



COMUNE DI ALTIDONA



COMUNE DI PEDASO

SERVIZIO TUTELA, GESTIONE E ASSETTO DEL TERRITORIO  
P.F. TUTELA DEL TERRITORIO DI FERMO

## COLLEGAMENTO CICLOPEDONALE IN PROSSIMITÀ DELLA FOCE DEL FIUME ASO TRA I COMUNI DI ALTIDONA E PEDASO

CUP: G11B17000310001

*D.G.R. n.784 del 10.07.2017 e dell'art.5 del D.M. 481/2016 del MIT*



# PROGETTO ESECUTIVO

ELABORATO

N. ELAB.

## RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA

2

P.F. TUTELA DEL TERRITORIO DI FERMO  
il Dirigente **Dott. Giuseppe SERAFINI**

### NUCLEO DI PROGETTAZIONE:

Ing. Giuseppe LAURETI  
Ing. Marco TROVARELLI  
Geom. Andrea CICCOLINI  
Geom. Simone ALBERTINI  
Geom. Damiano PIERAMICI

DATA: Luglio 2018



COMUNE DI ALTIDONA



COMUNE DI PEDASO

**RE.CI.PRO-CI RETE CICLOPEDONALE PROTETTA - COLLEGAMENTO  
INTERCOMUNALE TRA I COMUNI DI ALTIDONA E PEDASO**  
*PROGRAMMA DI INTERVENTI PER LO SVILUPPO E LA MESSA IN SICUREZZA DI  
ITINERARI E PERCORSI CICLABILI E PEDONALI (Art. 5 DM 481 del 29/12/2016)*

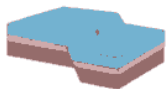


**RELAZIONE GEOLOGICA E GEOFISICA**

Dott. Giuseppe Capponi  
Geologo



**STUDIO DI GEOLOGIA AMBIENTALE**



Dr. Geol. Giuseppe Capponi

Via Giacomo Matteotti, 9 - 63827 - Pedaso (FM)  
Tel. e fax: 0734/932987 - mail: giuseppe@capponigeologia.it  
C.F.: CPPGPP62B01D542L - P. IVA: 01413170448

**IL RESPONSABILE:**

Dr. Geol. Giuseppe Capponi



**COLLABORATORI:**

Dr. Geol. Alessio Acciarri

Dr. Stefano D'Alessandro

Provincia:

**Fermo**

Comuni:

**Altidona - Pedaso**

Committente:

**Comune di Altidona**

Oggetto:

**RE.CI.PRO-CI RETE CICLOPEDONALE PROTETTA - COLLEGAMENTO  
INTERCOMUNALE TRA I COMUNI DI ALTIDONA E PEDASO**  
*PROGRAMMA DI INTERVENTI PER LO SVILUPPO E LA MESSA IN SICUREZZA  
DI ITINERARI E PERCORSI CICLABILI E PEDONALI (Art. 5 DM 481 del 29/12/2016)*

**INDAGINE GEOLOGICA E GEOFISICA**

Tavola:

Titolo:

**RELAZIONE,  
TAVOLE e ALLEGATI**

Scala:

Cod.:

RG94/12/17

Data:

Dicembre 2017



## INDICE

1. PREMESSA .....	2
2. ANALISI DEI DATI ESISTENTI .....	4
3. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE .....	6
4. CARATTERISTICHE TOPOGRAFICHE E GEOMORFOLOGICHE .....	7
5. STRATIGRAFIA LOCALE E PARAMETRI FISICO-MECCANICI .....	8
6. INTERVENTO IN PROGETTO .....	11
7. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA .....	13

### TAVOLE NEL TESTO:

TAV. 1 – COROGRAFIA (1:10.000)

TAV. 2 – STRALCIO CARTA PAI (scala 1:10.000)

TAV. 3 – PLANIMETRIA UBICAZIONE INDAGINI (scala 1:1.000)

TAV. 4 – SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA SCHEMATICA A-A' (scala 1:100)

### ALLEGATI NEL TESTO:

ALL. A – N. 3 CERTIFICATI DELLE INDAGINI PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE P1-P2-P3 ESEGUITE

ALL. B – INDAGINI REPERITE

ALL. C – INDAGINI GEOFISICHE ESEGUITE

ALL. D – DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

## 1. PREMESSA

Vengono di seguito esposti i risultati di uno studio geologico e geofisico, svolto per conto dell'Amministrazione Comunale di Altidona (FM), finalizzato al progetto “**RE.CI.PRO-CI Rete Ciclopedonale Protetta - Collegamento Intercomunale tra i Comuni di Altidona e Pedaso** (Programma di Interventi per lo sviluppo e la messa in sicurezza di itinerari e percorsi ciclabili e pedonali - art. 5 DM 481 del 29/12/2016)”.

In particolare l'intervento consiste nella realizzazione di un attraversamento ciclopedonale, in prossimità della foce del Fiume Aso, ubicato a monte del ponte ferroviario.

L'indagine, eseguita in conformità con la vigente normativa tecnica per le edificazioni in zona sismica (Legge n. 64 del 2.02.1974 e successivi D.M., Ordinanza PCM n. 3274 del 20.03.2003 e successive modifiche ed integrazioni e D.M. 14.01.08: “Norme tecniche sulle Costruzioni”), nonché secondo quanto esposto dal D.P.G.R. n. 23 del 14.09.89 concernente: "Regolamento Edilizio Tipo", ha il fine di fornire al progettista, limitatamente agli aspetti geologici, geotecnici e geofisici, tutti i dati qualitativi e quantitativi occorrenti per il progetto ed il controllo dell'opera in rapporto alle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, geotecniche e geofisiche dell'area d'intervento, indicando eventuali prescrizioni da osservarsi in sede di progettazione.

Allo scopo di definire la locale sequenza litostratigrafica schematica A-A' di **Tav. 4**, oltre alla consultazione di dati stratigrafici relativi a precedente indagini geologiche svolte nelle immediate vicinanze del sito in esame, sono state eseguite n. 3 prove penetrometriche dinamiche (DPSH) **P1–P2–P3** ubicate in **Tav. 3** (ved. **Allegato D** – Documentazione fotografica).

I certificati delle prove penetrometriche dinamiche eseguite vengono allegati alla presente indagine (**Allegato A**).

Si allegano, inoltre, i risultati di n. 3 prove penetrometriche dinamiche reperite **P1R–P2R–P3R**, svolte dal geologo Savino Salvetti (**P1R** e **P2R**) e dallo scrivente (**P3R**), ubicate in **Tav. 3 (Allegato B)**.

Si specifica, inoltre, che la determinazione dei parametri fisico-meccanici dei terreni, oltre all’interpretazione dei dati penetrometrici, è stata desunta sulla base della bibliografia tecnica esistente.

Sono state svolte, infine, all’interno del sito oggetto di intervento, n.5 indagini geofisiche, in conformità con la vigente legislazione tecnica, avente il fine di fornire al progettista anche i principali parametri delle onde di taglio dei terreni in condizioni dinamiche necessari per una completa caratterizzazione sismica dei terreni di fondazione (**Allegato C**).

In particolare tali indagini, ubicate in **Tav. 3**, sono consistite nell’esecuzione di n.1 prova sismica con metodologia **MASW** e di n.4 prove sismiche (**Tr1–Tr2–Tr3–Tr4**) con metodologia **HVSR** (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio* o tecnica di Nakamura).

L’indagine eseguita, estesa alla porzione di sottosuolo ritenuta significativa ai fini dell’incidenza del progetto, è stata così articolata:

- incontri con il progettista e sopralluoghi nell’area di indagine;
- reperimento ed analisi dei dati esistenti;
- inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico in un intorno significativo all’area in oggetto;
- esecuzione di n. 3 prove penetrometriche dinamiche (DPSH) **P1–P2–P3**, ubicate in **Tav. 3**, spinte a profondità compresa tra 11.40 m (**P3**) e 13.0 m (**P1**) dal p.c. attuale;
- n.1 sezione litostratigrafica schematica A-A’ alla scala 1:100 (**Tav. 4**);
- caratterizzazione geotecnica dei terreni interessati dalla realizzazione dell’opera;
- esecuzione di n. 1 prova sismica mediante metodologia “**MASW**”, ubicata in **Tav. 3**;
- esecuzione di n. 4 prove sismiche (**Tr1–Tr2–Tr3–Tr4**) mediante metodologia “**HVSR**”, ubicata in **Tav. 3**;
- caratterizzazione sismica dell’area in esame;

- documentazione fotografica (**All. D**);
- considerazioni e prescrizioni progettuali;
- elaborazione dei documenti cartografici e della relazione esplicativa.

Per la stesura degli elaborati grafici allegati alla presente relazione sono stati impiegati i disegni curati dal progettista dell'opera, nonché gli stralci della Carta Tecnica Regionale (CTR), Sezione n. 315070 “*Villa Trevisani*” in scala 1:10.000 (**Tavv. 1 e 2**) e la Ripresa Aerea (Anno 2017) acquisita tramite volo drone (**Tav. 3**).

## **2. ANALISI DEI DATI ESISTENTI**

I riferimenti litostratigrafici utilizzati nel presente studio traggono origine da alcune pubblicazioni consultate:

- **Centamore E. (1986)**, "Carta geologica dei depositi plio-pleistocenici tra il Fiume Tenna ed il Fiume Tronto scala 1:50.000".
- **Centamore E., Deiana G. (1986)**, "La geologia delle Marche". Studi Geologici Camerti, Volume speciale.
- **Centamore E. con altri autori (1991)**, "Carta geologica, geomorfologica ed idrogeologica delle Marche scala 1:100.000" a cura della Regione Marche, Assessorato Urbanistica-Ambiente (1991) in: "L'ambiente fisico delle Marche -Geologia-Geomorfologia-Idrogeologia". S.E.L.C.A. Firenze.
- **Regione Marche, Assessorato Urbanistica-Ambiente (1991)**, "L'ambiente fisico delle Marche - Geologia-Geomorfologia-Idrogeologia". S.E.L.C.A. Firenze.
- **Regione Marche, Autorità di Bacino Regionale (2004)**, "Piano Assetto Idrogeologico (PAI)".

Tali studi, sempre a carattere generale, forniscono utili indicazioni per inquadrare il territorio in esame in un contesto più ampio relativamente alle condizioni geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche.

La raccolta dei dati esistenti si è basata sul reperimento presso gli Uffici Tecnici Comunali di Altidona e di Pedaso delle indagini geologiche, eseguite per la revisione del P.R.G., in adeguamento al P.P.A.R., svolte rispettivamente dalla Dott.ssa Rina Laura Ferretti e dal Dott. Geol. Stefano Taffoni.

E’ stata presa visione, inoltre, dei seguenti studi a carattere geologico-tecnico ed idraulico svolti in prossimità dell’area in esame:

- “Lavori di sistemazione idraulica del Fiume Aso nei Comuni di Altidona e Pedaso (AP) diretti a rimuovere le situazioni a rischio idraulico molto elevato” - D.G.R. n.2701/2000; L.267/98 e succ. modifiche (a cura dello studio Geoequipe, per conto dell’ex Servizio Decentrato OO.PP. e Difesa del Suolo di Ascoli Piceno della Regione Marche - Anno 2001);
- “Verifica idraulica e analisi di criticità del Fosso delle Piene, con particolare riguardo all’attraversamento dell’abitato di Marina di Altidona” (a cura dello studio Geoequipe per conto del Comune di Altidona –Anno 2009);
- “Fiume Aso – Progetto Esecutivo – Sistemazione Idraulica della Foce” (a cura dell’Assessorato Genio Civile e Protezione Civile della Provincia di Fermo - Anno 2012);
- “Rapporto geologico-geotecnico per la realizzazione di un edificio di civile abitazione – Comune di Pedaso” – (A cura del Dott. Geol. Savino Salvetti - Committente: Edilmare - Anno1999); come detto in premessa i risultati della prova penetrometrica reperita **P2R**, ubicata in **Tav. 3**, vengono allegati al presente studio (**Allegato B**).
- “Rapporto geologico-geotecnico per l’ampliamento del depuratore comunale – Comune di Altidona” – (A cura del Dott. Geol. Savino Salvetti – Anno 2000); come detto in premessa i risultati della prova penetrometrica reperita **P1R**, ubicata in **Tav. 3**, vengono allegati al presente studio (**Allegato B**).

Sono state prese in considerazione, infine, come detto in premessa, le seguenti indagini geologico-tecniche, svolte dallo scrivente in prossimità del sito in oggetto:

- “Indagine geologico-tecnica relativa al progetto di n.4 edifici turistico-residenziali - Lungomare Falcone – Marina di Altidona” – (Committente: Ditta BMC Immobiliare srl – Anno 2003);
- “Studio geologico e geofisico finalizzato al progetto di un edificio turistico residenziale, sottozona D7, area “g”, Edificio “D”, ricadente nella lottizzazione “Eredi Bagalini”, in località Marina di Altidona” (Committente: Edil Quark srl – Anno 2014).
- “Indagine geologica e geotecnica relativa al progetto per la “Variante parziale al piano di spiaggia nel tratto nord del litorale compreso tra la foce del Fiume Aso ed il Ponte Maroni (km ferroviario 271+796)” – (Committente: Amministrazione Comunale di Pedaso – Anno 2004);  
come detto in premessa i risultati della prova penetrometrica reperita **P3R**, ubicata in **Tav. 3**, vengono allegati al presente studio (**Allegato B**).

### **3. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE**

L'area in esame è ubicata nella porzione centro-meridionale del Bacino Marchigiano Esterno (o Fossa Periadriatica) e la locale situazione *geologica* è caratterizzata dalla diffusa presenza dei depositi alluvionali attuali e recenti costituiti principalmente da ghiaie e sabbie, di età riferibile all'*Olocene*, in cui si intercalano sottili livelli, più o meno lenticolari e discontinui, a luoghi prevalenti, di sabbie limose, limi sabbiosi e limi sabbioso-argillosi e/o argilloso-sabbiosi.

Tali depositi sovrastano il substrato sedimentario marino costituito dalle argille siltose grigio-azzurre di età Pleistocenica, sovraconsolidate, con intercalazioni sabbiose, localmente abbondanti (**Formazione delle Argille Azzurre**).

Nell'area in esame sono presenti, inoltre, terreni di riporto, la cui composizione granulometrica risulta caratterizzata prevalentemente da limi sabbiosi con elementi ghiaiosi sparsi e frammenti di laterizi, riconducibili alla realizzazione dei rilevati arginali del Fiume Aso.

Il reticolo idrografico principale è rappresentato dal *Fiume Aso*, che scorre nell’area in oggetto, in direzione W-E.

Nelle immediate vicinanze dell’area oggetto di intervento scorre, inoltre, il *Fosso delle Piene*, tributario sinistro del *Fiume Aso*.

I terreni rinvenuti, ad eccezione del substrato argilloso praticamente impermeabile, mostrano una permeabilità generalmente alta, pur se localmente variabile, in relazione alle caratteristiche granulometriche.

La circolazione idrica sotterranea, come ovvio, risulta essere prossima al piano campagna.

Trattasi di una falda acquifera di vasta estensione il cui livello idrico è destinato ad oscillare in base alle precipitazioni, alle azioni delle mareggiate e alle piene del *Fiume Aso*.

#### **4. CARATTERISTICHE TOPOGRAFICHE E GEOMORFOLOGICHE**

L’area oggetto di intervento, ubicata in prossimità della foce del Fiume Aso, compresa tra la Strada Statale n.16 Adriatica ad ovest e la linea ferroviaria Bologna-Otranto ad est, interessa i territori comunali di Altidona a nord e Pedaso a sud.

Il sito, pressoché pianeggiante, è posto alla quota topografica di poco superiore al livello marino e la sua collocazione esatta è ben evidenziata dalle **Tavv. 1, 2 e 3**.

La **morfologia** pressoché pianeggiante dell’area fa escludere a priori l’instaurarsi di processi morfogenetici imputabili alla gravità che potrebbero turbare la naturale stabilità dell’area.

Il sito, inoltre, risulta adeguatamente protetto, dall’azione erosiva costiera, dal rilevato della ferrovia Bologna-Otranto.

L’elemento di potenziale pericolosità geologica è rappresentato, tuttavia, dalle presenze del *Fiume Aso*, che potrebbe dar luogo ad eventi di piena in concomitanza di particolari condizioni meteoriche.

Si fa presente, infatti, che a seguito dell’approvazione del ***Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico della Regione Marche*** (di seguito PAI) “Delibera di Consiglio Regionale n. 116 del 21 gennaio 2004” e la conseguente entrata a regime delle Norme Tecniche di Attuazione dello stesso, l’area oggetto di intervento, risulta perimetrata come area a Rischio di Esondazione Elevato R4 con codice: **E-25-0001** - Tav. **RI 61 c** (ved. **Tav. 2** – Stralcio Carta PAI).

Tutto ciò, in ogni caso, non pregiudica la fattibilità dell’intervento previsto in progetto, in quanto lo stesso rientra, in base all’art.9, comma 1, lettera **i** delle norme tecniche di attuazione del PAI (D.C.R. n°116 del 21/01/2004 – Elaborato “**d**”), tra gli interventi consentiti esclusivamente in aree inondabili come: (...) “*realizzazione ed ampliamento di infrastrutture tecnologiche o viarie, pubbliche o di interesse pubblico (...).*”

In ogni caso per qualsiasi considerazione di carattere idraulico si rimanda agli elaborati allegati al progetto.

## **5. STRATIGRAFIA LOCALE E PARAMETRI GEOTECNICI**

Allo scopo di definire la locale sequenza litostratigrafica schematica A-A’ di **Tav. 4**, oltre alla consultazione di dati stratigrafici relativi a precedenti indagini geologiche svolte nelle immediate vicinanze del sito in esame, sono state eseguite n. 3 prove penetrometriche dinamiche (DPSH) **P1–P2–P3** ubicate in **Tav. 3** (ved. **Allegato D** – Documentazione fotografica).

I certificati delle prove penetrometriche dinamiche eseguite vengono allegati alla presente indagine (**Allegato A**).

Si allegano, inoltre, i risultati di n. 3 prove penetrometriche dinamiche reperite **P1R–P2R–P3R**, svolte dal geologo Savino Salvetti (**P1R** e **P2R**) e dallo scrivente (**P3R**), ubicate in **Tav. 3 (Allegato B)**.

Si specifica, inoltre, che la determinazione dei parametri fisico-meccanici dei terreni, oltre all'interpretazione dei dati penetrometrici, è stata desunta sulla base della bibliografia tecnica esistente.

Come si osserva, nell'allegata sezione litostratigrafica schematica A-A' di **Tav. 4** sono stati distinti i seguenti litotipi (a partire dall'alto verso il basso);

#### UNITA' DELLA COPERTURA

**a - Terreno di riporto:** risulta piuttosto difficile caratterizzare da un punto di vista geotecnico tali terreni in quanto litologicamente e tessituralmente molto eterogenei.

Tale terreno, con spessore di circa 3.0 m (in corrispondenza delle prove penetrometriche eseguite **P1** e **P2**), è stato collocato in posto per la realizzazione dei rilevati arginali del Fiume Aso.

A principale componente limoso sabbiosa, si presenta eterogeneo, con elementi ghiaiosi centimetrici sparsi e rari frammenti di laterizi.

Si tratta di un terreno sciolto che presenta le seguenti caratteristiche fisico-meccaniche.

$\gamma$	=	peso di volume	=	1.75 – 1.80	g/cm <sup>3</sup>
$\phi'$	=	angolo di attrito interno	=	21° – 23°	gradi
$c'$	=	coesione drenata	=	0.00 – 0.01	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>M</b>	=	modulo edometrico	=	40.0 – 50.0	Kg/cm <sup>2</sup>

**b - Limi sabbioso-argillosi (Depositi alluvionali attuali):** trattasi di limi sabbioso-argillosi e/o argilloso-sabbiosi di medio-bassa consistenza, localmente plastici, con elementi ghiaiosi sparsi.

Tali litotipi, rinvenibili al disotto del litotipo “a” - Terreno di riporto in corrispondenza delle prove penetrometriche eseguite **P1** e **P2**, sono presenti, inoltre, a varie profondità, sottoforma di lenti o sottili livelli più o meno discontinui.

Si tratta di depositi sciolti, debolmente coerenti, normalmente consolidati, le cui caratteristiche fisico-meccaniche, stimate anche sulla base dei tests penetrometrici, possono essere così riassunte:

$\gamma$	=	peso di volume	=	1.90 – 1.95	g/cm <sup>3</sup>
----------	---	----------------	---	-------------	-------------------

$\phi'$	=	angolo di attrito interno	=	23° – 25°	gradi
$c'$	=	coesione drenata	=	0.01 – 0.02	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Cu</b>	=	coesione non drenata ( $\phi = 0^\circ$ )	=	0.50 – 0.70	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>M</b>	=	modulo edometrico	=	50.0 – 60.0	Kg/cm <sup>2</sup>

**c – Sabbie limose debolmente ghiaiose (Depositi alluvionali attuali):** trattasi di sabbie limose, localmente limi sabbiosi, con elementi ghiaiosi sparsi.

Si tratta di un terreno sciolto, prevalentemente incoerente, normalmente consolidato, rinvenibile in tutte le prove penetrometriche eseguite, per il quale possono essere assunte le seguenti caratteristiche fisico-meccaniche, stimate anche sulla base dei tests penetrometrici eseguiti;

$\gamma$	=	peso di volume del terreno	=	1.85 – 1.90	g/cm <sup>3</sup>
$\phi'$	=	angolo di attrito interno	=	27° – 29°	gradi
$c'$	=	coesione drenata	=	0.0	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>E</b>	=	modulo elastico	=	80.0 – 120.0	Kg/cm <sup>2</sup>

**d – Ghiaia e Sabbia e/o Sabbia e Ghiaia (Depositi alluvionali attuali):** trattasi di ghiaie e ciottoli eterometrici in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa variabile.

Nella porzione superiore le sabbie risultano abbondanti e prevalenti.

La natura delle ghiaie risulta prevalentemente calcarea, con clasti, da sub-arrotondati ad appiattiti, di dimensioni prevalentemente centimetriche a luoghi decimetriche.

Si tratta di un terreno sciolto, incoerente, da moderatamente addensato a ben addensato, rinvenibile, al disotto del litotipo “c”- Sabbia limosa debolmente ghiaiosa, fino al termine delle prove penetrometriche eseguite.

Tale terreno, con spessore di diversi metri (la potenza del deposito non è stata, tuttavia, determinata), presenta caratteristiche fisico-meccaniche da discrete a buone (quest'ultime soprattutto nella porzione inferiore), stimate anche sulla base dei tests penetrometrici, che possono essere così riassunte:

$\gamma$	=	peso di volume del terreno	=	1.80 – 1.85	g/cm <sup>3</sup>
<b>Dr</b>	=	densità relativa	=	60.0 – 85.0	%
$\phi'$	=	angolo di attrito interno	=	30° – 36°	gradi
$c'$	=	coesione drenata	=	0.0	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>E</b>	=	modulo elastico	=	120.0 – >250.0	Kg/cm <sup>2</sup>

Per gli spessori ed i rapporti stratigrafici tra i vari tipi litologici sopra descritti si rimanda ai certificati delle prove penetrometriche allegate al presente studio (**Allegato A**) nonché alle schematizzazione litostratigrafica A-A' di **Tav. 4**.

## 6. INTERVENTO IN PROGETTO

L'intervento consiste nella realizzazione di un attraversamento ciclopedonale in prossimità della foce del Fiume Aso, tra i Comuni di Pedaso e Altidona (Rete Ciclopedonale Protetta - Collegamento Intercomunale), ubicato a monte del ponte ferroviario ad una distanza di circa 100 metri da esso (ved. ubicazione in **Tav. 3**).

Come si evince nella relazione tecnica a cura del progettista, il progetto prevede la costruzione di un ponte, con una corsia larga 3 metri, che consente di raccordare le due sponde del Fiume su una distanza di 115 metri prevedendo 5 luci libere tra le pile in alveo di 23 metri ciascuna, esattamente coincidenti ed allineate con quelle del ponte ferroviario.

La quota d'intradosso del ponte è stata impostata a circa 2 metri dal livello massimo di piena duecentennale ipotizzata dallo studio idraulico allegato al progetto in modo che sia garantito sempre un franco libero per il passaggio anche di eventuali masse galleggianti.

Le pile in alveo saranno realizzate da singoli pali in calcestruzzo armato del diametro di un metro senza soluzione di continuità tra la parte interrata di fondazione e quella fuori terra.

Tale soluzione progettuale per le pile consente nel contempo una migliore gestione manutentiva della struttura ed una limitazione delle interferenze idrauliche con il Fiume sia per quanto concerne l'intralcio di eventuali sospensioni nella corrente, sia per le alterazioni in quota della base dell'alveo.

Le spalle sono costituite da travi in calcestruzzo con fondazioni su due pali trivellati in c.a. del diametro di 60 cm.

Sulla base delle considerazioni geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e geotecniche finora espresse le **fondazione profonde** su pali trivellati si rendono necessarie, come già detto precedentemente, anche in relazione ai fenomeni erosivi che si possono verificare in alveo e sulle sponde arginali.

La lunghezza ed il diametro dei pali saranno scelti dal progettista in base alle sollecitazioni che l'insieme terreno struttura trasmetterà al palo.

I pali, in ogni caso, dovranno essere adeguatamente intestati nel litotipo “**d**” – Ghiaia e Sabbia e/o Sabbia e Ghiaia (Depositi alluvionali attuali), ad una profondità minima di circa 10.0 metri dal p.c. in corrispondenza delle sponde arginali e di circa 8.0 metri dal p.c. in corrispondenza dell'alveo (ved. Sezione litostratigrafica schematica A-A' di **Tav. 4**).

Per il calcolo del coefficiente di reazione laterale del terreno “**Kh**”, si potrà adottare la seguente relazione di **Chiarugi & Maia**:

$$K_h = \frac{E}{D (1-\mu^2)} \sqrt[12]{\frac{E * D^4}{E_b * J_b}}$$

dove:

<b>E</b>	=	modulo di compressibilità o di elasticità del terreno
<b>μ</b>	=	coefficiente di poisson
<b>D</b>	=	diametro del palo
<b>E<sub>b</sub></b>	=	modulo di elasticità del calcestruzzo
<b>J<sub>b</sub></b>	=	momento d'inerzia della sezione del palo

Si specifica che per la realizzazione dei pali di fondazione, vista la presenza di terreni di natura prevalentemente incoerente (ghiaie e sabbie sciolte) nonchè della falda idrica prossima al piano campagna, sarà necessario il rivestimento del foro (“camicie”) o l'utilizzo di fanghi bentonitici, durante la perforazione, allo scopo di impedirne il crollo delle pareti.

Eventuali riporti di terreno, per la sistemazione dell'area, andranno eseguiti con materiale a granulometria medio-grossolana, ben compattato, scevro da sostanze organiche, previa asportazione del suolo agrario di copertura.

Si consiglia, inoltre, una corretta regimazione delle acque superficiali, attorno all’opera in progetto, onde evitare infiltrazioni delle stesse che potrebbero produrre effetti negativi alle strutture e infrastrutture presenti.

Infine, vista la vicinanza dell’intervento in progetto con il ponte ferroviario, particolare attenzione dovrà essere prestata durante le attività di scavo al possibile rinvenimento di ordigni bellici inesplosi, a seguito dei bombardamenti aerei avvenuti al suddetto ponte, durante la seconda guerra mondiale.

## 7. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

I Comuni di Altidona e Pedaso (FM) ricadono nella zona sismica “3” in base alla nuova normativa sismica (Ordinanza n. 3274 del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003 e Del. G.R. n. 1046 del 29 luglio 2003 “Individuazione e formazione dell’elenco delle zone sismiche nella Regione Marche”).

Per tale zona sismica è attribuita, come si evince dalla tabella seguente un’accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico ( $a_g$ ), espressa come frazione dell’accelerazione di gravità ( $g$ ), il cui valore corrispondente risulta pari a:  $a_g/g = 0.25g$ .

L’accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni risulta:

$$0.05 < a_g/g < 0.15 g.$$

Zona Sismica	Acc. Orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni ( $a_g/g$ )	Acc. Orizzontale 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

Con l’entrata in vigore del D.M. 14 Gennaio 2008, 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 che è l’elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell’azione sismica.

## 7.1 AZIONE SISMICA

In relazione al Testo Unico – Norme Tecniche per le Costruzioni di cui D.M. 14.01.2008 ed alla suddetta normativa sismica Ord. P.C.M. n. 3274 del 20.3.03, ai fini della definizione dell’azione sismica di progetto, si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull’individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tabella 3.2.II e Tabella 3.2.III) mediante la misura diretta della  $V_{s30}$  (velocità media di propagazione delle onde di taglio entro 30 metri di profondità) o, nei casi in cui tale misura non sia disponibile, sulla base dei valori del numero equivalente di colpi della prova penetrometrica dinamica  $N_{spt,30}$  nei terreni a grana grossa e/o tenendo conto della resistenza non drenata equivalente  $Cu_{,30}$  nei terreni a grana fine.

Nel caso specifico oggetto del presente studio, analizzando i risultati delle indagini effettuate (Indagini geofisiche con metodologia “MASW” e “HVSr” – All. C) è possibile assimilare il locale profilo stratigrafico alla **categoria “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  $VS_{,30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < NSPT_{,30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < Cu_{,30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina).*

Per la definizione dell’azione sismica di progetto, ai sensi della vigente normativa sismica, la velocità media delle onde di taglio nei primi 30 metri di profondità ( $V_{s30}$ ), risulta essere pari a:

$V_{s30} = 302,00 \text{ m/s} - \text{Categoria suolo di fondazione “C”}$
---



## 7.2 STIMA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA

Nel presente capitolo vengono determinati i parametri sismici di dettaglio, ovvero **A<sub>max</sub>**, **K<sub>h</sub>** e **K<sub>v</sub>**.

Il primo passo da compiere consiste nella determinazione di **ag** ovvero dell'accelerazione orizzontale massima attesa in un sito di riferimento rigido; noto **ag** e valutati i coefficienti di *amplificazione stratigrafica (S<sub>s</sub>)* e *topografica (S<sub>t</sub>)*, è possibile calcolare **A<sub>max</sub>**, ovvero *l'accelerazione massima attesa nel sito*.

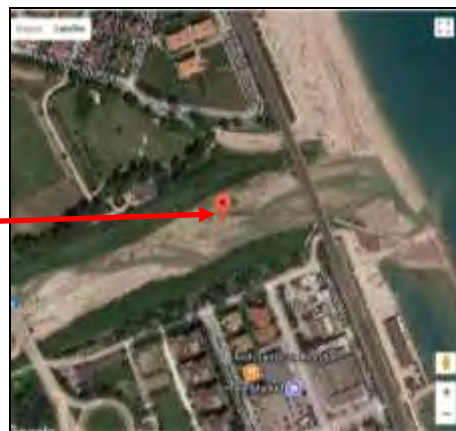
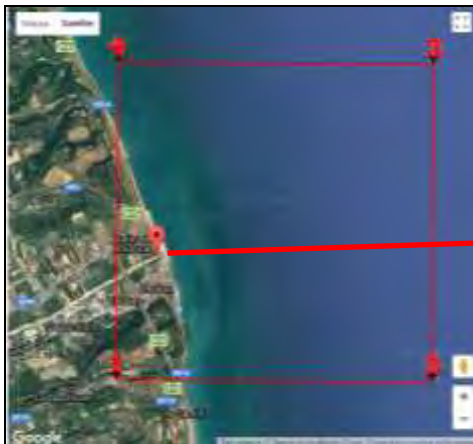
L'analisi di seguito riportata è stata eseguita utilizzando il software di calcolo GeoStru.

### Parametri sismici:

Tipo di elaborazione:

Fondazioni

### Caratteristiche sito in esame:



latitudine: 43,103825  
longitudine: 13,84106  
Classe: 2  
Vita nominale: 50

### Siti di riferimento

Sito 1	ID: 23204	Lat: 43,0845	Lon: 13,8323	Distanza: 2264,818
Sito 2	ID: 23205	Lat: 43,0843	Lon: 13,9008	Distanza: 5315,101
Sito 3	ID: 22983	Lat: 43,1343	Lon: 13,9011	Distanza: 5935,004
Sito 4	ID: 22982	Lat: 43,1345	Lon: 13,8326	Distanza: 3476,834

### Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C  
Categoria topografica: T1

**“Studio geologico e geofisico finalizzato al progetto “RE.CI.PRO-CI Rete Ciclopedonale Protetta - Collegamento Intercomunale tra i Comuni di Altidona e Pedaso (Programma di Interventi per lo sviluppo e la messa in sicurezza di itinerari e percorsi ciclabili e pedonali - art. 5 DM 481 del 29/12/2016)” - Committente: Comune di Altidona (FM)**

Periodo di riferimento: 50anni  
Coefficiente cu: 1

**Operatività (SLO):**

Probabilità di superamento: 81 %  
Tr: 30 [anni]  
ag: 0,047 g  
Fo: 2,427  
Tc\*: 0,276 [s]

**Danno (SLD):**

Probabilità di superamento: 63 %  
Tr: 50 [anni]  
ag: 0,060 g  
Fo: 2,456  
Tc\*: 0,295 [s]

**Salvaguardia della vita (SLV):**

Probabilità di superamento: 10 %  
Tr: 475 [anni]  
ag: 0,179 g  
Fo: 2,457  
Tc\*: 0,306 [s]

**Prevenzione dal collasso (SLC):**

Probabilità di superamento: 5 %  
Tr: 975 [anni]  
ag: 0,234 g  
Fo: 2,512  
Tc\*: 0,319 [s]

**Coefficienti Sismici**

**SLO:**

Ss: 1,500  
Cc: 1,610  
St: 1,000  
Kh: 0,014  
Kv: 0,007  
Amax: 0,691  
Beta: 0,200

**SLD:**

Ss: 1,500  
Cc: 1,570  
St: 1,000  
Kh: 0,018  
Kv: 0,009  
Amax: 0,879  
Beta: 0,200

**SLV:**

Ss: 1,440  
Cc: 1,550  
St: 1,000  
Kh: 0,062  
Kv: 0,031  
Amax: 2,529  
Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,350  
Cc: 1,530  
St: 1,000

Kh: 0,088  
Kv: 0,044  
Amax: 3,096  
Beta: 0,280

dove: **Amax = ag \* Ss \* St**

quindi, nel caso di SLV si ha che:

$ag(SLV) = 0,179 * 9,8 = 1,754 \text{ m/s}^2$

da cui: **Amax =  $1,754 * 1,440 * 1,0 = 2,529 \text{ m/s}^2$**

Pedaso, dicembre 2017

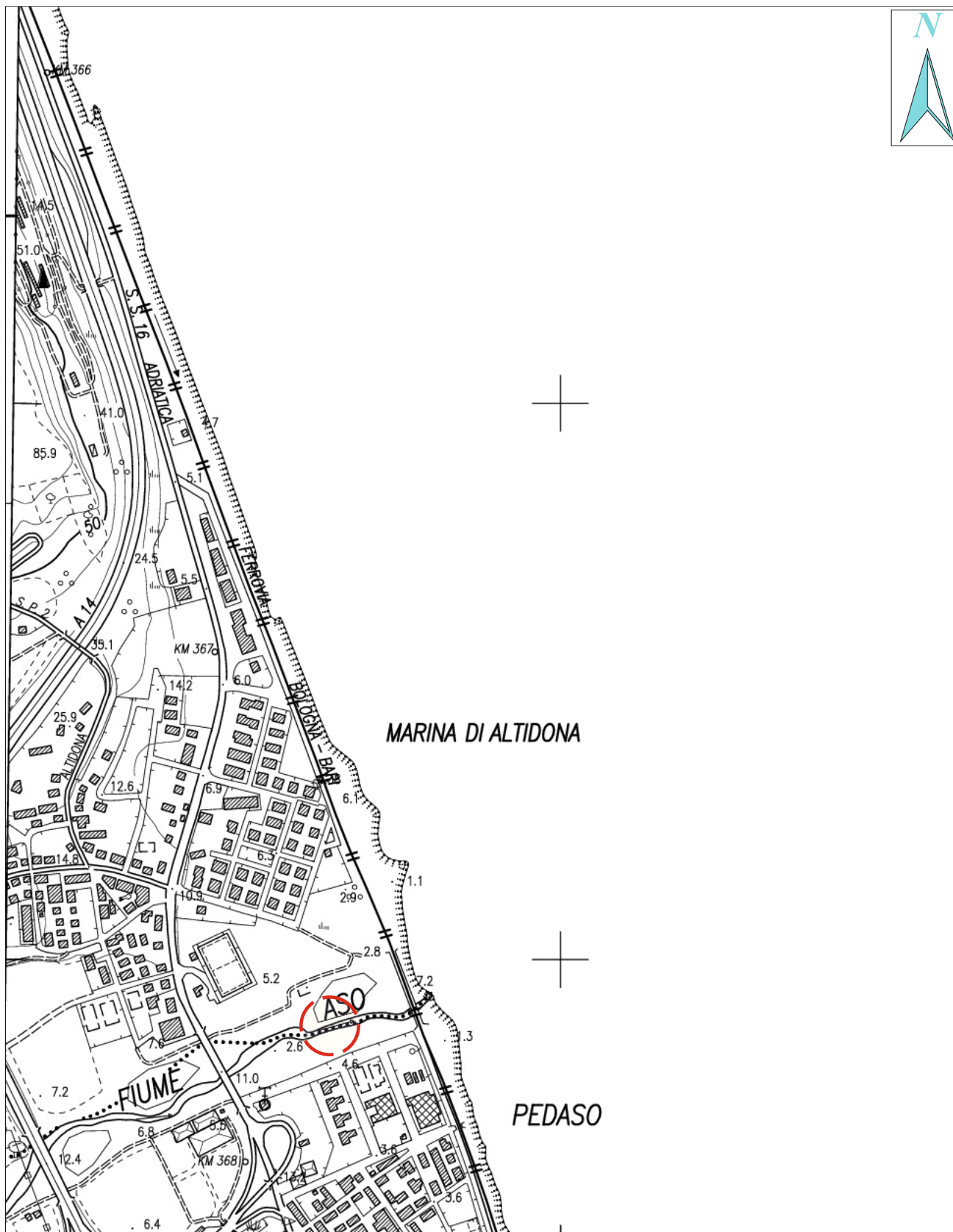
Dott. Geol. Giuseppe CAPPONI



Collaboratori:

Dott. Geol. Alessio Acciarri

Dott. Stefano D'Alessandro



AREA IN OGGETTO

## TAV. 1 - COROGRAFIA - scala 1:10.000

Stralcio Carta Tecnica Regionale  
Sezione n° 315070 «Villa Trevisani»



**Piano Assetto Idrogeologico (PAI)**

- AGGIORNAMENTO 2016 -  
ALLEGATO SABFEV20160718 AL DECRETO DEL SEGRETARIO  
GENERALE DELL'AUTORITA' DI BACINO REGIONALE

CARTA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO

**Tavola RI 61 c**

**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

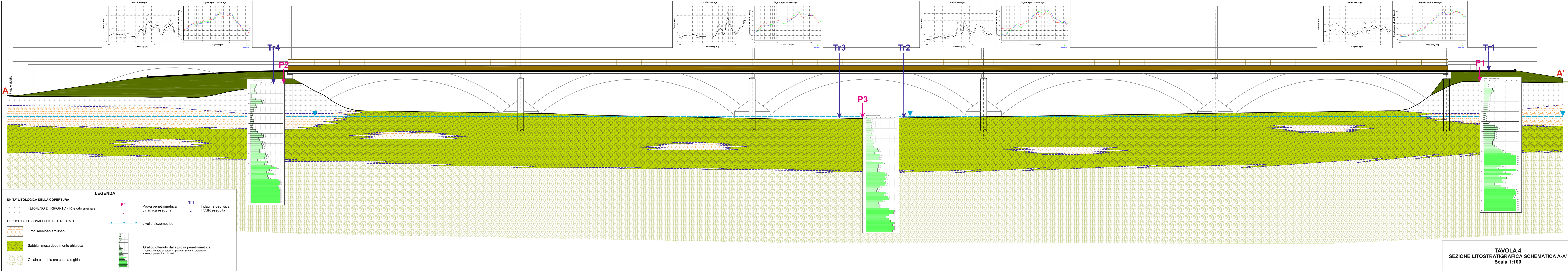
— numero identificativo di bacino  
Z - XX - YYYY  
— numero progressivo fenomeno  
— iniziale tipo di rischio

 Area in oggetto

**Codice: E-25-0001**

TAV. 3 - PLANIMETRIA UBICAZIONE INDAGINI - Scala 1:1.000  
COMUNI DI ALTIDONA E PEDASO - RE.CI.PRO.CI RETE CICLOPEDONALE PROTETTA





## **ALLEGATO A**

**N. 3 CERTIFICATI DELLE PROVE PENETROMETRICHE  
DINAMICHE (DPSH) ESEGUITE P1 – P2 – P3**



**STRATI Indagini Geognostiche**  
 Via Velluti 118 MACERATA  
 via Piave 5 CIVITANOVA M.  
 Tel. 0733 28 34 69 - 389 57 18 641  
 fax 0733 28 78 24 [info@provepenetrometriche.it](mailto:info@provepenetrometriche.it)

## ALL. A - PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE (DPSH) P1 – P2 – P3

Committente: Geol. Giuseppe Capponi  
 Cantiere: Progetto Ponte Ciclo-Pedonale su F.Aso  
 Località: Pedaso (FM) – Marina di Altidona (FM)

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH TG 63-200 PAGANI

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	0,63 Kg
Diametro punta conica	51,00 mm
Area di base punta	20,43 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6,31 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,40 m
Avanzamento punta	0,20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1,47
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

## PROVA P1

Strumento utilizzato...

Prova eseguita in data

Profondità prova

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

DPSH TG 63-200 PAGANI

27/11/2017

13,00 mt

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,20	4	0,855	35,92	42,03	1,80	2,10
0,40	3	0,851	26,82	31,52	1,34	1,58
0,60	3	0,847	24,50	28,93	1,23	1,45
0,80	8	0,843	65,06	77,15	3,25	3,86
1,00	9	0,840	72,88	86,79	3,64	4,34
1,20	7	0,836	56,45	67,50	2,82	3,38
1,40	6	0,833	48,19	57,86	2,41	2,89
1,60	5	0,830	36,96	44,55	1,85	2,23
1,80	5	0,826	36,82	44,55	1,84	2,23
2,00	5	0,823	36,68	44,55	1,83	2,23
2,20	4	0,820	29,23	35,64	1,46	1,78
2,40	4	0,817	29,13	35,64	1,46	1,78
2,60	4	0,814	26,97	33,13	1,35	1,66
2,80	3	0,811	20,16	24,85	1,01	1,24
3,00	4	0,809	26,79	33,13	1,34	1,66
3,20	2	0,806	13,35	16,56	0,67	0,83
3,40	2	0,803	13,31	16,56	0,67	0,83
3,60	1	0,801	6,20	7,74	0,31	0,39
3,80	1	0,798	6,18	7,74	0,31	0,39
4,00	1	0,796	6,16	7,74	0,31	0,39
4,20	4	0,794	24,56	30,94	1,23	1,55
4,40	5	0,791	30,61	38,68	1,53	1,93
4,60	10	0,789	57,27	72,57	2,86	3,63
4,80	13	0,737	69,54	94,34	3,48	4,72
5,00	11	0,785	62,67	79,83	3,13	3,99
5,20	10	0,783	56,82	72,57	2,84	3,63
5,40	10	0,781	56,68	72,57	2,83	3,63
5,60	10	0,779	53,25	68,34	2,66	3,42
5,80	10	0,777	53,12	68,34	2,66	3,42
6,00	9	0,775	47,70	61,51	2,38	3,08
6,20	8	0,774	42,30	54,67	2,12	2,73
6,40	8	0,772	42,21	54,67	2,11	2,73
6,60	10	0,770	49,75	64,58	2,49	3,23
6,80	12	0,769	59,57	77,49	2,98	3,87
7,00	16	0,717	74,10	103,33	3,71	5,17
7,20	18	0,716	83,19	116,24	4,16	5,81
7,40	25	0,664	107,23	161,45	5,36	8,07
7,60	30	0,663	121,69	183,63	6,08	9,18
7,80	32	0,611	119,73	195,87	5,99	9,79
8,00	35	0,610	130,66	214,23	6,53	10,71
8,20	37	0,609	137,82	226,47	6,89	11,32
8,40	35	0,607	130,09	214,23	6,50	10,71
8,60	16	0,706	65,71	93,08	3,29	4,65
8,80	12	0,755	52,68	69,81	2,63	3,49
9,00	30	0,653	114,05	174,52	5,70	8,73
9,20	18	0,702	73,54	104,71	3,68	5,24
9,40	25	0,651	94,69	145,43	4,73	7,27
9,60	14	0,700	54,31	77,59	2,72	3,88
9,80	21	0,649	75,52	116,39	3,78	5,82
10,00	17	0,698	65,74	94,22	3,29	4,71
10,20	18	0,697	69,50	99,76	3,47	4,99
10,40	10	0,746	41,32	55,42	2,07	2,77
10,60	16	0,694	58,80	84,68	2,94	4,23
10,80	20	0,693	73,39	105,85	3,67	5,29
11,00	29	0,642	98,59	153,48	4,93	7,67
11,20	30	0,641	101,82	158,77	5,09	7,94
11,40	32	0,590	99,97	169,35	5,00	8,47
11,60	28	0,639	90,64	141,79	4,53	7,09
11,80	27	0,638	87,26	136,72	4,36	6,84
12,00	34	0,587	101,10	172,17	5,06	8,61
12,20	32	0,586	94,99	162,04	4,75	8,10
12,40	35	0,585	103,71	177,24	5,19	8,86
12,60	36	0,584	102,08	174,75	5,10	8,74
12,80	30	0,633	92,20	145,63	4,61	7,28
13,00	30	0,632	92,05	145,63	4,60	7,28

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
0,6	3,33	34,16	Incoerente	1,53	1,89	0,05	1,47	4,9	terreno vegetale
4,4	4,21	37,44	Incoerente	1,59	1,89	0,39	1,47	6,19	sabbia limosa
6,8	10,08	70,12	Incoerente	1,88	1,95	0,92	1,47	14,82	sabbia debolmenteghiaiiosa
10,6	22,37	133,21	Incoerente	2,16	2,06	1,56	1,47	32,88	sabbia ghiaiosa
13	30,25	153,62	Incoerente	2,22	2,13	2,23	1,47	44,47	ghiaia sabbiosa

#### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P1

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Angolo di resistenza al taglio (°)	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Elastico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm <sup>2</sup> )	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) terreno vegetale	0,00-0,60	4,9	Incoerente	1,41	1,88	23,57	89,25	71,07	0,34	289,53	71,39
Strato (2) sabbia limosa	0,60-4,40	6,19	Incoerente	1,43	1,89	24,64	102,75	77,91	0,34	360,66	111,91
Strato (3) sabbia debolmente ghiaiosa	4,40-6,80	14,82	Incoerente	1,54	1,96	29,91	193,02	123,65	0,33	819,43	152,08
Strato (4) sabbia ghiaiosa	6,80-10,60	32,88	Incoerente	1,72	2,07	37,21	394,42	388,68	0,29	1733,12	190,05
Strato (5) ghiaia sabbiosa	10,60-13,00	44,47	Incoerente	1,82	2,13	40,83	520,05	525,45	0,27	2301,95	212,38

## PROVA P2

Strumento utilizzato...  
Prova eseguita in data  
Profondità prova

DPSH TG 63-200 PAGANI  
27/11/2017  
12,00 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,20	6	0,855	53,88	63,04	2,69	3,15
0,40	5	0,851	44,70	52,54	2,23	2,63
0,60	4	0,847	32,67	38,57	1,63	1,93
0,80	4	0,843	32,53	38,57	1,63	1,93
1,00	6	0,840	48,59	57,86	2,43	2,89
1,20	1	0,836	8,06	9,64	0,40	0,48
1,40	1	0,833	8,03	9,64	0,40	0,48
1,60	5	0,830	36,96	44,55	1,85	2,23
1,80	11	0,826	81,00	98,02	4,05	4,90
2,00	12	0,823	88,02	106,93	4,40	5,35
2,20	5	0,820	36,54	44,55	1,83	2,23
2,40	6	0,817	43,69	53,47	2,18	2,67
2,60	3	0,814	20,23	24,85	1,01	1,24
2,80	3	0,811	20,16	24,85	1,01	1,24
3,00	1	0,809	6,70	8,28	0,33	0,41
3,20	2	0,806	13,35	16,56	0,67	0,83
3,40	1	0,803	6,65	8,28	0,33	0,41
3,60	1	0,801	6,20	7,74	0,31	0,39
3,80	3	0,798	18,53	23,21	0,93	1,16
4,00	3	0,796	18,47	23,21	0,92	1,16
4,20	2	0,794	12,28	15,47	0,61	0,77
4,40	1	0,791	6,12	7,74	0,31	0,39
4,60	2	0,789	11,45	14,51	0,57	0,73
4,80	5	0,787	28,56	36,28	1,43	1,81
5,00	7	0,785	39,88	50,80	1,99	2,54
5,20	11	0,783	62,50	79,83	3,13	3,99
5,40	13	0,731	68,97	94,34	3,45	4,72
5,60	8	0,779	42,60	54,67	2,13	2,73
5,80	9	0,777	47,81	61,51	2,39	3,08
6,00	12	0,775	63,60	82,01	3,18	4,10
6,20	11	0,774	58,16	75,18	2,91	3,76
6,40	12	0,772	63,31	82,01	3,17	4,10
6,60	12	0,770	59,70	77,49	2,98	3,87
6,80	9	0,769	44,68	58,12	2,23	2,91
7,00	9	0,767	44,59	58,12	2,23	2,91
7,20	15	0,716	69,32	96,87	3,47	4,84
7,40	16	0,714	73,79	103,33	3,69	5,17
7,60	14	0,713	61,07	85,69	3,05	4,28
7,80	7	0,761	32,62	42,85	1,63	2,14
8,00	17	0,710	73,87	104,05	3,69	5,20
8,20	14	0,709	60,72	85,69	3,04	4,28
8,40	21	0,657	84,48	128,54	4,22	6,43
8,60	26	0,656	99,22	151,25	4,96	7,56
8,80	19	0,705	77,89	110,53	3,89	5,53
9,00	16	0,703	65,48	93,08	3,27	4,65
9,20	23	0,652	87,27	133,80	4,36	6,69
9,40	17	0,701	69,34	98,89	3,47	4,94
9,60	18	0,700	69,83	99,76	3,49	4,99
9,80	28	0,649	100,69	155,19	5,03	7,76
10,00	32	0,598	106,01	177,36	5,30	8,87
10,20	30	0,647	107,51	166,27	5,38	8,31
10,40	28	0,646	100,18	155,19	5,01	7,76
10,60	29	0,644	98,91	153,48	4,95	7,67
10,80	34	0,593	106,77	179,94	5,34	9,00
11,00	35	0,592	109,72	185,23	5,49	9,26
11,20	30	0,641	101,82	158,77	5,09	7,94
11,40	32	0,590	99,97	169,35	5,00	8,47
11,60	36	0,589	107,42	182,30	5,37	9,11
11,80	32	0,588	95,32	162,04	4,77	8,10
12,00	34	0,587	101,10	172,17	5,06	8,61

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1	5	50,12	Incoerente	1,63	1,9	0,08	1,47	7,35	terreno vegetale
1,4	1	9,64	Incoerente	1,38	1,87	0,19	1,47	1,47	limo sabbioso
2,4	7,8	69,5	Incoerente	1,78	1,93	0,31	1,47	11,47	sabbia limosa
4,8	2,25	17,58	Incoerente	1,46	1,88	0,57	1,47	3,31	limo sabbioso
7,8	11	73,52	Incoerente	1,9	1,95	1,03	1,47	16,17	sabbia debolmenteghiaiata
9,6	19	111,73	Incoerente	2,11	2,03	1,51	1,47	27,93	sabbia ghiaiosa
12	31,67	168,11	Incoerente	2,23	2,14	1,96	1,47	46,55	ghiaia sabbiosa

#### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P2

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Angolo di resistenza al taglio (°)	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Elastico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm <sup>2</sup> )	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) terreno vegetale	0,00-1,00	7,35	Incoerente	1,44	1,90	25,5	42,56	---	0,34	423,86	84,51
Strato (2) limo sabbioso	1,00-1,40	1,47	Incoerente	1,36	1,85	19,7	30,48	---	0,35	93,37	75,74
Strato (3) sabbia limosa	1,40-2,40	11,47	Incoerente	1,50	1,93	28,12	51,02	132,35	0,33	644,03	118,09
Strato (4) limo sabbioso	2,40-4,80	3,31	Incoerente	1,39	1,87	22,05	72,62	62,64	0,35	200,24	107,75
Strato (5) sabbia debolmente ghiaiosa	4,80-7,80	16,17	Incoerente	1,55	1,97	30,57	207,14	130,80	0,32	889,41	157,94
Strato (6) sabbia ghiaiosa	7,80-9,60	27,93	Incoerente	1,68	2,04	35,47	340,76	330,27	0,3	1486,69	184,76
Strato (7) ghiaia sabbiosa	9,60-12,00	46,55	Incoerente	1,83	2,14	41,42	542,60	549,99	0,26	2403,02	210,44

## PROVA P3

Strumento utilizzato...  
Prova eseguita in data  
Profondità prova

DPSH TG 63-200 PAGANI  
27/11/2017  
11,40 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,20	5	0,855	44,90	52,54	2,24	2,63
0,40	5	0,851	44,70	52,54	2,23	2,63
0,60	6	0,847	49,01	57,86	2,45	2,89
0,80	4	0,843	32,53	38,57	1,63	1,93
1,00	4	0,840	32,39	38,57	1,62	1,93
1,20	7	0,836	56,45	67,50	2,82	3,38
1,40	6	0,833	48,19	57,86	2,41	2,89
1,60	4	0,830	29,57	35,64	1,48	1,78
1,80	7	0,826	51,54	62,38	2,58	3,12
2,00	3	0,823	22,01	26,73	1,10	1,34
2,20	5	0,820	36,54	44,55	1,83	2,23
2,40	7	0,817	50,97	62,38	2,55	3,12
2,60	8	0,814	53,95	66,25	2,70	3,31
2,80	7	0,811	47,04	57,97	2,35	2,90
3,00	8	0,809	53,58	66,25	2,68	3,31
3,20	12	0,806	80,10	99,38	4,01	4,97
3,40	13	0,753	81,11	107,66	4,06	5,38
3,60	9	0,801	55,76	69,62	2,79	3,48
3,80	15	0,748	86,84	116,03	4,34	5,80
4,00	14	0,746	80,79	108,30	4,04	5,41
4,20	14	0,744	80,54	108,30	4,03	5,41
4,40	6	0,791	36,73	46,41	1,84	2,32
4,60	18	0,739	96,56	130,62	4,83	6,53
4,80	13	0,737	69,54	94,34	3,48	4,72
5,00	13	0,735	69,34	94,34	3,47	4,72
5,20	12	0,783	68,19	87,08	3,41	4,35
5,40	12	0,781	68,02	87,08	3,40	4,35
5,60	20	0,729	99,66	136,68	4,98	6,83
5,80	22	0,677	101,83	150,35	5,09	7,52
6,00	20	0,725	99,16	136,68	4,96	6,83
6,20	21	0,674	96,69	143,52	4,83	7,18
6,40	19	0,722	93,75	129,85	4,69	6,49
6,60	21	0,670	90,91	135,61	4,55	6,78
6,80	20	0,719	92,83	129,16	4,64	6,46
7,00	15	0,717	69,47	96,87	3,47	4,84
7,20	12	0,766	59,33	77,49	2,97	3,87
7,40	11	0,764	54,28	71,04	2,71	3,55
7,60	21	0,663	85,18	128,54	4,26	6,43
7,80	19	0,711	82,72	116,30	4,14	5,81
8,00	23	0,660	92,90	140,78	4,65	7,04
8,20	24	0,659	96,74	146,90	4,84	7,35
8,40	18	0,707	77,92	110,18	3,90	5,51
8,60	13	0,706	53,39	75,62	2,67	3,78
8,80	14	0,705	57,39	81,44	2,87	4,07
9,00	14	0,703	57,29	81,44	2,86	4,07
9,20	24	0,652	91,07	139,62	4,55	6,98
9,40	30	0,651	113,63	174,52	5,68	8,73
9,60	29	0,650	104,47	160,73	5,22	8,04
9,80	24	0,649	86,30	133,02	4,32	6,65
10,00	21	0,648	75,39	116,39	3,77	5,82
10,20	24	0,647	86,01	133,02	4,30	6,65
10,40	26	0,646	93,02	144,10	4,65	7,21
10,60	32	0,594	100,67	169,35	5,03	8,47
10,80	28	0,643	95,34	148,19	4,77	7,41
11,00	30	0,642	101,98	158,77	5,10	7,94
11,20	30	0,641	101,82	158,77	5,09	7,94
11,40	28	0,640	94,88	148,19	4,74	7,41

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
3	5,73	52,51	Incoerente	1,67	1,91	0,25	1,47	8,42	sabbia limosa
5,4	12,58	95,76	Incoerente	1,96	1,97	0,74	1,47	18,49	sabbia debolmenteghiaiosa
9	18,17	116,03	Incoerente	2,1	2,02	1,35	1,47	26,71	sabbia ghiaiosa
11,4	27,17	148,72	Incoerente	2,2	2,1	1,99	1,47	39,94	ghiaia sabbiosa

#### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P3

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Angolo di resistenza al taglio (°)	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Elastico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm <sup>2</sup> )	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) sabbia limosa	0,00-3,00	8,42	Incoerente	1,46	1,91	26,24	126,07	89,73	0,34	481,62	106,95
Strato (2) sabbia debolmente ghiaiosa	3,00-5,40	18,49	Incoerente	1,58	1,98	31,65	231,41	143,10	0,32	1008,87	149,48
Strato (3) sabbia ghiaiosa	5,40-9,00	26,71	Incoerente	1,67	2,04	35,02	327,54	315,88	0,3	1425,56	176,77
Strato (4) ghiaia sabbiosa	9,00-11,40	39,94	Incoerente	1,78	2,11	39,48	470,95	471,99	0,27	2080,83	202,69



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

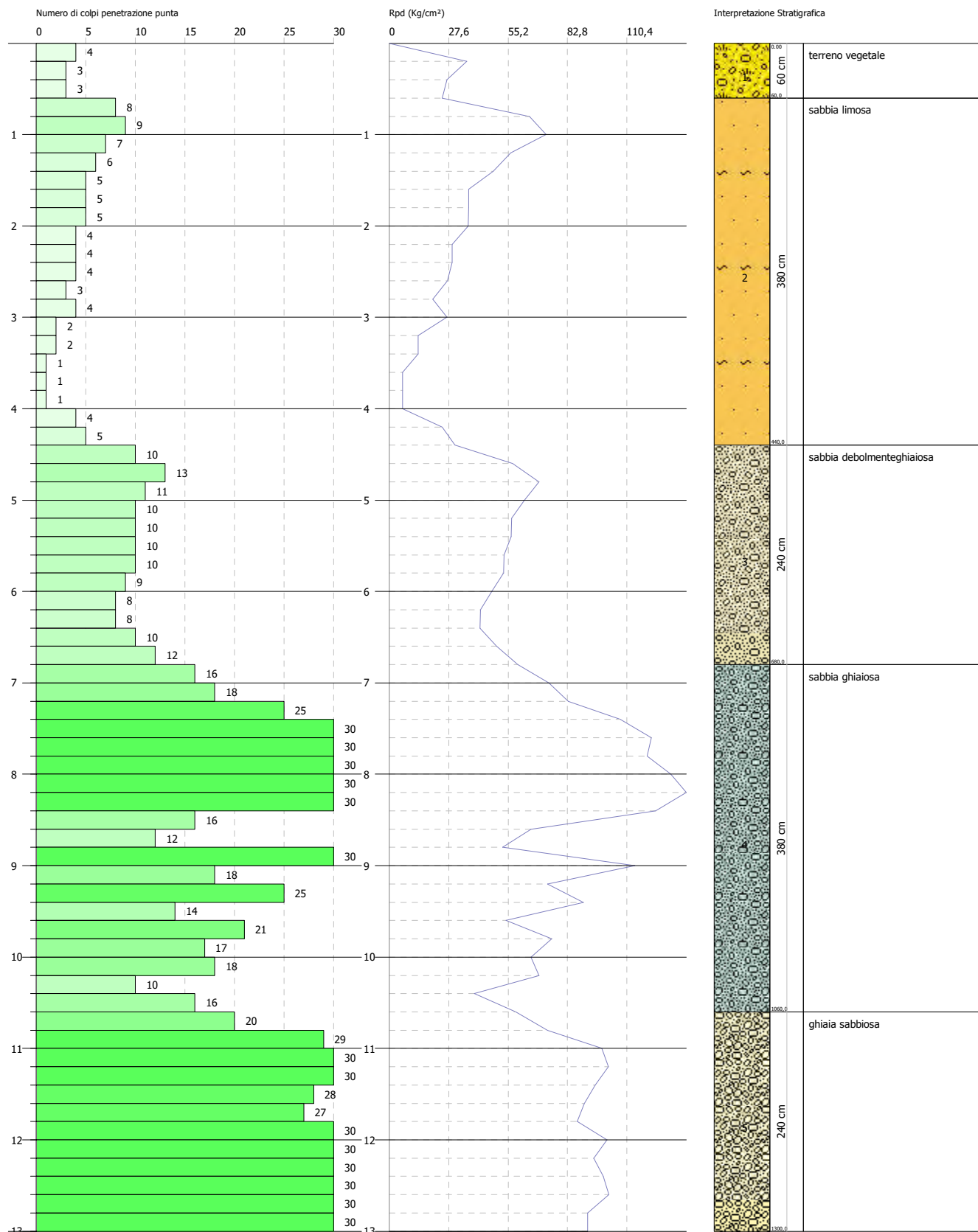
STRATI  
Indagini Geognostiche sas  
Civitanova Marche  
Macerata

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Capponi  
Descrizione: Progetto ponte ciclabile su fiume Aso  
Località: Pedaso

Data: 27/11/2017

Scala 1:61





**STRATI Indagini Geognostiche**  
Via Velluti 118 MACERATA  
via Piave 5 CIVITANOVA M.  
Tel. 0733 28 34 69 - 389 57 18 641  
fax 0733 28 78 24 [info@provepenetrometriche.it](mailto:info@provepenetrometriche.it)

STRATI  
Indagini Geognostiche sas  
Civitanova Marche  
Macerata

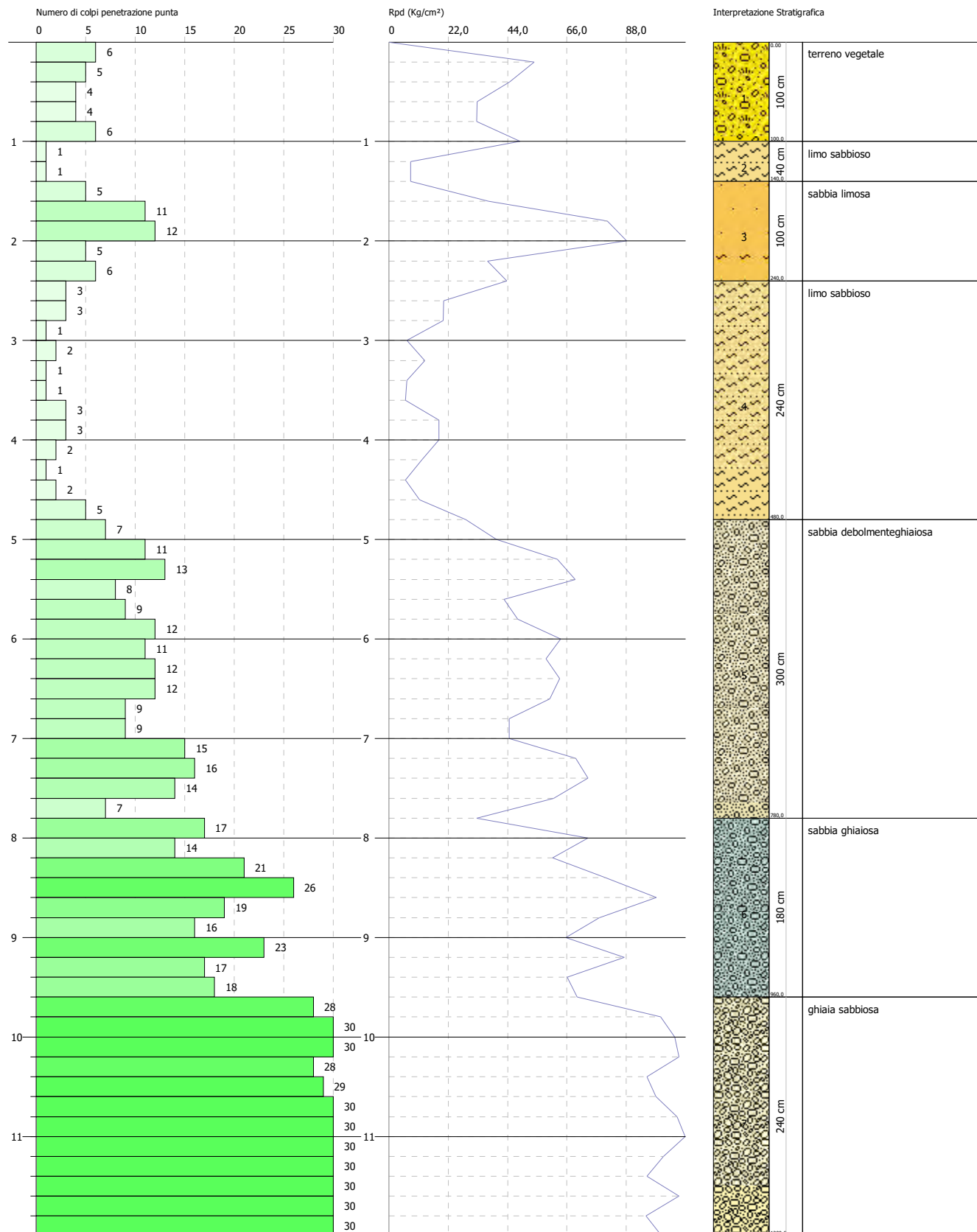
## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2

### Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Capponi  
Descrizione: Progetto ponte ciclabile su fiume Aso  
Località: Pedaso

Data: 27/11/2017

Scala 1:56





**STRATI Indagini Geognostiche**  
Via Velluti 118 MACERATA  
via Piave 5 CIVITANOVA M.  
Tel. 0733 28 34 69 - 389 57 18 641  
fax 0733 28 78 24 [info@provepenetrometriche.it](mailto:info@provepenetrometriche.it)

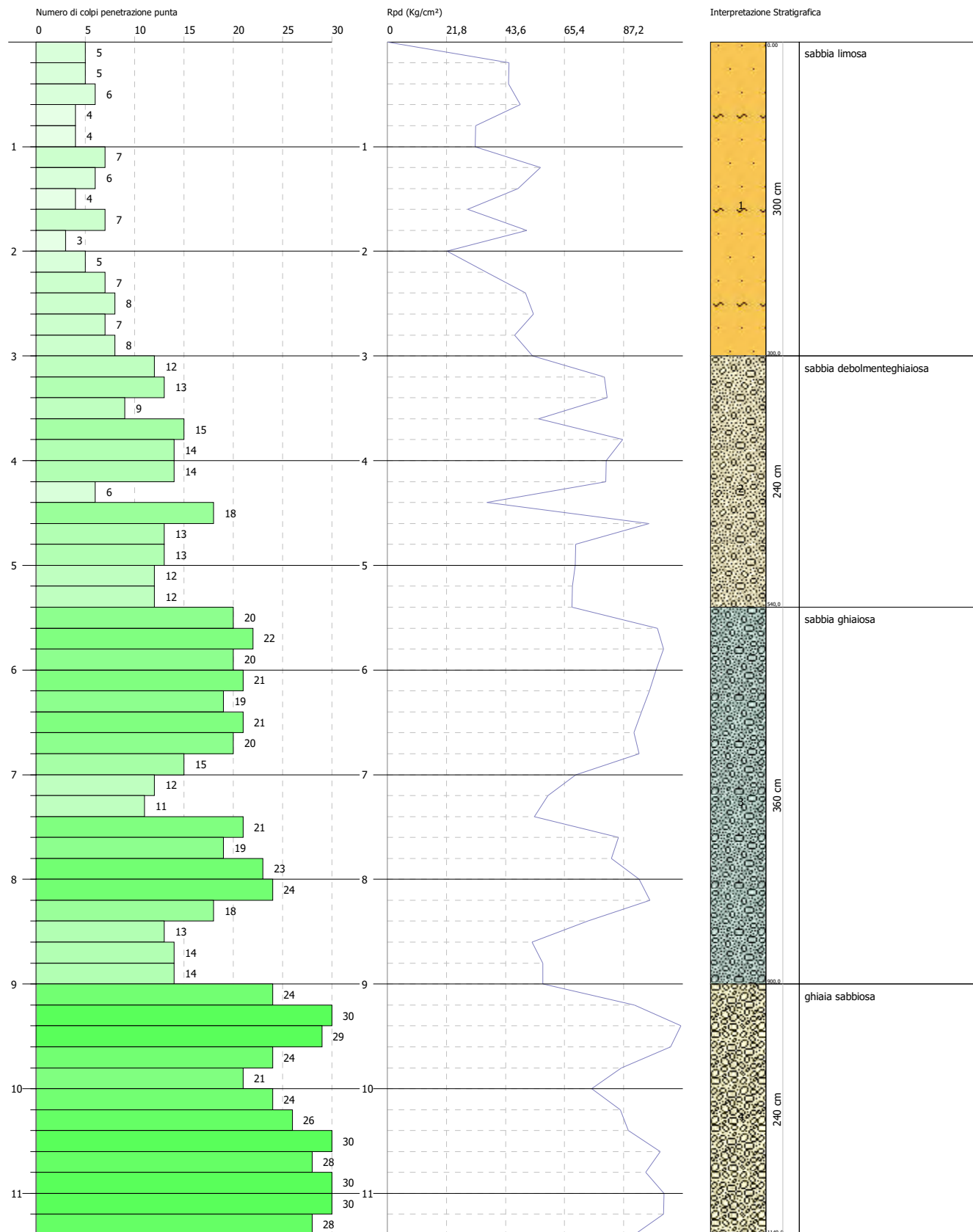
STRATI  
Indagini Geognostiche sas  
Civitanova Marche  
Macerata

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Capponi  
Descrizione: Progetto ponte ciclabile su fiume Aso  
Località: Pedaso

Data: 27/11/2017

Scala 1:53



# **ALLEGATO B**

## **INDAGINI REPERITE**

- CERTIFICATO DELLA PROVA PENETROMETRICA DINAMICA **P1R**  
(A cura del Dott. Geol. Savino Salvetti )
- CERTIFICATO DELLA PROVA PENETROMETRICA DINAMICA **P2R**  
(A cura del Dott. Geol. Savino Salvetti)
- CERTIFICATO DELLA PROVA PENETROMETRICA DINAMICA **P3R**  
(A cura del Dott. Geol. Giuseppe Capponi)

**Geodrill**

Dr. Geol. David Grillini

PENETROMETRIE,  
SONDAGGI A ROTAZIONE,  
PROVE DI CARICO SU PIASTRAVia Verdi, 12/A 60043 Cerreto d'Esi (AN)  
tel. e fax 0732/678888 p.iva 01531180428

Cerreto d'Esi, il 29 ottobre 1999

COMMITTENTE: Dr. Geol. Savino Salvetti

CANTIERE: Depuratore - Altidona (AP)

PROVA N. 1 del 28/10/99

PROF.: 6,00 m

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH: PROPOSTA DI ELABORAZ. STRATIGRAFICA E CARATTERIZZ. GEOMECCANICA

profondità (m)	litologia	NC <sub>m</sub> (-)	C (-)	N <sub>spt equiv</sub> (-)	σ <sub>v eff</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Dr (%)	φ (°)	E (kg/cm <sup>2</sup> )	C <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	M (kg/cm <sup>2</sup> )
0.5	terreno vegetale									
0.6										
1.0		12	1,5	18		46	31	170		
1.5	sabbia ghialosa									
2.0										
2.5	falda	10	1,5	15		43	30	144		
2.6										
3.0										
3.2	sabbie limose	5	1,5	7,5		25	27	84		
3.5										
3.8	sabbia e ghiaia	12	1,5	18		44	31	170		
4.0										
4.4	limi sabbiosi	3	1,5	4,5		23	26	37		
4.5										
4.8	sabbia e ghiaia	8	1,5	12		37	29	106		
5.0										
5.4		16	1,5	24		55	33	225		
5.5										
6.0	ghiaia	35	1,5	52,5		>85	37	411		
6.0										
6.5										
7.0										
7.5										
8.0										
8.5										
9.0										
9.5										
10.0										
10.5										
11.0										
11.5										
12.0										
12.5										
13.0										
13.5										
14.0										

**PROVA PETROMETRICA REPERITA P1R**



**Geodrill**

Dr. Geol. David Onofri

PENETROMETRE,  
SONDAGGI A ROTAZIONE,  
PROVE DI CARICO SU PIASTRA

Via Verdi, 12/A 60043 Cerreto d'Esi (AN)  
Tel. e fax 0732/678888 p.iva 01531180428

Cerreto d'Esi, il 29 ottobre 1999

COMMITTENTE: Dr. Geol. Savino Salvetti

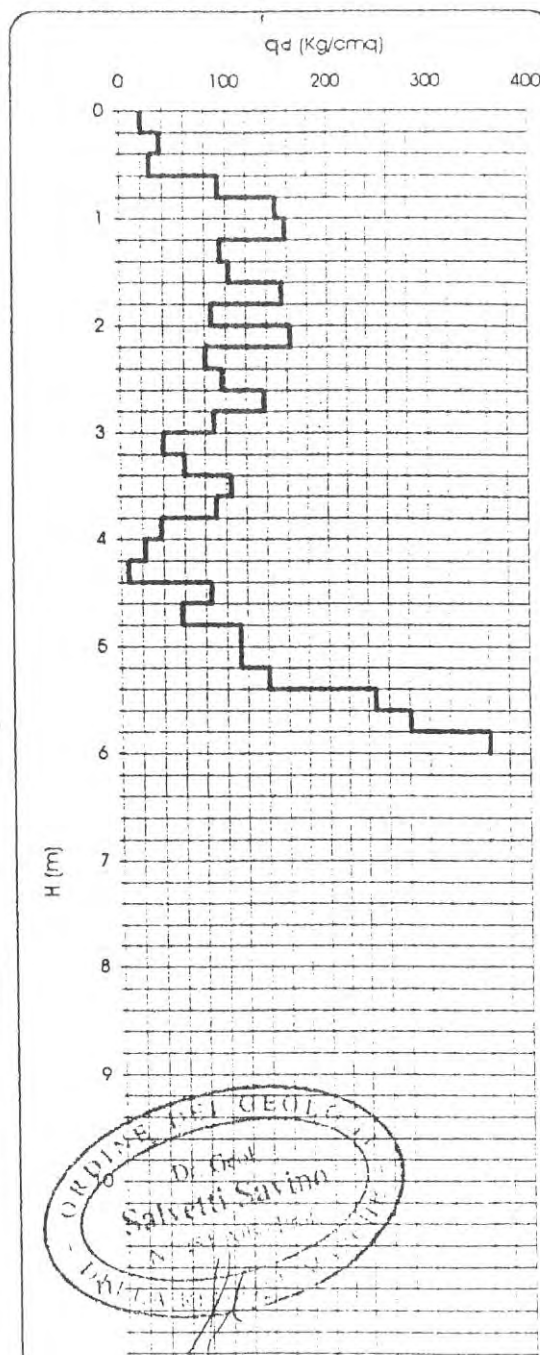
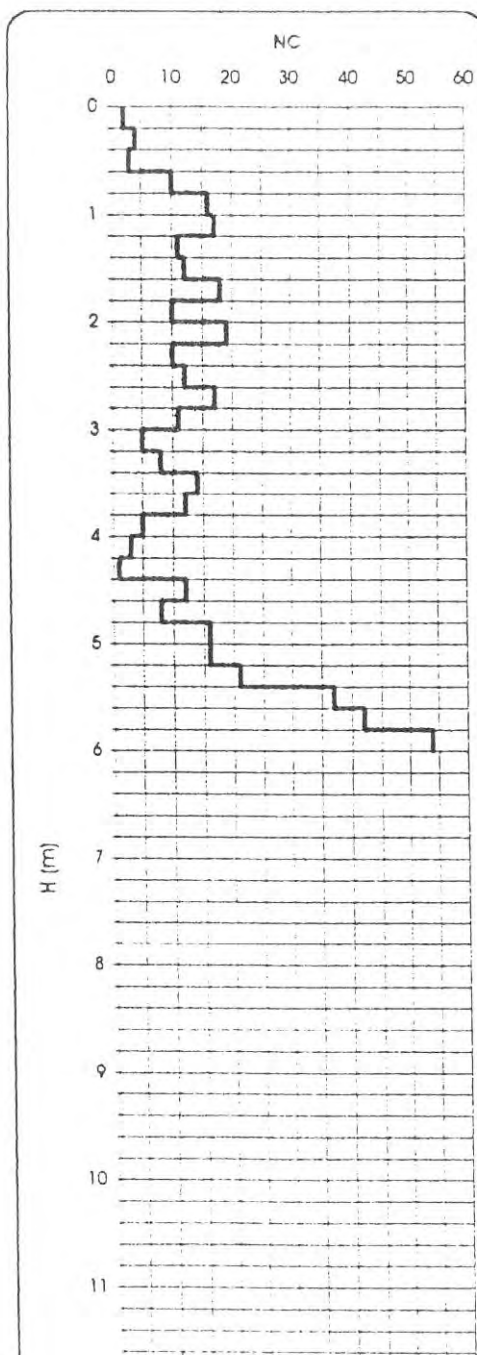
CANTIERE: Depuratore - Altidona (AP)

PROVA N. 1 del 28/10/99

PROF.: 6,00 m

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH: RAPPRESENTAZIONE GRAFICA

H (m)	NC	q <sub>d</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.2	2	20.07
0.4	4	37.05
0.6	3	27.79
0.8	10	92.63
1.0	16	148.20
1.2	17	157.46
1.4	11	94.61
1.6	12	103.22
1.8	18	154.82
2.0	10	86.01
2.2	19	163.42
2.4	10	80.28
2.6	12	96.34
2.8	17	136.48
3.0	11	88.31
3.2	5	40.14
3.4	8	60.21
3.6	14	105.37
3.8	12	90.32
4.0	5	37.63
4.2	3	22.58
4.4	1	7.08
4.6	12	85.01
4.8	8	56.67
5.0	16	113.35
5.2	16	113.35
5.4	21	140.61
5.6	37	247.56
5.8	42	281.01
6.0	54	361.30
6.2		
6.4		
6.6		
6.8		
7.0		
7.2		
7.4		
7.6		
7.8		
8.0		
8.2		
8.4		
8.6		
8.8		
9.0		
9.2		
9.4		
9.6		
9.8		
10.0		
10.2		
10.4		
10.6		
10.8		
11.0		
11.2		
11.4		
11.6		
11.8		
12.0		
12.2		
12.4		
12.6		
12.8		
13.0		
13.2		
13.4		
13.6		
13.8		
14.0		
14.2		



PROVA PETROMETRICA REPERITA P1R



**Geodrill**

Dr. Geol. David Grillini

PENETROMETRIE,  
SONDAGGI A ROTAZIONE,  
PROVE DI CARICO SU PIASTRA

Via Verdi, 12/A 60043 Cerreto d'Esti (AN)  
tel. e fax 0732/678888 p.riv. 01531180428

Cerreto d'Esti, il 19 luglio 1999

COMMITTENTE: Dr. Geol. Savino Salvetti

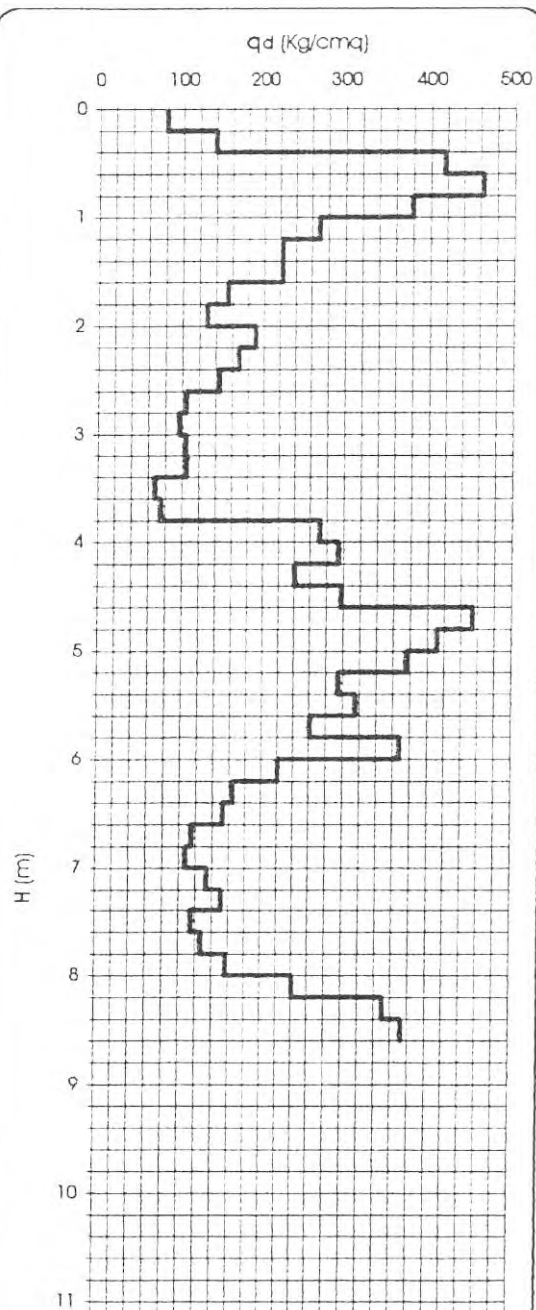
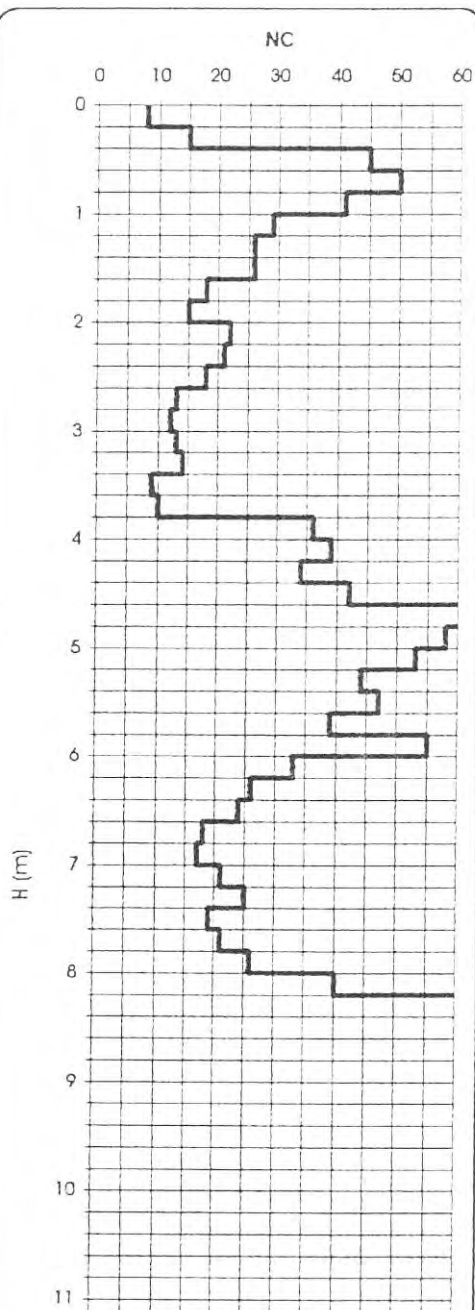
CANTIERE: Pedaso (AP)

PROVA N. 2 del 17/07/99

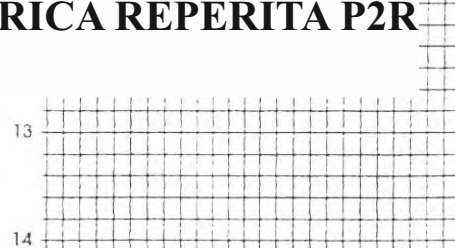
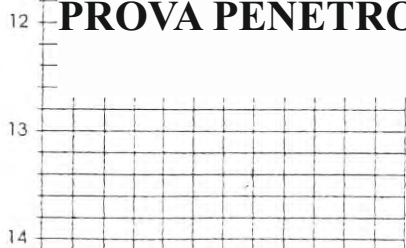
PROF.: 8,60 m

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH: RAPPRESENTAZIONE GRAFICA**

H (m)	NC	q <sub>d</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,2	8	80,27
0,4	15	138,94
0,6	45	416,81
0,8	50	463,13
1,0	41	379,76
1,2	29	258,61
1,4	26	223,63
1,6	26	223,63
1,8	18	154,82
2,0	15	129,02
2,2	22	189,23
2,4	21	168,59
2,6	18	144,51
2,8	13	104,37
3,0	12	96,34
3,2	13	104,37
3,4	14	105,37
3,6	9	67,74
3,8	10	75,27
4,0	36	270,96
4,2	39	293,54
4,4	34	240,86
4,6	42	297,53
4,8	64	453,38
5,0	58	410,88
5,2	53	375,46
5,4	44	294,39
5,6	47	314,47
5,8	39	260,94
6,0	55	367,99
6,2	33	220,79
6,4	26	164,81
6,6	24	152,13
6,8	18	114,10
7,0	17	107,76
7,2	21	133,11
7,4	25	150,55
7,6	19	114,42
7,8	21	126,46
8,0	26	156,57
8,2	40	240,88
8,4	61	349,85
8,6	65	372,79
8,8		
9,0		
9,2		
9,4		
9,6		
9,8		
10,0		
10,2		
10,4		
10,6		
10,8		
11,0		
11,2		
11,4		
11,6		
11,8		
12,0		
12,2		
12,4		
12,6		
12,8		
13,0		
13,2		
13,4		
13,6		
13,8		
14,0		
14,2		



**PROVA PENETROMETRICA REPERITA P2R**



**Geodrill**

Dr. Geol. David Grillini

PENETROMETRIE,  
SONDAGGI A ROTAZIONE,  
PROVE DI CARICO SU PIASTRAVia Verdi, 12/A, 60043 Cerreto d'Esi (AN)  
tel. e fax 0732/676888 p.iva 01531160428

Cerreto d'Esi, 19 luglio 1999

COMMITTENTE: Dr. Geol. Savino Salvetti

CANTIERE: Pedaso (AP)

PROVA N. 2 del 17/07/99

PROF.: 8,60 m

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH: PROPOSTA DI ELABORAZ. STRATIGRAFICA E CARATTERIZZ. GEOMECCANICA

profondità (m)	litologia	NC <sub>m</sub> (-)	C (-)	N <sub>spt equiv</sub> (-)	σ <sub>v eff</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	Dr (%)	φ (°)	E (Kg/cm <sup>2</sup> )	C <sub>u</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	M (Kg/cm <sup>3</sup> )
0,5	0,4 terreno di riporto									
0,8	0,8 falda	40	1,5	60		>85	39	507		
1,0	1,0 ghiaia e sabbia	25	1,5	37,5		73	36	383		
1,5	1,6 ghiaia in abb. matrice limoso-sabbiosa	17	1,5	25,5		58	34	275		
2,0	2,6 sabbia limosa	12	1,5	18		48	33	140		
2,5	3,4	9	1,5	13,5		43	31	121		
3,0	3,8									
3,5	4,0 ghiaia molto addensata	40	1,5	60		>85	39	507		
4,0	4,5									
4,5	5,0									
5,0	5,5									
5,5	6,0									
6,0	6,2 ghiaia e sabbia	18	1,5	27		60	34	280		
6,5	7,0									
7,0	7,5									
7,5	8,0 ghiaia addensata									
8,0	8,6									
8,5										
9,0										
9,5										
10,0										
10,5										
11,0										
11,5										
12,0										
12,5										
13,0										
13,5										
14,0										

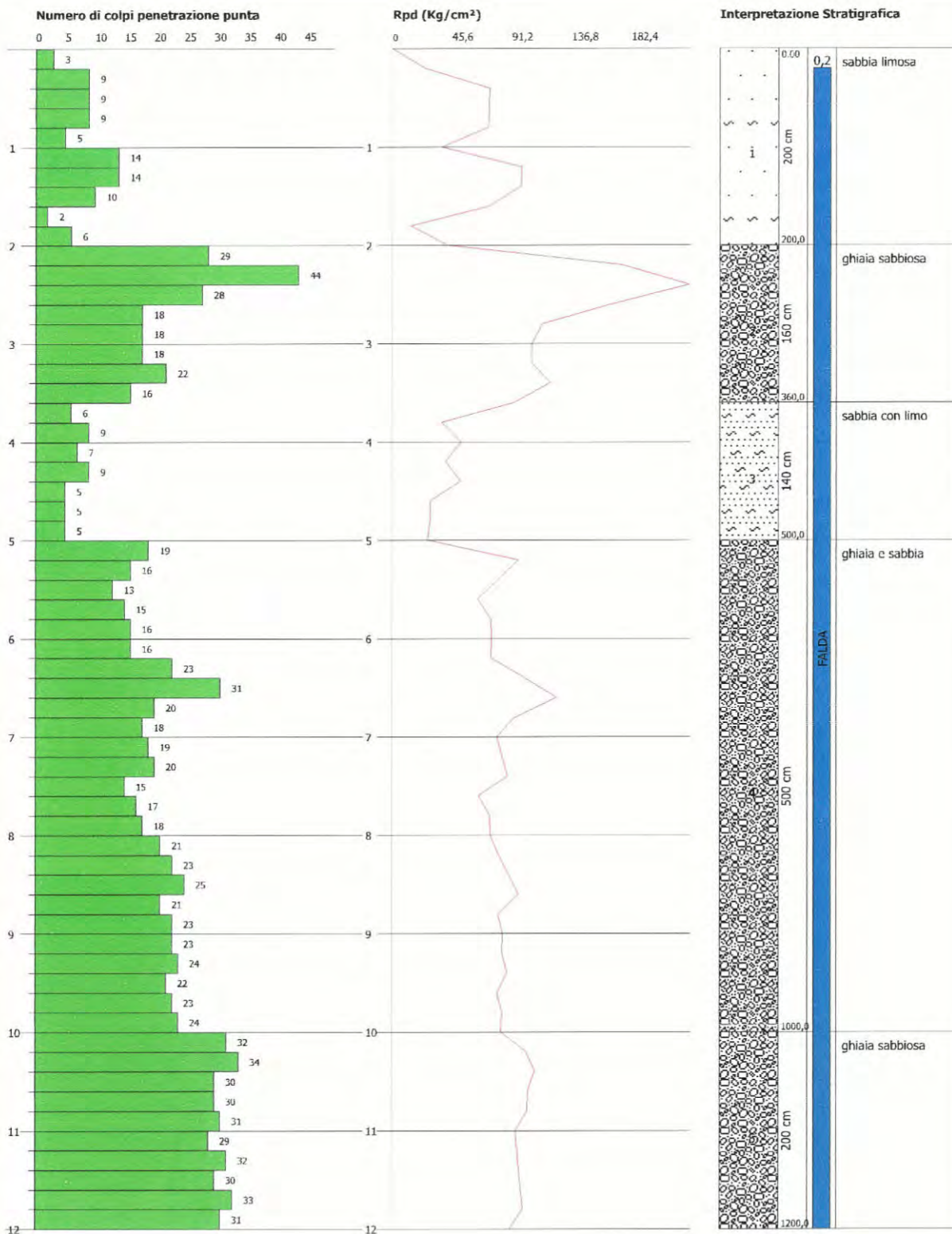
**PROVA PENETROMETRICA REPERITA P2R**

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1**  
**Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd**

Committente : Amm.ne Comunale  
Cantiere : Variante Piano di Spiaggia  
Località : Pedaso

Data :22/11/2004

Scala 1:61



**PROVA PENETROMETRICA REPERITA P3R**

# **ALLEGATO C**

## **INDAGINI GEOFISICHE ESEGUITE**

**N.1 PROVA SISMICA ESEGUITA MEDIANTE METODOLOGIA MASW**

**N.4 PROVE SISMICHE ESEGUITE MEDIANTE METODOLOGIA HVSR**

**Tr1 - Tr2 - Tr3 - Tr4**



# AB Geo

Indagini geofisiche e geotecniche

## INDAGINE GEOFISICA

Analisi MASW Onde di Love



**Comuni:** Altidona (FM) – Pedaso (FM)

**Località:** Foce Fiume Aso

**Committente:** Comune di Altidona

**Data:** 25/11/2017

*Dott. Geol. Alessandrini Andrea*



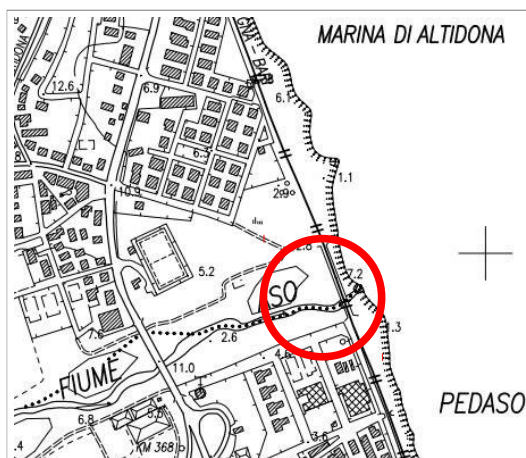
*Dott. Geol. Bassano Francesco*



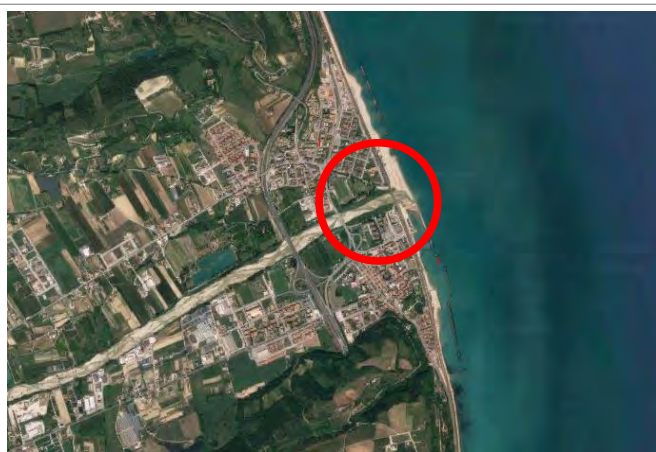
**AB Geo – Indagini Geofisiche e Geotecniche**  
**Via Dante Alighieri n° 1, 62029 Tolentino (MC)**  
**email:** [studiogeologico.abgeo@gmail.com](mailto:studiogeologico.abgeo@gmail.com) **Cell.** 3802511024 – 3358164581  
**WWW.ABGEO.ORG**

## 1 - INTRODUZIONE

Le presenti indagini sono state eseguite in alla foce del fiume Aso, fra i comuni di Altidona e Pedaso, su incarico del Dott. Geol. Capponi Giuseppe, per commissione del Comune di Altidona, allo scopo di effettuare una stima della  $V_{s30}$  del sito in esame tramite l'esecuzione di una indagine M.A.S.W. (Multi-channel Analysis of Surface Waves) in Onde di Love e una stima delle frequenze d'interesse di sito mediante indagini HVSR.



**Fig. 1:** Stralcio CTR 315070 "Villa Trevisano" e ubicazione area d'indagine.



**Fig. 2:** Foto aerea con ubicazione area d'indagine.

## 2 - HARDWARE & SOFTWARE

Sismografo PASI GEA24 - 24 Canali

Geofoni verticali e orizzontali da 4.5 Hz

Piattello, traversina e mazza da 10 kg

WinMASW 7.2 Academy

Terna Triassiale SARA Geobox



### 3 - METODOLOGIE D'INDAGINE – MASW E HVSr

#### Metodologia M.A.S.W.

La tecnica M.A.S.W. (*Multichannel Analysis of Surface Waves*) è una procedura non invasiva che consente di estrapolare il valore della  $V_{s30}$  sulla base della stima di un possibile profilo verticale della velocità delle onde di taglio  $V_s$  nei primi 30 m di sottosuolo; si contraddistingue per l'utilizzo di una sorgente impulsiva che genera onde superficiali, la cui propagazione, dipendente dalle caratteristiche stratigrafiche del sito, viene registrata da una serie di sensori (geofoni) posti lungo uno stendimento.

#### Metodologia HVSr

La tecnica HVSr (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) è una procedura non invasiva, che non necessita di perforazioni o lunghi stendimenti e che consente lo studio di possibili frequenze d'interesse del sito.

L'indagine è contraddistinta dall'assenza di sorgenti impulsive artificiali, andando a registrare i rumori ambientali (microtremori), sempre presenti in natura, in quanto generati da fenomeni quali onde, vento e attività antropiche.

I fondamenti teorici su cui questi metodi si basano si riferiscono ad un semispazio stratificato, con strati paralleli ed orizzontali; la presenza di strati con inclinazioni eccessive (superiori a circa  $15^\circ$ ) richiede sicuramente un'attenzione particolare nell'analisi dei dati, generando un maggior grado di incertezza nei risultati finali.

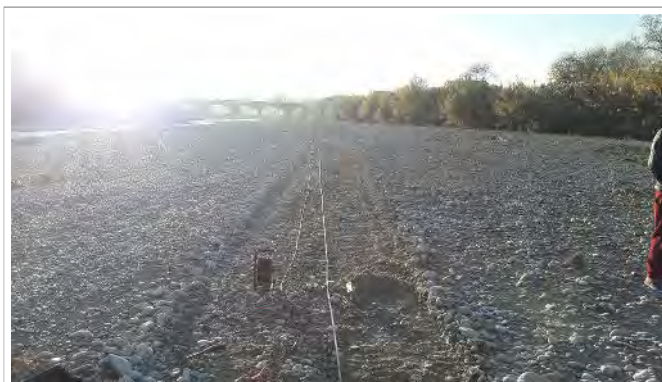
Un'importante considerazione riguarda il concetto di non univocità dell'interpretazione dei dati, che affligge in diverso grado tutte le tecniche geofisiche; difatti, il risultato dell'elaborazione di un dato acquisito può portare alla definizione di differenti modelli tutti in accordo con il dato di partenza; a tal proposito, onde limitare quanto possibile tale caratteristica dei metodi geofisici, è sempre raccomandabile effettuare analisi congiunte che utilizzino differenti approcci.

La disponibilità di conoscenze geologiche e stratigrafiche del sito in esame provenienti da altre indagini (sondaggi, penetrometrie, ecc.), è fondamentale per diminuire quanto più possibile il grado di incertezza insito nelle metodologie stesse.

## 4 - ACQUISIZIONE MASW

Data di Esecuzione:	25/11/2017
Sito di Indagine:	Foce fiume Aso
Lunghezza Stendimento:	55 m
Distanza Intergeofonica:	5 m
Periodo di Campionamento:	125 $\mu$ s

N°	Nome	Onda Acquisita	Offset Battuta (m)	Lunghezza acquisizione ( $\mu$ s)	Stacking n° colpi
1	THFDX5MO5	Love	5	2000	3
2	RVFDX5MO5	Rayleigh	5	2000	3
3	RVFDX5MO20	Rayleigh	20	2000	3



**Fig. 3:** Stendimento MASW.

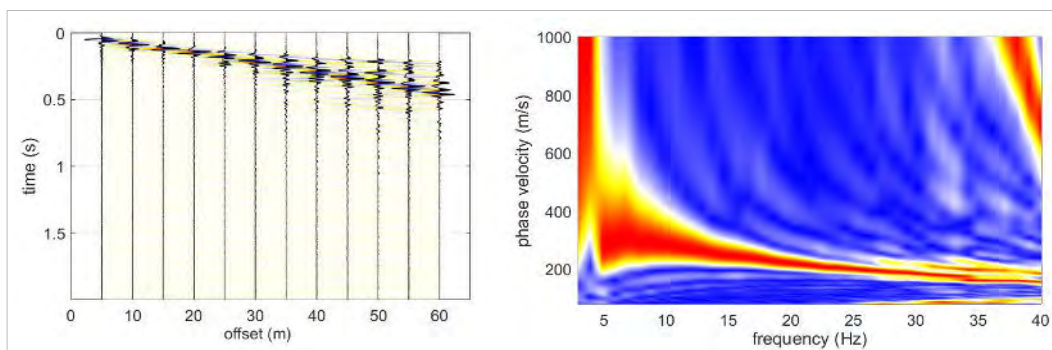


**Fig. 4:** Ubicazione indicativa stendimento.



**Fig. 5:** Energizzazione.

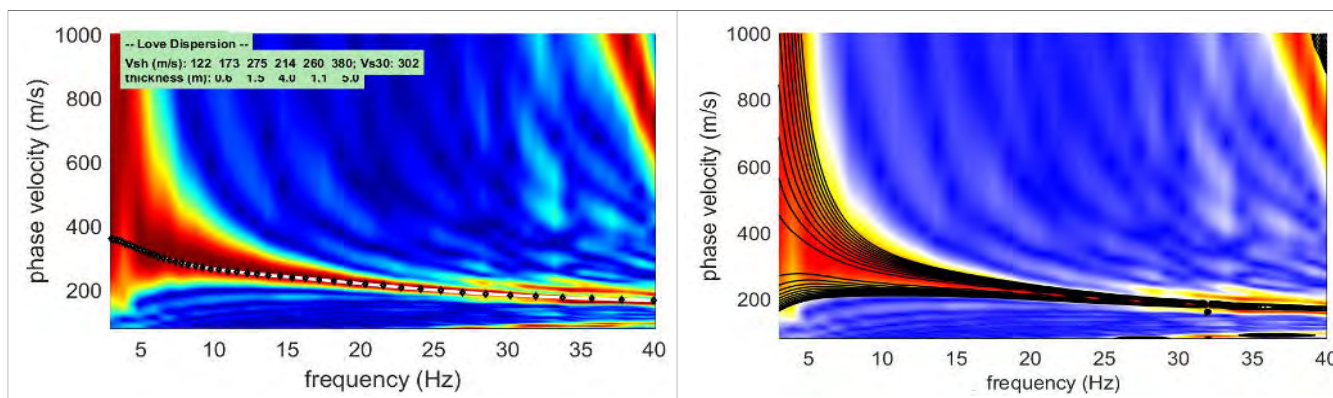
Nelle figure seguenti si riportano i dati acquisiti e i relativi Spettri di Velocità del sito in esame; tali dati, in quanto non ancora elaborati, rappresentano il dato oggettivo acquisito in campagna.



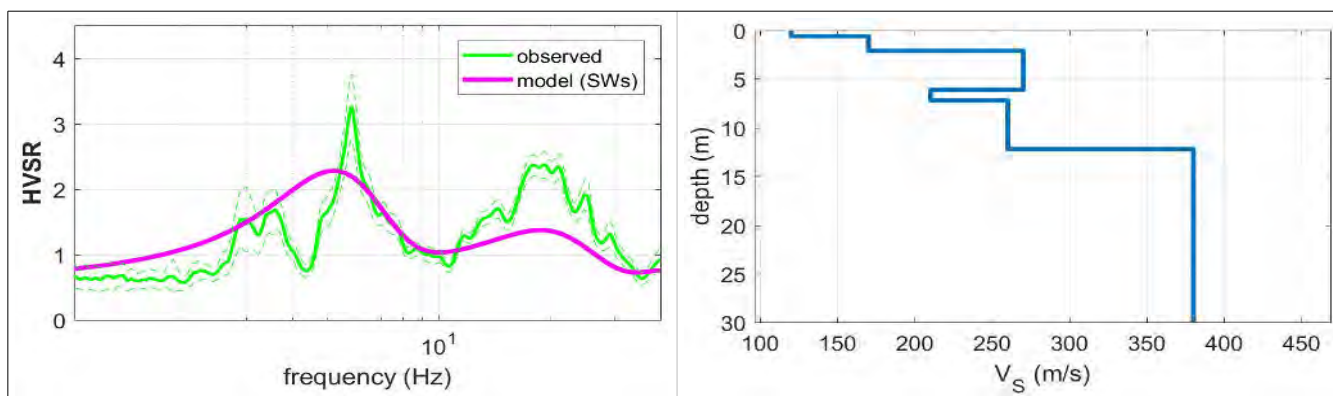
**Fig. 6:** Dataset e spettro - Onde di Love.

## 5 – ANALISI ONDE DI LOVE

Si riportano di seguito i risultati dell'elaborazione effettuata, consistenti negli Spettri di Velocità ottenuti dai datasets acquisiti e la curva modale relativa al modello estrapolato ad essi sovrapposto. La Fig. 9 mostra un modello sismostratigrafico ritenuto plausibile per il sito in oggetto anche sulla base delle conoscenze geologiche e stratigrafiche dell'area forniteci dal tecnico incaricato.



**Fig. 7:** Spettro con curva modale a sinistra e spettri sintetici a destra – Onde di Love.



**Fig. 8:** Fitting curva HVSR.

**Fig. 9:** Profilo verticale  $V_s$  ipotizzato.

## 6 - CONCLUSIONI

Le presenti indagini, svolte su incarico del Dott. Geol. Capponi Giuseppe, per commissione del Comune di Altidona, hanno come finalità la stima del valore della  $V_{s30}$ , caratterizzante l'area sita in alla foce del fiume Aso – fra i comuni di Altidona e Pedaso.

- Il modello estrapolato sulla base dei dati MASW (Analisi Onde di Love) permette di stimare un valore della  $V_{s30}$  riferito al p.c. pari a 302 m/s.

L'utilizzo di tali valori va considerato alla luce delle caratteristiche proprie del sito in oggetto, dell'intervento che si intende effettuare e dei limiti delle metodologie stesse.

Si riporta di seguito una tabella esplicativa che mostra il valore della  $V_{s30}$  rapportato a diverse profondità di riferimento rispetto all'attuale piano campagna, in accordo con le NTC 2008.

PROFONDITA'	MASW $V_{s30}$ (m/s)
0 m	302
1 m	317
2 m	328
3 m	332

Tolentino, 25/11/2017

La presente relazione è particolare espressione del lavoro intellettuale e come tale è tutelata dalla legge 633/1941, ne è pertanto vietato qualsiasi altro utilizzo diverso di quello per cui è stata commissionata.

Dott. Geol. Alessandrini Andrea



Dott. Geol. Bassano Francesco



## STATION INFORMATION

*Station code:* TR1

*Model:* SARA GEOBOX

*Sensor:* SARA SS45PACK (integrated 4.5 Hz sensors)

*Notes:* -

## PLACE INFORMATION

*Place ID:* Comune di Pedaso

*Address:* Argine destro Fiume Aso

*Latitude:* 43.102333

*Longitude:* 13.840402

*Coordinate system:* WGS84

*Elevation:* 5 m s.l.m.

*Weather:* Soleggiato in assenza di vento

*Notes:* -

## **PHOTOGRAPHIC REFERENCES**



## SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 300 Hz

Recording start time: 2017/10/27 15:13:49

Recording length: 20 min

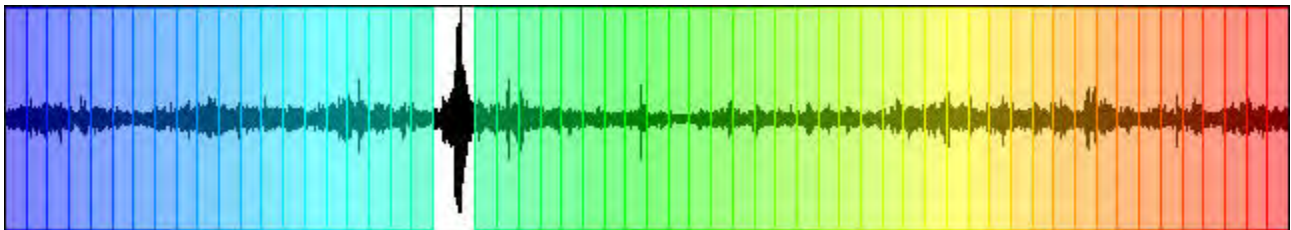
Windows count: 58

Average windows length: 20

Signal coverage: 96.67%

22987 Counts

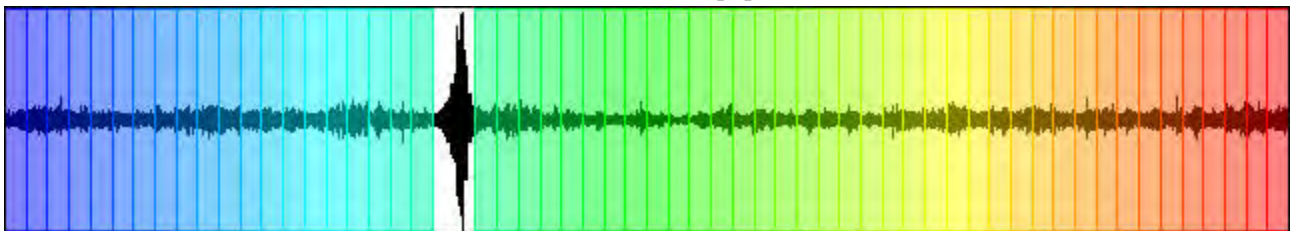
CHANNEL #1 [V]



-19330 Counts

30216 Counts

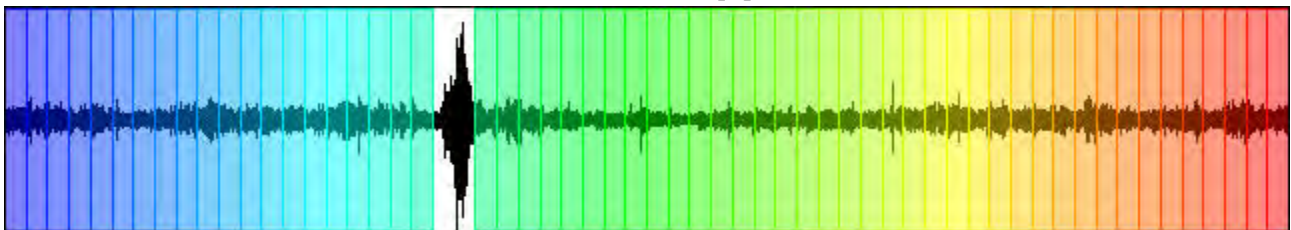
CHANNEL #2 [N]



-31585 Counts

20787 Counts

CHANNEL #3 [E]



-23820 Counts

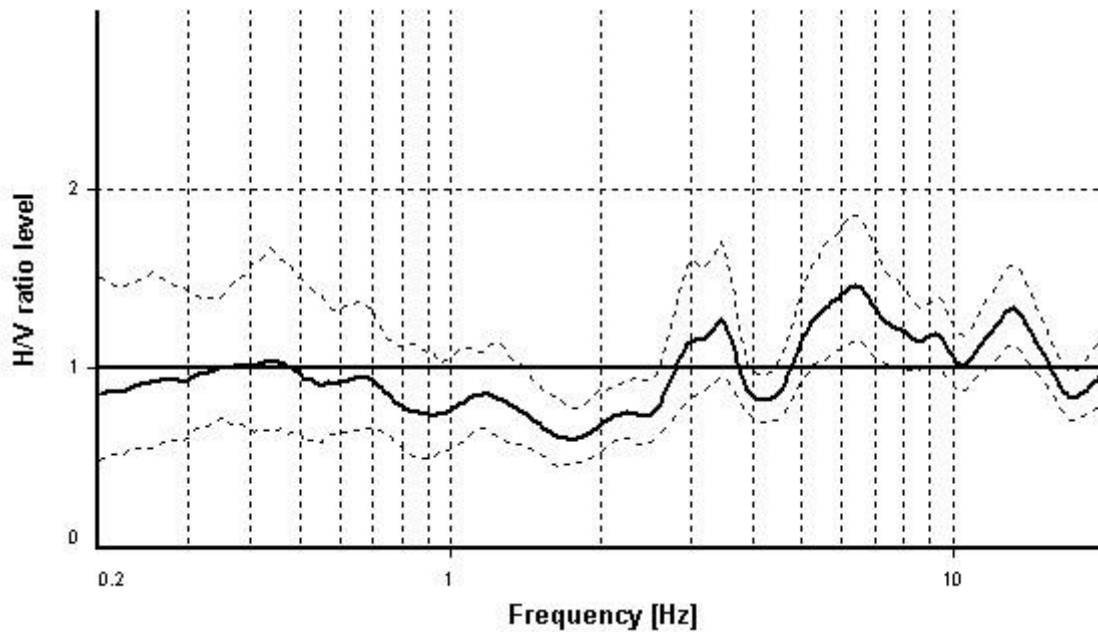
## HVSR ANALYSIS

*Tapering:* Enabled (Bandwidth = 10%)

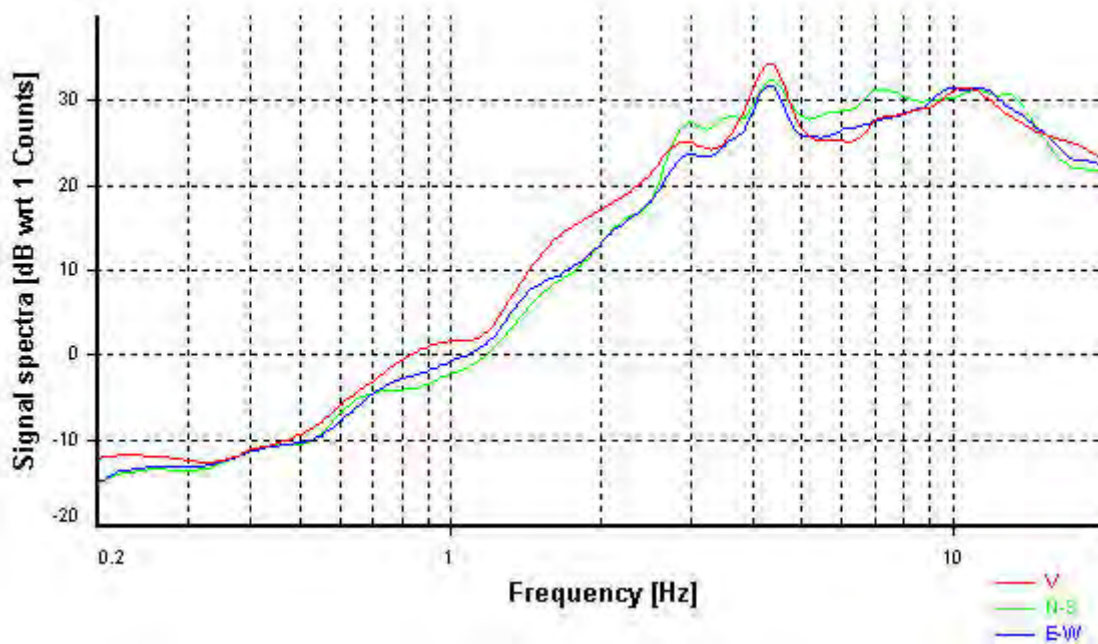
*Smoothing:* Proportional triangular (Bandwidth coefficient = 10)

*Instrumental correction:* Disabled

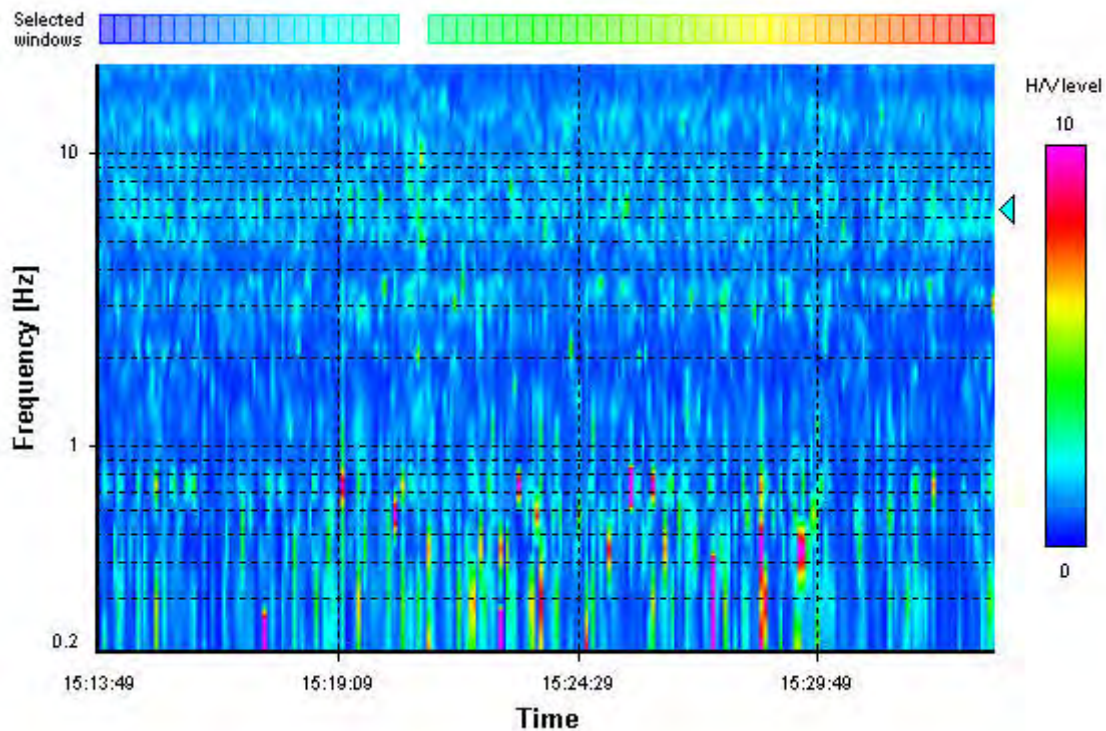
### HVSR average



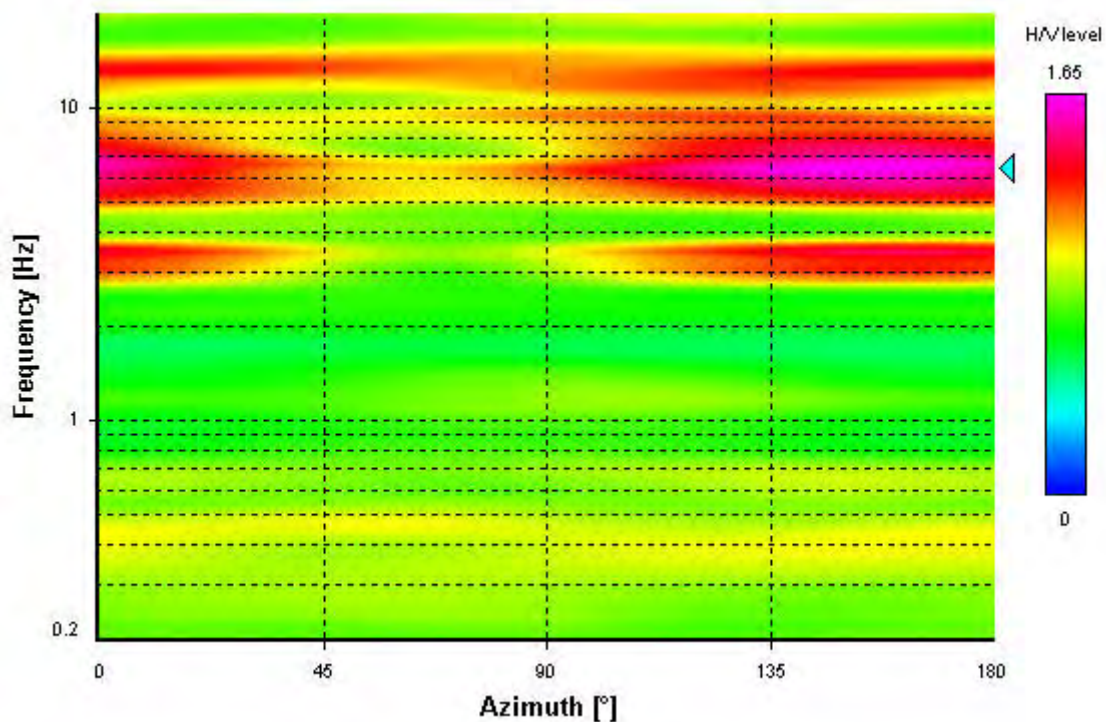
### Signal spectra average



### HVSR time-frequency analysis (5 seconds windows)



### HVSR directional analysis



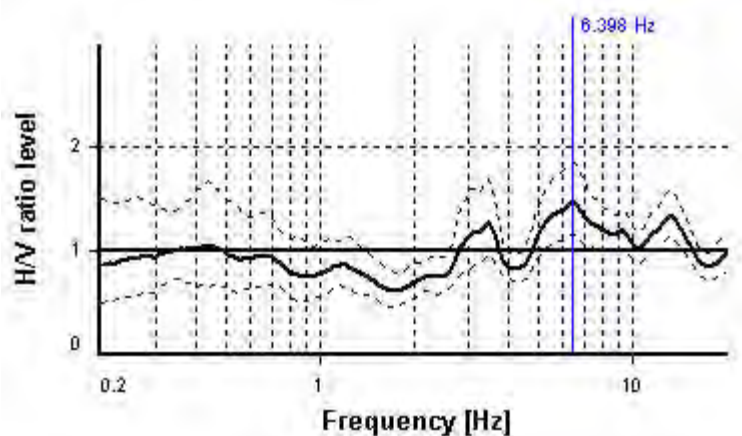
## SESAME CRITERIA

**Selected  $f_0$  frequency**

**6.398 Hz**

**$A_0$  amplitude = 1.457**

**Average  $f_0$  =  $6.411 \pm 0.948$**



### HVSR curve reliability criteria

$f_0 > 10 / L_w$	58 valid windows (length > 1.56 s) out of 58	OK
$n_c(f_0) > 200$	7421.72 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 91	OK

### HVSR peak clarity criteria

$\exists f \text{ in } [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$	2.11077 Hz	OK
$\exists f^+ \text{ in } [f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	0 Hz	NO
$A_0 > 2$	1.46 <= 2	NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	1.55% <= 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.94832 >= 0.3199	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.26988 < 1.58	OK
<b>Overall criteria fulfillment</b>		<b>NO</b>

## STATION INFORMATION

*Station code:* TR2

*Model:* SARA GEOBOX

*Sensor:* SARA SS45PACK (integrated 4.5 Hz sensors)

*Notes:* -

## PLACE INFORMATION

*Place ID:* Comuni di Altidona e Pedaso

*Address:* Fiume Aso

*Latitude:* 43.103049

*Longitude:* 13.840675

*Coordinate system:* WGS84

*Elevation:* 2 m s.l.m.

*Weather:* Nuvoloso in asenza di vento

*Notes:* -

## PHOTOGRAPHIC REFERENCES



## SIGNAL AND WINDOWING

*Sampling frequency:* 300 Hz

*Recording start time:* 2017/11/28 16:43:59

*Recording length:* 20 min

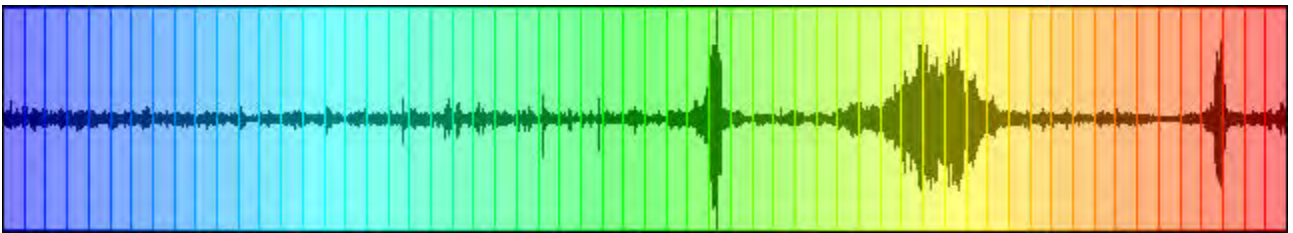
*Windows count:* 60

*Average windows length:* 20

*Signal coverage:* 100%

42568 Counts

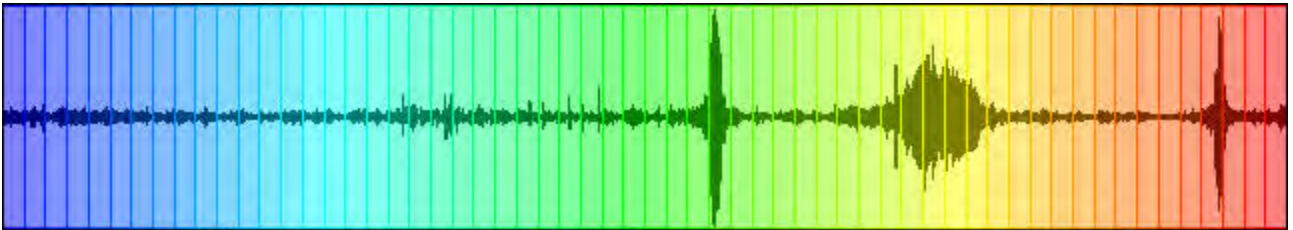
CHANNEL #1 [V]



-41882 Counts

65985 Counts

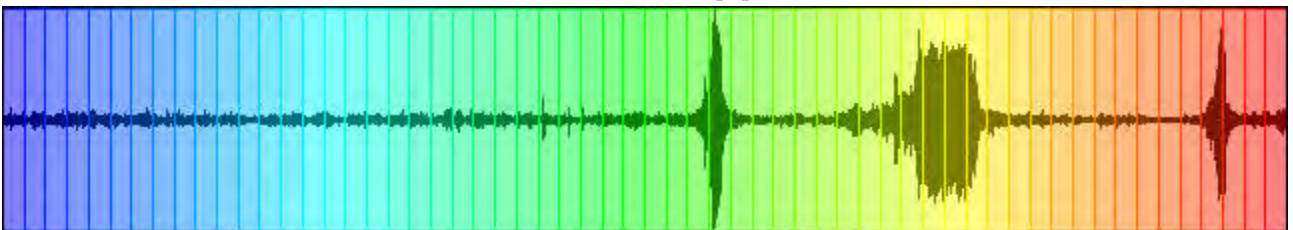
CHANNEL #2 [N]



-68955 Counts

70639 Counts

CHANNEL #3 [E]



-70713 Counts

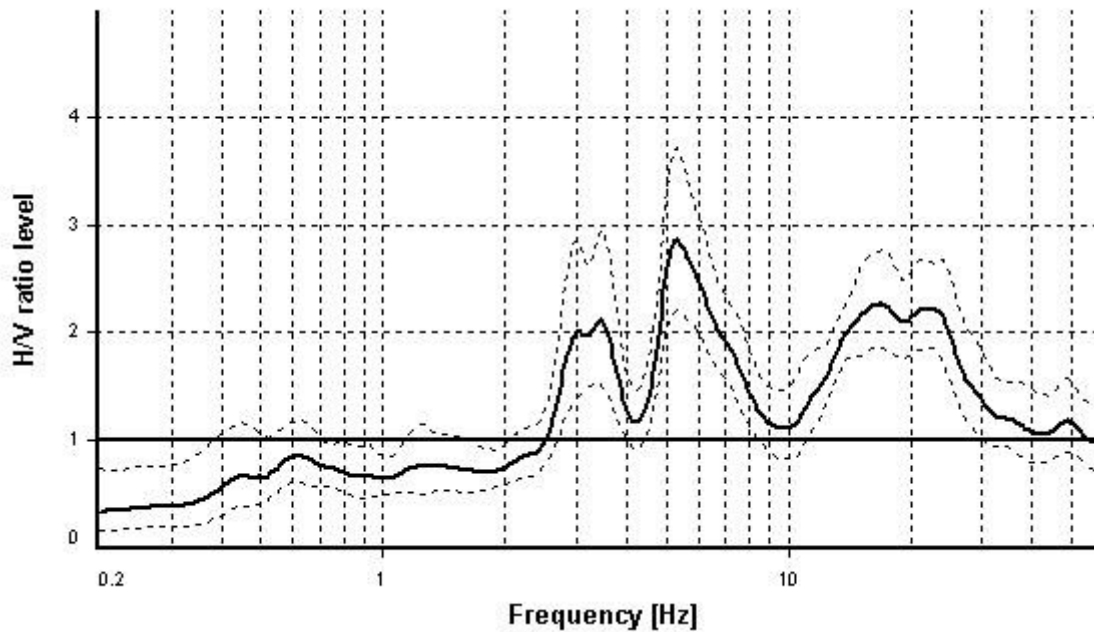
## HVSR ANALYSIS

*Tapering:* Enabled (Bandwidth = 10%)

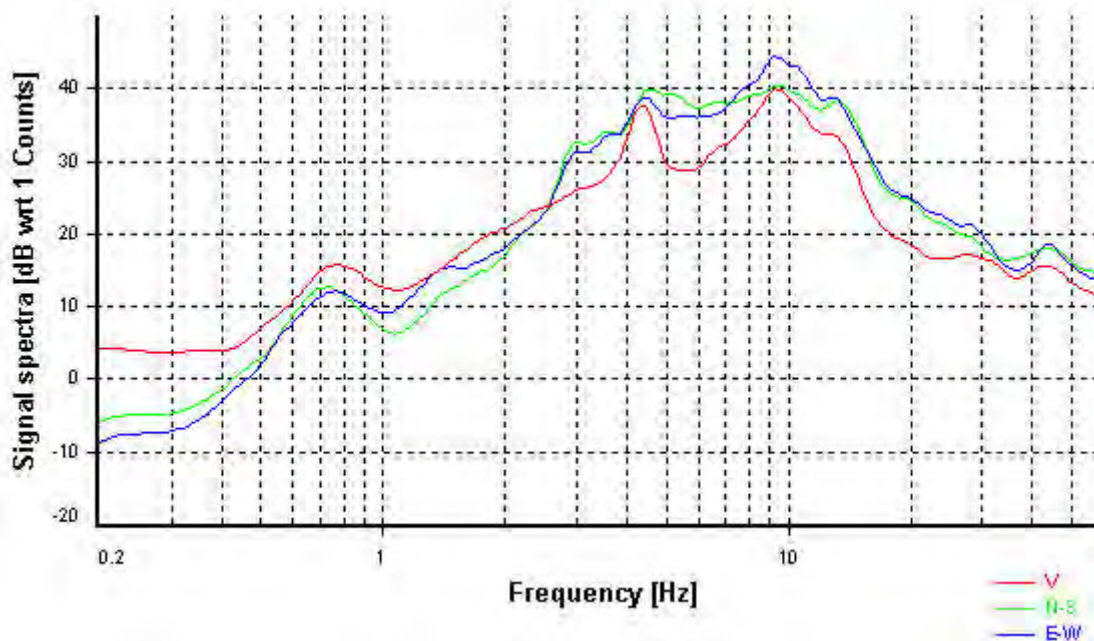
*Smoothing:* Proportional triangular (Bandwidth coefficient = 10)

*Instrumental correction:* Disabled

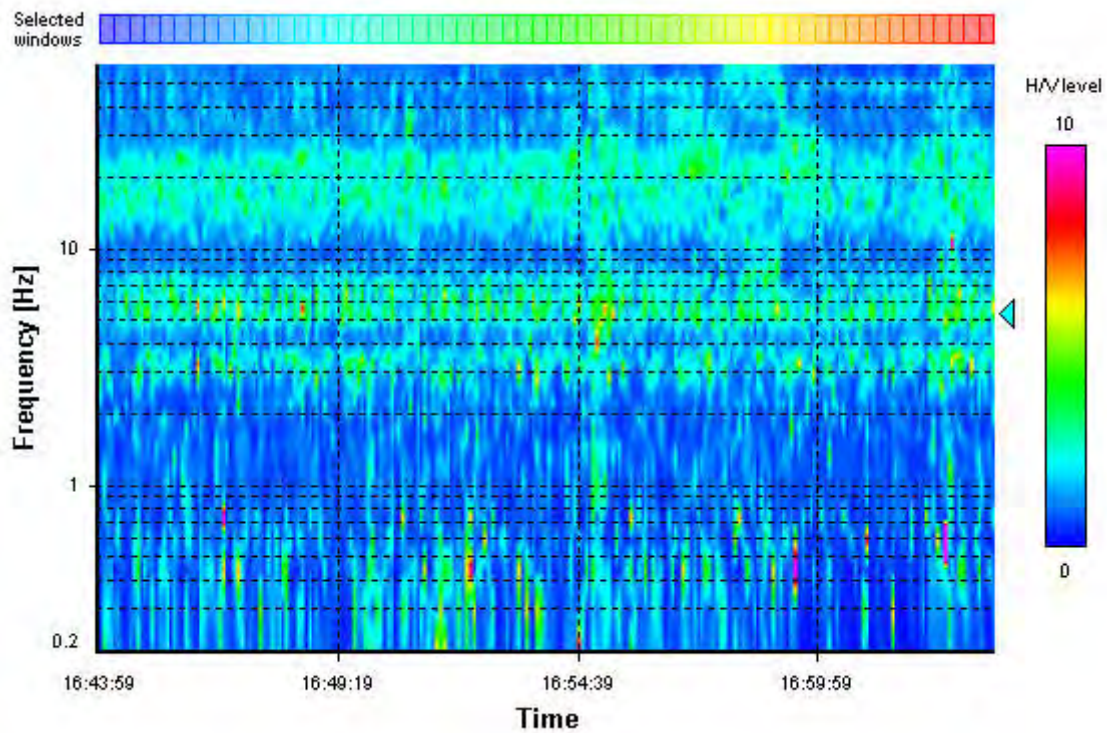
### HVSR average



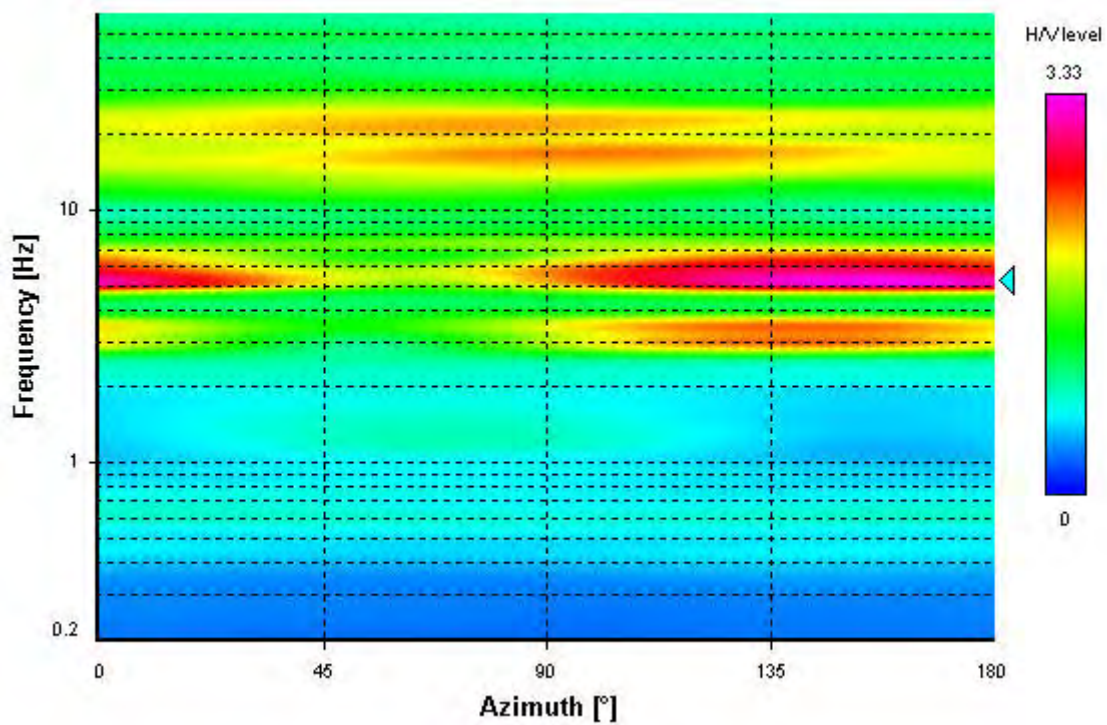
### Signal spectra average



### HVSR time-frequency analysis (5 seconds windows)



### HVSR directional analysis



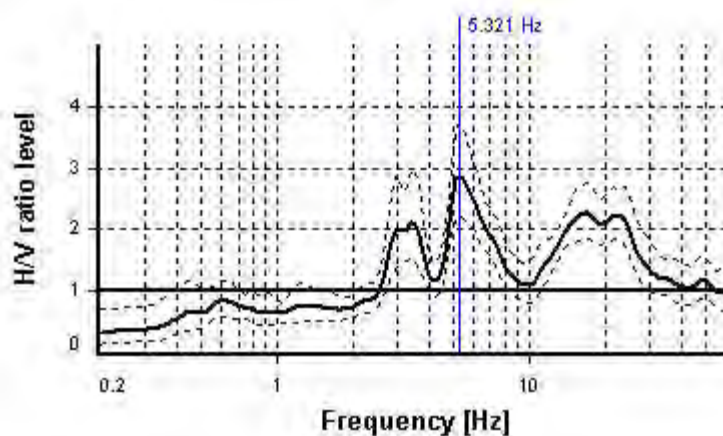
## SESAME CRITERIA

**Selected  $f_0$  frequency**

**5.321 Hz**

**$A_0$  amplitude = 2.864**

**Average  $f_0 = 5.262 \pm 0.639$**



### HVSR curve reliability criteria

$f_0 > 10 / L_w$	60 valid windows (length > 1.88 s) out of 60	OK
$n_c(f_0) > 200$	6385.24 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 73	OK

### HVSR peak clarity criteria

$\exists f \text{ in } [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$	4.48161 Hz	OK
$\exists f^+ \text{ in } [f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	8.09579 Hz	OK
$A_0 > 2$	2.86 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0% <= 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.63851 >= 0.26605	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.3001 < 1.58	OK
<b>Overall criteria fulfillment</b>		<b>OK</b>

## STATION INFORMATION

*Station code:* TR3

*Model:* SARA GEOBOX

*Sensor:* SARA SS45PACK (integrated 4.5 Hz sensors)

*Notes:* -

## PLACE INFORMATION

*Place ID:* Comune di Altidona

*Address:* Fiume Aso

*Latitude:* 43.102783

*Longitude:* 13.839755

*Coordinate system:* WGS84

*Elevation:* 3 m s.l.m.

*Weather:* Nuvoloso in assenza di vento

*Notes:* -

## **PHOTOGRAPHIC REFERENCES**



## SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 300 Hz

Recording start time: 2017/11/29 09:44:07

Recording length: 20 min

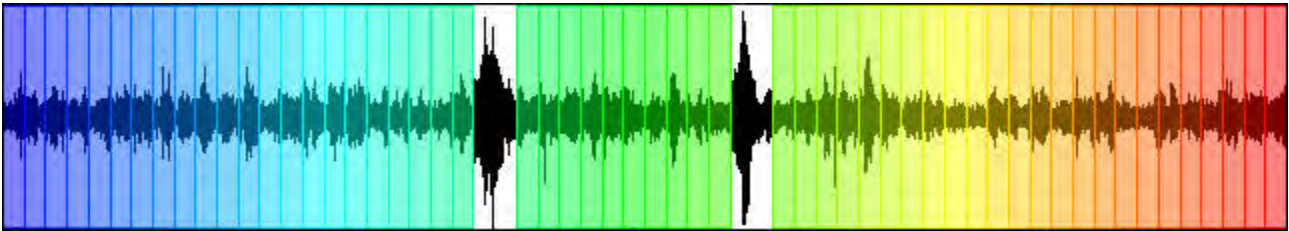
Windows count: 56

Average windows length: 20

Signal coverage: 93.33%

12741 Counts

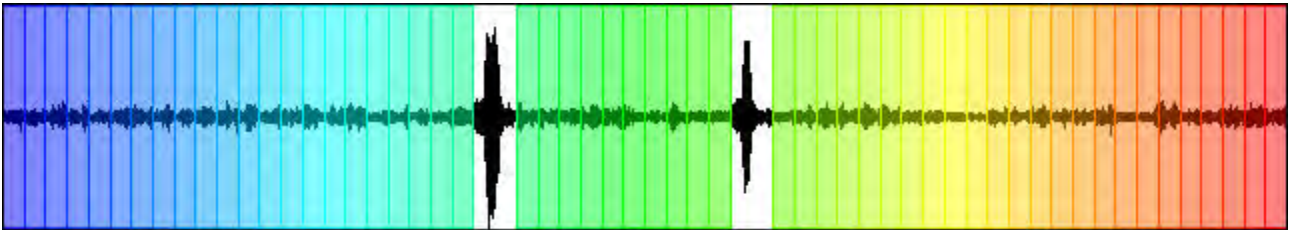
CHANNEL #1 [V]



-13480 Counts

37669 Counts

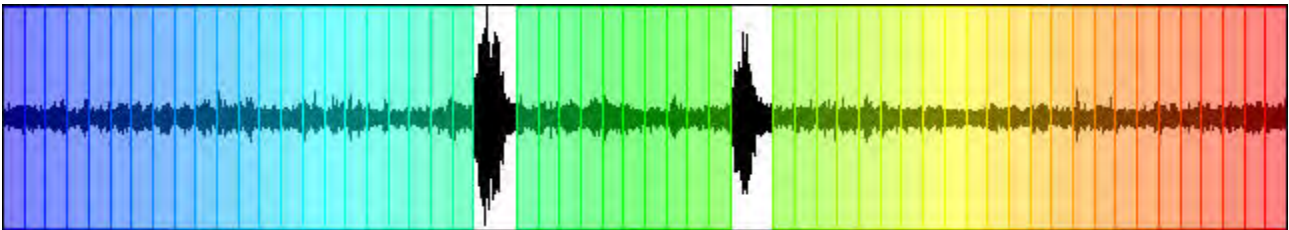
CHANNEL #2 [N]



-46620 Counts

28369 Counts

CHANNEL #3 [E]



-27581 Counts

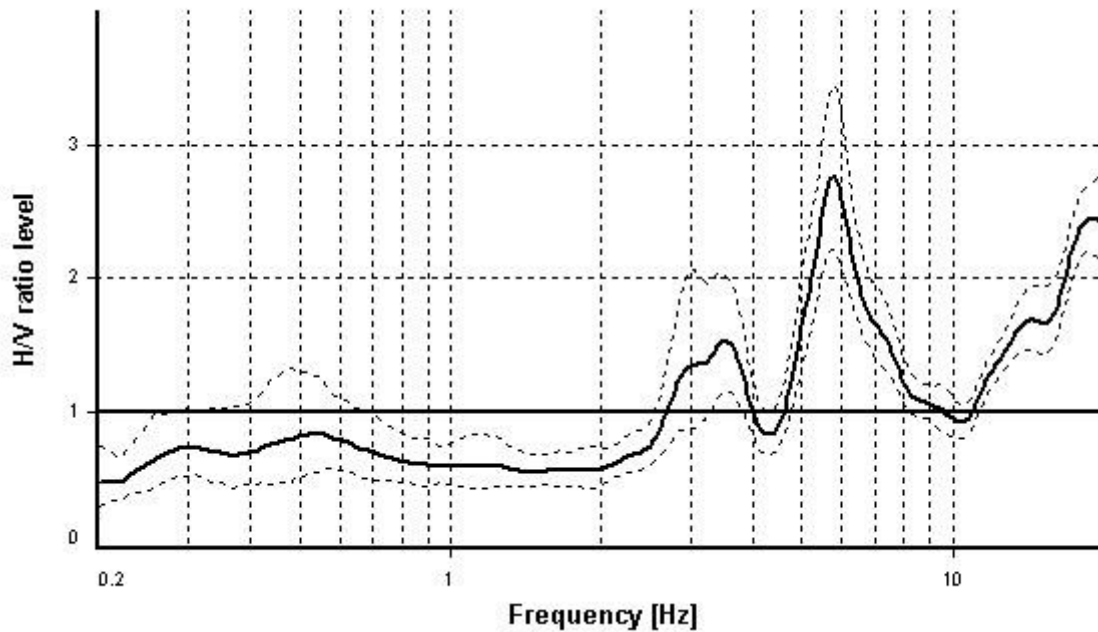
## HVSR ANALYSIS

*Tapering:* Enabled (Bandwidth = 10%)

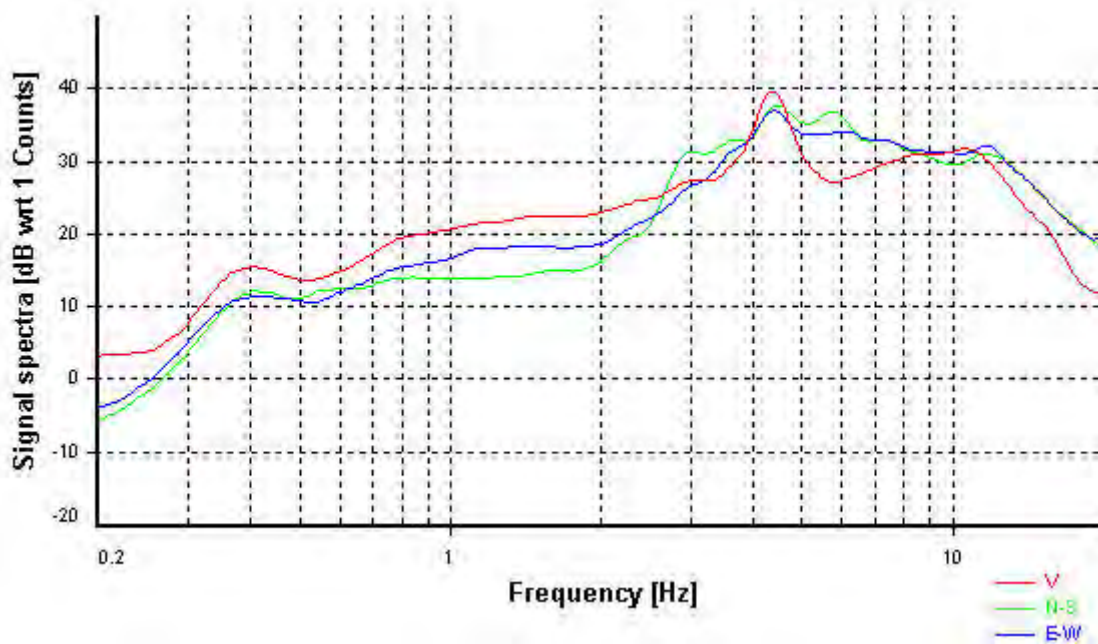
*Smoothing:* Proportional triangular (Bandwidth coefficient = 10)

*Instrumental correction:* Disabled

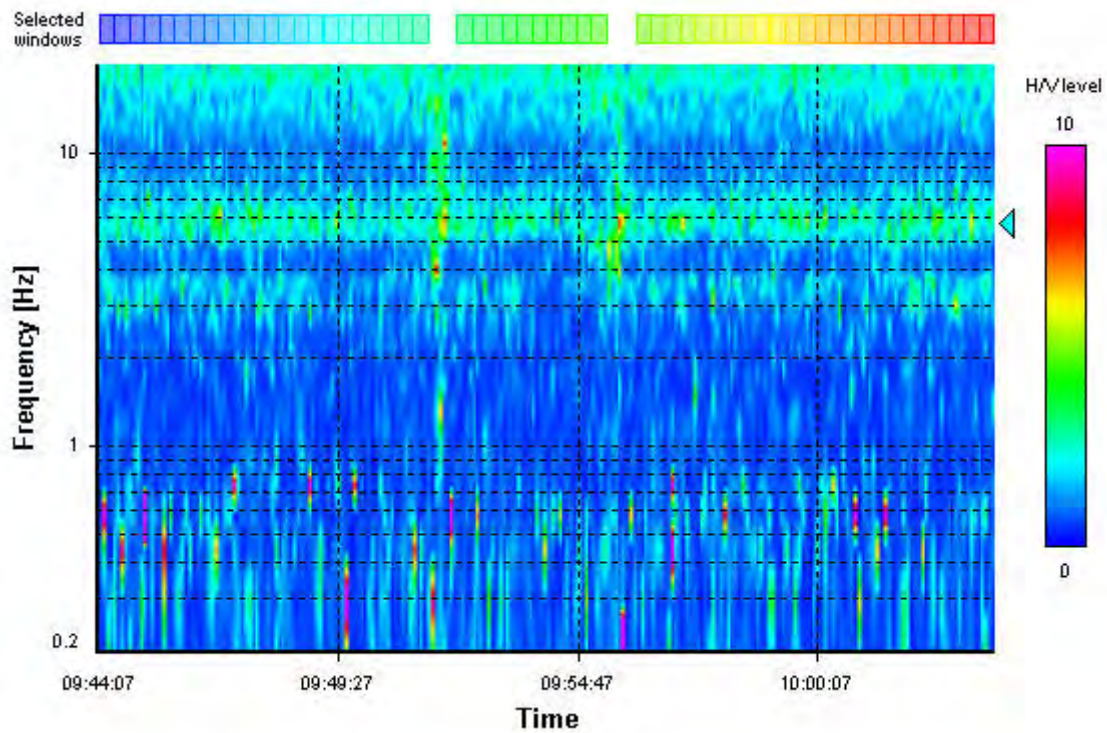
### HVSR average



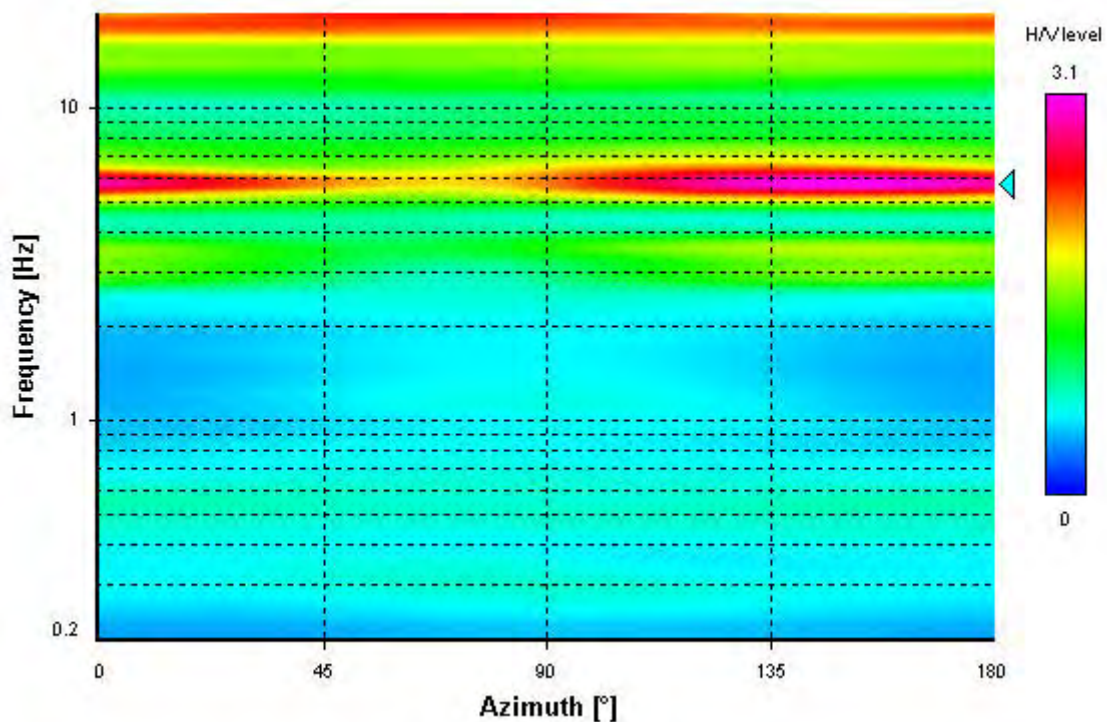
### Signal spectra average



### HVSR time-frequency analysis (5 seconds windows)



### HVSR directional analysis



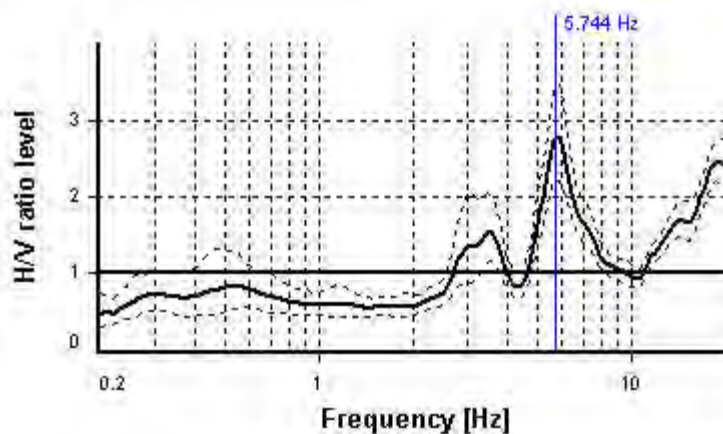
## SESAME CRITERIA

**Selected  $f_0$  frequency**

**5.744 Hz**

**$A_0$  amplitude = 2.752**

**Average  $f_0$  = 5.758  $\pm$  0.272**



### HVSR curve reliability criteria

$f_0 > 10 / L_w$	56 valid windows (length > 1.74 s) out of 56	OK
$n_c(f_0) > 200$	6433.42 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 91	OK

### HVSR peak clarity criteria

$\exists f \text{ in } [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$	4.84892 Hz	OK
$\exists f^+ \text{ in } [f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	7.81634 Hz	OK
$A_0 > 2$	2.75 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	1.55% <= 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.27168 < 0.28721	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.24125 < 1.58	OK

### Overall criteria fulfillment

OK

## STATION INFORMATION

*Station code:* TR4

*Model:* SARA GEOBOX

*Sensor:* SARA SS45PACK (integrated 4.5 Hz sensors)

*Notes:* -

## PLACE INFORMATION

*Place ID:* Comune

*Address:* Argine Sinistro Fiume Aso

*Latitude:* 43.103377

*Longitude:* 13.840007

*Coordinate system:* WGS84

*Elevation:* 5 m s.l.m.

*Weather:* Nuvoloso in assenza di vento

*Notes:* -

## **PHOTOGRAPHIC REFERENCES**



## SIGNAL AND WINDOWING

*Sampling frequency:* 300 Hz

*Recording start time:* 2017/11/29 10:27:05

*Recording length:* 20 min

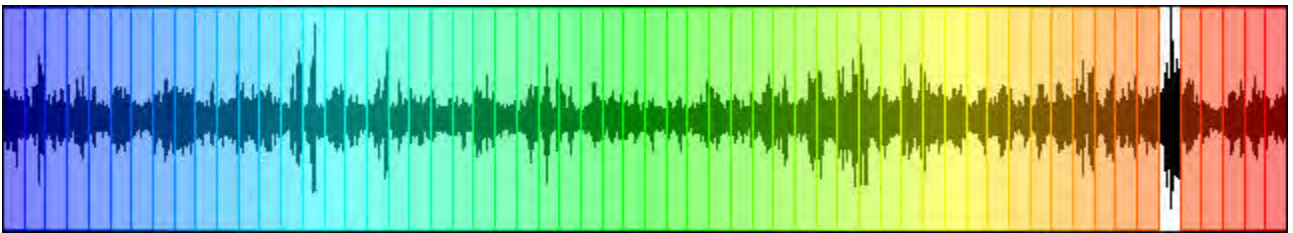
*Windows count:* 59

*Average windows length:* 20

*Signal coverage:* 98.33%

11625 Counts

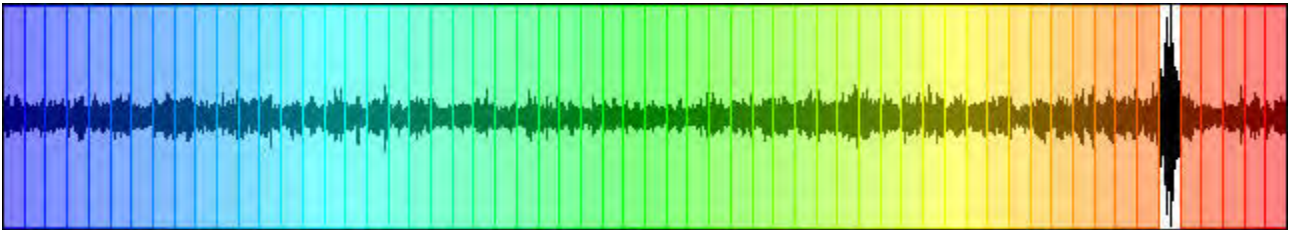
**CHANNEL #1 [V]**



-9299 Counts

24280 Counts

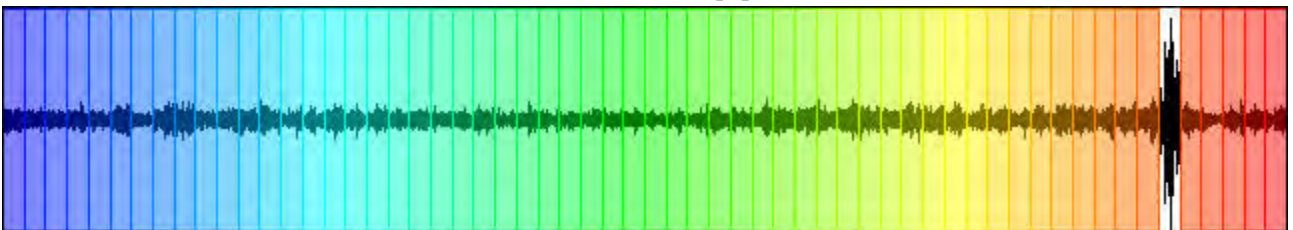
**CHANNEL #2 [N]**



-24022 Counts

39025 Counts

**CHANNEL #3 [E]**



-42731 Counts

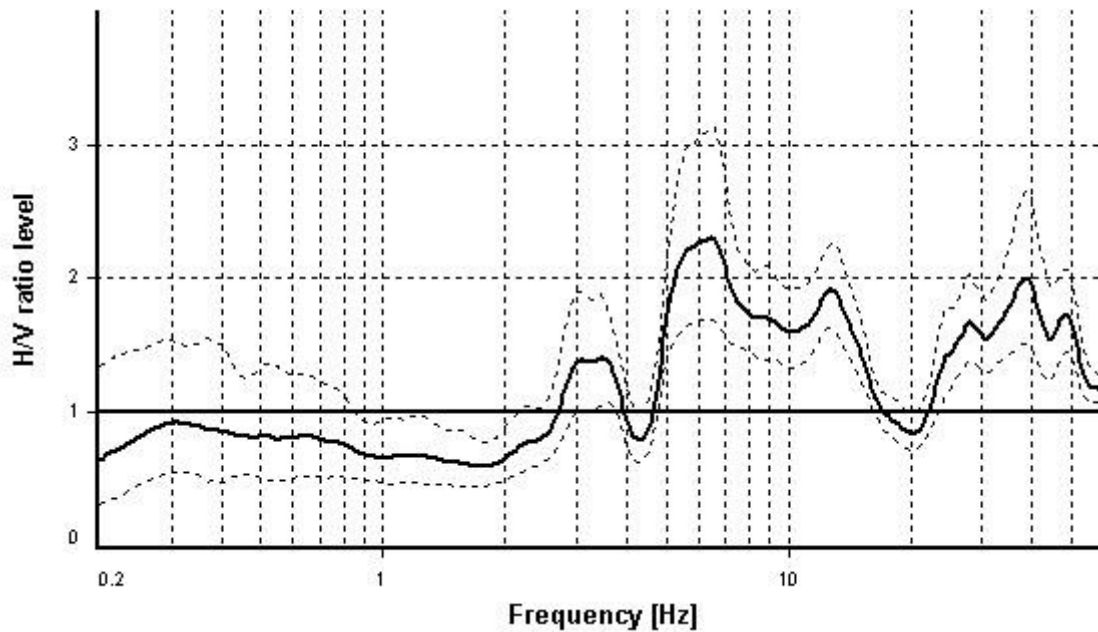
## HVSR ANALYSIS

*Tapering:* Enabled (Bandwidth = 10%)

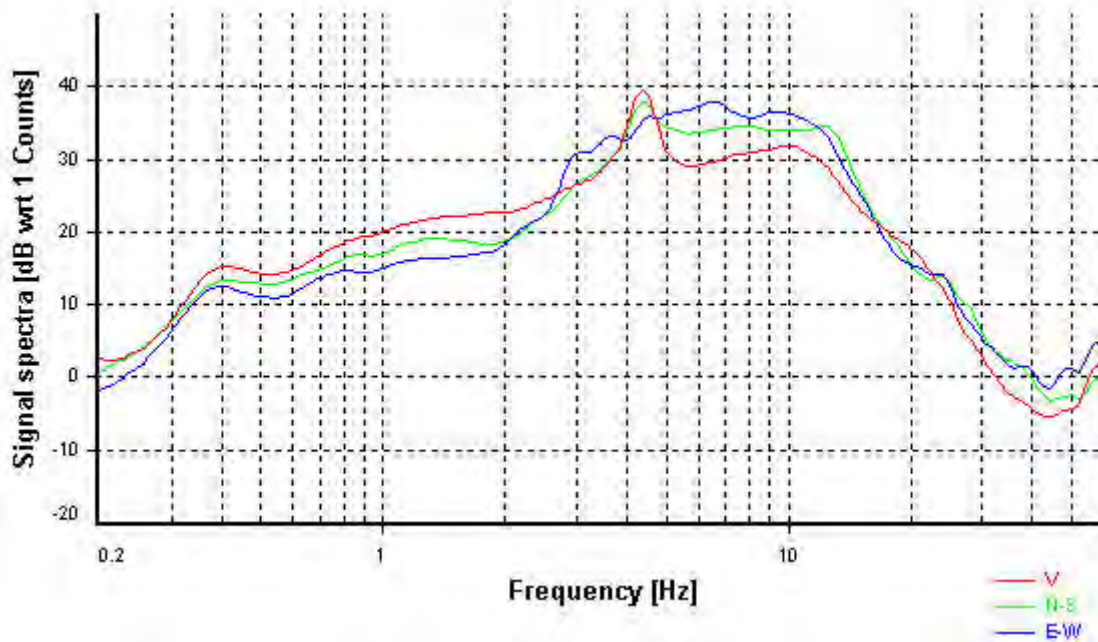
*Smoothing:* Proportional triangular (Bandwidth coefficient = 10)

*Instrumental correction:* Disabled

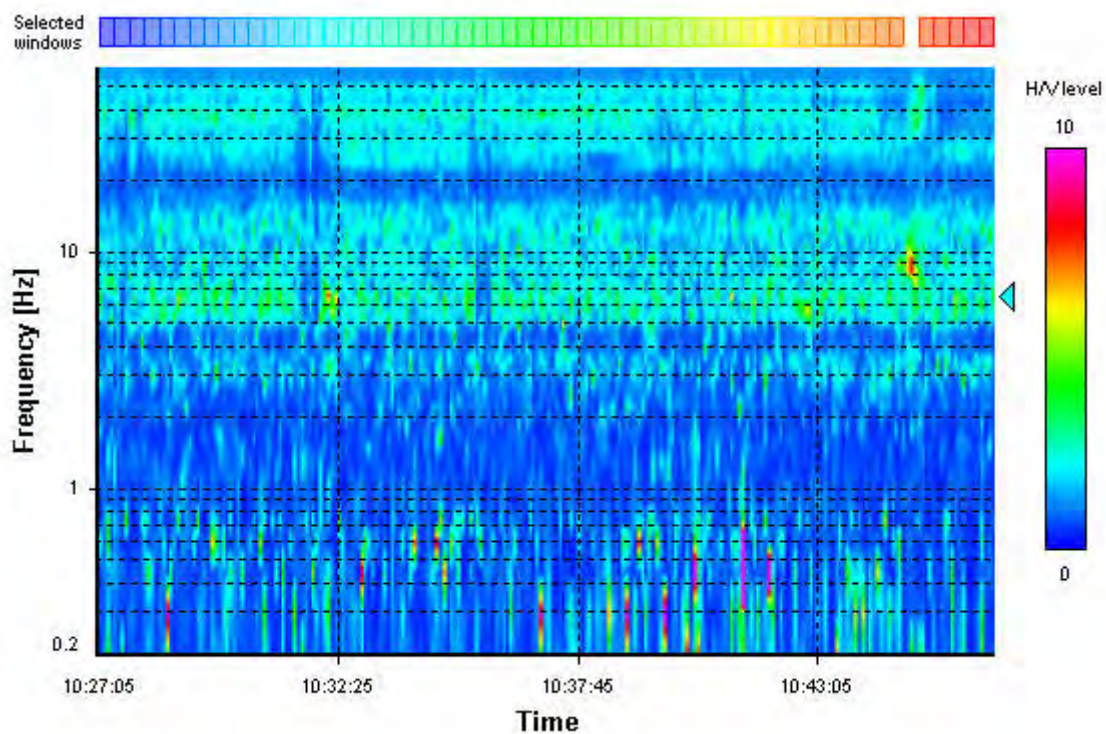
### HVSR average



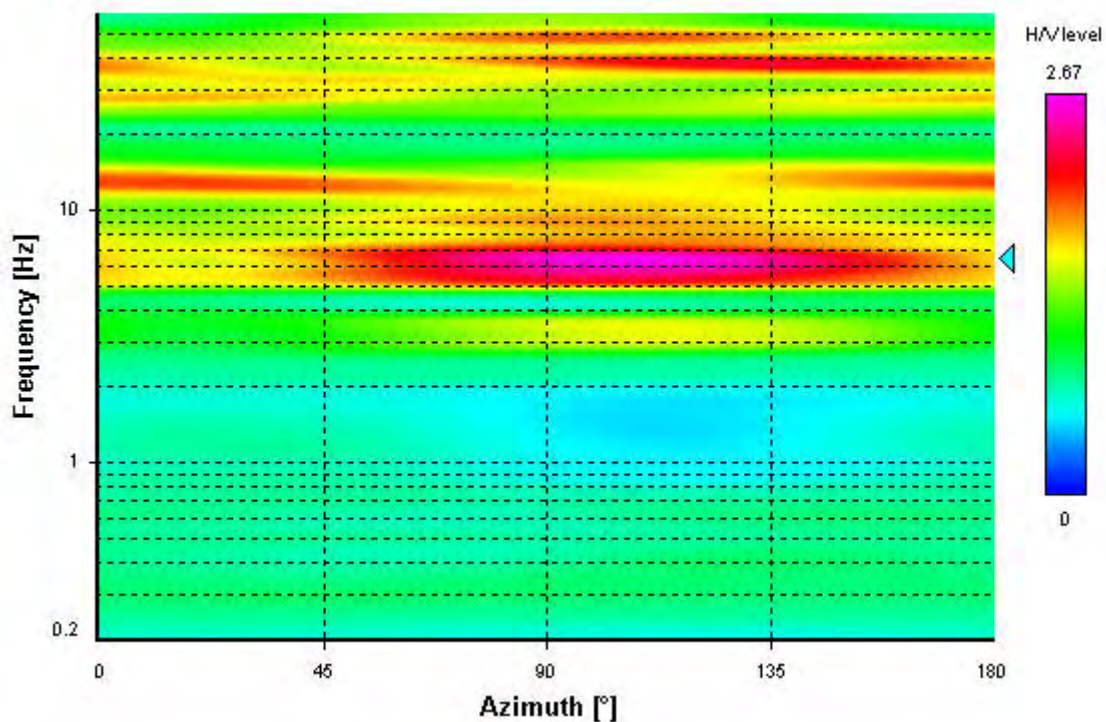
### Signal spectra average



### HVSR time-frequency analysis (5 seconds windows)



### HVSR directional analysis



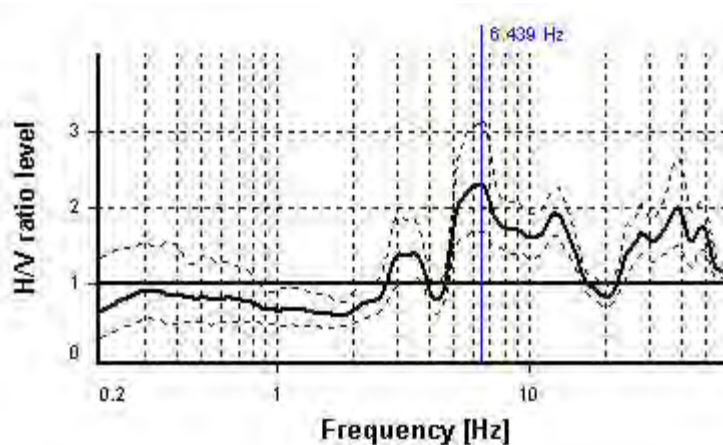
## SESAME CRITERIA

**Selected  $f_0$  frequency**

**6.439 Hz**

**$A_0$  amplitude = 2.306**

**Average  $f_0$  =  $6.331 \pm 0.879$**



HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	59 valid windows (length > 1.55 s) out of 59	OK
$n_c(f_0) > 200$	7598.45 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 73	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f \text{ in } [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$	4.6559 Hz	OK
$\exists f^+ \text{ in } [f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	16.39806 Hz	OK
$A_0 > 2$	2.31 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	1.89% <= 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.87946 >= 0.32197	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.35882 < 1.58	OK
Overall criteria fulfillment		OK

# **ALLEGATO D**

## **DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**



Foto 1 - Esecuzione prova penetrometrica dinamica DPHS (P1)



Foto 2 - Esecuzione prova penetrometrica dinamica DPHS (P2)



Foto 3 - Esecuzione prova penetrometrica dinamica DPHS (P3)



Foto 4 - Ubicazione ed esecuzione indagine sismica mediante metodologia MASW



Foto 5 - Particolare della foto precedente



Foto 6- Esecuzione prova sismica (Tr1) mediante metodologia HVSR (Tr1)



Foto 7 - Ubicazione ed esecuzione prova sismica (Tr2) mediante metodologia HVSR



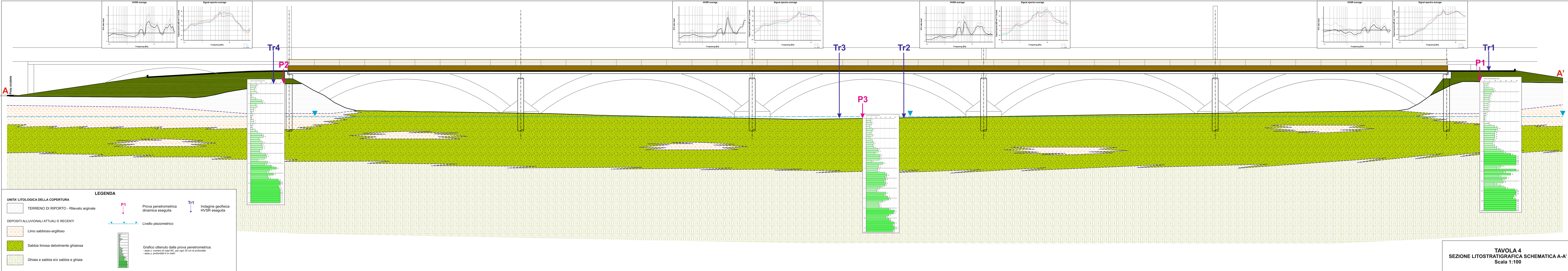
Foto 8 - Ubicazione ed esecuzione prova sismica (Tr3) mediante metodologia HVSR



Foto 9 - Esecuzione prova sismica (Tr4) mediante metodologia HVSR

TAV. 3 - PLANIMETRIA UBICAZIONE INDAGINI - Scala 1:1.000  
COMUNI DI ALTIDONA E PEDASO - RE.CI.PRO.CI RETE CICLOPEDONALE PROTETTA





## **ALLEGATO A**

**N. 3 CERTIFICATI DELLE PROVE PENETROMETRICHE  
DINAMICHE (DPSH) ESEGUITE P1 – P2 – P3**



## ALL. A - PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE (DPSH) P1 – P2 – P3

Committente: Geol. Giuseppe Capponi Cantiere: Progetto Ponte Ciclo-Pedonale su F.Aso Località: Pedaso (FM) – Marina di Altidona (FM)	
--	--

### Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH TG 63-200 PAGANI

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	0,63 Kg
Diametro punta conica	51,00 mm
Area di base punta	20,43 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6,31 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,40 m
Avanzamento punta	0,20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1,47
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

## PROVA P1

Strumento utilizzato...

DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data

27/11/2017

Profondità prova

13,00 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,20	4	0,855	35,92	42,03	1,80	2,10
0,40	3	0,851	26,82	31,52	1,34	1,58
0,60	3	0,847	24,50	28,93	1,23	1,45
0,80	8	0,843	65,06	77,15	3,25	3,86
1,00	9	0,840	72,88	86,79	3,64	4,34
1,20	7	0,836	56,45	67,50	2,82	3,38
1,40	6	0,833	48,19	57,86	2,41	2,89
1,60	5	0,830	36,96	44,55	1,85	2,23
1,80	5	0,826	36,82	44,55	1,84	2,23
2,00	5	0,823	36,68	44,55	1,83	2,23
2,20	4	0,820	29,23	35,64	1,46	1,78
2,40	4	0,817	29,13	35,64	1,46	1,78
2,60	4	0,814	26,97	33,13	1,35	1,66
2,80	3	0,811	20,16	24,85	1,01	1,24
3,00	4	0,809	26,79	33,13	1,34	1,66
3,20	2	0,806	13,35	16,56	0,67	0,83
3,40	2	0,803	13,31	16,56	0,67	0,83
3,60	1	0,801	6,20	7,74	0,31	0,39
3,80	1	0,798	6,18	7,74	0,31	0,39
4,00	1	0,796	6,16	7,74	0,31	0,39
4,20	4	0,794	24,56	30,94	1,23	1,55
4,40	5	0,791	30,61	38,68	1,53	1,93
4,60	10	0,789	57,27	72,57	2,86	3,63
4,80	13	0,737	69,54	94,34	3,48	4,72
5,00	11	0,785	62,67	79,83	3,13	3,99
5,20	10	0,783	56,82	72,57	2,84	3,63
5,40	10	0,781	56,68	72,57	2,83	3,63
5,60	10	0,779	53,25	68,34	2,66	3,42
5,80	10	0,777	53,12	68,34	2,66	3,42
6,00	9	0,775	47,70	61,51	2,38	3,08
6,20	8	0,774	42,30	54,67	2,12	2,73
6,40	8	0,772	42,21	54,67	2,11	2,73
6,60	10	0,770	49,75	64,58	2,49	3,23
6,80	12	0,769	59,57	77,49	2,98	3,87
7,00	16	0,717	74,10	103,33	3,71	5,17
7,20	18	0,716	83,19	116,24	4,16	5,81
7,40	25	0,664	107,23	161,45	5,36	8,07
7,60	30	0,663	121,69	183,63	6,08	9,18
7,80	32	0,611	119,73	195,87	5,99	9,79
8,00	35	0,610	130,66	214,23	6,53	10,71
8,20	37	0,609	137,82	226,47	6,89	11,32
8,40	35	0,607	130,09	214,23	6,50	10,71
8,60	16	0,706	65,71	93,08	3,29	4,65
8,80	12	0,755	52,68	69,81	2,63	3,49
9,00	30	0,653	114,05	174,52	5,70	8,73
9,20	18	0,702	73,54	104,71	3,68	5,24
9,40	25	0,651	94,69	145,43	4,73	7,27
9,60	14	0,700	54,31	77,59	2,72	3,88
9,80	21	0,649	75,52	116,39	3,78	5,82
10,00	17	0,698	65,74	94,22	3,29	4,71
10,20	18	0,697	69,50	99,76	3,47	4,99
10,40	10	0,746	41,32	55,42	2,07	2,77
10,60	16	0,694	58,80	84,68	2,94	4,23
10,80	20	0,693	73,39	105,85	3,67	5,29
11,00	29	0,642	98,59	153,48	4,93	7,67
11,20	30	0,641	101,82	158,77	5,09	7,94
11,40	32	0,590	99,97	169,35	5,00	8,47
11,60	28	0,639	90,64	141,79	4,53	7,09
11,80	27	0,638	87,26	136,72	4,36	6,84
12,00	34	0,587	101,10	172,17	5,06	8,61
12,20	32	0,586	94,99	162,04	4,75	8,10
12,40	35	0,585	103,71	177,24	5,19	8,86
12,60	36	0,584	102,08	174,75	5,10	8,74
12,80	30	0,633	92,20	145,63	4,61	7,28
13,00	30	0,632	92,05	145,63	4,60	7,28

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
0,6	3,33	34,16	Incoerente	1,53	1,89	0,05	1,47	4,9	terreno vegetale
4,4	4,21	37,44	Incoerente	1,59	1,89	0,39	1,47	6,19	sabbia limosa
6,8	10,08	70,12	Incoerente	1,88	1,95	0,92	1,47	14,82	sabbia debolmenteghiaiiosa
10,6	22,37	133,21	Incoerente	2,16	2,06	1,56	1,47	32,88	sabbia ghiaiosa
13	30,25	153,62	Incoerente	2,22	2,13	2,23	1,47	44,47	ghiaia sabbiosa

#### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P1

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Angolo di resistenza al taglio (°)	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Elastico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm <sup>2</sup> )	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) terreno vegetale	0,00-0,60	4,9	Incoerente	1,41	1,88	23,57	89,25	71,07	0,34	289,53	71,39
Strato (2) sabbia limosa	0,60-4,40	6,19	Incoerente	1,43	1,89	24,64	102,75	77,91	0,34	360,66	111,91
Strato (3) sabbia debolmente ghiaiosa	4,40-6,80	14,82	Incoerente	1,54	1,96	29,91	193,02	123,65	0,33	819,43	152,08
Strato (4) sabbia ghiaiosa	6,80-10,60	32,88	Incoerente	1,72	2,07	37,21	394,42	388,68	0,29	1733,12	190,05
Strato (5) ghiaia sabbiosa	10,60-13,00	44,47	Incoerente	1,82	2,13	40,83	520,05	525,45	0,27	2301,95	212,38

## PROVA P2

Strumento utilizzato...  
Prova eseguita in data  
Profondità prova

DPSH TG 63-200 PAGANI  
27/11/2017  
12,00 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,20	6	0,855	53,88	63,04	2,69	3,15
0,40	5	0,851	44,70	52,54	2,23	2,63
0,60	4	0,847	32,67	38,57	1,63	1,93
0,80	4	0,843	32,53	38,57	1,63	1,93
1,00	6	0,840	48,59	57,86	2,43	2,89
1,20	1	0,836	8,06	9,64	0,40	0,48
1,40	1	0,833	8,03	9,64	0,40	0,48
1,60	5	0,830	36,96	44,55	1,85	2,23
1,80	11	0,826	81,00	98,02	4,05	4,90
2,00	12	0,823	88,02	106,93	4,40	5,35
2,20	5	0,820	36,54	44,55	1,83	2,23
2,40	6	0,817	43,69	53,47	2,18	2,67
2,60	3	0,814	20,23	24,85	1,01	1,24
2,80	3	0,811	20,16	24,85	1,01	1,24
3,00	1	0,809	6,70	8,28	0,33	0,41
3,20	2	0,806	13,35	16,56	0,67	0,83
3,40	1	0,803	6,65	8,28	0,33	0,41
3,60	1	0,801	6,20	7,74	0,31	0,39
3,80	3	0,798	18,53	23,21	0,93	1,16
4,00	3	0,796	18,47	23,21	0,92	1,16
4,20	2	0,794	12,28	15,47	0,61	0,77
4,40	1	0,791	6,12	7,74	0,31	0,39
4,60	2	0,789	11,45	14,51	0,57	0,73
4,80	5	0,787	28,56	36,28	1,43	1,81
5,00	7	0,785	39,88	50,80	1,99	2,54
5,20	11	0,783	62,50	79,83	3,13	3,99
5,40	13	0,731	68,97	94,34	3,45	4,72
5,60	8	0,779	42,60	54,67	2,13	2,73
5,80	9	0,777	47,81	61,51	2,39	3,08
6,00	12	0,775	63,60	82,01	3,18	4,10
6,20	11	0,774	58,16	75,18	2,91	3,76
6,40	12	0,772	63,31	82,01	3,17	4,10
6,60	12	0,770	59,70	77,49	2,98	3,87
6,80	9	0,769	44,68	58,12	2,23	2,91
7,00	9	0,767	44,59	58,12	2,23	2,91
7,20	15	0,716	69,32	96,87	3,47	4,84
7,40	16	0,714	73,79	103,33	3,69	5,17
7,60	14	0,713	61,07	85,69	3,05	4,28
7,80	7	0,761	32,62	42,85	1,63	2,14
8,00	17	0,710	73,87	104,05	3,69	5,20
8,20	14	0,709	60,72	85,69	3,04	4,28
8,40	21	0,657	84,48	128,54	4,22	6,43
8,60	26	0,656	99,22	151,25	4,96	7,56
8,80	19	0,705	77,89	110,53	3,89	5,53
9,00	16	0,703	65,48	93,08	3,27	4,65
9,20	23	0,652	87,27	133,80	4,36	6,69
9,40	17	0,701	69,34	98,89	3,47	4,94
9,60	18	0,700	69,83	99,76	3,49	4,99
9,80	28	0,649	100,69	155,19	5,03	7,76
10,00	32	0,598	106,01	177,36	5,30	8,87
10,20	30	0,647	107,51	166,27	5,38	8,31
10,40	28	0,646	100,18	155,19	5,01	7,76
10,60	29	0,644	98,91	153,48	4,95	7,67
10,80	34	0,593	106,77	179,94	5,34	9,00
11,00	35	0,592	109,72	185,23	5,49	9,26
11,20	30	0,641	101,82	158,77	5,09	7,94
11,40	32	0,590	99,97	169,35	5,00	8,47
11,60	36	0,589	107,42	182,30	5,37	9,11
11,80	32	0,588	95,32	162,04	4,77	8,10
12,00	34	0,587	101,10	172,17	5,06	8,61

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1	5	50,12	Incoerente	1,63	1,9	0,08	1,47	7,35	terreno vegetale
1,4	1	9,64	Incoerente	1,38	1,87	0,19	1,47	1,47	limo sabbioso
2,4	7,8	69,5	Incoerente	1,78	1,93	0,31	1,47	11,47	sabbia limosa
4,8	2,25	17,58	Incoerente	1,46	1,88	0,57	1,47	3,31	limo sabbioso
7,8	11	73,52	Incoerente	1,9	1,95	1,03	1,47	16,17	sabbia debolmenteghiaiata
9,6	19	111,73	Incoerente	2,11	2,03	1,51	1,47	27,93	sabbia ghiaiosa
12	31,67	168,11	Incoerente	2,23	2,14	1,96	1,47	46,55	ghiaia sabbiosa

#### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P2

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Angolo di resistenza al taglio (°)	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Elastico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm <sup>2</sup> )	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) terreno vegetale	0,00-1,00	7,35	Incoerente	1,44	1,90	25,5	42,56	---	0,34	423,86	84,51
Strato (2) limo sabbioso	1,00-1,40	1,47	Incoerente	1,36	1,85	19,7	30,48	---	0,35	93,37	75,74
Strato (3) sabbia limosa	1,40-2,40	11,47	Incoerente	1,50	1,93	28,12	51,02	132,35	0,33	644,03	118,09
Strato (4) limo sabbioso	2,40-4,80	3,31	Incoerente	1,39	1,87	22,05	72,62	62,64	0,35	200,24	107,75
Strato (5) sabbia debolmente ghiaiosa	4,80-7,80	16,17	Incoerente	1,55	1,97	30,57	207,14	130,80	0,32	889,41	157,94
Strato (6) sabbia ghiaiosa	7,80-9,60	27,93	Incoerente	1,68	2,04	35,47	340,76	330,27	0,3	1486,69	184,76
Strato (7) ghiaia sabbiosa	9,60-12,00	46,55	Incoerente	1,83	2,14	41,42	542,60	549,99	0,26	2403,02	210,44

## PROVA P3

Strumento utilizzato...  
Prova eseguita in data  
Profondità prova

DPSH TG 63-200 PAGANI  
27/11/2017  
11,40 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,20	5	0,855	44,90	52,54	2,24	2,63
0,40	5	0,851	44,70	52,54	2,23	2,63
0,60	6	0,847	49,01	57,86	2,45	2,89
0,80	4	0,843	32,53	38,57	1,63	1,93
1,00	4	0,840	32,39	38,57	1,62	1,93
1,20	7	0,836	56,45	67,50	2,82	3,38
1,40	6	0,833	48,19	57,86	2,41	2,89
1,60	4	0,830	29,57	35,64	1,48	1,78
1,80	7	0,826	51,54	62,38	2,58	3,12
2,00	3	0,823	22,01	26,73	1,10	1,34
2,20	5	0,820	36,54	44,55	1,83	2,23
2,40	7	0,817	50,97	62,38	2,55	3,12
2,60	8	0,814	53,95	66,25	2,70	3,31
2,80	7	0,811	47,04	57,97	2,35	2,90
3,00	8	0,809	53,58	66,25	2,68	3,31
3,20	12	0,806	80,10	99,38	4,01	4,97
3,40	13	0,753	81,11	107,66	4,06	5,38
3,60	9	0,801	55,76	69,62	2,79	3,48
3,80	15	0,748	86,84	116,03	4,34	5,80
4,00	14	0,746	80,79	108,30	4,04	5,41
4,20	14	0,744	80,54	108,30	4,03	5,41
4,40	6	0,791	36,73	46,41	1,84	2,32
4,60	18	0,739	96,56	130,62	4,83	6,53
4,80	13	0,737	69,54	94,34	3,48	4,72
5,00	13	0,735	69,34	94,34	3,47	4,72
5,20	12	0,783	68,19	87,08	3,41	4,35
5,40	12	0,781	68,02	87,08	3,40	4,35
5,60	20	0,729	99,66	136,68	4,98	6,83
5,80	22	0,677	101,83	150,35	5,09	7,52
6,00	20	0,725	99,16	136,68	4,96	6,83
6,20	21	0,674	96,69	143,52	4,83	7,18
6,40	19	0,722	93,75	129,85	4,69	6,49
6,60	21	0,670	90,91	135,61	4,55	6,78
6,80	20	0,719	92,83	129,16	4,64	6,46
7,00	15	0,717	69,47	96,87	3,47	4,84
7,20	12	0,766	59,33	77,49	2,97	3,87
7,40	11	0,764	54,28	71,04	2,71	3,55
7,60	21	0,663	85,18	128,54	4,26	6,43
7,80	19	0,711	82,72	116,30	4,14	5,81
8,00	23	0,660	92,90	140,78	4,65	7,04
8,20	24	0,659	96,74	146,90	4,84	7,35
8,40	18	0,707	77,92	110,18	3,90	5,51
8,60	13	0,706	53,39	75,62	2,67	3,78
8,80	14	0,705	57,39	81,44	2,87	4,07
9,00	14	0,703	57,29	81,44	2,86	4,07
9,20	24	0,652	91,07	139,62	4,55	6,98
9,40	30	0,651	113,63	174,52	5,68	8,73
9,60	29	0,650	104,47	160,73	5,22	8,04
9,80	24	0,649	86,30	133,02	4,32	6,65
10,00	21	0,648	75,39	116,39	3,77	5,82
10,20	24	0,647	86,01	133,02	4,30	6,65
10,40	26	0,646	93,02	144,10	4,65	7,21
10,60	32	0,594	100,67	169,35	5,03	8,47
10,80	28	0,643	95,34	148,19	4,77	7,41
11,00	30	0,642	101,98	158,77	5,10	7,94
11,20	30	0,641	101,82	158,77	5,09	7,94
11,40	28	0,640	94,88	148,19	4,74	7,41

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
3	5,73	52,51	Incoerente	1,67	1,91	0,25	1,47	8,42	sabbia limosa
5,4	12,58	95,76	Incoerente	1,96	1,97	0,74	1,47	18,49	sabbia debolmenteghiaiosa
9	18,17	116,03	Incoerente	2,1	2,02	1,35	1,47	26,71	sabbia ghiaiosa
11,4	27,17	148,72	Incoerente	2,2	2,1	1,99	1,47	39,94	ghiaia sabbiosa

#### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P3

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Angolo di resistenza al taglio (°)	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Elastico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm <sup>2</sup> )	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) sabbia limosa	0,00-3,00	8,42	Incoerente	1,46	1,91	26,24	126,07	89,73	0,34	481,62	106,95
Strato (2) sabbia debolmente ghiaiosa	3,00-5,40	18,49	Incoerente	1,58	1,98	31,65	231,41	143,10	0,32	1008,87	149,48
Strato (3) sabbia ghiaiosa	5,40-9,00	26,71	Incoerente	1,67	2,04	35,02	327,54	315,88	0,3	1425,56	176,77
Strato (4) ghiaia sabbiosa	9,00-11,40	39,94	Incoerente	1,78	2,11	39,48	470,95	471,99	0,27	2080,83	202,69



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

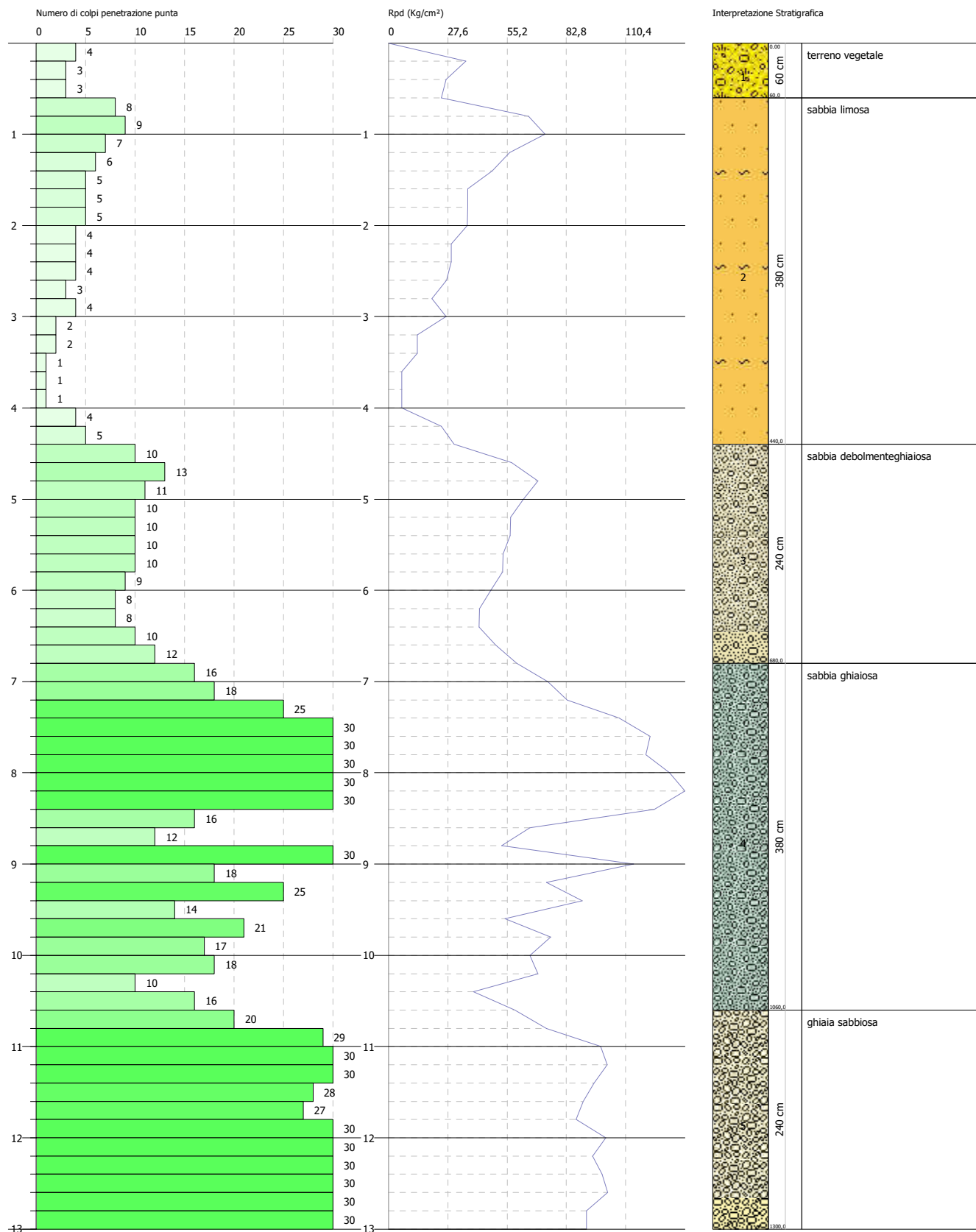
STRATI  
Indagini Geognostiche sas  
Civitanova Marche  
Macerata

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Capponi  
Descrizione: Progetto ponte ciclabile su fiume Aso  
Località: Pedaso

Data: 27/11/2017

Scala 1:61





**STRATI Indagini Geognostiche**  
Via Velluti 118 MACERATA  
via Piave 5 CIVITANOVA M.  
Tel. 0733 28 34 69 - 389 57 18 641  
fax 0733 28 78 24 [info@provepenetrometriche.it](mailto:info@provepenetrometriche.it)

STRATI  
Indagini Geognostiche sas  
Civitanova Marche  
Macerata

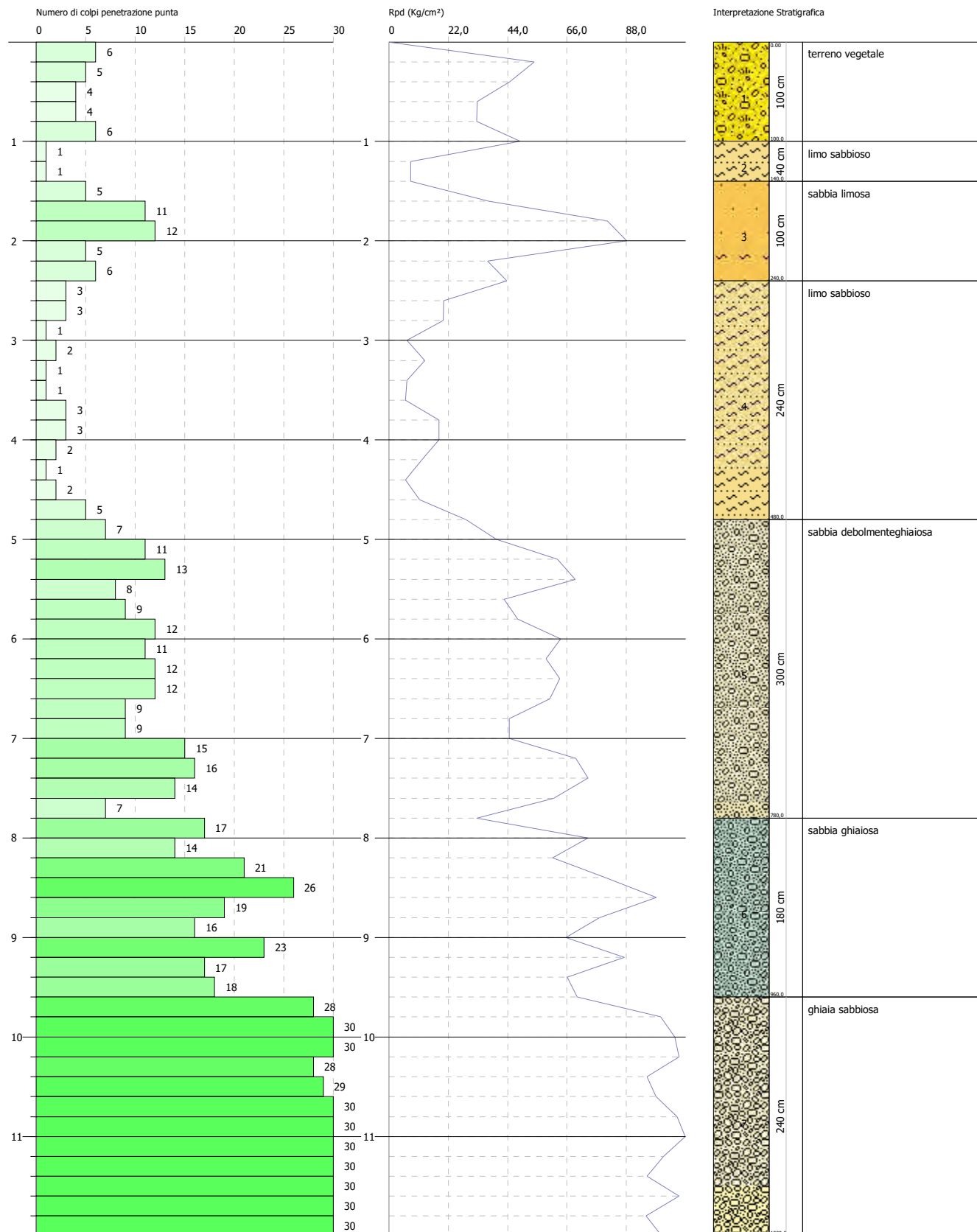
## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2

### Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Capponi  
Descrizione: Progetto ponte ciclabile su fiume Aso  
Località: Pedaso

Data: 27/11/2017

Scala 1:56





**STRATI Indagini Geognostiche**  
Via Velluti 118 MACERATA  
via Piave 5 CIVITANOVA M.  
Tel. 0733 28 34 69 - 389 57 18 641  
fax 0733 28 78 24 [info@provepenetrometriche.it](mailto:info@provepenetrometriche.it)

STRATI  
Indagini Geognostiche sas  
Civitanova Marche  
Macerata

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Capponi  
Descrizione: Progetto ponte ciclabile su fiume Aso  
Località: Pedaso

Data: 27/11/2017

Scala 1:53

