



COMUNE DI PORTO SAN GIORGIO

(Provincia di Fermo)



RAPPORTO GEOLOGICO E SISMICO

PIANO PARTICOLAREGGIATO DI RECUPERO
PER DEMOLIZIONE, RICOSTRUZIONE ED
AMPLIAMENTO EDIFICIO RESIDENZIALE
SITO IN CONTRADA SANTA VITTORIA NEL
COMUNE DI PORTO SAN GIORGIO
Legge regionale n. 22 del 08-10-2009 e smi (Piano Casa)



STUDIO GEOLOGICO
*Consulenze
Geologiche e Ambientali*

Dott. Geol. **Gianluca Testaguzza**

Porto San Giorgio, ottobre 2015

Viale dei Pini, 106 - 63822 Porto San Giorgio (FM) - Pers. 333/2304051 P. IVA 02036460448
E-mail: g.testaguzza@tiscali.it P.E.C. gianlucatestaguzza@epap.sicurezza postale.it

Geologo:

Dott. Gianluca TESTAGUZZA



Committente : **Sig.ri Tonino MARTELLA e CICCALÉ' Elena**

Opera dell'ingegno. Riproduzione vietata. Ogni diritto riservato. (Art. 99 legge n. 633/1941)

INDICE

1 - PREMESSA	Pag. 1
2 - RICOGNIZIONI E SOPRALLUOGHI	Pag. 1
3 - CARATTERI GENERALI	Pag. 2
3.1 - Morfologia e georeferenziazione dell'area	Pag. 2
3.2 - Geologia	Pag. 2
3.3 - Geomorfologia ed interferenza PAI	Pag. 3
3.4 - Idrografia superficiale dell'area	Pag. 3
4 - PROGETTAZIONE DELL'INDAGINE GEOGNOSTICA	Pag. 3
5 - SCENARIO DEL SOTTOSUOLO	Pag. 4
5.1 - Connotazione litostratigrafica	Pag. 4
5.2 - Situazione idrogeologica	Pag. 4
5.3 - Connotazione fisico-meccanica dei sedimenti	Pag. 4
6 - SISMICITA' - APPROCCIO SITO DIPENDENTE	Pag. 6
6.1 - Classificazione sismicità dell'area	Pag. 7
6.2 - Categoria del sottosuolo	Pag. 7
6.3 - Categoria topografica	Pag. 8
6.4 - Parametri sismici di progetto	Pag. 8
7 - STABILITA' DELL'AREA	Pag. 9
7.1 - Analisi geomorfologica qualitativa	Pag. 10
7.2 - Analisi quantitativa - Verifica di stabilità in condizioni dinamiche	Pag. 10
8 - CONCLUSIONI	Pag. 11

ALLEGATI

Corografia - Carta topografica

Inquadramento geologico - Carta Geologica delle Marche

Inquadramento geomorfologico - Carta geomorfologica P.R.G.

Rischio idrogeologico - Stralcio cartografico P.A.I.

Planimetria generale - Ubicazione indagini

Elaborazione prova penetrometrica CPT eseguita

Documentazione fotografica

Sezione litostratigrafica A-A

Indagine sismica Re.Mi. reperita

Determinazione della categoria del sottosuolo

Sismicità dell'area - Parametri Stati Limite Sisma

Verifica della stabilità del versante attuale e di progetto in condizioni dinamiche

RAPPORTO GEOLOGICO E SISMICO

PIANO PARTICOLAREGGIATO DI RECUPERO PER DEMOLIZIONE,
RICOSTRUZIONE ED AMPLIAMENTO EDIFICIO RESIDENZIALE SITO IN
CONTRADA SANTA VITTORIA NEL COMUNE DI PORTO SAN GIORGIO
Legge regionale n. 22 del 08-10-2009 e smi (Piano Casa)

1 – PREMESSA

L'intervento urbanistico in oggetto si riferisce al progetto di un Piano di Recupero, redatto dal Geom. Barbara Martella, che riguarda essenzialmente la demolizione e ricostruzione di un edificio agricolo e di accessori con la creazione di un fabbricato a vocazione residenziale.

In questo rapporto viene prodotta una descrizione analitica dell'area oggetto d'indagine che essenzialmente riguarda aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici e geologico-tecnici. Queste componenti sensibili del sistema territoriale sono state analizzate in forma critica, attraverso incroci e correlazioni parametriche; tali dati consentono di ottimizzare la pianificazione urbanistica ed ambientale, a livello locale.

Lo studio ha lo scopo di fornire le seguenti indicazioni:

- la vocazionalità edificatoria dell'area da un punto di vista geologico, geomorfologico e geotecnico;
- le prescrizioni e le indicazioni necessarie allo sviluppo sostenibile dell'area legato alla compatibilità ambientale ed alla fattibilità geologica.

Il presente Rapporto Geologico è stato redatto in conformità con quanto previsto da:

- **Decreto Ministeriale 14.01.2008**

Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni

- **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009

- **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**

Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007

- **Decreto Ministeriale 14.01.2008**

Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni

- **P.A.I. Regione Marche approvato con D.C.R. Marche n. 116 del 21/01/2004**

Norme in materia di compatibilità idraulica ed idrogeologica

- **L.R. n. 34 del 05/08/1992**

Norme in materia urbanistica, paesaggistica e di assetto del territorio

2 - RICOGNIZIONI E SOPRALLUOGHI

Allo scopo di conoscere nel dettaglio l'area in oggetto è stata effettuata una prima ricognizione generale; in particolare, in sede di sopralluogo, sono stati focalizzati i principali impluvi naturali, quindi la rete idrografica superficiale, i punti di emergenza principali; inoltre sono stati acquisiti i principali lineamenti morfologici e gli aspetti più salienti sull'apparato botanico-

vegetazionale.

Gli elementi naturali sopra indicati, facenti parte integrante del territorio, sono risultati importanti per una prima valutazione geologica; infatti scarpate morfologiche, emergenze idriche diffuse, morfologie morbide e incisioni fluvio-torrentizie sono, in generale, indicative di cambi litologici, contatti tra corpi a composizione litologica-tessiturale differente e lembi impermeabili associati a formazioni in netta prevalenza argillosa. Inoltre un primo rapido censimento dei pozzi ad uso irriguo, distribuiti nei rilievi collinari e nelle zone sub-pianeggianti, sono stati degli input efficaci a intuire probabili zone acquifere in profondità a principale connotazione litologica granulare, poggianti su substrati impermeabili.

I primi rilievi di campagna sono stati affrontati con lo scopo di ricostruire la geologia dell'area studiata, l'andamento e la disposizione geometrica, nello spazio, del substrato; sulla base dei caratteri geologici sono stati studiati, successivamente, gli aspetti geomorfologici ed idrogeologici.

3 - CARATTERI GENERALI

3.1 Morfologia e georeferenziazione dell'area

Il panorama morfologico del sito indica un paesaggio collinare caratterizzato da strutture di creste, allungate in direzione sud-ovest/nord-est, separate da impluvi posizionati nelle zone topograficamente più depresse (vallecole con fondo concavo); si tratta di uno scenario distinto da rilievi collinari a morfologia dolce e morbida a volte irregolare.

Il sito si inserisce in corrispondenza del settore sud-ovest del territorio comunale di Porto San Giorgio; più precisamente l'area in esame si colloca nella porzione sud della struttura di versante del Monte dei Caccioni, che si congiunge nel punto topograficamente più depresso con il torrente Ete Vivo immediatamente a valle delle strada Provinciale Val d'Ete. Nel dettaglio l'area si configura nella porzione media del versante, quota topografica 110 metri s.l.m.; essa risulta scoperta, con scarso ed isolato tessuto urbanizzato prevalentemente agricolo ed a connotazione morfologica in discreta pendenza che complessivamente raggiunge il 17% (9°).

Cartograficamente risulta così distinta:

- Foglio n° 125 Fermo al 100.000;
- Quadrante I in scala 1:25.000 del Foglio 125;
- Foglio 315 scala 1:50.000;
- Sezione 315020 in scala 1:10.000 della CTR
- Tavole PAI RI 60a

3.2 Geologia

L'andamento topografico sopra descritto risulta modellato su formazioni geologiche caratterizzate da una storia recente strettamente legata all'intensa attività tettonica plio-pleistocenica ed alla complessa storia delle glaciazioni quaternarie.

Il trend sedimentologico rivela un substrato pelitico di depositi epibatiali di età pleistocenica; queste condizioni di sedimentazione marina sono la conseguenza della tettonica distensiva e del conseguente collassamento dell'area orientale della regione marchigiana. Questi orizzonti pelitici si rinvencono, per lo più, lungo i versanti e sui fondovalle dove l'azione erosiva sia marina che fluviale li ha portati in affioramento.

Nella parte sommitale delle alture collinari della zona in studio, questi depositi risultano sovrastati da sabbie di tetto di età pleistocenica ricordo di antiche linee di spiaggia relitte (Monte dei Caccioni).

La fine della trasgressione versiliana ha permesso l'instaurarsi dell'attuale sistema di

sedimentazione, che caratterizza sia la porzione di fondovalle nella quale il substrato plio-pleistocenico è coperto da uno spessore variabile di depositi di fluvio-torrentizi, in particolare limi sabbiosi argillosi, sia da depositi continentali di tipo eluvio-colluviale originati dal disfacimento delle formazioni in posto da parte degli agenti esogeni e della gravità.

3.3 Geomorfologia ed interferenze con il P.A.I.

Il sito studiato si inserisce in un'area in pendenza con morfologia di versante esposto a sud; occupa la porzione mediana di questa struttura che risulta nella parte sommitale (Monte dei Caccioni), pressoché pianeggiante e degrada verso sud con morfologie irregolari.

La cartografia geomorfologica del PRG, a conferma dell'osservazione visiva diretta, mostra la presenza, ai limiti est ed ovest dell'area, di processi geomorfologici classificati come scivolamenti rispettivamente attivi e quiescenti.

Il Piano di Assetto Idrogeologico non inserisce l'edificio oggetto di Piano di Recupero all'interno di aree perimetrate dal PAI.

Nella fase progettuale del Piano di Recupero, oltre all'esecuzione delle relative verifiche geologico-tecniche, saranno garantite, come vedremo più avanti, adeguate opere di mitigazione.

3.4 Idrografia superficiale dell'area

La porzione in oggetto è caratterizzata da una successione di terreni a permeabilità variabile per porosità primaria e secondaria; sono infatti sedimenti con una spiccata discontinuità tessiturale sia orizzontale che verticale con scheletri solidi impermeabili ed a luoghi moderatamente aperti (livelli sabbiosi nel substrato Pelitico Arenaceo), che permettono un passaggio della fase liquida discontinuo e frazionato; nello specifico questi terreni risultano privi di una falda libera consistente.

La falda principale di sub-alveo (Torrente Ete Vivo), contenuta negli apparati limo-sabbiosi a luoghi ghiaiosi presenti nelle alluvioni fluvio-torrentizie più recenti, è definita da una idrodinamica con flusso preferenziale da ovest ad est, con un potenziale circuito aperto tra le aree di monte e quelle di valle.

Il Torrente Ete Vivo, alla cui sinistra idrografica si svilupperà l'intervento, rappresenta il principale canale di deflusso naturale delle acque superficiali. L'asta idrografica del torrente che sfocia direttamente a mare, assume un andamento prevalentemente antiappenninico. Si riconoscono diversi rami sia in sinistra che in destra idrografica che drenano adeguatamente i versanti, uno dei quali si trova ad est dell'area di proprietà.

4 – PROGETTAZIONE DELL'INDAGINE GEOGNOSTICA

L'impostazione della campagna geognostica è stata guidata in seguito a successivi sopralluoghi, ricognizioni in sito che hanno, in prima analisi, focalizzato i lineamenti generali geologici, i principali punti d'acqua, i reticoli idrografici superficiali e l'assetto morfologico. Inoltre l'indagine del sottosuolo è stata ottimizzata avvalendosi di significativi dati tecnici reperiti dalle indagini geologiche eseguite.

Sulla base delle condizioni ambientali e di accessibilità ai mezzi di esplorazione, il programma di indagine è stato organizzato come segue:

- Acquisizione dei dati esistenti

sono state visionate le cartografie geologica e geomorfologica e quella riferita al Piano di Assetto Idrogeologico. In particolare è stata posta in allegato:

- Carta Geologica Regionale in scala 1 : 10.000
- Carta Geomorfologica Comunale allegata al PRG in scala 1 : 4.000
- Stralcio del PAI in scala 1 : 10.000

- Penetrometria statica in sito Cpt :

(caratterizzazione litologica e qualità geotecnica dei sedimenti)

E' stata eseguita **una verticale di indagine puntuale** che ha raggiunto la profondità massima di esplorazione di 8,80 metri dall'attuale piano di campagna ed ha saggiato la consistenza degli orizzonti litologici.

- Sismica mediante tecnica passiva Re.Mi. reperita:

L'indagine Geofisica con questa metodologia, eseguita in seno allo studio di MZS del comune di Porto San Giorgio a circa 100 metri dal sito in oggetto, ha permesso la misura diretta delle Vs.

5 - SCENARIO DEL SOTTOUOLO

Allo scopo di identificare i terreni in profondità e controllare il complesso sedimentario sepolto, il sottosuolo dell'area è stato esplorato attraverso una indagine penetrometrica Cpt . Di seguito sono definiti gli scenari che individuano la costituzione litologica idrogeologica e fisico-meccanica in profondità.

5.1 Connotazione litostratigrafica

Le caratteristiche litologiche-tessiturali venute a giorno nella penetrometria eseguita e correlata con la conoscenza dell'area ha portato all'individuazione della seguente stratigrafia.

- da 0,00 a 1,80 mt **Terreno di riporto**
- da 1,80 a 4,20 mt **Limo sabbioso argilloso:** Limo sabbioso argilloso, dall'avana al marrone, leggermente plastico. *COLTRE COLLUVIALE;*
- da 4,20 a 6,20 mt **Limo argilloso :** Limo argilloso con veli sabbiosi, di colore beige-avana con screziature ruggine e grigiastre, inizialmente plastica poi mediamente consistente. *COLTRE ELUVIALE;*
- da 6,20 a 8,80 mt **Argilla limosa alterata :** Argilla limosa SC di colore beige-avana, stratificata e mediamente consistente. *SUBSTRATO ALTERATO;*

5.2 - Situazione Idrogeologica

Gli apparati sedimentologici presenti nell'area individuano strutture poco aperte e quindi sfavorevoli al circolo idrico e conseguente permeabilità medio-bassa. La bibliografia ufficiale per tali terreni fornisce valori del coefficiente di permeabilità (k) che oscillano tra 10^{-6} e 10^{-7} cm/sec che in alcuni casi, in presenza di orizzonti sabbiosi (contatto coltre –substrato), passano a 10^{-4} e 10^{-5} .

In particolare la prova penetrometrica T1 non ha mostrato percolazioni idriche significative ma solamente zone di saturazione nella coltre eluvio-colluviale.

5.3 - Connotazione fisico-meccanica dei sedimenti

I parametri fisico-meccanici dei litotipi incontrati in fase di trivellazione hanno focalizzato un sottosuolo costituito da sedimenti da leggermente plastici a mediamente consistenti (complesso

coltre Eluvio Colluviale-Substrato Pelitico mediamente consistente).

Per i parametri drenati si fa riferimento alle prove di laboratorio eseguite dal sottoscritto nelle numerose indagini redatte in un intorno significativo

A) VALORI NOMINALI

I caratteri fisico - meccanici nominali delle terre, estrapolati dalle varie fasi, sono di seguito riassunti:

DEPOSITI ANTROPICI

Sedimenti a bassa coesione a grana fine con tessitura costituita da miscele di limi, sabbie ed argille. (**Ripporto naturale**)

-Peso di volume naturale	y	=	1,70 g/cm ³
-Angolo di attrito drenato	Φ'	=	21°-23°
-Coesione intercetta	c'	=	0,01 Kg/cm ²
-Coesione non drenata	C_u	=	0,50-0,70 Kg/cm ²

DEPOSITI COLLUVIALI

Sedimenti a media coesione a grana fine con tessitura costituita da miscele di limi, sabbie ed argille. (**Limo sabbioso argilloso**)

-Peso di volume naturale	y	=	1,95-2,00 g/cm ³
-Angolo di attrito drenato	Φ'	=	23°-25°
-Coesione intercetta	c'	=	0,01-0,02 Kg/cm ²
-Coesione non drenata	C_u	=	1,10-1,40 Kg/cm ²

DEPOSITI ELUVIALI

Sedimenti a media coesione a grana fine con tessitura costituita da miscele di limi ed argille con apparizioni sabbiose. (**Limo argilloso**)

-Peso di volume naturale	y	=	2,00 g/cm ³
-Angolo di attrito drenato	Φ'	=	22°-24°
-Coesione intercetta	c'	=	0,02-0,40 Kg/cm ²
-Coesione non drenata	C_u	=	1,50-1,80 Kg/cm ²

DEPOSITI DI SUBSTRATO PELITICO

Sedimenti coesivi a grana da fine a finissima costituiti da frazioni di argille e limi in varie percentuali con intercalazioni sabbiose. (**Argilla limosa**)

Porzione alterata

-Peso di volume naturale	y	=	2,10 g/cm ³
-Angolo di attrito drenato	Φ'	=	25°-27°
-Coesione intercetta	c'	=	0,05-0,15 Kg/cm ²
-Coesione non drenata	C_u	=	2,50-2,80 Kg/cm ²

B) VALORI CARATTERISTICI

Per la presente tipologia d'intervento, i valori caratteristici dei parametri geotecnici, così come consigliato dalle "Istruzioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (CSLP) sulle NTC 2008", visti i volumi di terreno coinvolti, possono essere assimilati:

1) Valori caratteristici circa uguali ai valori medi $V_k \sim V_{med}$

Nelle valutazioni che il geotecnico deve svolgere per pervenire ad una scelta corretta dei valori caratteristici, appare giustificato, secondo il CSLP, il riferimento a valori prossimi ai valori

medi quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno (in fondazioni superficiali o in una frana il volume interessato dalla superficie di rottura è grande), con possibile compensazione delle eterogeneità o quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di rigidità sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti.

Valori prossimi ai valori medi possono essere adottati nelle seguenti situazioni:

- *terreno di sedime di fondazioni superficiali*
- *pali per la portata laterale*
- *pendii (coltre di frana) e fronti di scavo*
- *opere di contenimento di notevole altezza*
- *struttura rigida*

2) Valori caratteristici circa uguali ai valori minimi $V_k \sim V_{min}$

Valori caratteristici prossimi ai valori minimi dei parametri geotecnici appaiono più giustificati nel caso in cui siano coinvolti modesti volumi di terreno (ad es. terreno di base di un palo, verifica a scorrimento di un muro), con concentrazione delle deformazioni fino alla formazione di superfici di rottura nelle porzioni di terreno meno resistenti del volume significativo, o nel caso in cui la struttura a contatto con il terreno non sia in grado di trasferire forze dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti a causa della sua insufficiente rigidità. La scelta di valori caratteristici prossimi ai valori minimi dei parametri geotecnici può essere dettata anche solo dalle caratteristiche dei terreni; (ad esempio, effetto delle discontinuità sul valore operativo della resistenza non drenata). Una migliore approssimazione nella valutazione dei valori caratteristici può essere ottenuta operando le opportune medie dei valori dei parametri geotecnici nell'ambito di piccoli volumi di terreno, quando questi assumano importanza per lo stato limite considerato.

Valori prossimi ai valori minimi possono essere adottati nelle seguenti situazioni:

- *terreno di base di un palo*
- *verifica a scorrimento di un muro*
- *plinti e travi non collegati*
- *fronti di scavo di modesta ampiezza e muri di H contenuta*
- *struttura con insufficiente rigidità*

C) VALORI DI PROGETTO

I valori di progetto (f_d) di c' e ϕ' da adottare nel calcolo si ottengono dividendo i valori caratteristici (f_k) per un coefficiente riduttivo parziale γ_m , secondo quanto indicato al punto 6.2.3.1.2 delle NTC 2008.

6 – SISMICITA' - APPROCCIO SITO-DIPENDENTE

L'approvazione della Legge n. 77 del 24 giugno 2009, di conversione del D.L. n. 39 del 28 aprile 2008, ha di fatto reso vigenti dal 31 luglio 2009 le norme del nuovo D.M. 14 gennaio 2008 per le costruzioni.

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, infatti, **la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente"** e non più tramite un criterio "zona dipendente".

L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi *stati limite* presi in considerazione viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.

Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono. Alla scala della singola opera o del singolo sistema geotecnico, la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

6.1 - Classificazione sismicità dell'area

Il territorio comunale di Porto San Giorgio (FM) era classificato sismico ai sensi del D.M. 19.03.1982. L' Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 23.03.2003 riclassifica l'intero territorio nazionale. In tale quadro il Comune di Porto San Giorgio ricade in **zona sismica 2**.

Si riporta la tabella ove ciascuna zona è individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo a_g , con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

Zona sismica	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [a_g/g]	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [a_g/g]
1	> 0.25	0.35
2	0.15 – 0.25	0.25
3	0.05 – 0.15	0.15
4	< 0.05	0.05

6.2 - Categoria del sottosuolo

Per definire l'azione sismica di progetto, si valuta l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento. La classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente VS 30 (tab. 3.2.II NTC).

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SP,20} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{v,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SP,20} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{v,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SP,20} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{v,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s = 800$ m/s).

Nel caso specifico, il valore di Vs30 è stato calcolato dal piano campagna, quindi, per il lotto

in oggetto è stato determinato, attraverso il reperimento dell'indagine geofisica passiva Re.Mi., un valore di **Vs30 di 295 m/sec**; pertanto alla luce dei risultati della sismica reperita e tenendo conto anche delle risultanze delle prove geotecniche eseguite in situ, il suolo di fondazione in oggetto può essere assimilato, facendo riferimento alla normativa vigente (DM 14/01/08):

Categoria di sottosuolo "C"

"Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di VS,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT,30 < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < Cu,30 < 250$ kPa nei terreni a grana fina)."

6.3 - Categoria topografica

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione :

Tabella 3.2.IV – *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Vista la descrizione morfologica eseguita nel capitolo 3.1, il sito in esame può avere la seguente classificazione:

Categoria topografica T1

"Superficie pianeggiante e rilievi isolati con inclinazione media $< 15^\circ$ "

6.4 - Parametri sismici di progetto

Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione, che è descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo ("periodo di riferimento" VR espresso in anni), in detto sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato; la *probabilità* è denominata "Probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento" PVR .

La pericolosità sismica è definita in termini di :

- *accelerazione orizzontale massima attesa ag in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (categoria A), con superficie topografica orizzontale (categoria T1);*
- *ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $Se(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR nel periodo di riferimento VR.*

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

1. **ag** accelerazione orizzontale massima al sito;

2. **F_o** valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.
3. **T**C*** periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Una delle novità delle NTC è appunto la stima della pericolosità sismica basata su una griglia di 10751 punti, ove viene fornita la terna di valori a_g , F_o e T^*C per nove distinti periodi di ritorno TR.

In allegato vengono riportati i parametri sismici riferiti alle NTC calcolati secondo normativa con programma libero della GEOSTRU. In particolare, tenendo conto della tipologia di intervento in progetto, il rispetto dei vari stati limite viene considerato conseguito dalle NTC nei confronti di tutti gli Stati Limite Ultimi (SLU) quando siano soddisfatte le verifiche relative al solo SLV

In questo caso i parametri sismici possono essere così riassunti:

Sito in esame

latitudine:	43,171084
longitudine:	13,786093
Classe:	2
Vita nominale:	50

Parametri sismici

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1
Periodo di riferimento:	50 anni
Coefficiente c_u :	1
Salvaguardia della vita (SLV):	
Probabilità di superamento:	10 %
Tr:	475 [anni]
a_g :	0,181 g
F_o :	2,461
T_c^* :	0,308 [s]

Coefficienti Sismici

Salvaguardia della vita (SLV):	
Ss:	1,430
Cc:	1,550
St:	1,000
Kh:	0,062
Kv:	0,031
Amax:	2,541 m/s²
Beta:	0,240

7 – STABILITA' DELL'AREA

Le condizioni ambientali ed antropiche del settore interessato dallo studio in terreni in prevalenza scoscesi, ha suggerito, al fine di fornire una diagnosi attendibile circa le condizioni di stabilità superficiale, di radiografare l'area e cogliere eventuali segni e indicatori sospetti di precario equilibrio del sistema suolo-sottosuolo (analisi qualitativa) e di predisporre verifiche di stabilità di

versante (analisi quantitativa).

7.1 Analisi geomorfologica qualitativa

L'esame visivo di schedatura dei luoghi ha fornito elementi utili a conoscere la risposta dei terreni in conseguenza ad eventuali insediamenti.

L'area oggetto di studio è apparsa guidata da acclività **variabile**, caratterizzata nella porzione monte e valle da versanti con pendenze che variano rispettivamente dal 27% al 23%, separate dal pianoro artificiale creato per l'edificazione della casa colonica attuale, dal passaggio della strada comunale Santa Vittoria e dall'edificazione del fabbricato posto a monte (max 0-5%).

Nella porzione studiata non si rinvergono, come già rilevato nella Carta Geomorfologica ed in quella delle Pericolosità Geologiche, aree con segnali evidenti di movimenti gravitativi in atto o quiescenti; le indagini soprattutto in riferimento alla prova penetrometriche Cpt, eseguita nel sito in oggetto, non hanno rilevato cali di resistenza significativi fatte salve le normali variazioni conseguenza di mutamenti litologici frequenti della coltre (porzioni più o meno sabbiose).

La cartografia geomorfologica del PRG, a conferma dell'osservazione visiva diretta, mostra la presenza, ai limiti ovest ed est dell'area, di processi geomorfologici classificati come scivolamenti rispettivamente quiescenti e attivi mentre l'area in oggetto non presenta evidenze di forme gravitative.

7.2 Analisi quantitativa -Verifiche di stabilità in condizioni dinamiche-

In conseguenza alla edificazione prevista nel settore si è provveduto alla verifica di stabilità, in condizioni dinamiche, dell'area. Sulla base delle condizioni litostratigrafiche rilevate dalle indagini, sono stati calcolati, con metodologia di Janbù semplificato, i fattori di sicurezza della stabilità dell'intero versante, in corrispondenza della zona centrale maggiormente scoscesa.

L'analisi di stabilità, la cui relazione di calcolo è posta in allegato, ha preso in considerazione i seguenti dati di progetto:

- Calcolo della tipologia sismica di sottosuolo mediante prova sismica Re.Mi. reperita posta in allegato;
- Calcolo dei coefficienti sismici secondo le NTC 2008;
- Profilo topografico rilevato dal Progettista geom. Martella Barbara;
- Terreno composto da coltre eluvio-colluviale poggiate su un complesso substrato alterato a luoghi fratturato;
- Parametri geotecnici a lungo termine, estrapolati da prove di taglio CD reperite, ridotti secondo le NTC 2008;
- Sovraccarico offerto dall'edificio esistente che presenta fondazioni dirette;
- Nelle verifiche sono state simulate le seguenti situazioni:
 - CONDIZIONI ATTUALI dove è stata presa in considerazione la condizione attuale del versante, con l'edificio attuale;
 - CONDIZIONI DI PROGETTO con presenza di sbancamenti protetti ed edificio poggiate su fondazioni indirette.

Tutte le elaborazioni sono state effettuate tramite un programma di calcolo "Slope vers. 15 - 2010" collaudato dalla Ditta GeoStru di Reggio Calabria, basato sulla teoria di Janbù (semplificata), ipotizzando cioè varie superfici di scorrimento di forma sub-circolare, suddividendole tutte in più settori (conci) e ricercando quella che offriva la minore sicurezza alla stabilità (superficie critica).

Secondo le **NTC 2008** (v. § 6.3.4), *...il grado di sicurezza ritenuto accettabile dal progettista deve essere giustificato sulla base del livello di conoscenze raggiunto, dell'affidabilità dei dati*

disponibili e del modello del calcolo adottato in relazione alla complessità geologica e geotecnica, nonché sulla base delle conseguenze di un'eventuale frana.

I vari docenti APC che si sono espressi in materia (G. Riga, M. Ponte) raccomandano di adottare, per le verifiche di stabilità dei versanti, lo stesso fattore di sicurezza che il D.M. 11.3.1988 impone per i fronti di scavo ovvero un fattore sicurezza **Fs non inferiore a 1,3** ...nel caso di terreni omogenei e nei quali le pressioni neutre siano note con sufficiente attendibilità, mentre nelle altre situazioni il valore del coefficiente di sicurezza da adottare deve essere scelto caso per caso, tenuto conto principalmente della complessità strutturale del sottosuolo, delle conoscenze del regime delle pressioni neutre e delle conseguenze di un eventuale fenomeno di rottura. Si deve tener conto dell'esistenza di manufatti e sovraccarichi.

Nelle NTC 2008, recependo le indicazioni degli Eurocodici, le resistenze dei terreni (ϕ , c) devono essere ridotti secondo determinati coefficienti (tangente angolo di resistenza al taglio = 1,25; coesione efficace = 1,25; coesione non drenata = 1,4). Introducendo questi coefficienti riduttivi, nel caso di verifica di stabilità il rapporto tra il momento delle tendenti a resistere allo slittamento e quello a produrlo deve essere > 1 . Questo significa che il fattore di sicurezza Fs non dovrà essere più necessariamente $> 1,2, 1,3$, ecc..

Di seguito sono riportati i risultati delle verifiche condotte:

Tipo di verifica	Fs minimo
condizioni attuali	1,19
condizioni di progetto	1,52

I risultati dimostrano come in condizioni ordinarie sussista, lungo il versante, generale stabilità, sia nelle condizioni attuali che di progetto, nonostante siano stati volutamente introdotti nelle verifiche valori minimi dei parametri geotecnici.

Sono state volutamente escluse le superfici che prevedono uno scorrimento a profondità minori del metro della scarpata di riporto posta a valle, in quanto va da se che sia nelle condizioni attuali che di progetto la scarpata artificiale di riporto non possa essere considerata stabile in condizioni dinamiche senza una adeguata protezione a valle che risulta essere di prioritaria importanza per l'attuazione del progetto.

8 - CONCLUSIONI

L'intervento urbanistico in oggetto si riferisce al progetto del Piano di Recupero che riguarda essenzialmente la demolizione e ricostruzione di un edificio agricolo e di accessori con la creazione di un complesso edilizio a vocazione abitativa.

L'indagine di campo ha messo a fuoco i seguenti aspetti geologici:

- L'area di sedime del fabbricato in progetto non ricade all'interno di perimetrazione del P.A.I.;
- La porzione scandagliata ha mostrato costituzioni lito-stratigrafiche relativamente omogenee. In particolare il sito presenta una deposizione eluvio-colluviale con spessore massimo di 6,20 metri che sormonta un substrato Pelitico SC;
- I sedimenti testati risultano a componente tessiturale eterogenea con predominio coesivo. Si

tratta, inizialmente di sedimenti normal-consolidati di coltre, che sotto carico indotto importante entrano potenzialmente in carico subendo deformazione verticale a lungo termine per processi di consolidazione primaria e/o assestamento rapido; il substrato risulta essere da mediamente consistente a consistente;

- I controlli piezometrici, eseguiti sulle verticali d'indagine, non hanno rilevato, lungo l'area edificabile, la presenza significativa della fase liquida;
- I rilievi di campagna associati a verifiche di stabilità dell'area hanno evidenziato la stabilità generale e puntuale del settore in condizioni sismiche sia allo stato attuale che di progetto.

Sulla base dei dati acquisiti e delle indagini svolte, **l'edificazione di tale comparto può ritenersi fattibile da un punto di vista geologico** con le seguenti indicazioni che assumono carattere di mitigazione:

- L'assetto geidrogeologico-geotecnico del sottosuolo orienta per la scelta di tipologie di fondazioni profonde di grosso diametro, intestate in modo adeguato nella porzione consistente del substrato;

- Di prioritaria importanza la regimazione delle acque superficiali del lotto in oggetto in particolare della porzione monte in maniera di impedire una eventuale creazione di falde temporanee che, come abbiamo visto, possono causare problemi di stabilità agli orizzonti superficiali;

- Nella nuova sistemazione del terreno, soprattutto in riferimento alla scarpata a valle attualmente non protetta, si consiglia la realizzazione di opere di contenimento strutturale utilizzando anche sistemi di ingegneria naturalistica come palificate vive, terre rinforzate ecc. purchè munite di adeguate fondazioni profonde;

- In ogni caso per l'edificazione puntuale si richiedono ulteriori valutazioni geologiche-geotecniche puntuali in corrispondenza delle nuove impronte delle strutture previste, che valutino con accuratezza l'esatta interazione tra struttura in progetto e terreno di fondazione e gli scenari sismici da applicare alla progettazione esecutiva.

Porto San Giorgio, 26 ottobre 2015

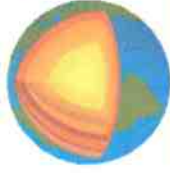

Dott. Geol. Gianluca TESTAGUZZA



RAPPORTO GEOLOGICO E SISMICO

Loc.tà: C.da Santa Vittoria
- Comune di PORTO SAN GIORGIO (FM) -

- COROGRAFIA -
Elaborato: **CARTA TOPOGRAFICA**
Scala 1 : 25.000



STUDIO GEOLOGICO

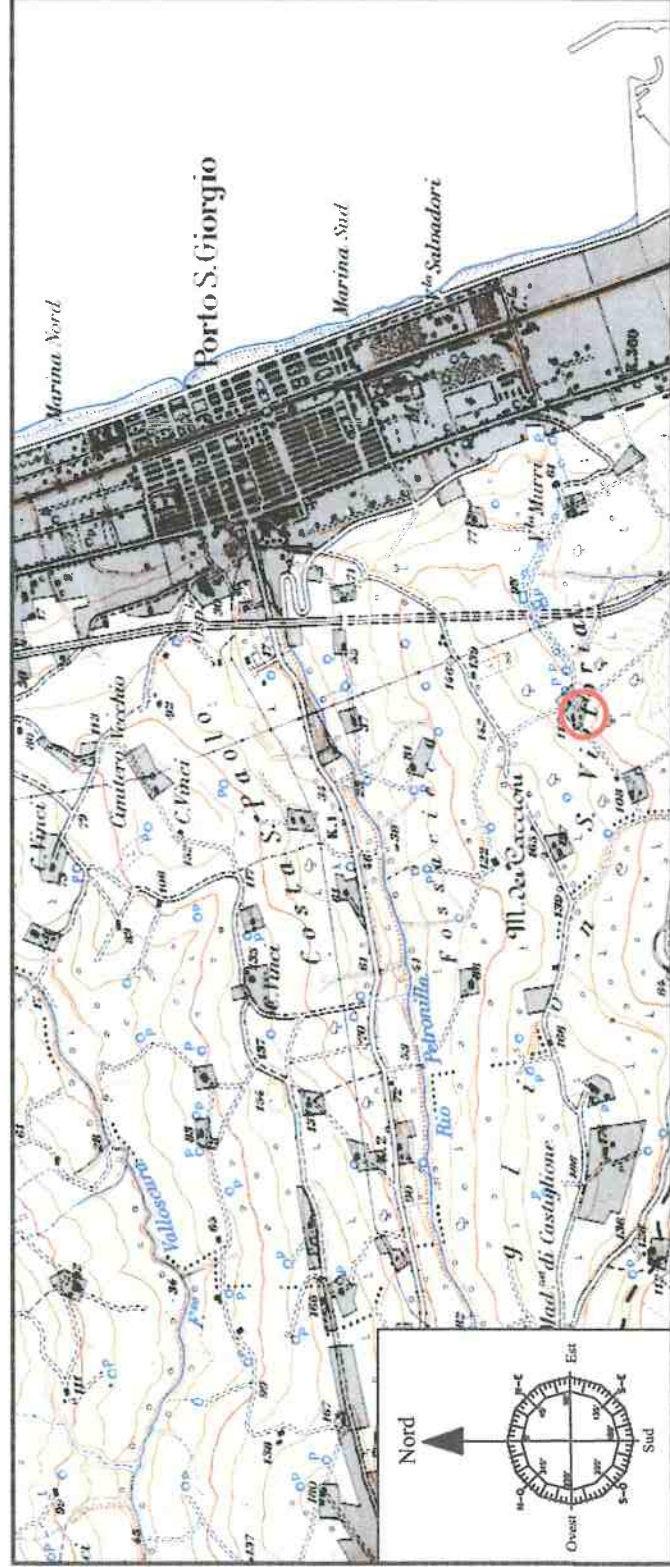
*Consulenze
Geologiche e Ambientali*

Dott. Geol. **Gianluca Testaguzza**

Viale dei Pini, 106 - 63822 Porto San Giorgio (FM) - Pers. 333/2304051 P. IVA 02056460448
E-mail: g.testaguzza@tiscali.it P.E.C. gianluca.testaguzza@epap.sicurezza.poste.it



AREA INTERESSATA DALL'INDAGINE

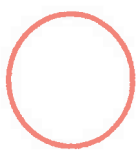


RAPPORTO GEOLOGICO E SISMICO

Loc.tà: C.da Santa Vittoria
- Comune di PORTO SAN GIORGIO (FM) -
- INQUADRAMENTO GEOLOGICO -

Elaborato: **CARTA GEOLOGICA DELLE MARCHE**
Scala 1 : 10.000 adattata

AREA INTERESSATA DALL'INDAGINE



- Contatto stratigrafico o litologico
- Contatto stratigrafico incerto
- Contatto stratigrafico o litologico incerto
- Contatto stratigrafico incerto
- Faglia diretta
- Faglia incerta o sepolta
- Faglia orleina
- Faglia diretta incerta o sepolta
- Traccia di superficie assiale di anticlinale
- Traccia di superficie assiale di anticlinale, incerta o sepolta
- Chio di scarpata di frana

DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI

SISTEMA DEL MUSEONE (PLOCENE)

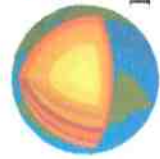
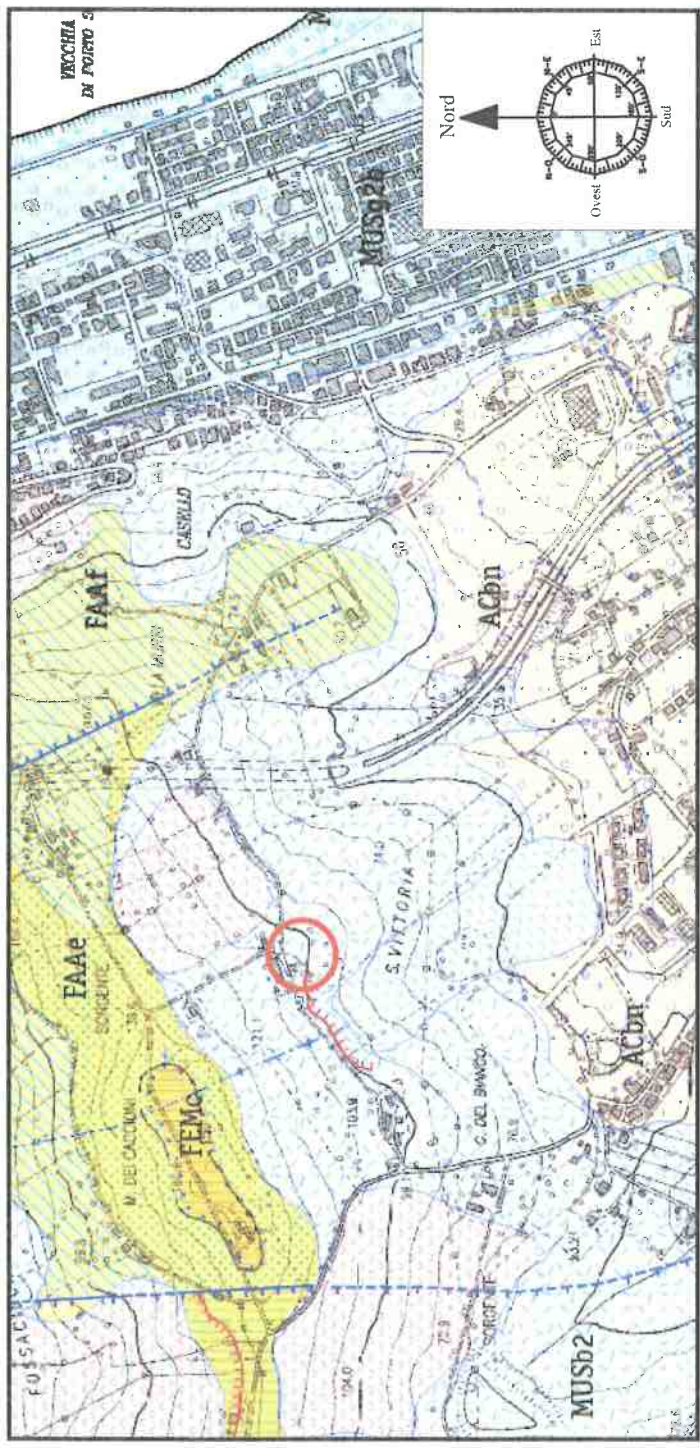
- MUSa1 Frane in evoluzione
- MUSa1q Frana senza indizi di evoluzione
- MUSb2 Depositi eluvio-colluviali
- MUSD Depositi alluvionali attuali ghiaia, sabbia
- MUSbn Depositi alluvionali terrazzati ghiale sabbiose, sabbie limose
- MUSgza Depositi di spiaggia attuali sabbie prevalenti
- MUSgzb Depositi di spiaggia antica ghiale e sabbie in proporzioni variabili

SUCCESSIONE UMBRO-MARCHIGIANO-ROMAGNOLA

- FEMc FORMAZIONE DI FERMO (litofacies arenacea) Siciliano

SUCCESSIONE PLOCENICA

- FAA FORMAZIONE DELLE ARGILLE AZZURRE Ploocene inferiore - Pleistocene inferiore
- FAAg FORMAZIONE DELLE ARGILLE AZZURRE livello calcareo conchigliare Ploocene inferiore p.p.
- FAAf FORMAZIONE DELLE ARGILLE AZZURRE litofacies petli-laminata Ploocene inferiore - Pleistocene inferiore
- FAAe FORMAZIONE DELLE ARGILLE AZZURRE Litofacies petlioco-arenacea Ploocene inferiore - Pleistocene inferiore
- FAA5e FORMAZIONE DELLE ARGILLE AZZURRE Membrici di Officina litofacies petliocoarenacea Zancleano p.p. - Sant'ernano



STUDIO GEOLOGICO
Consulenze
Geologiche e Ambientali

Dott. Geol. Gianluca Testaguzza



STUDIO GEOLOGICO
Consulenze
Geologiche e Ambientali

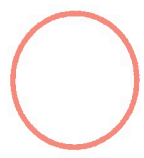
Dott. Geol. Gianluca Testaguzza

Viale dei Pini, 106 - 63822 Porto San Giorgio (FM) - Pers. 3337304051 P. IVA 02036460448
E-mail: g.testaguzza@triscali.it P.E.C. gianlucatestaguzza@pec.pap.sticurezzaipostale.it

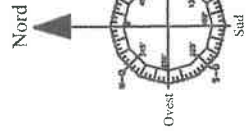
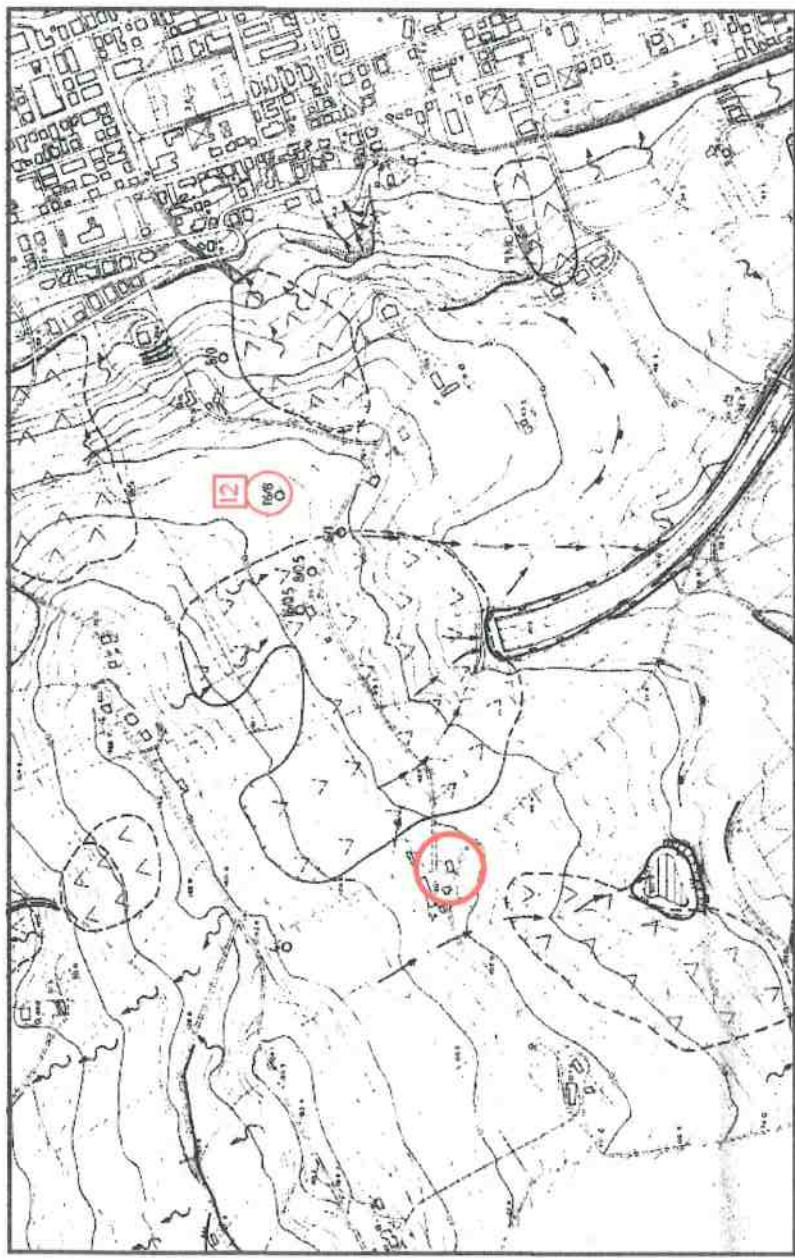
**RAPPORTO
GEOLOGICO E SISMICO**

Loc.tà: C.da Santa Vittoria
- Comune di PORTO SAN GIORGIO (FM) -

- INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO -
Elaborato: **CARTA GEOMORFOLOGICA P.R.G.**
Scala 1 : 4.000 adattata

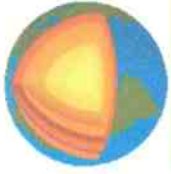


AREA INTERESSATA DALL'INDAGINE



LEGENDA

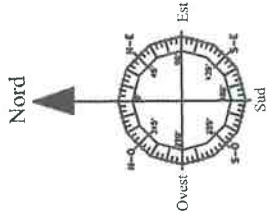
- CROGNA O GRADINO DI FIANA
- ACCUMULO DI FRANA
- s.cotamento
- s.civellamento/traslazione e/c rotazione
- s.deformazioni plastiche
- ORLO DI SCARPATA DI EROSIONE FLUVIALE O TORRENZIALE
- s.h<3m; b:3<b<10m; c:10<c<20m; d:h>20m
- RUSCELLAMENTO DIFFUSO
- RUSCELLAMENTO CONCENTRATO
- CALANCO
- CORSO D'ACQUA PERENNE
- CORSO D'ACQUA NON PERENNE
- LAGO ARTIFICIALE
- AREA ESCINDIBILE
- POZZO D'ACQUA (profondita'/livello)



STUDIO GEOLOGICO
Consulenze
Geologiche e Ambientali

Dott. Geol. **Gianluca Testaguzza**

Viale dei Pini, 106 - 63822 Porto San Giorgio (FM) - Pers. 33372304051 P. IVA 02036400448
E-mail: g.testaguzza@tiscali.it P.E.C. gianlucatestaguzza@epap.sicurezza.postaltec.it



RAPPORTO GEOLOGICO E SISMICO

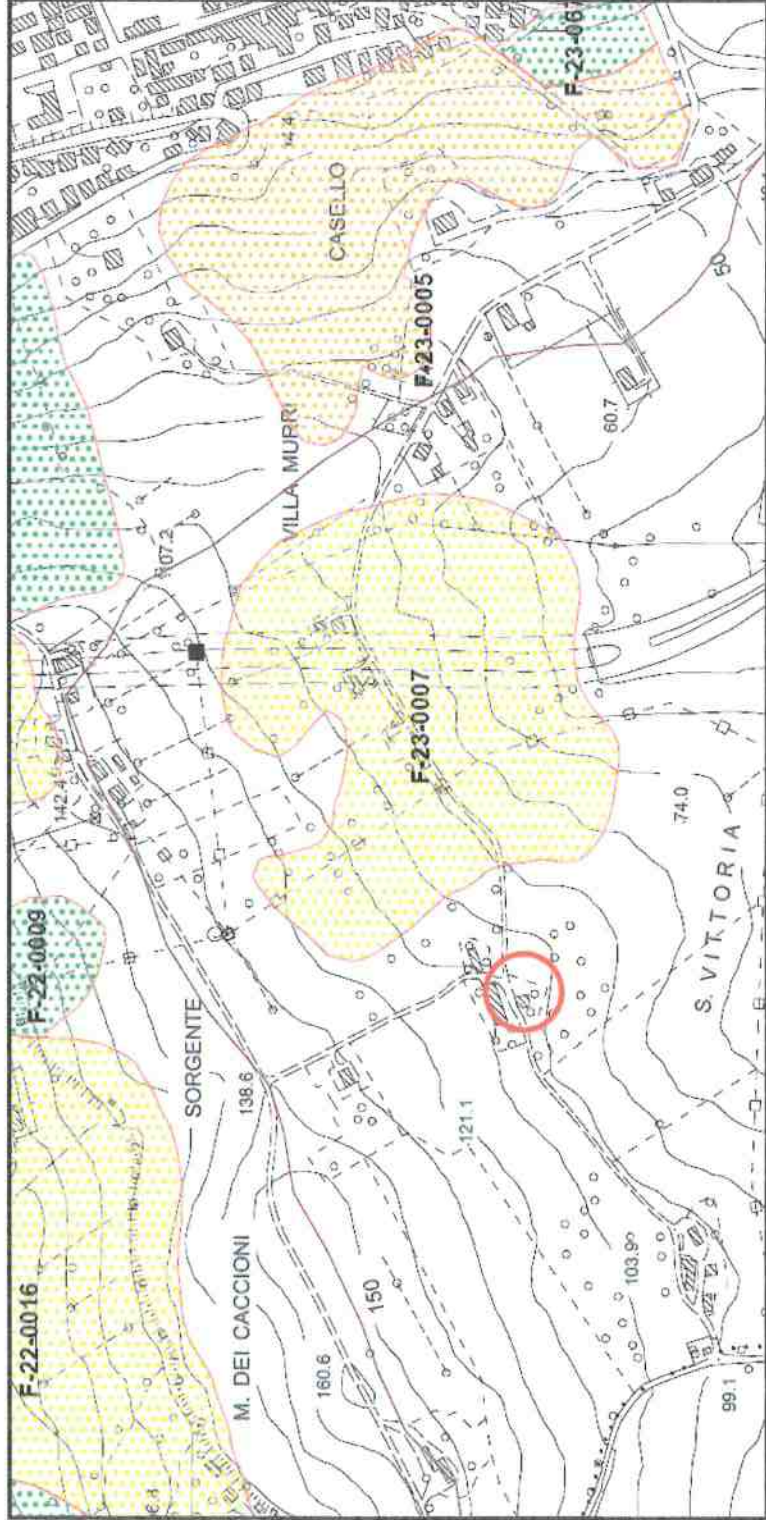
Loc.tà: C.da Santa Vittoria
- Comune di PORTO SAN GIORGIO (FM) -

- RISCHIO IDROGEOLOGICO -

Elaborato: **STRALCIO CARTOGRAFICO PAI**
Scala 1 : 10.000 adattata



AREA INTERESSATA DALL'INDAGINE



LEGENDA

Arece a rischio frana
(Codice F-xx-yyyy)

- Rischio moderato (R1)
- Rischio medio (R2)
- Rischio elevato (R3)
- Rischio molto elevato (R4)

Arece a rischio esondazione
(Codice E-xx-yyyy)

- Rischio moderato (R1)
- Rischio medio (R2)
- Rischio elevato (R3)
- Rischio molto elevato (R4)

Arece a rischio valanga
(Codice V-xx-yyyy)

- Rischio moderato (R1)
- Rischio medio (R2)
- Rischio elevato (R3)
- Rischio molto elevato (R4)

Limite di Bacino idrografico

DESCRIZIONE CODICE LEGATO AI FENOMENI

Z-XX-YYYY
Z: numero identificativo di bacino
XX: numero progressivo fenomeno
YYYY: codice tipo di rischio

RAPPORTO GEOLOGICO E SISMICO

Loc.tà: C.da Santa Vittoria
- Comune di PORTO SAN GIORGIO (FM) -

- PLANIMETRIA GENERALE -

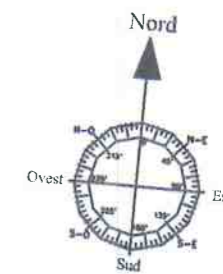
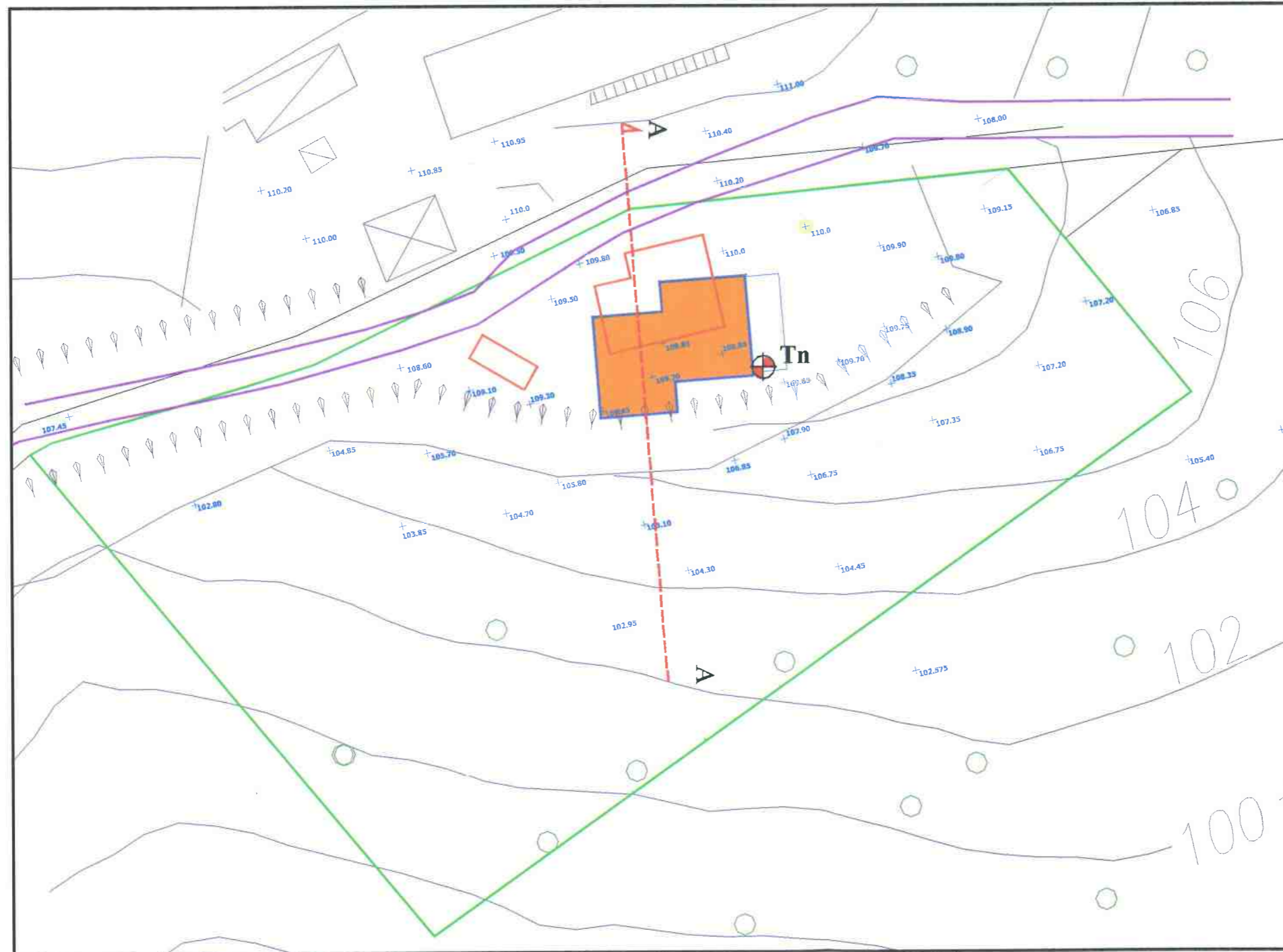
Elaborato: **UBICAZIONE INDAGINI**
Scala 1 : 500



STUDIO GEOLOGICO
Consulenze
Geologiche e Ambientali

Dott. Geol. Gianluca Testaguzza

Viale dei Pini, 106 - 63822 Porto San Giorgio (FM) - Pers. 333/2304051 P. IVA 0203646048
E-mail: g.testaguzza@tiscali.it P.E.C. gianlucatestaguzza@epap.sicurezza postale.it



- Tn** Penetrometria Cpt eseguita
- A A** Traccia di sezione stratigrafica
- Fabbricati da demolire
- Fabbricato da realizzare
- Quote rilevate e sovrapposte alla Cartografia Comunale a curve di livello
- Corte catastale del fabbricato
- Posizione strada attuale



STRATI Indagini Geognostiche

Via Velluti 118 MACERATA
via Piave 5 CIVITANOVA M.
Tel. 0733 28 34 69 - 389 57 18 641
fax 0733 28 78 24 info@provepenetrometriche.it

PROVA PENETROMETRICA STATICA

Committente: Testaguzza
Cantiere: C.da Santa Vittoria
Località: Porto San Giorgio

Caratteristiche Strumentali PAGANI TG 63 (200 kN)

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

STRATI Indagini Geognostiche

Civitanova Marche

PROVA ... Nr.1

Committente: Testaguzza

Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)

Prova eseguita in data: 18/09/2015

Profondità prova: 8,80 mt

Località: Porto San Giorgio

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,20	45,00	79,0	45,0	2,73	16,484	6,1
0,40	51,00	92,0	51,0	1,87	27,273	3,7
0,60	36,00	64,0	36,0	0,93	38,71	2,6
0,80	97,00	111,0	97,0	4,6	21,087	4,7
1,00	33,00	102,0	33,0	0,53	62,264	1,6
1,20	36,00	44,0	36,0	1,0	36,0	2,8
1,40	21,00	36,0	21,0	2,4	8,75	11,4
1,60	46,00	82,0	46,0	0,333	138,138	0,7
1,80	101,00	106,0	101,0	0,47	214,894	0,5
2,00	23,00	30,0	23,0	1,67	13,772	7,3
2,20	40,00	65,0	40,0	2,13	18,779	5,3
2,40	35,00	67,0	35,0	2,47	14,17	7,1
2,60	38,00	75,0	38,0	2,8	13,571	7,4
2,80	33,00	75,0	33,0	2,73	12,088	8,3
3,00	37,00	78,0	37,0	3,67	10,082	9,9
3,20	36,00	91,0	36,0	3,53	10,198	9,8
3,40	55,00	108,0	55,0	2,93	18,771	5,3
3,60	76,00	120,0	76,0	2,73	27,839	3,6
3,80	33,00	74,0	33,0	2,33	14,163	7,1
4,00	35,00	70,0	35,0	2,67	13,109	7,6
4,20	23,00	63,0	23,0	1,8	12,778	7,8
4,40	48,00	75,0	48,0	2,4	20,0	5,0
4,60	80,00	116,0	80,0	2,13	37,559	2,7
4,80	72,00	104,0	72,0	2,93	24,573	4,1
5,00	55,00	99,0	55,0	2,67	20,599	4,9
5,20	52,00	92,0	52,0	2,13	24,413	4,1
5,40	53,00	85,0	53,0	4,73	11,205	8,9
5,60	47,00	118,0	47,0	2,07	22,705	4,4
5,80	59,00	90,0	59,0	3,8	15,526	6,4
6,00	38,00	95,0	38,0	2,73	13,919	7,2
6,20	38,00	79,0	38,0	1,13	33,628	3,0
6,40	92,00	109,0	92,0	3,27	28,135	3,6
6,60	64,00	113,0	64,0	4,6	13,913	7,2
6,80	58,00	127,0	58,0	4,4	13,182	7,6
7,00	73,00	139,0	73,0	4,33	16,859	5,9
7,20	74,00	139,0	74,0	5,4	13,704	7,3
7,40	74,00	155,0	74,0	5,33	13,884	7,2
7,60	104,00	184,0	104,0	5,27	19,734	5,1
7,80	77,00	156,0	77,0	5,93	12,985	7,7
8,00	79,00	168,0	79,0	5,73	13,787	7,3
8,20	102,00	188,0	102,0	6,8	15,0	6,7
8,40	93,00	195,0	93,0	6,93	13,42	7,5
8,60	99,00	203,0	99,0	5,733	17,268	5,8
8,80	103,00	189,0	103,0	0,0		0,0

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
1,80	58,778	1,184	2,1	Incoerente	riporto
4,20	38,667	2,622	2,1	Incoerente-Coesivo	limo sabbioso-argilloso
6,20	54,2	2,672	2,1	Incoerente-Coesivo	limo argilloso
8,80	84,0	4,902	2,2	Incoerente-Coesivo	argilla limosa

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 2	4,20	38,667	2,622	0,6	0,6	Marsland 1974- Marsland e Powell 1979	1,3
Strato 3	6,20	54,2	2,672	1,1	1,1	Marsland 1974- Marsland e Powell 1979	1,8
Strato 4	8,80	84,0	4,902	1,6	1,6	Marsland 1974- Marsland e Powell 1979	2,8

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 2	4,20	38,667	2,622	0,6	0,6	Metodo generale del modulo Edometrico	77,3
Strato 3	6,20	54,2	2,672	1,1	1,1	Metodo generale del modulo Edometrico	108,4
Strato 4	8,80	84,0	4,902	1,6	1,6	Metodo generale del modulo Edometrico	168,0

Modulo di deformazione non drenato Eu

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Eu (Kg/cm ²)
Strato 2	4,20	38,667	2,622	0,6	0,6	Cancelli 1980	1426,4
Strato 3	6,20	54,2	2,672	1,1	1,1	Cancelli 1980	1991,6
Strato 4	8,80	84,0	4,902	1,6	1,6	Cancelli 1980	3090,5

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
Strato 2	4,20	38,667	2,622	0,6	0,6	Imai & Tomauchi	261,2
Strato 3	6,20	54,2	2,672	1,1	1,1	Imai & Tomauchi	321,1
Strato 4	8,80	84,0	4,902	1,6	1,6	Imai & Tomauchi	419,7

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 2	4,20	38,667	2,622	0,6	0,6	Meyerhof	2,1
Strato 3	6,20	54,2	2,672	1,1	1,1	Meyerhof	2,1
Strato 4	8,80	84,0	4,902	1,6	1,6	Meyerhof	2,2

Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	C	Crm
Strato 2	4,20	38,667	2,622	0,6	0,6	0,11289	0,01468
Strato 3	6,20	54,2	2,672	1,1	1,1	0,10377	0,01349
Strato 4	8,80	84,0	4,902	1,6	1,6	0,09614	0,0125

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 2	4,20	38,667	2,622	0,6	0,6	Meyerhof	2,2
Strato 3	6,20	54,2	2,672	1,1	1,1	Meyerhof	2,2
Strato 4	8,80	84,0	4,902	1,6	1,6	Meyerhof	2,3

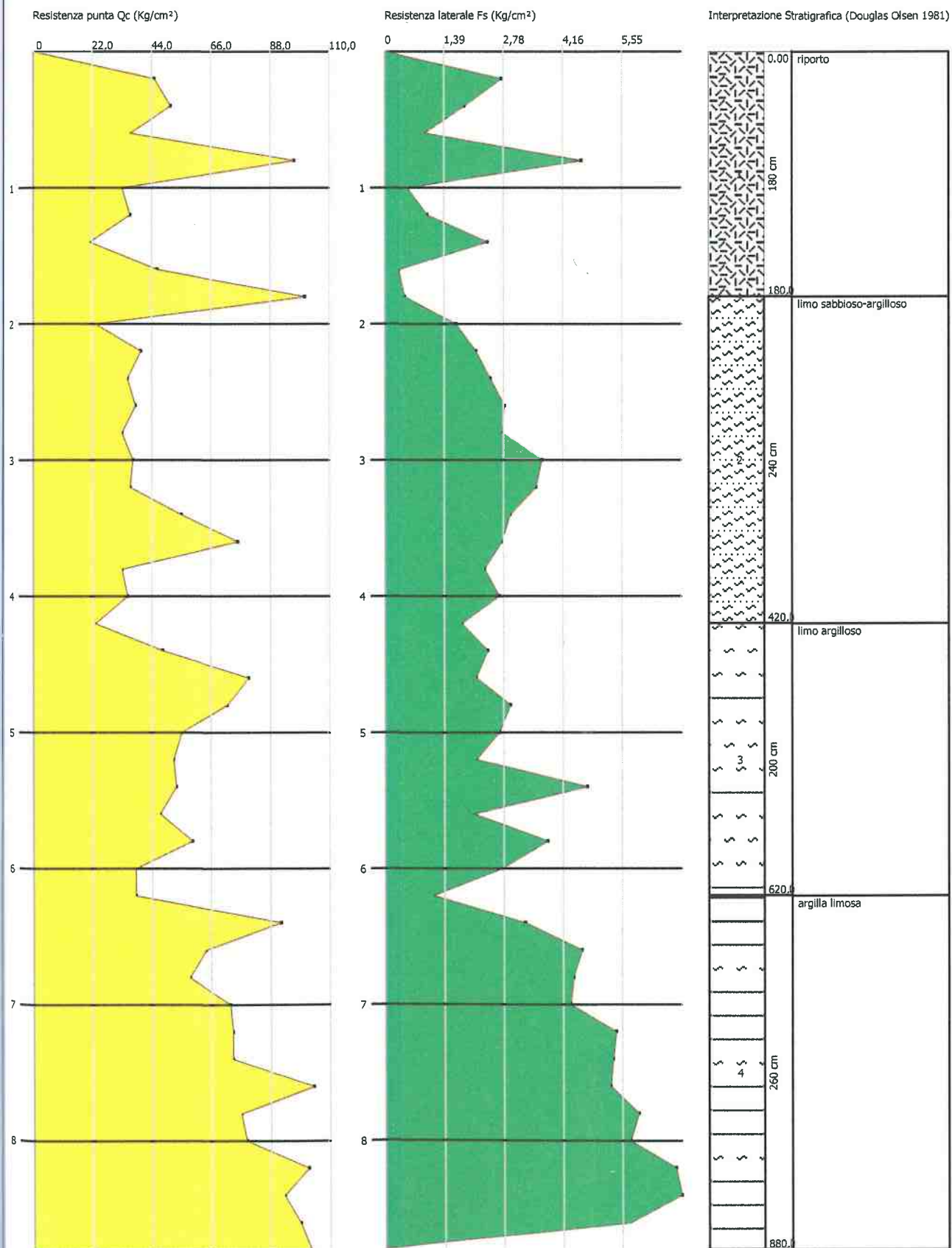
Velocità onde di taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Vs (m/s)
Strato 2	4,20	38,667	2,622	0,6	0,6	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	258,13
Strato 3	6,20	54,2	2,672	1,1	1,1	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	299,56
Strato 4	8,80	84,0	4,902	1,6	1,6	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	344,24

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

Committente: Testaguzza
Cantiere: C.da Santa Vittoria
Località: Porto San Giorgio

Data: 18/09/2015



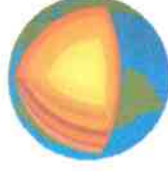
RAPPORTO GEOLOGICO E SISMICO

Loc.tà: C.da Santa Vittoria

- Comune di PORTO SAN GIORGIO (FM) -

- INDAGINE ESEGUITA -

Elaborato: **DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**



STUDIO GEOLOGICO

Consulenze
Geologiche e Ambientali

Dott. Geol. **Gianluca Testaguzza**

Viale dei Pini, 106 - 63822 Porto San Giorgio (FM) - Pers. 33372304051 P. IVA 02036460448
E-mail: gtestaguzza@tiscali.it P.E.C. gianlucatestaguzza@epap.sicurezza-postalci.it



Foto 1 : Fasi esecutive della penetrometria Cpt T1



Foto 2 : Particolare del terreno estratto a fine prova
(substrato di argilla limosa alterata)

RAPPORTO GEOLOGICO E SISMICO

Loc.tà: C.da Santa Vittoria
- Comune di PORTO SAN GIORGIO (FM) -

- SEZIONE A/A -

Elaborato: **SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA**
Scala 1 : 100



STUDIO GEOLOGICO
Consulenze
Geologiche e Ambientali

Dott. Geol. Gianluca Testaguzza

Viale dei Pini, 106 - 63822 Porto San Giorgio (FM) - Pers. 333/2304051 P. IVA 0203646048

E-mail: g.testaguzza@tiacall.it P.E.C. gianlucatestaguzza@epap.sicurezzaapostale.it

LEGENDA

DEPOSITI ANTROPICI

 Terreno di riporto


DEPOSITI COLLUVIALI

 Limo sabbioso argilloso

DEPOSITI ELUVIALI

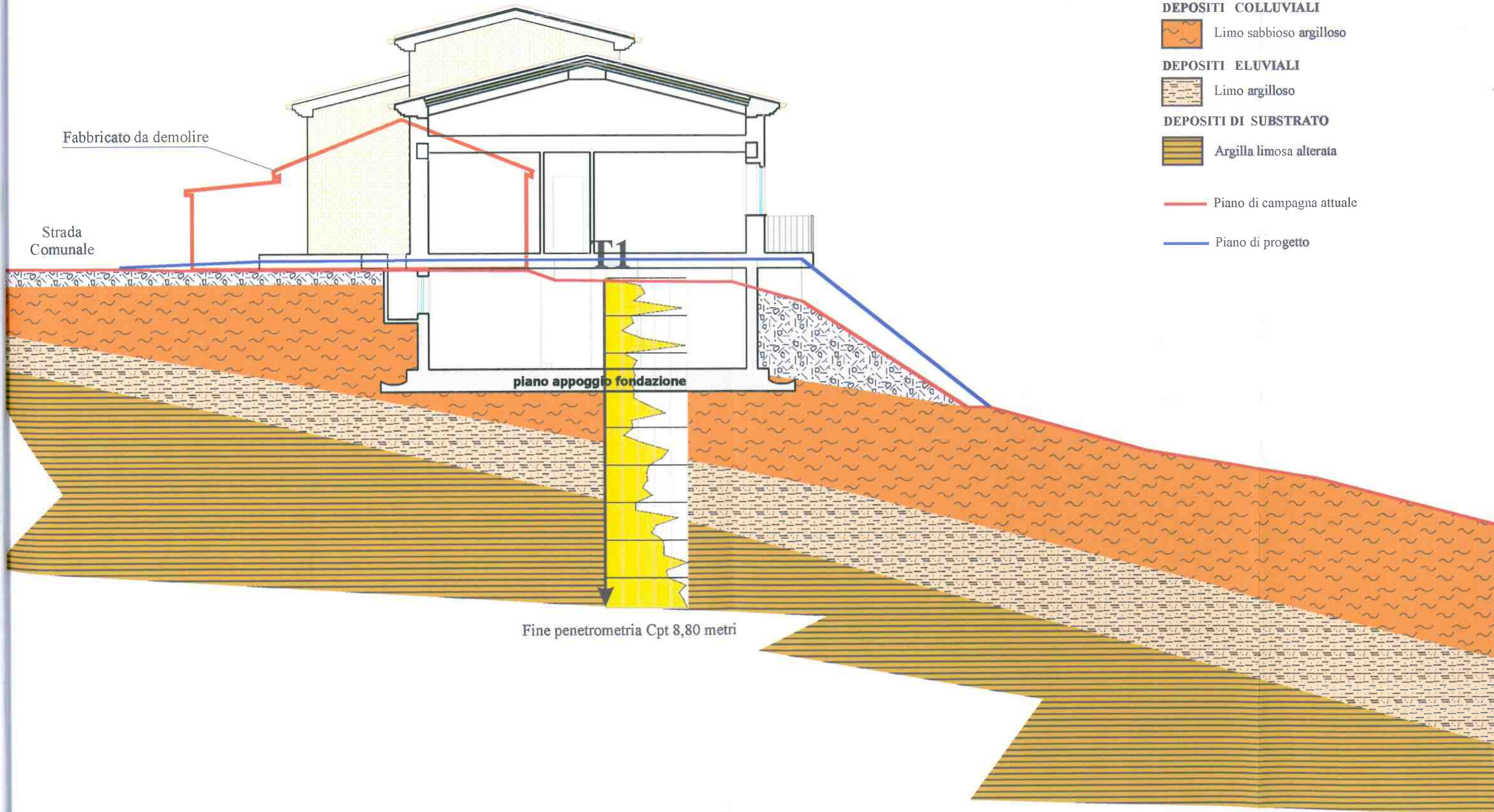
 Limo argilloso

DEPOSITI DI SUBSTRATO

 Argilla limosa alterata

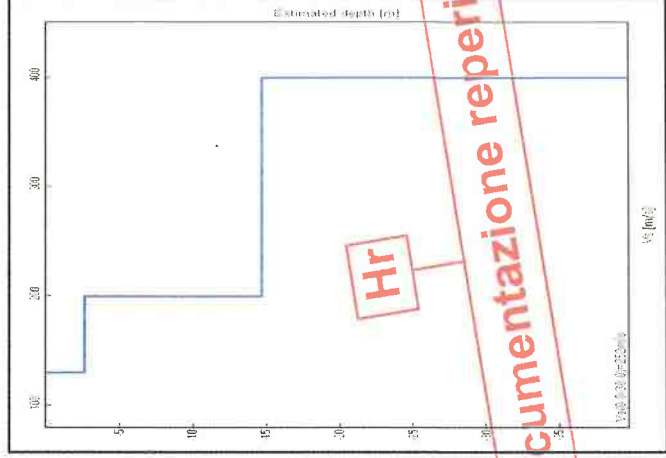
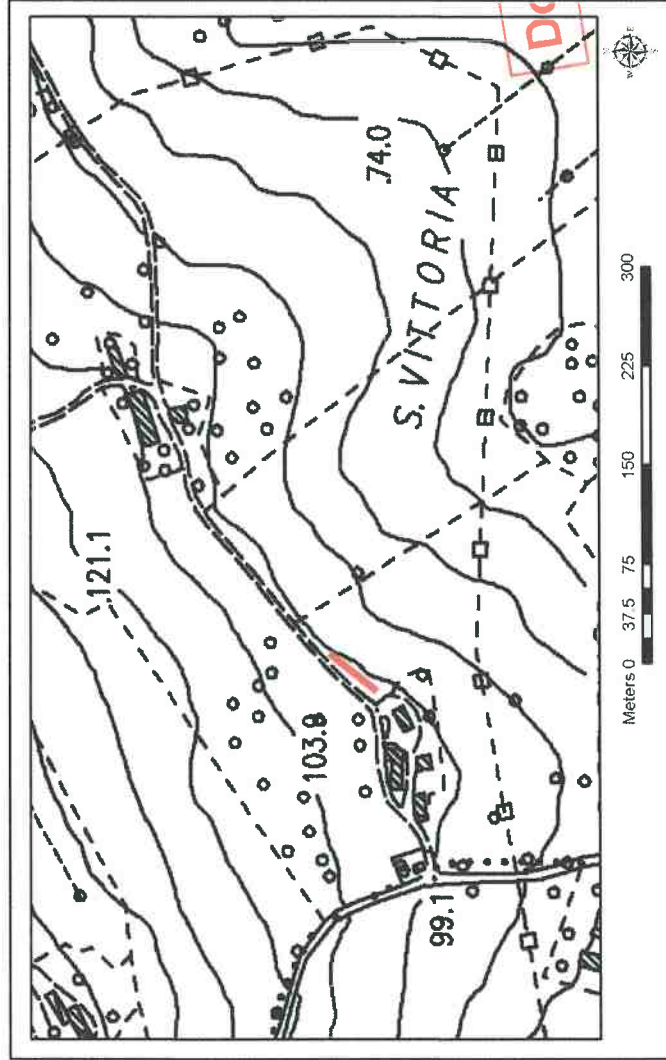
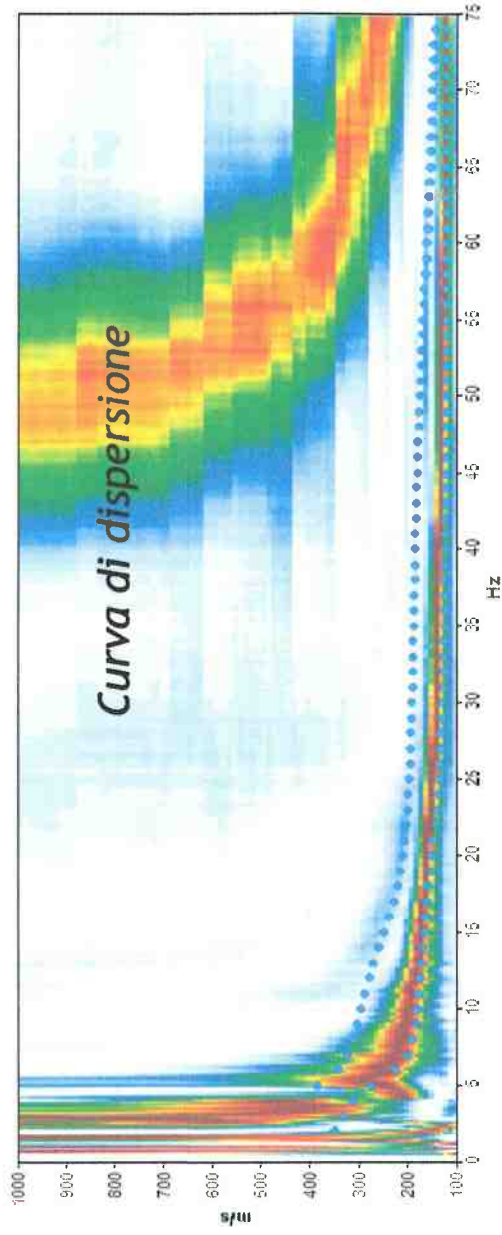
 Piano di campagna attuale

 Piano di progetto



Misura in array di tipo Re.Mi.

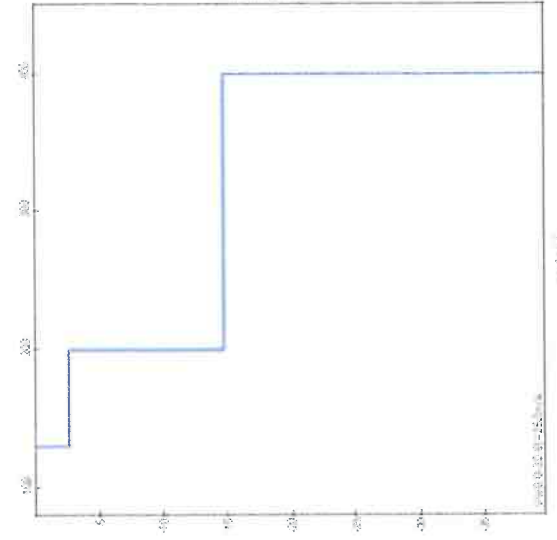

Progressivo	A30
Lat. WGS84-33N - Inizio stesa	N 4780294
Lon. WGS84-33N - Inizio stesa	E 401034
Lat. WGS84-33N - Fine stesa	N 4780327
Lon. WGS84-33N - Fine stesa	E 401065
Quota p.c. s.l.m.	99,0 m
Anno di misura	2013



Estratto da C.T.R.

Profilo Vs

Foto di cantiere

A30	Depositi eluvio-colluviali - b2MUS	Prof. dal p.c. locale (m)	Velocità onde S (m/s)
		0,0 - 2,7 2,7 - ≈15 > ≈15	130 200 400
			

Hr
Documentazione reperita

DETERMINAZIONE DELLA CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

D.Min. Infrastrutture 14 gennaio 2008 - NUOVE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI

Capitolo 3.2 AZIONE SISMICA

PENETROMETRIA CPT eseguita (T1) e Re.Mi. Reperita (Hr)

Facendo riferimento al Testo Unico – Norme Tecniche per le Costruzioni ed alla nuova normativa sismica Ord. P.C.M. n° 3274 del 20.3.03, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si può utilizzare un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tabella 3.2.II e Tabella 3.2.III) sulla base dei valori della velocità equivalente $V_{S,30}$ di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m. La velocità equivalente $V_{S,30}$ è definita dall'espressione:.

$$V_{S,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

N.strato	Profond	Spessore	V_s m/s	h/V_s
1	4,20	4,20	130	0,032307692
2	6,20	2,00	200	0,01
3	30,00	23,80	400	0,0595
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
		30,0		0,101807692

DETERMINAZIONE $V_{S,30}$	
$V_{S,30}$	295 m/s

Sulla base del valore di $V_{S,30}$ determinato è possibile assimilare il locale profilo stratigrafico alla

CATEGORIA C

Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{S,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < Cu_{30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Parametri sismici

determinati con **GeoStru PS** <http://www.geostru.com/geoapp>

Le coordinate geografiche espresse in questo file sono in ED50

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii

Sito in esame.

Latitudine: 43,171084 [°]

Longitudine: 13,786093 [°]

Classe d'uso: II. Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Vita nominale: 50 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Siti di riferimento.

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	22759	43,184650	13,764320	2322,2
Sito 2	22760	43,184490	13,832840	4073,2
Sito 3	22982	43,134480	13,832620	5550,8
Sito 4	22981	43,134650	13,764120	4426,1

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50 anni

Coefficiente c_u : 1

	Prob. superament o [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	30	0,048	2,416	0,278

Danno (SLD)	63	50	0,061	2,482	0,290
Salvaguardia della vita (SLV)	10	475	0,181	2,461	0,308
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	975	0,236	2,516	0,318

Coefficienti Sismici

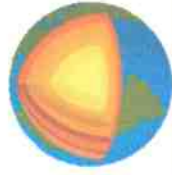
	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,500	1,600	1,000	0,014	0,007	0,704	0,200
SLD	1,500	1,580	1,000	0,018	0,009	0,896	0,200
SLV	1,430	1,550	1,000	0,062	0,031	2,541	0,240
SLC	1,340	1,530	1,000	0,089	0,044	3,103	0,280

RAPPORTO GEOLOGICO E SISMICO

Loc.tà: C.da Santa Vittoria
- Comune di PORTO SAN GIORGIO (FM) -

- PLANIMETRIA GENERALE -

Elaborato: *VERIFICA DI STABILITA' DEL VERSANTE*
Scala 1 : 1.000

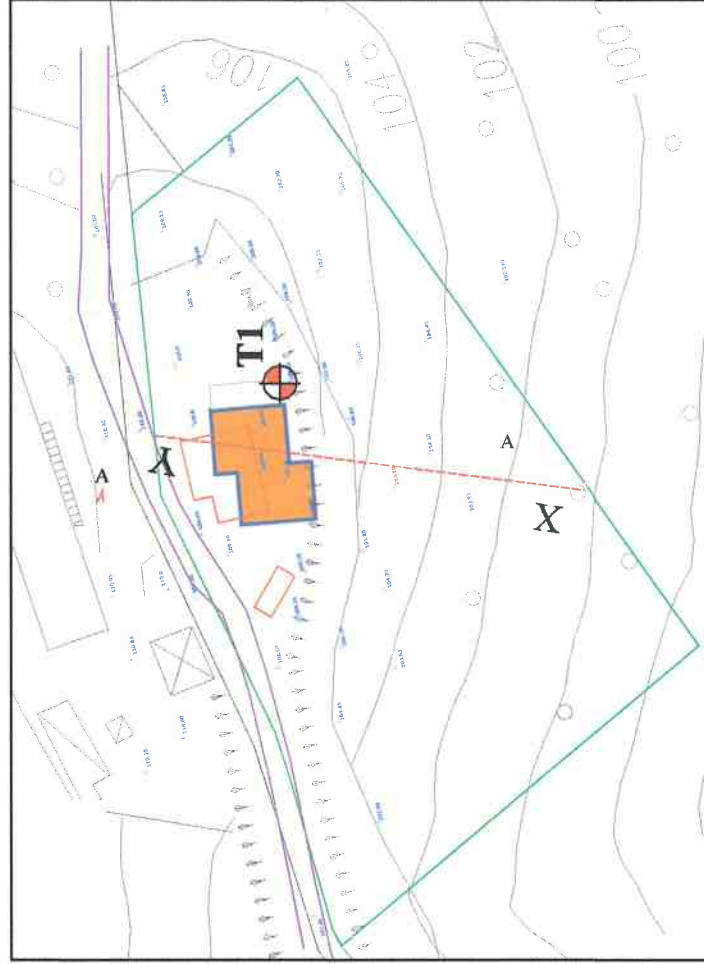
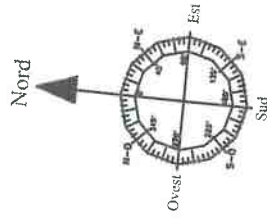


STUDIO GEOLOGICO

*Consulenze
Geologiche e Ambientali*

Dott. Geol. Gianluca Testaguzza

Viale dei Pini, 106 - 63822 Porto San Giorgio (FM) - Pers. 3337304051 P. IVA 02036460448
E-mail: g.testaguzza@tiscali.it P.E.C. gianlucatestaguzza@opap.sicurezzaapostale.it



Penetrometria Cpt eseguita



Traccia di verifica della stabilità del versante



Fabbricati da demolire



Fabbricato da realizzare



Corte catastale del fabbricato



Posizione strada attuale

RELAZIONE DI CALCOLO

VERIFICHE DI STABILITA' DEL VERSANTE IN CONDIZIONI DINAMICHE

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:

(a) 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.

(b) 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 conci

La massa interessata dallo scivolamento viene suddivisa in un numero conveniente di conci. Se il numero dei conci 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 conci;

$(n-1)$ forze tangenziali X_i agenti sull'interfaccia dei conci;

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 quando 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 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.

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

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:

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

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

Nelle verifiche agli Stati Limite Ultimi la stabilità dei pendii nei confronti dell'azione sismica viene eseguita 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, nelle verifiche agli stati limite ultimi, vengono considerate le seguenti forze statiche equivalenti:

$$F_H = K_o \cdot W$$

$$F_V = K_v \cdot W$$

Essendo:

F_H e F_V rispettivamente la componente orizzontale e verticale della forza d'inerzia applicata al baricentro del concio;

W: peso concio

K_o : Coefficiente sismico orizzontale

K_v : Coefficiente sismico verticale.

Calcolo coefficienti sismici

Le NTC 2008 calcolano i coefficienti K_o e K_v in dipendenza di vari fattori:

$$K_o = \beta_s \times (a_{max}/g)$$

$$K_v = \pm 0,5 \times K_o$$

Con

β_s coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

a_{max} accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g accelerazione di gravità.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{max} = S_S S_T a_g$$

S_S (effetto di amplificazione stratigrafica): $0.90 \leq S_S \leq 1.80$; è funzione di F_0 (Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e della categoria di suolo (A, B, C, D, E).

S_T (effetto di amplificazione topografica).

Il valore di S_T varia con il variare delle quattro categorie topografiche introdotte:

$$T1(S_T = 1.0) \quad T2(S_T = 1.20) \quad T3(S_T = 1.20) \quad T4(S_T = 1.40).$$

Questi valori sono calcolati come funzione del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = -V_R / \ln(1 - PVR)$$

Con V_R vita di riferimento della costruzione e PVR probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso V_R dovrà essere maggiore o uguale a 35 anni.

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 esaminarne 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.

Analisi di stabilità dei pendii con JANBU

Analisi di stabilità dei pendii con JANBU

Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	11,5 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	33,16 m
Ascissa vertice destro superiore xs	65,79 m
Ordinata vertice destro superiore ys	54,3 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

Descrizione:	
Latitudine:	43,17
Longitudine:	13,79
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	0,47	2,42	0,28
S.L.D.	50,0	0,6	2,48	0,29
S.L.V.	475,0	1,78	2,46	0,31
S.L.C.	975,0	2,31	2,52	0,32

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,705	0,2	0,0144	0,0072
S.L.D.	0,9	0,2	0,0184	0,0092
S.L.V.	2,5491	0,24	0,0624	0,0312
S.L.C.	3,1042	0,28	0,0886	0,0443

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,0624
Coefficiente azione sismica verticale	0,0312

STATO ATTUALE

Vertici profilo

N	X m	y m
1	-0,64	9,55
2	2,38	10,2
3	6,67	11,12
4	12,55	12,44
5	24,31	15,1
6	30,19	16,42
7	34,95	17,61
8	39,68	18,42
9	43,64	19,5
10	43,98	19,6
11	44,41	19,61
12	44,73	19,69
13	49,08	22,49
14	50,87	22,98
15	55,62	23,04
16	56,46	23,32
17	71,3	23,38

Vertici strato1

N	X m	y m
1	-0,64	9,55
2	2,38	10,2
3	6,67	11,12
4	12,55	12,44
5	18,43	13,77
6	24,31	15,1
7	30,19	16,42
8	34,95	17,61
9	39,68	18,42
10	43,64	19,5
11	44,38	19,49
12	44,88	19,48
13	53,65	21,1
14	57,42	22,49
15	60,3	22,9
16	71,3	23,17

Vertici strato2

N	X m	y m
1	-0,64	6,7
2	20,0	10,72
3	30,32	12,83
4	37,38	14,66
5	43,35	16,24
6	48,39	17,45
7	50,67	17,94
8	56,67	19,14
9	64,66	20,62
10	71,3	21,76

Vertici strato3

N	X m	y m
1	-0,64	3,4
2	15,36	6,94
3	30,38	10,55
4	41,99	13,77
5	51,81	16,51
6	59,68	18,41
7	71,15	20,83
8	71,3	20,85

Stratigrafia

c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo.

Strato	c (kg/cm ²)	Fi (°)	G (Kg/m ³)	Gs (Kg/m ³)	Litologia
1	0,01	22	1700,00	1800,0	Terreno di riporto naturale
2	0,01	24	1997,00	2200,0	Limo sabbioso argilloso
3	0,03	23	2000,00	2200,0	Limo argilloso
4	0,10	26	2100,00	2300,0	Argilla limosa med cons.

Carichi distribuiti

N°	xi m	yi m	xf m	yf m	Carico esterno (kg/cm ²)
1	57,83	23,47	65,33	23,50226	0,5

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1,19
Ascissa centro superficie	33,21 m
Ordinata centro superficie	54,30 m
Raggio superficie	39,92 m

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

Analisi dei conci. Superficie...xc = 33,214 yc = 54,303 Rc = 39,92 Fs=1,1913

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	3,34	-9,5	3,39	4628,34	288,81	144,4	0,01	19,6	0,0	5040,6	2108,8
2	1,88	-5,7	1,89	6130,1	382,52	191,26	0,01	19,6	0,0	6405,3	2460,6
3	4,76	-0,9	4,77	25030,17	1561,88	780,94	0,01	19,6	0,0	25185,7	9413,4
4	4,73	5,9	4,75	32305,22	2015,85	1007,92	0,02	18,8	0,0	31253,7	11892,6
5	2,0	10,8	2,04	14396,32	898,33	449,17	0,02	18,8	0,0	13671,7	5256,9
6	1,96	13,7	2,02	14574,67	909,46	454,73	0,02	18,8	0,0	13738,2	5334,8
7	0,34	15,4	0,36	2551,28	159,2	79,6	0,02	18,8	0,0	2397,0	938,8
8	0,43	16,0	0,44	3124,07	194,94	97,47	0,02	18,8	0,0	2932,0	1153,9
9	0,32	16,5	0,34	2316,51	144,55	72,28	0,02	18,8	0,0	2171,9	859,2
10	13,66	27,9	15,46	105973,7	6612,76	3306,38	0,01	19,6	0,0	100238,0	42083,3

STATO DI PROGETTO

Vertici profilo

N	X m	y m
1	-0,64	9,55
2	12,55	12,44
3	24,31	15,1
4	30,19	16,42
5	34,95	17,61
6	39,68	18,42
7	43,64	19,5
8	44,86	20,47
9	59,94	20,47
10	59,94	23,47
11	61,83	23,47
12	63,48	23,43
13	65,62	23,36
14	71,3	23,38

Vertici strato1

N	X m	y m
1	-0,64	9,55
2	5,95	11,0
3	12,55	12,44
4	18,43	13,77
5	24,31	15,1
6	27,25	15,76
7	30,19	16,42
8	32,57	17,02
9	34,95	17,61
10	37,32	18,02
11	39,68	18,42
12	43,64	19,5
13	44,88	19,48
14	49,27	20,29
15	50,26	20,47
16	50,26	20,0
17	59,83	20,0
18	59,84	22,83
19	61,43	22,93
20	64,37	23,0
21	67,62	23,08
22	71,3	23,17

Vertici strato2

N	X m	y m
1	-0,64	6,7
2	20,0	10,72
3	30,32	12,83
4	37,38	14,66
5	43,35	16,24
6	48,39	17,45
7	50,67	17,94
8	56,67	19,14
9	64,66	20,62
10	71,3	21,76

Vertici strato3

N	X m	y m
1	-0,64	3,4
2	15,36	6,94
3	30,38	10,55
4	41,99	13,77
5	51,81	16,51
6	59,68	18,41
7	71,15	20,83
8	71,3	20,85

Muri di sostegno - Caratteristiche geometriche

N°	x m	y m	Base mensola a valle m	Base mensola a monte m	Altezza muro m	Spessore testa m	Spessore base m	Peso specifico (Kg/m³)
1	59,94037	20,46677	0,4	0,4	3	0,3	0,5	2500

Pali...

N°	x m	y m	Diametro m	Lunghezza m	Inclinazione (°)	Interasse m
1	59,29382	19,38771	0,6	8	90	3

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1,529
Ascissa centro superficie	36,26 m
Ordinata centro superficie	33,54 m
Raggio superficie	16,72 m

Analisi dei conchi. Superficie...xc = 36,262 yc = 33,548 Rc = 16,72 Fs=1,5231

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	1,9	-7,8	1,92	1496,86	92,81	46,4	0,01	19,6	0,0	1588,2	571,6
2	0,83	-3,1	0,83	1370,32	84,96	42,48	0,01	19,6	0,0	1396,2	444,4
3	1,36	0,7	1,36	2830,61	175,5	87,75	0,01	19,6	0,0	2820,5	877,2
4	1,36	5,4	1,37	3266,39	202,52	101,26	0,01	19,6	0,0	3188,8	985,1
5	1,18	9,7	1,19	2935,85	182,02	91,01	0,01	19,6	0,0	2829,6	881,8
6	1,55	14,5	1,6	3917,11	242,86	121,43	0,01	19,6	0,0	3747,9	1190,3
7	1,36	19,8	1,45	3313,08	205,41	102,71	0,01	19,6	0,0	3168,3	1041,3
8	1,05	24,2	1,15	2231,09	138,33	69,16	0,01	19,6	0,0	2143,2	739,0
9	1,22	28,6	1,39	2558,68	158,64	79,32	0,01	19,6	0,0	2486,0	893,8
10	1,81	34,7	2,21	2078,42	128,86	64,43	0,01	17,9	0,0	2067,7	809,9

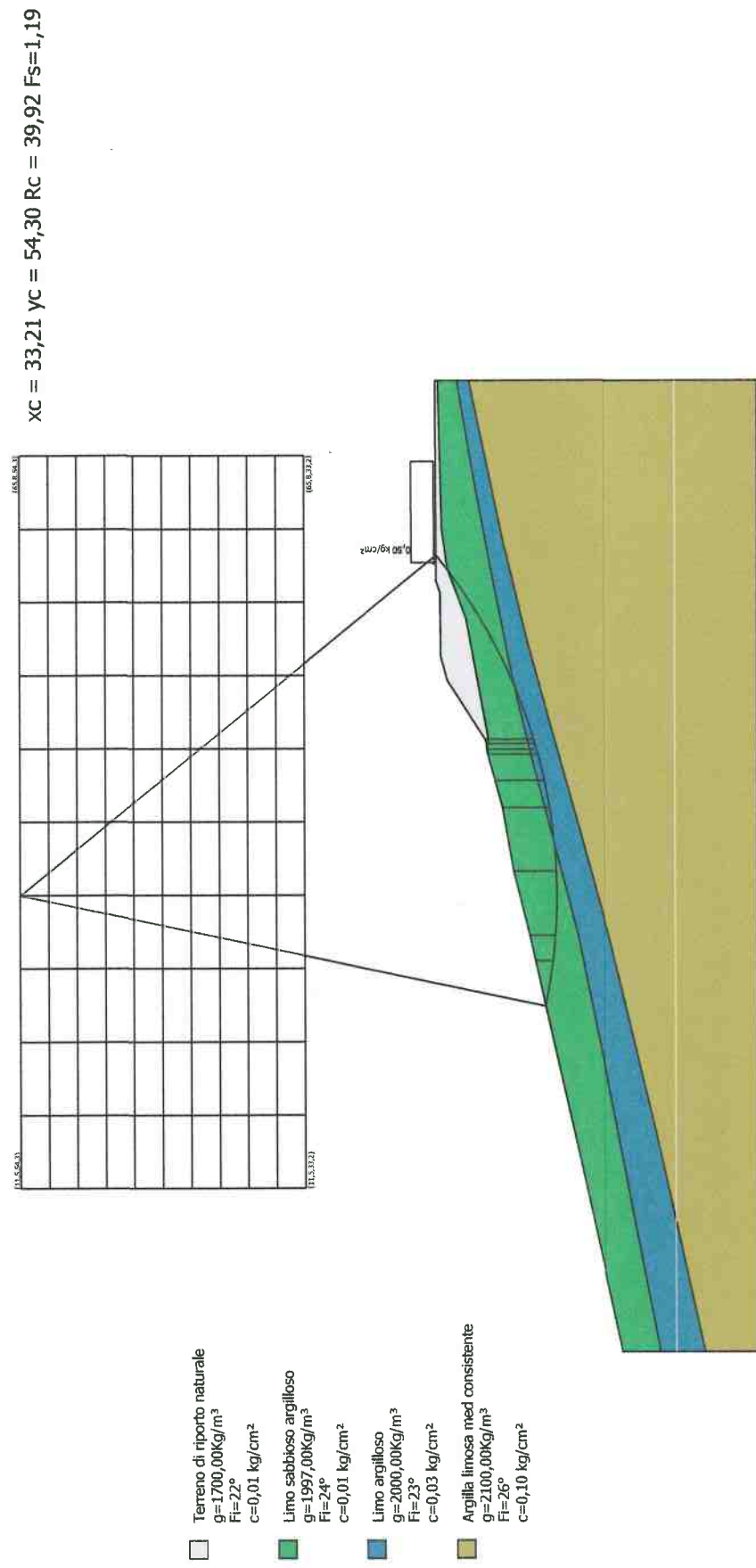
Verifica della stabilità del versante attuale in condizioni dinamiche

Metodo Pseudostatico con teoria di Jambu semplificato

Parametri geotecnici drenati

Assenza di falda

Scala 1 : 500



Verifica della stabilità del versante modificato in condizioni dinamiche

Metodo Pseudostatico con teoria di Jambu semplificato

Parametri geotecnici drenati

Assenza di falda

Scala 1 : 500

