



CONSORZIO DI BONIFICA CENTRO

Bacino Saline - Pescara - Alento - Foro
CHIETI



Oggetto:

**INTERVENTI PER L'AMMODERNAMENTO DELLE CONDOTTE
ADDUTTRICI DELL' IMPIANTO IRRIGUO TAVO - SALINE
- PRIMO LOTTO -**

PROGETTO ESECUTIVO

Elaborato:

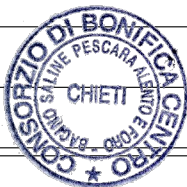
**RELAZIONE GEOLOGICA E RELAZIONE GEOTECNICA
- QUADERNO DELLE INDAGINI -**

Numero Elab.

A.17.00

Scala :-:--

DATA **23 GIU. 2017**

REV.	DATA	DESCRIZIONE
	28 GEN. 2021	

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Massimiliano Giardinelli

IL PROGETTISTA

Ing. Cesare Garofalo

IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA

Geom. Giovanni Cavalli

Visti e/o pareri

CONSORZIO DI BONIFICA CENTRO

BACINO SALINE - PESCARA - ALENTO - FORO

- via Gizio n.36 * 66100 Chieti -

◇◇◇

**Progetto Preliminare per l'ammodernamento
delle condotte adduttrici dell'impianto irriguo Tavo - Saline**

* Comuni : Loreto Aprutino - Collecervino - Moscufo - Cappelle sul T. - Montesilvano C. *

◇◇◇

◇◇◇

**RELAZIONE GEOLOGICA E
RELAZIONE GEOTECNICA**

*** QUADERNO DELLE INDAGINI ***

◇◇◇

◇◇◇

Luglio 2015



CONSORZIO DI BONIFICA CENTRO

BACINO SALINE - PESCARA - ALENTO - FORO

- via Gizio n.36 * 66100 Chieti -

◇◇◇

**Progetto Preliminare per l'ammodernamento
delle condotte adduttrici dell'impianto irriguo Tavo - Saline**

* Comuni : Loreto Aprutino - Collecervino - Moscufo - Cappelle sul T. - Montesilvano C. *

◇◇◇

**RELAZIONE GEOLOGICA E
RELAZIONE GEOTECNICA**

*** QUADERNO DELLE INDAGINI ***

◇◇◇

Luglio 2015

I RELATORI
Dott. Geol. **Luigi MARINELLI**
Dott. Geol. **Gerardo MARINELLI**





** S O M M A R I O

- ** OPERE IDRAULICHE * INDAGINI E RILIEVI
- ** PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE * D.P.S.H.
- ** INDAGINE SISMICA
- ** ALLEGATO N.1 - 1° ATTRAVERSAMENTO DEL FIUME TAVO
- ** ALLEGATO N.2 - 2° ATTRAVERSAMENTO DEL FIUME TAVO
- ** ALLEGATO N.3 - 3° ATTRAVERSAMENTO FOSSO BOTTARANA
- ** ALLEGATO N.4 - CONSOLIDAMENTO VASCA DISTRETTI NN:13-14
- ** ALLEGATO N.5 - RELAZIONE MICROTREMORI
- *Tecnica d'indagine HVRS*



CONSORZIO DI BONIFICA CENTRO

BACINO SALINE - PESCARA - ALENTO - FORO

- via Gizio n.36 * 66100 Chieti -



Progetto Preliminare per l'ammodernamento delle condotte adduttrici dell'impianto irriguo Tavo - Saline

* Comuni : Loreto Aprutino - Collecervino - Moscufo - Cappelle sul T. - Montesilvano C. *



* QUADERNO DELLE INDAGINI *

**** OPERE IDRAULICHE * INDAGINI E RILIEVI**

Nel presente fascicolo vengono riportati i risultati dei rilievi e delle indagini geognostiche, geotecniche e sismiche eseguite (Vedi *ALLEGATI*) a corredo del progetto preliminare relativo agli interventi *di ammodernamento delle condotte adduttrici dell'impianto irriguo Tavo - Saline*.

Le indagini ed i rilievi effettuati sono stati limitati, trattandosi di un *PROGETTO PRELIMINARE*, alle opere idrauliche geotecnicamente più importanti, progettualmente più impegnative; in particolare sono state indagate le aree coinvolte nei progetti di:

- 1° attraversamento del fiume Tavo, vedi → ALLEGATO N.1;
- 2° attraversamento del fiume Tavo, vedi → ALLEGATO N.2;
- 3° attraversamento del fosso Bottarane, vedi → ALLEGATO N.3;
- Consolidamento vasca dei distretti 13-14, vedi → ALLEGATO N.4.

Nell' ALLEGATO N.5 → *RELAZIONE MICROTREMORI* si descrive l'indagine sismica consistita in misure a stazione singola di microtemori al suolo, elaborate secondo la tecnica HVSr, la quale ha consentito l'individuazione immediata della frequenza di risonanza fondamentale del suolo.

Come programmato le indagini sono consistite:

- nel rilevamento fotografico e stratigrafico delle formazioni litologiche in bella mostra sulle sponde e sul fondo dell'alveo fluviale;
- nell'apertura di trincee geognostiche, di pozzetti esplorativi;
- nella esecuzione di un numero adeguato di prove di compressione semplice sulle pareti delle trincee geognostiche e sulle sponde fluviali mediante il pocket penetrometer;
- nella esecuzione di prove penetrometriche dinamiche tipo superpesante Dynamic Penetrometer Super Heavy, D.P.S.H.;
- nella misure di sismica passiva di microtremiti; nonché
- nella definizione delle pericolosità sismiche.

Le ubicazioni dei punti d'indagine sono riportate nelle PLANIMETRIE DELLE INDAGINI, in scala 1:5.000.



**** PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE * D.P.S.H.**

A completamento ed integrazione delle indagini effettuate sono state eseguite n° 2 prove penetrometriche dinamiche continue superpesanti * D.P.S.H..

La prova penetrometrica dinamica consiste, invece, nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi δ) misurando il numero di colpi N necessari.

Le prove penetrometriche dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, in virtù della loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione e interpretazione consente di “visualizzare” il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e correlazioni dirette con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di definire, sia pure con prudenza, la consistenza dei terreni coesivi e l'addensamento dei terre incoerenti.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari Autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono:

- peso massa battente M
- altezza libera caduta H
- punta conica: diametro base cono D , area base A (angolo di apertura α)
- avanzamento (penetrazione) δ

TABELLA 1

Caratteristiche tecnico-strumentali delle attrezzature utilizzate per le prove D.S.P.H.

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di

Tipo	Sigla di riferimento	Peso della massa M (kg)	Profondità massima dell' indagine (m)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	$M \geq 60$	25

penetrometri dinamici (v. Tab.1, con indicazione, in grassetto, dell'attrezzatura utilizzata), si rileva una suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente).



**** INDAGINE SISMICA**

L'indagine è consistita in n. 4 misure a stazione singola di microtremori al suolo elaborate secondo la tecnica *HVSR* che consente la misura immediata della frequenza di risonanza fondamentale del sottosuolo e la determinazione delle $V_{s,30}$ sfruttando, mediante inversione, la tecnica del confronto degli spettri singoli e dei rapporti *H/V* misurati con quelli "sintetici" (cioè con quelli calcolati relativamente al campo d'onde completo di un modello 3D) ed anche, sia pure entro certi limiti, la valutazione delle amplificazioni di sito (Vedi ALLEGATO N. 5: *RELAZIONE MICROTREMORI* .

L'interpretazione è tanto più soddisfacente, e il modello tanto più vicino alla realtà, quanto più i dati misurati e quelli sintetici sono vicini (Aki, 1964; Ben-Menahem e Singh, 1981; Arai e Tokimatsu, 2004).

L'ubicazione dei punti di misura è riportata nelle *Planimetrie delle Indagini*, in scala 1:5.000, di ciascun Settore.

Luglio 2015

RELATORI
Dott. Geol. ~~Luigi~~ MARINELLI
Dott. Geol. ~~Pier Paolo~~ MARINELLI
Luigi
MARINELLI
ORDINE DEI GEOL. ITALIANI
N. ISCRIZ. 53



CONSORZIO DI BONIFICA CENTRO

BACINO SALINE - PESCARA - ALENTO - FORO

- via Gizio n.36 * 66100 Chieti -

◇◇◇

Progetto Definitivo per l'ammodernamento delle condotte adduttrici dell'impianto irriguo Tavo - Saline

* Comuni : Loreto Aprutino - Collecervino - Moscufo - Cappelle sul T. - Montesilvano C. *

◇◇◇

ALLEGATO N.1

◇◇◇

BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME TAVO

CONDOTTA PASSO CORDONE → BACINO B.1

◇◇◇

1° ATTRAVERSAMENTO TAVO

◇◇◇

- 1 - Planimetria delle Indagini
 - 2 - Stratigrafia Trincea
 - 3 - Prove Penetrometriche D.P.S.H.
 - 4 - Indagine Sismica
 - 5 - Pericolosità Sismica
- Documentazione Fotografica

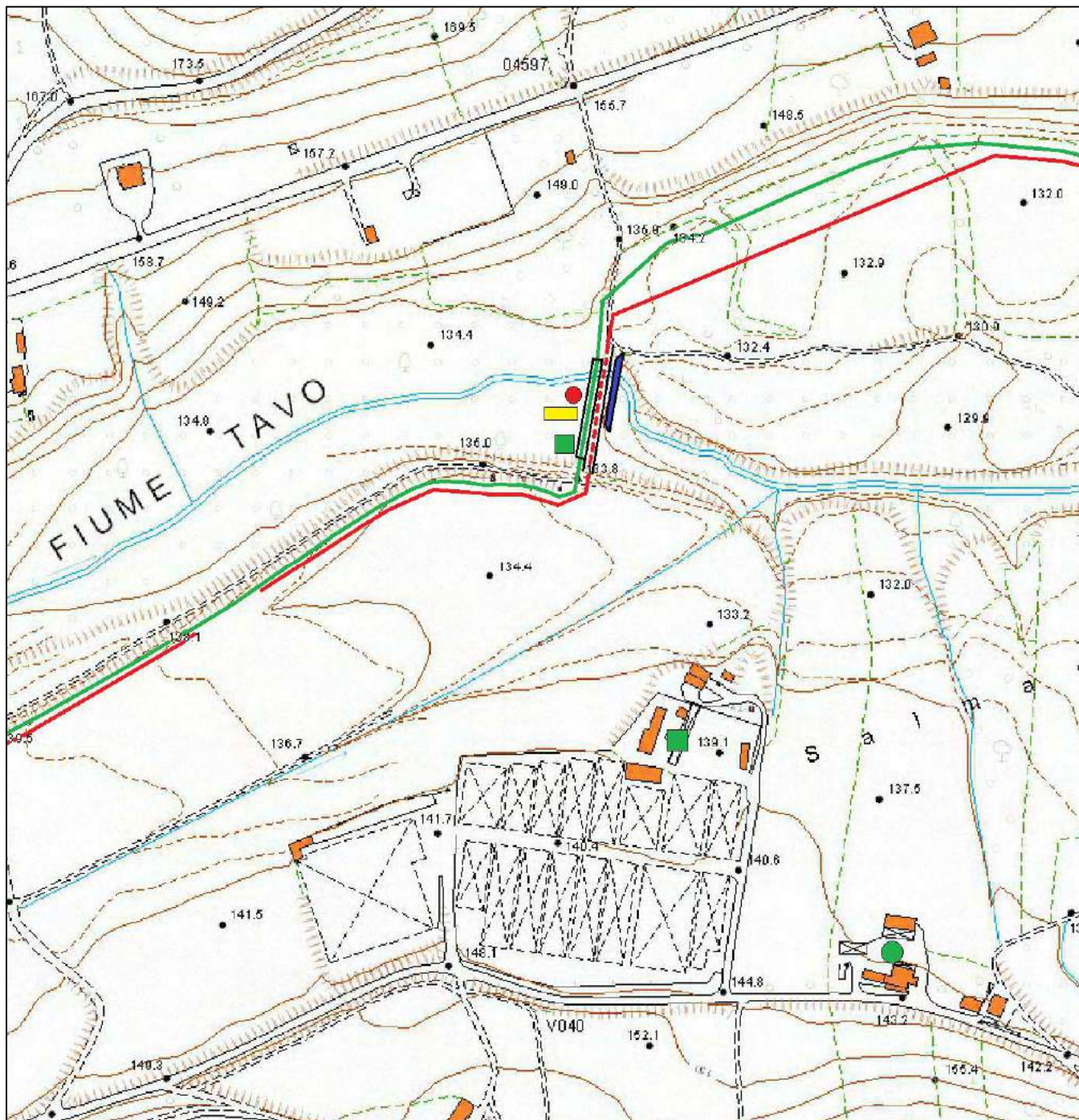
◇◇◇

◇◇◇

Luglio 2015

Dott. Geol. Luigi MARINELLI
Dott. Geol. Pierpaolo MARINELLI





BACINO IDROGRAFICO DEL TAVO

- Comune di Loreto Aprutino -



Località: 1° Attraversamento del Tavo



PLANIMETRIA DELLE INDAGINI










- *effettuate e storiche* -



- Scala 1:5000 -



LEGENDA

-  Condotta idrica esistente in dismissione
 -  Condotta irrigua adduttrice in progetto
 -  Attraversamento aereo, in dismissione
 -  Attraversamento subalveo in progetto
 -  Briglia rigida in calcestruzzo esistente
- ◆◆◆
-  Trincea geognostica con prove pocket
 -  Penetrometrie dinamiche * D.P.S.H.
 -  Sondaggio "rotary" con prove S.P.T.
 -  Indagine geofisica sismica, tromino



GEOTECNICA MARINELLI
Via Casere n. 47 * 66010 PRETORO - CH
Tel./fax: 0871.898169 * Cell.:3470715009

COMMITTENTE:
Consorzio di Bonifica Centro
BACINO SALINE - PESCARA - ALENTO - FORO
- via Gizio n.36 * 66100 Chieti -

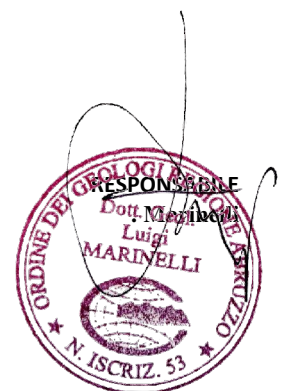
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

PROGETTO ESECUTIVO per e	LOCALITA': 1° attraversamento del fiume Tavo nel comune di Loreto Aprutino - Pe
------------------------------------	--

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

- Rif. Norme DIN 4094
- Peso Massa battente 63,5Kg
- Altezza di caduta libera 0,75m
- Peso sistema di battuta 0,63Kg
- Diametro punta conica 51,00mm
- Area di base punta 20,43cm²
- Lunghezza delle aste 1 m
- Peso aste a metro 6,31Kg/m
- Profon giunzione 1^a asta 0,40m
- Avanzamento punta 0,20m
- Numero colpi per punta N(20)
- Coeff. Correlazione 1,47
- Rivestimento/fanghi No
- Angolo apertura punta 90°

OPERATORE
Dott. Geol. G. Barone

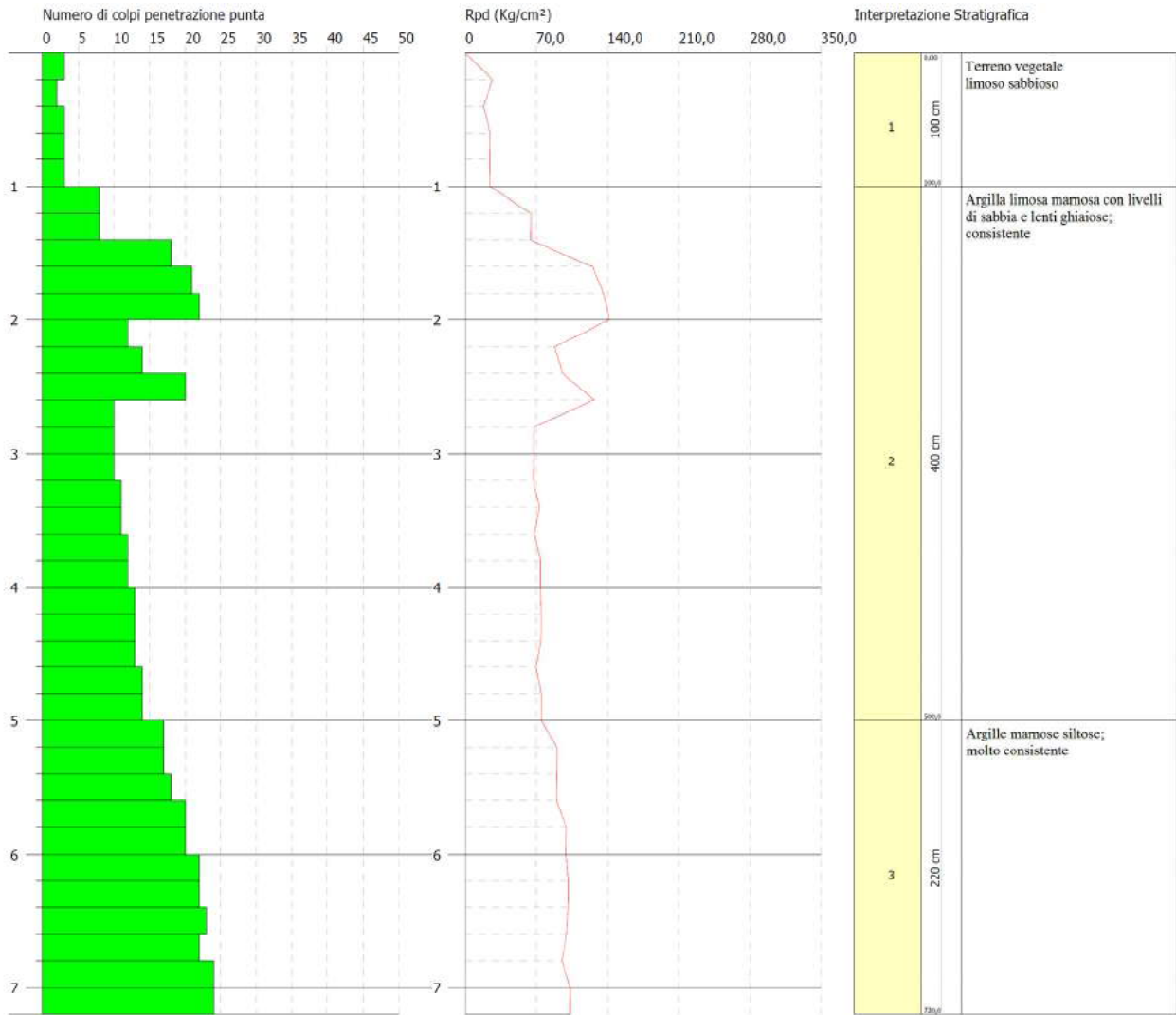


PROVA DPSH * 1° ATTAVERSAMENTO FIUME TAVO

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 09/07/2015
 Profondità prova 7,20mt
 Falda acquifera non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	3	0,855	26,94	31,52	1,35	1,58
0,40	2	0,851	17,88	21,01	0,89	1,05
0,60	3	0,847	24,50	28,93	1,23	1,45
0,80	3	0,843	24,40	28,93	1,22	1,45
1,00	3	0,840	24,29	28,93	1,21	1,45
1,20	8	0,836	64,52	77,15	3,23	3,86
1,40	8	0,833	64,25	77,15	3,21	3,86
1,60	18	0,780	125,04	160,40	6,25	8,02
1,80	21	0,726	135,92	187,13	6,80	9,36
2,00	22	0,723	141,77	196,04	7,09	9,80
2,20	12	0,820	87,70	106,93	4,38	5,35
2,40	14	0,767	95,70	124,75	4,79	6,24
2,60	20	0,764	126,58	165,63	6,33	8,28
2,80	10	0,811	67,20	82,82	3,36	4,14
3,00	10	0,809	66,97	82,82	3,35	4,14
3,20	10	0,806	66,75	82,82	3,34	4,14
3,40	11	0,803	73,19	91,10	3,66	4,55
3,60	11	0,801	68,15	85,09	3,41	4,25
3,80	12	0,798	74,11	92,83	3,71	4,64
4,00	12	0,796	73,89	92,83	3,69	4,64
4,20	13	0,744	74,79	100,56	3,74	5,03
4,40	13	0,741	74,56	100,56	3,73	5,03
4,60	13	0,739	69,74	94,34	3,49	4,72
4,80	14	0,737	74,89	101,60	3,74	5,08
5,00	14	0,735	74,68	101,60	3,73	5,08
5,20	17	0,733	90,43	123,37	4,52	6,17
5,40	17	0,731	90,19	123,37	4,51	6,17
5,60	18	0,729	89,69	123,01	4,48	6,15
5,80	20	0,727	99,41	136,68	4,97	6,83
6,00	20	0,725	99,16	136,68	4,96	6,83
6,20	22	0,674	101,29	150,35	5,06	7,52
6,40	22	0,672	101,04	150,35	5,05	7,52
6,60	23	0,670	99,57	148,53	4,98	7,43
6,80	22	0,669	95,01	142,07	4,75	7,10
7,00	24	0,667	103,40	154,99	5,17	7,75
7,20	24	0,666	103,17	154,99	5,16	7,75



Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tension e efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1	2,8	27,87	Incoere coesivo	0	1,71	1,87	0,09	1,47	4,12	Strato
5	13,3	110,21	Incoere coesivo	0	2,1	2,31	0,59	1,47	19,55	Strato
7,2	20,82	140,4	Incoere coesivo	0	2,17	2,39	1,25	1,47	30,61	Strato

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH
TERRENI COESIVI**

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sanglerat	Terzaghi-Peck (1948)	U.S.D. M.S.M	Schmertman 1975	SUNDA (1983) Bensi e Vanelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Bege mann	De Beer
[1] - Strato	4,12	1,00	0,26	0,52	0,25	0,17	0,40	0,84	0,37	0,74	0,21	0,61	0,52
[2] - Strato	19,55	5,00	1,32	2,44	1,00	0,76	1,93	3,31	1,66	2,04	0,98	2,74	2,44
[3] - Strato	30,61	7,20	2,07	3,83	0,00	1,15	3,04	4,21	2,48	3,16	1,53	4,35	3,83

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - Strato	4,12	1,00	18,90	61,80	43,81	51,50
[2] - Strato	19,55	5,00	89,70	--	201,19	195,50
[3] - Strato	30,61	7,20	140,44	--	314,00	306,10

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - Strato	4,12	1,00	26,98	41,20
[2] - Strato	19,55	5,00	204,43	195,50
[3] - Strato	30,61	7,20	331,62	306,10

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Strato	4,12	1,00	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
[2] - Strato	19,55	5,00	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
[3] - Strato	30,61	7,20	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
[1] - Strato	4,12	1,00	Meyerhof	1,71
[2] - Strato	19,55	5,00	Meyerhof	2,10
[3] - Strato	30,61	7,20	Meyerhof	2,17

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
[1] - Strato	4,12	1,00	Meyerhof	1,87
[2] - Strato	19,55	5,00	Meyerhof	2,31
[3] - Strato	30,61	7,20	Meyerhof	2,39

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Strato	4,12	1,00	21,6	48,09	64,14	18,45
[2] - Strato	19,55	5,00	44,4	81,72	81,36	50,56
[3] - Strato	30,61	7,20	45,54	83,21	82,85	64,12

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Strato	4,12	1,00	4,12	28,18	21,18	29,15	32,63	31,3	0	<30	22,86	28,24	31,04	24,08
[2] - Strato	19,55	5,00	19,55	32,59	25,59	33,47	30,96	36,93	39,44	30-32	32,12	32,86	42,71	34,77
[3] - Strato	30,61	7,20	30,61	35,75	28,75	36,57	30,06	39,8	39,65	32-35	36,43	36,18	44,12	39,74

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Strato	4,12	1,00	4,12	---	32,96	---	---	---
[2] - Strato	19,55	5,00	19,55	315,60	156,40	231,39	326,62	172,75
[3] - Strato	30,61	7,20	30,61	394,91	244,88	361,90	409,58	228,05

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Strato	4,12	1,00	4,12	---	35,93	29,25	56,38
[2] - Strato	19,55	5,00	19,55	117,30	67,62	138,80	125,19
[3] - Strato	30,61	7,20	30,61	183,66	90,34	217,33	174,52

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato	4,12	1,00	4,12	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[2] - Strato	19,55	5,00	19,55	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] - Strato	30,61	7,20	30,61	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
[1] - Strato	4,12	1,00	4,12	Meyerhof ed altri	1,50
[2] - Strato	19,55	5,00	19,55	Meyerhof ed altri	1,98
[3] - Strato	30,61	7,20	30,61	Meyerhof ed altri	2,14

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m ³)
[1] - Strato	4,12	1,00	4,12	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
[2] - Strato	19,55	5,00	19,55	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,98
[3] - Strato	30,61	7,20	30,61	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,05

Foto n 1



Foto n 2



CONSORZIO DI BONIFICA CENTRO
BACINO SALINE - PESCARA - ALENTO - FORO
- via Gizio n.36 * 66100 Chieti -



**Progetto Definitivo-Esecutivo per l'ammodernamento
delle condotte adduttrici dell'impianto irriguo Tavo - Saline**
COMUNE DI LORETO APRUTINO * 1° ATTRAVERSAMENTO

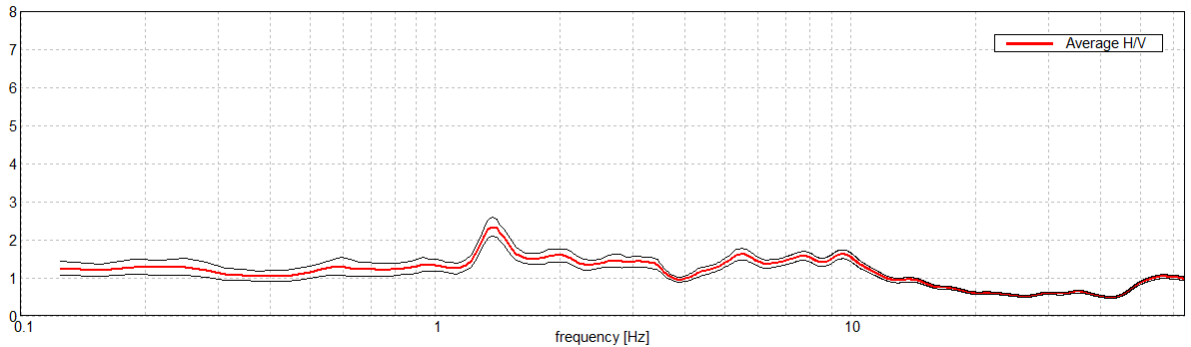


Instrument: TEP-0028/01-09
Data format: 16 byte
Full scale [mV]: n.a.
Start recording: 14/07/15 11:27:44 End recording: 14/07/15 11:47:45
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN ; TRG + TRG -

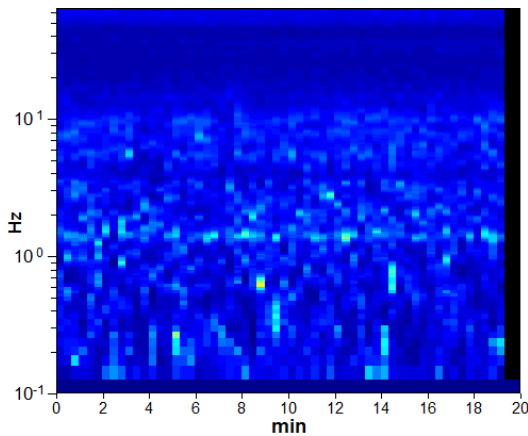
Trace length: 0h20'00". Analysis performed on the entire trace.
Sampling rate: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing type: Triangular window
Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

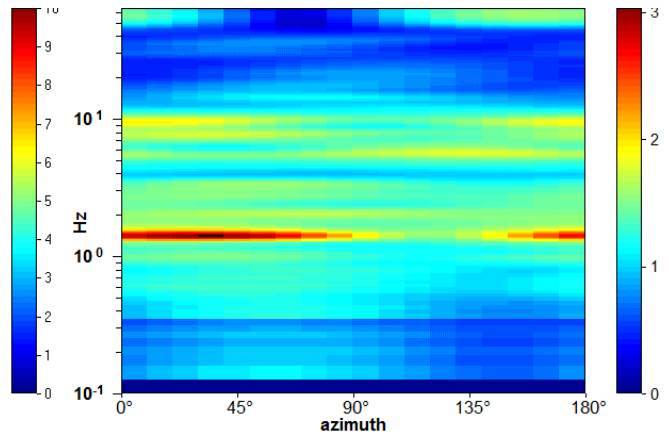
Max. H/V at 1.38 ± 0.25 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



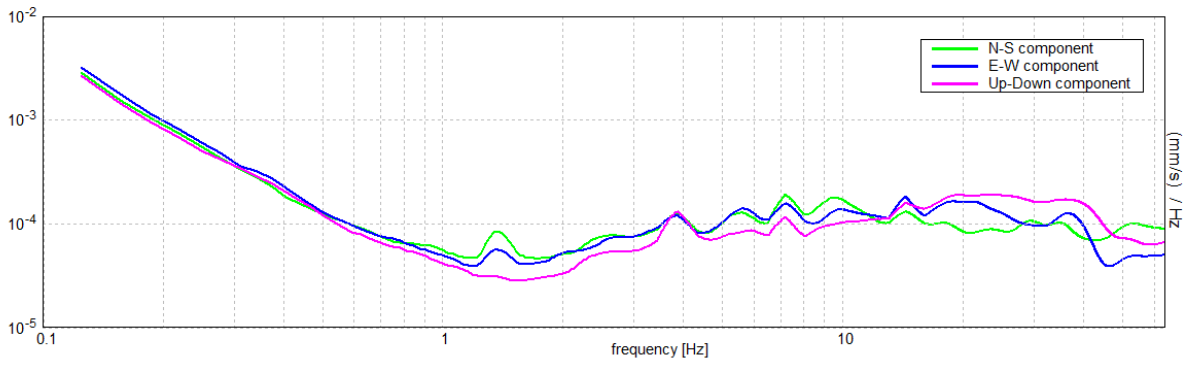
H/V TIME HISTORY



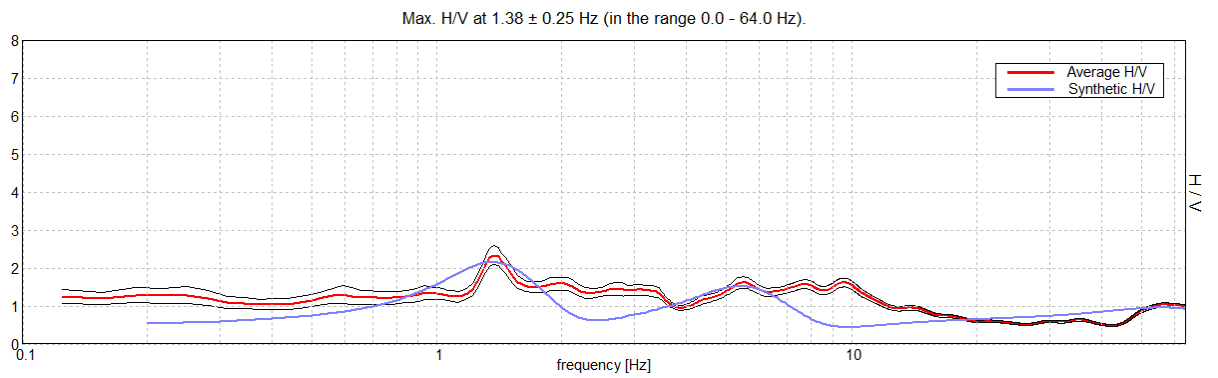
DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA

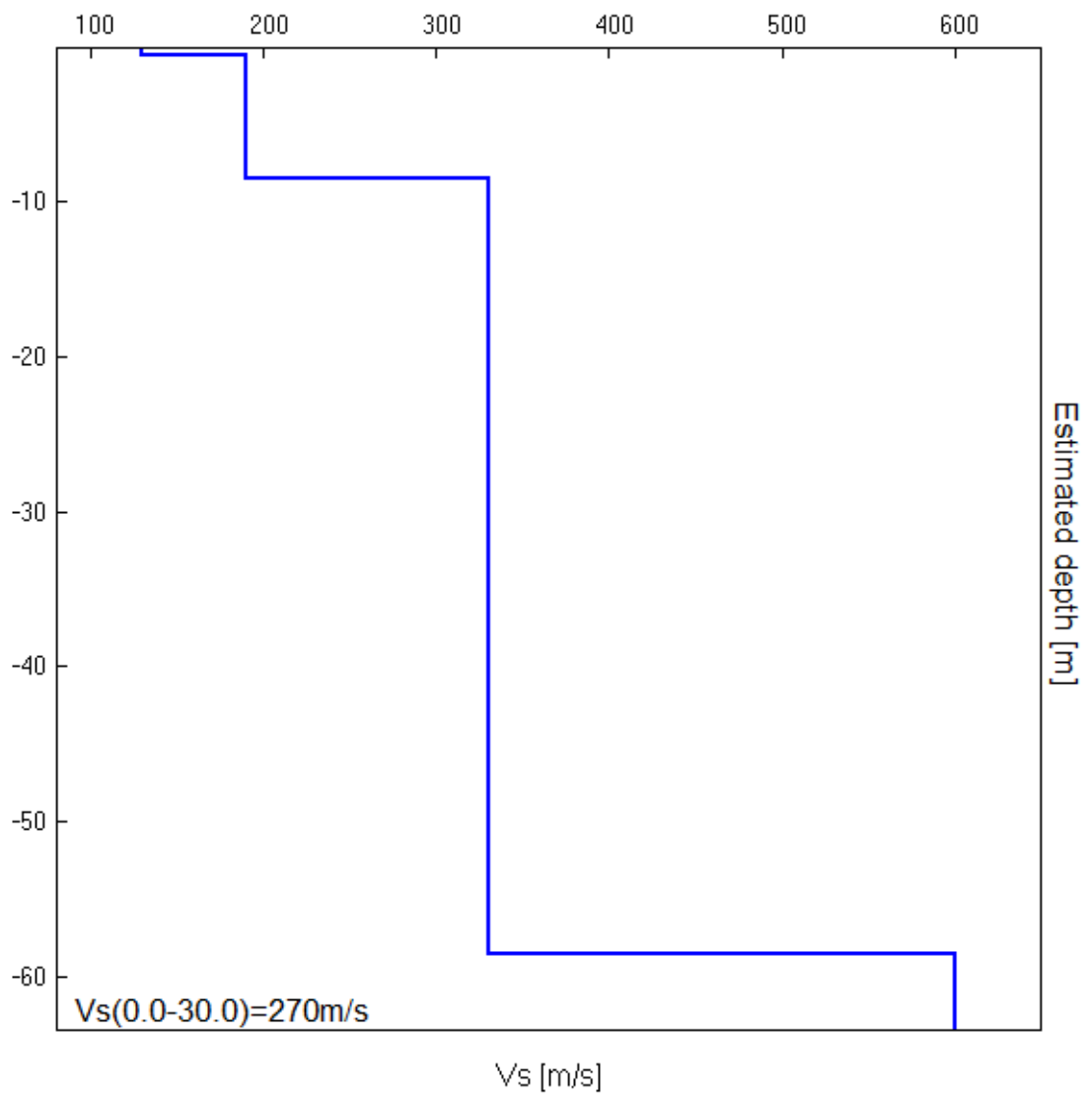


EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.50	0.50	130	0.42
8.50	8.00	190	0.42
58.50	50.00	330	0.40
inf.	inf.	600	0.40

Vs (0.0 - 30.0) = 270 m/s



[According to the SESAME, 2005 guidelines. **Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.**]

Max. H/V at 1.38 ± 0.25 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).			
Criteria for a reliable H/V curve [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$ $n_c(f_0) > 200$	1.38 > 0.50 1650.0 > 200	OK OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 67 times	OK	
Criteria for a clear H/V peak [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.5 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	3.563 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.34 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.18359 < 0.05		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.25243 < 0.1375		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.2375 < 1.78	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log A_{H/V}}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log A_{H/V}}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

NOTA: I primi 3 criteri della tabella SESAME indicano se la registrazione è stata condotta per un tempo sufficientemente lungo rispetto alla frequenza del picco considerata.

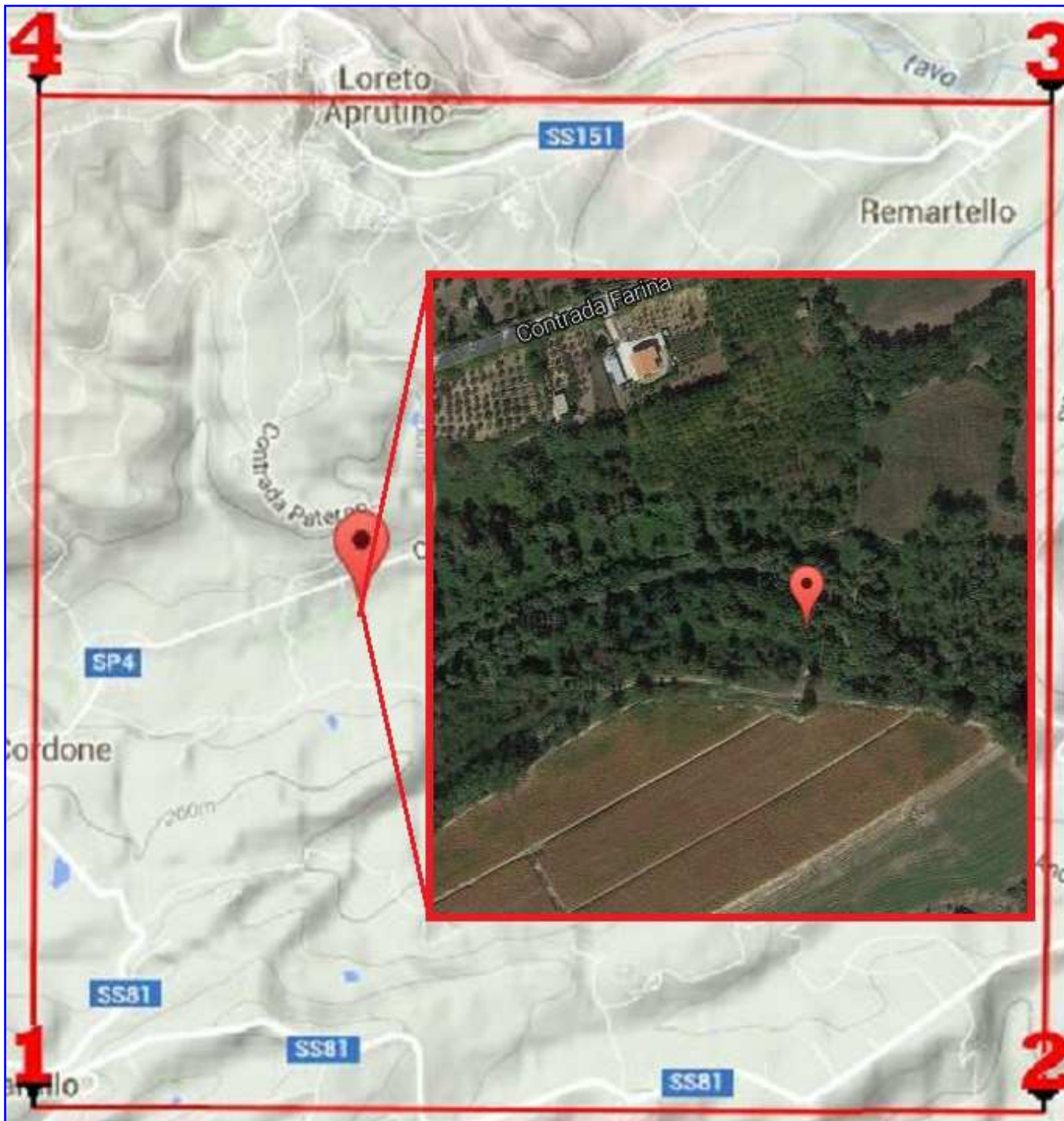
E' necessario che questi criteri siano tutti soddisfatti.

I secondi 6 criteri della tabella SESAME indicano se il picco è significativo da un punto di vista statistico. E' bene che ne siano soddisfatti il maggior numero possibile, ma eventuali NO anche su tutte le righe non implicano necessariamente che la registrazione è stata effettuata male, bensì stanno a significare che non ci sono picchi significativi (una registrazione su roccia sana darebbe NO su tutti questi criteri).

Foto n 1



Foto n 2



Determinazione dei parametri sismici

Coordinate WGS84	
Lat. 42.407458 ° Long. 13.985096 °	
Coordinate ED50	
Lat. 42,408425 ° Long. 13,985990 °	
Classe dell'edificio	
I. Presenza occasionale di persone.	Cu = 0.7
Vita nominale	50
(Opere provvisorie <=10, Opere ordinarie >=50, Grandi opere >=100)	
Interpolazione	Media ponderata

Stato Limite	Tr [anni]	a _g [g]	F _o	T _c [s]
Operatività (SLO)	30	0,056	2,461	0,280
Danno (SLD)	35	0,060	2,453	0,286
Salvaguardia vita (SLV)	332	0,156	2,461	0,346
Prevenzione collasso (SLC)	682	0,203	2,489	0,355
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	35			

Calcolo dei coefficienti sismici Stabilità dei pendii e fondazioni

Categoria sottosuolo	B			
Categoria topografica	T1			
	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss *				
Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,20
Cc *				
Coeff. funz categoria	1,42	1,41	1,36	1,35
St *				
Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,014	0,014	0,045	0,068
kv	0,007	0,007	0,022	0,034
Amax [m/s ²]	0,662	0,710	1,831	2,393
Beta	0,200	0,200	0,240	0,280

CONSORZIO DI BONIFICA CENTRO

BACINO SALINE - PESCARA - ALENTO - FORO

- via Gizio n.36 * 66100 Chieti -



Progetto Definitivo-Esecutivo per l'ammodernamento delle condotte adduttrici dell'impianto irriguo Tavo - Saline

* Comuni : Loreto Aprutino - Collecervino - Moscufo - Cappelle sul T. - Montesilvano C. *



BACINO IDROGRAFICO DEL F. TAVO

1° Attraversamento del Tavo



PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Vita nominale (Vn): 50 [anni]

Classe d'uso: I

Coefficiente d'uso (Cu): 0,7

Periodo di riferimento (Vr): 35 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLD: 35 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLV: 332 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLC: 682 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 42,4074500 [°]

Longitudine (WGS84): 13,9850900 [°]

Latitudine (ED50): 42,4084200 [°]

Longitudine (ED50): 13,9859900 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50)[°]	Longitudine (ED50)[°]	Distanza[m]
1	26314	42,384030	13,964010	3258,15
2	26315	42,383740	14,031680	4648,79
3	26093	42,433730	14,032140	4718,97
4	26092	42,434020	13,964380	3353,61

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto 1

Stato limite	Tr [anni]	Ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,058	2,464	0,281
SLD	35	0,062	2,455	0,286
	50	0,073	2,436	0,298
	72	0,086	2,442	0,313
	101	0,099	2,455	0,321
	140	0,113	2,452	0,329
	201	0,131	2,457	0,339
SLV	332	0,159	2,473	0,347
	475	0,182	2,484	0,352
SLC	682	0,207	2,504	0,357
	975	0,235	2,524	0,363
	2475	0,319	2,567	0,375

Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	Ag [g]	F0 [-]	Tc*[s]
SLO	30	0,055	2,459	0,281
SLD	35	0,060	2,451	0,286
	50	0,070	2,434	0,299
	72	0,082	2,452	0,315
	101	0,095	2,445	0,323
	140	0,109	2,441	0,331
	201	0,127	2,444	0,340
SLV	332	0,154	2,457	0,346
	475	0,177	2,466	0,350
SLC	682	0,202	2,482	0,355
	975	0,230	2,499	0,360
	2475	0,313	2,548	0,369

Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,054	2,456	0,279
SLD	35	0,058	2,450	0,285
	50	0,068	2,436	0,298
	72	0,080	2,452	0,315
	101	0,093	2,435	0,322
	140	0,107	2,434	0,330
	201	0,125	2,435	0,339
SLV	332	0,152	2,447	0,345
	475	0,174	2,455	0,350
SLC	682	0,199	2,472	0,353
	975	0,226	2,490	0,357
	2475	0,309	2,537	0,366

Punto 4

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,057	2,463	0,281
SLD	35	0,061	2,455	0,286
	50	0,071	2,435	0,298
	72	0,083	2,448	0,314
	101	0,097	2,448	0,321
	140	0,111	2,443	0,329
	201	0,129	2,447	0,339
SLV	332	0,156	2,462	0,346
	475	0,179	2,472	0,351
SLC	682	0,204	2,491	0,355
	975	0,232	2,509	0,360
	2475	0,314	2,556	0,371

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,056	2,461	0,280
SLD	35	0,060	2,453	0,286
SLV	332	0,156	2,461	0,346
SLC	682	0,203	2,489	0,355

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1,000

Categoria sottosuolo:

B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 maggiore di 50 nei terreni a grana grossa e c_{u30} maggiore di 250 kPa nei terreni a grana fine).

Categoria topografica:

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Coefficienti sismici per muri di sostegno

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,012	0,013	0,045	0,076
kv	0,006	0,007	0,022	0,038
amax [m/s ²]	0,662	0,710	1,831	2,393
Beta	0,180	0,180	0,240	0,310

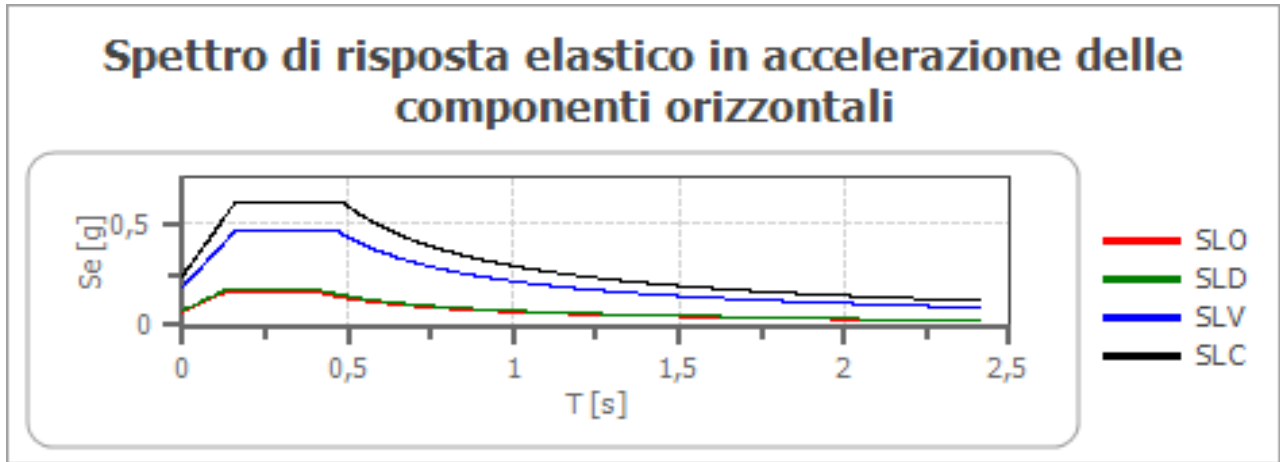
Coefficienti sismici per muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,068	0,072	0,187	0,244
kv	0,034	0,036	0,093	0,122
amax [m/s ²]	0,662	0,710	1,831	2,393
Beta	1,000	1,000	1,000	1,000

Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,014	0,014	0,045	0,068
kv	0,007	0,007	0,022	0,034
amax [m/s ²]	0,662	0,710	1,831	2,393
Beta	0,200	0,200	0,240	0,280

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B)[g]
SLO	0,7	0,056	2,461	0,280	1,200	1,420	1,000	1,200	1,000	0,133	0,398	1,825	0,068	0,166
SLD	0,7	0,060	2,453	0,286	1,200	1,410	1,000	1,200	1,000	0,134	0,403	1,841	0,072	0,178
SLV	0,7	0,156	2,461	0,346	1,200	1,360	1,000	1,200	1,000	0,157	0,470	2,222	0,187	0,459
SLC	0,7	0,203	2,489	0,355	1,200	1,350	1,000	1,200	1,000	0,160	0,480	2,413	0,244	0,607

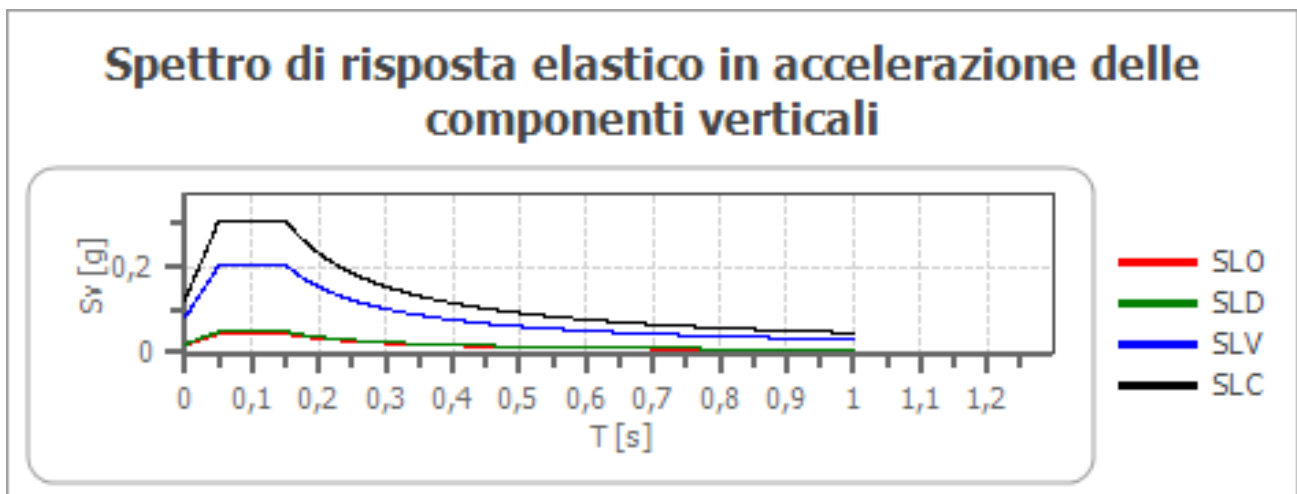
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ :

5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10 / (5 + \xi)]^{(1/2)}$:

1,000



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B)[g]
SLO	0,7	0,056	2,461	0,280	1	1,420	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,018	0,044
SLD	0,7	0,060	2,453	0,286	1	1,410	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,020	0,049
SLV	0,7	0,156	2,461	0,346	1	1,360	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,083	0,204
SLC	0,7	0,203	2,489	0,355	1	1,350	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,124	0,308

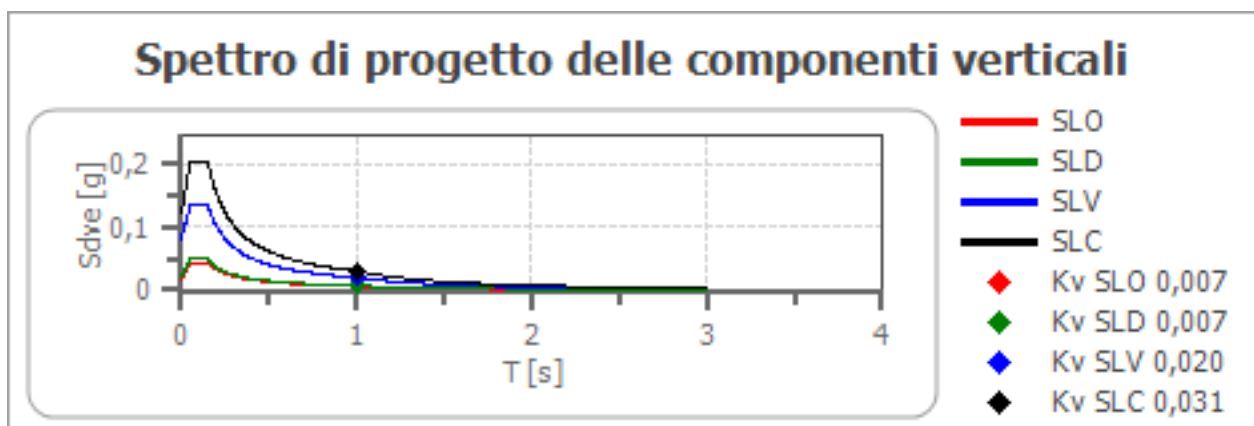
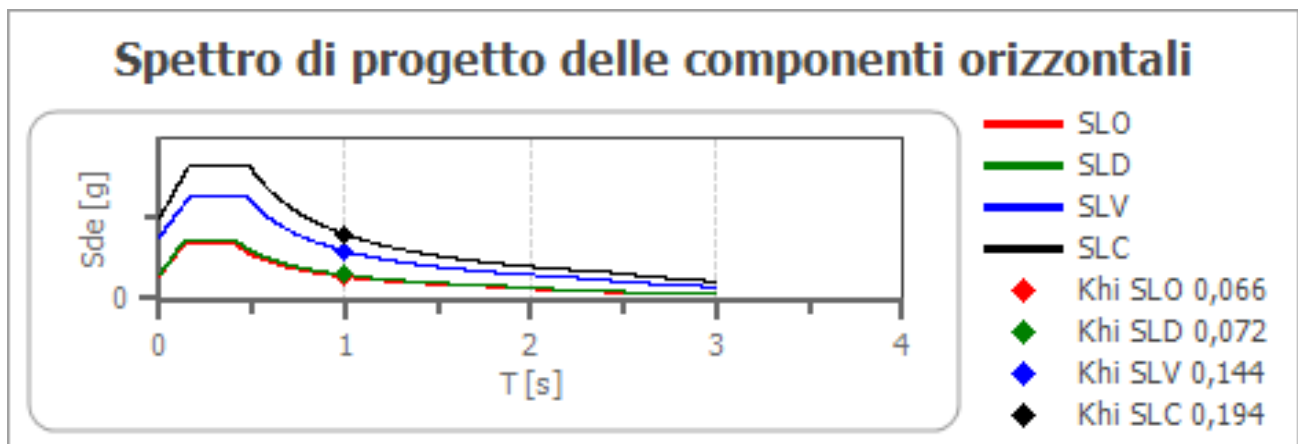
Spettro di progetto

Fattore di struttura spettro orizzontale q : 1,50

Fattore di struttura spettro verticale q : 1,50

Periodo fondamentale T : 1,00 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
$k_{hi} = S_{de}(T)$ Orizzontale [g]	0,066	0,072	0,144	0,194
$k_v = S_{dve}(T)$ Verticale [g]	0,007	0,007	0,020	0,031



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(T B)[g]
SLO orizz	0,7	0,056	2,461	0,280	1,200	1,420	1,000	1,200	1,000	0,133	0,398	1,825	0,068	0,166
SLO vertic	0,7	0,056	2,461	0,280	1,200	1,420	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,018	0,044
SLD orizz	0,7	0,060	2,453	0,286	1,200	1,410	1,000	1,200	1,000	0,134	0,403	1,841	0,072	0,178
SLD vertic	0,7	0,060	2,453	0,286	1,200	1,410	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,020	0,049
SLV orizz	0,7	0,156	2,461	0,346	1,200	1,360	1,000	1,200	1,500	0,157	0,470	2,222	0,187	0,306
SLV verti	0,7	0,156	2,461	0,346	1,200	1,360	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,083	0,136
SLC orizz	0,7	0,203	2,489	0,355	1,200	1,350	1,000	1,200	1,500	0,160	0,480	2,413	0,244	0,405
SLC verti	0,7	0,203	2,489	0,355	1,200	1,350	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,124	0,205

CONSORZIO DI BONIFICA CENTRO

BACINO SALINE - PESCARA - ALENTO - FORO

- via Gizio n.36 * 66100 Chieti -



**Progetto Definitivo-Esecutivo per l'ammodernamento
delle condotte adduttrici dell'impianto irriguo Tavo - Saline**

* Comuni : Loreto Aprutino - Collecervino - Moscufo - Cappelle sul T. - Montesilvano C. *



ALLEGATO N.2



BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME TAVO

CONDOTTA PASSO CORDONE → BACINO B.1



2° ATTRAVERSAMENTO TAVO

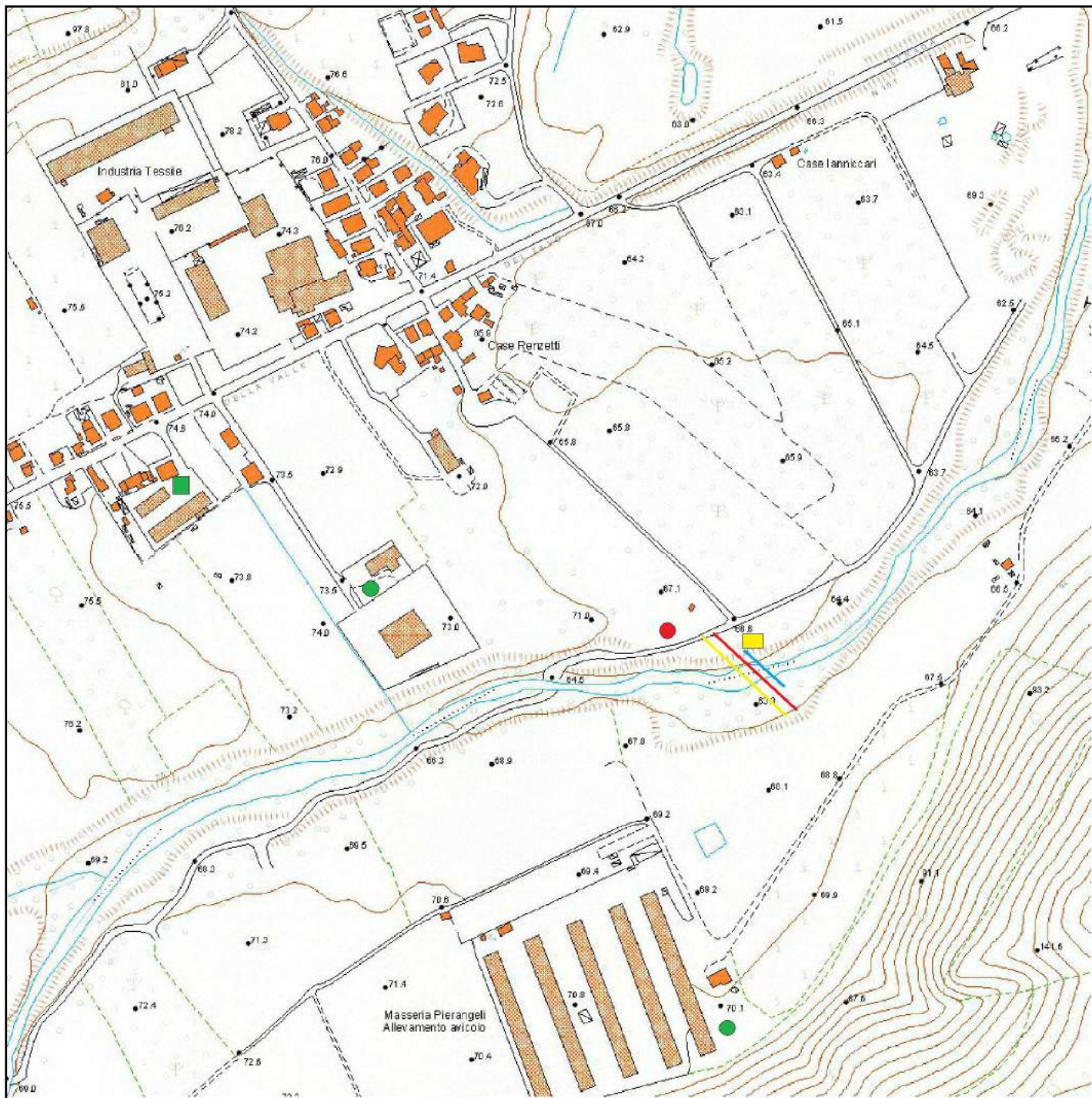


- 1 - Planimetria delle Indagini
 - 2 - Stratigrafia Trincea
 - 3 - Indagine Sismica
 - 4 - Pericolosità Sismica
- Documentazione Fotografica



Luglio 2015





BACINO IDROGRAFICO DEL F. TAVO

- Colleccorvino e Moscufo -



Loc.: 2° Attraversamento del Tavo



PLANIMETRIA DELLE INDAGINI

- *effettuate e storiche* -




- Scala 1:5000 -



LEGENDA


 Attraversamento in subalveo esistente

 Attraversamento subalveo in progetto


 Briglia in gabbioni e vespaio, progetto



 Trincea geognostica con prove pocket

 Penetrometrie dinamiche * D.P.S.H.

 Sondaggio "rotary" con prove S.P.T.

 Indagine geofisica, sismica, tromino



CONSORZIO DI BONIFICA CENTRO

BACINO SALINE - PESCARA - ALENTO - FORO

- via Gizio n.36 * 66100 Chieti -



**Progetto Definitivo-Esecutivo per l'ammodernamento
delle condotte adduttrici dell'impianto irriguo Tavo - Saline**
CONFINI DI COLLECORVINO / MOSCUFO * 2° ATTRAVERSAMENTO



Instrument: TEP-0028/01-09

Data format: 16 byte

Full scale [mV]: n.a.

Start recording: 14/07/15 10:07:41 End recording: 14/07/15 10:27:42

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN ; TRG + TRG -

Trace length: 0h20'00". Analysis performed on the entire trace.

Sampling rate: 128 Hz

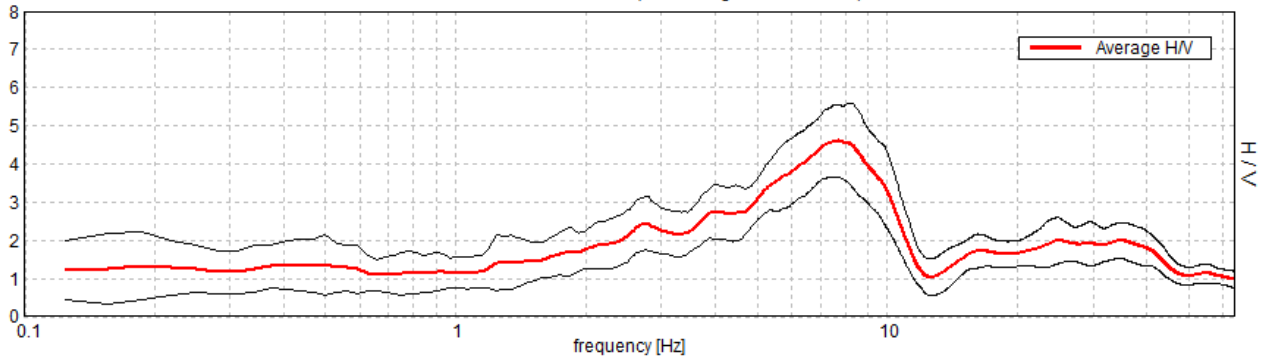
Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

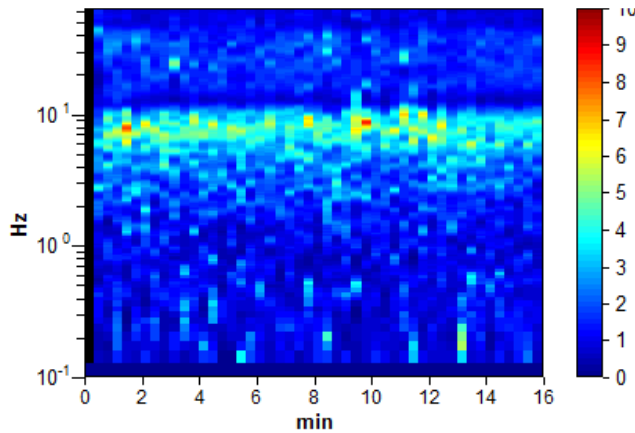
Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

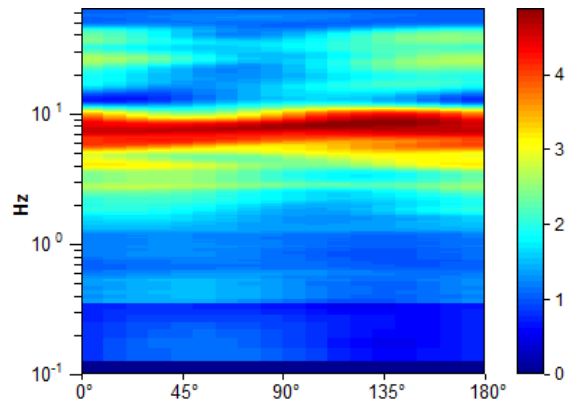
Max. H/V at 7.69 ± 0.26 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



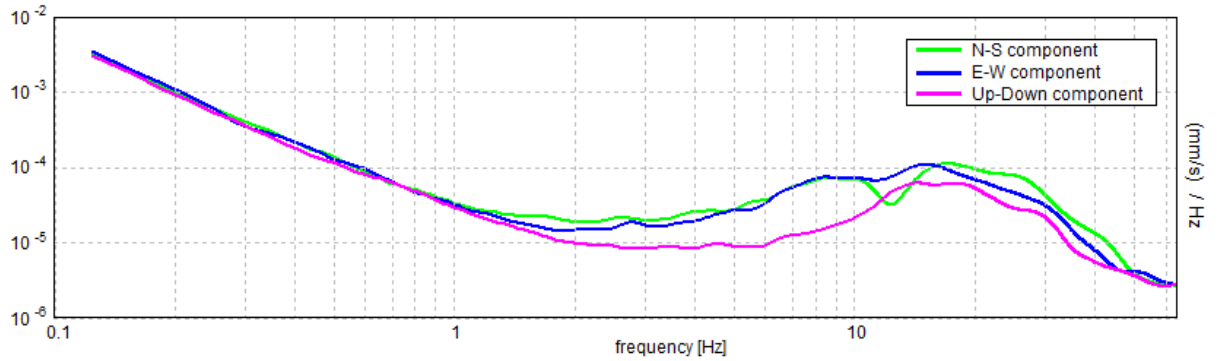
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V

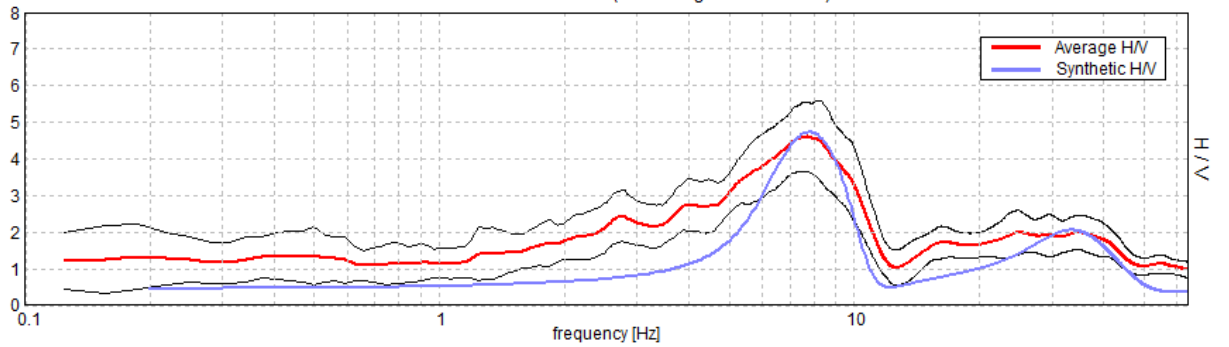


SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

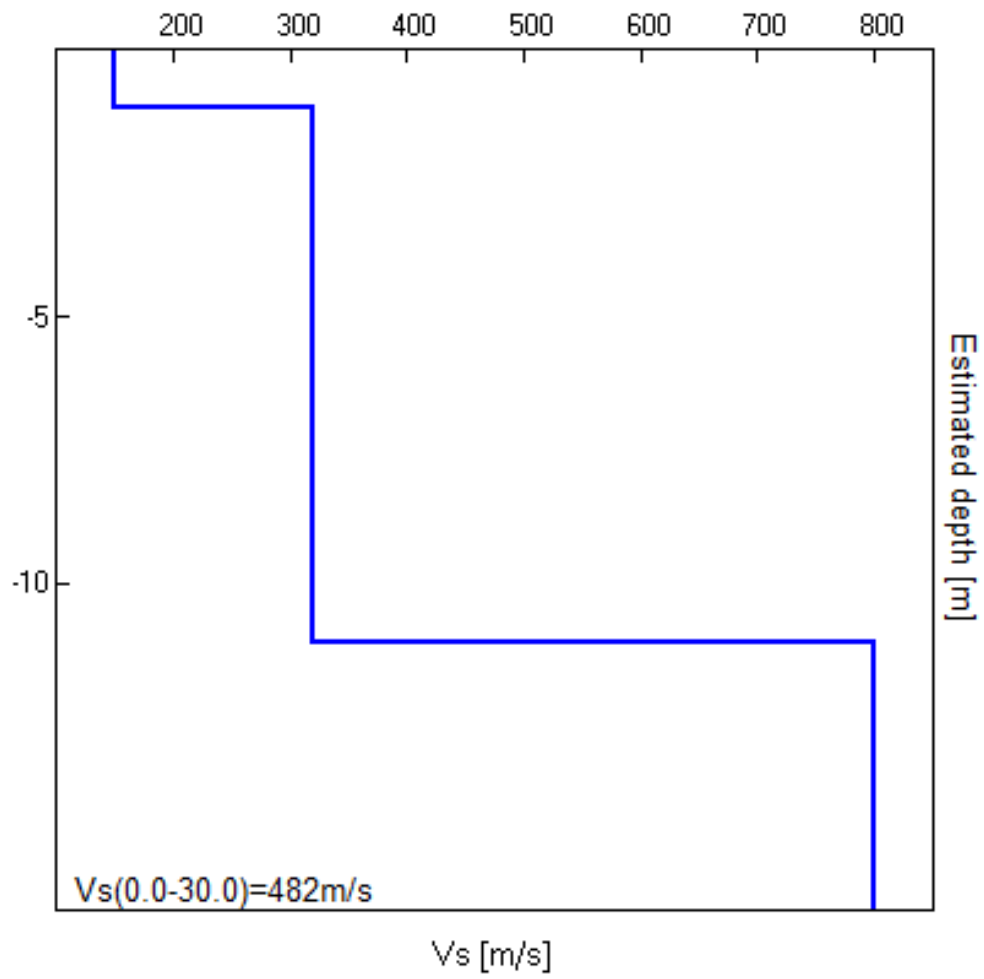
Max. H/V at 7.69 ± 0.26 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
1.10	1.10	150	0.35
11.10	10.00	320	0.35
inf.	inf.	800	0.35

$V_s(0.0-30.0)=482\text{m/s}$

$V_s(0.0-30.0)=482\text{m/s}$



[According to the SESAME, 2005 guidelines. **Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.**]

Max. H/V at 7.69 ± 0.26 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	7.69 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	7226.3 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 370 times	OK	

Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	3.531 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	10.844 Hz	OK	
$A_0 > 2$	4.60 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.01673 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.1286 < 0.38438	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.4698 < 1.58	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$

Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

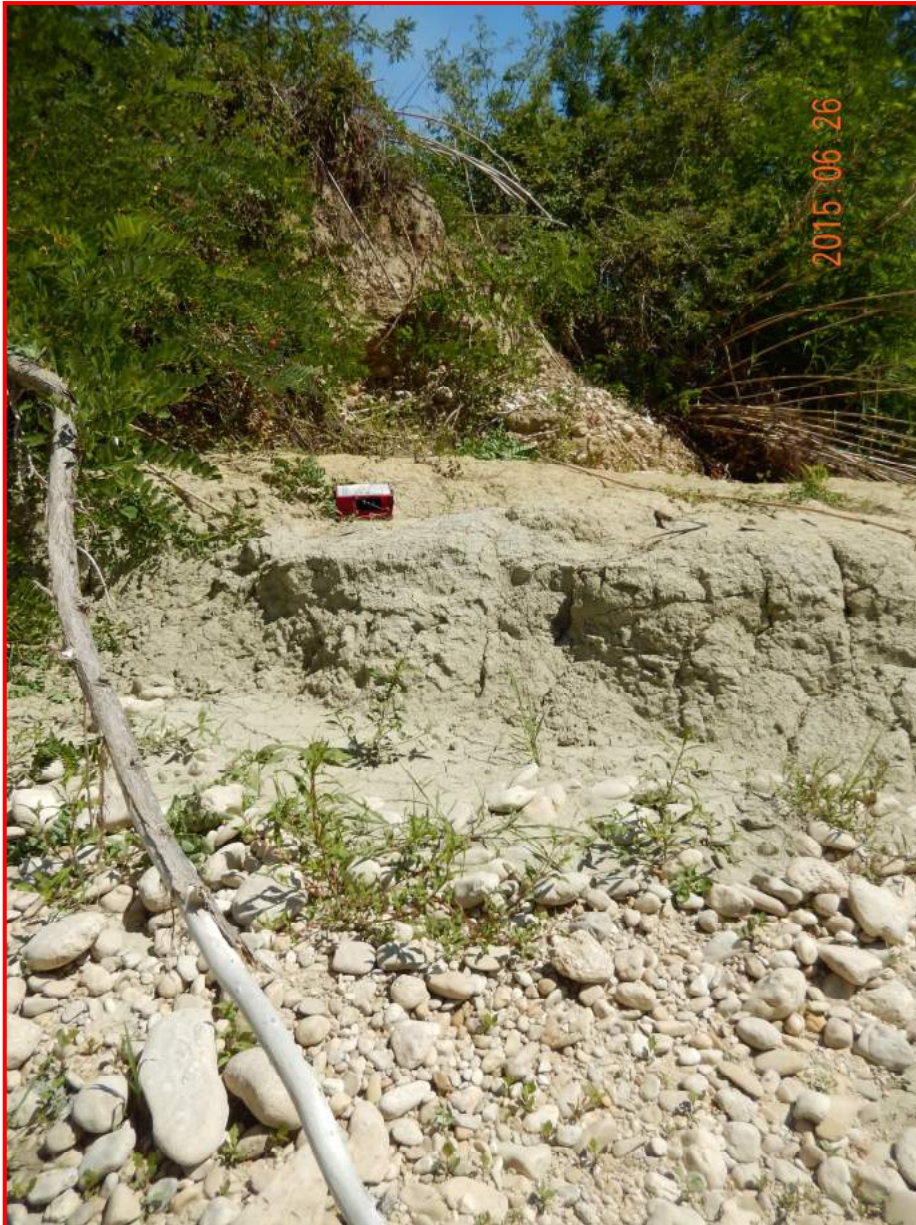
NOTA: I primi 3 criteri della tabella SESAME indicano se la registrazione è stata condotta per un tempo sufficientemente lungo rispetto alla frequenza del picco considerata.

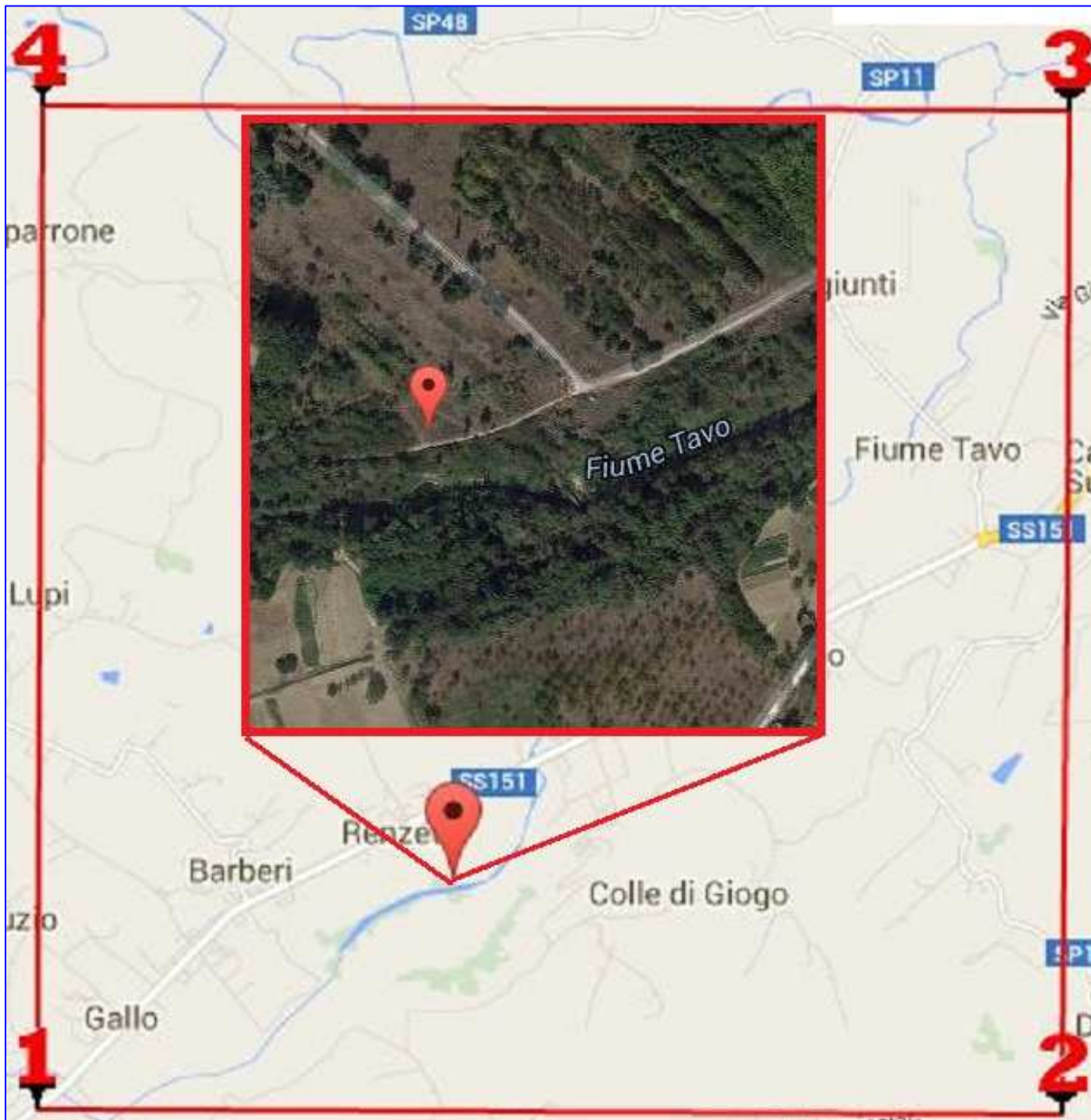
E' necessario che tutti e 3 i criteri siano soddisfatti.

I secondi 6 criteri della tabella SESAME indicano se il picco è significativo da un punto di vista statistico. E' bene che ne siano soddisfatti il maggior numero possibile, ma eventuali NO anche su tutte le righe non implicano necessariamente che la registrazione è stata effettuata male, ma stanno a significare che non ci sono picchi significativi (una registrazione su roccia sana darebbe NO su tutti questi criteri)

2° ATTRAVERSAMENTO DEL F. TAVO

- *tromino* -





Determinazione dei parametri sismici

Coordinate WGS84	
Lat.	42,443952 °
Long.	14,058770 °
Coordinate ED50	
Lat.	42,444917 °
Long.	14,059669 °
Classe dell'edificio	
I. Presenza occasionale di persone	Cu = 0,7
Vita nominale (Opere provvisorie <=10, Opere ordinarie >=50, Grandi opere >=100)	50
Interpolazione	Media ponderata

Stato Limite	Tr [anni]	a _g [g]	F _o	T _c ' [s]
Operatività (SLO)	30	0,052	2,452	0,279
Danno (SLD)	35	0,056	2,448	0,285
Salvaguardia vita (SLV)	332	0,147	2,443	0,346
Prevenzione collasso (SLC)	682	0,194	2,466	0,353
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	35			

Calcolo dei coefficienti sismici Stabilità dei pendii e fondazioni

Categoria sottosuolo	B			
Categoria topografica	T1			
	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss * Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,20
Cc * Coeff. funz categoria	1,42	1,41	1,36	1,35
St * Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,013	0,013	0,042	0,056
kv	0,006	0,007	0,021	0,028
Amax [m/s ²]	0,616	0,660	1,734	2,280
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

CONSORZIO DI BONIFICA CENTRO

BACINO SALINE - PESCARA - ALENTO - FORO

- via Gizio n.36 * 66100 Chieti -



Progetto Definitivo-Esecutivo per l'ammodernamento delle condotte adduttrici dell'impianto irriguo Tavo - Saline

* Comuni : Loreto Aprutino - Collecervino - Moscufo - Cappelle sul T. - Montesilvano C. *



BACINO IDROGRAFICO DEL F. TAVO

2° Attraversamento del Tavo



PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Vita nominale (Vn): 50 [anni]

Classe d'uso: I

Coefficiente d'uso (Cu): 0,7

Periodo di riferimento (Vr): 35 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLD: 35 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLV: 332 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLC: 682 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 42,4439500 [°]

Longitudine (WGS84): 14,0587700 [°]

Latitudine (ED50): 42,4449200 [°]

Longitudine (ED50): 14,0596700 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50)[°]	Distanza [m]
1	26093	42,433730	14,032140	2578,80
2	26094	42,433400	14,099860	3538,01
3	25872	42,483400	14,100360	5427,09
4	25871	42,483730	14,032520	4856,61

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto 1

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,054	2,456	0,279
SLD	35	0,058	2,450	0,285
	50	0,068	2,436	0,298
	72	0,080	2,452	0,315
	101	0,093	2,435	0,322
	140	0,107	2,434	0,330
SLV	201	0,125	2,435	0,339
	332	0,152	2,447	0,345
	475	0,174	2,455	0,350
SLC	682	0,199	2,472	0,353
	975	0,226	2,490	0,357
	2475	0,309	2,537	0,366

Punto 2

Stato limite	Tr[anni]	ag[g]	F0[-]	Tc*[s]
SLO	30	0,051	2,450	0,279
SLD	35	0,055	2,449	0,285
	50	0,064	2,447	0,299
	72	0,076	2,444	0,318
	101	0,088	2,441	0,325
	140	0,101	2,445	0,333
	201	0,118	2,435	0,341
SLV	332	0,144	2,444	0,347
	475	0,166	2,450	0,351
SLC	682	0,190	2,465	0,353
	975	0,217	2,479	0,355
	2475	0,299	2,519	0,363

Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,050	2,446	0,280
SLD	35	0,053	2,447	0,287
	50	0,062	2,449	0,305
	72	0,074	2,441	0,318
	101	0,086	2,439	0,326
	140	0,099	2,439	0,333
	201	0,115	2,429	0,340
SLV	332	0,141	2,439	0,347
	475	0,163	2,447	0,351
SLC	682	0,186	2,458	0,352
	975	0,213	2,469	0,354
	2475	0,294	2,507	0,362

Punto 4

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,053	2,452	0,278
SLD	35	0,057	2,447	0,284
	50	0,067	2,437	0,298
	72	0,078	2,442	0,315
	101	0,091	2,428	0,322
	140	0,105	2,428	0,329
	201	0,122	2,427	0,338
SLV	332	0,149	2,437	0,345
	475	0,172	2,445	0,349
SLC	682	0,196	2,465	0,351
	975	0,223	2,485	0,353
	2475	0,306	2,525	0,363

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,052	2,452	0,279
SLD	35	0,056	2,448	0,285
SLV	332	0,147	2,443	0,346
SLC	682	0,194	2,466	0,353

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1,000

Categoria sottosuolo:

B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 maggiore di 50 nei terreni a grana grossa e c_{u30} maggiore di 250 kPa nei terreni a grana fine).

Categoria topografica:

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Coefficienti sismici per muri di sostegno

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,011	0,012	0,042	0,056
kv	0,006	0,006	0,021	0,028
amax [m/s ²]	0,616	0,660	1,734	2,280
Beta	0,180	0,180	0,240	0,240

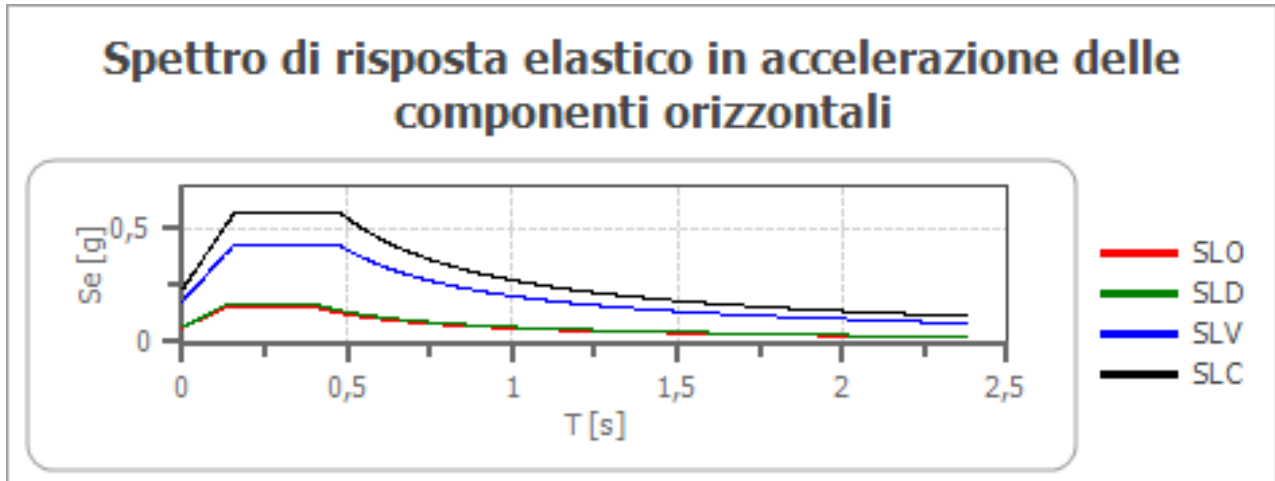
Coefficienti sismici per muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,063	0,067	0,177	0,233
kv	0,031	0,034	0,088	0,116
amax [m/s ²]	0,616	0,660	1,734	2,280
Beta	1,000	1,000	1,000	1,000

Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,013	0,013	0,042	0,056
kv	0,006	0,007	0,021	0,028
amax [m/s ²]	0,616	0,660	1,734	2,280
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B) [g]
SLO	0,7	0,052	2,452	0,279	1,200	1,420	1,000	1,200	1,000	0,132	0,396	1,809	0,063	0,154
SLD	0,7	0,056	2,448	0,285	1,200	1,410	1,000	1,200	1,000	0,134	0,402	1,824	0,067	0,165
SLV	0,7	0,147	2,443	0,346	1,200	1,360	1,000	1,200	1,000	0,157	0,470	2,189	0,177	0,432
SLC	0,7	0,194	2,466	0,353	1,200	1,350	1,000	1,200	1,000	0,159	0,476	2,375	0,232	0,573

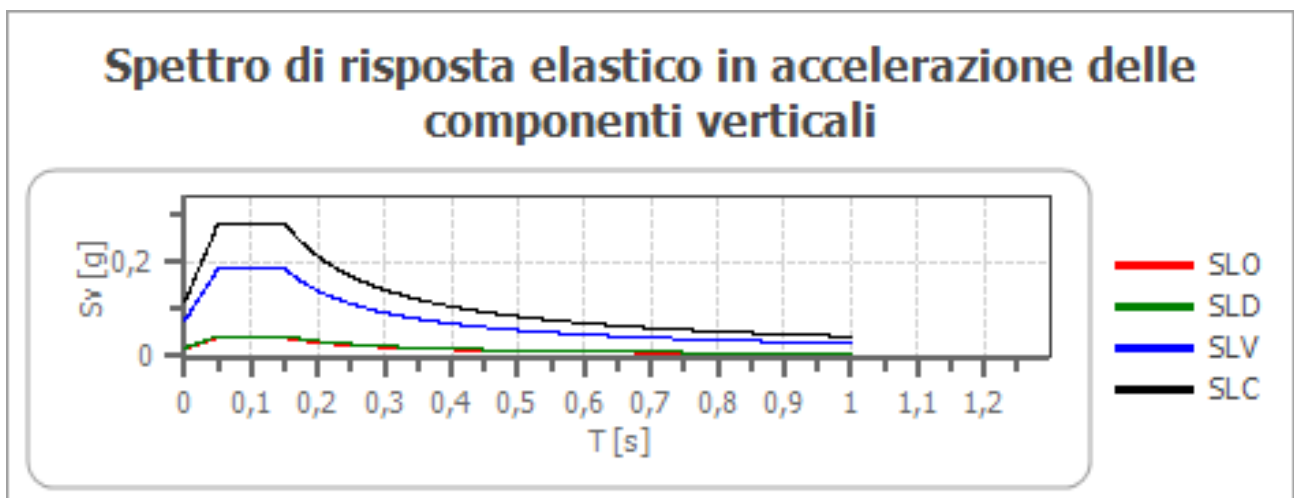
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ :

5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10 / (5 + \xi)]^{(1/2)}$:

1,000



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B)[g]
SLO	0,7	0,052	2,452	0,279	1	1,420	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,016	0,040
SLD	0,7	0,056	2,448	0,285	1	1,410	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,018	0,044
SLV	0,7	0,147	2,443	0,346	1	1,360	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,076	0,187
SLC	0,7	0,194	2,466	0,353	1	1,350	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,115	0,284

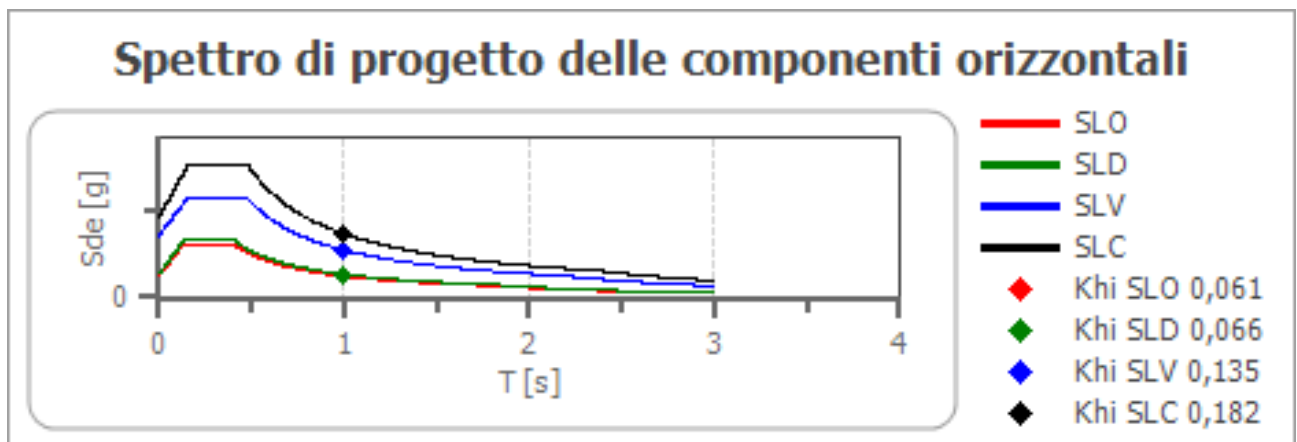
Spettro di progetto

Fattore di struttura spettro orizzontale q: 1,50

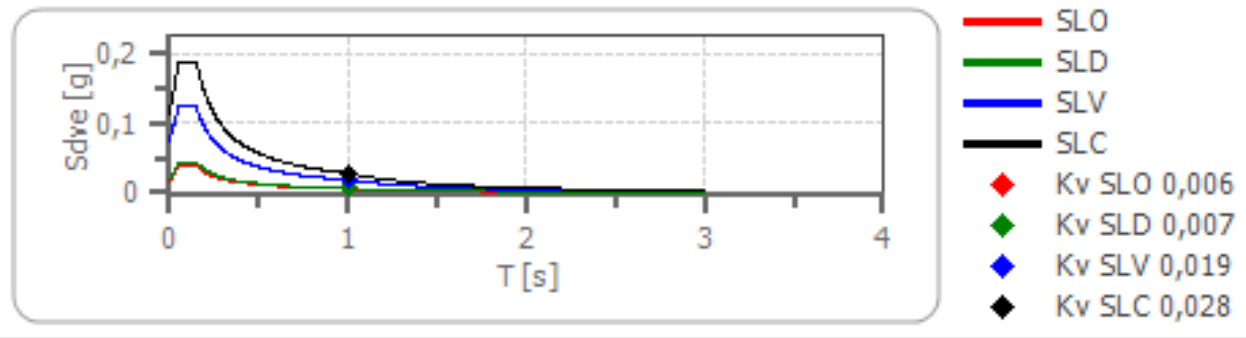
Fattore di struttura spettro verticale q: 1,50

Periodo fondamentale T: 1,00 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
khi = Sde(T) Orizzontale [g]	0,061	0,066	0,135	0,182
kv = Sdve(T) Verticale [g]	0,006	0,007	0,019	0,028



Spettro di progetto delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(T B)[g]
SLO orizz	0,7	0,052	2,452	0,279	1,200	1,420	1,000	1,200	1,000	0,132	0,396	1,809	0,063	0,154
SLO vertic	0,7	0,052	2,452	0,279	1,200	1,420	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,016	0,040
SLD orizz	0,7	0,056	2,448	0,285	1,200	1,410	1,000	1,200	1,000	0,134	0,402	1,824	0,067	0,165
SLD verti	0,7	0,056	2,448	0,285	1,200	1,410	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,018	0,044
SLV orizz	0,7	0,147	2,443	0,346	1,200	1,360	1,000	1,200	1,500	0,157	0,470	2,189	0,177	0,288
SLV vertic	0,7	0,147	2,443	0,346	1,200	1,360	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,076	0,124
SLC orizz	0,7	0,194	2,466	0,353	1,200	1,350	1,000	1,200	1,500	0,159	0,476	2,375	0,232	0,382
SLC vertic	0,7	0,194	2,466	0,353	1,200	1,350	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,115	0,189

CONSORZIO DI BONIFICA CENTRO

BACINO SALINE - PESCARA - ALENTO - FORO

- via Gizio n.36 * 66100 Chieti -

◇◇◇

**Progetto Definitivo-Esecutivo per l'ammodernamento
delle condotte adduttrici dell'impianto irriguo Tavo - Saline**

* Comuni : Loreto Aprutino - Collecervino - Moscufo - Cappelle sul T. - Montesilvano C. *

◇◇◇

ALLEGATO N.3

◇◇◇

BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME TAVO

CONDOTTA PASSO CORDONE → BACINO B.1

◇◇◇

ATTRAVERSAMENTO FOSSO BOTTARANE

◇◇◇

1 - Planimetria delle Indagini

2 - Stratigrafia

3 - Indagine Sismica

4 - Pericolosità Sismica

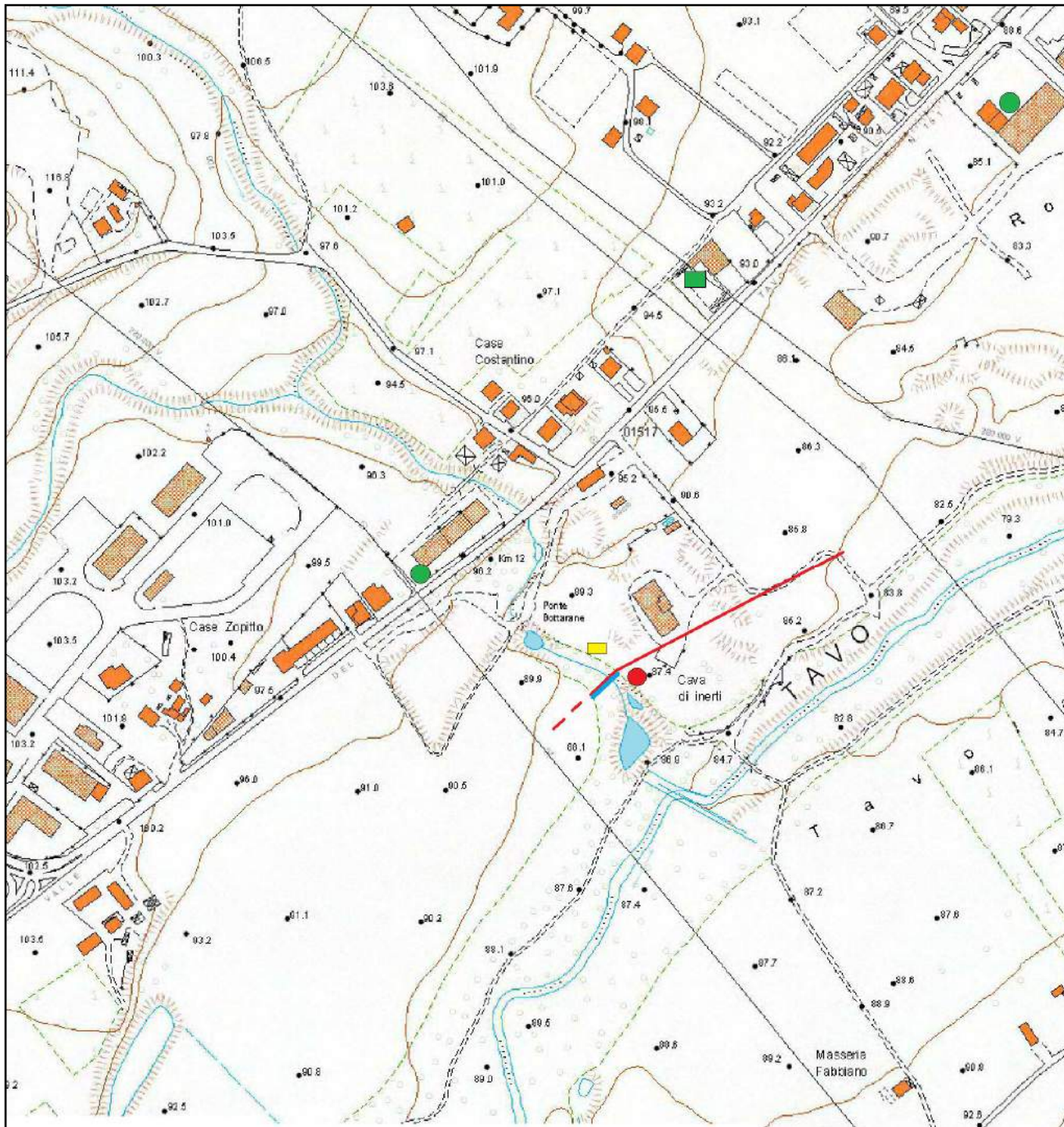
Documentazione Fotografica

◇◇◇

Luglio 2015

◇◇◇





BACINO IDROGRAFICO DEL TAVO

- Loreto Aprutino e Collecervino -



Loc.: Attraversamento f. Bottarane



PLANIMETRIA DELLE INDAGINI








- *effettuate storiche* -



- Scala 1:5000 -



LEGENDA

-  Condotta irrigua adduttrice in progetto
-  Attraversamento subalveo in progetto
- ◆◆◆
-  Trincea geognostica con prove pocket
-  Prove penetrometric dinamiche DPSH
-  Sondaggio "rotary" con prove S.P.T.
-  Indagine geofis. sismica con tromino
-  Laghetto, emergenza substrato argillos



STUDIO ASSOCIATO GEOTECNICA MARINELLI Via Casere n. 47 * 66010 PRETORO - CH Tel./fax: 0871.898169 * Cell.:3470715009			Committente: Consorzio di Bonifica Centro <u>BACINO SALINE - PESCARA - ALENTO - FORO</u> - via Gizio n.36 * 66100 Chieti -														
Località : attraversamento del fosso Bottarane al confine di Loreto A e Collecervino			Progetto esecutivo per l'ammodernamento delle condotte adduttrici dell'impianto irriguo fiume Tavo- Saline														
Trincee: sponde fluviali e scarpate della cava inerti			Foto-stratigrafia → foto nn. 4.a, 4.b e 4.d														
Coordinate geografiche (ED50): Latitudine: 42,4332500° Longitudine: 14,0347700°			Quota: 88,6 metri s.l.m.		Data esecuzione: 26.06.2015												
P R O F O N D. D. m.da p.c.	S P E S S O R m.	S T R A T I G R. R..	DESCRIZIONE LITOLOGICA					Rp Kg/cm ²					F A L D A m. da p.c.	N _{SPT}			
								1	2	3	4	5					
	0,6		Terreno vegetale prevalentemente sabbioso limoso con trovanti ghiaiosi											N _{SPT} = 3			
1			Depositi prevalentemente sabbiosi limosi giallastri (Vedi foto nn. 4.b e 4.d) con lenti e/o livelli di ghiaie eterometriche, in matrice sabbiosa limosa più o meno abbondante (Vedi foto n. 4.a); da <i>sciolti</i> a <i>compatti</i>											N _{SPT} = 7			
2	3,2														2,1	N _{SPT} = 18	
3																	N _{SPT} = 28
4																	N _{SPT} > 28
5			Argille limose marnose grigiastre con livelletti di sabbia molto fine, grigie; da <i>consistente</i> a <i>molto consistente</i>														

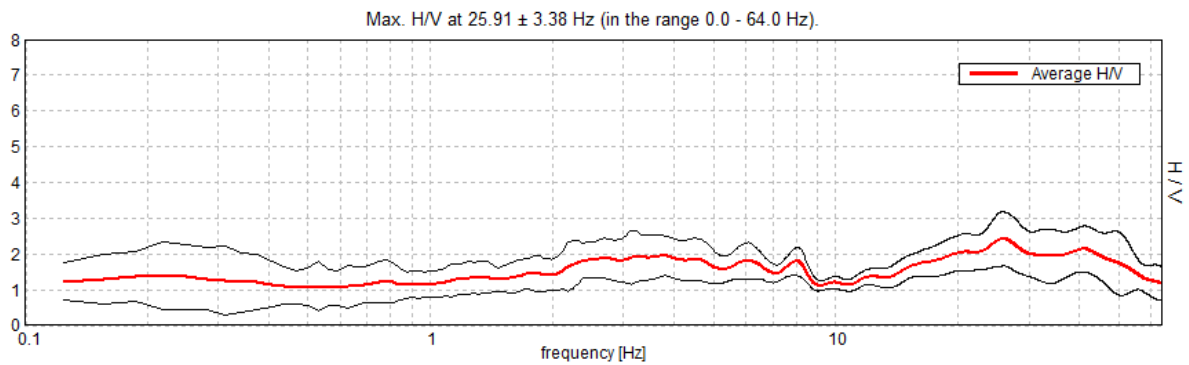


Progetto Definitivo-Esecutivo per l'ammodernamento
delle condotte adduttrici dell'impianto irriguo Tavo - Saline
CONFINI LORETO A./COLLECORVINO * ATTRAVERSAMENTO BOTTARANE

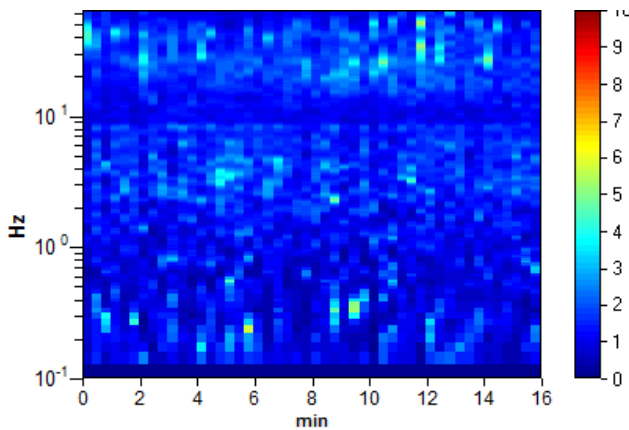


Instrument: TEP-0028/01-09
Data format: 16 byte
Full scale [mV]: n.a.
Start recording: 14/07/15 09:15:30 End recording: 14/07/15 09:35:32
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN ; TRG + TRG -
Trace length: 0h20'00". Analysis performed on the entire trace.
Sampling rate: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing type: Triangular window
Smoothing: 10%

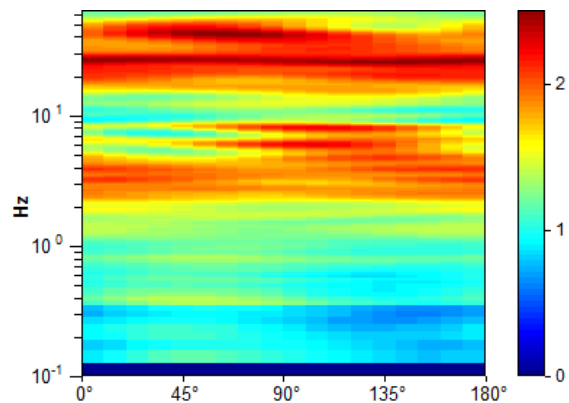
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



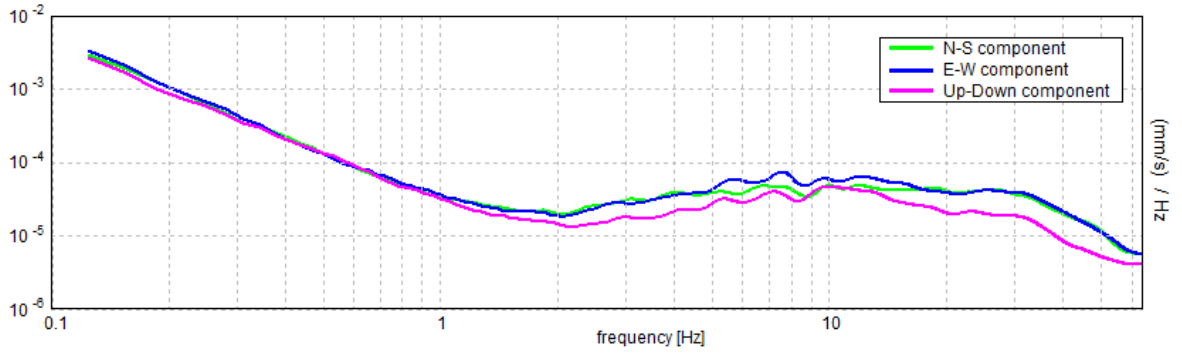
H/V TIME HISTORY



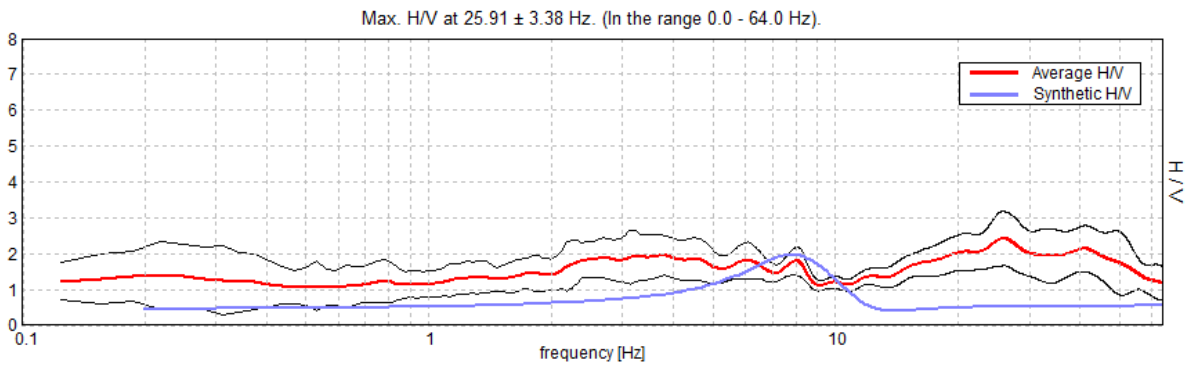
DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA

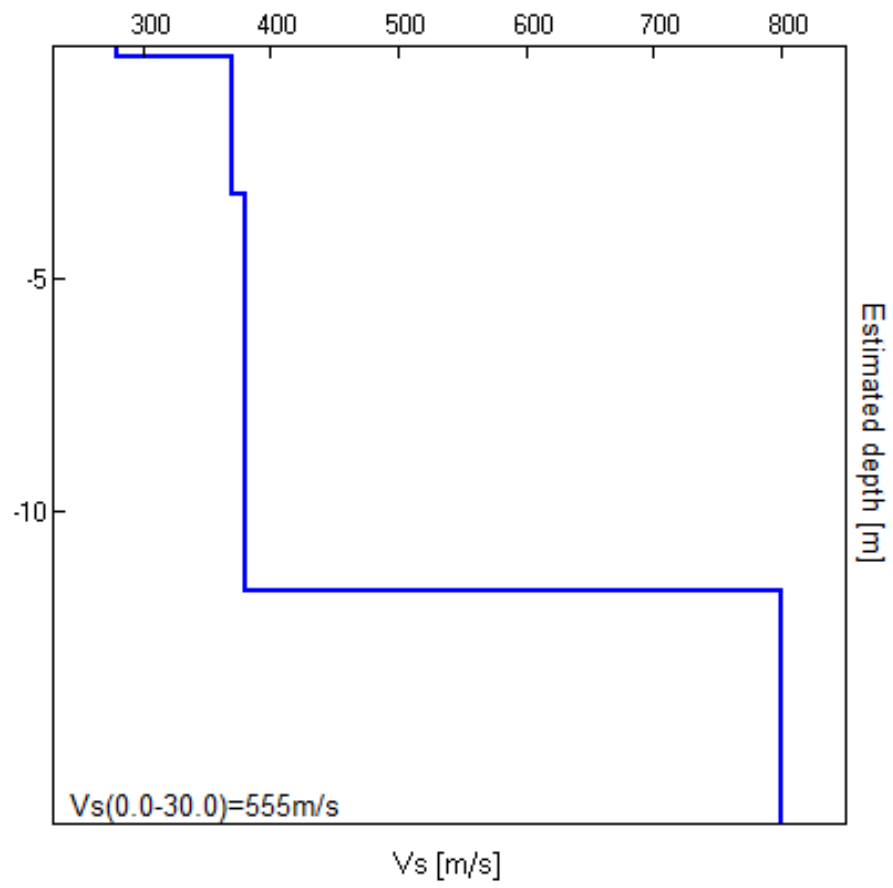


EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.20	0.20	280	0.35
3.20	3.00	370	0.35
11.70	8.50	380	0.35
inf.	inf.	800	0.35

Vs(0.0-30.0)=555m/s



$V_s(0.0-30.0)=555\text{m/s}$

[According to the SESAME, 2005 guidelines. **Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.**]

Max. H/V at 25.91 ± 3.38 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	25.91 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	24870.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 1244 times	OK	

Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	11.25 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	62.094 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.42 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.06415 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.66196 < 1.29531		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.3731 < 1.58	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$

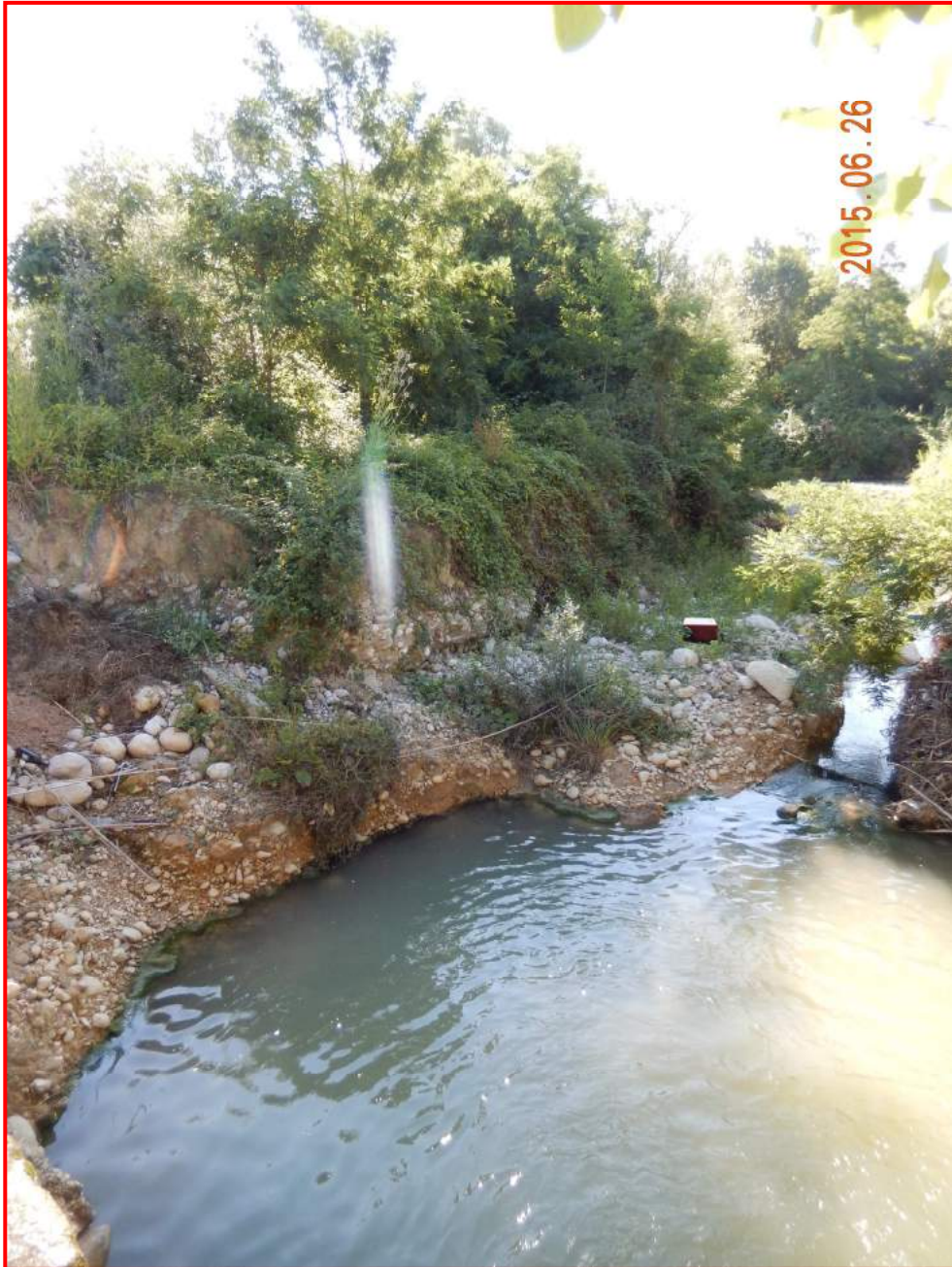
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

NOTA: I primi 3 criteri della tabella SESAME indicano se la registrazione è stata condotta per un tempo sufficientemente lungo rispetto alla frequenza del picco considerata.

E' necessario che tutti e 3 i criteri siano soddisfatti.

I secondi 6 criteri della tabella SESAME indicano se il picco è significativo da un punto di vista statistico. E' bene che ne siano soddisfatti il maggior numero possibile, ma eventuali NO anche su tutte le righe non implicano necessariamente che la registrazione è stata effettuata male, ma stanno a significare che non ci sono picchi significativi (una registrazione su roccia sana darebbe NO su tutti questi criteri).

ATTRAVERSAMENTO (3°) DEL TORRENTE BOTTARANE





Determinazione dei parametri sismici

Coordinate WGS84	
Lat. 42,432281° Long. 14,033867°	
Coordinate ED50	
Lat. 42,433247° Long. 14,034766°	
Classe dell'edificio	
I. Presenza occasionale di persone,	Cu = 0.7
Vita nominale (Opere provvisorie <=10, Opere ordinarie >=50, Grandi opere >=100)	50
Interpolazione	Media ponderata

Stato Limite	Tr [anni]	a _g [g]	F _o	T _c [s]
Operatività (SLO)	30	0,054	2,455	0,279
Danno (SLD)	35	0,058	2,450	0,285
Salvaguardia vita (SLV)	332	0,151	2,447	0,345
Prevenzione collasso (SLC)	682	0,198	2,472	0,353
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	35			

Calcolo dei coefficienti sismici Stabilità dei pendii e fondazioni

Categoria sottosuolo	B			
Categoria topografica	T1			
	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss * Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,20
Cc * Coeff. funz categoria	1,42	1,41	1,36	1,35
St * Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,013	0,014	0,044	0,057
kv	0,006	0,007	0,022	0,029
Amax [m/s ²]	0,636	0,682	1,780	2,335
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

CONSORZIO DI BONIFICA CENTRO

BACINO SALINE - PESCARA - ALENTO - FORO

- via Gizio n.36 * 66100 Chieti -



Progetto Definitivo-Esecutivo per l'ammodernamento delle condotte adduttrici dell'impianto irriguo Tavo - Saline

* Comuni : Loreto Aprutino - Collecervino - Moscufo - Cappelle sul T. - Montesilvano C. *



BACINO IDROGRAFICO DEL F. TAVO

3° Attraversamento f. Bottarane



PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Vita nominale (Vn): 50 [anni]

Classe d'uso: I

Coefficiente d'uso (Cu): 0,7

Periodo di riferimento (Vr): 35 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLD: 35 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLV: 332 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLC: 682 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 42,4322900 [°]

Longitudine (WGS84): 14,0338700 [°]

Latitudine (ED50): 42,4332500 [°]

Longitudine (ED50): 14,0347700 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50)[°]	Distanza [m]
1	26093	42,433730	14,032140	222,36
2	26094	42,433400	14,099860	5341,97
3	26316	42,383400	14,099380	7672,08
4	26315	42,383740	14,031680	5510,72

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto 1

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,054	2,456	0,279
SLD	35	0,058	2,450	0,285
	50	0,068	2,436	0,298
	72	0,080	2,452	0,315
	101	0,093	2,435	0,322
	140	0,107	2,434	0,330
	201	0,125	2,435	0,339
SLV	332	0,152	2,447	0,345
	475	0,174	2,455	0,350
SLC	682	0,199	2,472	0,353
	975	0,226	2,490	0,357
	2475	0,309	2,537	0,366

Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,051	2,450	0,279
SLD	35	0,055	2,449	0,285
	50	0,064	2,447	0,299
	72	0,076	2,444	0,318
	101	0,088	2,441	0,325
	140	0,101	2,445	0,333
	201	0,118	2,435	0,341
SLV	332	0,144	2,444	0,347
	475	0,166	2,450	0,351
SLC	682	0,190	2,465	0,353
	975	0,217	2,479	0,355
	2475	0,299	2,519	0,363

Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,053	2,453	0,279
SLD	35	0,056	2,450	0,285
	50	0,066	2,443	0,299
	72	0,078	2,451	0,318
	101	0,091	2,443	0,325
	140	0,104	2,445	0,332
	201	0,121	2,444	0,341
SLV	332	0,148	2,450	0,347
	475	0,170	2,454	0,351
SLC	682	0,194	2,470	0,354
	975	0,222	2,486	0,357
	2475	0,304	2,528	0,365

Punto 4

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,055	2,459	0,281
SLD	35	0,060	2,451	0,286
	50	0,070	2,434	0,299
	72	0,082	2,452	0,315
	101	0,095	2,445	0,323
	140	0,109	2,441	0,331
	201	0,127	2,444	0,340
SLV	332	0,154	2,457	0,346
	475	0,177	2,466	0,350
SLC	682	0,202	2,482	0,355
	975	0,230	2,499	0,360
	2475	0,313	2,548	0,369

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,054	2,455	0,279
SLD	35	0,058	2,450	0,285
SLV	332	0,151	2,447	0,345
SLC	682	0,198	2,472	0,353

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1,000

Categoria sottosuolo:

B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 maggiore di 50 nei terreni a grana grossa e c_{u30} maggiore di 250 kPa nei terreni a grana fine).

Categoria topografica:

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Coefficienti sismici per muri di sostegno

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,012	0,013	0,044	0,057
kv	0,006	0,006	0,022	0,029
amax [m/s ²]	0,636	0,682	1,780	2,335
Beta	0,180	0,180	0,240	0,240

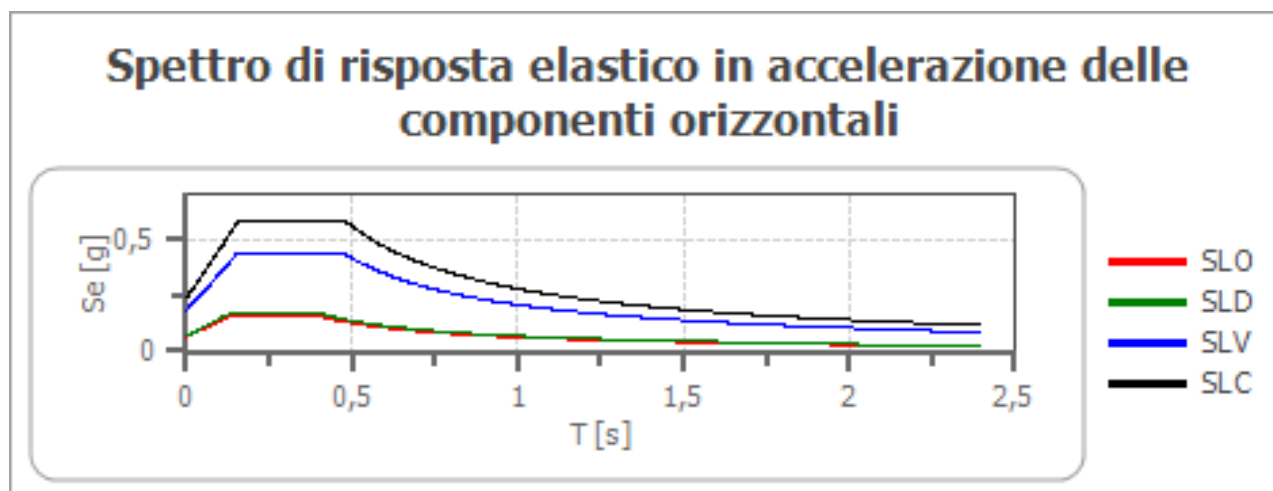
Coefficienti sismici per muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,065	0,070	0,182	0,238
kv	0,032	0,035	0,091	0,119
amax [m/s ²]	0,636	0,682	1,780	2,335
Beta	1,000	1,000	1,000	1,000

Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,013	0,014	0,044	0,057
kv	0,006	0,007	0,022	0,029
amax [m/s ²]	0,636	0,682	1,780	2,335
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

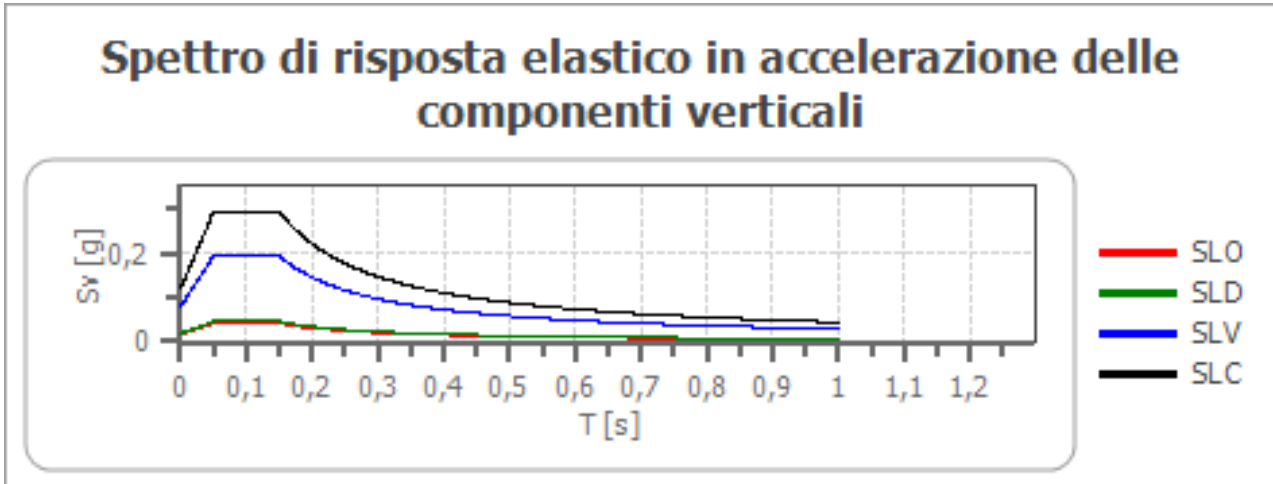


	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B) [g]
SLO	0,7	0,054	2,455	0,279	1,200	1,420	1,000	1,200	1,000	0,132	0,397	1,816	0,065	0,159
SLD	0,7	0,058	2,450	0,285	1,200	1,410	1,000	1,200	1,000	0,134	0,402	1,832	0,070	0,170
SLV	0,7	0,151	2,447	0,345	1,200	1,360	1,000	1,200	1,000	0,157	0,470	2,205	0,182	0,444
SLC	0,7	0,198	2,472	0,353	1,200	1,350	1,000	1,200	1,000	0,159	0,477	2,394	0,238	0,589

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1,000



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B)[g]
SLO	0,7	0,054	2,455	0,279	1	1,420	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,017	0,042
SLD	0,7	0,058	2,450	0,285	1	1,410	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,019	0,046
SLV	0,7	0,151	2,447	0,345	1	1,360	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,079	0,194
SLC	0,7	0,198	2,472	0,353	1	1,350	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,119	0,295

Spettro di progetto

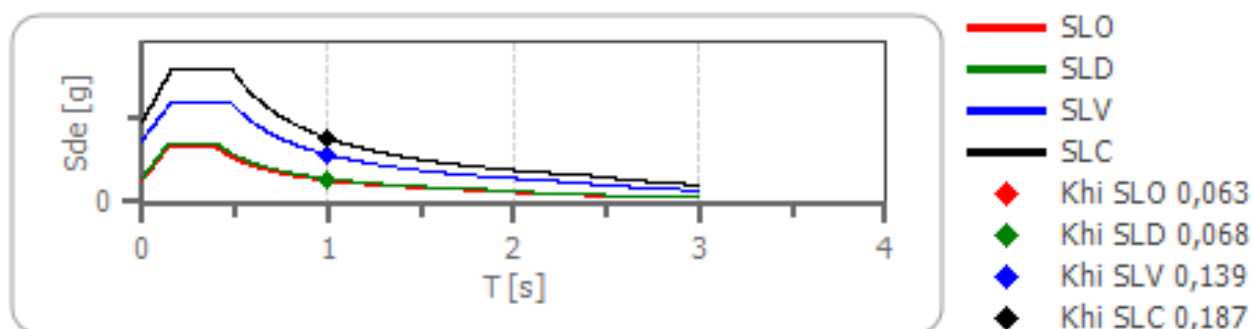
Fattore di struttura spettro orizzontale q: 1,50

Fattore di struttura spettro verticale q: 1,50

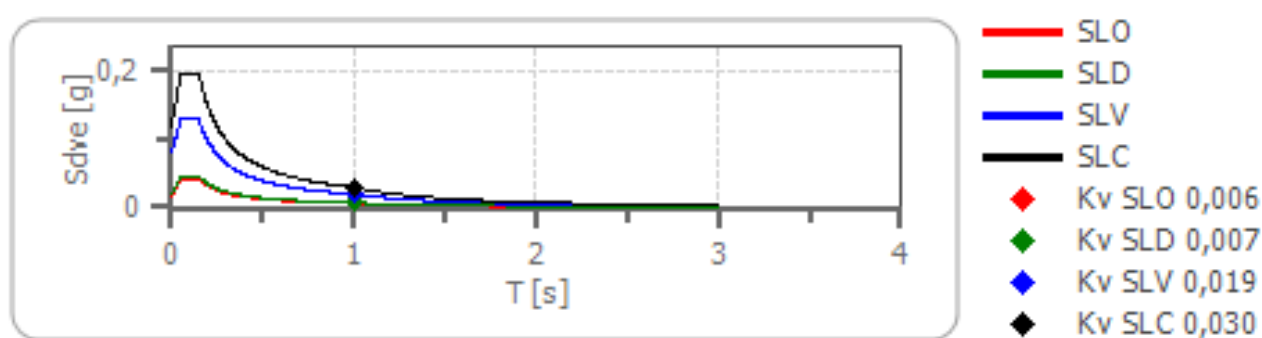
Periodo fondamentale T: 1,00 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
k _{hi} = S _d e(T) Orizzontale [g]	0,063	0,068	0,139	0,187
k _v = S _d v e(T) Verticale [g]	0,006	0,007	0,019	0,030

Spettro di progetto delle componenti orizzontali



Spettro di progetto delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(T B)[g]
SLO or	0,7	0,054	2,455	0,279	1,200	1,420	1,000	1,200	1,000	0,132	0,397	1,816	0,065	0,159
SLO ve	0,7	0,054	2,455	0,279	1,200	1,420	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,017	0,042
SLD or	0,7	0,058	2,450	0,285	1,200	1,410	1,000	1,200	1,000	0,134	0,402	1,832	0,070	0,170
SLD ve	0,7	0,058	2,450	0,285	1,200	1,410	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,019	0,046
SLV or	0,7	0,151	2,447	0,345	1,200	1,360	1,000	1,200	1,500	0,157	0,470	2,205	0,182	0,296
SLV ve	0,7	0,151	2,447	0,345	1,200	1,360	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,079	0,130
SLC or	0,7	0,198	2,472	0,353	1,200	1,350	1,000	1,200	1,500	0,159	0,477	2,394	0,238	0,393
SLC ve	0,7	0,198	2,472	0,353	1,200	1,350	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,119	0,197

CONSORZIO DI BONIFICA CENTRO

BACINO SALINE - PESCARA - ALENTO - FORO

- via Gizio n.36 * 66100 Chieti -

◇◇◇

**Progetto definitivo-esecutivo per l'ammodernamento
delle condotte adduttrici dell'impianto irriguo Tavo - Saline**

* Comuni : Loreto Aprutino - Collecervino - Moscufo - Cappelle sul T. - Montesilvano C. *

◇◇◇

ALLEGATO N.4

◇◇◇

BACINO IDROGRAFICO TAVO - SALINE

VASCA DISTRETTI NN.13 - 14

◇◇◇

CONSOLIDAMENTO MICROPALI

◇◇◇

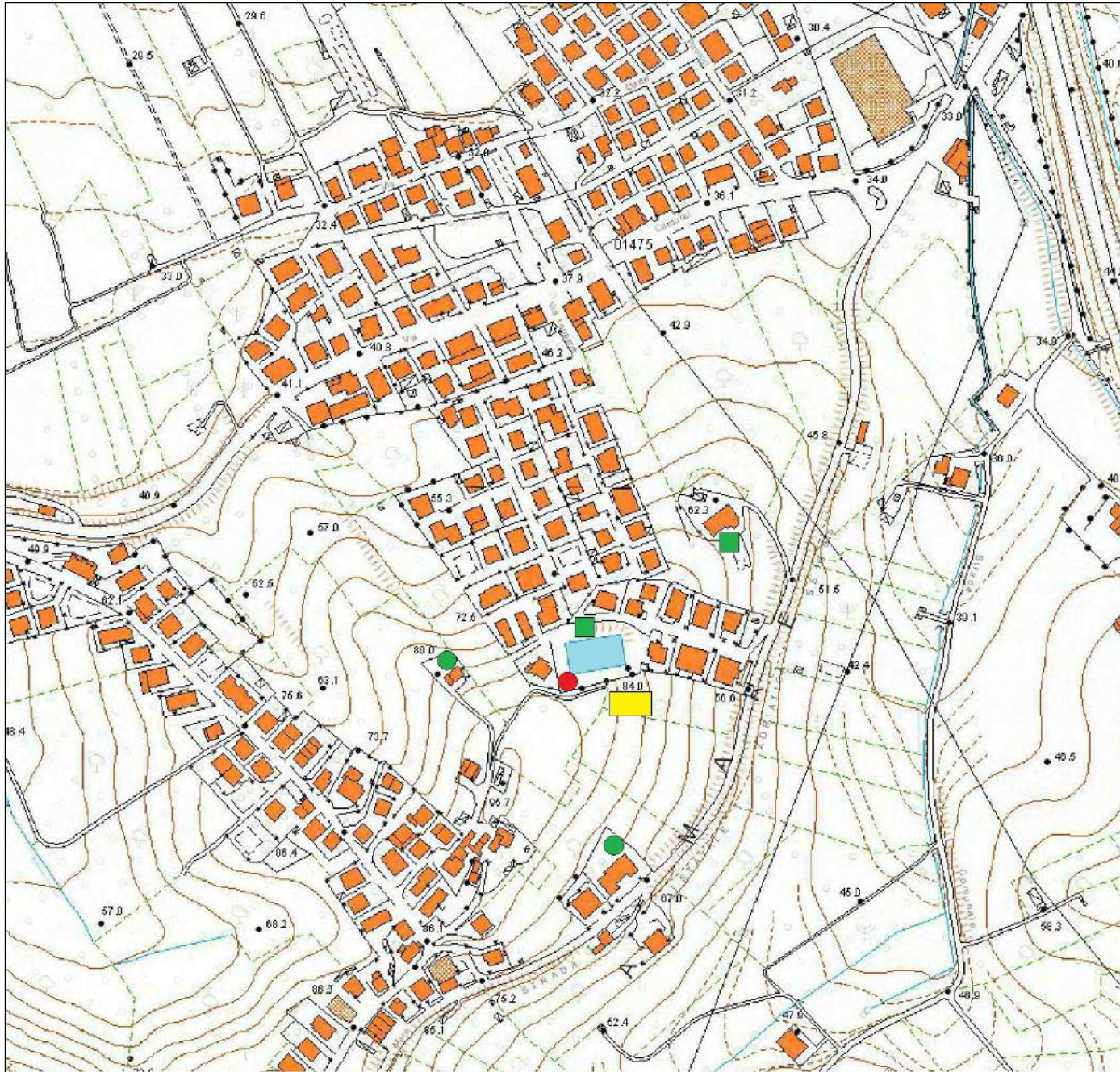
- 1 - Planimetria delle Indagini
 - 2 - Stratigrafia Trincea
 - 3 - Prove Penetrometriche D.P.S.H.
 - 4 - Indagine Sismica
 - 5 - Pericolosità Sismica
- Documentazione Fotografica

◇◇◇

Luglio 2015

◇◇◇





BACINO IDROGRAFICO TAVO-SALINE

- Comune Cappelle sul Tavo -



Loc.: Vasca distretti nn 13 e 14



PLANIMETRIA DELLE INDAGINI

- *effettuate e storiche* -



- Scala 1:5000 -



LEGENDA



Vasca di compenso da consolidare



Trincea geognostica + prove pocket



Prove penetrometriche dinam DPSH



Sondaggio rotary con prove S.P.T.



Indagine geofisica-sismica, tromino



STUDIO ASSOCIATO GEOTECNICA MARINELLI Via Casere n. 47 * 66010 PRETORO - CH Tel./fax: 0871.898169 * Cell.:3470715009			COMMITTENTE: Consorzio di Bonifica Centro BACINO SALINE - PESCARA - ALENTO - FORO - via Gizio n.36 * 66100 Chieti -					
Località: vasca di compenso dei distretti nn. 13-14 nel comune di Cappelle sul Tavo Pe.			Progetto Esecutivo per l'ammodernamento delle condotte adduttrici dell'impianto irriguo fiume Tavo- Saline					
Dati delle prove penetrometriche dinamiche D.P.S.H. → vedi certificati e foto			Comparazione delle prove penetrometriche con i dati storici, di progettazione della vasca					
Coordinate geografiche (ED50): Latitud: 42,473640° Longit.: 14,108660°			Quota: 84,0 metri s.l.m.		Data esecuzione: 09.07.2015			
P R O F O N D. m.da p.c.	S P E S O R m.	S T R A T I G R.. 	DESCRIZIONE LITOLOGICA			Rp Kg/cm ² 1 2 3 4 5	F A L D A m. da p.c.	N _{SPT}
1	2,2		Sabbie limose ghiaiose con livelli sabbiosi e lenti di ghiaie in matrice limosa sabbiosa più o meno abbondante; da <i>moderatamente addensato a addensato</i>				A	N _{SPT} = 11
2			Argille limose con livelli argillosi marnosi, alternati con livelletti di sabbia molto fine, grigiastra da <i>consistente a molto consistente</i>				S S E N T E	N _{SPT} = 15 N _{SPT} = 27
3								N _{SPT} = 25
4								N _{SPT} > 25
5								

GEOTECNICA MARINELLI
Via Casere n. 47 * 66010 PRETORO - CH
Tel./fax: 0871.898169 * Cell.:3470715009

COMMITTENTE:
Consorzio di Bonifica Centro
BACINO SALINE - PESCARA - ALENTO - FORO
- via Gizio n.36 * 66100 Chieti -

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO per e	LOCALITA': <i>Vasca di compenso</i> Distretti nn. 13 - 14 nel comune di Cappelle sul Tavo - Pe
---	---

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

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

OPERATORE
ott.Geol.G.Barone

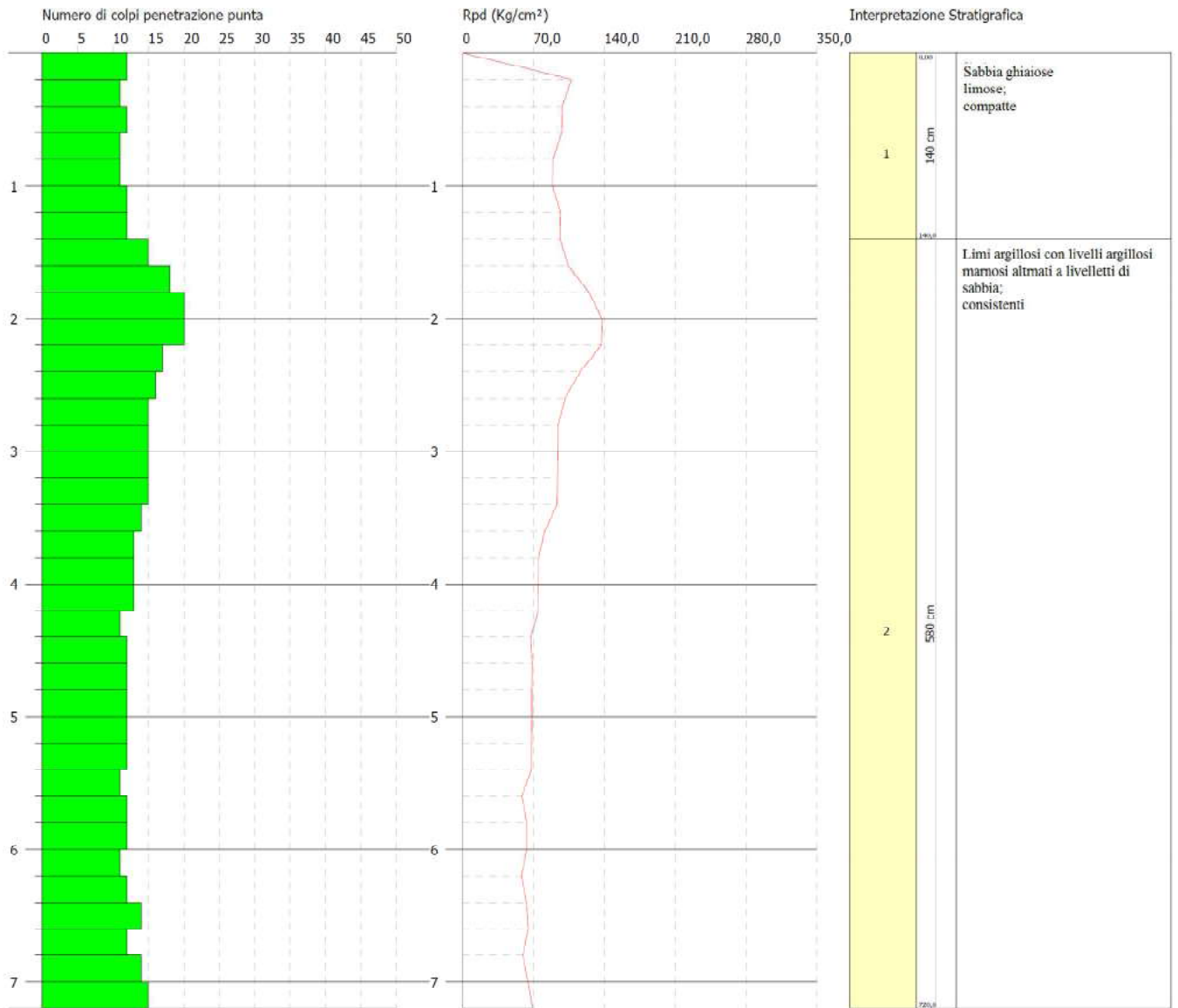
IL RELATORE Dott. Geol. Dott. Geol. Luigi Marinelli
IL RELATORE Dott. Geol. Pierpaolo Marinelli

PROVA DPSH VASCA DISTRETTI NN. 13 - 14

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 09/07/2015
 Profondità prova 7,20 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	12	0,855	107,76	126,09	5,39	6,30
0,40	11	0,851	98,33	115,58	4,92	5,78
0,60	12	0,847	98,02	115,72	4,90	5,79
0,80	11	0,843	89,46	106,08	4,47	5,30
1,00	11	0,840	89,08	106,08	4,45	5,30
1,20	12	0,836	96,77	115,72	4,84	5,79
1,40	12	0,833	96,38	115,72	4,82	5,79
1,60	15	0,780	104,20	133,66	5,21	6,68
1,80	18	0,776	124,52	160,40	6,23	8,02
2,00	20	0,773	137,79	178,22	6,89	8,91
2,20	20	0,770	137,25	178,22	6,86	8,91
2,40	17	0,767	116,21	151,48	5,81	7,57
2,60	16	0,764	101,27	132,51	5,06	6,63
2,80	15	0,761	94,59	124,23	4,73	6,21
3,00	15	0,759	94,25	124,23	4,71	6,21
3,20	15	0,756	93,91	124,23	4,70	6,21
3,40	15	0,753	93,59	124,23	4,68	6,21
3,60	14	0,751	81,32	108,30	4,07	5,41
3,80	13	0,748	75,26	100,56	3,76	5,03
4,00	13	0,746	75,02	100,56	3,75	5,03
4,20	13	0,744	74,79	100,56	3,74	5,03
4,40	11	0,791	67,34	85,09	3,37	4,25
4,60	12	0,789	68,73	87,08	3,44	4,35
4,80	12	0,787	68,54	87,08	3,43	4,35
5,00	12	0,785	68,36	87,08	3,42	4,35
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	11	0,779	58,57	75,18	2,93	3,76
5,80	12	0,777	63,74	82,01	3,19	4,10
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	14	0,720	65,13	90,41	3,26	4,52
6,80	12	0,769	59,57	77,49	2,98	3,87
7,00	14	0,717	64,84	90,41	3,24	4,52
7,20	15	0,716	69,32	96,87	3,47	4,84



Prof. Strato (m)	NPDM	Rd Kg/cm²	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità v (t/m³)	Peso unità v s (t/m³)	Tension efficace Kg/cm²	Coef.cor relazion Nspt	Nspt	Descrizione
1,4	11,57	114,43	Incoeren coesivo	0	2,08	2,29	0,15	1,47	17,01	Strato
7,2	13,9	107,36	Incoeren coesivo	0	2,1	2,1	0,9	1,47	20,43	Strato

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato (1)	17,01	0.00-1,40	Schmertmann ('75)	1,19
Strato (2)	20,43	1,40-7,20	Schmertmann ('75)	1,43

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato (1)	17,01	0.00-1,40	Stroud e Butler ('75)	78,04
Strato (2)	20,43	1,40-7,20	Stroud e Butler ('75)	93,73

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato (1)	17,01	0.00-1,40	Schultze	175,22
Strato (2)	20,43	1,40-7,20	Schultze	214,55

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1)	17,01	0.00-1,40	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
Strato (2)	20,43	1,40-7,20	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato (1)	17,01	0.00-1,40	Meyerhof	2,08
Strato (2)	20,43	1,40-7,20	Meyerhof	2,10

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo(t/m ³)
Strato (1)	17,01	0.00-1,40	Meyerhof	2,29
Strato (2)	20,43	1,40-7,20	Meyerhof	2,10

TERRENI INCOERENTI I

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1)	17,01	0.00-1,40	17,01	Skempton 1986	46,52
Strato (2)	20,43	1,40-7,20	20,43	Skempton 1986	51,86

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1)	17,01	0.00-1,40	17,01	Shioi-Fukuni'82	30,97
Strato (2)	20,43	1,40-7,20	20,43	Shioi-Fukuni'82	32,51

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato (1)	17,01	0.00-1,40	17,01	Schultze-Menzenbach Li siltoso e sab lim	101,66
Strato (2)	20,43	1,40-7,20	20,43	Schultze-Menzenbac lim silt e sab lim	121,49

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edom. (Kg/cm ²)
Strato (1)	17,01	0.00-1,40	17,01	Begemann ('74)	62,40
Strato (2)	20,43	1,40-7,20	20,43	Begemann ('74)	69,43

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1)	17,01	0.00-1,40	17,01	Classificazione A.G.I	MODERATAM ADDENSATO
Strato (2)	20,43	1,40-7,20	20,43	Classificazione A.G.I	MODERATAM ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
Strato (1)	17,01	0.00-1,40	17,01	Meyerhof ed altri	1,93
Strato (2)	20,43	1,40-7,20	20,43	Meyerhof ed altri	2,00

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Vol Sat (t/m ³)
Strato (1)	17,01	0.00-1,40	17,01	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,96
Strato (2)	20,43	1,40-7,20	20,43	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,98

Foto n. 1



Foto n. 2





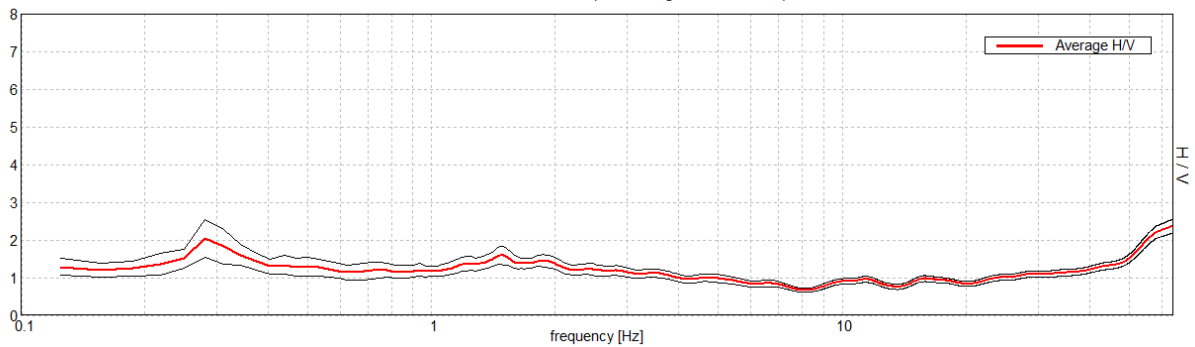
Progetto definitivo-esecutivo per l'ammodernamento
delle condotte adduttrici dell'impianto irriguo Tavo - Saline
COMUNE DI CAPPELLE SUL TAVO * VASCA DISTRETTI NN.13 - 14



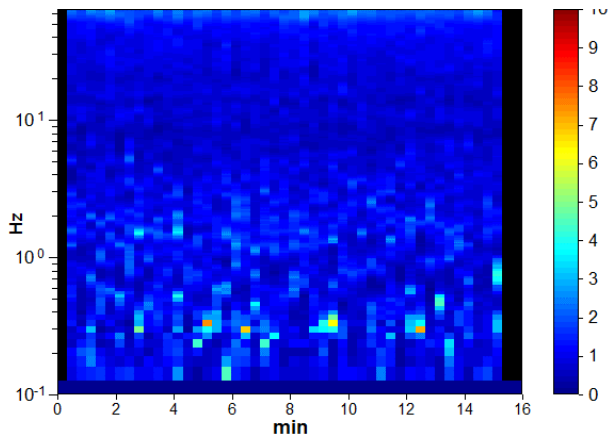
Instrument: TEP-0028/01-09
Data format: 16 byte
Full scale [mV]: n.a.
Start recording: 14/07/15 12:31:36 End recording: 14/07/15 12:51:36
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN ; TRG + TRG -
Trace length: 0h20'00". Analysis performed on the entire trace.
Sampling rate: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing type: Triangular window
Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

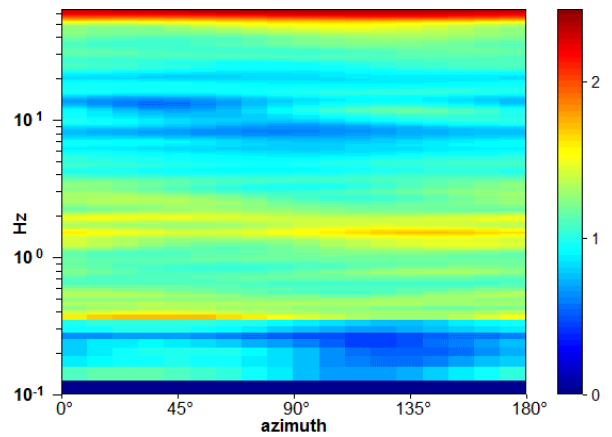
Max. H/V at 1.5 ± 0.34 Hz (in the range 0.5 - 20.0 Hz).



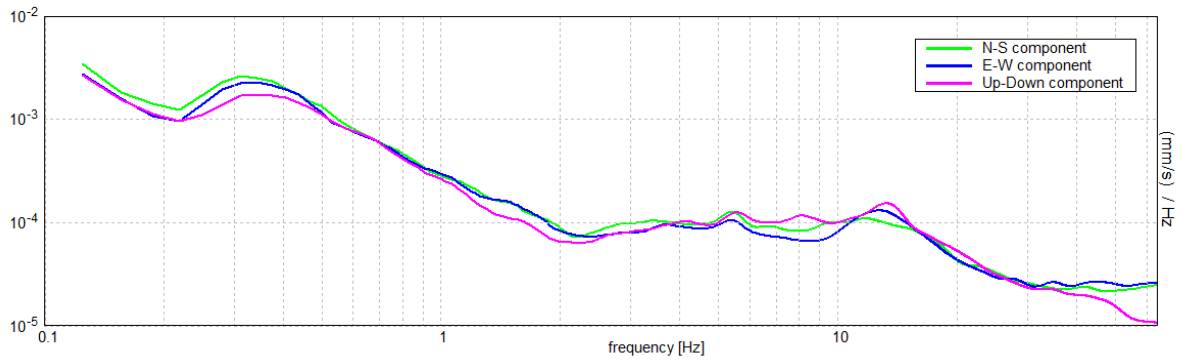
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V

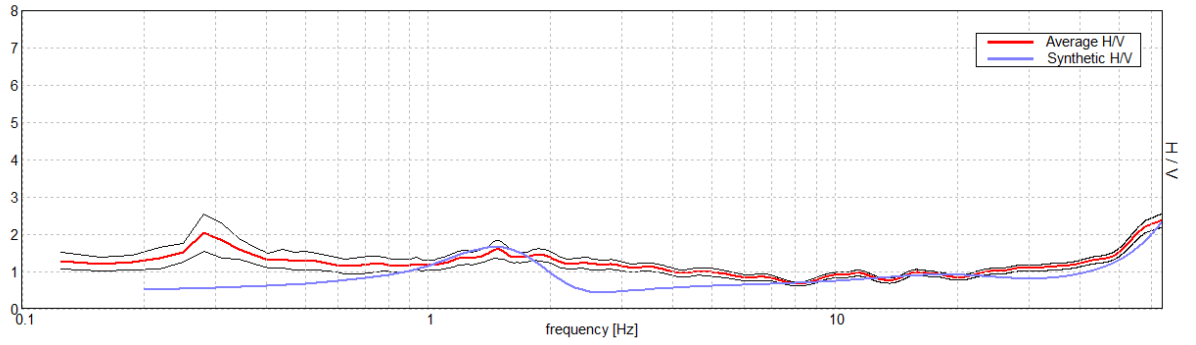


SINGLE COMPONENT SPECTRA



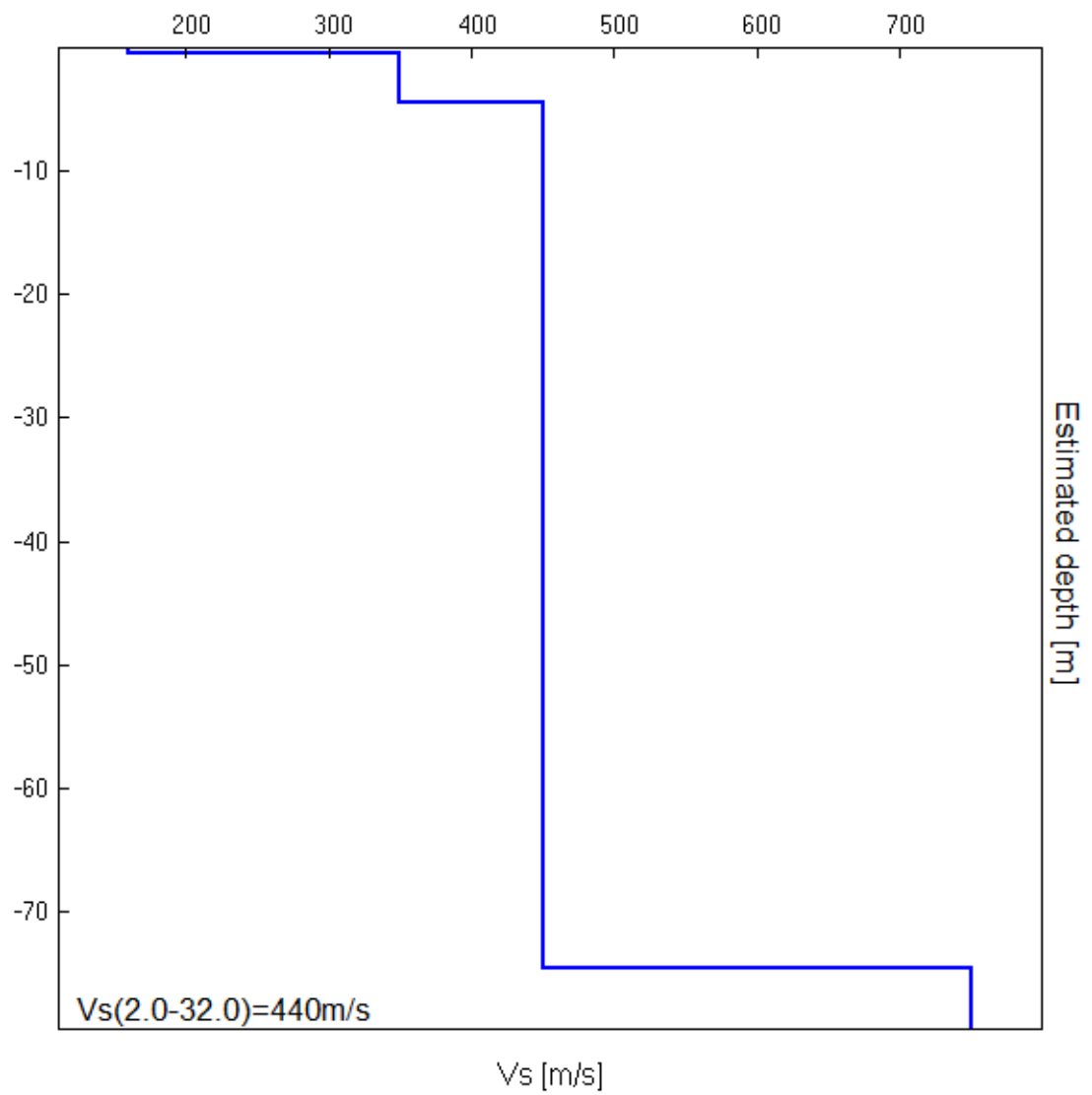
EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 1.5 ± 0.34 Hz (in the range 0.5 - 20.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.50	0.50	160	0.42
4.50	4.00	350	0.42
74.50	70.00	450	0.40
inf.	inf.	750	0.40

Vs (2.0 - 32.0) = 440 m/s



$V_s (2.0 - 32.0) = 440 \text{ m/s}$

[According to the SESAME, 2005 guidelines. **Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.**]

Max. H/V at 1.5 ± 0.34 Hz (in the range 0.5 - 20.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$ $n_c(f_0) > 200$ $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	$1.50 > 0.50$ $1350.0 > 200$ Exceeded 0 out of 73 times	OK OK OK	
Criteria for a clear H/V peak [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$ $f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$1.58 > 2$ $ 0.22669 < 0.05$ $0.34004 < 0.15$ $0.2402 < 1.78$	OK	NO NO NO

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

NOTA: I primi 3 criteri della tabella SESAME indicano se la registrazione è stata condotta per un tempo sufficientemente lungo rispetto alla frequenza del picco considerata.

E' necessario che questi criteri siano tutti soddisfatti.

I secondi 6 criteri della tabella SESAME indicano se il picco è significativo da un punto di vista statistico. E' bene che ne siano soddisfatti il maggior numero possibile, ma eventuali NO anche su tutte le righe non implicano necessariamente che la registrazione è stata effettuata male, bensì stanno a significare che non ci sono picchi significativi (una registrazione su roccia sana darebbe NO su tutti questi criteri).

Foto n 1

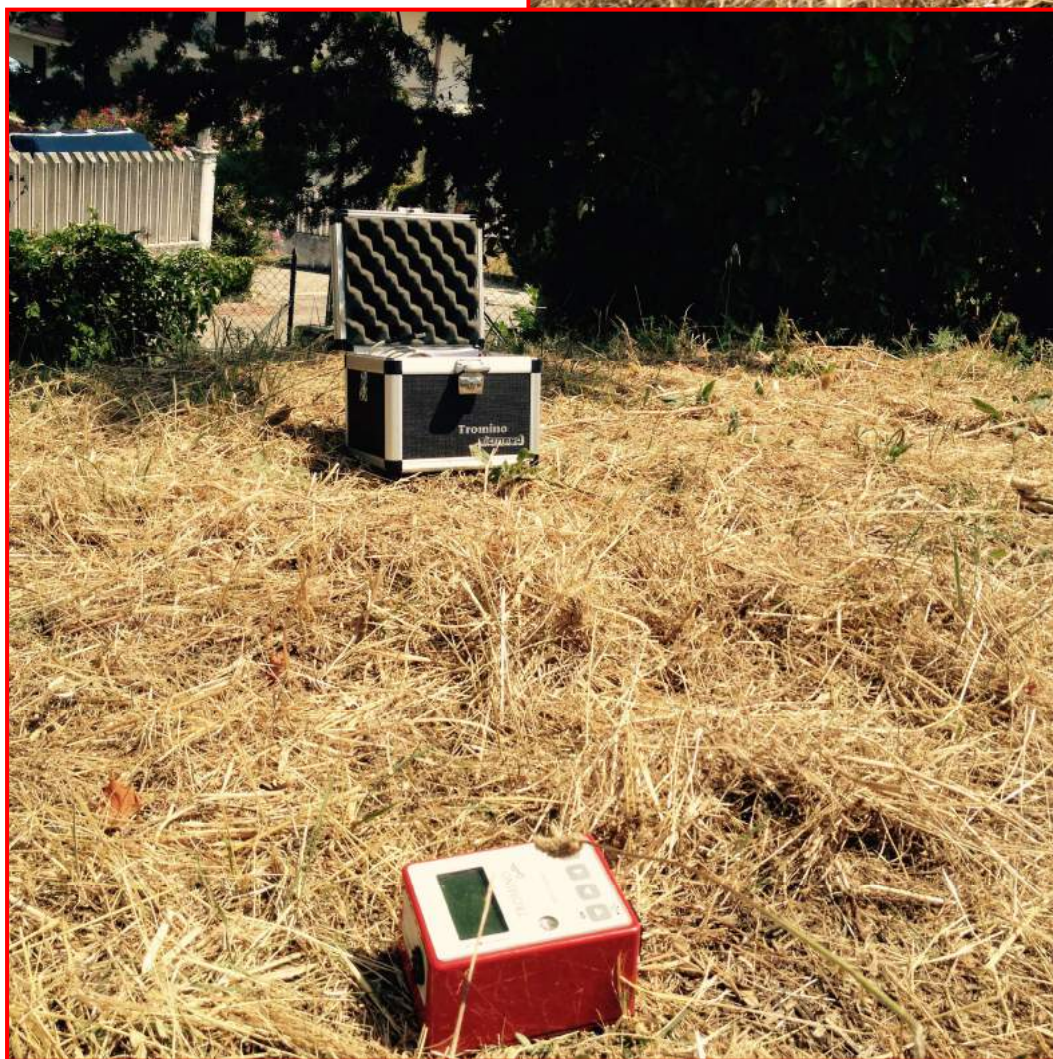
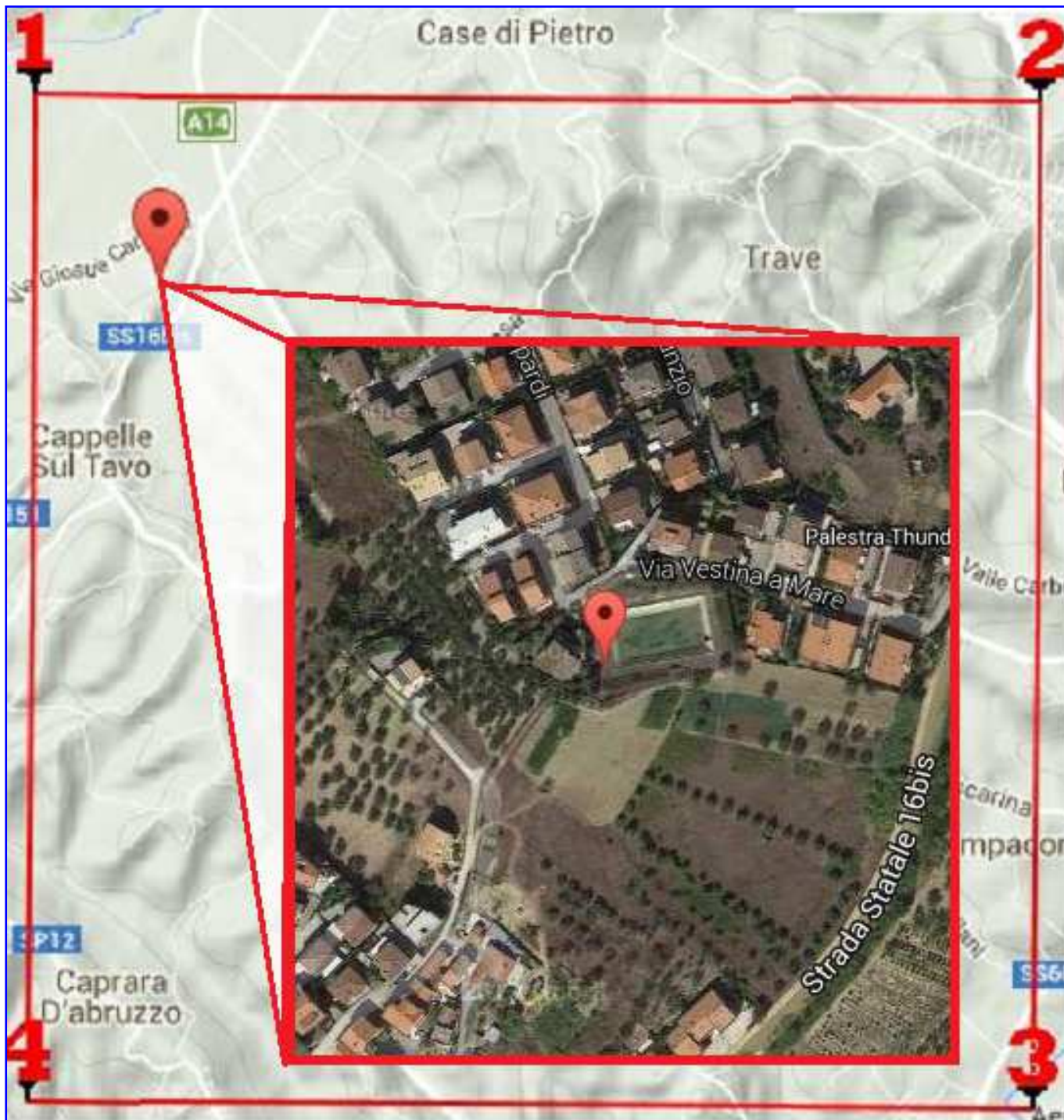


Foto n 2



Determinazione dei parametri sismici

Coordinate WGS84	
Lat. 42,472671 ° Long. 14,107759 °	
Coordinate ED50	
Lat. 42,473635 ° Long. 14,108657 °	
Classe dell'edificio	
I. Presenza occasionale di persone	Cu = 0.7
Vita nominale (Opere provvisorie <=10, Opere ordinarie >=50, Grandi opere >=100)	50
Interpolazione	Media ponderata

Stato Limite	Tr [anni]	a _g [g]	F _o	T _c [s]
Operatività (SLO)	30	0,049	2,447	0,281
Danno (SLD)	35	0,053	2,450	0,288
Salvaguardia vita (SLV)	332	0,138	2,449	0,348
Prevenzione collasso (SLC)	682	0,182	2,467	0,355
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	35			

Calcolo dei coefficienti sismici

Stabilità dei pendii e fondazioni

Categoria sottosuolo	B			
Categoria topografica	T1			
	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss * Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,20
Cc * Coeff. funz categoria	1,42	1,41	1,36	1,35
St * Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,012	0,013	0,040	0,052
kv	0,006	0,006	0,020	0,026
Amax [m/s ²]	0,579	0,619	1,627	2,144
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

CONSORZIO DI BONIFICA CENTRO
BACINO SALINE - PESCARA - ALENTO - FORO
- via Gizio n.36 * 66100 Chieti -



**Progetto Definitivo-Esecutivo per l'ammodernamento
delle condotte adduttrici dell'impianto irriguo Tavo - Saline**

* Comuni : Loreto Aprutino - Collecervino - Moscufo - Cappelle sul T. - Montesilvano C. *



BACINO IDROGRAFICO TAVO - SALINE
Vasca distretti nn 13 e 14



PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Vita nominale (Vn):	50 [anni]
Classe d'uso:	I
Coefficiente d'uso (Cu):	0,7
Periodo di riferimento (Vr):	35 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLO:	30 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLD:	35 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLV:	332 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLC:	682 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84):	42,4726800 [°]
Longitudine (WGS84):	14,1077600 [°]
Latitudine (ED50):	42,4736400 [°]
Longitudine (ED50):	14,1086600 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50)[°]	Longitudine (ED50)[°]	Distanza [m]
1	25872	42,483400	14,100360	1281,33
2	25873	42,483020	14,168150	4989,19
3	26095	42,433030	14,167630	6617,80
4	26094	42,433400	14,099860	4531,97

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto 1

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,050	2,446	0,280
SLD	35	0,053	2,447	0,287
	50	0,062	2,449	0,305
	72	0,074	2,441	0,318
	101	0,086	2,439	0,326
	140	0,099	2,439	0,333
SLV	201	0,115	2,429	0,340
	332	0,141	2,439	0,347
	475	0,163	2,447	0,351
SLC	682	0,186	2,458	0,352
	975	0,213	2,469	0,354
	2475	0,294	2,507	0,362

Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,046	2,452	0,284
SLD	35	0,049	2,458	0,291
	50	0,057	2,472	0,309
	72	0,067	2,466	0,323
	101	0,078	2,475	0,330
	140	0,089	2,465	0,340
	201	0,103	2,473	0,346
SLV	332	0,126	2,478	0,354
	475	0,145	2,482	0,360
SLC	682	0,165	2,489	0,362
	975	0,189	2,497	0,364
	2475	0,260	2,525	0,369

Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,048	2,447	0,283
SLD	35	0,051	2,456	0,290
	50	0,059	2,479	0,308
	72	0,070	2,460	0,322
	101	0,080	2,477	0,330
	140	0,093	2,456	0,340
	201	0,108	2,462	0,346
SLV	332	0,132	2,469	0,352
	475	0,152	2,474	0,357
SLC	682	0,173	2,484	0,359
	975	0,198	2,493	0,360
	2475	0,273	2,523	0,367

Punto 4

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,051	2,450	0,279
SLD	35	0,055	2,449	0,285
	50	0,064	2,447	0,299
	72	0,076	2,444	0,318
	101	0,088	2,441	0,325
	140	0,101	2,445	0,333
	201	0,118	2,435	0,341
SLV	332	0,144	2,444	0,347
	475	0,166	2,450	0,351
SLC	682	0,190	2,465	0,353
	975	0,217	2,479	0,355
	2475	0,299	2,519	0,363

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,049	2,447	0,281
SLD	35	0,053	2,450	0,288
SLV	332	0,138	2,449	0,348
SLC	682	0,182	2,467	0,355

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1,000

Categoria sottosuolo:

B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 maggiore di 50 nei terreni a grana grossa e c_{u30} maggiore di 250 kPa nei terreni a grana fine).

Categoria topografica:

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Coefficienti sismici per muri di sostegno

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,011	0,011	0,040	0,052
kv	0,005	0,006	0,020	0,026
amax [m/s ²]	0,579	0,619	1,627	2,144
Beta	0,180	0,180	0,240	0,240

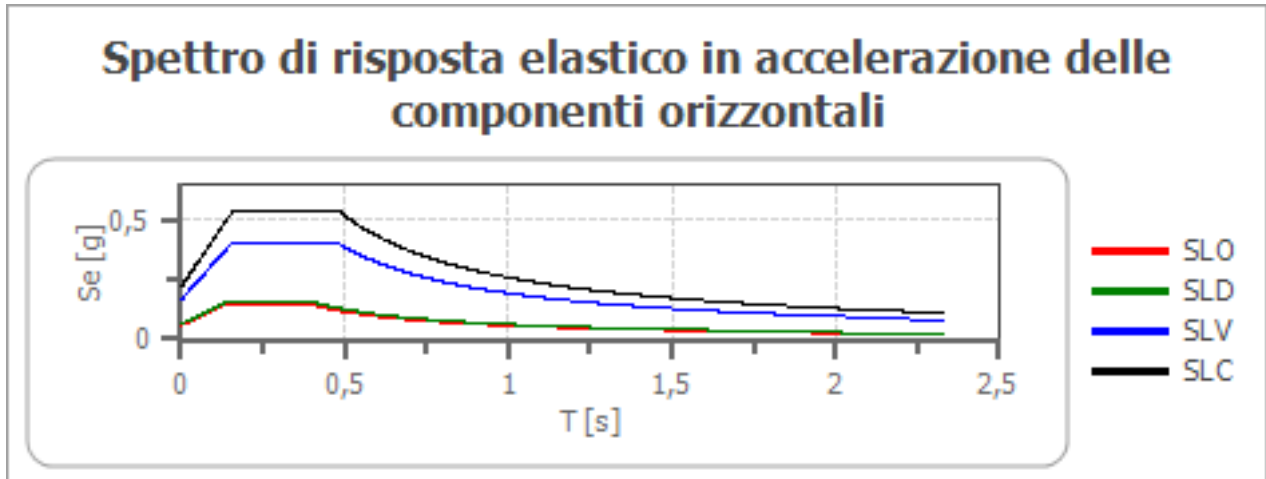
Coefficienti sismici per muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,059	0,063	0,166	0,219
kv	0,030	0,032	0,083	0,109
amax [m/s ²]	0,579	0,619	1,627	2,144
Beta	1,000	1,000	1,000	1,000

Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,012	0,013	0,040	0,052
kv	0,006	0,006	0,020	0,026
amax [m/s ²]	0,579	0,619	1,627	2,144
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

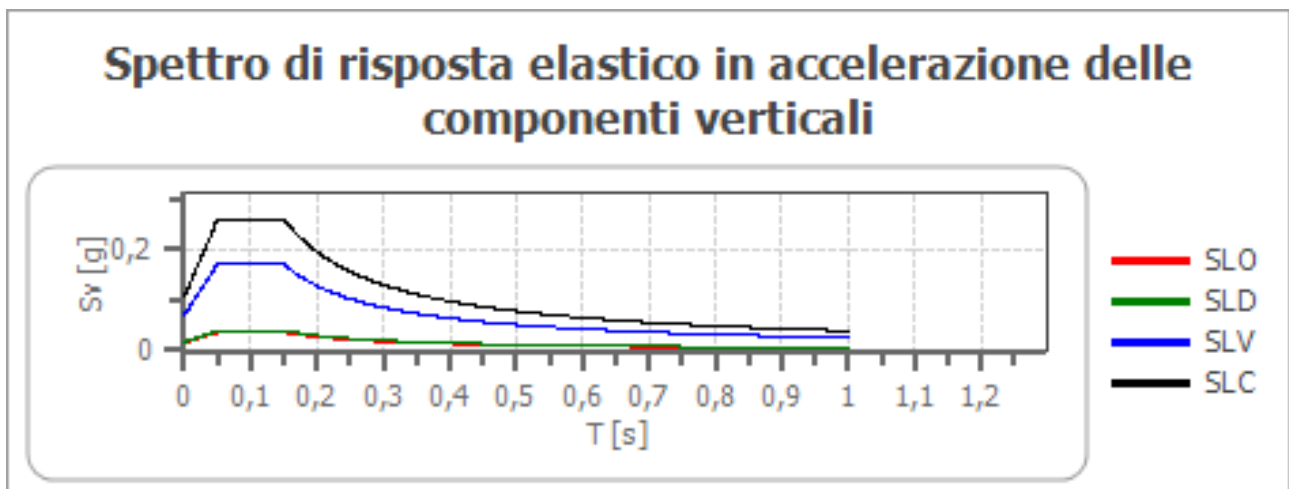


	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B)[g]
SLO	0,7	0,049	2,447	0,281	1,200	1,420	1,000	1,200	1,000	0,133	0,399	1,797	0,059	0,144
SLD	0,7	0,053	2,450	0,288	1,200	1,410	1,000	1,200	1,000	0,135	0,406	1,811	0,063	0,155
SLV	0,7	0,138	2,449	0,348	1,200	1,360	1,000	1,200	1,000	0,158	0,474	2,153	0,166	0,406
SLC	0,7	0,182	2,467	0,355	1,200	1,350	1,000	1,200	1,000	0,160	0,479	2,329	0,219	0,539

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10 / (5 + \xi)]^{(1/2)}$: 1,000



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B)[g]
SLO	0,7	0,049	2,447	0,281	1	1,420	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,015	0,036
SLD	0,7	0,053	2,450	0,288	1	1,410	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,016	0,040
SLV	0,7	0,138	2,449	0,348	1	1,360	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,069	0,170
SLC	0,7	0,182	2,467	0,355	1	1,350	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,105	0,259

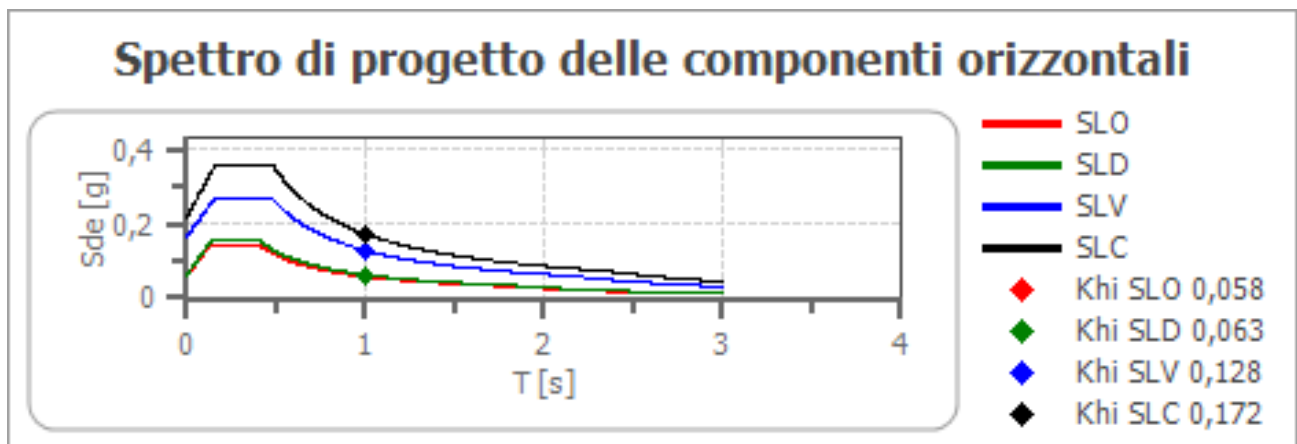
Spettro di progetto

Fattore di struttura spettro orizzontale q: 1,50

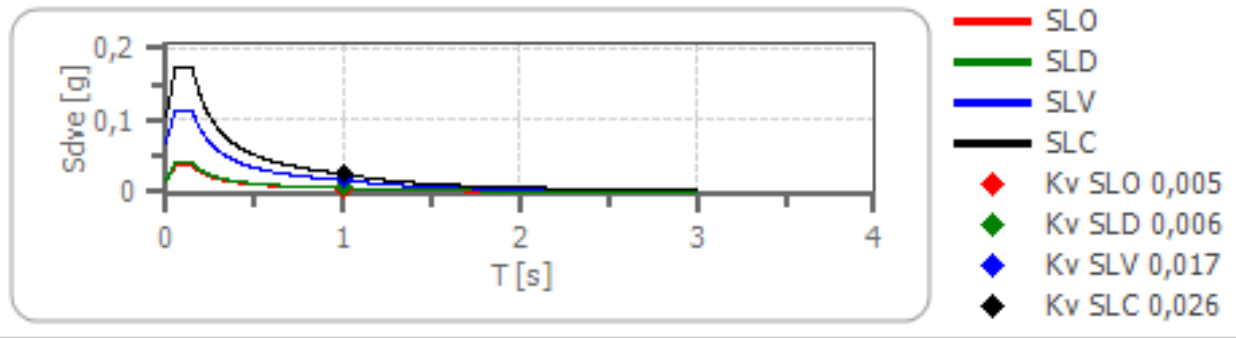
Fattore di struttura spettro verticale q: 1,50

Periodo fondamentale T: 1,00 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
k _{hi} = S _{de} (T) Orizzontale [g]	0,058	0,063	0,128	0,172
k _v = S _{dve} (T) Verticale [g]	0,005	0,006	0,017	0,026



Spettro di progetto delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(T B)[g]
SLO oriz	0,7	0,049	2,447	0,281	1,200	1,420	1,000	1,200	1,000	0,133	0,399	1,797	0,059	0,144
SLO verti	0,7	0,049	2,447	0,281	1,200	1,420	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,015	0,036
SLD orizz	0,7	0,053	2,450	0,288	1,200	1,410	1,000	1,200	1,000	0,135	0,406	1,811	0,063	0,155
SLD verti	0,7	0,053	2,450	0,288	1,200	1,410	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,016	0,040
SLV oriz	0,7	0,138	2,449	0,348	1,200	1,360	1,000	1,200	1,500	0,158	0,474	2,153	0,166	0,271
SLV verti	0,7	0,138	2,449	0,348	1,200	1,360	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,069	0,113
SLC oriz	0,7	0,182	2,467	0,355	1,200	1,350	1,000	1,200	1,500	0,160	0,479	2,329	0,219	0,360
SLC vertic	0,7	0,182	2,467	0,355	1,200	1,350	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,105	0,173

CONSORZIO DI BONIFICA CENTRO

BACINO SALINE - PESCARA - ALENTO - FORO

- via Gizio n.36 * 66100 Chieti -

◇◇◇

Progetto definitivo - esecutivo per l'ammodernamento delle condotte adduttrici dell'impianto irriguo Tavo - Saline

* Comuni : Loreto Aprutino - Collecervino - Moscufo - Cappelle sul T. - Montesilvano C. *

◇◇◇

ALLEGATO N.5

◇◇◇

* REAZIONE MICROTREMORI *

- In appendice: Tecnica d'indagine HVSR -

◇◇◇

Luglio 2015

◇◇◇



◇◇◇

CONSORZIO DI BONIFICA CENTRO

BACINO SALINE - PESCARA - ALENTO - FORO
- via Gizio n.36 * 66100 Chieti -

◇◇◇

**Progetto Esecutivo per l'ammodernamento
delle condotte adduttrici dell'impianto irriguo Tavo - Saline**

* Comuni : Loreto Aprutino - Collecervino - Moscufo - Cappelle sul T. - Montesilvano C. *

◇◇◇

ALLEGATO N.5

◇◇◇

*** REAZIONE MICROTREMORI ***

Appendice: Tecnica d'indagine HVSR

◇◇◇

Luglio 2015



◇◇◇

SOMMARIO
Premesse
Indagini
Interpretazione
Funzione HVSR
Categorie del sottosuolo
Appendice: Tecnica d'indagine HVSR

CONSORZIO DI BONIFICA CENTRO

BACINO SALINE - PESCARA - ALENTO - FORO

- via Gizio n.36 * 66100 Chieti -



Progetto Definitivo-Esecutivo per l'ammodernamento delle condotte adduttrici dell'impianto irriguo Tavo - Saline

* Comuni : Loreto Aprutino - Collecervino - Moscufo - Cappelle sul T. - Montesilvano C. *



ALLEGATO N.5



* REAZIONE MICROTREMORI *

*** P R E M E S S E

Lo strumento utilizzato per le misure sismiche è il tromometro "Tromino", sismografo di dimensioni molto contenute che contiene tre sensori elettrodinamici ortogonali (velocimetri), un ampio range frequenziale (0,1 - 256 Hz) e un sistema GPS integrato.

L'ubicazione dei punti di misura, i report di elaborazione, la documentazione fotografica e la descrizione della tecnica e applicazioni del metodo sono riportati nei rispettivi allegati.

*** I N D A G I N E

L'indagine è consistita in n. 4 misure a stazione singola di microtemori al suolo elaborate secondo la tecnica HVSR che permette la misura immediata della frequenza di risonanza fondamentale del suolo.

La prova consente anche la determinazione delle $V_{s,30}$ sfruttando, mediante l'inversione delle misure, la tecnica del confronto degli spettri singoli e dei rapporti H/V misurati con quelli "sintetici" (cioè con quelli calcolati relativamente al campo d'onde completo di un modello 3D) ed anche, entro certi limiti, la valutazione delle amplificazioni di sito.

*** **INTERPRETAZIONE**

L'interpretazione è tanto più soddisfacente, e il modello tanto più vicino alla realtà, quanto più i dati misurati e quelli sintetici sono vicini (Aki, 1964; Ben-Menahem e Singh, 1981; Arai e Tokimatsu, 2004).

L'indagine ha permesso di rilevare la:

- frequenza fondamentale al suolo;
- velocità delle onde di taglio ($V_{s,30}$) nei primi 30 m di profondità;

In allegato al testo delle *NTC08* è presente una tabella nella quale le azioni sismiche vengono determinate facendo riferimento alle coordinate geografiche di una griglia di punti prefissati sul territorio: i valori per il sito di interesse, individuato mediante interpolazione sui quattro punti adiacenti, vengono quindi calcolati sulla base della conoscenza della velocità delle onde di taglio nei primi 30 m ($V_{s,30}$) per le quale è possibile utilizzare, se disponibili, i valori di N_{SPT} e di c_u o, com'è consigliato, misure dirette, come quelle in esame.

Scopo fondamentale del rilevamento è, come precedentemente descritto, la misura della frequenza di risonanza fondamentale del suolo, oltre alla determinazione delle $V_{s,30}$ sito per l'individuazione della categoria di sottosuolo di riferimento necessaria per la definizione dell'azione sismica secondo l'approccio semplificato previsto dalla normativa attualmente vigente (D.M. 14.01.2008).

*** **FUNZIONE HVSR**

La funzione HVSR mostra un picco di risonanza significativo ($H/V \approx 5$) ad una frequenza di 7,69 Hz solo nel Settore 1. Negli altri Settori si osservano, ad eccezione della misura nel Settore 2, picchi di risonanza poco pronunciati (valore $H/V < 2$) e comunque corrispondenti a variazioni di rigidità del sottosuolo a profondità considerevoli.

Il picco con $H/V \approx 2,5$ a frequenza di 25,91 Hz presente nella misura eseguita nel Settore 2 indica anch'esso una risonanza stratigrafica, ma riguarda uno "strato" a bassissima profondità (1-2 m). Per questa ragione, e perché ingegneristicamente parlando ha poco senso, non è da tenere in conto.

I report completi sono visibili nel relativo e riportano anche i valori di $V_{s,30}$ calcolati e i controlli statistici predisposti dal progetto EU SESAME (<http://sesame-fp5.obs.ujf-grenoble.fr>).

In conclusione, le misure mostrano che nel sottosuolo dei Settori esaminati non sono presenti, nell'ambito delle profondità di interesse ingegneristico, litotipi con caratteristiche di rigidità significativamente diverse, ad eccezione del Settore 1 nel quale si osserva una risonanza importante ad una profondità di circa 11 m.

*** **CATEGORIE DI SOTTOSUOLO**

Com'è noto, ai fini della determinazione dell'azione sismica di progetto secondo l'approccio semplificato previsto dal DM. 14.01.2008 sono definite (Tabella 3.2.II) le seguenti categorie di profilo stratigrafico del sottosuolo (*le profondità si riferiscono al piano di posa delle fondazioni*):

A) *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.

B) *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).

C) *Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

D) *Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti*, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).

E) *Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m*, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

In aggiunta a queste categorie se ne definiscono altre 2 (Tabella 3.2.III del DM. 14.01.2008), per le quali sono richieste specifiche analisi per la definizione delle azioni

sismiche, particolarmente in presenza di terreni suscettibili di liquefazione e/ di argille di elevata sensitività:

S1) Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.

S2) Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Nelle definizioni precedenti, la $V_{s,30}$ rappresenta la velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio e viene calcolata con la seguente espressione:

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

dove h_i e V_i indicano lo spessore (in m) e la velocità (in m/s) delle onde di taglio S (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i -esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori.

Il sito viene dunque classificato in base al valore $V_{s,30}$.

Nel caso in esame, i valori $V_{s,30}$, determinati attraverso l'indagine sismica utilizzata, risultano:

- | | | |
|---|----------------------|----------------------|
| - 1° attraversamento del fiume Tavo | $V_{s,30} = 270$ m/s | * Categoria C |
| - 2° attraversamento del fiume Tavo | $V_{s,30} = 482$ m/s | * Categoria B |
| - 3° Attraversamento del torrente Bottarane | $V_{s,30} = 555$ m/s | * Categoria B |
| - Vasca di compenso distretti nn.13 e 14 | $V_{s,30} = 440$ m/s | * Categoria B |

riferiti ovviamente al piano campagna, e quindi si è in presenza di sottosuoli di:

Categoria B e Categoria C

come sopra definita dalle NTC08

Luglio 2015



Di seguito la **Tecnica dell'indagine HVSR**

1. TECNICA D'INDAGINE HVSR

La caratterizzazione sismica di un terreno eseguita tramite la tecnica di indagine sismica passiva H.V.S.R. (Horizontal to Vertical Spectral Ratio – Metodo di Nakamura) è finalizzata all'individuazione delle frequenze caratteristiche di risonanza di sito, correlabili ai cambi litologici presenti sia all'interno della copertura che nell'ammasso roccioso.

A) Analisi sismica del sottosuolo

L'utilizzo di algoritmi di calcolo volti ad una modellizzazione sintetica delle **spettro H/V**, permette di correlare ogni picco spettrale con le discontinuità presenti nel sottosuolo (per es., cambi litologici). I dati che si possono ricavare sono:

- spessori,
- profondità
- velocità di propagazione delle onde di taglio all'interno del sismostrato individuato.

Tramite l'elaborazione di modi superiori e l'analisi dell'andamento delle tre componenti del moto, è possibile distinguere i picchi di origine naturale da quelli generati dai modi superiori o da "artefatti", al fine di garantire una corretta interpretazione dello spettro sismico registrato.

Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un tromometro digitale della ditta Micromed S.p.A. modello "Tromino" che rappresenta la nuova generazione di strumenti ultra-leggeri e ultra-compatti in alta risoluzione adatto a tali misurazioni.

A) Risultati da indagini sismiche HVSR

I risultati che si possono ottenere da indagini sismiche HVSR sono quelle qui di seguito elencate.

- Frequenza caratteristica di risonanza del sito

che rappresenta un parametro fondamentale per il corretto dimensionamento degli edifici antisismici, adottando adeguate precauzioni nell'edificare strutture aventi la stessa frequenza di vibrazione del terreno, per evitare l'effetto di "doppia risonanza", fenomeno estremamente pericoloso per la stabilità delle costruzioni.

- Velocità media delle onde di taglio V_s

che può essere stimata tramite un apposito codice di calcolo per la creazione di curve H/V sintetiche purché, per l'affidabilità del risultato, si conosca la profondità di un riflettore noto dalla stratigrafia (prova penetrometrica, sondaggio, ecc.) e riconoscibile nella curva H/V. Il modello, opportunamente applicato, può essere considerato uno stimatore del

profilo di V_s , con errori confrontabili con quelli di metodi più tradizionali, per lo meno nei primi 30 m di profondità e consente quindi possibile di definire la Categoria del suolo di fondazione come esplicitamente richiesto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del 14 gennaio 2008.

- Stratigrafia del sottosuolo

con un range di indagine compreso tra 0.5 e 700 m di profondità, con dettaglio maggiore nei primi 100 metri. Il principio su cui si basa la tecnica HVSR, in termini di stratigrafia del sottosuolo, è rappresentato dalla definizione di strato, inteso come unità distinta da quelle sopra e sottostanti per un contrasto d'impedenza, ossia per il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso.

2. CENNI TEORICI

Il rumore sismico ambientale (*noise*), presente ovunque sulla superficie terrestre, è generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento, ecc.), dall'attività antropica e

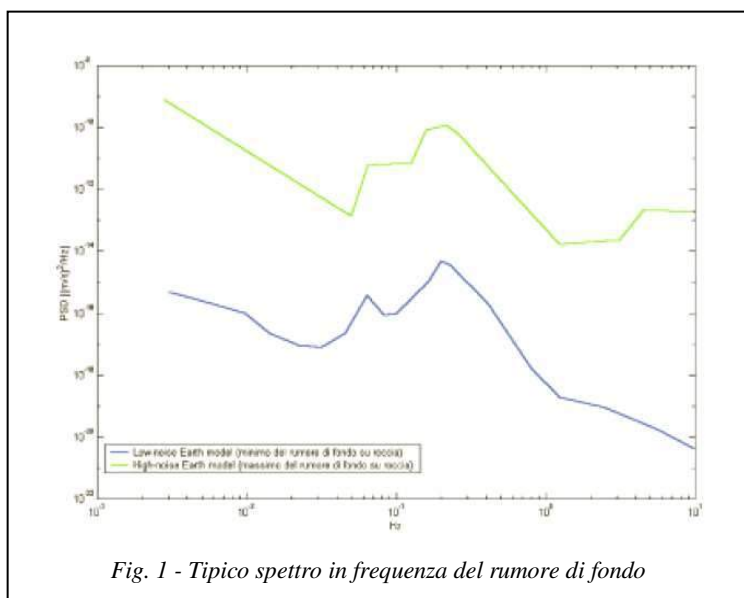


Fig. 1 - Tipico spettro in frequenza del rumore di fondo

dall'attività dinamica terrestre; tale rumore viene definito *microtremore* in quanto riguarda oscillazioni molto piccole (10^{-15} [m/s²]², in termini di accelerazione) e molto inferiori a quelle indotte dai terremoti. Lo spettro in frequenza del rumore di fondo in un terreno pianeggiante presenta l'andamento illustrato in Fig. 1, dove i picchi a 0.14 e 0.07 Hz sono comunemente interpretati come originati dalle onde oceaniche; tali

componenti spettrali vengono attenuate molto poco anche dopo tragitti di migliaia di chilometri per effetto di guida d'onda.

A tale andamento generale, che è sempre presente, si sovrappongono le sorgenti locali, antropiche (traffico, industrie, ma anche il semplice passeggiare di una persona) e naturali che però si attenuano fortemente a frequenze superiori a 20 Hz a causa dell'assorbimento anelastico originato dall'attrito interno delle rocce.

In generale, nel tragitto dalla sorgente a un sito in superficie, le onde elastiche (sia di terremoto sia di microtremore) subiscono riflessioni, rifrazioni, intrappolamenti ed attenuazioni che dipendono dalla natura del sottosuolo attraversato.

Questo significa che, nel rumore di fondo, è presente comunque una parte debolmente correlata nel segnale che può essere estratta, contenente le informazioni relative al percorso del segnale e, in particolare, relative alla struttura profonda. Perciò, anche il debole rumore sismico, che tradizionalmente costituisce la parte di segnale scartata dalla sismologia classica, contiene informazioni, nascoste all'interno del rumore casuale, che possono essere estratte attraverso tecniche opportune. Una di queste è la tecnica dei rapporti spettrali o *HVSR*.

La tecnica che si è maggiormente consolidata nell'analisi dei microtremori è la tecnica dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale o *HVSR* (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*), applicata da NOGOSHI e IGARASHI (1970) e resa popolare principalmente da NAKAMURA (1989) come strumento per la determinazione dell'amplificazione sismica locale.

Nel dominio della frequenza, quattro sono gli spettri coinvolti: le componenti orizzontali e verticali del moto in superficie (H_S e V_S) e alla base dello strato (H_B e V_B). La tecnica di Nakamura si basa sulle seguenti ipotesi:

- le sorgenti dei microtremori sono locali, trascurando qualsiasi contributo dovuto a sorgenti profonde;
- le sorgenti dei microtremori in superficie non influenzano i microtremori alla base;
- la componente verticale del moto non risente di effetti di amplificazione locale.

Sotto queste ipotesi, il rapporto fra le componenti verticali del moto in superficie (V_S) ed alla base (V_B) contiene solo termini delle sorgenti locali $A_S(\omega)$ e delle sorgenti alla base $A_B(\omega)$, ed è pari a:

$$R_V(\omega) = \frac{V_S(\omega)}{V_B(\omega)} = \frac{A_S(\omega)}{A_B(\omega)}$$

Viceversa, il rapporto fra l'ampiezza dello spettro della componente orizzontale del moto in superficie (H_S) e alla base dello strato (H_B), contiene oltre che il termine di sorgente anche il termine di amplificazione di sito in superficie $S(\omega)$ e può essere espresso nel seguente modo:

$$R_H(\omega) = \frac{H_S(\omega)}{H_B(\omega)} = \frac{S(\omega)A_S(\omega)}{A_B(\omega)}$$

Per rimuovere l'effetto di sorgente dai segnali, Nakamura divide i due rapporti R fra loro ottenendo così la seguente espressione per la funzione trasferimento di sito:

$$\frac{R_H(\omega)}{R_V(\omega)} = S(\omega) = \frac{H_S(\omega) V_B(\omega)}{H_B(\omega) V_S(\omega)}$$

Ipotizzando infine che alla base dei sedimenti l'ampiezza spettrale della componente verticale e di quella orizzontale siano uguali e cioè:

Il fattore di amplificazione del moto orizzontale in superficie potrà essere valutato direttamente nel seguente modo:

$$S(\omega) = \frac{H_s(\omega)}{V_s(\omega)} \quad \frac{V_B(\omega)}{H_B(\omega)} = 1$$

Le varie ipotesi sono state verificate dallo stesso Nakamura con misure di microtremori in superficie e in pozzo. Le stesse assunzioni sono state verificate anche da altri autori confrontando i risultati ottenuti con modelli di propagazione di onde di Rayleigh, modelli di propagazione 1D di onde S e con modelli di generazione sintetica di rumore. Le conclusioni a cui sono giunti i suddetti studi sono che il picco visibile nei rapporti H/V ottenuti con il rumore simulato è indipendente dalle caratteristiche della sorgente del rumore e che dipende invece fortemente dalla stratigrafia del terreno. Tale picco è inoltre ben correlato con la frequenza fondamentale di risonanza del terreno soggetto alla propagazione di onde S verticali e con il picco fondamentale delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh.

A) Sismostratigrafia

Le basi teoriche dell'*HVSR* sono relativamente semplici in un sistema stratificato in cui i parametri variano solo con la profondità.

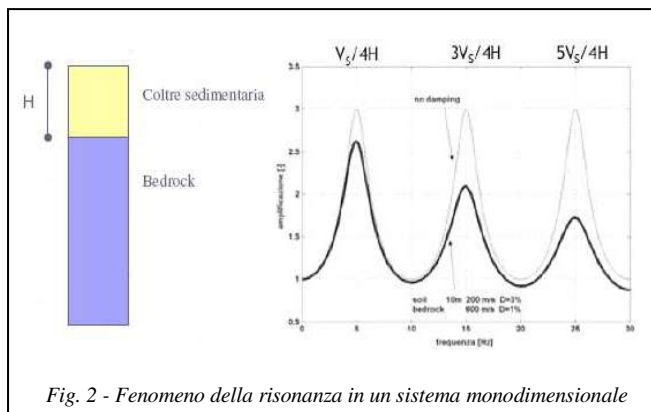


Fig. 2 - Fenomeno della risonanza in un sistema monodimensionale

Consideriamo il sistema della Fig. 2 in cui una coltre sedimentaria sovrasta un *bedrock*.

Un'onda che viaggia nel mezzo superiore viene (parzialmente) riflessa dall'orizzonte che separa i due strati. L'onda così riflessa interferisce con quelle incidenti, sommandosi e raggiungendo le ampiezze

massime (condizione di risonanza) quando la lunghezza dell'onda incidente (λ) è 4 volte (o suoi multipli dispari) lo spessore H del primostrato. In altre parole, la frequenza fondamentale di risonanza f dello strato superiore relativa alle onde S è pari a:

$$f = n \cdot \frac{V_s}{4H}$$

. con n dispari

Quando la velocità nello strato sedimentario H varia con la profondità, si devono adottare tecniche di modellazione numerica. In prima approssimazione si ha che:

$$f \approx \frac{\hat{V}_S}{4H}$$

dove:

$$\hat{V}_S = \frac{H}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{V_i}}$$

da cui:

$$f = \frac{1}{4 \sum_{i=1}^n \frac{h_i}{V_i}}$$

Tale relazione permette di ottenere informazioni sulla profondità di un substrato, nota la frequenza fondamentale di risonanza del terreno e la velocità delle onde di taglio V_S che lo sovrastano; viceversa, è possibile conoscere il profilo delle V_S nota la profondità del substrato.

B) Dinamica degli edifici

Il metodo dei rapporti spettrali di singola stazione può essere utilizzato per la caratterizzazione dinamica degli edifici a seguito di vibrazioni indotte da terremoti. Infatti, le misure dei microtremori sulle strutture permettono di determinarne le frequenze di vibrazione e di confrontarle con le frequenze di risonanza del suolo. In caso di vicinanza o coincidenza tra le frequenze di risonanza del terreno di fondazione e le frequenze della struttura, il sisma induce fenomeni di risonanza con conseguente amplificazione degli effetti negativi.

In generale, è possibile determinare per via empirica il periodo fondamentale T di una struttura standard per mezzo della seguente formula:

$$T = C_1 \cdot H^{\frac{3}{4}}$$

dove H (m) è l'altezza dell'edificio dal piano di fondazione e C_1 una costante adimensionale che vale:

- 0,085 per strutture a telaio in acciaio,
- 0,075 per strutture a telaio in calcestruzzo,
- 0,05 per qualsiasi altro tipo di struttura.

Una seconda formula per calcolare il periodo fondamentale T di una struttura standard è la seguente (UNIFORM BUILDING CODE, 1985):

$$T = 0,09 \frac{H}{\sqrt{D}}$$

dove H (m) è l'altezza e D (m) è la larghezza della struttura nella direzione del terremoto.

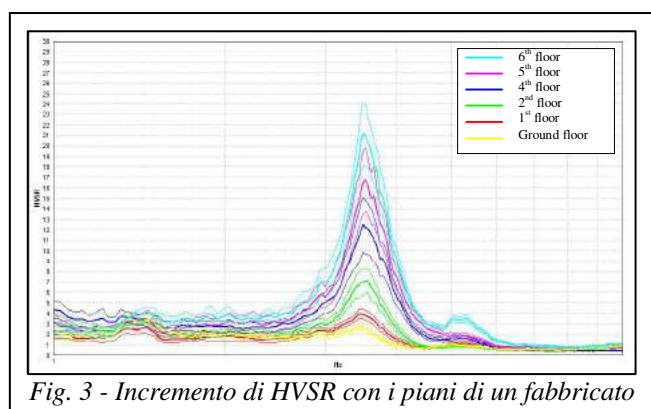


Fig. 3 - Incremento di HVSR con i piani di un fabbricato

Tali formule non sempre sono affidabili perché nella realtà subentrano svariati parametri (tipologia strutturale, materiali costruttivi, disposizione e dimensione degli elementi strutturali) che influiscono sulle frequenze proprie di vibrazione.

Per valutare il periodo fondamentale T di una struttura è possibile ricorrere alla tecnica HVSR. Eseguendo, infatti, misure

di microtremori sui vari piani di un fabbricato, è possibile individuare un picco persistente delle curve HVSR caratterizzato da un incremento di ampiezza con l'altezza (Fig. 3); la frequenza a cui avviene il suddetto incremento della curva HVSR corrisponde alla frequenza principale di vibrazione della struttura (modo fondamentale); il periodo fondamentale T viene ottenuto calcolando il valore inverso della frequenza.

Lo studio delle modalità di crescita del picco HVSR permette di determinare l'incremento di amplificazione sismica di una struttura con la sua altezza ed individuare possibili variazioni di rigidità.

C) **Acquisizione ed interpretazione dei dati**

Lo strumento utilizzato per le misurazioni è il tromometro digitale "Tromino" della Micromed S.p.A. (Fig. 4), sismografo di dimensioni molto contenute e caratterizzato dall'assemblaggio di n° 6 sensori elettrodinamici ortogonali (velocimetri) con un ampio range frequenziale (0,1-512 Hz), di n° 3 accelerometri e di un sistema GPS integrato.

Le caratteristiche strumentali sono le seguenti:

- *Canali: 3 (simultanei)*
- *Rumore: < 0,5 μ V r.s.m.@128Hz sampling*
- *Impedenza dell'input: 106 Ohm*
- *Frequenza di campionamento: 16384 Hz per canale*
- *Frequenze di sovracampionamento: 32x, 64x, 128x*
- *Conversione A/D equivalente a 24 bit*
- *Massimo input analogico: 51,2 mV (781 mV/digit)*
- *Sistema di archiviazione: flash memory*



Figura 4

Le misure si eseguono disponendo il tromometro sul terreno e sull'edificio, eseguendo registrazioni di durata variabile da 6 a 16 minuti sull'edificio e da 10 a 30 minuti sul terreno.

L'archiviazione e l'elaborazione dei dati è effettuata con un software specifico ("Grilla"), che permette di suddividere le 3 componenti del segnale registrato in finestre temporali (es. 20 s), per ognuna delle quali vengono calcolati gli spettri in frequenza, vengono lisciati con una funzione di smoothing e vengono mediati al fine di limitare i disturbi indotti da rumori transitori.

D) Altre "potenzialità" del metodo

Dai primi studi di Kanai (1957) in poi, diversi metodi sono stati proposti per estrarre l'informazione relativa al sottosuolo dal rumore sismico registrato in un sito. Tra questi, la tecnica che si è maggiormente consolidata nell'uso è quella dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale (Horizontal to Vertical Spectral Ratio, HVSR o H/V), proposta da Nogoshi e Igarashi (1970). La tecnica è universalmente riconosciuta come efficace nel fornire stime affidabili della frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo (Field e Jacob, 1993; Lachet e Bard, 1994; Lermo e Chavez-Garcia, 1993, 1994; Bard, 1998; Ibs-von Seht e Wohlenberg, 1999; Fah *et al.*, 2001; ecc.).

Inizialmente, alcuni ricercatori, trasportati dall'entusiasmo, proposero di utilizzare anche l'ampiezza del picco H/V come indicatore sintetico dell'amplificazione sismica locale, direttamente utilizzabile per la microzonazione. Purtroppo, esiste abbondante letteratura comprovante il fatto che l'ampiezza del picco H/V, pur essendo legata all'entità del contrasto d'impedenza tra strati, non è correlabile all'amplificazione sismica *in modo semplice* (Mucciarelli e Gallipoli, 2001; SESAME, 2005).

E', invece, senz'altro possibile l'utilizzo dei microtremiti a fini stratigrafici o per la determinazione di V_{S30} mediante l'inversione delle misure sfruttando la tecnica del confronto degli spettri singoli e dei rapporti *H/V* misurati con quelli "sintetici", cioè con quelli calcolati relativamente al campo d'onde completo di un modello 3D.

L'interpretazione è tanto più soddisfacente, e il modello tanto più vicino alla realtà, quanto più i dati misurati e quelli sintetici sono vicini (per le basi teoriche si veda ad es. Aki, 1964; Ben-Menahem e Singh, 1981; Arai e Tokimatsu, 2004).

In definitiva, se da misure dirette è nota la profondità *H* del bedrock o bedrock-like, è immediato calcolare V_{S30} attraverso misure di frequenza (*f_r*), con le seguenti espressioni utilizzabili rispettivamente per $H \geq 30$ m e $H < 30$ m:

$$f_r = \frac{Vs_{30}}{4H} \qquad Vs_{30} = \frac{30}{t_H + t_{30-H}} = \frac{30}{\frac{1}{4f_r} + \frac{(30-H)}{V_B}}$$

In definitiva, con il metodo è possibile ricavare Vs_{30} e anche, ma con molta prudenza e solo sotto l'aspetto qualitativo, le amplificazioni di sito.

E) Elaborazione

I segnali acquisiti vengono:

- 1 - corretti per la linea di base (sottraendo a ciascun punto la media effettuata sull'intera traccia);
- 2 - corretti da andamenti (trend) anomali (sottraendo la retta della regressione lineare effettuata su tutti i punti della traccia);
- 3 - filtrati con un passa banda tra 0.1 e 64 Hz,

Per ogni segnale si calcola quindi la trasformata di Fourier e successivamente si è effettuata il rapporto spettrale fra le componenti orizzontale e verticale. Tale rapporto è stato smussato con una finestra triangolare al 10% ed il risultato di tale operazione è stato assunto come stima delle funzioni di amplificazione locale di Nakamura.

Tutte le operazioni descritte sono state eseguite mediante un programma applicativo appositamente implementato (*Grilla*).

BIBLIOGRAFIA

- *Castellaro S.*; 2008: L'uso dei microtremori per la valutazione della risposta di sito.
- *Castellaro S., Mulargia F.*; 2007: Stime di Vs30 a stazione singola tramite misure HVSR vincolate. GNGTS.
- *Conference on Earthquake Engineering Conference Proceedings, 2004.*
- *Dolce M., Masi A.*: Linee guida per la valutazione della vulnerabilità sismica degli edifici strategici e rilevanti, 2005.
- *GNGTS – Atti del 21° Convegno Nazionale/05.13.*
- *Herak M.*, Model HVSR-A Matlabs tool to model horizontal-to-vertical spectral ratio of ambient noise. Computers and Geosciences (2008).
- *Mucciarelli M.*; 2003: Alcune considerazioni su pericolosità sismica, classificazione e microzonazione. GEOLOGIA - Territorio e Ambiente - n° 4 aprile 2003.
- *Mucciarelli M., Gallipoli M.R.*, 2000: Misure di amplificazione sismica locale relative ad alcuni centri della Regione Molise.
- *Mucciarelli M., Gallipoli M.R., Di Giacomo D., Di Nota F., Nino E.*; 2005: Effetti del vento sulle misure di rumore ambientale. GNGTS – Atti del 23° Convegno Nazionale/09.05.
- *Mucciarelli M., Gallipoli M.R.*: The HVSR technique from microtremor to strong motion: empirical and statistical consideration. 13 WCEE: 13th World.
- *Mucciarelli M., Gallipoli M.R.*, 2006: Misure di vibrazione ambientale e registrazioni accelerometriche sugli edifici ATER Melfi e loro suoli di fondazione.
- *Mucciarelli M.*, 2004: Determinazione delle funzioni di amplificazione delle vibrazioni indotte a siti diga da un terremoto per mezzo di misure di rumore ambientale.
- *Mulargia F., Castellaro S., Rossi P.L.*, 2007: Effetti di sito e Vs30: una risposta alla normativa antisismica. Il Geologo dell'Emilia Romagna.
- *Norme Tecniche per le Costruzioni. D.M. 14.01.2008.*
- *Paolucci R.*, Amplificazione del moto sismico in presenza di rilievi topografici.
- *Simonelli A. L.*, Eurocodice 8: valutazione delle azioni sismiche al suolo ed effetti sulla spinta dei terreni.
- *Tromino, 2007*, An introduction to the H/V Inversion for stratigraphic purposes.