**STUDIO RONDONI & DARDERI**
***Geologi Associati***

www.geologipesaro.it
info@geologipesaro.it

# COMUNE DI PESARO
# PROVINCIA DI PESARO E URBINO

Lavoro:

## PROGRAMMA OPERATIVO DI RIQUALIFICAZIONE URBANISTICA DELL'AREA SITA IN VIA GUIDI

Oggetto:

## RELAZIONE GEOLOGICA

| Località: | Committente: |
|---|---|
| **Via Guidi** | **Associazione o Congregazione del Terzo Ordine delle Sorelle Francescane della Carità di Pesaro** |

Timbro e Firma:

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

| Data: | Elaborato: | Riferimento: |
|---|---|---|
| **Marzo 2015** | **relazione geologica** | **15/pesaro via guidi poru** |

**STUDIO RONDONI & DARDERI**
***Geologi Associati***

www.geologipesaro.it
info@geologipesaro.it

# PROGRAMMA OPERATIVO DI RIQUALIFICAZIONE URBANISTICA DELL'AREA SITA IN VIA GUIDI

## RELAZIONE GEOLOGICA

## INDICE

| | |
|---|---|
| 1. PREMESSA | 1 |
| 2. UBICAZIONE DELL'AREA | 2 |
| 3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO | 3 |
| 4. ASPETTI METEO-CLIMATICI | 5 |
| 5. INDAGINI DI CAMPO | 6 |
| 5.1 Indagine geognostica | 6 |
| 5.2 Indagine sismica | 6 |
| 6. DEFINIZIONE DEL MODELLO GEOLOGICO | 8 |
| 7. RISULTATI INDAGINE GEOFISICA | 9 |
| 8. RISCHIO SISMICO | 12 |
| 8.1 Pericolosità sismica di base | 13 |
| 8.2 Pericolosità sismica locale | 14 |
| 9. PERICOLOSITA' GEOLOGICA | 16 |
| 10. SINTESI DELLO STUDIO GEOLOGICO | 17 |

61121 Pesaro Via Bramante, 9 - 072167358 - P.IVA 01464840410

# 1. PREMESSA

Su incarico affidato agli Scriventi dalla Committenza, si redige la presente relazione al fine di verificare la compatibilità di quanto previsto nel "Programma Operativo di Riqualificazione Urbanistica", con le condizioni litologiche, geomorfologiche, idrologiche, idrogeologiche e sismiche, in adempimento a quanto previsto dalle seguenti normative e documenti:

- **Decreto Ministeriale 14/01/2008** (nuove Norme Tecniche per le costruzioni) **e circ. LL.PP. n. 617 del 2/2/09**.
- **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**: Pericolosità sismica e criteri per la classificazione sismica del territorio nazionale All.to al voto n.36 del 27/07/07.
- **N.T.A. P.A.I.** (Piano stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico dei bacini di rilievo regionale della Regione Marche approvato con delibera di Consiglio Regionale delle Marche n° 116 del 21/01/2004).
- **P.R.G.** del Comune di Pesaro.

Il progetto in questione, redatto dallo Studio dell'Ing. Marchetti di Pesaro, prevede la demolizione dell'immobile esistente e la realizzazione di un nuovo fabbricato costituito da piano terra, quattro piani fuori terra più piano seminterrato ed interrato.

La pianta dell'edificio avrà forma ad "elle" (in analogia all'esistente) e l'impronta a terra sarà di circa 800 $m^2$.

Per tale studio sono stati eseguiti un rilevamento geologico del territorio d'interesse e una campagna di indagini geognostiche e geofisiche.

Le analisi e i rilievi condotti, che vengono dettagliate nei paragrafi successivi, in particolare hanno riguardato:

- la consultazione della letteratura specialistica;
- l'inquadramento geologico - strutturale;
- le condizioni morfologiche - geomorfologiche;
- la situazione idrologica - idrogeologica;
- la componente litologica del sottosuolo;
- la caratterizzazione sismica del terreno.

Lo studio è corredato dei seguenti elaborati:

**Al.to 1** **Ubicazione dell'area: viene inquadrata l'area di studio nella carta topografica d'Italia in scala 1:25.000 e nella carta topografia regionale in scala 1:10.000**

**All.to 2** **Carta del Rischio Idrogeologico P.A.I.**

**All.to 3** **Carta Geologica scala 1:25.000**

**All.to 4** **Planimetria con ubicazione indagini di campo**

**All.to 5** **Indagine Geognostica: si riportano i diagrammi e i tabulati ottenuti della prova eseguita in sito**

**All.to 6** **Indagine Geofisica: si riportano i risultati della prova utilizzata per la determinazione delle Velocità delle onde di taglio.**



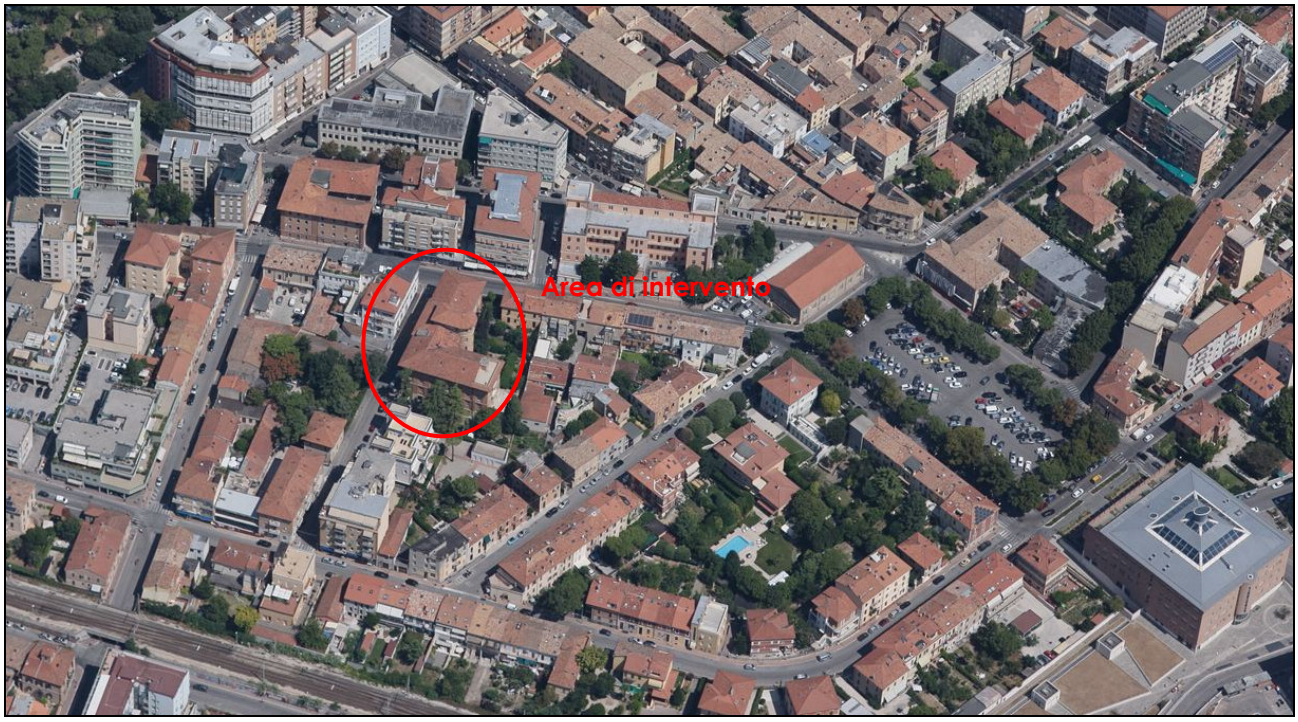
Studio Rondoni & Darderi Geologi Associati
✉ 61121 - Pesaro Via Bramante 9 ☎ +39 0721 67358

## 2. UBICAZIONE DELL'AREA

L'area in questione si ubica nel centro della città di Pesaro, in Viale Guidi, ed è compresa nella seguente cartografia (cfr. All.to 1): Foglio n°268 Sezione I "Pesaro" della Carta Topografica D'Italia (scala 1:25.000), sezione 268070 della Carta Tecnica Regionale (scala 1:10.000).

L'area è identificata al NCEU del Comune di Pesaro al Foglio 28 sez. di Pesaro mappale 848.

Topograficamente ricade nella piana alluvionale del fiume Foglia, in destra idrografica di questo, ad una quota di circa 7 metri s.l.m. ed è rappresentata da una superficie pianeggiante.






Studio Rondoni & Darderi Geologi Associati
✉ 61121 - Pesaro Via Bramante 9 ☎ +39 0721 67358

# 3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area oggetto di studio rientra nel dominio strutturale dell'Avanfossa adriatica, deformato e traslato verso E nel Pliocene medio - Pleistocene inf. e corrisponde ad una fascia sismotettonica in cui l'attività sismica, generalmente moderata, è prevalentemente superficiale (ipocentri <10 Km) ed è associata a deformazioni di tipo compressivo e trascorrente, con meccanismi focali caratterizzati da asse di massima compressione orientato in direzione SO-NE.

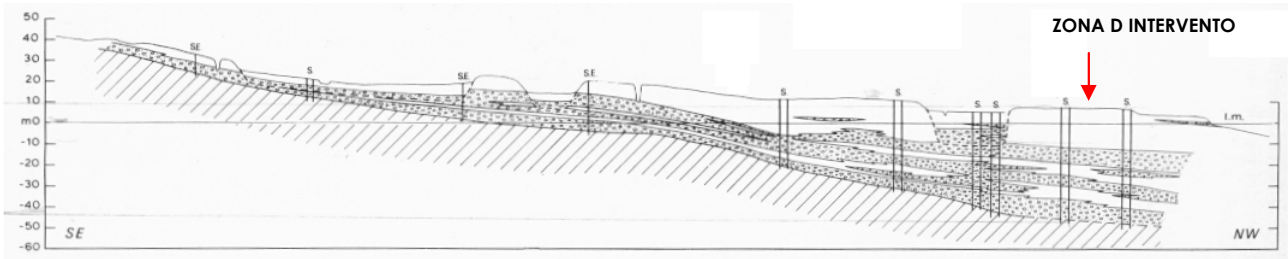
L'elemento morfologico principale dell'area di intervento è dato dal fiume Foglia che attraversa con il suo asse, orientato ONO-ESE, una struttura con configurazione tipica a pieghe, con serie di anticlinali e sinclinali orientate NO-SE, costituite da sedimenti prequaternari di origine marina in facies sabbioso-argillosa (Formazioni del Miocene superiore e del Pliocene inf.-medio).
In queste formazioni il Fiume ha scavato la sua valle, colmata nel corso del Pleistocene con abbondanti depositi alluvionali attraverso fasi alterne di incisione e sedimentazione che hanno determinato, nel caso in oggetto, un ripiano terrazzato.

In particolare l'area in esame ricade nel tratto terminale della pianura alluvionale suddetta, a circa 1.2 km dalla linea di costa, in corrispondenza dei depositi alluvionali formati da livelli di ghiaia e/o ghiaie e sabbie separati da setti limoso-argillosi che si interdigitano con quelli litoranei.

La zona dove insiste l'intervento in progetto è fortemente urbanizzata e caratterizzata da un profilo di superficie sostanzialmente pianeggiante che attualmente dal punto di vista geomorfologico non presenta problematiche.

In corrispondenza della città di Pesaro il substrato geologico su cui poggiano i depositi suddetti si rinviene alla profondità di circa 50/60 m (cfr. fig. seguente).

***Sezione longitudinale del tratto inferiore della valle del fiume Foglia***




*Da: Elmi, Didero Francavilla, Orazi (1983) –"Geologia e idrogeologia della bassa valle del Fiume Foglia (Marche Settentrionali)".*

Nella zona in studio il substrato sul quale poggiano sedimenti alluvionali in cui è possibile lo scorrimento idrico può definirsi impermeabile, all'interno del materiale alluvionale si può individuare un'unica falda, che tende ad assumere un carattere multistrato avvicinandosi alla foce per la presenza di livelli argilloso-limosi di maggior spessore.



Studio Rondoni & Darderi Geologi Associati
✉ 61121 - Pesaro Via Bramante 9 ☎ +39 0721 67358

La falda principale, in leggero artesianesimo, è contenuta negli orizzonti ghiaioso-sabbiosi, mentre a profondità più superficiali si individuano livelli acquiferi di minori potenzialità in corrispondenza di orizzonti più marcatamente limoso-sabbiosi.

Dalle misure della piezometria effettuate nell'area di intervento, la falda acquifera si attesta a circa 3. m dal p.c (lettura del 19/02/15, riferita al piano campagna dello scoperto di proprietà).



Studio Rondoni & Darderi Geologi Associati
✉ 61121 - Pesaro Via Bramante 9 ☎ +39 0721 67358

# 4. ASPETTI METEO-CLIMATICI

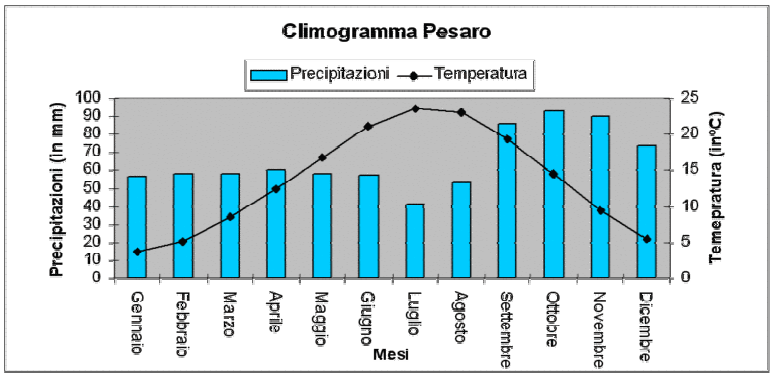
A Pesaro è presente un clima di tipo temperato sub-continentale con inverni generalmente freddi ed estati calde (**Temperatura media annua: 13.6 °C** ).

I venti dominanti sono quelli provenienti dai quadranti occidentali principalmente SO (libeccio, fohn). Frequentemente si ha una ventilazione settentrionale soprattutto da NE (bora).

Le precipitazioni sono in genere distribuite in maniera irregolare durante l'anno con punte massime nei mesi autunnali e valori minimi nel trimestre estivo (**Precipitazioni medie annue: 785 mm**).

Di seguito vengono forniti i dati inerenti le precipitazioni atmosferiche e le temperature medie relativi al periodo 1901 – 2000 (medie calcolate sulla base dei dati dell'Osservatorio Valerio di Pesaro).

| | PRECIPITAZIONI MEDIE MENSILI (mm) | TEMPERATURE MEDIE MENSILI |
|---|---|---|
| Gennaio | 56,7 | 3,8° |
| Febbraio | 58,5 | 5,1° |
| Marzo | 58,0 | 8,5° |
| Aprile | 60,5 | 12,5° |
| Maggio | 58,1 | 16,8° |
| Giugno | 57,4 | 21,1° |
| Luglio | 40,8 | 23,6° |
| Agosto | 52,9 | 23,1° |
| Settembre | 85,6 | 19,4° |
| Ottobre | 92,7 | 14,5° |
| Novembre | 89,9 | 9,4° |
| Dicembre | 73,9 | 5,5° |






Studio Rondoni & Darderi Geologi Associati
✉ 61121 - Pesaro Via Bramante 9 ☎ +39 0721 67358

# 5. INDAGINI DI CAMPO

Per la ricostruzione litologica e geotecnica preliminare dell'area e per contribuire alla definizione del modello geologico è stata realizzata nel sito di intervento una prova geognostica.

Per la caratterizzazione sismica del sito si è stimato il profilo della velocità delle onde di taglio (Vs) necessario per attribuire la "categoria di sottosuolo" secondo le NTC08.

## *5.1 Indagine geognostica*

In data 10/02/2015 è stata eseguita una prova penetrometrica tipo CPT.

L'attrezzatura utilizzata presenta le seguenti caratteristiche:

*Mezzo di spinta: Pagani Tg63 200 KN*

Geometria punta (Begemann):

- Diametro di base del cono 35.7 mm
- Angolo di apertura del cono 60°
- Area di base del cono 10 $cm^2$
- Area laterale del manicotto 150 $cm^2$

I valori di resistenza all'avanzamento della punta e del manicotto, misurati su ogni tratto di 20 cm, vengono visualizzati su display e registrati manualmente.

La prova è stata spinta fino a 11.6 metri di profondità e nel foro di prova è stato installato un piezometro a tubo aperto per il monitoraggio della falda.

## *5.2 Indagine sismica*

La caratterizzazione sismica del sito di intervento è stata eseguita attraverso la una prova sismica passiva a stazione singola (HVSR) della durata di 16 minuti.

La prova utilizza la tecnica a stazione singola H/V (rapporto tra le componenti orizzontali e verticali del moto); una tecnica di esplorazione del sottosuolo che consiste nel registrare il microtremore sismico ambientale in un punto di prova per alcuni minuti



Studio Rondoni & Darderi Geologi Associati
✉ 61121 - Pesaro Via Bramante 9 ☎ +39 0721 67358

tramite strumenti (velocimetri) opportunamente sensibili e nel ricavare il rapporto tra le componenti orizzontali e verticali.

È una tecnica di sismica passiva che sfrutta il microtremore ambientale (altrimenti detto rumore sismico) cioè l'insieme di tutte le oscillazioni, con accelerazioni molto piccole (ca. $10^{-15}$ m/s$^2$), presenti ovunque sulla superficie terrestre (dinamismo della Terra, fenomeni atmosferici, attività antropica).

La misura di microtremore ambientale è stata eseguita con un tromografo digitale (TROMINO, della Ditta Micromed S.p.A.).

Lo strumento è dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) che registrano lungo le direzioni N-S, E-W e verticale e i dati immagazzinati vengono elaborati dal software "Grilla".

***Tromino di Micromed Spa***

In calce alla presente relazione si allega la planimetria con l'ubicazione delle indagini di campo, i diagrammi e i tabulati della prova penetrometrica e gli esiti della prova sismica.



Studio Rondoni & Darderi Geologi Associati
✉ 61121 - Pesaro Via Bramante 9 ☎ +39 0721 67358

# 6. DEFINIZIONE DEL MODELLO GEOLOGICO

La prova geognostica eseguita ha consentito di ricostruire il quadro litostratigrafico del sito di intervento; la prova geognostica eseguita nel lotto, unitamente alle conoscenze delle aree limitrofe maturata nel corso di precedenti indagini geognostiche è sufficiente per la formulazione del modello geologico del sito di progetto. Ulteriori indagini saranno necessarie per giungere alla definizione del modello geotecnico indispensabile per la fase esecutiva della progettazione.

**ORIZZONTE LITOLOGICO A**

Dal p.c a a -2.6 m

Terreno vegetale e di riporto di natura prevalentemente limoso-argillosa.

**ORIZZONTE LITOLOGICO B**

Da -2.6 m a fine indagine (12.6 m)

Sulla base dei valori di resistenza all'avanzamento della punta (Qc) e del suo rapporto con i valori di resistenza all'avanzamento del manicotto del penetrometro (Fs) sono possibili le seguenti considerazioni:

litologicamente sono presenti depositi limoso-argillosi con livelletti anche a contenuto sabbioso, maggiormente presenti fino a circa 7 metri di profondità.

I valori di Qc indicano litotipi da mediamente consistenti a consistenti; il terreno presente tra circa 7 e 8 metri di profondità è quello meno compatto con valori di Qc inferiori a 20 kg/cm$^2$.

In base ad una stima preliminare si suddivide il terreno in orizzonti omogenei a cui si sono attribuiti i principali parametri geomeccanici:

**ORIZZONTE LITOLOGICO A**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Peso dell'unita' di volume | $\gamma$ | = | 1.80 - 1.85 | gr/cm$^3$ |

**ORIZZONTE LITOLOGICO B**

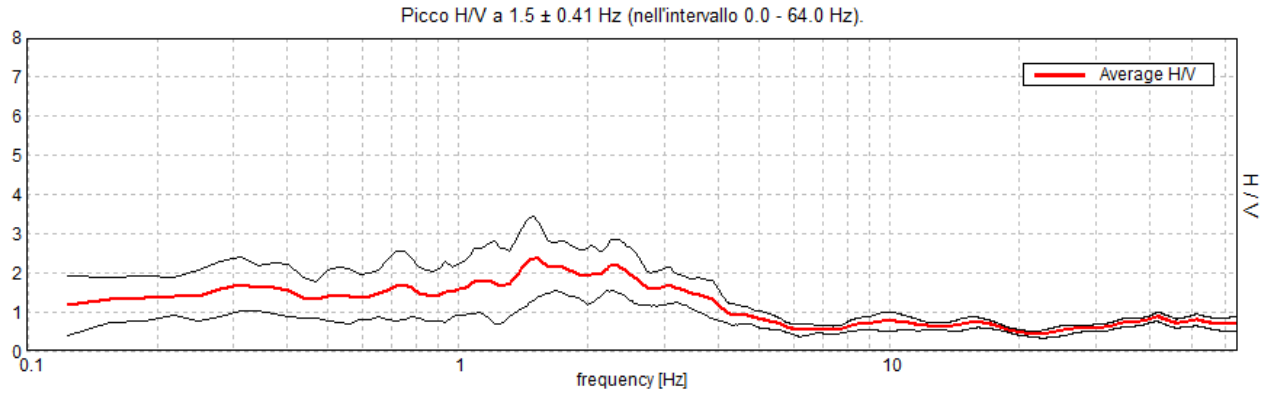
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Peso dell'unita' di volume | $\gamma$ | = | 1.90 - 1.95 | gr/cm$^3$ |
| Coesione non drenata | Cu | = | 0.6 - 1.0 | Kg/cm$^2$ |
| Coesione | C' | = | 0.00 - 0.08 | Kg/cm$^2$ |
| Angolo di attrito | $\varphi$ | = | 18° - 24° | |
| Modulo di deformazione | Eed | = | 55 - 85 | Kg/cm$^2$ |

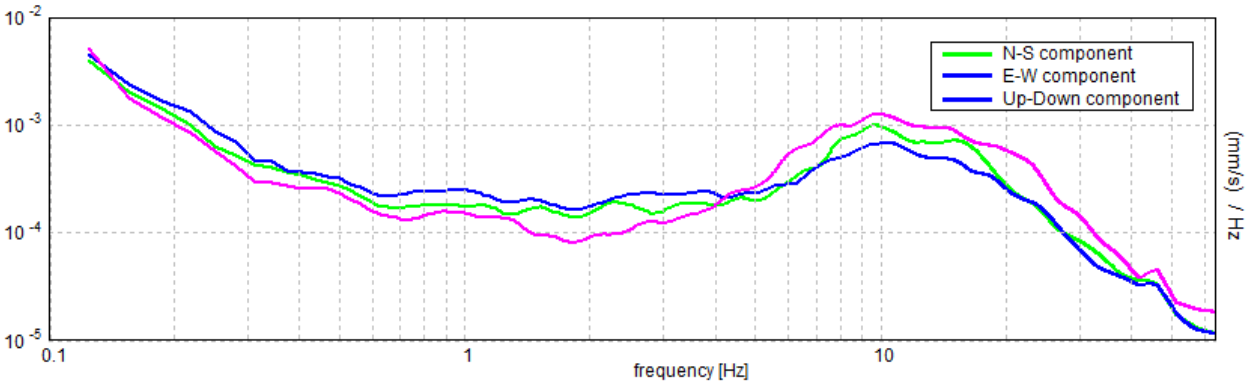


Studio Rondoni & Darderi Geologi Associati
✉ 61121 - Pesaro Via Bramante 9 ☎ +39 0721 67358

# 7. RISULTATI INDAGINE GEOFISICA

Dalla registrazione del rumore sismico ambientale eseguita con il tomografo, è stata ricavata la curva H/V e le relative curve degli spettri raffiguranti le componenti Up-Down, N-S, E-O riportate sotto.



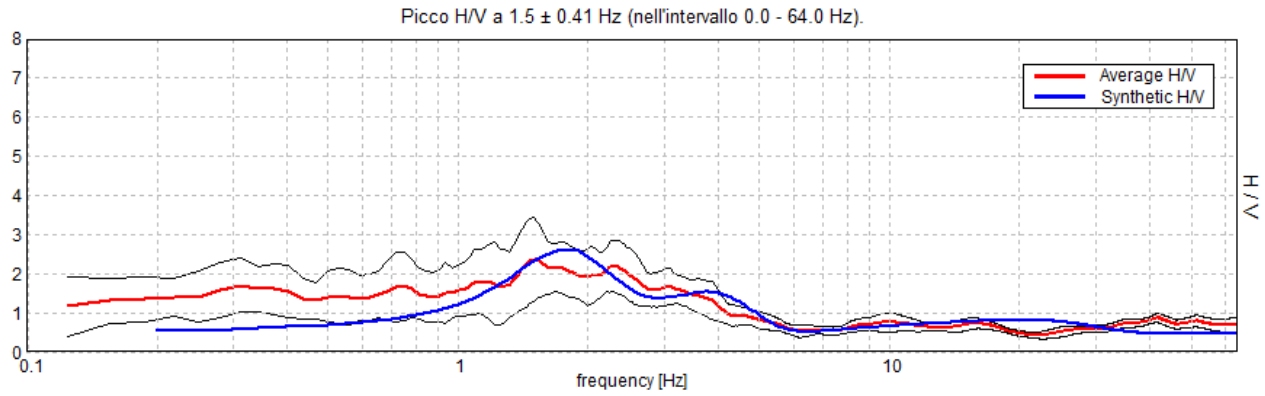

Per la interpretazione sismica del sito si è partiti dalla curva H/V registrata con lo strumento e si sono considerate le conoscenze stratigrafiche e le informazioni desunte dalla bibliografia scientifica (cfr fig. al paragrafo 2).

Utilizzando la formula Fr = Vs/4H che permette di ottenere una relazione tra frequenza di risonanza del terreno (Fr – ricavata dalla curva H/V), profondità (H – spessore dello strato superiore tra i due che generano il picco di risonanza) e velocità delle onde di taglio (Vs) è possibile creare un modello di sintesi (processo chiamato inversione della curva H/V, che contempla la propagazione delle onde di Rayleigh e di Love nel modo fondamentale e superiore dei sistemi multistrato) la cui curva nel grafico H/V (generata dal software "Grilla") si avvicina alla curva sperimentale.



Studio Rondoni & Darderi Geologi Associati
✉ 61121 - Pesaro Via Bramante 9 ☎ +39 0721 67358

La figura seguente riporta il confronto tra il grafico H/V ottenuto dalla prova sismica (traccia rossa) con la curva "ricostruita" (traccia blu) mediante il processo della inversione: si nota una buona corrispondenza tra le due curve nell'intervallo di frequenze di interesse ingegneristico 0.1-30 Hz).

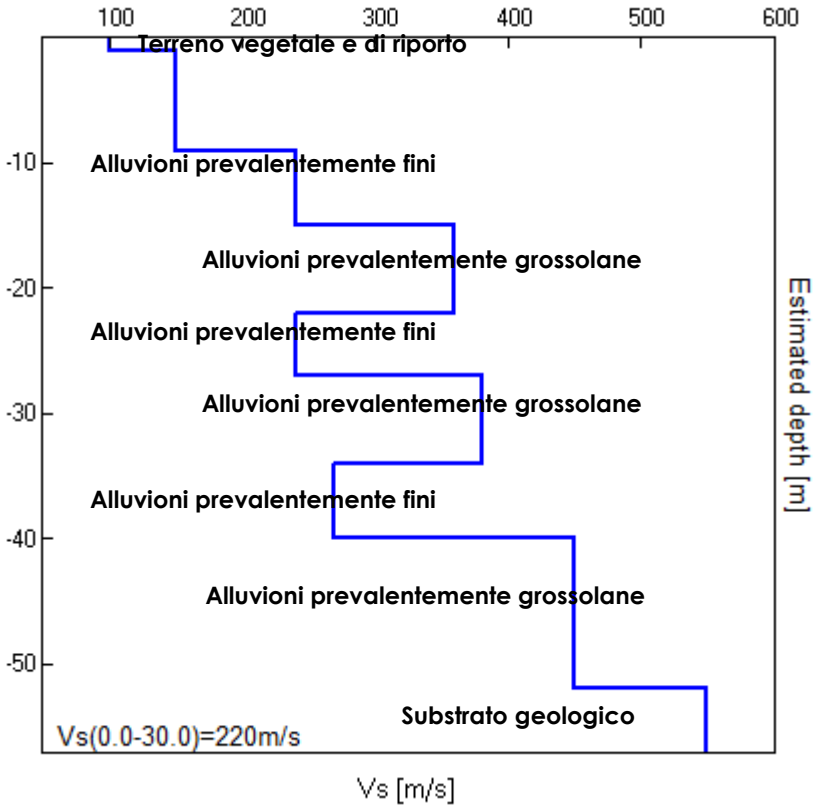



La "stratigrafia sismica" che ha consentito di giungere a tale curva (traccia blu) viene rappresentata nella tabelle e nel grafico riportati di seguito:

| SPESSORE ORIZZONTE LITOLOGICO [m] | VS [m/S] | RAPPORTO DI POISSON |
|---|---|---|
| 1.00 | 100 | 0.35 |
| 8.00 | 150 | 0.35 |
| 6.00 | 240 | 0.35 |
| 7.00 | 360 | 0.35 |
| 5.00 | 240 | 0.35 |
| 7.00 | 380 | 0.30 |
| 6.00 | 270 | 0.35 |
| 12.00 | 450 | 0.30 |
| inf. | 550 | 0.35 |



Studio Rondoni & Darderi Geologi Associati
✉ 61121 - Pesaro Via Bramante 9 ☎ +39 0721 67358




Attraverso l'indagine sismica e facendo riferimento alle "Norme Tecniche per le costruzioni" ( 2008) è stata determinata la velocità delle onde di taglio nei primi 30 metri di terreno con la seguente formula

$$V_{S,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{S,i}}} \quad [m/s].$$

La velocità delle onde di taglio risulta: **$V_{s30}$=220 m/sec** .



**Studio Rondoni & Darderi Geologi Associati**
✉ 61121 - Pesaro Via Bramante 9 ☎ +39 0721 67358

## 8. RISCHIO SISMICO

Il rischio sismico (R) è inteso come la risultante tra tre diverse componenti:

$$R = P \times E \times V$$

con:

P = "pericolosità sismica" cioè la sismicità di un territorio, ovvero la forza e frequenza con cui un terremoto si può manifestare in un determinato periodo di tempo;

E = "esposizione" ovvero il valore, la qualità, la consistenza e la dislocazione dei beni presenti sul territorio;

V = "vulnerabilità sismica" che è la propensione di una struttura a subire un danno di un determinato livello a fronte di un evento sismico.

Non essendo possibile intervenire sulla "pericolosità" (che è una caratteristica intrinseca del territorio) la riduzione del rischio sismico è possibile solo cercando di ubicare gli interventi urbanistici in zone esposte a minor pericolo e garantendo le migliori qualità in termini di progettazione e realizzazione al fine di diminuire la loro vulnerabilità.

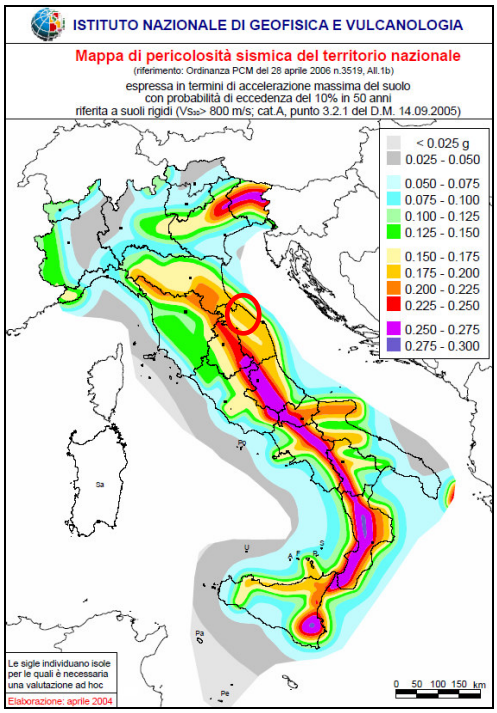
La componente "pericolosità" del rischio sismico è costituita da due fattori:

- la "*pericolosità sismica di base*" che deriva dalla sismicità dell'area (energia tipo e frequenza dei terremoti);
- la "*pericolosità sismica locale*" che risulta legata a fattori geologici/stratigrafici e morfologici in grado di modificare ed amplificare il moto sismico in superficie.

Combinando i dati della pericolosità sismica di base con quelli degli effetti locali è possibile giungere alla definizione di una "azione sismica di progetto" sulla base della quale eseguire la progettazione sismica dei manufatti sul territorio.

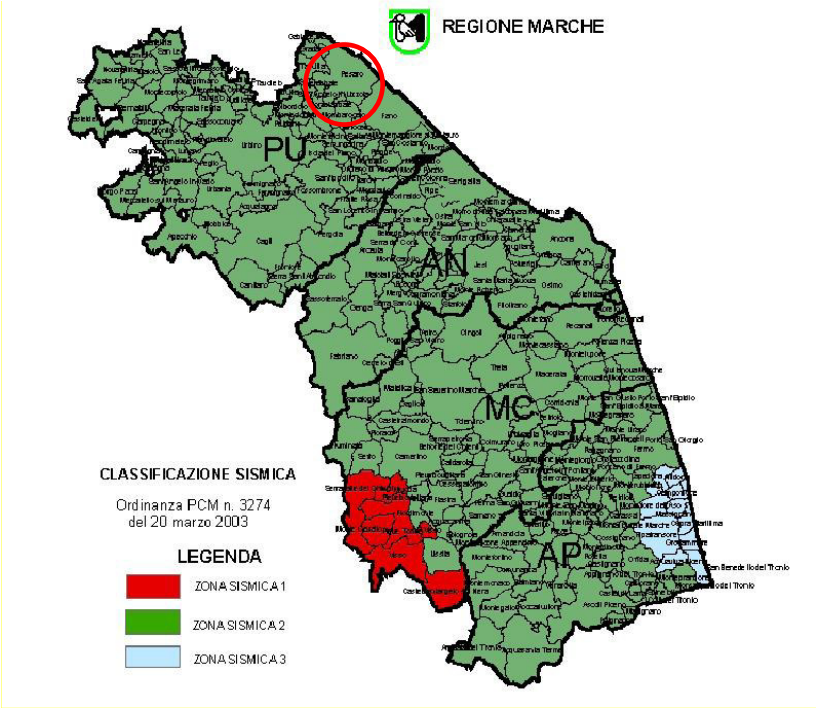


Studio Rondoni & Darderi Geologi Associati
✉ 61121 - Pesaro Via Bramante 9 ☎ +39 0721 67358




## *8.1 Pericolosità sismica di base*

Il territorio di Pesaro con Ordinanza P.C.M. n°3274 del 23/03/03 è stato classificato in zona sismica 2.




Con l'entrata in vigore del D.M.14/01/09 la stima della pericolosità sismica viene definita attraverso un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente", l'azione di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati



Studio Rondoni & Darderi Geologi Associati
✉ 61121 - Pesaro Via Bramante 9 ☎ +39 0721 67358

limite presi in considerazione, viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito di intervento che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica. Le NTC 08 contengono i valori di ag (accelerazione orizzontale massima al sito), Fo (valore max del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e T*c (periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale) per 10751 punti della superficie d'Italia che rappresentano il reticolo di riferimento.

## ***8.2 Pericolosità sismica locale***

Come già detto in precedenza la risposta sismica locale è funzione delle condizioni topografiche e di quelle geologico-stratigrafiche.

Le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 08) nell'approccio semplificato (3.2.2. NTC 08), prevedono che la risposta sismica locale venga descritta sulla base della individuazione della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche a cui appartiene il sito di progetto.

In particolare la categoria topografica viene attribuita sulla base della pendenza e della morfologia (cfr Tab. 3.2.IV), mentre la categoria di sottosuolo è possibile determinarla (ad esclusioni di casi particolari come ad esempio possibilità di liquefazione o bedrock sismico presente a profondità tra 20 e 30 m) mediante la misura della velocità delle onde di taglio nei primi 30 metri di terreno (cfr. tab 3.2.II).

Per quanto attiene all'area di intervento, presentando una superficie sostanzialmente pianeggiante la Categoria topografica è T1.

**Tabella 3.2.IV** – *Categorie topografiche*

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

L'indagine geofisica eseguita ha permesso di verificare che le onde di taglio per il sito in oggetto nei primi 30 m di terreno assumono velocità di 220 m/s, il terreno di intervento si ascrive quindi alla Categoria di sottosuolo C.



Studio Rondoni & Darderi Geologi Associati
✉ 61121 - Pesaro Via Bramante 9 ☎ +39 0721 67358

**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). |

Sulla base di quanto detto sopra e delle tabelle dei parametri spettrali fornite dal ministero, una volta nota la classe (NTC punto 2.4.2) per la costruzione sarà possibile ricavare i parametri sismici.



Studio Rondoni & Darderi Geologi Associati
✉ 61121 - Pesaro Via Bramante 9 ☎ +39 0721 67358

## 9. PERICOLOSITA' GEOLOGICA

L'intervento previsto non ricade in aree che il Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Marche (P.A.I.) ha incluso tra quelle a rischio (All.to 3).

L'area di intervento è stata inserita, dal PRG del Comune di Pesaro, tra quelle a vulnerabilità idrogeologica bassa.

In base alla ricostruzione lito-stratigrafica si può ritenere che la zona di intervento non sia soggetta al fenomeno della liquefazione: i terreni presenti fino alla profondità di ca 15 m sono caratterizzati da prevalenza di depositi di natura coesiva, inferiormente sono presenti ghiaie e sabbie generalmente ben addensate e ricche in matrice.

La geologia della zona permette inoltre di escludere una rottura superficiale dovuta a faglia.



Studio Rondoni & Darderi Geologi Associati
✉ 61121 - Pesaro Via Bramante 9 ☎ +39 0721 67358

## 10. SINTESI DELLO STUDIO GEOLOGICO

In generale, nell'area esaminata non si riscontrano elementi di carattere geomorfologico e geologico ostativi alla realizzazione delle previsioni urbanistico-edilizie in questione.

L'area è costituita da una superficie pianeggiante della pianura alluvionale del fiume Foglia, allo stato attuale costituita da un'area urbana.

Le trasformazioni, cui è destinata per effetto delle nuove previsioni urbanistiche, comporteranno di fatto un nuovo assetto non dissimile dal precedente e non incideranno sulla stabilità globale dell'area d'intervento e su quella d'influenza.

Nel complesso si identifica un'area stabile sotto il profilo geomorfologico e priva di tendenze evolutive verso forme di instabilità potenziali.

Le condizioni morfo-idrologiche dell'area in studio, descritte ai paragrafi precedenti, hanno posto in evidenza l'assenza, nella area interessata dal progetto, di forme di erosione lineare superficiale pertanto anche sotto il profilo idraulico, non si rilevano condizioni di vulnerabilità. Tali valutazioni trovano altresì conferma nell'ambito delle previsioni del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) che non inserisce l'area d'intervento nella perimetrazione delle aree a rischio.

Per quanto riguarda invece la compatibilità dell'intervento con la dinamica della rete idrografica si rimanda alla specifica relazione (Verifica della Compatibilità Idraulica) redatta sempre dagli scriventi.

Il locale sistema idrogeologico è costituito da un acquifero il cui livello si attesta a profondità di circa 3 m dal piano di campagna attuale (riferito al piano campagna della prova penetro metrica, lettura febbraio 2015).

Per quanto attiene la scelta ed il dimensionamento delle strutture di fondazione e calcolare la resistenza del terreno su tutta l'area di intervento, sarà opportuno implementare il numero delle indagini geognostiche ed elaborare i dati sul progetto esecutivo che saranno riportati su una specifica relazione geologica e sismica.

Sarà inoltre prestare particolare attenzione alla progettazione delle opere provvisionali necessarie per realizzare lo sbancamento in aderenza a via Guidi.

***Questo Studio è a disposizione per eventuali chiarimenti e approfondimenti***



**Studio Rondoni & Darderi Geologi Associati**
✉ 61121 - Pesaro Via Bramante 9 ☎ +39 0721 67358

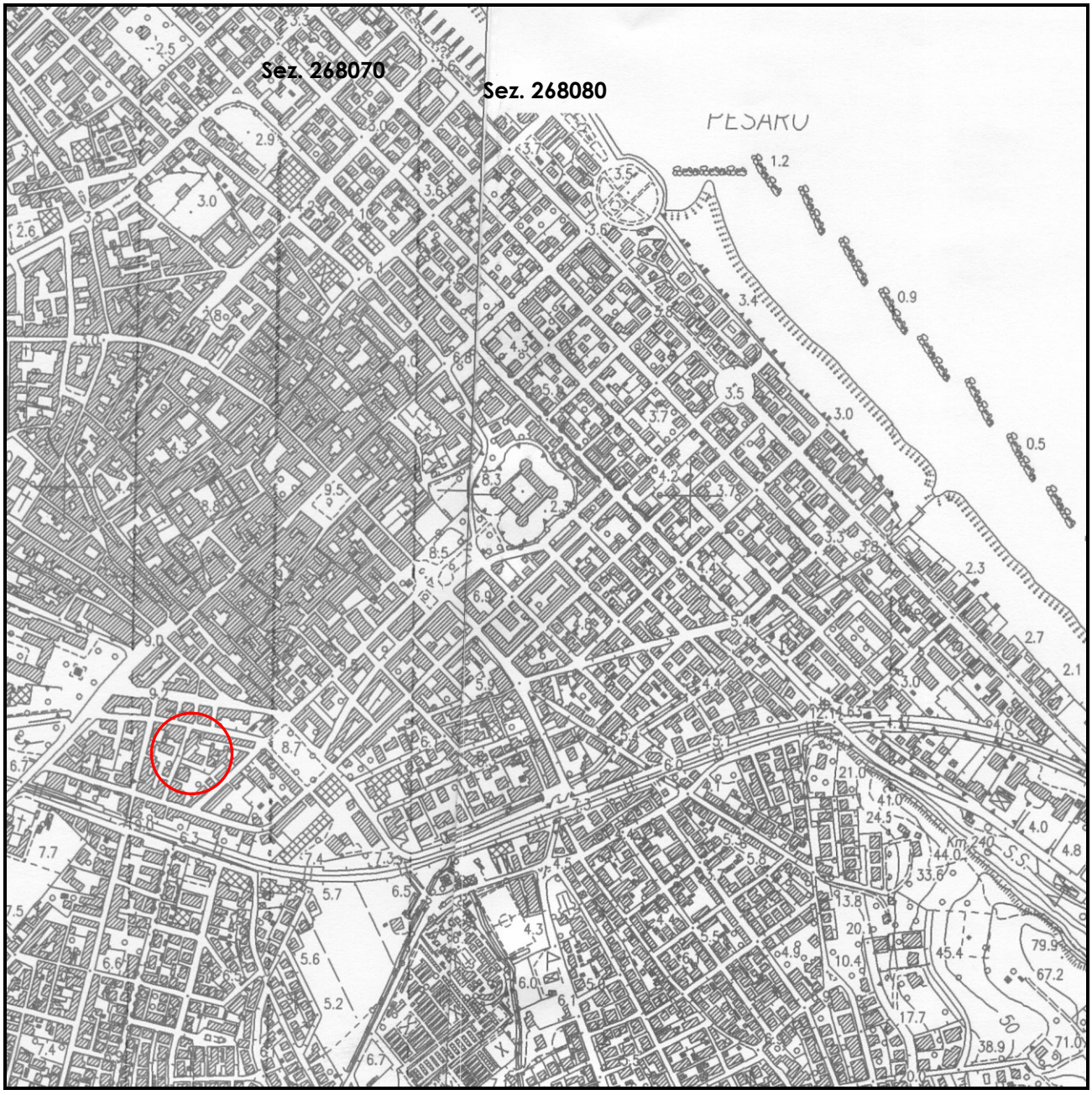
# ALLEGATI

**All.to 1 Ubicazione dell'area**
**All.to 2 Carta del Rischio Idrogeologico P.A.I.**
**All.to 3 Carta Geologica**
**All.to 4 Planimetria con ubicazione indagini di campo**
**All.to 5 Diagrammi e tabulati penetrometrici**
**All.to 6 Indagine geofisica**

# ALLEGATO 1 Ubicazione dell'area

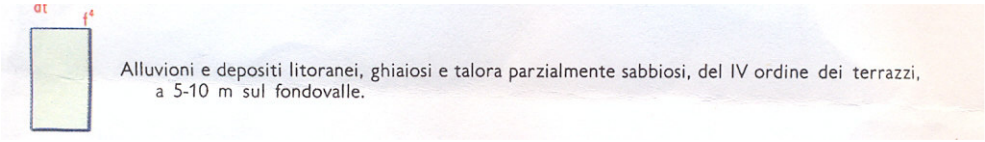
Da: **Carta Topografica D'Italia – F.268 Sezione I "Pesaro" scala 1:25.000**

**Da: Carta Tecnica Regionale – sezz. n° 268070 "Pesaro" – n°268080 "Villa Bonali" scala 1: 10.000**



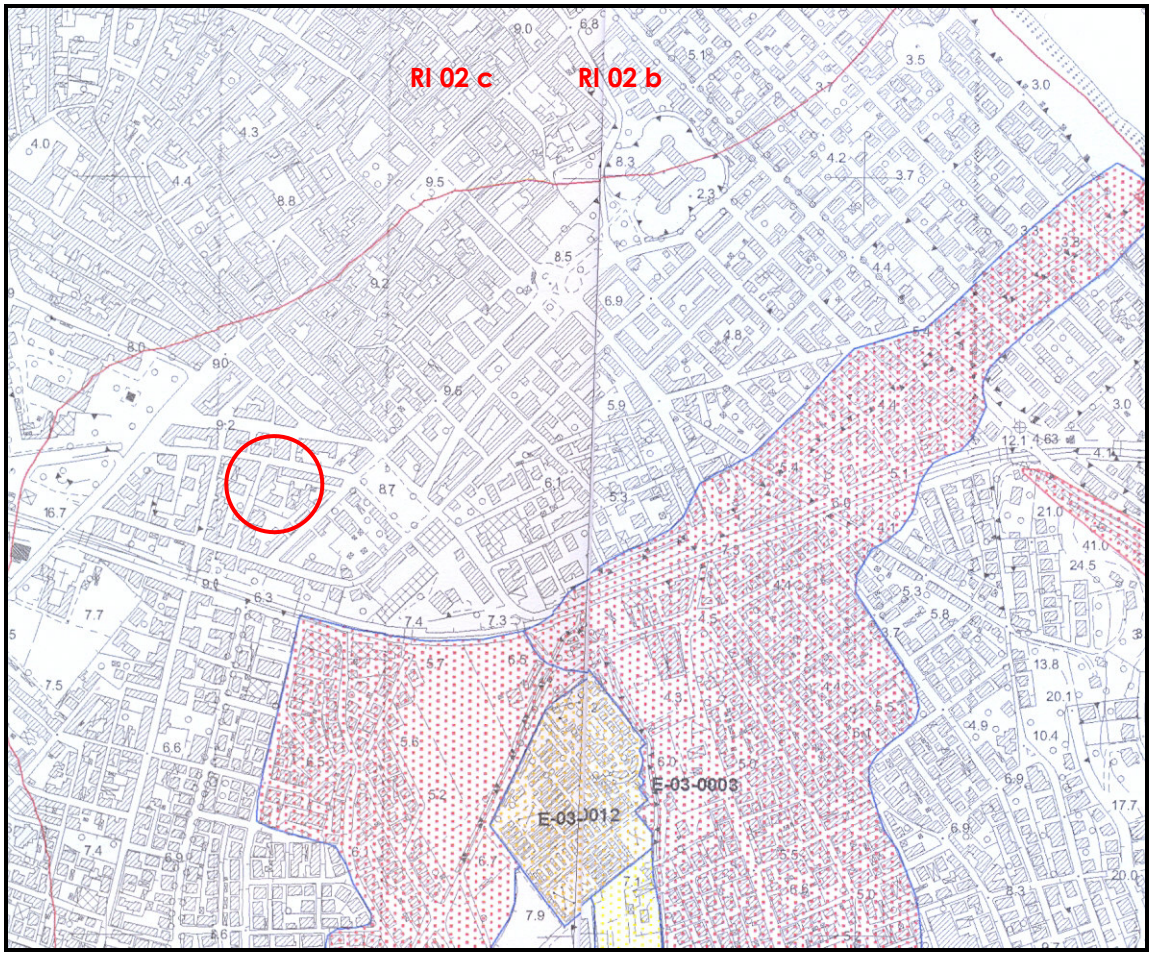
# ALLEGATO 2: Carta Geologica

Da: **Carta Geologica D'Italia – Foglio 109 "Pesaro"** **scala 1: 25.000**



# ALLEGATO 3: Piano Assetto Idrogeologico (PAI)

## Da: Carta del Rischio Idrogeologico Tav. RI 02 c – RI02 b scala 1:10.000



# ALLEGATO 4 Ubicazione indagini geognostiche

Prova penetrometica CPT con piezometro a tubo aperto

Indagine sismica a stazione singola HVSR

# ALLEGATO 5 Indagine geognostica

## Diagrammi e tabulati penetrometrici

**CARATTERISTICHE MEZZO UTILIZZATO PER PROVE PENETROMETRICHE**

**Mezzo: PAGANI Tg 63/200 KN**

**PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT**

- Geometria punta (Begemann):
- Diametro di base del cono 35.7 mm
- Angolo di apertura del cono 60°
- Area di base del cono 10 $cm^2$
- Area laterale del manicotto 150 $cm^2$

**DITTA ESECUTRICE:** SICEP snc

**Data: 10/02/2015**
**Responsabile: Simone Baldi**

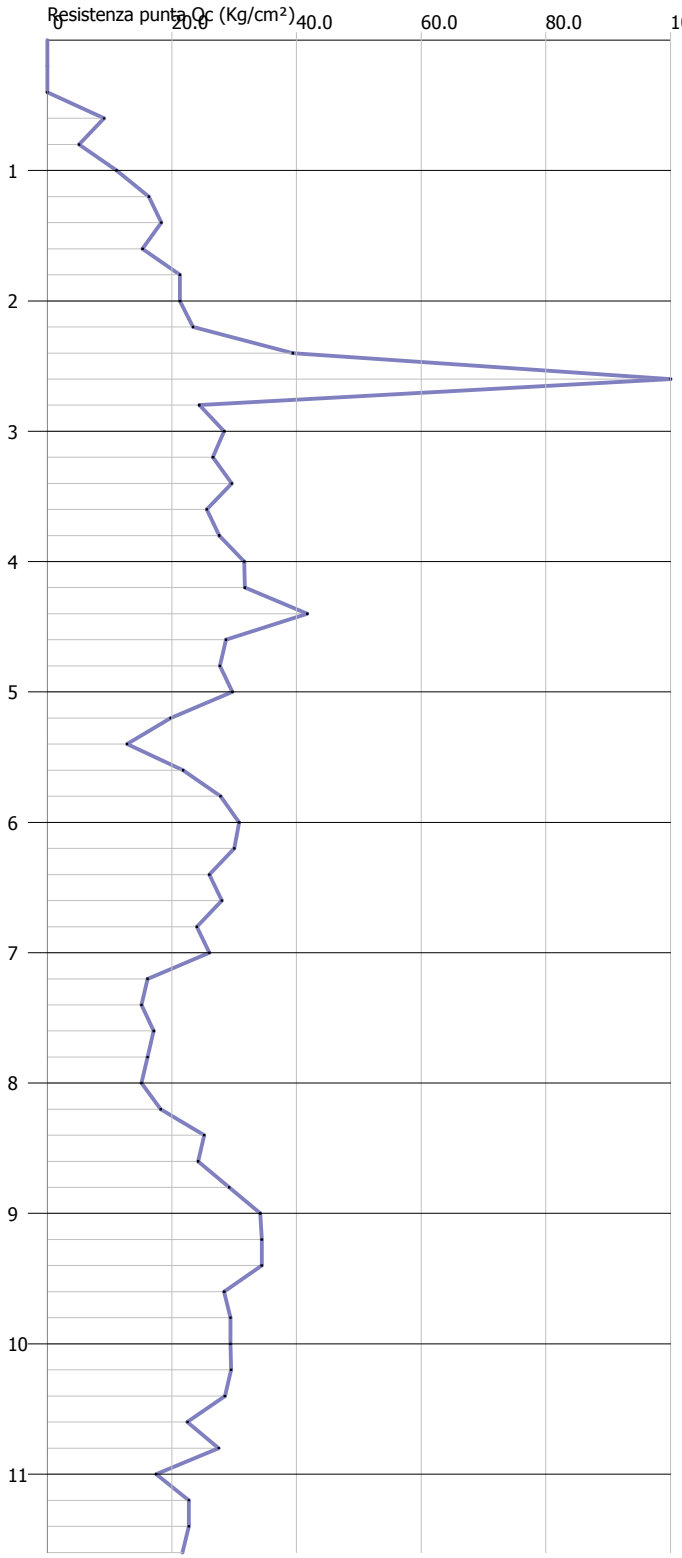
**STUDIO RONDONI & DARDERI**
*Geologi Associati*

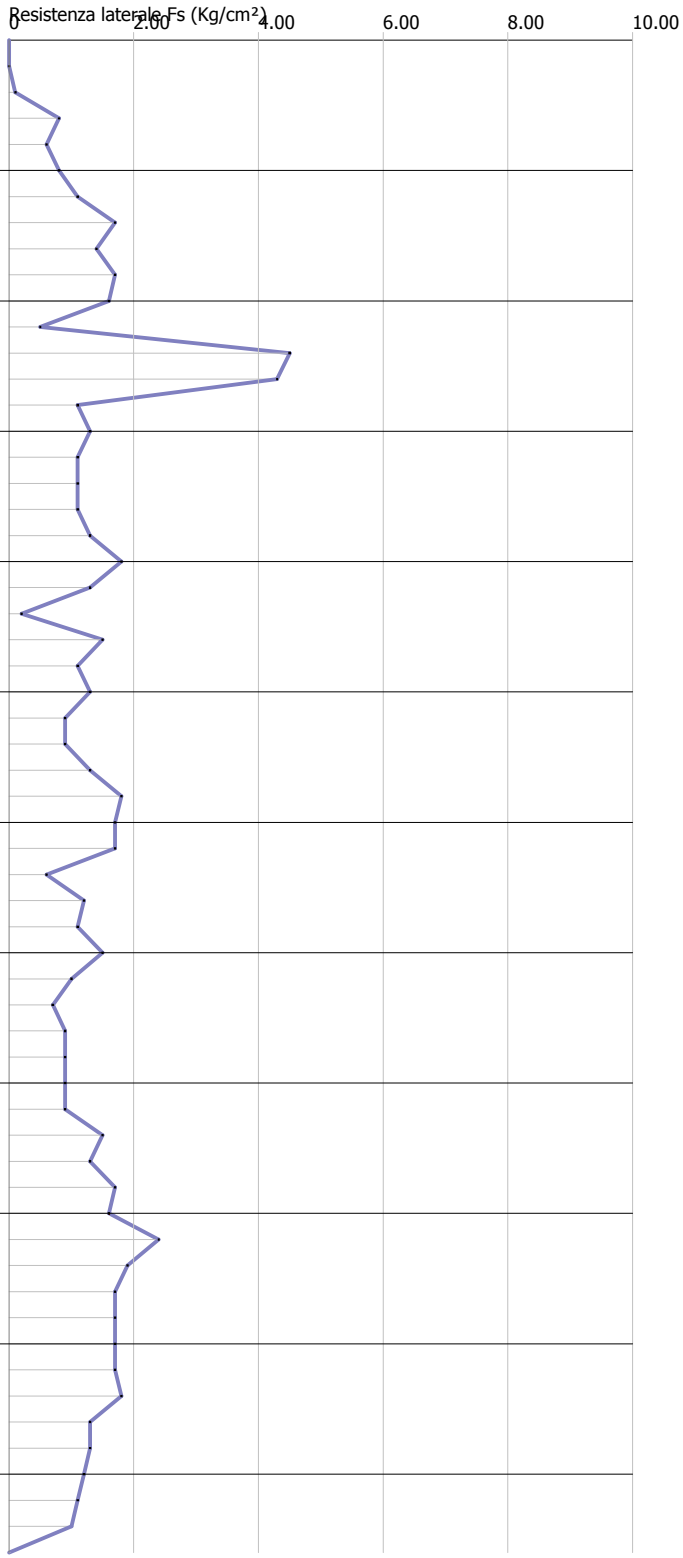
www.geologipesaro.it
info@geologipesaro.it

Probe CPT - Cone Penetration P1
Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Committente:
Cantiere: VIA GUIDI
Località: PESARO

Data: 10/02/2015



**PICCHETTO 1 PROVA CPT**

| Profondità (m) | Qc (Kg/cm²) | fs (Kg/cm²) | qc/fs Begemann | fs/qcx100 (Schmertmann) |
|---|---|---|---|---|
| **0,20** | **0,0** | 0,0 | | |
| **0,40** | **0,0** | 0,1 | 0,0 | |
| **0,60** | **9,0** | 0,8 | 11,4 | 8,8 |
| **0,80** | **5,0** | 0,6 | 8,5 | 11,8 |
| **1,00** | **11,0** | 0,8 | 13,9 | 7,2 |
| **1,20** | **16,0** | 1,1 | 14,8 | 6,7 |
| **1,40** | **18,0** | 1,7 | 10,8 | 9,3 |
| **1,60** | **15,0** | 1,4 | 10,9 | 9,2 |
| **1,80** | **21,0** | 1,7 | 12,5 | 8,0 |
| **2,00** | **21,0** | 1,6 | 13,3 | 7,5 |
| **2,20** | **23,0** | 0,5 | 46,8 | 2,1 |
| **2,40** | **39,0** | 4,5 | 8,8 | 11,4 |
| **2,60** | **100,0** | 4,3 | 23,3 | 4,3 |
| **2,80** | **24,0** | 1,1 | 22,2 | 4,5 |
| **3,00** | **28,0** | 1,3 | 21,8 | 4,6 |
| **3,20** | **26,0** | 1,1 | 24,2 | 4,1 |
| **3,40** | **29,0** | 1,1 | 26,9 | 3,7 |
| **3,60** | **25,0** | 1,1 | 23,3 | 4,3 |
| **3,80** | **27,0** | 1,3 | 21,2 | 4,7 |
| **4,00** | **31,0** | 1,8 | 17,6 | 5,7 |
| **4,20** | **31,0** | 1,3 | 24,4 | 4,1 |
| **4,40** | **41,0** | 0,2 | 208,5 | 0,5 |
| **4,60** | **28,0** | 1,5 | 19,1 | 5,2 |
| **4,80** | **27,0** | 1,1 | 25,2 | 4,0 |
| **5,00** | **29,0** | 1,3 | 22,8 | 4,4 |
| **5,20** | **19,0** | 0,9 | 22,0 | 4,5 |
| **5,40** | **12,0** | 0,9 | 14,2 | 7,0 |
| **5,60** | **21,0** | 1,3 | 16,8 | 6,0 |
| **5,80** | **27,0** | 1,8 | 15,4 | 6,5 |
| **6,00** | **30,0** | 1,7 | 18,1 | 5,5 |
| **6,20** | **29,0** | 1,7 | 17,6 | 5,7 |
| **6,40** | **25,0** | 0,6 | 43,3 | 2,3 |
| **6,60** | **27,0** | 1,2 | 23,3 | 4,3 |
| **6,80** | **23,0** | 1,1 | 21,8 | 4,6 |
| **7,00** | **25,0** | 1,5 | 17,3 | 5,8 |
| **7,20** | **15,0** | 1,0 | 16,1 | 6,2 |
| **7,40** | **14,0** | 0,7 | 21,6 | 4,6 |
| **7,60** | **16,0** | 0,9 | 19,0 | 5,3 |
| **7,80** | **15,0** | 0,9 | 17,9 | 5,6 |
| **8,00** | **14,0** | 0,9 | 16,8 | 6,0 |
| **8,20** | **17,0** | 0,9 | 20,2 | 4,9 |
| **8,40** | **24,0** | 1,5 | 16,8 | 6,0 |
| **8,60** | **23,0** | 1,3 | 18,6 | 5,4 |
| **8,80** | **28,0** | 1,7 | 17,2 | 5,8 |
| **9,00** | **33,0** | 1,6 | 21,4 | 4,7 |
| **9,20** | **33,0** | 2,4 | 14,3 | 7,0 |
| **9,40** | **33,0** | 1,9 | 18,1 | 5,5 |
| **9,60** | **27,0** | 1,7 | 16,7 | 6,0 |
| **9,80** | **28,0** | 1,7 | 17,3 | 5,8 |
| **10,00** | **28,0** | 1,7 | 17,3 | 5,8 |
| **10,20** | **28,0** | 1,7 | 17,4 | 5,8 |
| **10,40** | **27,0** | 1,8 | 15,8 | 6,3 |
| **10,60** | **21,0** | 1,3 | 17,3 | 5,8 |
| **10,80** | **26,0** | 1,3 | 21,2 | 4,7 |
| **11,00** | **16,0** | 1,2 | 14,6 | 6,9 |
| **11,20** | **21,0** | 1,1 | 20,6 | 4,8 |
| **11,40** | **21,0** | 1,0 | 22,7 | 4,4 |
| **11,60** | **20,0** | 0,0 | | 0,0 |

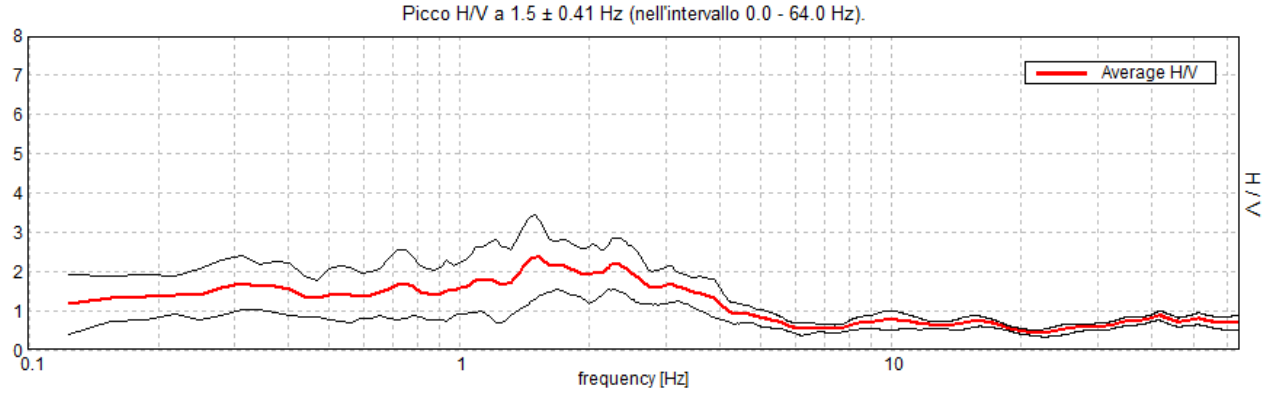
# ALLEGATO 6 Indagine sismica

## PESARO, VIA GUIDI

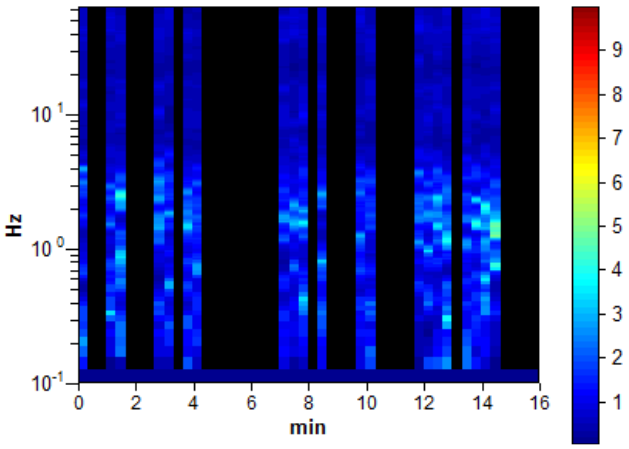
Strumento: TEP-0038/01-09
Inizio registrazione: 18/02/15 15:01:00 Fine registrazione: 26/02/15 15:17:01
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h16'00". Analizzato 44% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

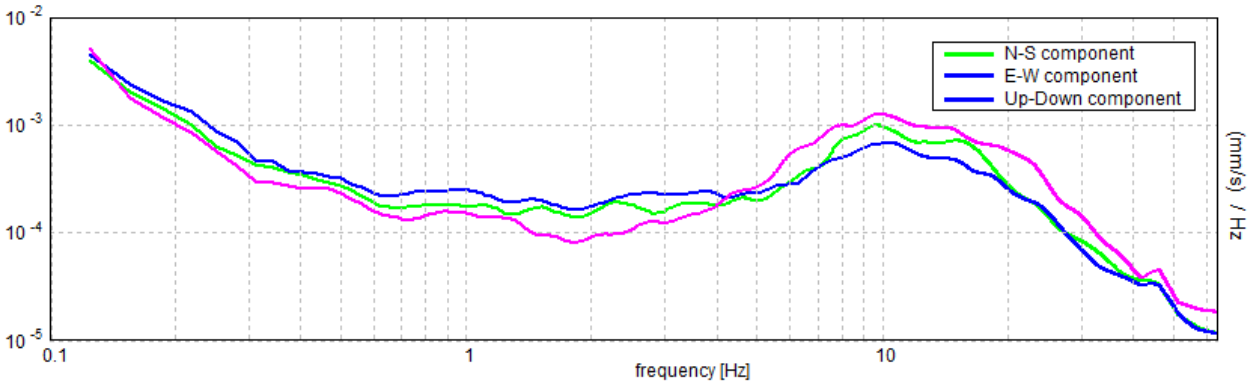
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



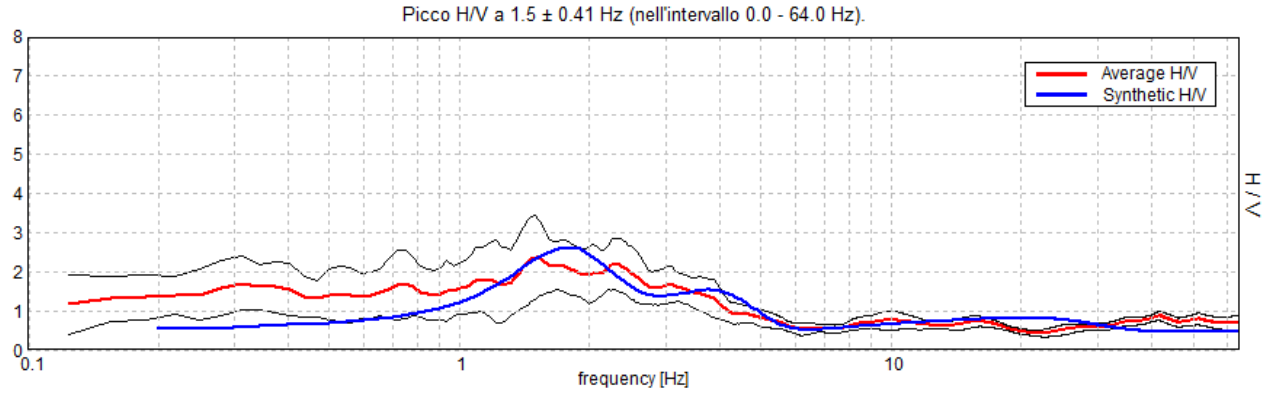

SERIE TEMPORALE H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

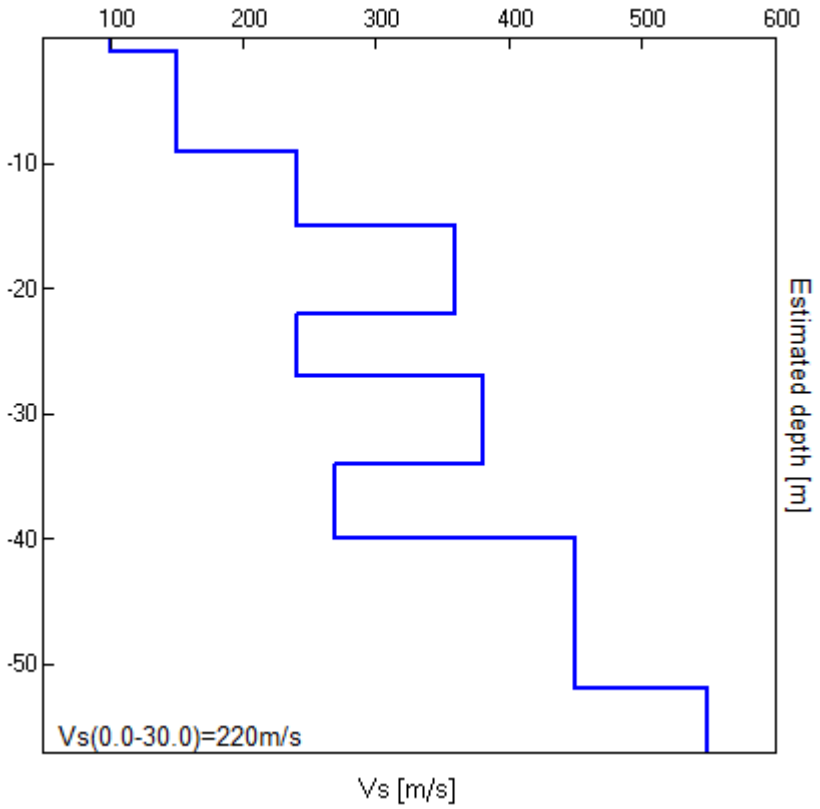



H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO




| Profondità alla base dello strato [m] | Spessore [m] | Vs [m/s] | Rapporto di Poisson |
|---|---|---|---|
| 1.00 | 1.00 | 100 | 0.35 |
| 9.00 | 8.00 | 150 | 0.35 |
| 15.00 | 6.00 | 240 | 0.35 |
| 22.00 | 7.00 | 360 | 0.35 |
| 27.00 | 5.00 | 240 | 0.35 |
| 34.00 | 7.00 | 380 | 0.35 |
| 40.00 | 6.00 | 270 | 0.35 |
| 52.00 | 12.00 | 450 | 0.35 |
| inf. | inf. | 550 | 0.35 |

Vs(0.0-30.0)=220m/s


100
200
300
400
500
600
-10
-20
-30
-40
-50
Estimated depth [m]
Vs(0.0-30.0)=220m/s
Vs [m/s]

[Secondo le linee guida SESAME, 2005].

**Picco H/V a 1.5 ± 0.41 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

| **Criteri per una curva H/V affidabile**<br>[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti] | | | |
|---|---|---|---|
| **$f_0 > 10 / L_w$** | 1.50 > 0.50 | OK | |
| **$n_c(f_0) > 200$** | 630.0 > 200 | OK | |
| **$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz**<br>**$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz** | Superato 0 volte su 73 | OK | |
| **Criteri per un picco H/V chiaro** | | | |
| **Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$ \| $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$** | | | ----- |
| **Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$ \| $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$** | 4.031 Hz | OK | |
| **$A_0 > 2$** | 2.36 > 2 | OK | |
| **$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$** | \|0.12884\| < 0.05 | | ----- |
| **$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$** | 0.19326 < 0.15 | | ----- |
| **$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$** | 0.5009 < 1.78 | OK | |

| | |
|---|---|
| $L_w$ | lunghezza della finestra |
| $n_w$ | numero di finestre usate nell'analisi |
| $n_c = L_w n_w f_0$ | numero di cicli significativi |
| $f$ | frequenza attuale |
| $f_0$ | frequenza del picco H/V |
| $\sigma_f$ | deviazione standard della frequenza del picco H/V |
| $\varepsilon(f_0)$ | valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ |
| $A_0$ | ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$ |
| $A_{H/V}(f)$ | ampiezza della curva H/V alla frequenza f |
| $f^-$ | frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$ |
| $f^+$ | frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$ |
| $\sigma_A(f)$ | deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa |
| $\sigma_{logH/V}(f)$ | deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$ |
| $\theta(f_0)$ | valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ |

| Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Intervallo di freq. [Hz] | < 0.2 | 0.2 – 0.5 | 0.5 – 1.0 | 1.0 – 2.0 | > 2.0 |
| $\varepsilon(f_0)$ [Hz] | 0.25 $f_0$ | 0.2 $f_0$ | 0.15 $f_0$ | 0.10 $f_0$ | 0.05 $f_0$ |
| $\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$ | 3.0 | 2.5 | 2.0 | 1.78 | 1.58 |
| log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$ | 0.48 | 0.40 | 0.30 | 0.25 | 0.20 |