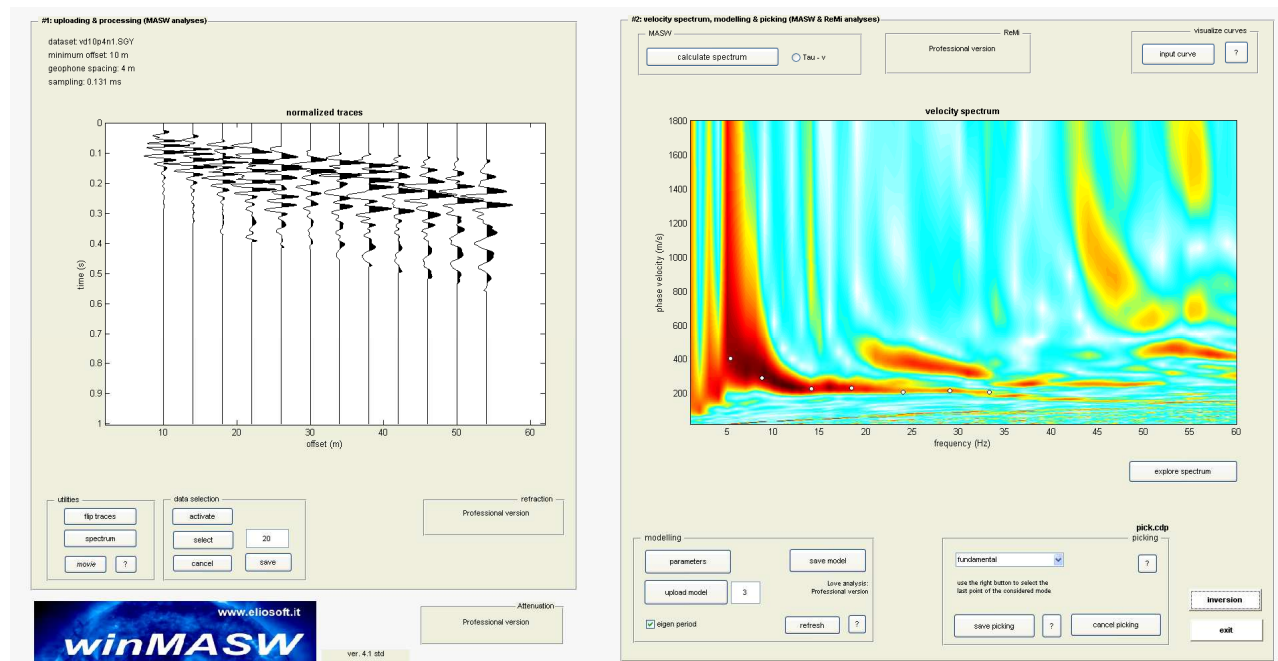


Fig. 2. Sulla sinistra i dati di campagna e, sulla destra, lo spettro di velocità calcolato.

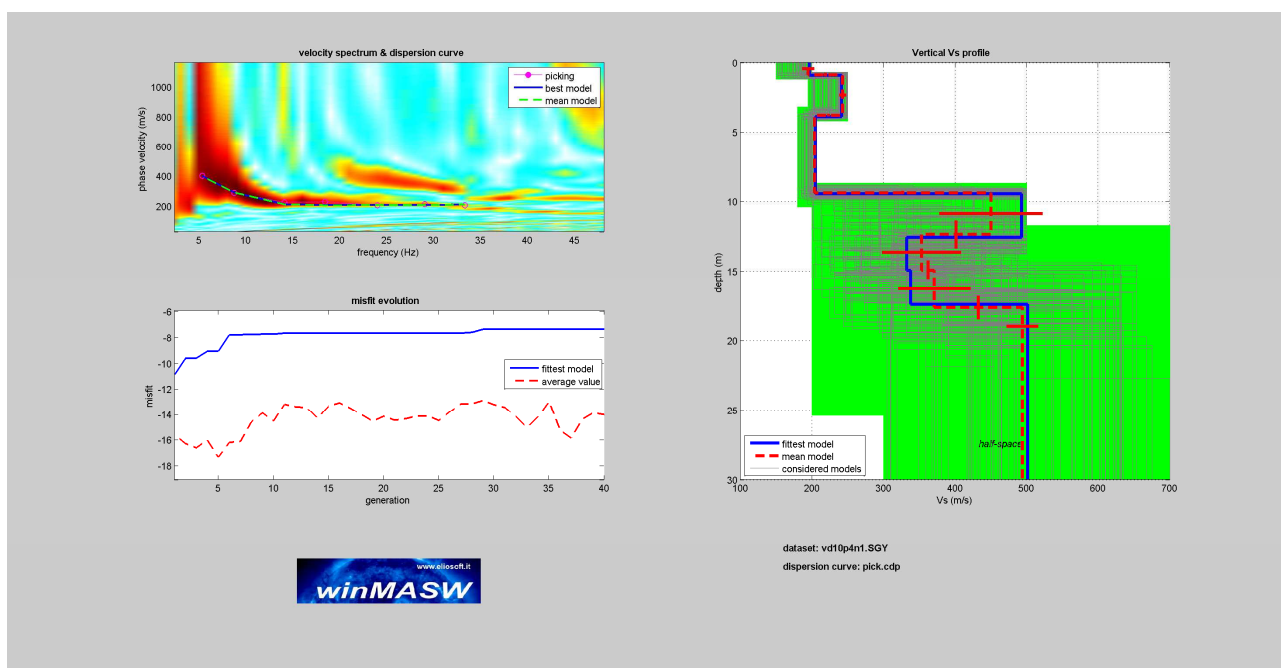


Fig. 3. Risultati dell'inversione della curva di dispersione determinata tramite l'analisi dei dati. In alto a sinistra: spettro osservato, curve di dispersione "piccate" e curve del modello individuato dall'inversione. Sulla destra il profilo verticale V_s identificato. In basso a sinistra l'evolversi del modello al passare delle "generazioni" (l'algoritmo utilizzato per l'inversione delle curve di dispersione appartiene alla classe degli *Algoritmi Genetici* – Dal Moro et al., 2007).

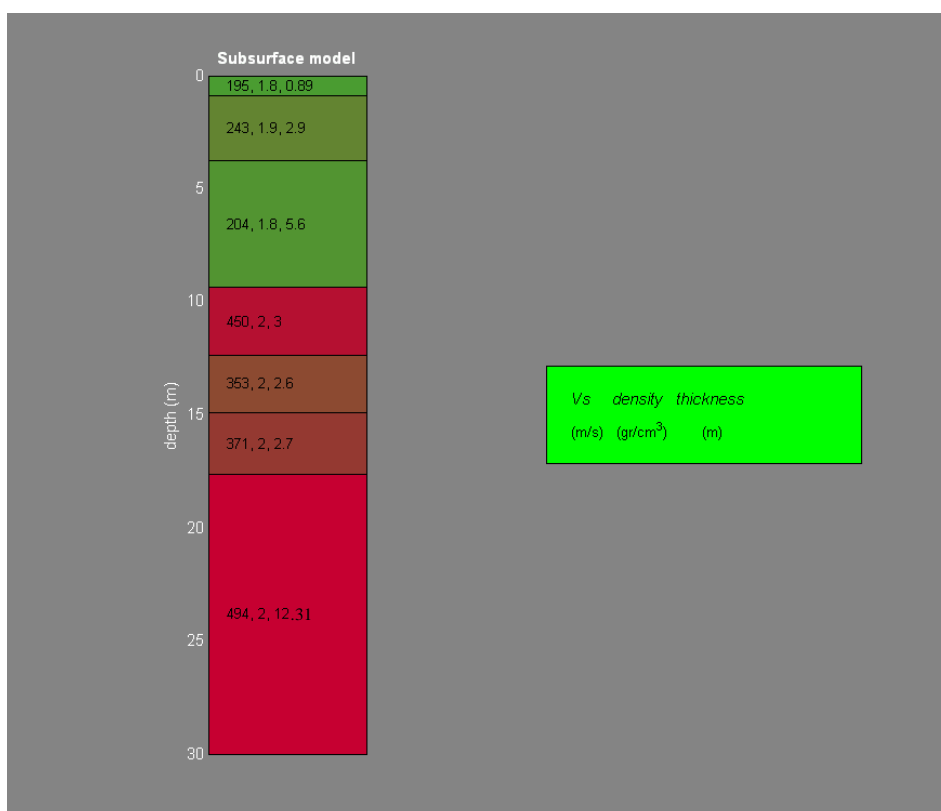


Fig. 4. Colonnina sismo-stratigrafica di massima del sito. Per ciascun strato indicate VS, densità (stimate) e spessori.

Dall'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh, a partire dai dati di sismica attiva raccolti con la tecnica M.A.S.W. e in riferimento alla ricostruzione stratigrafica (modello di partenza) ricavabile dalle informazioni/indagini puntuali a taratura messe a disposizione dalla Committenza, viene proposto un profilo sismostratigrafico della V_s monodimensionale al di sotto dello stendimento effettuato.

Sulla base dei dati disponibili viene pertanto calcolata la $V_{s,eq}$ - a partire dal piano campagna attuale - secondo le modalità di calcolo indicate nelle *Norme Tecniche per le Costruzioni 2018*:

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

con:

h_i spessore dell'i-esimo strato;

$V_{s,i}$ velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N numero di strati;

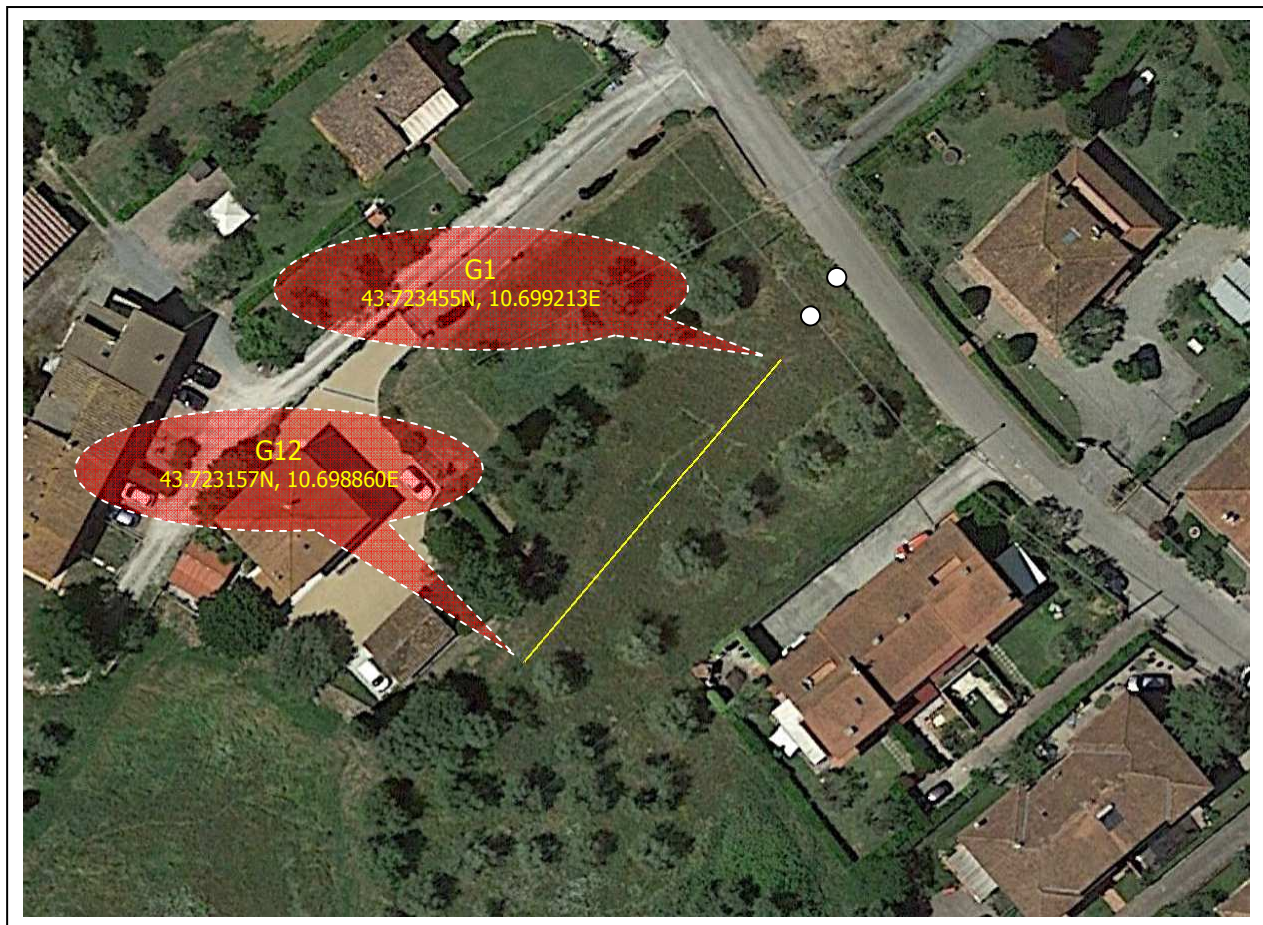
H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

$$V_{s,eq} = 333 \text{ m/s}$$

Tuttavia si ricorda che, sempre in ottemperanza alla Normativa, per la determinazione corretta della $V_{s,eq}$ il Geologo deve far riferimento alla profondità di imposta delle fondazioni previste nel progetto:


- per le fondazioni superficiali, tale profondità è riferita al piano di imposta delle stesse;
- 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.

5. Ubicazione dell'area indagata e coordinate delle indagini in WGS84



(fuori scala)

Legenda:

 Traccia della linea sismica (G1= geofono n.1)

 Shots eseguiti

ALLEGATO 4

Verifiche alla liquefazione

METODI SEMPLIFICATI

1 – INTRODUZIONE

Metodo di Robertson e Wride (1997)

Il 'metodo di Robertson e Wride' è basato sui risultati di prove CPT (*Cone Penetration Test*) ed utilizza l'indice di comportamento per il tipo di suolo I_C che viene calcolato mediante l'utilizzo della seguente formula:

$$I_c = \left[(3,47 - \log_{10} Q)^2 + (\log_{10} R_f + 1,22)^2 \right]^{0,5} \quad (5.0a)$$

$$Q = \frac{q_c - \sigma_{vo}}{Pa} \left(\frac{Pa}{\sigma'_{vo}} \right)^n \quad (5.0b)$$

$$R_f = \frac{f_s}{q_c - \sigma_{vo}} 100 \quad (5.0c)$$

dove:

q_c è la resistenza alla punta misurata

Pa è la tensione di riferimento (1 atmosfera) nelle stesse unità di σ'_{vo}

f_s è l'attrito del manicotto

n è un'esponente che dipende dal tipo di suolo.

Inizialmente si assume $n = 1$, come per un suolo argilloso e si procede al calcolo di I_C con la (5.0a).

Se $I_C > 2,6$ il suolo è probabilmente di tipo argilloso e l'analisi si ferma. Il terreno non si considera a rischio di liquefazione.

Se $I_C \leq 2,6$, vuol dire che l'ipotesi assunta è errata, il suolo è di natura granulare, Q verrà ricalcolato utilizzando la (5.0a) usando come esponente $n = 0,5$.

Se è ancora $I_C \leq 2,6$, significa che l'ipotesi è giusta e il suolo è probabilmente non plastico e granulare.

Se invece $I_C > 2,6$, vuol dire che l'ipotesi è di nuovo errata e il suolo è probabilmente limoso. Q deve essere nuovamente ricalcolato dalla (2.8b) ponendo $n = 0,75$.

Calcolato I_C , si procede con la correzione della resistenza alla punta misurata q_c mediante la seguente espressione:

$$q_{c1N} = \frac{q_c}{Pa} \left(\frac{Pa}{\sigma'_{vo}} \right)^n \quad (5.1)$$

Dove l'esponente di sforzo n è lo stesso utilizzato nel calcolo di I_C .

La correzione alla resistenza alla punta dovuta al contenuto di materiale fine viene determinata dalla seguente procedura:

Robertson e Wride classico

$$(q_{c1N})_{cs} = K_c q_{c1N} \quad (5.2a)$$

$$K_c = -0,403 I_c^4 + 5,581 I_c^3 - 21,63 I_c^2 + 33,75 I_c - 17,88 \quad (5.2b)$$

Robertson e Wride modificato

$$(q_{c1N})_{cs} = q_{c1N} + \Delta q_{c1N} \quad (5.3a)$$

$$\Delta q_{c1N} = \frac{K_c}{1 - K_c} q_{c1N} \quad (5.3b)$$

dove K_c dipende dal contenuto di fine, FC (%):

$$K_c = 0 \quad \text{per } FC \leq 5$$

$$K_c = 0,0267(FC - 5) \quad \text{per } 5 < FC \leq 35$$

$$K_c = 0,8 \quad \text{per } FC > 35$$

FC (%) viene calcolato mediante l'espressione seguente:

$$FC (\%) = 1,75 (I_C)^{3,25} - 3,7 \quad (5.4)$$

La resistenza alla liquefazione per una magnitudo pari a 7,5 (**CRR**_{7,5}) si calcola con le espressioni seguenti:

se $(q_{c1N})_{cs} < 50$

$$CRR = 0,833 \left[\frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000} \right] + 0,05 \quad (5.5)$$

se $50 \leq (q_{c1N})_{cs} < 160$

$$CRR = 93 \left[\frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000} \right]^3 + 0,08 \quad (5.6)$$

Il Rapporto di Tensione Ciclica per eventi sismici di magnitudo 7,5 (**CSR_{7,5}**) si determina dalla seguente espressione:

$$\frac{\tau_{av}}{\sigma'_{vo}} = CSR_{7,5} = 0,65 \frac{a_g}{g} \frac{\sigma'_{vo}}{\sigma'_{vo}} r_d \quad (5.7)$$

Per magnitudo diverse occorre introdurre il fattore correttivo **MSF** (*Magnitude Scaling Factor*) come raccomandato dal **NCEER** (vedi Tabella 1)

$$CSR = \frac{CSR_{7,5}}{MSF} \quad (5.8)$$

Tabella 1- *Fattore di scala della magnitudo derivato da diversi ricercatori*

Magnitudo	Seed H.B. & Idriss I.M. (1982)	Ambraseys N.N (1988).	NCEER (Seed R. B. et alii) (1997; 2003)
5,5	1,43	2,86	2,21
6,0	1,32	2,20	1,77
6,5	1,19	1,69	1,44
7,0	1,08	1,30	1,19
7,5	1,00	1,00	1,00
8,0	0,94	0,67	0,84
8,5	0,89	0,44	0,73

Per determinare il valore del coefficiente riduttivo **r_d** vengono utilizzate le formule raccomandate da un gruppo di esperti del **NCEER** (*National Center for Earthquake Engineering Research*):

per $z < 9,15$ m

$$r_d = 1,0 - 0,00765 z \quad (5.9)$$

per $9,15 \leq z < 23$ m

$$r_d = 1,174 - 0,00267 z \quad (5.10)$$

Il fattore di sicurezza alla liquefazione **FS** viene determinato dalla relazione:

$$FS = \frac{CRR}{CSR} \quad (5.11)$$

mentre l'indice e il rischio di liquefazione vengono calcolati con il metodo di **Iwasaki et alii (1978; 1984)**.

PROGETTO E LOCALIZZAZIONE

Titolo lavoro: Costruzione di nuovo fabbricato unifamiliare

Cliente: Sig. Rossano Nucci

Indirizzo, Coordinate: Via Mariani, Loc. Cerretti - Santa Maria a Monte

Data 30/07/2023

Normativa: Norme Tecniche Costruzioni, Circolare 2 febbraio 2009, n.617

Fattore sicurezza normativa 1.25

FALDA

Profondità falda idrica 2 m

DATI SISMICI

Accelerazione Bedrock 0.15

Fattore amplificazione 2.483

Tipo Suolo: C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza $V_{s30}=180-360$

Morfologia: T1-Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1.5

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (M_w) 6.14

Distanza epicentro 10 Km

Peak ground acceleration (PGA) 0.179

VERIFICA SULLA VERTICALE CPT1

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Descrizi one	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturato (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resisten za qc (KPa)	Resisten za attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1	E1	0	0.8	17.65	19.12	0	0	3530	135	0
2	F1	0.8	1.6	18.14	19.61	0	0	1692	144	0
3	E2	1.6	6.2	19.61	21.08	0	0	8540	398	0
4	F2	6.2	10.4	19.12	20.59	0	0	3059	138	0

5	E3	10.4	11	20.59	21.57	0	0	19319	490	0
6	F3	11	15	19.12	20.59	0	0	3000	130	0

Robertson Wride, 1998

Correzione per la magnitudo (MSF) 1.67

Nr.	Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effetti (KPa)	Resistenza alla punta lizzata Q	Attrito laterale e norma lizzato F(%)	Indice di compostamento I _c	Correzione per la pressione litostatica efficace C _Q	Resistenza alla punta corretta (KPa)	Coefficiente ridotti vo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio norma lizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischi o
1	2.20	40.692	38.731	137.224	4.683	2.313	1.606839	273.210	0.983	1.977	0.072	27.438	NL	0	Molto basso
2	2.40	44.908	40.985	133.396	4.685	2.320	1.562017	268.837	0.982	1.887	0.075	25.156	NL	0	Molto basso
3	2.60	49.124	43.240	129.872	4.687	2.327	1.520747	264.802	0.980	1.807	0.078	23.268	NL	0	Molto basso
4	2.80	53.340	45.495	126.613	4.690	2.334	1.482585	261.063	0.979	1.735	0.080	21.680	NL	0	Molto basso
5	3.00	57.556	47.749	123.587	4.692	2.340	1.447159	257.584	0.977	1.669	0.082	20.326	NL	0	Molto basso
6	3.20	61.772	50.004	120.769	4.694	2.346	1.414157	254.336	0.976	1.610	0.084	19.158	NL	0	Molto basso
7	3.40	65.988	52.259	118.135	4.697	2.352	1.383314	251.295	0.974	1.556	0.086	18.139	NL	0	Molto basso
8	3.60	70.204	54.513	115.666	4.699	2.358	1.354405	248.438	0.972	1.506	0.087	17.244	NL	0	Molto basso
9	3.80	74.420	56.768	113.346	4.701	2.363	1.327236	245.748	0.971	1.460	0.089	16.450	NL	0	Molto basso
10	4.00	78.636	59.023	111.160	4.704	2.368	1.301639	243.209	0.969	1.418	0.090	15.742	NL	0	Molto basso
11	4.20	82.852	61.277	109.096	4.706	2.373	1.277468	240.806	0.968	1.379	0.091	15.106	NL	0	Molto basso
12	4.40	87.068	63.532	107.142	4.708	2.378	1.254595	238.529	0.966	1.342	0.092	14.532	NL	0	Molto basso
13	4.60	91.284	65.787	105.290	4.711	2.383	1.232909	236.365	0.965	1.308	0.093	14.011	NL	0	Molto basso
14	4.80	95.500	68.041	103.531	4.713	2.388	1.212309	234.305	0.963	1.276	0.094	13.536	NL	0	Molto basso
15	5.00	99.716	70.296	101.857	4.715	2.392	1.192709	232.343	0.962	1.246	0.095	13.101	NL	0	Molto basso
16	5.20	103.932	72.551	100.262	4.718	2.397	1.17403	230.468	0.960	1.218	0.096	12.701	NL	0	Molto basso
17	5.40	108.148	74.805	98.740	4.720	2.401	1.156202	228.676	0.959	1.192	0.097	12.333	NL	0	Molto basso
18	5.60	112.364	77.060	97.284	4.723	2.405	1.139162	226.961	0.957	1.167	0.097	11.993	NL	0	Molto basso
19	5.80	116.580	79.315	95.892	4.725	2.409	1.122853	225.316	0.956	1.144	0.098	11.676	NL	0	Molto basso
20	6.00	120.796	81.569	94.557	4.727	2.413	1.107226	223.737	0.954	1.122	0.099	11.383	NL	0	Molto basso
21	6.20	125.012	83.824	93.277	4.730	2.417	1.092234	222.220	0.953	1.101	0.099	11.108	NL	0	Molto basso

22	6.40	129.13	85.981	34.076	4.710	2.709	1.1630	144.46	0.951	0.360	0.100	3.618	NL	0	Molto
		0					51	9							basso
23	6.60	133.24	88.137	33.195	4.717	2.717	1.1345	143.14	0.950	0.353	0.100	3.524	NL	0	Molto
		8					92	4							basso
24	6.80	137.36	90.294	32.357	4.723	2.726	1.1074	141.87	0.948	0.346	0.101	3.436	NL	0	Molto
		6					92	0							basso
25	7.00	141.48	92.451	31.558	4.730	2.734	1.0816	140.64	0.946	0.339	0.101	3.353	NL	0	Molto
		4					57	4							basso
26	7.20	145.60	94.607	30.795	4.737	2.742	1.057	139.46	0.945	0.332	0.101	3.276	NL	0	Molto
		2						2							basso
27	7.40	149.72	96.764	30.066	4.743	2.750	1.0334	138.32	0.943	0.326	0.102	3.204	NL	0	Molto
		0					41	2							basso
28	7.60	153.83	98.921	29.369	4.750	2.758	1.0109	137.22	0.942	0.320	0.102	3.136	NL	0	Molto
		8					1	2							basso
29	7.80	157.95	101.07	28.701	4.757	2.766	0.9893	136.15	0.940	0.315	0.102	3.071	NL	0	Molto
		6	7				405	8							basso
30	8.00	162.07	103.23	28.062	4.764	2.773	0.9686	135.13	0.939	0.309	0.103	3.011	NL	0	Molto
		4	4				722	0							basso
31	8.20	166.19	105.39	27.448	4.770	2.781	0.9488	134.13	0.937	0.304	0.103	2.954	NL	0	Molto
		2	1				497	5							basso
32	8.40	170.31	107.54	26.860	4.777	2.788	0.9298	133.17	0.936	0.300	0.103	2.900	NL	0	Molto
		0	7				224	1							basso
33	8.60	174.42	109.70	26.294	4.784	2.795	0.9115	132.23	0.934	0.295	0.104	2.848	NL	0	Molto
		8	4				428	7							basso
34	8.80	178.54	111.86	25.750	4.791	2.802	0.8939	131.33	0.933	0.291	0.104	2.800	NL	0	Molto
		6	1				683	0							basso
35	9.00	182.66	114.01	25.227	4.798	2.809	0.8770	130.45	0.931	0.286	0.104	2.753	NL	0	Molto
		4	7				587	1							basso
36	9.20	186.78	116.17	24.723	4.805	2.816	0.8607	129.59	0.928	0.282	0.104	2.713	NL	0	Molto
		2	4				769	7							basso
37	9.40	190.90	118.33	24.238	4.812	2.823	0.8450	128.76	0.923	0.279	0.104	2.682	NL	0	Molto
		0	1				886	7							basso
38	9.60	195.01	120.48	23.770	4.818	2.829	0.8299	127.96	0.918	0.275	0.104	2.653	NL	0	Molto
		8	8				618	0							basso
39	9.80	199.13	122.64	23.318	4.825	2.836	0.8153	127.17	0.912	0.271	0.103	2.626	NL	0	Molto
		6	4				672	6							basso
40	10.00	203.25	124.80	22.882	4.832	2.843	0.8012	126.41	0.907	0.268	0.103	2.600	NL	0	Molto
		4	1				769	2							basso
41	10.20	207.37	126.95	22.461	4.839	2.849	0.7876	125.66	0.902	0.265	0.103	2.576	NL	0	Molto
		2	8				654	8							basso
42	10.40	211.49	129.11	22.054	4.846	2.855	0.7745	124.94	0.896	0.261	0.102	2.553	NL	0	Molto
		0	4				085	4							basso
43	10.60	215.80	131.46	168.49	2.565	2.049	0.8721	230.85	0.891	1.224	0.102	12.002	NL	0	Molto
		4	7	1			516	4							basso
44	10.80	220.11	133.82	167.00	2.566	2.052	0.8644	229.43	0.886	1.203	0.102	11.844	NL	0	Molto
		8	0	3			509	9							basso
45	11.00	224.43	136.17	165.55	2.566	2.054	0.8569	228.06	0.880	1.183	0.101	11.693	NL	0	Molto
		2	2	4			508	2							basso
46	11.20	228.55	138.32	20.035	4.691	2.877	0.7229	118.80	0.875	0.236	0.101	2.340	NL	0	Molto
		0	9				152	1							basso
47	11.40	232.66	140.48	19.698	4.698	2.883	0.7118	118.19	0.870	0.234	0.100	2.325	NL	0	Molto
		8	6				174	3							basso
48	11.60	236.78	142.64	19.372	4.705	2.889	0.7010	117.60	0.864	0.231	0.100	2.311	NL	0	Molto
		6	2				55	0							basso
49	11.80	240.90	144.79	19.055	4.712	2.895	0.6906	117.02	0.859	0.229	0.100	2.298	NL	0	Molto
		4	9				133	0							basso
50	12.00	245.02	146.95	18.747	4.719	2.901	0.6804	116.45	0.854	0.227	0.099	2.286	NL	0	Molto
		2	6				782	4							basso

51	12.20	249.14 0	149.11 2	18.448	4.726	2.906	0.6706 362	115.90 0	0.848	0.225	0.099	2.274	NL	0	Molto basso
52	12.40	253.25 8	151.26 9	18.158	4.733	2.912	0.6610 747	115.35 8	0.843	0.223	0.098	2.263	NL	0	Molto basso
53	12.60	257.37 6	153.42 6	17.876	4.740	2.918	0.6517 821	114.82 7	0.838	0.221	0.098	2.253	NL	0	Molto basso
54	12.80	261.49 4	155.58 2	17.602	4.747	2.923	0.6427 472	114.30 8	0.832	0.219	0.098	2.244	NL	0	Molto basso
55	13.00	265.61 2	157.73 9	17.335	4.754	2.929	0.6339 592	113.80 0	0.827	0.217	0.097	2.235	NL	0	Molto basso
56	13.20	269.73 0	159.89 6	17.075	4.761	2.934	0.6254 084	113.30 3	0.822	0.215	0.097	2.227	NL	0	Molto basso
57	13.40	273.84 8	162.05 2	16.823	4.769	2.939	0.6170 852	112.81 5	0.816	0.214	0.096	2.220	NL	0	Molto basso
58	13.60	277.96 6	164.20 9	16.577	4.776	2.945	0.6089 805	112.33 8	0.811	0.212	0.096	2.213	NL	0	Molto basso
59	13.80	282.08 4	166.36 6	16.337	4.783	2.950	0.6010 861	111.87 0	0.806	0.210	0.095	2.207	NL	0	Molto basso
60	14.00	286.20 2	168.52 2	16.104	4.790	2.955	0.5933 937	111.41 1	0.800	0.209	0.095	2.201	NL	0	Molto basso
61	14.20	290.32 0	170.67 9	15.876	4.798	2.960	0.5858 957	110.96 1	0.795	0.207	0.094	2.196	NL	0	Molto basso
62	14.40	294.43 8	172.83 6	15.654	4.805	2.965	0.5785 847	110.51 9	0.790	0.206	0.094	2.191	NL	0	Molto basso
63	14.60	298.55 6	174.99 2	15.438	4.812	2.970	0.5714 54	110.08 6	0.784	0.204	0.093	2.187	NL	0	Molto basso
64	14.80	302.67 4	177.14 9	15.226	4.820	2.976	0.5644 969	109.66 1	0.779	0.203	0.093	2.184	NL	0	Molto basso
65	15.00	306.79 2	179.30 6	15.020	4.827	2.980	0.5577 073	109.24 4	0.774	0.201	0.092	2.180	NL	0	Molto basso

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso

NL Terreno non liquefacibile

VERIFICA SULLA VERTICALE CPT2

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Descrizi one	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturato (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resisten za qc (KPa)	Resisten za attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1	E1	0	0.8	17.65	19.12	0	0	3563	172	0
2	F1	0.8	1.4	18.14	19.61	0	0	2125	190	0
3	E2	1.4	5.4	19.61	21.08	0	0	6928	311	0
4	F2	5.4	10	19.12	20.59	0	0	2665	156	0
5	E3	10	11	20.59	21.57	0	0	14906	685	0
6	F3	11	15	19.12	20.59	0	0	3000	130	0

Robertson Wride, 1998

Correzione per la magnitudo (MSF) 1.67

Nr.	Profon	Pressi	Pressi	Resist	Attrito	Indice	Correz	Resist	Coeffi	Resist	Sforzo	Coeffi	Suscet	Rischi
-----	--------	--------	--------	--------	---------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

	dità dal p.c. (m)	one litostat ica totale (KPa)	one vertica le effetti va (KPa)	enza alla punta norma lizzata Q	lateral e norma lizzato F(%)	di compo rtame nto Ic	ione per la pressi one litostat ica efficac e CQ	enza alla punta corrett a qcl (KPa)	ciente ridutti vo (rd)	enza alla liquef azione (CRR)	di taglio norma lizzato (CSR)	ciente di sicure zza Fs	tibilità di liquef azione	Indice di liquef azione	o
1	2.20	40.986	39.025	110.90	4.516	2.355	1.6007	237.04	0.983	1.319	0.072	18.313	NL	0	Molto basso
2	2.40	45.202	41.279	107.83	4.519	2.362	1.5564	233.52	0.982	1.264	0.075	16.866	NL	0	Molto basso
3	2.60	49.418	43.534	105.00	4.521	2.370	1.5156	230.27	0.980	1.216	0.078	15.666	NL	0	Molto basso
4	2.80	53.634	45.789	102.38	4.524	2.377	1.4778	227.25	0.979	1.171	0.080	14.655	NL	0	Molto basso
5	3.00	57.850	48.043	99.952	4.527	2.383	1.4427	224.44	0.977	1.131	0.082	13.790	NL	0	Molto basso
6	3.20	62.066	50.298	97.686	4.530	2.390	1.4100	221.81	0.976	1.095	0.084	13.043	NL	0	Molto basso
7	3.40	66.282	52.553	95.568	4.532	2.396	1.3794	219.35	0.974	1.062	0.086	12.391	NL	0	Molto basso
8	3.60	70.498	54.807	93.581	4.535	2.402	1.3507	217.03	0.972	1.031	0.087	11.816	NL	0	Molto basso
9	3.80	74.714	57.062	91.714	4.538	2.407	1.3238	214.85	0.971	1.002	0.089	11.306	NL	0	Molto basso
10	4.00	78.930	59.317	89.954	4.541	2.413	1.2984	212.79	0.969	0.976	0.090	10.850	NL	0	Molto basso
11	4.20	83.146	61.571	88.291	4.544	2.418	1.2744	210.83	0.968	0.952	0.091	10.440	NL	0	Molto basso
12	4.40	87.362	63.826	86.718	4.546	2.423	1.2517	208.98	0.966	0.929	0.092	10.070	NL	0	Molto basso
13	4.60	91.578	66.081	85.226	4.549	2.428	1.2301	207.22	0.965	0.908	0.093	9.733	NL	0	Molto basso
14	4.80	95.794	68.335	83.808	4.552	2.433	1.2096	205.54	0.963	0.888	0.094	9.426	NL	0	Molto basso
15	5.00	100.01	70.590	82.459	4.555	2.438	1.1902	203.94	0.962	0.869	0.095	9.144	NL	0	Molto basso
16	5.20	104.22	72.845	81.172	4.558	2.442	1.1716	202.41	0.960	0.851	0.096	8.885	NL	0	Molto basso
17	5.40	108.44	75.099	79.945	4.560	2.447	1.1539	200.95	0.959	0.835	0.097	8.646	NL	0	Molto basso
18	5.60	112.56	77.256	33.039	6.112	2.798	1.2943	164.56	0.957	0.494	0.097	5.084	NL	0	Molto basso
19	5.80	116.67	79.413	32.090	6.122	2.808	1.2592	162.77	0.956	0.481	0.098	4.913	NL	0	Molto basso
20	6.00	120.79	81.569	31.191	6.132	2.817	1.2259	161.05	0.954	0.469	0.099	4.755	NL	0	Molto basso
21	6.20	124.91	83.726	30.338	6.142	2.826	1.1943	159.40	0.953	0.457	0.099	4.608	NL	0	Molto basso
22	6.40	129.03	85.883	29.528	6.151	2.835	1.1643	157.82	0.951	0.446	0.100	4.472	NL	0	Molto basso
23	6.60	133.15	88.039	28.758	6.162	2.843	1.1358	156.30	0.950	0.435	0.100	4.345	NL	0	Molto basso
24	6.80	137.26	90.196	28.025	6.172	2.852	1.1086	154.83	0.948	0.425	0.101	4.226	NL	0	Molto basso
25	7.00	141.38	92.353	27.326	6.182	2.860	1.0828	153.42	0.946	0.416	0.101	4.116	NL	0	Molto basso

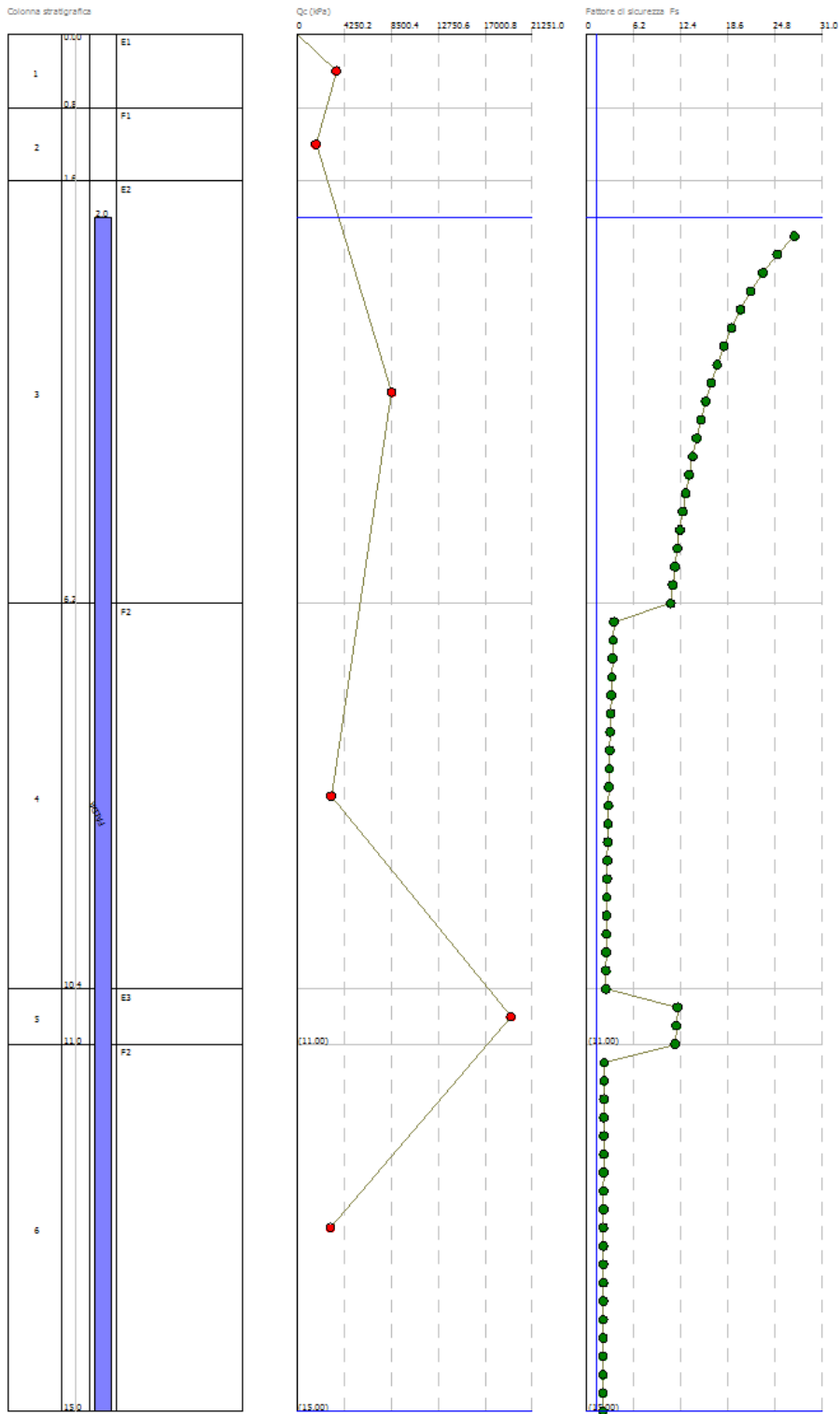
26	7.20	145.50 4	94.509	26.659	6.192	2.868	1.0580 96	152.06 3	0.945	0.407	0.101	4.012	NL	0	Molto basso
27	7.40	149.62 2	96.666	26.021	6.202	2.876	1.0344 89	150.74 8	0.943	0.399	0.102	3.914	NL	0	Molto basso
28	7.60	153.74 0	98.823	25.412	6.212	2.884	1.0119 13	149.47 8	0.942	0.391	0.102	3.822	NL	0	Molto basso
29	7.80	157.85 8	100.97 9	24.828	6.222	2.892	0.9903 007	148.24 9	0.940	0.383	0.103	3.736	NL	0	Molto basso
30	8.00	161.97 6	103.13 6	24.269	6.232	2.899	0.9695 927	147.06 1	0.939	0.376	0.103	3.655	NL	0	Molto basso
31	8.20	166.09 4	105.29 3	23.733	6.243	2.907	0.9497 328	145.91 0	0.937	0.369	0.103	3.578	NL	0	Molto basso
32	8.40	170.21 2	107.44 9	23.218	6.253	2.914	0.9306 703	144.79 5	0.936	0.362	0.103	3.505	NL	0	Molto basso
33	8.60	174.33 0	109.60 6	22.724	6.263	2.921	0.9123 579	143.71 3	0.934	0.356	0.104	3.436	NL	0	Molto basso
34	8.80	178.44 8	111.76 3	22.248	6.274	2.929	0.8947 523	142.66 4	0.933	0.350	0.104	3.370	NL	0	Molto basso
35	9.00	182.56 6	113.91 9	21.791	6.284	2.936	0.8778 133	141.64 5	0.931	0.344	0.104	3.308	NL	0	Molto basso
36	9.20	186.68 4	116.07 6	21.351	6.295	2.943	0.8615 037	140.65 6	0.928	0.339	0.104	3.254	NL	0	Molto basso
37	9.40	190.80 2	118.23 3	20.927	6.305	2.949	0.8457 891	139.69 4	0.923	0.334	0.104	3.211	NL	0	Molto basso
38	9.60	194.92 0	120.39 0	20.517	6.316	2.956	0.8306 374	138.75 9	0.918	0.328	0.104	3.170	NL	0	Molto basso
39	9.80	199.03 8	122.54 6	20.123	6.326	2.963	0.8160 192	137.84 9	0.912	0.324	0.103	3.131	NL	0	Molto basso
40	10.00	203.15 6	124.70 3	19.742	6.337	2.969	0.8019 066	136.96 3	0.907	0.319	0.103	3.095	NL	0	Molto basso
41	10.20	207.47 0	127.05 6	132.24 1	4.660	2.321	0.8871 628	266.65 2	0.902	1.843	0.103	17.952	NL	0	Molto basso
42	10.40	211.78 4	129.40 8	131.03 3	4.662	2.323	0.8790 613	265.29 2	0.896	1.816	0.102	17.756	NL	0	Molto basso
43	10.60	216.09 8	131.76 1	129.85 8	4.663	2.325	0.8711 78	263.96 9	0.891	1.791	0.102	17.570	NL	0	Molto basso
44	10.80	220.41 2	134.11 4	128.71 4	4.664	2.328	0.8635 029	262.68 0	0.886	1.766	0.102	17.394	NL	0	Molto basso
45	11.00	224.72 6	136.46 6	127.59 9	4.666	2.330	0.8560 271	261.42 3	0.880	1.742	0.101	17.227	NL	0	Molto basso
46	11.20	228.84 4	138.62 3	19.991	4.691	2.878	0.7213 819	118.70 5	0.875	0.236	0.101	2.338	NL	0	Molto basso
47	11.40	232.96 2	140.78 0	19.655	4.698	2.884	0.7103 307	118.10 0	0.870	0.233	0.100	2.324	NL	0	Molto basso
48	11.60	237.08 0	142.93 6	19.330	4.705	2.890	0.6996 13	117.50 8	0.864	0.231	0.100	2.310	NL	0	Molto basso
49	11.80	241.19 8	145.09 3	19.014	4.712	2.896	0.6892 139	116.93 0	0.859	0.229	0.100	2.297	NL	0	Molto basso
50	12.00	245.31 6	147.25 0	18.708	4.719	2.901	0.6791 194	116.36 6	0.854	0.227	0.099	2.284	NL	0	Molto basso
51	12.20	249.43 4	149.40 6	18.410	4.726	2.907	0.6693 163	115.81 3	0.848	0.224	0.099	2.273	NL	0	Molto basso
52	12.40	253.55 2	151.56 3	18.121	4.733	2.913	0.6597 924	115.27 3	0.843	0.222	0.098	2.262	NL	0	Molto basso
53	12.60	257.67 0	153.72 0	17.840	4.740	2.918	0.6505 355	114.74 4	0.838	0.220	0.098	2.252	NL	0	Molto basso
54	12.80	261.78 8	155.87 6	17.567	4.748	2.924	0.6415 347	114.22 7	0.832	0.219	0.097	2.243	NL	0	Molto basso

55	13.00	265.90 6	158.03 3	17.301	4.755	2.929	0.6327 798	113.72 0	0.827	0.217	0.097	2.234	NL	0	Molto basso
56	13.20	270.02 4	160.19 0	17.042	4.762	2.935	0.6242 605	113.22 4	0.822	0.215	0.097	2.226	NL	0	Molto basso
57	13.40	274.14 2	162.34 6	16.790	4.769	2.940	0.6159 676	112.73 8	0.816	0.213	0.096	2.219	NL	0	Molto basso
58	13.60	278.26 0	164.50 3	16.545	4.776	2.945	0.6078 922	112.26 2	0.811	0.212	0.096	2.212	NL	0	Molto basso
59	13.80	282.37 8	166.66 0	16.306	4.784	2.951	0.6000 257	111.79 5	0.806	0.210	0.095	2.206	NL	0	Molto basso
60	14.00	286.49 6	168.81 6	16.074	4.791	2.956	0.5923 603	111.33 7	0.800	0.208	0.095	2.200	NL	0	Molto basso
61	14.20	290.61 4	170.97 3	15.847	4.798	2.961	0.5848 88	110.88 9	0.795	0.207	0.094	2.195	NL	0	Molto basso
62	14.40	294.73 2	173.13 0	15.626	4.805	2.966	0.5776 021	110.44 9	0.790	0.205	0.094	2.190	NL	0	Molto basso
63	14.60	298.85 0	175.28 6	15.410	4.813	2.971	0.5704 954	110.01 7	0.784	0.204	0.093	2.186	NL	0	Molto basso
64	14.80	302.96 8	177.44 3	15.199	4.820	2.976	0.5635 616	109.59 3	0.779	0.202	0.093	2.183	NL	0	Molto basso
65	15.00	307.08 6	179.60 0	14.994	4.827	2.981	0.5567 943	109.17 7	0.774	0.201	0.092	2.180	NL	0	Molto basso

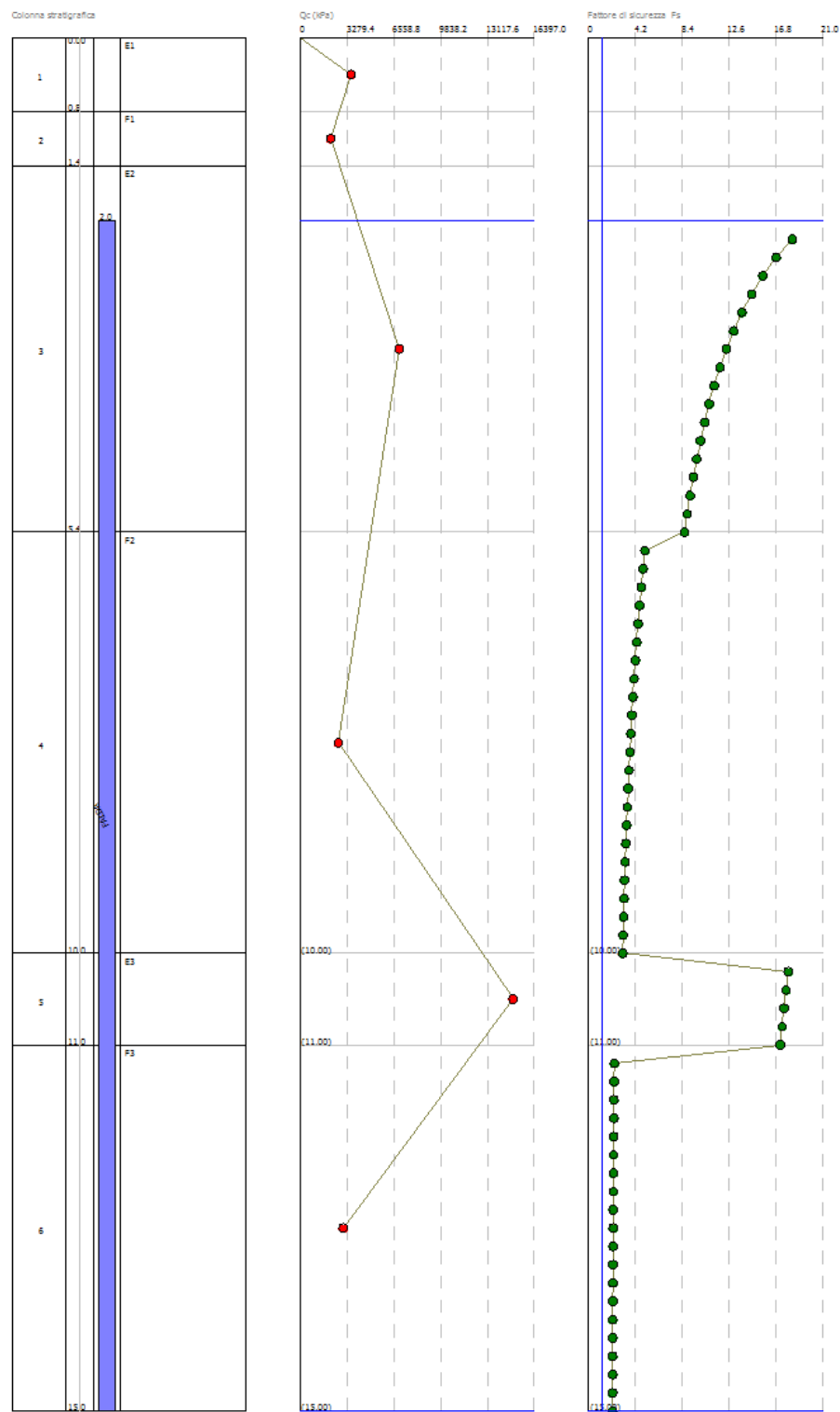
IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso

NL Terreno non liquefacibile

SINTESI GRAFICA DEI RISULTATI – CPT1



SINTESI GRAFICA DEI RISULTATI – CPT2



ALLEGATO 5

VERIFICHE DI STABILITÀ

- 1- VERIFICA 1 -** RICERCA SUPERFICI DI SCORRIMENTO IN CONDIZIONI NON DRENATE CON PUNTO DI VINCOLO ALLA BASE DEL FRONTE DI SCAVO (MOBILIZZAZIONE DELL'INTERA SCARPATA)

- 2- VERIFICA 2 -** RICERCA SUPERFICI DI SCORRIMENTO IN CONDIZIONI NON DRENATE CON PUNTO DI VINCOLO A $\frac{2}{3}$ DEL FRONTE DI SCAVO (MOBILIZZAZIONE DELLA SOMMITÀ DELLA SCARPATA)

Introduzione

Definizione

Per pendio s'intende una porzione di versante naturale il cui profilo originario è stato modificato da interventi artificiali rilevanti rispetto alla stabilità. Per frana s'intende una situazione di instabilità che interessa versanti naturali e coinvolgono volumi considerevoli di terreno.

Introduzione all'analisi di stabilità

La risoluzione di un problema di stabilità richiede la presa in conto delle equazioni di campo e dei legami costitutivi. Le prime sono di equilibrio, le seconde descrivono il comportamento del terreno. Tali equazioni risultano particolarmente complesse in quanto i terreni sono dei sistemi multifase, che possono essere ricondotti a sistemi monofase solo in condizioni di terreno secco, o di analisi in condizioni drenate.

Nella maggior parte dei casi ci si trova a dover trattare un materiale che se saturo è per lo meno bifase, ciò rende la trattazione delle equazioni di equilibrio notevolmente complicata. Inoltre è praticamente impossibile definire una legge costitutiva di validità generale, in quanto i terreni presentano un comportamento non-lineare già a piccole deformazioni, sono anisotropi ed inoltre il loro comportamento dipende non solo dallo sforzo deviatorico ma anche da quello normale. A causa delle suddette difficoltà vengono introdotte delle ipotesi semplificative:

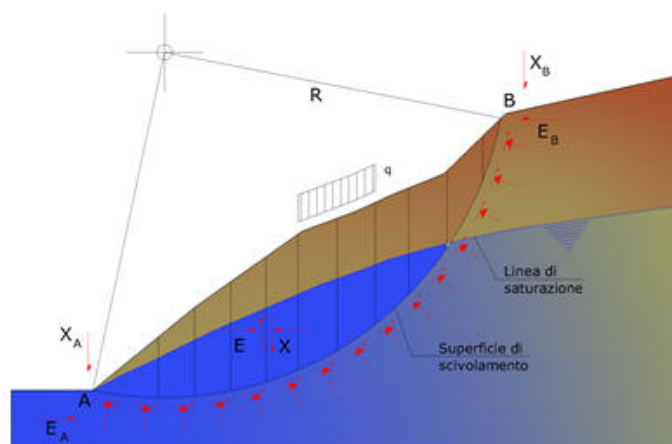
1. Si usano leggi costitutive semplificate: modello rigido perfettamente plastico. Si assume che la resistenza del materiale sia espressa unicamente dai parametri coesione (c) e angolo di resistenza al taglio (ϕ), costanti per il terreno e caratteristici dello stato plastico; quindi si suppone valido il criterio di rottura di Mohr-Coulomb.
2. In alcuni casi vengono soddisfatte solo in parte le equazioni di equilibrio.

Metodo equilibrio limite (LEM)

Il metodo dell'equilibrio limite consiste nello studiare l'equilibrio di un corpo rigido, costituito dal pendio e da una superficie di scorrimento di forma qualsiasi (linea retta, arco di cerchio, spirale logaritmica); da tale equilibrio vengono calcolate le tensioni da taglio (τ) e confrontate con la resistenza disponibile (τ_f), valutata secondo il criterio di rottura di Coulomb, da tale confronto ne scaturisce la prima indicazione sulla stabilità attraverso il coefficiente di sicurezza:

$$F = \tau_f / \tau$$

Tra i metodi dell'equilibrio limite alcuni considerano l'equilibrio globale del corpo rigido (Culman), altri a causa della non omogeneità dividono il corpo in conci considerando l'equilibrio di ciascuno (Fellenius, Bishop, Janbu ecc.). Di seguito vengono discussi i metodi dell'equilibrio limite dei conci.



Metodo dei concii

La massa interessata dallo scivolamento viene suddivisa in un numero conveniente di concii. Se il numero dei concii è pari a n , il problema presenta le seguenti incognite:

- n valori delle forze normali N_i agenti sulla base di ciascun concio;
- n valori delle forze di taglio alla base del concio T_i ;
- $(n-1)$ forze normali E_i agenti sull'interfaccia dei concii;
- $(n-1)$ forze tangenziali X_i agenti sull'interfaccia dei concii;
- n valori della coordinata a che individua il punto di applicazione delle E_i ;
- $(n-1)$ valori della coordinata che individua il punto di applicazione delle X_i ;
- una incognita costituita dal fattore di sicurezza F .

Complessivamente le incognite sono $(6n-2)$.

Mentre le equazioni a disposizione sono:

- equazioni di equilibrio dei momenti n ;
- equazioni di equilibrio alla traslazione verticale n ;
- equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale n ;
- equazioni relative al criterio di rottura n .

Totale numero di equazioni $4n$.

Il problema è staticamente indeterminato ed il grado di indeterminazione è pari a :

$$i = (6n - 2) - (4n) = 2n - 2$$

Il grado di indeterminazione si riduce ulteriormente a $(n-2)$ in quanto si fa l'assunzione che N_i sia applicato nel punto medio della striscia. Ciò equivale ad ipotizzare che le tensioni normali totali siano uniformemente distribuite.

I diversi metodi che si basano sulla teoria dell'equilibrio limite si differenziano per il modo in cui vengono eliminate le $(n-2)$ indeterminazioni.

Metodo di Fellenius (1927)

Con questo metodo (valido solo per superfici di scorrimento di forma circolare) vengono trascurate le forze di interstriscia pertanto le incognite si riducono a:

- n valori delle forze normali N_i ;
- n valori delle forze da taglio T_i ;
- 1 fattore di sicurezza.

Incognite $(2n+1)$.

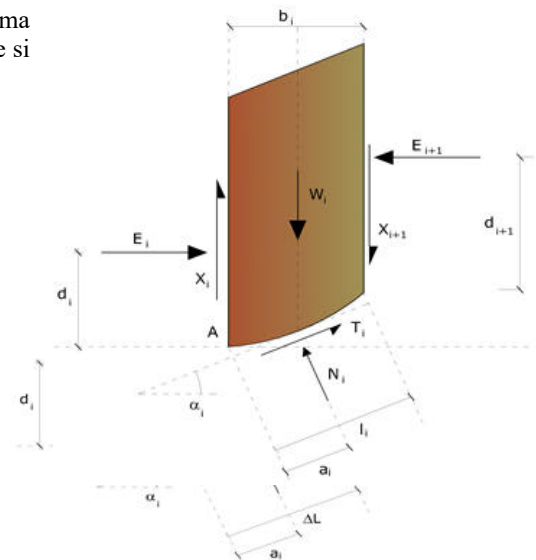
Le equazioni a disposizione sono:

- n equazioni di equilibrio alla traslazione verticale;
- n equazioni relative al criterio di rottura;
- equazione di equilibrio dei momenti globale.

$$F = \frac{\sum \{ c_i \times l_i + (W_i \times \cos \alpha_i - u_i \times l_i) \times \tan \phi_i \}}{\sum W_i \times \sin \alpha_i}$$

Questa equazione è semplice da risolvere ma si è trovato che fornisce risultati conservativi (fattori di sicurezza bassi) soprattutto per superfici profonde.

Metodo di Bishop (1955)



Con tale metodo non viene trascurato nessun contributo di forze agenti sui blocchi e fu il primo a descrivere i problemi legati ai metodi convenzionali. Le equazioni usate per risolvere il problema sono:

$$\sum F_y = 0, \quad \sum M_0 = 0 \quad \text{Criterio di rottura}$$

$$F = \frac{\sum \{c_i \times b_i + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \varphi_i\} \times \frac{\sec \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \varphi_i / F}}{\sum W_i \times \sin \alpha_i}$$

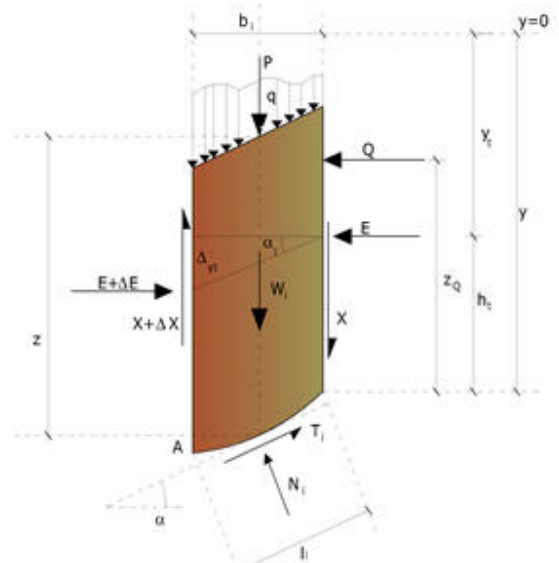
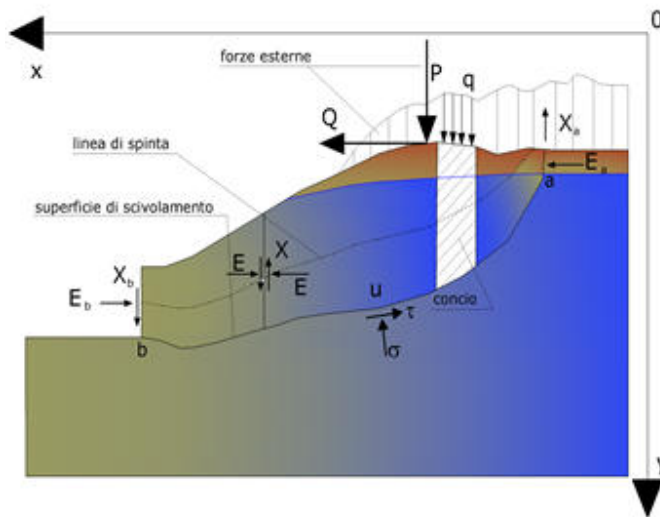
I valori di F e di ΔX per ogni elemento che soddisfano questa equazione danno una soluzione rigorosa al problema. Come prima approssimazione conviene porre $\Delta X = 0$ ed iterare per il calcolo del fattore di sicurezza, tale procedimento è noto come metodo di **Bishop ordinario**, gli errori commessi rispetto al metodo completo sono di circa 1 %.

Metodo di Janbu (1967)

Janbu estese il metodo di Bishop a superfici di scorrimento di forma qualsiasi.

Quando vengono trattate superfici di scorrimento di forma qualsiasi il braccio delle forze cambia (nel caso delle superfici circolari resta costante e pari al raggio). A tal motivo risulta più conveniente valutare l'equazione del momento rispetto allo spigolo di ogni blocco.

$$F = \frac{\sum \{c_i \times b + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \varphi_i\} \times \frac{\sec^2 \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \varphi_i / F}}{\sum W_i \times \tan \alpha_i}$$

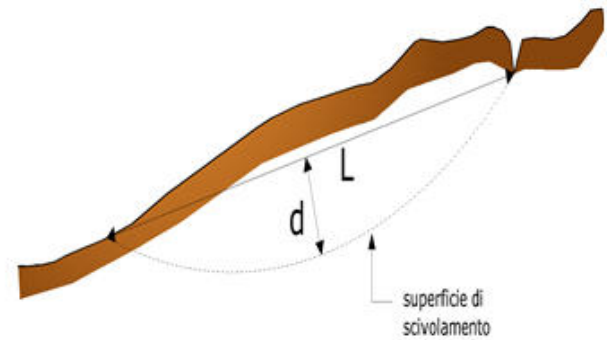
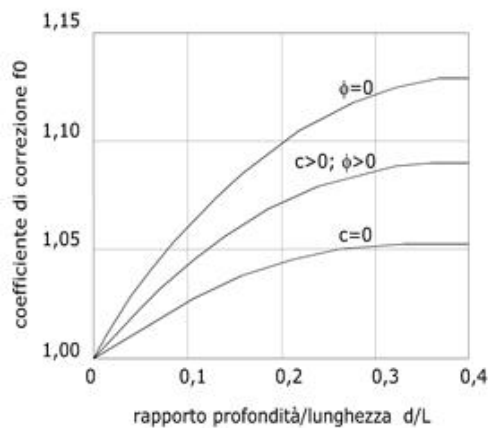


Azioni sul concio i-esimo secondo le ipotesi di Janbu e rappresentazione d'insieme dell'ammasso

Assumendo $\Delta X_i = 0$ si ottiene il metodo ordinario. Janbu propose inoltre un metodo per la correzione del fattore di sicurezza ottenuto con il metodo ordinario secondo la seguente:

$$F_{\text{corretto}} = f_0 \cdot F$$

dove f_0 è riportato in grafici funzione di geometria e parametri geotecnici. Tale correzione è molto attendibile per pendii poco inclinati.



Valutazione dell'azione sismica

La stabilità dei pendii nei confronti dell'azione sismica viene verificata con il metodo pseudo-statico. Per i terreni che sotto l'azione di un carico ciclico possono sviluppare pressioni interstiziali elevate viene considerato un aumento in percento delle pressioni neutre che tiene conto di questo fattore di perdita di resistenza.

Ai fini della valutazione dell'azione sismica vengono considerate le seguenti forze:

$$F_H = K_x W$$

$$F_V = K_y W$$

Essendo:

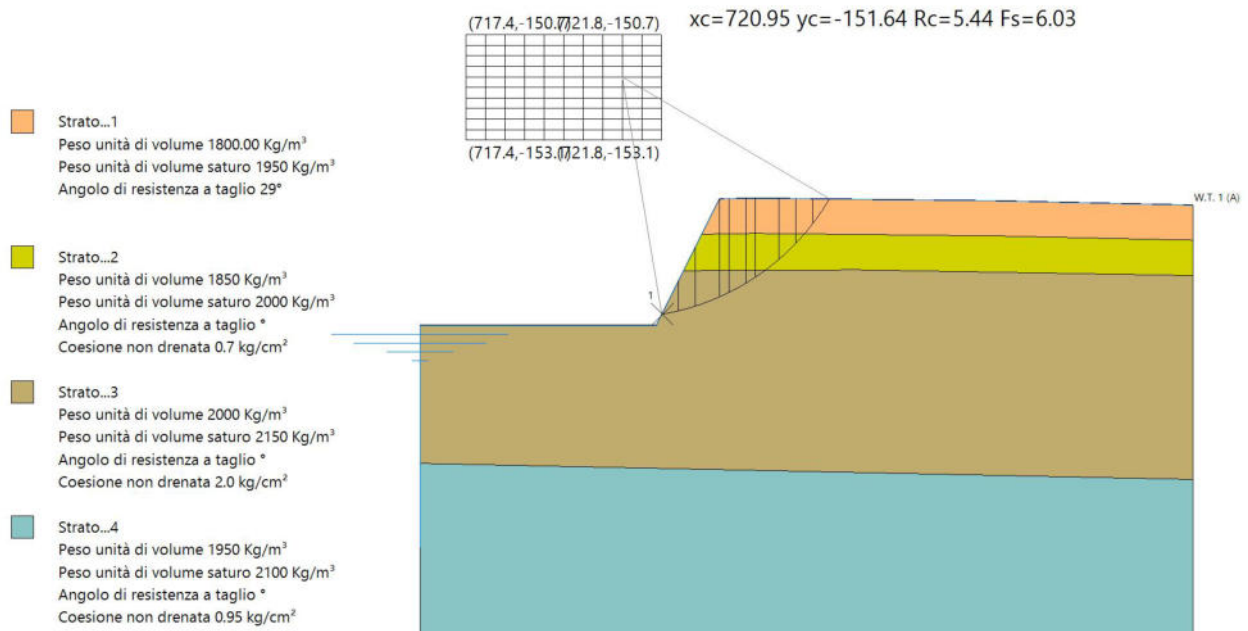
1. F_H e F_V rispettivamente la componente orizzontale e verticale della forza d'inerzia applicata al baricentro del concio;
2. W peso concio;
3. K_x coefficiente sismico orizzontale;
4. K_y coefficiente sismico verticale.

Ricerca della superficie di scorrimento critica

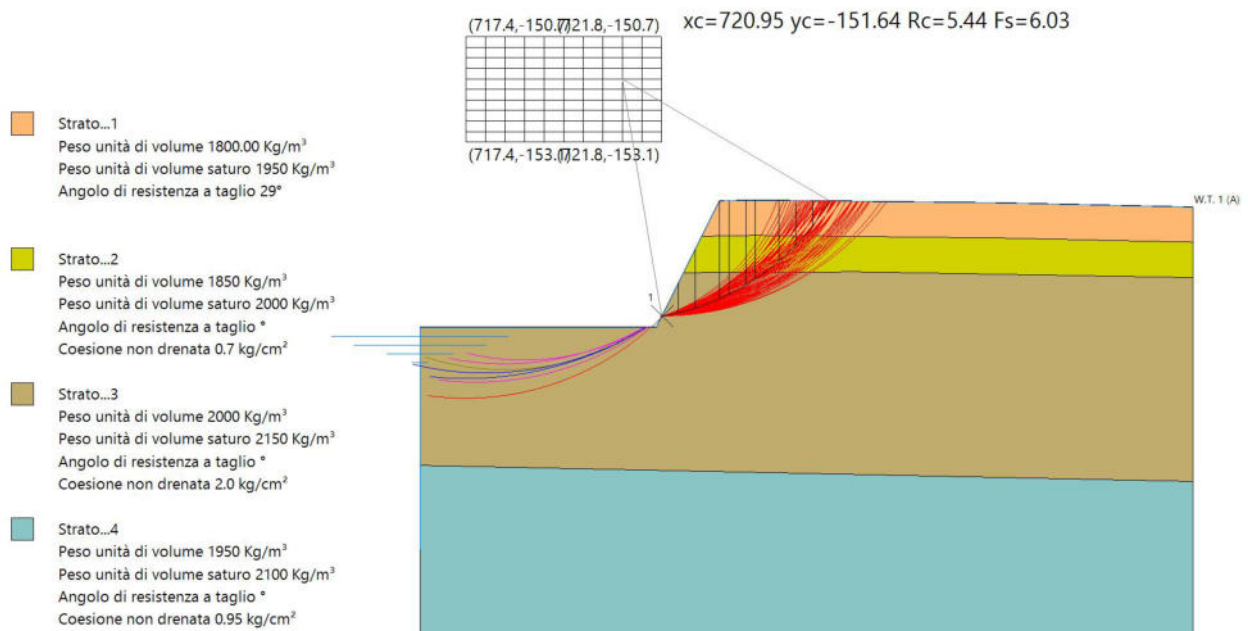
In presenza di mezzi omogenei non si hanno a disposizione metodi per individuare la superficie di scorrimento critica ed occorre esaminare un numero elevato di potenziali superfici.

Nel caso vengano ipotizzate superfici di forma circolare, la ricerca diventa più semplice, in quanto dopo aver posizionato una maglia dei centri costituita da m righe e n colonne saranno esaminate tutte le superfici aventi per centro il generico nodo della maglia $m \times n$ e raggio variabile in un determinato range di valori tale da esaminare superfici cinematicamente ammissibili.

1 – VERIFICA 1 – MOBILIZZAZIONE INTERA SCARPATA



SUPERFICIE DI SCORRIMENTO N. 47 CON FATTORE DI SICUREZZA MINIMO F= 6.03



VISUALIZZAZIONE DI TUTTE LE SUPERFICI DI SCORRIMENTO CALCOLATE (N. 76)

Analisi di stabilità dei pendii con JANBU (1967) – Verifica n. 1

Lat./Long.	43.72338/10.699121 °
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	4.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza	1.1
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	717.4 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	-153.07 m
Ascissa vertice destro superiore xs	721.83 m
Ordinata vertice destro superiore ys	-150.68 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:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.412	2.561	0.239
S.L.D.	50.0	0.51	2.569	0.252
S.L.V.	475.0	1.167	2.483	0.286
S.L.C.	975.0	1.53	2.403	0.29

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.	0.618	0.2	0.0126	0.0063
S.L.D.	0.765	0.2	0.0156	0.0078
S.L.V.	1.7505	0.24	0.0428	0.0214
S.L.C.	2.2568	0.24	0.0552	0.0276

Coefficiente azione sismica orizzontale	0.0428
Coefficiente azione sismica verticale	0.0214

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	716.38	-162.26
2	716.38	-157.24
3	721.72	-157.24
4	723.15	-154.39
5	723.96	-154.37
6	729.48	-154.43
7	733.86	-154.53

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	716.38	-162.27
2	716.38	-157.25
3	721.72	-157.25
4	723.15	-154.4
5	723.96	-154.38
6	729.48	-154.44
7	733.86	-154.54

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	716.38	-162.26
2	716.38	-157.24
3	721.72	-157.24
4	722.75	-155.2
5	723.96	-155.17
6	729.48	-155.23
7	733.86	-155.33

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	716.38	-162.26
2	716.38	-157.24
3	721.72	-157.24
4	722.34	-156.02
5	726.28	-156.0
6	733.86	-156.13

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	716.38	-162.26
2	716.38	-160.38
3	733.86	-160.74

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 unità di volume saturo (Kg/m ³)	Litologia	
1			29	1800.00	1950		
2		0.7		1850	2000		
3		2.0		2000	2150		
4		0.95		1950	2100		

Risultati analisi pendio

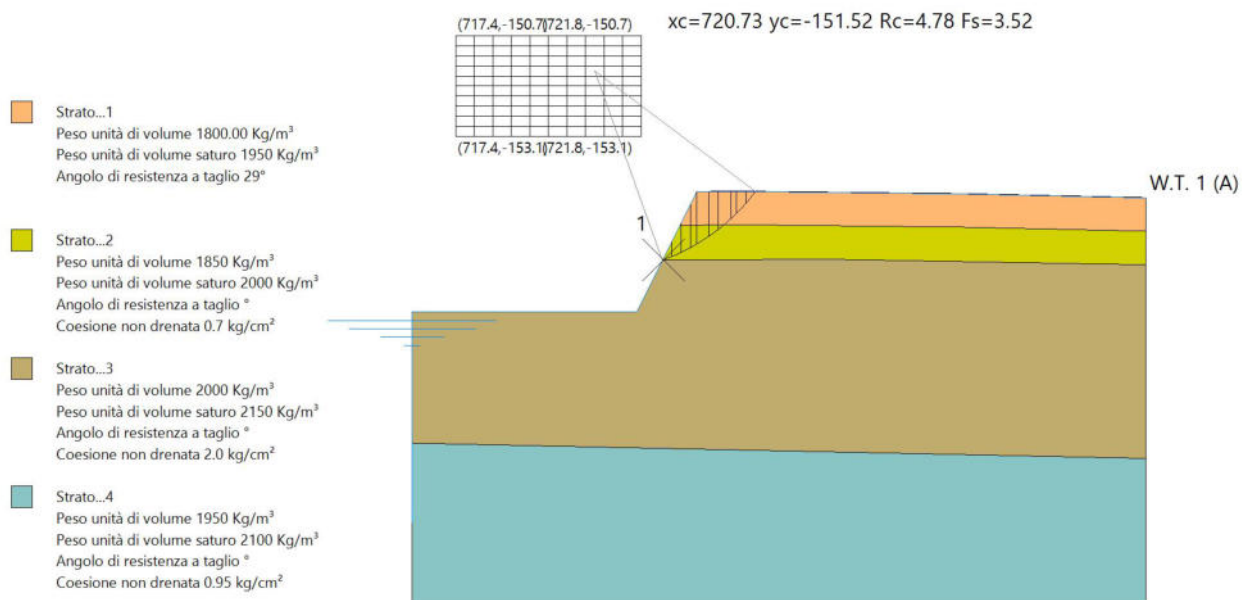
Fs minimo individuato	6.03
Ascissa centro superficie	720.95 m
Ordinata centro superficie	-151.64 m
Raggio superficie	5.44 m

Numero di superfici esaminate....(76)

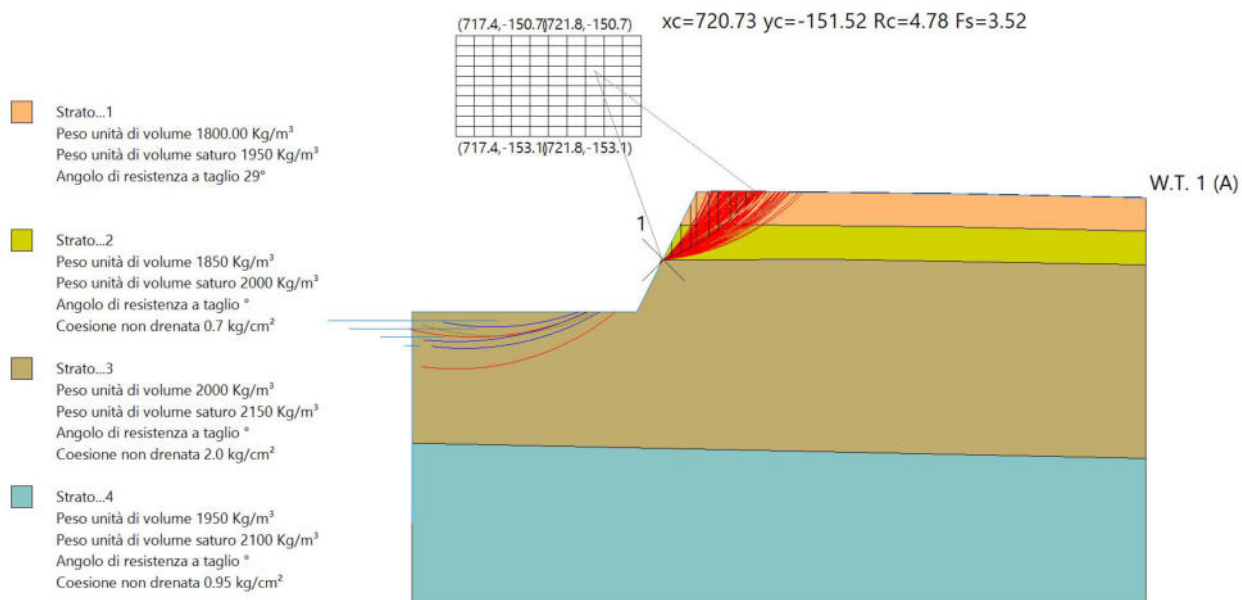
N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	720.5	-153.1	4.2	6.92
2	720.7	-152.9	4.2	6.62
3	720.9	-153.1	4.0	6.46
4	721.2	-152.9	4.1	6.78
5	721.4	-153.1	4.0	6.51
6	721.6	-152.9	4.1	6.90
7	721.8	-153.1	3.9	6.74
8	720.5	-152.8	4.4	6.86
9	720.7	-152.7	4.4	6.71
10	721.2	-152.7	4.3	6.67
11	721.4	-152.8	4.2	7.05
12	721.6	-152.7	4.3	7.04
13	721.8	-152.8	4.2	6.94
14	717.4	-152.6	6.3	15.20
15	718.7	-152.6	5.4	27.27
16	720.7	-152.5	4.7	6.76
17	720.9	-152.6	4.5	7.05
18	721.2	-152.5	4.6	6.57
19	721.4	-152.6	4.4	7.24
20	721.6	-152.5	4.5	7.18
21	718.3	-152.4	5.9	61.79
22	720.5	-152.4	4.8	6.25
23	720.7	-152.2	4.9	7.19
24	720.9	-152.4	4.7	6.91
25	721.2	-152.2	4.8	6.54
26	721.4	-152.4	4.7	7.33
27	721.6	-152.2	4.8	7.37
28	721.8	-152.4	4.6	7.29
29	720.3	-152.0	5.2	6.41
30	720.5	-152.1	5.1	6.31
31	720.7	-152.0	5.1	6.40
32	721.2	-152.0	5.1	7.49
33	721.4	-152.1	4.9	7.43
34	721.8	-152.1	4.9	7.41
35	717.6	-151.8	6.7	27.27
36	720.3	-151.8	5.5	6.47

37	720.5	-151.9	5.3	6.67
38	720.9	-151.9	5.2	6.70
39	721.2	-151.8	5.3	6.87
40	721.4	-151.9	5.1	6.79
41	721.6	-151.8	5.3	7.60
42	721.8	-151.9	5.1	7.54
43	718.3	-151.6	6.4	27.27
44	720.3	-151.5	5.7	6.76
45	720.5	-151.6	5.5	6.56
46	720.7	-151.5	5.6	6.22
47	720.9	-151.6	5.4	6.03
48	721.2	-151.5	5.5	6.93
49	721.6	-151.5	5.5	7.71
50	721.8	-151.6	5.4	7.69
51	717.8	-151.4	6.9	18.18
52	720.3	-151.3	5.9	6.67
53	720.5	-151.4	5.8	6.46
54	720.7	-151.3	5.8	6.19
55	720.9	-151.4	5.7	6.42
56	721.4	-151.4	5.6	6.99
57	721.6	-151.3	5.7	7.84
58	721.8	-151.4	5.6	7.81
59	720.3	-151.0	6.2	6.52
60	720.5	-151.2	6.0	6.35
61	720.7	-151.0	6.1	6.55
62	720.9	-151.2	5.9	6.53
63	721.2	-151.0	6.0	7.12
64	721.4	-151.2	5.9	7.09
65	721.6	-151.0	6.0	7.95
66	720.3	-150.8	6.4	6.48
67	720.5	-150.9	6.2	6.31
68	720.7	-150.8	6.3	6.66
69	721.2	-150.8	6.2	7.21
70	721.4	-150.9	6.1	7.18
71	721.8	-150.9	6.1	8.05
72	717.4	-150.7	7.7	24.55
73	720.5	-150.7	6.5	6.75
74	720.9	-150.7	6.4	6.70
75	721.4	-150.7	6.3	7.31
76	721.8	-150.7	6.3	8.20

2 – VERIFICA 2 – MOBILIZZAZIONE SOMMITÀ SCARPATA



SUPERFICIE DI SCORRIMENTO N. 79 CON FATTORE DI SICUREZZA MINIMO F= 3.52



VISUALIZZAZIONE DI TUTTE LE SUPERFICI DI SCORRIMENTO CALCOLATE (98)

Analisi di stabilità dei pendii con JANBU (1967) – – Verifica n. 2

Lat./Long.	43.72338/10.699121 °
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	4.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza	1.1
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	717.4 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	-153.07 m
Ascissa vertice destro superiore xs	721.83 m
Ordinata vertice destro superiore ys	-150.68 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:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.412	2.561	0.239
S.L.D.	50.0	0.51	2.569	0.252
S.L.V.	475.0	1.167	2.483	0.286
S.L.C.	975.0	1.53	2.403	0.29

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.	0.618	0.2	0.0126	0.0063
S.L.D.	0.765	0.2	0.0156	0.0078
S.L.V.	1.7505	0.24	0.0428	0.0214
S.L.C.	2.2568	0.24	0.0552	0.0276

Coefficiente azione sismica orizzontale	0.0428
Coefficiente azione sismica verticale	0.0214

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	716.38	-162.26
2	716.38	-157.24
3	721.72	-157.24
4	723.15	-154.39
5	723.96	-154.37
6	729.48	-154.43
7	733.86	-154.53

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	716.38	-162.27
2	716.38	-157.25
3	721.72	-157.25
4	723.15	-154.4
5	723.96	-154.38
6	729.48	-154.44
7	733.86	-154.54

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	716.38	-162.26
2	716.38	-157.24
3	721.72	-157.24
4	722.75	-155.2
5	723.96	-155.17
6	729.48	-155.23
7	733.86	-155.33

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	716.38	-162.26
2	716.38	-157.24
3	721.72	-157.24
4	722.34	-156.02
5	726.28	-156.0
6	733.86	-156.13

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	716.38	-162.26
2	716.38	-160.38
3	733.86	-160.74

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 unità di volume saturo (Kg/m ³)	Litologia	
1			29	1800.00	1950		
2		0.7		1850	2000		
3		2.0		2000	2150		
4		0.95		1950	2100		

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	3.52
Ascissa centro superficie	720.73 m
Ordinata centro superficie	-151.52 m
Raggio superficie	4.78 m

Numero di superfici esaminate....(131)

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	719.4	-152.9	4.3	6.02
2	719.6	-153.1	4.0	7.29
3	719.8	-152.9	4.0	5.89
4	720.1	-153.1	3.7	5.43
5	720.3	-152.9	3.7	5.18
6	720.5	-153.1	3.5	4.96
7	720.7	-152.9	3.5	4.42
8	720.9	-153.1	3.3	4.14
9	721.2	-152.9	3.3	3.97
10	721.4	-153.1	3.1	3.89
11	721.6	-152.9	3.2	3.73
12	721.8	-153.1	3.0	3.94
13	719.4	-152.7	4.4	5.22
14	719.6	-152.8	4.2	8.85
15	720.1	-152.8	3.9	4.37
16	720.3	-152.7	3.9	4.82
17	720.5	-152.8	3.7	4.76
18	720.7	-152.7	3.7	4.43
19	721.2	-152.7	3.5	3.98
20	721.4	-152.8	3.3	3.84
21	721.6	-152.7	3.4	4.06
22	721.8	-152.8	3.2	3.68
23	717.4	-152.6	6.0	19.11
24	719.6	-152.6	4.4	5.56
25	719.8	-152.5	4.3	5.47
26	720.1	-152.6	4.1	5.08
27	720.3	-152.5	4.1	4.69
28	720.7	-152.5	3.9	4.24
29	720.9	-152.6	3.7	4.25
30	721.2	-152.5	3.7	3.96
31	721.4	-152.6	3.6	3.98
32	721.6	-152.5	3.6	3.84
33	718.3	-152.4	5.5	97.16
34	719.2	-152.4	4.9	5.34
35	719.4	-152.2	4.8	4.88
36	719.6	-152.4	4.6	4.71

37	719.8	-152.2	4.5	4.22
38	720.1	-152.4	4.3	4.03
39	720.3	-152.2	4.3	3.81
40	720.5	-152.4	4.1	4.57
41	720.7	-152.2	4.1	4.31
42	720.9	-152.4	3.9	4.13
43	721.2	-152.2	4.0	4.02
44	721.4	-152.4	3.8	4.26
45	721.6	-152.2	3.9	3.68
46	721.8	-152.4	3.7	3.87
47	719.2	-152.1	5.0	5.24
48	719.4	-152.0	5.0	4.20
49	719.6	-152.1	4.8	5.41
50	720.1	-152.1	4.5	3.86
51	720.3	-152.0	4.5	3.66
52	720.5	-152.1	4.3	4.49
53	720.7	-152.0	4.3	4.31
54	721.2	-152.0	4.2	4.17
55	721.4	-152.1	4.0	4.01
56	721.8	-152.1	3.9	4.01
57	717.6	-151.8	6.4	27.27
58	719.0	-151.8	5.5	5.00
59	719.2	-151.9	5.2	4.49
60	719.4	-151.8	5.2	4.25
61	719.6	-151.9	5.0	4.45
62	719.8	-151.8	4.9	4.12
63	720.3	-151.8	4.7	3.68
64	720.5	-151.9	4.5	4.36
65	720.9	-151.9	4.4	4.58
66	721.2	-151.8	4.4	3.99
67	721.4	-151.9	4.2	3.79
68	721.6	-151.8	4.3	4.12
69	721.8	-151.9	4.2	4.07
70	718.3	-151.6	6.0	27.27
71	719.0	-151.5	5.6	4.46
72	719.2	-151.6	5.4	4.50
73	719.4	-151.5	5.4	4.22
74	719.6	-151.6	5.2	4.17
75	719.8	-151.5	5.2	3.94
76	720.1	-151.6	4.9	3.87
77	720.3	-151.5	5.0	3.68
78	720.5	-151.6	4.8	4.44
79	720.7	-151.5	4.8	3.52
80	720.9	-151.6	4.6	4.29
81	721.2	-151.5	4.6	3.83
82	721.6	-151.5	4.6	4.16
83	721.8	-151.6	4.4	4.15
84	717.8	-151.4	6.5	18.18
85	719.0	-151.3	5.8	4.50
86	719.4	-151.3	5.6	4.14
87	719.6	-151.4	5.4	4.09
88	720.1	-151.4	5.2	3.78
89	720.3	-151.3	5.2	3.66
90	720.5	-151.4	5.0	4.44
91	720.7	-151.3	5.0	4.41
92	720.9	-151.4	4.8	4.09
93	721.4	-151.4	4.7	4.20
94	721.6	-151.3	4.8	4.25
95	721.8	-151.4	4.6	4.23

96	718.7	-151.2	6.1	4.76
97	719.0	-151.0	6.0	4.48
98	719.2	-151.2	5.8	4.27