

Comune di Porto San Giorgio

Provincia di Fermo

PLESSO SCOLASTICO SCUOLA DELL'INFANZIA CAPOLUOGO. PROGETTO ESECUTIVO FINALIZZATO AD UN INSIEME DI INTERVENTI PROPRI DELLA RISTRUTTURAZIONE EDILIZIA, DEGLI ADEGUAMENTI IMPIANTISTICI E DELL'EFFICIENTAMENTO ENERGETICO.

ELABORATO

9

RAPPORTO GEOLOGICO
E SISMICO

SCALA

IL SINDACO

LOIRA Avv. FRANCO

UFFICIO TECNICO

SISI Ing. STEFANO



PROGETTISTA ARCHITETTONICO

VALLASCIANI Arch. MIRKO

CONSULENTE GENERALE

GIOVENTU' Arch. GIANCARLO

PROGETTISTA STRUTTURALE

CORAZZA Ing. LUCA

PROGETTISTA IMP. IDRO-TERMICO-SANITARIO

STROVEGLI P. Ind. FABIO

PROGETTISTA IMPIANTO ELETTRICO

CANNONE Ing. MAURIZIO

GEOLOGO

TESTAGUZZA Geol. GIANLUCA



INDICE

1 - PREMESSA	Pag. 1
2 - METODOLOGIA D'INDAGINE	Pag. 1
3 - CARATTERI GENERALI	Pag. 2
3.1 - Georeferenzazione	Pag. 2
3.2 - Geologia	Pag. 2
3.3 - Morfologia, geomorfologia e storia della costa	Pag. 3
3.4 - Idrogeologia	Pag. 3
4 - PROGETTAZIONE DELL'INDAGINE GEOGNOSTICA	Pag. 4
5 - SCENARIO DEL SOTTOSUOLO	Pag. 4
5.1 - Apparato litostratigrafico	Pag. 4
5.2 - Qualità geotecnica dei sedimenti	Pag. 5
6 - SISMICITA' - APPROCCIO SITO DIPENDENTE	Pag. 6
6.1 - Classificazione sismicità dell'area	Pag. 6
6.2 - Categoria del sottosuolo	Pag. 6
6.3 - Categoria topografica	Pag. 7
6.4 - Frequenza di risonanza del terreno	Pag. 8
6.5 - Parametri sismici di progetto	Pag. 8
7 - CONCLUSIONI	Pag. 10

ALLEGATI

Corografia - Carta topografica

Inquadramento geologico - Carta Geologica

Carta del rischio idrogeologico - Stralcio P.A.I.

Planimetria generale - Ubicazione indagini

Elaborazione dati prova penetrometrica Cpt eseguita

Sezione di progetto A/A - Sezione litostratigrafica

Indagine sismica passiva HVSR eseguita

Sismicità dell'area - Parametri Stati Limite Sisma

RAPPORTO GEOLOGICO E SISMICO

PLESSO SCOLASTICO SCUOLA DELL'INFANZIA CAPOLUOGO PROGETTO FINALIZZATO AD UN INSIEME DI INTERVENTI PROPRI DELLA RISTRUTTURAZIONE EDILIZIA, DEGLI ADEGUAMENTI IMPIANTISTICI DELL'EFFICIENTAMENTO ENERGETICO

1 - PREMESSA

La presente indagine avrà lo scopo di focalizzare gli aspetti geologici, morfologici, idrogeologici e sismici generali dell'area oggetto di studio e di dare indicazioni di massima sulla tipologia di fondazione da adottare.

In particolare verranno fornite, sulla base di informazioni tecniche acquisite in sito mediante una prova penetrometrica Cpt eseguita, indicazioni circa la natura dei terreni di fondazione, il loro rapporto stratigrafico e le caratteristiche fisico-meccaniche; un'indagine sismica a stazione singola HVSr ha delineato il comportamento del sottosuolo alle sollecitazioni dinamiche.

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

- **Decreto Ministeriale 11.03.88**

Sancisce le norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni di fondazione

- **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

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

2 - METODOLOGIA D'INDAGINE

Lo studio di analisi, è stato caratterizzato da una prima fase propedeutica consistente nella valutazione generale sull'aspetto del territorio sul quale è prevista l'opera; in particolare, sulla base della progettazione definitiva, è stata valutata l'eventuale interferenza della stessa con il Piano stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico dei bacini di rilievo regionale delle Marche (PAI).

Sono stati effettuati controlli ed accertamenti visivi sui siti i quali, integrati con le documentazioni reperite, hanno permesso di ricostruire l'inquadramento dello stato attuale delle aree investigate. In particolare si elencano gli studi consultati e riportati negli allegati:

- **Cartografia geologica** estratta dalla “Carta Geologica della Regione Marche Scala 1:100000 ;

- **Cartografia dell’assetto idrogeologico (PAI)**. Si tratta di uno strumento territoriale che riguarda la prevenzione e pianificazione ambientale a scala locale; esprime, pertanto, una identificazione delle aree fragili, sospette o che meritano attenzione in riferimento al grado di vulnerabilità ambientale e quindi, sostanzialmente, di rischio idrogeologico; nello scenario ambientale, nel dettaglio, sono state selezionate, negli ambiti fluviali, le aree a rischio di esondazione, e, negli ambiti di versante, le aree a rischio di frana.

Successivamente l’indagine è stata articolata nel seguente modo:

1. Caratterizzazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica dell’area di interesse;
2. Individuazione stratigrafica e parametrizzazione fisico-meccanica dei terreni;
3. Valutazioni sulla risposta sismica locale dei terreni interessati dall’intervento edilizio in oggetto.

3 - CARATTERI GENERALI

3.1 Georeferenzazione

La zona in parola si pone a monte del litorale marino, nella fascia pianeggiante, collocata tra l'asse ferroviario adriatico e l'inizio dei primi rilievi collinari esposti a ovest, in corrispondenza della porzione centrale dell’abitato di Porto San Giorgio. L’analisi di campo visiva ha evidenziato uno scenario paesaggistico caratterizzato da un elevato sviluppo abitativo; l’attività antropica, infatti, si manifesta soprattutto in un concentrato tessuto urbanistico denominato Borgo Marinaro. Cartograficamente risulta così distinta:

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

3.2 Geologia

L’area, oggetto d’indagine, si colloca nella parte costiera della regione Marche ed è caratterizzata da una storia geologica molto 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 pliocenica; 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 e conglomerati di tetto di età pleistocenica ricordo di antiche linee di spiaggia relitte e, in alcune fasce di territorio, da corpi pelitico-arenacei e arenaceo-pelitici.

La fine della trasgressione versiliana ha permesso l’instaurarsi dell’attuale sistema di sedimentazione, che caratterizza la recente piana costiera nella quale il substrato pliocenico è coperto da uno spessore rilevante di depositi di litorale fluviali ridepositati, in modo selettivo, dall’azione delle correnti marine.

3.3 Morfologia, geomorfologia e storia della costa

Il litorale costituisce una delle zone di transizione tra ambiente di terraferma e quello marino; rappresenta, infatti, il resoconto del bilancio sedimentario scaturito dagli apporti fluvio - torrentizi e l'elaborazione selettiva, del materiale alluvionale, del moto ondoso e delle correnti sottocosta.

La storia geologica del litorale, nel tratto interessato dallo studio, trova origine dalla combinazione del periodo delle ultime glaciazioni, in cui il mare, in fase di ritiro, abbassava la propria superficie di 100 - 120 mt dal livello attuale aumentando il potere erosivo dei fiumi, e gli apporti di sedime granulare di foce dalle principali aste fluviali. Successivamente la trasgressione marina, in seguito allo scioglimento dei ghiacciai, ha ridistribuito la sabbia precedentemente depositata dando origine ad una copertura di sabbia relitta.

La striscia di territorio in parola mostra i caratteri tipici di una costa bassa sabbioso-ghiaiosa, costruita in parte dal trasporto solido trasferito a valle dalle aste fluviali principali; a questo primo stadio sedimentologico è anche intervenuta l'azione dinamica del mare che ha ripreso e rielaborato i materiali alluvionali di sosta.

Il litorale, nei tratti osservati, risulta legato ad una morfologia piatta estesa che si arresta bruscamente, verso monte, a circa 500 metri dalla linea di riva, in corrispondenza del piede delle pendici collinari che terminano a monte con le aree sommitali di crinale; queste, nell'area esaminata, si riferiscono a cimose ghiaio- sabbiose, a breve sviluppo planimetrico, messe in posto dal mare in fase di regressione (Monte dei Caccioni). Questa linea di sutura, che rappresenta il passaggio dal tavolato alluvionale ai tratti in declivio morbidi dei versanti, apre la visione ad uno scenario panoramico, verso monte, definito da un significativo risalto morfologico.

Particolare importante, che caratterizza la porzione litoranea di Porto San Giorgio, sono le cosiddette "colmate" e cioè opere di bonifica eseguite dai conti Salvadori alla fine del 1800 ed agli inizi del 1900; queste avevano lo scopo di "rubare" terreno al mare mediante il riempimento delle zone lagunose presenti lungo il litorale marino. Questo fa sì che alcune aree della fascia costiera, soprattutto a nord ed a sud del territorio comunale di Porto San Giorgio, gli strati superficiali siano costituiti da materiali di riempimento di tipo antropico e fluvio-torrentizio.

L'area in esame non rientra tra quelle perimetrale a rischio idrogeologico dal P.A.I. della Regione Marche.

3.4 Idrogeologia

I complessi dei depositi di origine alluvionale recenti, distribuiti nell'area di progetto, sono costituiti essenzialmente da corpi sabbiosi e subordinatamente sabbioso-ghiaiosi con intercalazioni di lenti, di varia estensione e spessore, limo-argillose e limo-sabbiose.

In tali acquiferi sono presenti falde prevalentemente monostrato a superficie libera di notevole importanza, e più raramente, soprattutto in prossimità della costa, falde multistrato, confinate o semiconfinate.

L'alimentazione principale si esplica mediante apporti provenienti da monte, esistendo un circuito aperto (contatto idraulico) tra le pendici collinari e il materasso alluvionale costiero e, in misura meno rilevante, dagli apporti meteorici diretti sulle pianura stessa.

Questi corpi alluvionali di copertura, in particolare modo gli orizzonti di sabbia e ghiaia, presentano conducibilità idrauliche e trasmissività medio alte con un infiltrazione totale maggiore del ruscellamento; tali acquiferi sono sostenuti dal substrato pelitico plio-

pleistocenico che funge da acquiclude dell'intero complesso alluvionale.

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 indagini specifiche di carattere geologico, geotecnico e sismico.

Il programma di indagine è stato organizzato come segue:

- Acquisizione dei dati bibliografici esistenti

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

- Carta Geologica Regionale
- Stralcio del PAI

- Penetrometria statica in sito Cpt eseguita:

(caratterizzazione litologica e qualità geotecnica dei sedimenti)

E' stata eseguita N. 1 verticale di indagine puntuale che ha raggiunto la profondità massima di esplorazione di 8,60 metri dall'attuale piano di campagna ed ha saggiato la consistenza degli orizzonti litologici

- Sismica mediante tecnica a Stazione Singola H/V eseguita:

(caratterizzazione sismica dei sedimenti)

L'indagine Geofisica con questa metodologia ha permesso la misura diretta della frequenza di risonanza del sottosuolo e, mediante la correlazione con le indagini eseguite, la stima delle Vs30.

5 - SCENARIO DEL SOTTOUOLO

5.1 Apparato litostratigrafico

L'apparato stratigrafico sepolto, rinvenuto nella prova penetrometrica eseguita Cpt, risulta così interpretato:

- da 0,00 a 0,60 mt **TERRENO DI RIPORTO**
- da 0,60 a 1,80 mt **LIMI SABBIOSI ARGILLOSI** : Limi sabbiosi debolmente argillosi, di colore beige-avana, umidi. *COLTRE ALLUVIO-COLLUVIALE*;
- da 1,80 a 5,20 mt **GHIAIE E SABBIA** : Ghiaie di piccolo e medio taglio, a luoghi ciottolose, in abbondante matrice di sabbia giallognola; orizzonte in falda. *COLTRE ALLUVIONALE*;
- da 5,20 a 6,40 mt **SABBIE LIMOSE** : Sabbie limose dal beige al giallognolo a luoghi rugginose, sciolte e poco addensate, bagnate, con ghiaietto disperso. *COLTRE ALLUVIONALE*;
- da 6,40 a 7,80 mt **LIMI SABBIOSI** : Limi sabbiosi di colore grigiastro a luoghi screziati ruggine, presenza di tasche sabbiose rugginose. *COLTRE ALLUVIONALE*;
- da 7,80 a 8,60 mt **GHIAIE E SABBIA** : Ghiaie di piccolo e medio taglio, a luoghi ciottolose, in abbondante matrice di sabbia giallognola; orizzonte in falda. *COLTRE ALLUVIONALE*.

L'indagine sismica HVSR mostra la presenza del substrato argilloso intorno ai -12,00 metri di profondità.

La penetrometria ha evidenziato la presenza della **falda a circa -2,40 metri** con risalita veloce a circa **-2,00 dal p.c.**

5.2 - Qualità fisico-meccanica dei sedimenti

Gli orizzonti superficiali, rilevati dal test penetrometrico, vedono la presenza oltre che di un riporto anche di una coltre alluvio-colluviale limo-sabbiosa, rielaborata dagli agenti esogeni e dall'azione antropica.

Dai -1,80 metri dal piano strada in poi il test hanno messo a giorno orizzonti litologici a componente granulare maggiormente compatti; tali sedimenti, per lo più sabbie con ghiaie, presentano uno scheletro solido aperto con una permeabilità da alta a medio-alta. La fase liquida, presente in queste litologie, contribuisce anche se non in modo accentuato alla diminuzione delle proprietà geotecniche delle stesse; la natura granulare di questo sedime non dovrebbe riservare sorprese di cedimenti a lungo termine indotti dal sovraccarico né, in caso di emungimento della falda, per subsidenza. Questi terreni ammettono, sotto carico, assestamenti rapidi riconducibili al grado di compattazione.

Di seguito vengono riassunte le caratteristiche fisico - meccaniche minime degli orizzonti attraversati che in caso di fondazioni per interventi limitati possono essere equiparate ai valori caratteristici:

DEPOSITI ALLUVIO - COLLUVIALI

Limo sabbioso argilloso: Sedimenti sciolti a grana fine costituiti da limi e sabbie e subordinatamente argille.

- Peso di volume naturale	$Y = 1,90 \text{ g/cmc}$
- Coesione non drenata	$C_u = 0,50 \text{ Kg/cmq}$
- Angolo di attrito interno	$\phi = 29^\circ$

DEPOSITI ALLUVIONALI RECENTI

Sabbia ghiaiosa e/o ghiaia sabbiosa: Sedimenti sciolti a grana fine costituiti sabbie mediamente addensate con ghiaie.

- Peso di volume naturale	$Y = 2,00 \text{ g/cmc}$
- Densità relativa	$Dr = 97\%$
- Angolo di attrito interno	$\phi > 32^\circ$

Sabbia limosa: Sedimenti sciolti a grana da media a fine costituiti sabbie a luoghi limose.

- Peso di volume naturale	$Y = 1,85 \text{ g/cmc}$
- Densità relativa	$Dr = 70 \%$
- Angolo di attrito interno	$\phi = 28^\circ$

Limo sabbioso: Sedimenti sciolti a grana fine costituiti da limi e sabbie poco addensati.

- Peso di volume naturale	$Y = 1,90 \text{ g/cmc}$
- Densità relativa	$Dr = 23\%$
- Angolo di attrito interno	$\phi = 21^\circ$

Si rimanda alla elaborazione della prova Cpt posta in allegato la visione dei parametri fisico-meccanici completi.

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 ri classifica 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 V_{S30} (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 $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ 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 $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ 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 $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ 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, quindi, per il lotto in oggetto è stato determinato, attraverso l'escuzione dell'indagine geofisica mediante tecnica dei rapporti spettrali o HVSR, un valore di V_{s30} di **295 m/sec**, pertanto alla luce dei risultati della sismica effettuata e tenendo conto anche delle risultanze delle indagini eseguite, il suolo di fondazione in oggetto può essere assimilato, facendo riferimento alla normativa vigente (DM 14/01/08) a:

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 $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ 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 - Frequenza di risonanza del terreno

La frequenza caratteristica di risonanza del sito rappresenta un parametro fondamentale per il corretto dimensionamento degli edifici in termini di risposta sismica locale, in quanto si dovranno adottare adeguate precauzioni nell'edificare manufatti aventi la stessa frequenza di vibrazione del terreno per evitare l'effetto di "doppia risonanza" estremamente pericolosi per la stabilità degli stessi in caso di sisma.

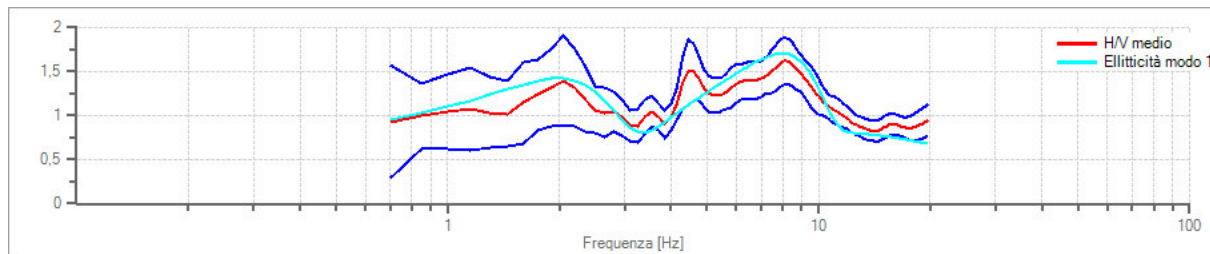


figura : Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia.

Nella figura sovrastante è stata visualizzata la frequenza caratteristica del suolo in esame e relativo range ± 0.5 Hz (colorazione grigia).

Nella valutazione della categoria di suolo e nell'approccio alla progettazione delle strutture in questione, non vanno comunque trascurate le informazioni acquisite con l'indagine sismica circa la frequenza di risonanza del sito.

Nel caso specifico è stata individuata una frequenza caratteristica di risonanza del terreno prossima a 8,20 Hz $\pm 0,16$ Hz, a significare che il terreno in questione amplifica le onde di superficie (ed in misura leggermente diversa quelle S) a quella frequenza rispetto all'input su bedrock di riferimento.

Ovviamente sarà cura del progettista, al fine di evitare pericolosi fenomeni di doppia risonanza in caso di sisma, progettare una struttura con frequenze fondamentali di oscillazione lontane (superiori per un fattore di moltiplicazione di almeno 1.4, o meglio, minori) da quelle tipiche del terreno nel sito specifico di edificazione.

6.5 - 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. **Fo** 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 ag , Fo 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:	43,183483
longitudine:	13,794931
Classe d'uso:	III
Vita nominale:	50

Parametri sismici

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1
Periodo di riferimento:	75 anni
Coefficiente c_u :	1,5

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento:	10	%
Tr:	712	[anni]
ag:	0,210	g
Fo:	2,491	
Tc*:	0,313	[s]

Coefficienti Sismici

Salvaguardia della vita (SLV):

Ss:	1,390
Cc:	1,540
St:	1,000
Kh:	0,091
Kv:	0,045
Amax:	2,864 m/s²
Beta:	0,310

- Pag. 9 -

RAPPORTO GEOLOGICO E SISMICO

PLESSO SCOLASTICO SCUOLA DELL'INFANZIA CAPOLUOGO

PROGETTO FINALIZZATO AD UN INSIEME DI INTERVENTI PROPRI DELLA RISTRUTTURAZIONE EDILIZIA, DEGLI ADEGUAMENTI IMPIANTISTICI DELL'EFFICIENTAMENTO ENERGETICO

7 - CONCLUSIONI

L'intervento edilizio riguarda una serie d'interventi di ristrutturazione e di adeguamento degli impianti della Scuola dell'Infanzia del Capoluogo; esso risiede lungo la piana litoranea di Porto San Giorgio ad una distanza di circa 400 metri dalla linea di costa.

In considerazione delle condizioni di accessibilità dei luoghi e delle numerose indagini eseguite dal sottoscritto nell'area in oggetto, il presente rapporto si è avvalso dell'esecuzione di un test penetrometrico Cpt; l'indagine è stata integrata, in ottemperanza alla nuova normativa DM 14/01/08, con una prova sismica mediante tecnica a Stazione Singola H/V.

Il complesso edilizio esistente presenta una struttura in elevazione in muratura portante; in pianta distingue uno sviluppo a geometria irregolare ed in elevazione raggiunge due livelli fuori terra ed un sottotetto; il nuovo progetto prevede, da un punto di vista prettamente edilizio, la realizzazione in ampliamento di un camminamento coperto e di un ingresso, di un ascensore per l'eliminazione delle barriere architettoniche e di un ampliamento del solaio del piano primo.

Le informazioni tecniche scaturite dai sopralluoghi e dall'indagine reperita hanno focalizzato i seguenti aspetti:

1. Le indagini eseguite hanno messo a giorno, fino alla profondità investigata, uno spessore di coltre alluvio-colluviale con caratteristiche fisico-meccaniche mediocri (limi sabbiosi argillosi) seguita, dai -1,80 metri, da ghiaie e sabbie con qualità fisico-meccaniche importanti fino alla profondità di 5,20;
2. Le argille limose di substrato sono state individuate, nell'indagine sismica HVSR, a -12,00 metri.
3. Il livello dinamico della falda idrica è stata rinvenuta a circa -2,40 dal p.c. con risalita veloce ai -2,00 metri;
4. Per il sito in oggetto è stato determinato, attraverso l'esecuzione dell'indagine geofisica, un valore di V_{s30} di 295 m/sec; pertanto alla luce dei risultati della sismica effettuata e tenendo conto anche delle risultanze delle indagini eseguite, il sottosuolo di fondazione in oggetto può essere assimilato, facendo riferimento alla normativa vigente (DM 14/01/08) ad una Categoria C;
5. Sulla base della morfologia sub-orizzontale si può adottare, facendo riferimento alla normativa vigente (DM 14/01/08), una Categoria topografica T1;
6. E' stata individuata una frequenza caratteristica di risonanza del terreno prossima a 8,20 Hz \pm 0,16 Hz, a significare che il terreno in questione amplifica le onde di superficie (ed in misura leggermente diversa quelle S) a quella frequenza rispetto all'input su bedrock di riferimento.

Visto che l'intervento edilizio è consigliabile prevedere, per la realizzazione del progetto esecutivo, quanto segue:

- Per l'esecuzione di nuove fondazioni si consiglia l'adozione di apparati diretti intestati ad una profondità tale da garantire la tenuta della costruenda struttura; in particolare, anche se l'apparato granulare addensato si rinviene intorno ai -1,80 metri di profondità, il progettista strutturale valuti l'opportunità di eseguire fondazioni dirette più superficiali sulla

- Pag. 10 -

RAPPORTO GEOLOGICO E SISMICO

PLESSO SCOLASTICO SCUOLA DELL'INFANZIA CAPOLUOGO

PROGETTO FINALIZZATO AD UN INSIEME DI INTERVENTI PROPRI DELLA RISTRUTTURAZIONE EDILIZIA, DEGLI ADEGUAMENTI IMPIANTISTICI DELL'EFFICIENTAMENTO ENERGETICO

base delle caratteristiche fisico-meccaniche indicate nei precedenti paragrafi e dei carichi statici e dinamici delle strutture. A tale proposito per il terreno limo sabbioso-argilloso superficiale può essere adottato un coefficiente di sottofondo di Winkler di 1,50 Kg/cmc, mentre per il terreno ghiaioso-sabbioso posto in sequenza stratigrafica il coefficiente di Winkler può arrivare a 5,00 Kg/cmc;

- In fase di esecuzione dell'intervento si consiglia comunque il controllo della profondità delle fondazioni del fabbricato originale per evitare che un approfondimento ulteriore del nuovo corpo di base in aderenza, possa creare cedimenti alle strutture vicine per perdita di appoggio laterale;

- controllo, nelle vicinanze del fabbricato, di tutti i sottoservizi esterni per verificare eventuali perdite e/o infiltrazioni che potenzialmente possono creare zone superficiali localizzate di debolezza, ammolimento e ristagno. Rimane comunque indispensabile, tenuto conto della topografia dell'area e delle caratteristiche del terreno di fondazione, la messa a dimora di un sistema di captazione e di allontanamento delle acque d'infiltrazione e di sgrondo.

Porto San Giorgio, 22 marzo 2015

Dott. Geol. Gianluca TESTAGUZZA



RAPPORTO GEOLOGICO E SISMICO

Loc.tà: Via T. Salvadori n. 7

- Comune di PORTO SAN GIORGIO (FM) -

- COROGRAFIA -

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



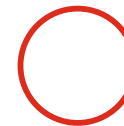
STUDIO GEOLOGICO

Consulenze
Geologiche e Ambientali

Dott. Geol. **Gianluca Testaguzza**

Viale dei Pini, 106 - 63822 Porto San Giorgio (FM) - Pers. 333/2304051 P. IVA 02036460448

E-mail: g.testaguzza@tiscali.it P.E.C. gianlucatestaguzza@epap.sicurezza postale.it



AREA INTERESSATA DALL'INDAGINE



RAPPORTO GEOLOGICO E SISMICO

Loc.tà: Via T. Salvadori n. 7

- Comune di PORTO SAN GIORGIO (FM) -

- INQUADRAMENTO GEOLOGICO -

Elaborato: **CARTA GEOLOGICA**
Scala 1 : 50.000



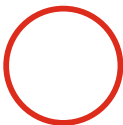
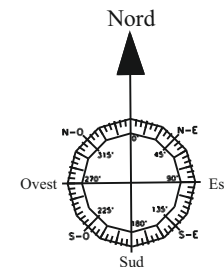
STUDIO GEOLOGICO

*Consulenze
Geologiche e Ambientali*

Dott. Geol. **Gianluca Testaguzza**

Viale dei Pini, 106 - 63822 Porto San Giorgio (FM) - Pers. **333/2304051** P. IVA 02036460448

E-mail: g.testaguzza@tiscali.it P.E.C. gianlucatestaguzza@epap.sicurezzapostale.it



AREA INTERESSATA DALL'INDAGINE



**Classificazione Litostratigrafica
e caratteristiche idrogeologiche schematiche
dei terreni**

- I - Terreni permeabili
- II - Terreni variamente permeabili
- III - Terreni impermeabili

-
1. Alluvioni attuali e recenti; depositi delti e di spiaggia attuali e recenti. *Olocene*
2. Detriti di falda; depositi di ghiaia ed alluvio-colluviali. *Olocene-Pleistocene superiore-medio*
3. Travertini. *Pleistocene superiore-medio (?)*
4. Alluvioni terrazzate. *Pleistocene superiore*
5. Alluvioni terrazzate. *Pleistocene medio*
6. Depositi fluvio-lacustri e lacustri. *Pleistocene superiore-inferiore p.p. (?)*
7. Conglomerati e sabbie di letto con intercalazione di un livello-guida in modo a gasteropodi. *Pleistocene medio-inferiore*
8. Corpi prevalentemente pelitico-arenacei o siltosi in strati sottili. *Pleistocene inferiore - Pliocene medio*
9. Corpi prevalentemente arenaceo-pellici in strati da sottili a spessi. *Pleistocene inferiore - Pliocene medio*
10. Orizzonti arenacei in strati spessi o massicci. *Pleistocene inferiore - Pliocene medio*
11. Pelli con intercalazioni pelitico-arenacee in strati sottili. *Pleistocene inferiore*
12. Orizzonti conglomeratici, sabbiosi e sabbioso-arenacei a geometria pelitica con intercalazioni argillose. *Pleistocene inferiore - Pliocene medio*
13. Depositi pellici. *Pleistocene inferiore - Pliocene medio*
14. Sabbie e conglomerati. *Pliocene medio p.p.*

RAPPORTO GEOLOGICO E SISMICO

Loc.tà: Via T. Salvadori n. 7

- Comune di PORTO SAN GIORGIO (FM) -

- CARTA DL RISCHIO IDROGEOLOGICO -

Elaborato: **STRALCIO PAI**

Scala 1 : 10.000 adattata



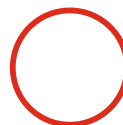
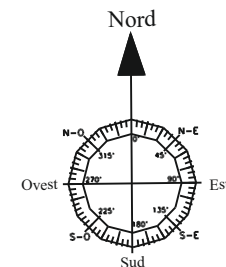
STUDIO GEOLOGICO

*Consulenze
Geologiche e Ambientali*

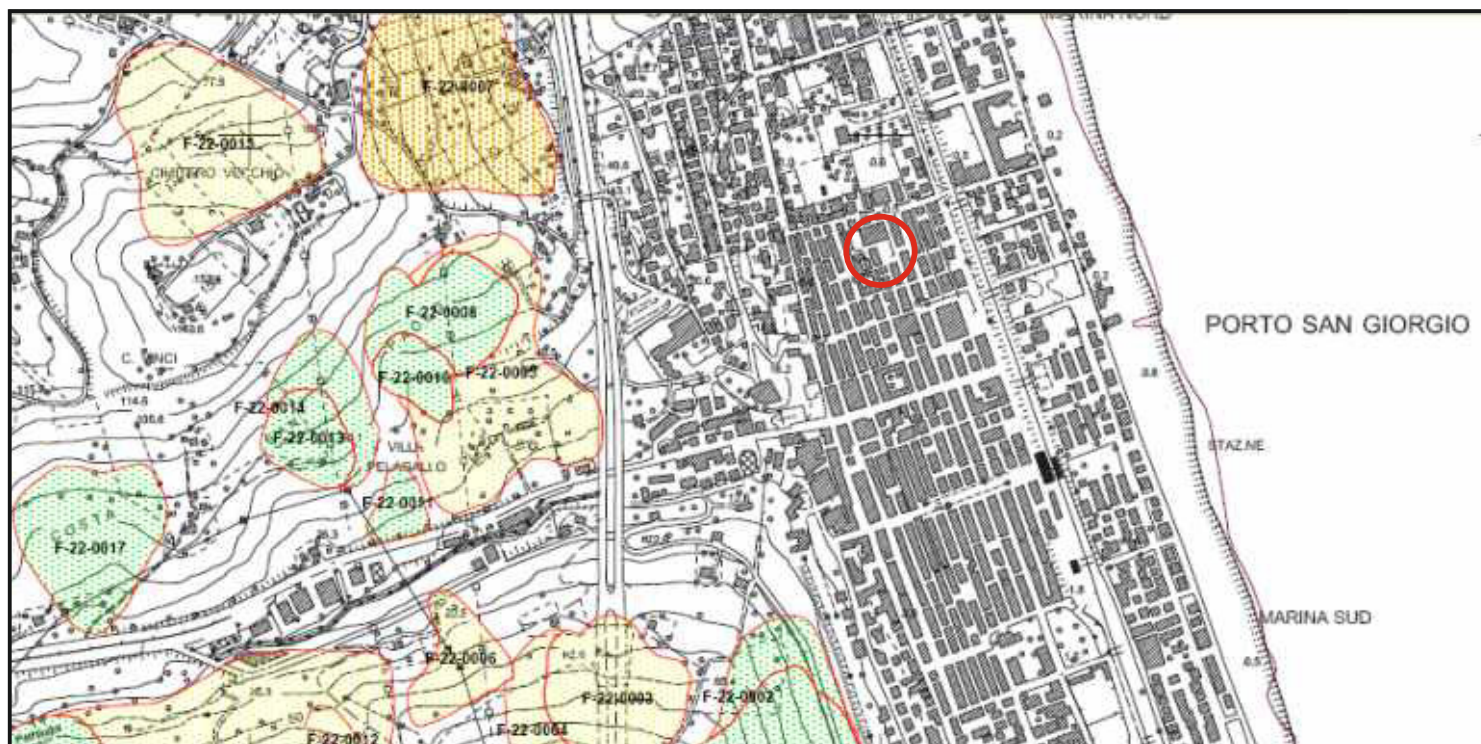
Dott. Geol. Gianluca Testaguzza

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



AREA INTERESSATA DALL'INDAGINE



LEGENDA

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

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

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

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

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

- Rischio molto elevato (R4)

Limite di Bacino idrografico

DESCRIZIONE CODICE LEGATO AI FENOMENI

— numero identificativo di bacino

Z - XX - YYYY

— numero progressivo fenomeno
— rischio tipo di rischio

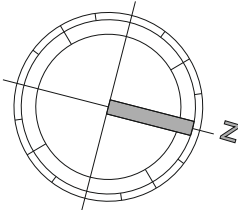
**RAPPORTO
GEOLOGICO E SISMICO**

Loc.tà: Via T. Salvadori n. 7
- 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 02036460448
E-mail: g.testaguzza@tiscali.it P.E.C. gianlucatestaguzza@epap.sicurezza postale.it



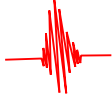
LEGENDA

- 


Porzioni oggetto di intervento con opere strutturali
- CAMPAGNA GEOGNOSTICA



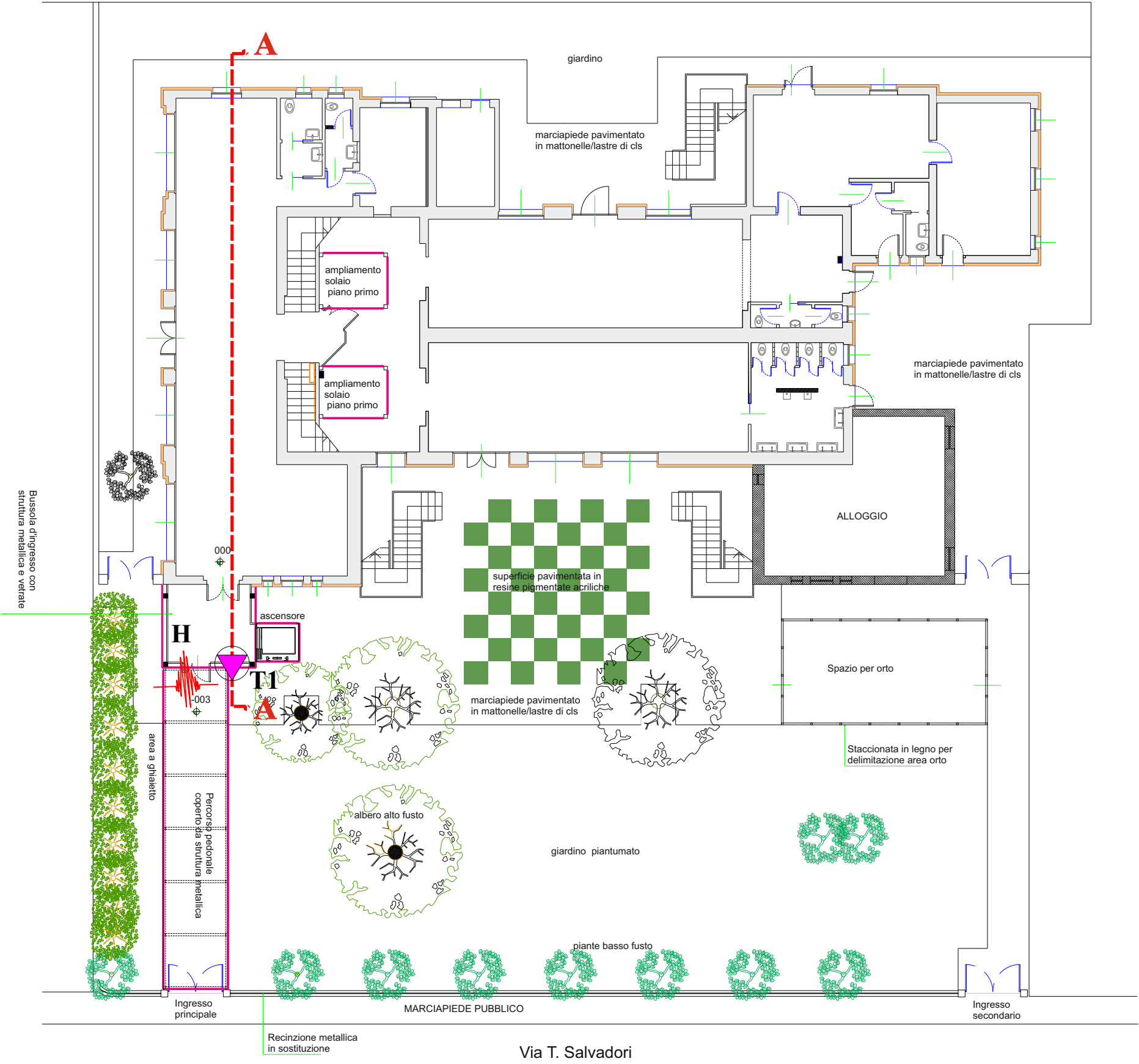
T1 Test penetrometrico dinamico Cpt eseguito



H Indagine sismica passiva HVSR eseguita



A Traccia di sezione litostratigrafica





**INDAGINE GEOTECNICA MEDIANTE PROVE PENETROMETRICHE
AD INTEGRAZIONE DELLA RELAZIONE GEOLOGICA
ESEGUITA PRESSO LA SCUOLA SITA IN VIA T. SALVADORI, 7
NEL COMUNE DI PORTO SAN GIORGIO (FM)**

Oggetto: Indagine Geotecnica

Committente: Comune di Porto San Giorgio

Commessa: 051-15

Monte San Vito, lì 23 Marzo 2015

Il Responsabile
(dott. geol. Angelo Curatolo)

Caratteristiche Strumentali PAGANI TG 63-200

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

Legenda parametri geotecnici CPT:

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

PROVA CPT1 – VIA T. SALVADORI, 7 – Comune di Porto San Gorgio (FM)

Prova eseguita in data 19/03/2015

Profondità prova CPT -8,60 m

Note: Falda presente alla prof. di 2,40 m da p.c.

**TABELLA VALORI DI RESISTENZA**

Prof. Strato (m)	Lettura Punta (kg/cm ²)	Lettura Laterale (kg/cm ²)	q _c (kg/cm ²)	f _s (kg/cm ²)	q _c /f _s Begemann	f _s /q _c ×100 (Schmertmann)
0,2	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,4	66	112	66,1	1,5	44,1	2,3
0,6	31	54	31,1	1,4	22,2	4,5
0,8	11	32	11,1	0,9	12,3	8,1
1	25	39	25,1	1,3	19,3	5,2
1,2	15	35	15,3	0,9	17,0	5,9
1,4	29	43	29,3	1,7	17,2	5,8
1,6	33	59	33,3	1,6	20,8	4,8
1,8	37	61	37,3	2,6	14,3	7,0
2	139	178	139,3	3,3	42,2	2,4
2,2	177	226	177,4	3,5	50,7	2,0
2,4	222	275	222,4	5,1	43,6	2,3
2,6	215	291	215,4	3,9	55,2	1,8
2,8	221	279	221,4	3,3	67,1	1,5
3	218	267	218,4	4,6	47,5	2,1
3,2	225	294	225,6	3,7	61,0	1,6
3,4	176	231	176,6	3,3	53,5	1,9
3,6	277	326	277,6	4,9	56,7	1,8
3,8	193	267	193,6	4,9	39,5	2,5
4	169	243	169,6	4,2	40,4	2,5
4,2	165	228	165,7	4,3	38,5	2,6
4,4	134	199	134,7	3,6	37,4	2,7
4,6	142	196	142,7	3,6	39,6	2,5
4,8	179	233	179,7	2,8	64,2	1,6
5	111	153	111,7	2,5	44,7	2,2
5,2	156	194	156,8	3,5	44,8	2,2
5,4	71	123	71,8	2,5	28,7	3,5
5,6	99	136	99,8	1,2	83,2	1,2
5,8	84	102	84,8	3,7	22,9	4,4
6	16	71	16,8	1,9	8,8	11,3
6,2	175	203	176,0	1,6	110,0	0,9
6,4	100	124	101,0	2,6	38,8	2,6
6,6	18	57	19,0	6,8	2,8	35,8
6,8	74	176	75,0	1,8	41,7	2,4
7	25	52	26,0	1,7	15,3	6,5
7,2	14	39	15,1	0,6	25,2	4,0
7,4	15	24	16,1	0,7	23,0	4,3
7,6	18	29	19,1	1,0	19,1	5,2
7,8	19	34	20,1	1,2	16,8	6,0
8	164	182	165,1	1,9	86,9	1,2
8,2	277	305	278,2	4,1	67,9	1,5
8,4	379	440	380,2	8,8	43,2	2,3
8,6	345	477	346,2	0,0	0,0	0,0

PROVA CPT1 – VIA T. SALVADORI, 7 – Comune di Porto San Gorgio (FM)

Prova eseguita in data 19/03/2015

Profondità prova CPT -8,60 m

Note: Falda presente alla prof. di 2,40 m da p.c.



STIM A PARAM ETRI GEOTECNICI

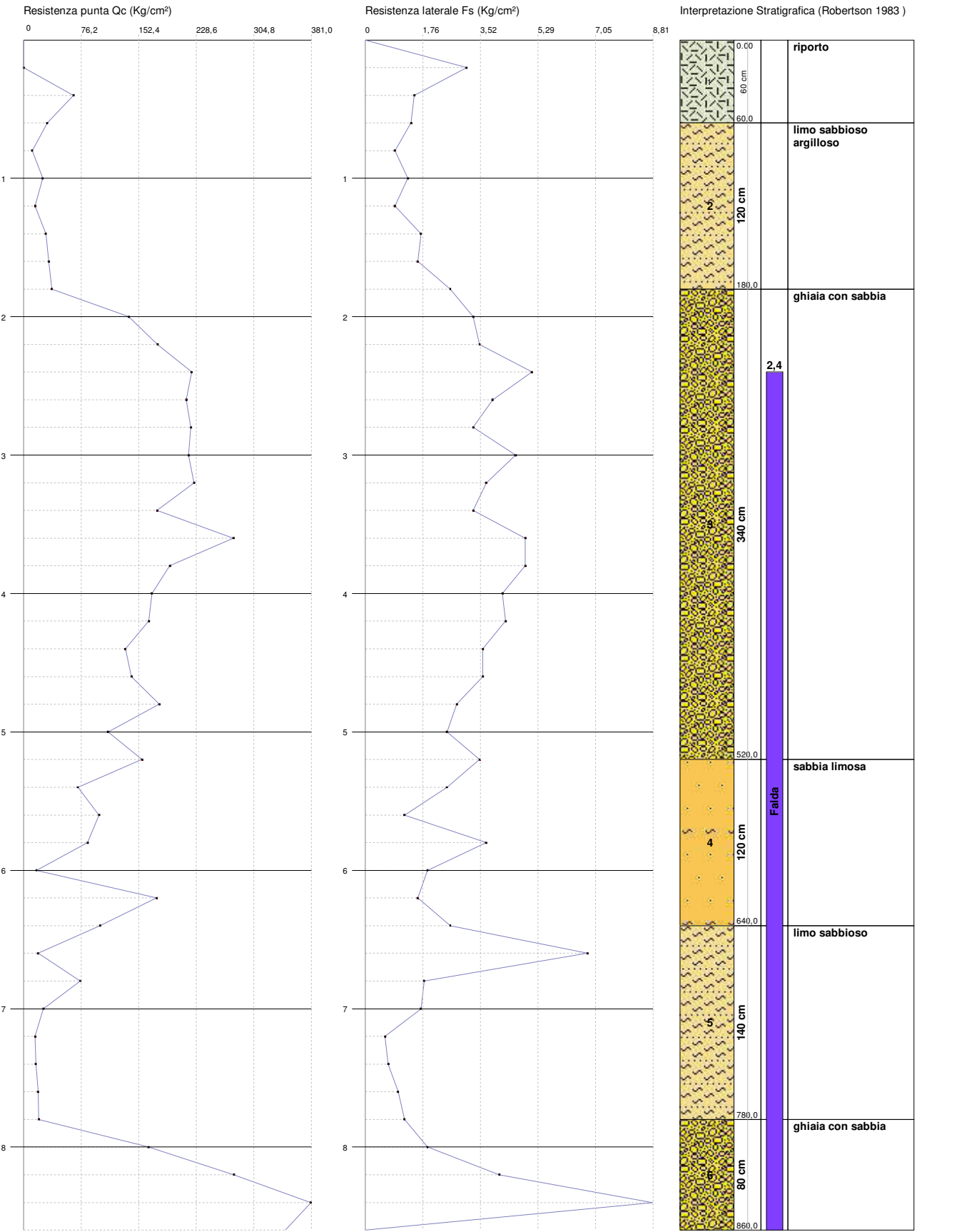
Strato			Cu	Mo	Eu	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Φ	Ey	Liq.
Nr.	Prof.	Tipo	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	t/m ³	t/m ³	%	(°)	Kg/cm ²	g _{max} =0,15
1	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	0,4	I	-	99,20	-	362,50	9,00	1,80	2,10	100	44	132,2	16,125
3	0,6	I-C	1,60	93,30	156,00	228,70	9,00	2,00	2,10	100	35,4	62,2	60,067
4	0,8	C	0,50	33,30	56,00	121,90	2,51	1,90	2,00	-	-	-	-
5	1,0	C	1,20	75,30	126,00	200,60	4,11	2,00	2,10	-	-	-	-
6	1,2	C	0,80	45,90	77,00	148,30	1,97	1,90	2,00	-	-	-	-
7	1,4	C	1,50	87,90	146,00	220,50	3,10	2,00	2,10	-	-	-	-
8	1,6	I-C	1,70	99,90	166,00	238,40	2,97	2,10	2,10	66,64	29	66,6	83,026
9	1,8	C	1,80	111,90	186,00	255,50	2,86	2,10	2,20	-	-	-	-
10	2,0	I	-	209,00	-	571,60	9,00	1,80	2,10	100	34,4	278,6	159,794
11	2,2	I	-	266,10	-	662,60	9,00	1,80	2,10	100	35	354,8	119,422
12	2,4	I	-	333,60	-	760,80	9,00	1,80	2,10	100	35,5	444,8	107,552
13	2,6	I	-	323,10	-	746,10	9,00	1,80	2,10	100	35	430,8	130,576
14	2,8	I	-	332,10	-	758,70	9,00	1,90	2,20	100	34,9	442,8	113,518
15	3,0	I	-	327,60	-	752,40	9,00	1,80	2,10	100	34,5	436,8	68,778
16	3,2	I	-	338,40	-	767,40	9,00	1,90	2,20	100	34,4	451,2	190,864
17	3,4	I	-	264,90	-	660,80	7,00	1,80	2,10	100	33,1	353,2	108,738
18	3,6	I	-	416,40	-	871,10	9,00	1,80	2,10	100	35	555,2	78,702
19	3,8	I	-	290,40	-	699,00	7,00	1,80	2,10	100	33,1	387,2	78,009
20	4,0	I	-	254,40	-	644,70	5,90	1,80	2,10	100	32,2	339,2	53,158
21	4,2	I	-	248,60	-	635,60	5,50	1,80	2,10	98,94	31,9	331,4	54,529
22	4,4	I	-	202,10	-	560,00	4,30	1,80	2,10	90,38	30,8	269,4	55,936
23	4,6	I	-	214,10	-	580,10	4,40	1,80	2,10	91,54	30,9	285,4	29,157
24	4,8	I	-	269,60	-	667,90	5,40	1,90	2,20	99,06	31,8	359,4	55,652
25	5,0	I	-	167,60	-	499,50	3,20	1,80	2,10	80,77	29,4	223,4	27,806
26	5,2	I	-	235,20	-	614,50	4,40	1,80	2,10	92,32	30,9	313,6	12,449
27	5,4	I	-	107,70	-	381,30	2,00	1,80	2,10	62,93	27	143,6	50,97
28	5,6	I	-	149,70	-	466,30	2,70	1,90	2,20	74,24	28,4	199,6	35,978
29	5,8	I	4,20	127,20	-	422,10	2,20	1,80	2,10	67,55	27,5	169,6	28,018
30	6,0	C	0,80	50,40	84,00	157,00	0,50	1,90	2,00	-	-	-	-
31	6,2	I	-	264,00	-	659,40	4,30	1,90	2,20	93,02	30,8	352	15,932
32	6,4	I	-	151,50	-	469,70	2,40	1,80	2,10	71,99	28	202	0,678
33	6,6	C	0,90	57,00	95,00	169,20	0,50	2,00	2,00	-	-	-	-
34	6,8	I	-	112,50	-	391,60	1,70	1,80	2,10	59,9	26,4	150	0,689
35	7,0	C	1,20	78,00	130,00	205,00	0,58	2,00	2,10	-	-	-	-
36	7,2	I-C	0,70	45,30	76,00	147,10	0,50	1,90	2,00	5	18,6	30,2	33,788
37	7,4	I-C	0,80	48,30	81,00	152,90	0,50	1,90	2,00	5	18,8	32,2	139,742
38	7,6	C	0,90	57,30	96,00	169,80	0,50	2,00	2,00	-	-	-	-
39	7,8	C	0,90	60,30	101,00	175,20	0,50	2,00	2,00	-	-	-	-
40	8,0	I	-	247,70	-	634,20	3,40	1,90	2,20	85,74	29,6	330,2	33,788
41	8,2	I	-	417,30	-	872,30	5,60	1,90	2,20	100	32	556,4	139,742
42	8,4	I	-	570,30	-	1055,70	7,40	1,80	2,10	100	33,4	760,4	423,064
43	8,6	I	-	519,30	-	997,00	6,60	1,80	2,20	100	32,8	692,4	452,306

SINTESI STIM A PARAM ETRI GEOTECNICI

Strato			Cu	Mo	Eu	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Φ	Ey	Liq.
Nr.	Prof.	Tipo	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	t/m ³	t/m ³	%	(°)	Kg/cm ²	g _{max} =0,15
1	0,6	I-C	1,60	96,25	156,00	295,60	9,00	1,90	2,10	100,00	39,70	97,20	-
2	1,8	C	1,25	75,70	126,17	197,53	2,92	2,00	2,08	66,64	29,00	66,60	-
3	5,2	I	-	276,07	-	673,69	7,01	1,82	2,12	97,24	33,11	368,07	-
4	6,4	I-C	2,50	141,75	84,00	425,97	2,35	1,85	2,12	73,95	28,34	213,36	-
5	7,8	I-C	0,90	65,53	96,50	201,54	0,68	1,94	2,03	23,30	21,27	70,80	-
6	8,6	I	-	438,65	-	889,80	5,75	1,85	2,18	96,44	31,95	584,85	-

Committente:
Cantiere:
Località:

Comune di Porto San Giorgio
Scuola via T. Salvadori, 7
Porto San Giorgio (FM)



RAPPORTO GEOLOGICO E SISMICO

Loc.tà: Via T. Salvadori n. 7

- Comune di PORTO SAN GIORGIO (FM) -

- SEZIONE A/A DI PROGETTO -

Elaborato: **SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA**
Scala 1 : 200



STUDIO GEOLOGICO

Consulenze
Geologiche e Ambientali

Dott. Geol. **Gianluca Testaguzza**

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.sicurezzapostale.it

LEGENDA

DEPOSITI ANTROPICI



Terreno vegetale e/o riporto

DEPOSITI ALLUVIO-COLLUVIALI



Limo sabbioso argilloso

DEPOSITI ALLUVIONALI



Ghiaia e sabbia



Sabbia limosa



Limo sabbioso



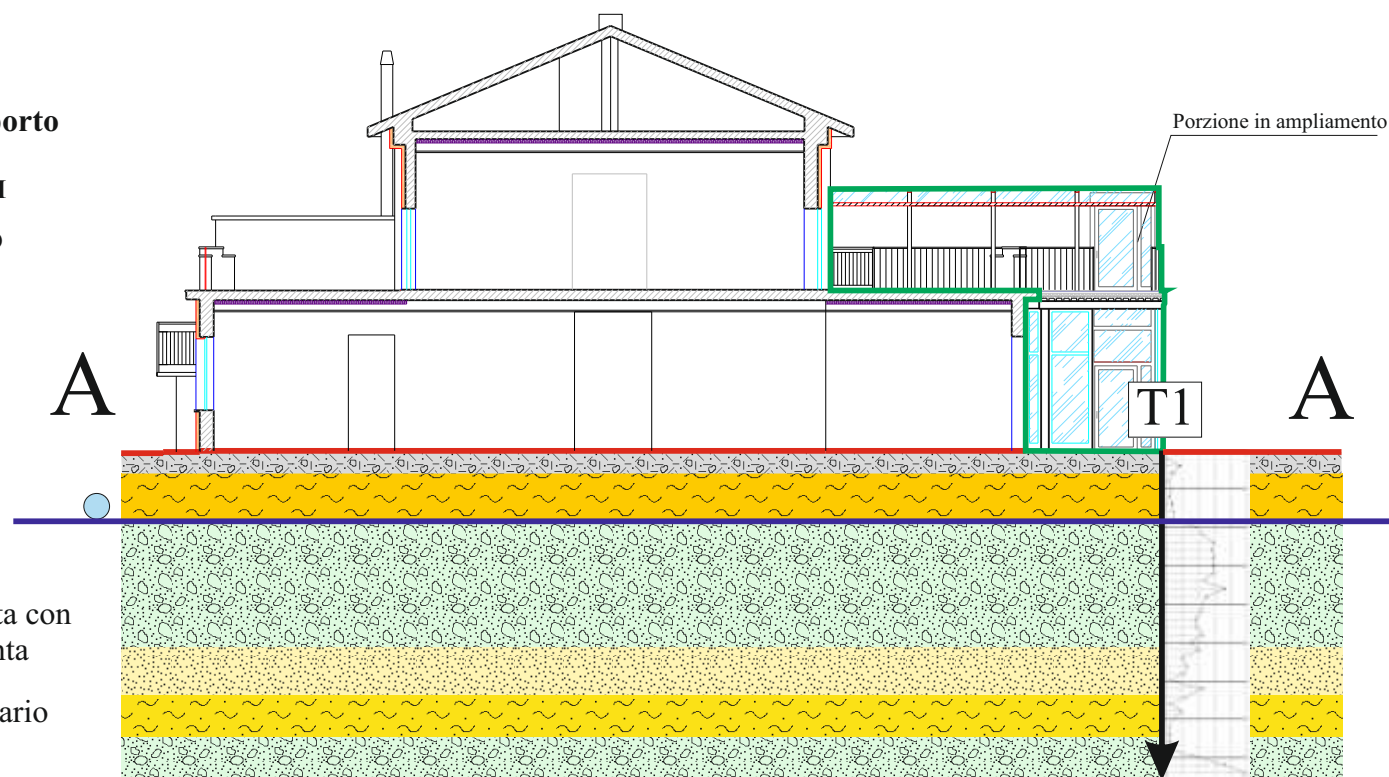
Penetrometria Cpt eseguita con
grafico resistenza alla punta



Piano di campagna originario



Livello piezometrico falda



Fine test penetrometrico 8,60 metri



I N D A G I N E S I S M I C A P A S S I V A A S T A Z I O N E S I N G O L A
M E D I A N T E T E C N I C A D E I R A P P O R T I S P E T T R A L I O H V S R
E S E G U I T A I N V I A T. S A L V A D O R I , 7
P R E S S O I L C O M U N E D I P O R T O S A N G I O R G I O (F M).

Oggetto: Indagine sismica passiva a stazione singola HVSR.

Committente: Comune di Porto San Giorgio (FM)

Commessa: 051-15

Monte San Vito, lì 23 Marzo 2015

I N D I C E

1	PREMESSA	3
2	STRUMENTAZIONE IMPIEGATA	3
3	PROCEDURE DI ANALISI DATI PER STAZIONI SINGOLE H/V.....	3
3.1	Stazione singola Geo1 - Dati di input	4
3.2	Rapporto spettrale H/V	5
3.3	Modello stratigrafico	6
4	CONCLUSIONI	7

1 PREMESSA

Su incarico del dott. Geol. G. Testaguzza e per conto del Comune di Porto San Giorgio, è stata eseguita in data 19 Marzo 2015, una indagine geofisica mediante la tecnica dei rapporti spettrali o HVSR, presso la scuola ditta in via T. Salvadori, 7 nel il Comune di Porto San Giorgio (FM).

Con tale metodo viene stimata la velocità di propagazione delle onde di taglio (V_{s30}) come esplicitamente richiesto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del 14 Gennaio 2008. L'indagine geofisica proposta si avvale della metodologia basata sulla tecnica di *Nakamura* e sul rapporto spettrale H/V.

2 STRUMENTAZIONE IMPIEGATA

Le misure di microtremore ambientale sono state eseguite per mezzo di un tromografo digitale portatile progettato specificamente per l'acquisizione del rumore sismico.

Per tale scopo viene utilizzato un sismografo 24 bit GEOBOX prodotto dalla ditta Sara Instruments Srl (frequenza di risonanza 0.45 Hz).

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

3 PROCEDURE DI ANALISI DATI PER STAZIONI SINGOLE H/ V

Sui terreni di sedime è stata condotta, un'indagine geofisica attraverso l'acquisizione di n.1 registrazione a stazione singola, denominata HVSR 1.

Dalla registrazione del rumore sismico ambientale in campo libero si ricava la curva H/V, secondo la procedura descritta in Castellaro et al. (2005), avendo utilizzato i seguenti parametri:

- larghezza delle finestre d'analisi 20 s,
- lisciamento secondo finestra triangolare con ampiezza pari a 10% della frequenza centrale;
- rimozione dei transetti sulla serie temporale degli H/V.

La curva H/V viene riprodotta creando una serie di modelli sintetici (che contemplano la propagazione delle onde di *Rayleigh* e di *Love* nel modo fondamentale e superiori in sistemi multistrato), fino a considerare per buono il modello teorico più vicino alle curve sperimentali.

Tale operazione è possibile esclusivamente in presenza di un vincolo che può essere la profondità, nota tramite prove dirette (Sondaggi eseguiti in situ), di un riflettore sismico il cui *marker* sia riconoscibile nelle curve H/V (Castellaro e Mulargia, 2008) o la velocità delle onde di taglio (V_s) del primo strato nota da altre indagini.

3.1 Stazione singola Geo1 - Dati di input

Dati riepilogativi:

Numero tracce:	3
Durata registrazione:	1200 s
Frequenza di campionamento:	300,00 Hz
Numero campioni:	360000
Direzioni tracce:	Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.
Numero totale finestre selezionate:	40
Numero finestre incluse nel calcolo:	40
Dimensione temporale finestre:	27,307 s
Tipo di lisciamento:	Triangolo proporzionale
Percentuale di lisciamento:	10,00 %

Grafici tracce con finestre selezionate:

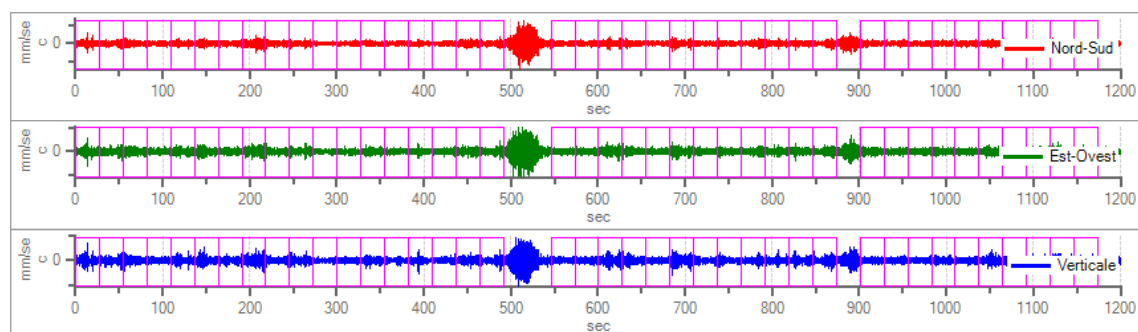


Fig.1: Traccia e finestre selezionate in direzione N-S, E-W e Verticale.

Grafici degli spettri

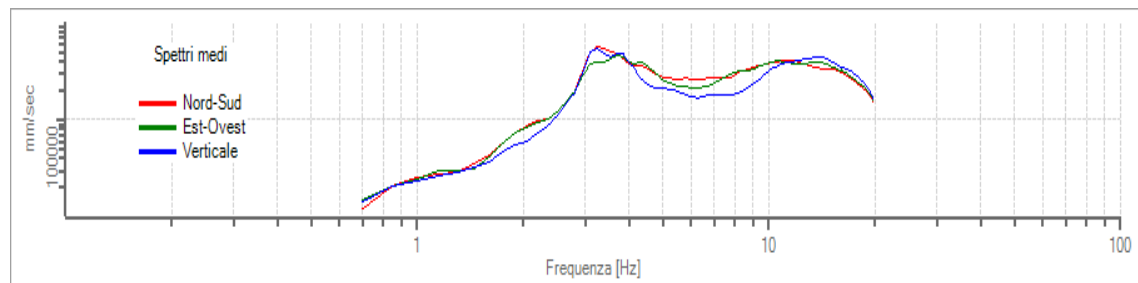


Fig.2: Spettri medi nelle tre direzioni.

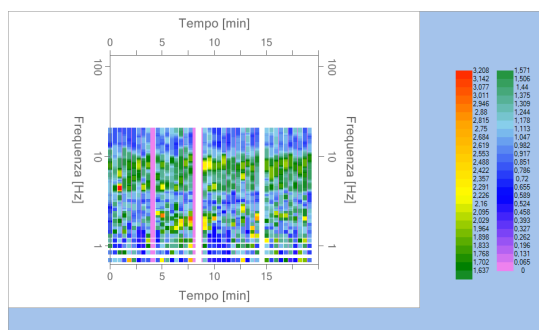


Fig.3: Mappa della stazionarietà degli spettri.

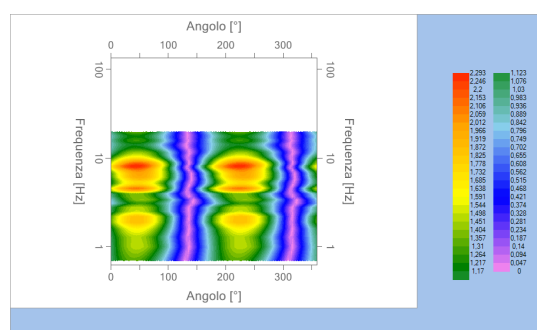


Fig.4: Mappa della direzionalità degli spettri.

3.2 Rapporto spettrale H/ V

Dati riepilogativi:

Frequenza massima:	20,00	Hz
Frequenza minima:	0,70	Hz
Passo frequenze:	0,15	Hz
Tipo lisciamento:	Triangolare proporzionale	
Percentuale di lisciamento:	10,00	%
Tipo di somma direzionale:	Media aritmetica	

Verifiche SESAME:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 8,20 Hz $\pm 0,16$ Hz

Affidabilità curva H/V	
$f_0 > 10/l_w$	OK
$n_c(f_0) > 200$	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0,5 f_0 < f < 2 f_0$ se $f_0 > 0,5H$	OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0,5 f_0 < f < 2 f_0$ se $f_0 < 0,5H$	

Tab.1: Sesame – Affidabilità della curva H/V.

Affidabilità picco	
$\text{Exist } f \text{ in } [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$	No
$\text{Exist } f^* \text{ in } [f_0, 4 f_0] \mid A_{H/V}(f^*) < A_0/2$	No
$A_0 > 2$	No
$f_{\text{picco}} [A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	OK

Tab.2: Sesame – Affidabilità del picco.

Grafico rapporto spettrale H/V

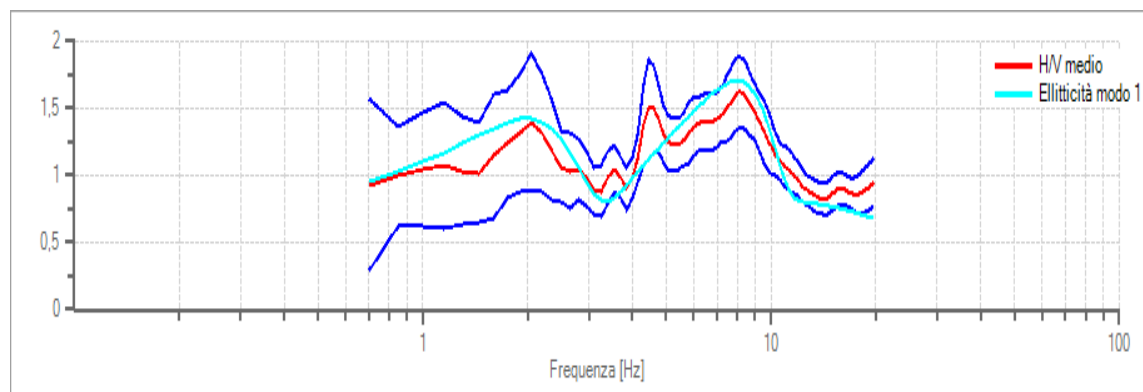


Fig.5: Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia.

3.3 Modello stratigrafico

Dati della stratigrafia:

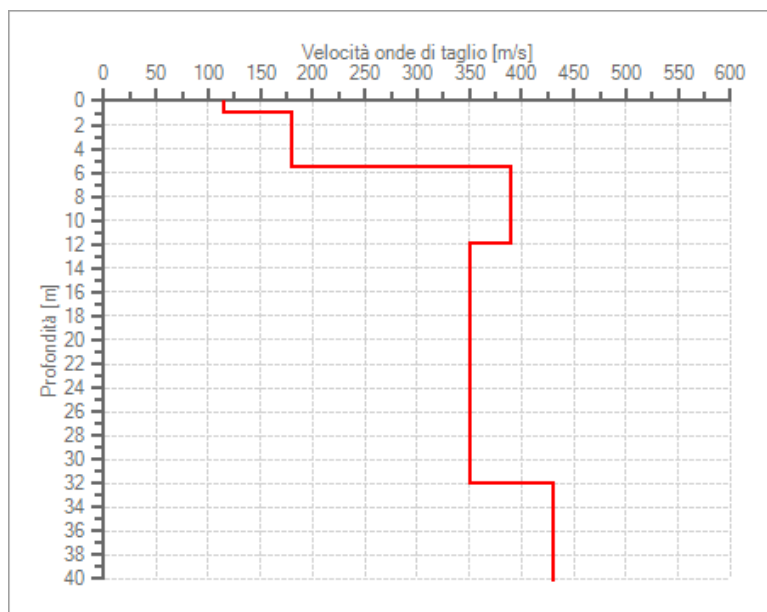


Fig. 6: Modello di velocità delle onde di taglio per il sito in oggetto.

Sismostrato (N°)	Profondità (m)	Spessore (m)	Velocità Media Onde S (m/s)
1	1.0	1.0	115
2	5.5	4.5	180
3	12.0	6.5	390
4	30.0	18.0	350

Tab.3: Modello di sottosuolo per il sito in oggetto.

E' stato quindi possibile stimare la V_{s30} , tramite la formula:

$$V_s = \frac{H}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{v_i}}$$

dove:

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

H = profondità (m) alla quale si desidera stimare v_s (30 metri in caso di V_{s30})

h_i = spessore dello strato i – esimo (m)

la velocità delle onde V_s a 30,0 m dal piano di fondazione, nel caso di fondazioni dirette, come esplicitamente richiesto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M. 14/01/2008, calcolata con gli strati suddetti è pari a:

HV1	V_{s30} (HVSr)	=	295 m/s
------------	------------------------------------	----------	----------------

4 CONCLUSIONI

Nel caso specifico, il calcolo della velocità delle onde “VS₃₀” è indicativo.

Non conoscendo la profondità esatta del piano di posa delle fondazioni, esso è stato calcolato dal piano campagna, pertanto alla luce dei risultati della sismica effettuata e tenendo conto anche delle risultanze delle prove geotecniche eseguite, facendo riferimento alla normativa vigente (DM 14/01/08) e successive integrazioni il suolo di fondazione in oggetto può essere assimilato ad una categoria di suolo di tipo “C”.

Ovviamente sarà cura del progettista, al fine di evitare pericolosi fenomeni di doppia risonanza in caso di sisma, progettare una struttura con frequenze fondamentali di oscillazione lontane (superiori per un fattore di moltiplicazione di almeno 1.4, o meglio, minori) da quelle tipiche del terreno nel sito specifico di edificazione.

E' da tenere presente che le frequenze dei modi di vibrare delle strutture dipendono principalmente dalla loro altezza. Per edifici standard in c.a. relazioni tipiche sono date in Figura 7 relativamente al primo modo di vibrare.

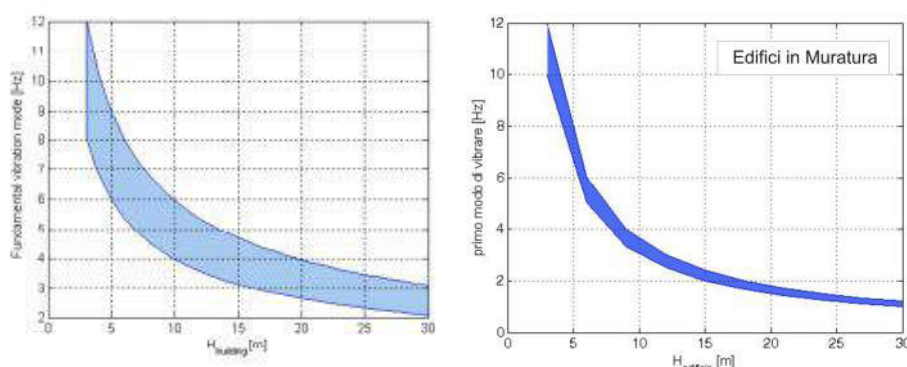


Fig. 7 - Relazione tra altezza e frequenze di vibrazione in edifici in c.a.

Monte san Vito, li 23 Marzo 2015

Il Responsabile
(dott. geol. Angelo Curatolo)

Parametri sismici

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

Le coordinate geografiche espresse in questo file sono in ED50

Tipo di elaborazione: opere di sostegno

Sito in esame.

latitudine: 43,183483 [°]

longitudine: 13,794931 [°]

Classe d'uso: III. Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Vita nominale: 50 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Siti di riferimento.

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	22759	43,184650	13,764320	2485,3
Sito 2	22760	43,184490	13,832840	3075,7
Sito 3	22982	43,134480	13,832620	6247,9
Sito 4	22981	43,134650	13,764120	5977,5

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 75 anni

Coefficiente cu: 1,5

	Prob. superament o [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	45	0,058	2,471	0,287
Danno	63	75	0,074	2,514	0,289

(SLD)					
Salvaguardia della vita (SLV)	10	712	0,210	2,491	0,313
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	1462	0,274	2,501	0,322

Coefficienti Sismici

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,500	1,590	1,000	0,016	0,008	0,849	0,180
SLD	1,500	1,580	1,000	0,020	0,010	1,096	0,180
SLV	1,390	1,540	1,000	0,091	0,045	2,864	0,310
SLC	1,290	1,530	1,000	0,110	0,055	3,468	0,310

Geostru software - www.geostru.com

Cognome **TESTAGUZZA**
Nome **GIANLUCA**
nato il **25.01.1966**
(atto n. **37** P. **1** S. **A 1966**)
a **SPOLETO** (**PG**)
Cittadinanza **ITALIANA**
Residenza **PORTO SAN GIORGIO (AP)**
Via **PIER DELLA FRANCESCA 23**
Stato civile **---**
Professione **GEOLOGO**
CONNOTATI E CONTRASSEGNI SALIENTI
Statura **1,82**
Capelli **CASTANI**
Occhi **MARRONI**
Segni particolari **NESSUNO**



Firma del titolare

PORTO SAN GIORGIO 01.07.2006

Impronta del dito
indice sinistro

IL SINDACO
D'ORDINE DEL SINDACO
(Fabrizio Fratallocchi)

Scadenza: 30.06.2018



Diritti Segreteria E. 5.42
AO1839191

IPZS. 99A - OFFICINA C.V. - ROMA

REPUBBLICA ITALIANA



COMUNE DI
PORTO SAN GIORGIO

CARTA D'IDENTITA'

N° AO1839191

DI

TESTAGUZZA GIANLUCA