

COMUNE DI GREVE IN CHIANTI

Provincia di Firenze

PROGRAMMA AZIENDALE PLURIENNALE DI MIGLIORAMENTO AGRICOLO-AMBIENTALE DELL'AZIENDA AGRICOLA "MOLINO DI GRACE" A LUCARELLI

RELAZIONE GEOLOGICA DI FATTIBILITA'

*Indagini geologico-geotecniche ai sensi del D.P.G.R. 53/R/11 (Regolamento di Attuazione
art. 62 L. R. 1/2005) – D.P.C.M. 6/5/05 (P.A.I.) – R.U. Comunale*

Richiedente: Tenuta Agricola Molino di Grace

Tecnico: Arch. Spartaco Mori

ALLEGATO 3

Classificazione geomeccanica substrato

n. 2 Prove penetrometriche dinamiche DPSH

(Ditta EmmeElle- 5/12/ 2013)

n. 2 Indagini sismiche MASW e 1 base HVSR

(LP geognostica di Lando Pacini, 26/11/2013)

Spettri di risposta sismica e input sismico (SLV)

Verifiche stabilità opera-pendio

Geologo **Andrea Garuglieri**



STUDIO GEOLOGICO GARUGLIERI
Greve in Chianti

RELAZIONE DI CALCOLO
RMR ammasso litoide ai sensi DM 14/1/2008

Dati generali

Cliente : Tenuta Agricola Molino di Grace
Località : Il Volano (Lucarelli)
Descrizione : PAPMAA
Data : 11 dicembre 2013
Rilevatore : Dott. Geol. Andrea Garuglieri

Classificazione di Bieniawski (scarpata cantina)

| | |
|--|------------------------------------|
| R1 --- Resistenza compressione uniaxiale | : 93,75 Mpa (NTC 2008) |
| R2 --- RQD | : 70% |
| R3 --- Spaziatura discontinuità | : 0,2 m |
| R4a --- Lunghezza discontinuità | : 1 - 3 m |
| R4b --- Apertura discontinuità | : 1 - 5 mm |
| R4c --- Rugosità | : Rugosa |
| R4d --- Riempimento | : <5 mm mater. duro |
| R4e --- Alterazione | : Molto alterata |
| R5 --- Condizioni idrauliche | : Asciutto |
| R6 --- Orientamento discontinuità (fondazione) | : favorevole |
| Stress orizzontale | : 0 MPa |
| Alterabilità della massa rocciosa | : Media resistenza all'alterazione |

Risultato per l'ammasso litoide

| | base | corretto |
|-------------|-------------|-----------------|
| RMR | 59,9 | 57,9 |
| Classe | III | III |
| Descrizione | Discreto | Discreto |
| ϕ' (°) | 34,9 | 33,9 |
| c' (KPa) | 299,32 | 289,32 |
| Ed (GPa) | 19,73 | 15,73 |
| Q index | 5,828 | 4,667 |
| RSR index | 0 | 0 |

Greve in Chianti, 24 ottobre 2013

Il rilevatore:
Dott. Andrea Garuglieri



PAPMAA Tenuta Agricola Molino di Grace
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
Affioramenti lapidei per classificazione geomeccanica



scarpata lato sud ampliamento cantina (intervento D)



fossetto subito a valle della rimessa attrezzi (intervento C)

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE DPSH

| | |
|--------------------|---|
| Committente | Dott. Geol. Andrea Garuglieri |
| Località | Lucarelli – Az. Agr. Molino di Grace |
| Data | 05/12/13 |
| N° di prove | 2 |
| Rif. N° | 37/13 |
| Intervento | PAPMAA, ampliamento cantina e rimessa mezzi |

Strumentazione utilizzata TG-63 200 EML. Pagani (DPSH-B)

| CARATTERISTICHE TECNICHE | |
|--------------------------------------|--------------------------|
| Rif. Norme | ISSMFE (1988) |
| | EN ISO 22476-2-2003 |
| Peso massa battente | 63,5 Kg |
| Altezza caduta libera | 0,75 m |
| Peso sistema di battuta | < 30 Kg |
| Diametro punta conica | 50,5 mm |
| Area di base punta conica | 20,43 cm ² |
| Angolo apertura punta | 90° |
| Lunghezza aste | 1,0 m |
| Peso aste/metro | 6,0 Kg |
| Passo di avanzamento | 0,2 m |
| Energia specifica per colpo (Q) | 11,65 kg/cm ² |
| Coefficiente teorico di energia (βt) | 1,489 |

UBICAZIONE INDAGINI E COORDINATE GEOGRAFICHE



Immagine aerea Bing Maps

| | X (LONG) | Y (LAT) |
|--------------|------------------|------------------|
| DPSH1 | 11,305877 | 43,521866 |
| DPSH2 | 11,305791 | 43,521871 |

Coordinate geografiche

ESECUZIONE DPSH1



| | | | |
|--------------------|--------------------------------------|-----------------------------|--------------|
| Committente | Dott. Geol. Andrea Garuglieri | Profondità prova (m) | 3,40 |
| Località | Lucarelli - Az. Agr. Molino di Grace | Quota inizio | p.c. |
| Prova | DPSH-1 | Profondità falda (m) | non rilevata |
| Data | 05/12/2013 | Note | |

TABELLA RIASSUNTIVA

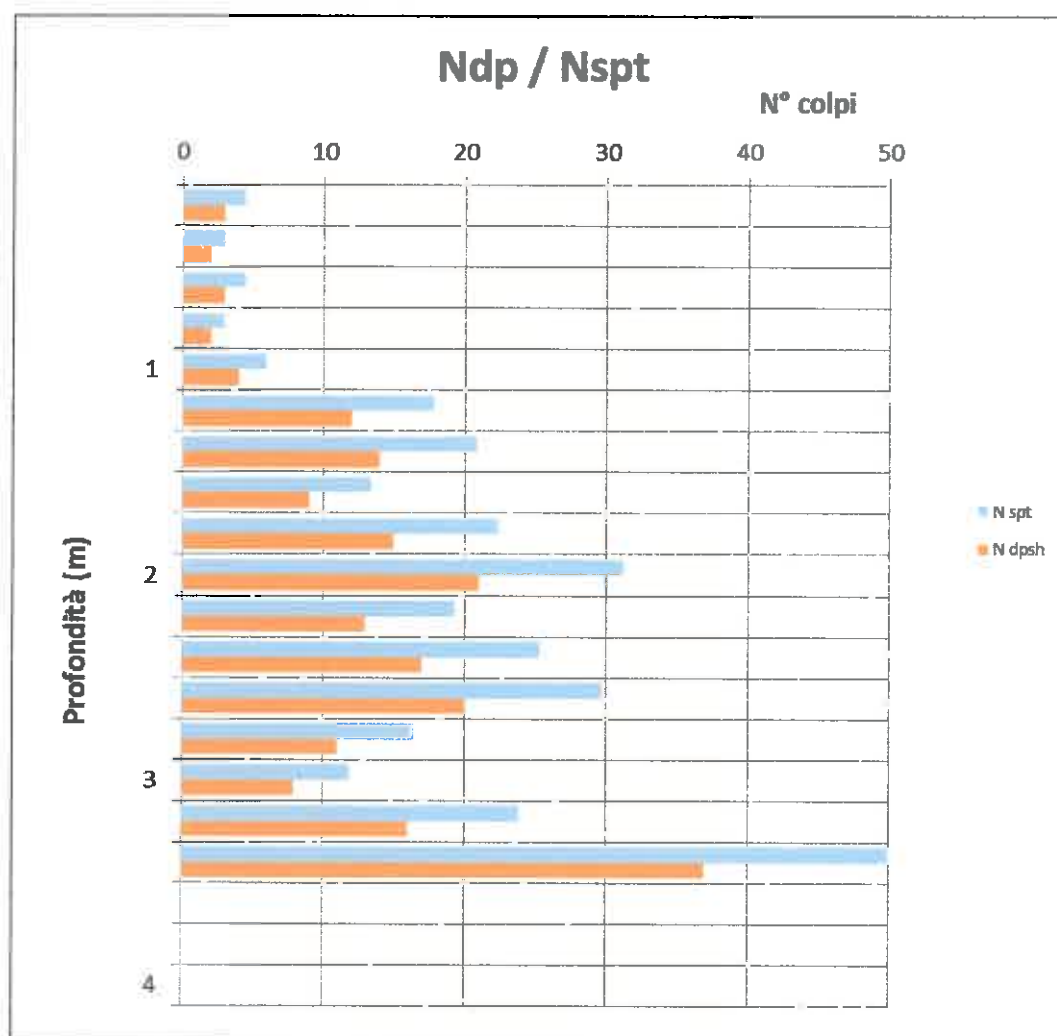
| Profondità | N _{DP} | N _{SPT} | N1 ₍₆₀₎ | Granulometria | Dr (%) | φ (°) medio | Cu (kPa) |
|------------|-----------------|------------------|--------------------|---------------|--------|-------------|----------|
| 0,2 | 3 | 4,5 | 8,0 | cg | 36,4 | 30,7 | 29,9 |
| 0,4 | 2 | 3,0 | 5,2 | cg | 29,4 | 28,6 | 20,0 |
| 0,6 | 3 | 4,5 | 7,5 | cg | 35,4 | 30,4 | 29,9 |
| 0,8 | 2 | 3,0 | 4,9 | cg | 28,6 | 28,3 | 20,0 |
| 1 | 4 | 6,0 | 9,5 | cg | 39,8 | 31,5 | 39,9 |
| 1,2 | 12 | 17,9 | 27,3 | cg | 67,5 | 38,9 | 119,7 |
| 1,4 | 14 | 20,8 | 30,9 | cg | 71,8 | 40,0 | 139,7 |
| 1,6 | 9 | 13,4 | 19,5 | cg | 57,0 | 36,2 | 89,8 |
| 1,8 | 15 | 22,3 | 31,3 | cg | 72,3 | 40,2 | 149,6 |
| 2 | 21 | 31,3 | 42,4 | cg | 84,1 | 43,2 | 209,5 |
| 2,2 | 13 | 19,4 | 25,9 | cg | 65,7 | 38,5 | 129,7 |
| 2,4 | 17 | 25,3 | 32,8 | cg | 74,0 | 40,7 | 169,6 |
| 2,6 | 20 | 29,8 | 37,5 | cg | 79,1 | 42,0 | 199,5 |
| 2,8 | 11 | 16,4 | 20,5 | cg | 58,5 | 36,6 | 109,7 |
| 3 | 8 | 11,9 | 14,7 | cg | 49,6 | 34,2 | 79,8 |
| 3,2 | 16 | 23,6 | 28,2 | cg | 68,6 | 39,3 | 159,6 |
| 3,4 | 37 | 55,1 | 62,0 | cg | 101,6 | 48,0 | 369,1 |
| 3,6 | R | - | - | cg | - | - | - |

Legenda

| | | | |
|--------------------|--|----------|------------------------------------|
| N _{DP} | n° colpi della prova DP | Dr% | (Skempton, 1989) |
| N _{SPT} | corrispondente n° di colpi SPT | φ (°) | valore medio dei 4 metodi proposti |
| N1 ₍₆₀₎ | N _{SPT} corretto per falda e stato tensionale | Cu (kPa) | (Sanglerat, 1972) |
| Granulometria | "c"= coesivo ; "g"= granulare; "cg" = misto | | |

| | | | |
|-------------|--------------------------------------|----------------------|--------------|
| Committente | Dott. Geol. Andrea Garuglieri | Profondità prova (m) | 3,40 |
| Località | Lucarelli - Az. Agr. Molino di Grace | Quota inizio | p.c. |
| Prova | DPSH-1 | Profondità falda (m) | non rilevata |
| Data | 05/12/2013 | Note | |

Resistenza alla penetrazione [Ndp/Nspt] - Profondità [m]



| | | | |
|--------------------|--------------------------------------|-----------------------------|--------------|
| Committente | Dott. Geol. Andrea Garuglieri | Profondità prova (m) | 3,40 |
| Località | Lucarelli - Az. Agr. Molino di Grace | Quota inizio | p.c. |
| Prova | DPSH-1 | Profondità falda (m) | non rilevata |
| Data | 05/12/2013 | Nota | |

PARAMETRI GEOTECNICI MEDI DEI VARI LIVELLI

| Strato | Intervallo | Tipo | Litologia | Nspt * | γ' | Consistenza | Addensamento | Dr % | | φ (°) | | | | Cu (Kpa) | E (Mpa) | OCR | Vs (m/s) | |
|---------|------------|---|-----------------------------------|--------|------|---------------------------|-------------------------|-----------------|----------|-------------|-------|-------------------|-----------|----------|---------|------|----------|--------------|
| | | | | | | | | Terzaghi - Peck | Skempton | Schmertmann | Wolff | Hatanaka & Uchida | Muromachi | | | | | valore medio |
| 1 | 0,0 - 1,0 | cg | Coltre colluviale limoso sabbiosa | 4,2 | 17,4 | moderatamente consistente | poco addensato | 15-35 | 34,2 | 28,0 | 29,0 | 30,4 | 27,1 | 28,6 | 27,4 | 3,3 | 2,9 | 95,2 |
| 2 | 1,0 - 3,4 | cg | substrato litoido molto alterato | 23,9 | 20,4 | molto consistente | moderatamente addensato | 65-85 | 72,0 | 41,9 | 36,2 | 41,9 | 37,1 | 39,3 | 157,5 | 18,7 | 2,8 | 173,1 |
| Legenda | | Litologia | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Nspt | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | γ (kN/m³) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Tipologia | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Ipizzata | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | valore di SPT corretto medio dello strato | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | peso di volume medio dello strato | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Dr (%) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | φ (°) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Cu (KPa) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | E(Mpa) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Modulo di Young medio dello strato | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | denità relativa media dello strato | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | angolo di attrito medio dello strato | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | resistenza al taglio non drenata media dello strato | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Consistenza | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Addensamento | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Classifica AGI (1977) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Classifica AGI (1977) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | OCR | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | (Mayne & Kemper, 1988) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Vs (m/s) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | velocità onde di taglio medio dello strato | | | | | | | | | | | | | | | | |

ESECUZIONE DPSH2



| | | | |
|--------------------|--------------------------------------|-----------------------------|--------------|
| Committente | Dott. Geol. Andrea Garuglieri | Profondità prova (m) | 3,00 |
| Località | Lucarelli - Az. Agr. Molino di Grace | Quota inizio | p.c. |
| Prova | DPSH-2 | Profondità falda (m) | non rilevata |
| Data | 05/12/2013 | Note | |

TABELLA RIASSUNTIVA

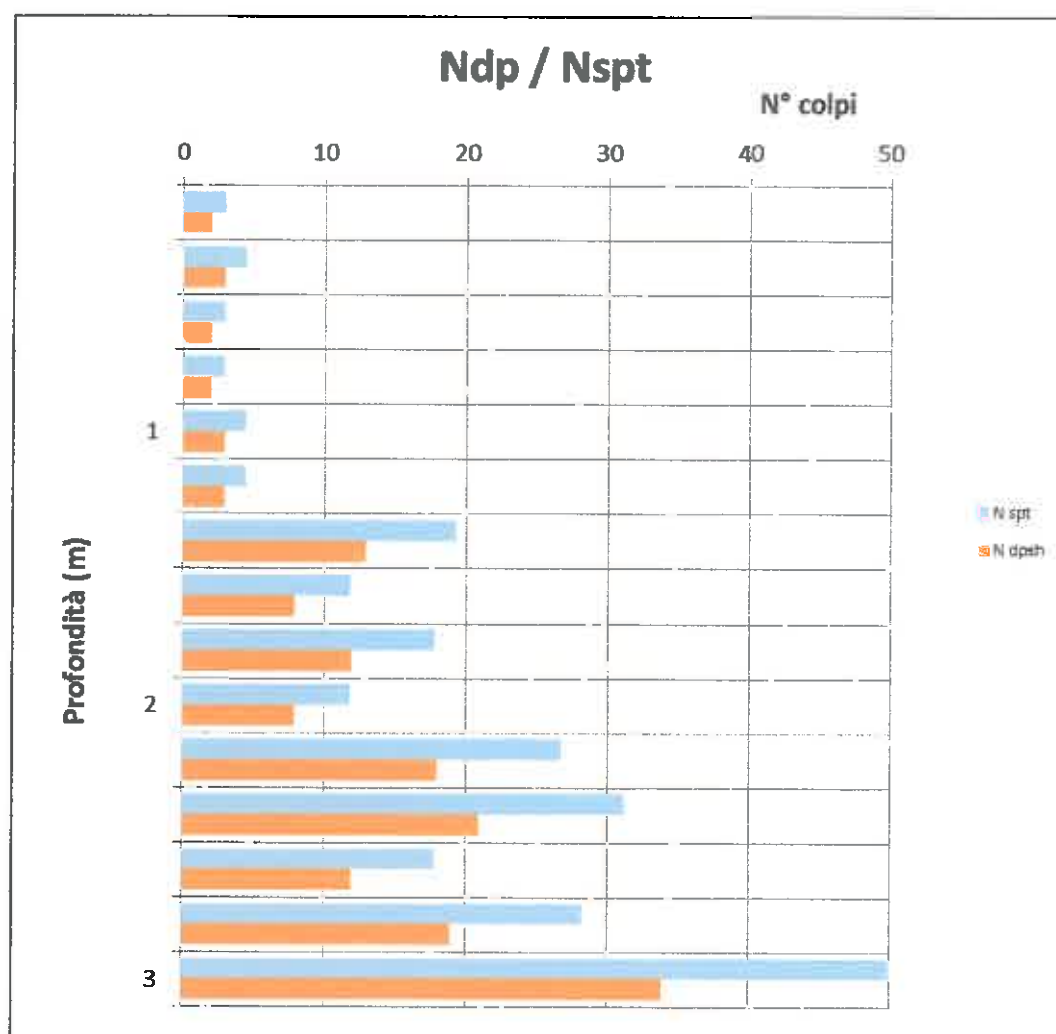
| Profondità | N _{DP} | N _{SPT} | N ₁₍₆₀₎ | Granulometria | Dr (%) | φ (°) medio | Cu (kPa) |
|------------|-----------------|------------------|--------------------|---------------|--------|-------------|----------|
| 0,2 | 2 | 3,0 | 5,3 | cg | 29,8 | 28,8 | 20,0 |
| 0,4 | 3 | 4,5 | 7,7 | cg | 35,9 | 30,5 | 29,9 |
| 0,6 | 2 | 3,0 | 5,0 | cg | 29,0 | 28,5 | 20,0 |
| 0,8 | 2 | 3,0 | 4,9 | cg | 28,6 | 28,3 | 20,0 |
| 1 | 3 | 4,5 | 7,1 | cg | 34,5 | 30,0 | 29,9 |
| 1,2 | 3 | 4,5 | 7,0 | cg | 34,1 | 29,9 | 29,9 |
| 1,4 | 13 | 19,4 | 28,7 | cg | 69,2 | 39,4 | 129,7 |
| 1,6 | 8 | 11,9 | 17,4 | cg | 53,8 | 35,3 | 79,8 |
| 1,8 | 12 | 17,9 | 25,2 | cg | 64,8 | 38,2 | 119,7 |
| 2 | 8 | 11,9 | 16,5 | cg | 52,5 | 35,0 | 79,8 |
| 2,2 | 18 | 26,8 | 35,6 | cg | 77,0 | 41,4 | 179,6 |
| 2,4 | 21 | 31,3 | 40,3 | cg | 82,0 | 42,7 | 209,5 |
| 2,6 | 12 | 17,9 | 22,9 | cg | 61,7 | 37,5 | 119,7 |
| 2,8 | 19 | 28,3 | 34,9 | cg | 76,2 | 41,3 | 189,5 |
| 3 | 34 | 50,6 | 59,8 | cg | 99,8 | 47,5 | 339,2 |
| 3,2 | R | - | - | cg | - | - | - |

Legenda

| | | | |
|--------------------|--|----------|------------------------------------|
| N _{DP} | n° colpi della prova DP | Dr% | (Skempton, 1989) |
| N _{SPT} | corrispondente n° di colpi SPT | φ (°) | valore medio dei 4 metodi proposti |
| N ₁₍₆₀₎ | N _{SPT} corretto per falda e stato tensionale | Cu (kPa) | (Sanglerat, 1972) |
| Granulometria | "c"= coesivo ; "g"= granulare; "cg" = misto | | |

| | | | |
|-------------|--------------------------------------|----------------------|--------------|
| Committente | Dott. Geol. Andrea Garuglieri | Profondità prova (m) | 3,00 |
| Località | Lucarelli - Az. Agr. Molino di Grace | Quota inizio | p.c. |
| Prova | DPSH-2 | Profondità falda (m) | non rilevata |
| Data | 05/12/2013 | Note | |

Resistenza alla penetrazione [Ndp/Nspt] - Profondità [m]



| | | | |
|--------------------|--------------------------------------|-----------------------------|--------------|
| Committente | Dott. Geol. Andrea Garuglieri | Profondità prova (m) | 3,00 |
| Località | Lucarelli - Az. Agr. Molino di Graca | Quota inizio | p.c. |
| Prova | DPSH-2 | Profondità falda (m) | non rilevata |
| Data | 05/12/2013 | Note | |

PARAMETRI GEOTECNICI MEDI DEI VARI LIVELLI

| Strato | Intervallo | Tipo | Litologia | Nspt * | Consistenza | Addensamento | Dr % | | ϕ (°) | | | | Cu (Kpa) | E (Mpa) | OCR | Vs (m/s) | | |
|---------|------------|-----------|---|--------|-------------|-------------------|-----------------|----------|-------------|-------|-------------------|-----------|----------|---------|------|----------|--------------|--|
| | | | | | | | Terzaghi - Peck | Skempton | Schmertmann | Wolff | Hatanaka & Uchida | Muromachi | | | | | valore medio | |
| 1 | 0,0 - 1,2 | cg | Coltre colluviale limoso sabbiosa | 3,7 | 17,2 | poco consistente | 15-35 | 32,1 | 27,0 | 28,8 | 29,8 | 26,8 | 28,1 | 24,5 | 2,9 | 2,2 | 95,1 | |
| 2 | 1,2 - 3,0 | cg | substrato litale molto alterato | 24,0 | 20,4 | molto consistente | 65-85 | 72,2 | 41,7 | 36,3 | 41,9 | 37,1 | 39,3 | 157,7 | 18,7 | 2,8 | 172,1 | |
| Legenda | | Tipo | Dr (%) | | | | | | | | | | | | | | | Consistenza |
| | | Litologia | ϕ (°) | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Nspt | C _u (kPa) | | | | | | | | | | | | | | | Addensamento |
| | | Y (kN/m³) | E(MPa) | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | densità relativa media dello strato | | | | | | | | | | | | | | | Velocità onde di taglio media dello strato |
| | | | angolo di attrito medio dello strato | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | resistenza al taglio non drenata media dello strato | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Modulo di Young medio dello strato | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Consistenza | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Addensamento | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | OCR | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Vs (m/s) | | | | | | | | | | | | | | | |

CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

MULINO DI GRACE SAN LEOLINO - GREVE IN CHIANTI

data: 13.11.2013

committente: Az. Agr. Mulino di Grace direzione cantiere : Dott. Geol. GARUGLIERI ANDREA

Al fine di provvedere ad una caratterizzazione sismica del sito, è stato ritenuto utile svolgere una campagna geofisica di sismica a rifrazione basata su due profili tra loro distanziati ed un rilievo di microtremori secondo metodo H.V.S.R.; l'elaborazione dei profili di sismica a rifrazione è stata svolta mediante analisi delle onde di superficie (M.A.S.W.); il rilievo dei microtremori ha permesso di integrare il rilievo della base M.A.S.W. 1 definendo lo spessore di terreno soggetto a risonanza e permettendo di verificare il modello sismico del terreno. L'elaborazione del HVSR ha seguito le specifiche SESAME al fine di definire la frequenza di risonanza di sito.

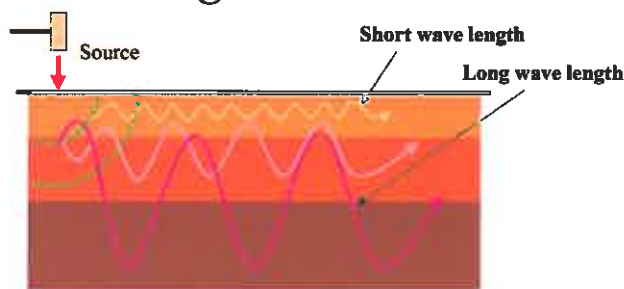
Per la sismica a rifrazione è stato utilizzato un sismografo DoReMi 16 bit della SARA Electronics con 12 canali attrezzati ciascuno con geofoni SARA electronics 4.5Hz; l'energizzazione è stata ottenuta mediante impatto con mazza 10 Kg su piattello in polizene. Le tracce sismografiche sono state registrate su pc portatile.

Per il rilevamento dei microtremori è stato usato GEOBOX della SARA Electronics con terna geofonica 4.5Hz ed equalizzazione digitale del segnale secondo files di calibrazione svolta su tavola vibrante. L'asse Y è stato posizionato con direzione Nord – Sud, secondo indicazioni della direzione di cantiere.

INDAGINE GEOFISICA DI SISMICA A RIFRAZIONE CON ELABORAZIONE M.A.S.W.

“Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva (non è necessario eseguire perforazioni o scavi e ciò limita i costi), che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs, basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) posti sulla superficie del suolo. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. and Richards, P.G., 1980) o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo.” (da Caratterizzazione sismica dei suoli con il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves – V. Roma 2006).

Surface-wave dispersion *Heterogeneous medium*



da SAGEEP2003

Recentemente si sono proposti sul mercato anche software capaci di una analisi complessa delle onde di Love. La differenza tra le Rayleigh e le Love insiste essenzialmente nel piano di propagazione, vedendo le Rayleigh con moto retrogrado ellittico nel piano verticale mentre le Love si sviluppano nel piano orizzontale. La tecnica M.A.S.W. può essere di tipo *attivo* o *passivo* o una combinazione di entrambi. L'indagine svolta ha visto l'applicazione di entrambi i metodi.

L'indagine MASW si sviluppa mediante la materializzazione sul terreno di una linea retta mediante la posa di una fettuccia metrica. A seguire vengono posizionati i sensori (nel nostro caso geofoni verticali SARA electronics con frequenza propria di 4.5Hz) equiintervallati. Esternamente alla stesa geofonica, da ora base sismica, a distanza di interesse che può essere pari ad un multiplo della distanza intergeofonica ma anche variabile (in funzione delle disponibilità di cantiere), vengono svolte delle energizzazioni mediante massa battente. Sulla base di alcune verifiche empiriche svolte in proprio, è stabilito che la massa minima per produrre una buona pervasività nei terreni di qualsiasi natura è data da mazza di 10 Kg. Ottimale l'uso di un grave di maggior peso. Non sempre efficace, in quanto si può ottenere saturazione di alcuni canali prossimi alla sorgente, è l'uso di cannoncino sismico. Nel cantiere svolto è stato ritenuto sufficiente l'adozione di massa battente pari a Kg10.00

Il metodo risulta efficace se la base sismica è ubicata su piano a pendenza costante e per una stratificazione piano parallela al piano topografico, o comunque di esigua inclinazione nell'intervallo di riferimento. E' peraltro da dirsi che tale considerazione tende oggi ad essere trasformata in quanto si può rilevare come l'evoluzione delle onde di Rayleigh (onde di superficie) vengano ad interessare spessori prossimi al punto di energizzazione più che ad essere valutati nella capacità di trasferimento lungo la stesa sismica. Da ciò deriva la possibilità di discretizzare situazioni stratigrafiche anche differenti in profondità rispetto alla posizione di shot in andata ed in ritorno.

Al fine di svolgere al meglio la campagna geofisica M.A.S.W., è utile che lo sviluppo lineare della base sismica sia limitata in lunghezza secondo i siti. Per situazioni geologiche complesse è utile provvedere a basi con distanza intergeofonica minore, fino a 1 m. Tale accorgimento permette di superare alcuni limiti metodologici, eventualmente escludendo alcuni canali che sono interessati da marcate discontinuità lungo la stesa sismica.

Nel caso siano svolte indagini mediante le onde Love, i geofoni utili sono quelli con direzione di vibrazione orizzontale e l'energizzazione dovrà essere svolta mediante traverso il legno, reso solidale al terreno mediante sovraccarico, e direzione d'energizzazione perpendicolare alla direzione di sviluppo della base sismica e parallelamente alla direzione di scuotimento dei geofoni.

Per entrambi le metodologie d'indagine, si rileva che la maggior profondità di caratterizzazione raggiunta è legata alla minor frequenza registrata. Come già indicato nella figura, una frequenza alta caratterizza gli strati superficiali. La registrazione delle frequenze minori è destinata ai geofoni più lontani dalla sorgente.

La durata dell'acquisizione è stata definita in 2.00 secondi.

Gli sviluppi di entrambe le basi sono risultati capaci di risolvere gli scopi dell'indagine mediante acquisizione attiva. Le frequenze tipiche di registrazione per le M.A.S.W. attive sono comprese nel range 4 -70Hz .

Il metodo geofisico M.A.S.W. consente la caratterizzazione meccanica dei terreni investigati mediante stima indiretta della velocità di propagazione delle onde elastiche di taglio VS derivate dalle velocità di rotazione delle

Rayleigh (o delle Love); inoltre, qualora si conosca anche la densità " ρ ", le caratteristiche meccaniche dei terreni investigati:

Le formule per esprimere i moduli in funzione di V_s , V_p e densità:

| | |
|-----------------------------------|---|
| Modulo di Poisson (adimensionale) | $\frac{(V_p^2 - 2V_s^2)}{[2(V_p^2 - V_s^2)]}$ |
| Modulo di Young (in Pa) | $\rho V_s^2 (4 - 3k^2) / (1 - k^2)$ |
| Modulo di Taglio (in Pa) | ρV_s^2 |
| Modulo di Lamé λ (in Pa) | $\rho V_s^2 (k^2 - 2)$ |
| Modulo di Compressione (in Pa) | $\rho V_s^2 (k^2 - 4/3)$ |

dove:

$k = V_p/V_s$ (adimensionale)

ρ = densità (Kg/m³)

V_s e V_p = velocità onde di taglio e compressionali in m/s

Chiaramente per convertire valori espressi in Pascal (Pa) in valori in MegaPascal (MPa) è sufficiente dividere il numero per 10⁶ (Mega = 1 milione)

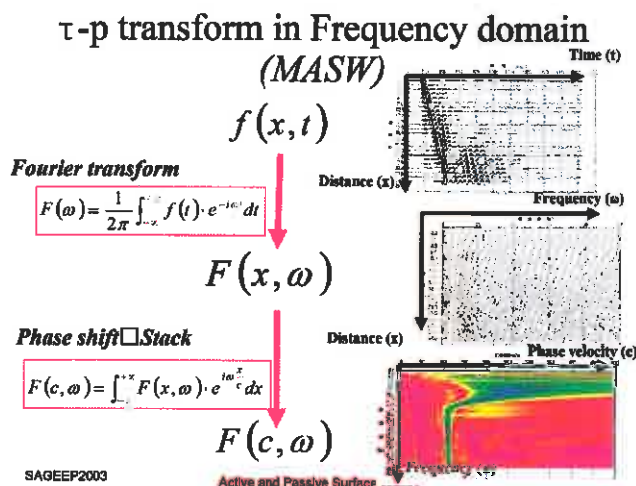
La definizione delle velocità onde compressionali V_p può essere determinata con l'interpretazione, ancorché semplificata, degli shot di andata e ritorno secondo metodi tradizionali (dal Delay time al GRM) o con tomografia sismica. Quest'ultima, necessitando di geofoni anche all'esterno dei punti di battuta iniziale e finale, risulta generalmente meno pervasiva e con minore lunghezza rispetto ai metodi GRM.

L'uso delle indagini M.A.S.W. si è diffuso quale strumento rapido ed efficace per ottenere una sismo stratigrafia atta a permettere di discretizzare la categoria di suolo di fondazione per le categorie semplificate indicate in Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008.

E' tuttavia utile ricordare che la profondità equivalente dei 30 m sotto il piano fondazione spesso richiede l'interpretazione congiunta di M.A.S.W. attivo e passivo se le basi sismiche sono di lunghezza inferiore a 39 m.

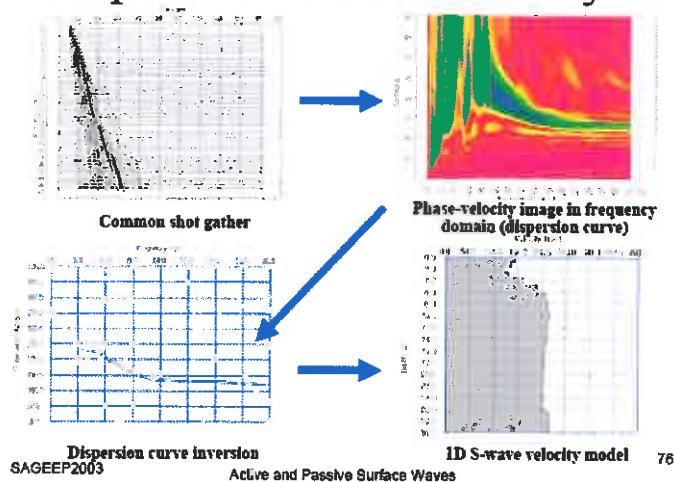
Il metodo interpretativo della M.A.S.W. si compone dei seguenti passaggi di analisi dei segnali acquisiti:

- individuazione della variazione del segnale acquisito nel tempo
- analisi di Fourier con definizione dei contenuti spettrali acquisiti nei segnali
- stacking dello spostamento di fase con definizione delle velocità di rotazione retrograda compatibile con il campo di frequenza definita.



Al posteriori dell'analisi matematica del segnale acquisito, definito un modello stratigrafico compatibile con la geologia locale, si provvede all'inversione della curva di dispersione ottenendo la sismo stratigrafia. Di seguito è indicato il procedimento di elaborazione che ha prodotto i certificati in allegato:

Dispersion curve and its analysis



Considerazioni sul cantiere svolto

I rilievi geofisici svolti nel cantiere hanno permesso di definire quanto segue:

- per il sito 1, ovvero in fianco al corpo di fabbrica principale, il rilievo HVSR ha confermato che il solo spessore capace di amplificazione sismica è rappresentato dal terreno in distress superficiale. L'inversione che si osserva nel grafico M.A.S.W. 1 deve essere quindi inteso solo a livello intraformazionale ed influente su amplificazione di eventuali eventi sismici. E' quindi possibile definire, rispetto al piano fondazione denunciato dalla direzione tecnica a circa -1.50 m dal p.c. attuale, una categoria di sottosuolo semplificato di tipo A secondo le indicazioni date nel D.M. 14.01.2008.
- per il sito 2, lungo versante laddove prevista la realizzazione dell'annesso agricolo, l'andamento della sismo stratigrafia risulta individuare il substrato sismico in uno spessore compreso tra 3 e 20 m dal piano fondazione e quindi è possibile riferirci, rispetto al piano campagna, ad uno spettrogramma semplificato afferente ad una categoria di sottosuolo di tipo E

x Lpgeognostica



Dott. Geol. Lando Umberto Pacini

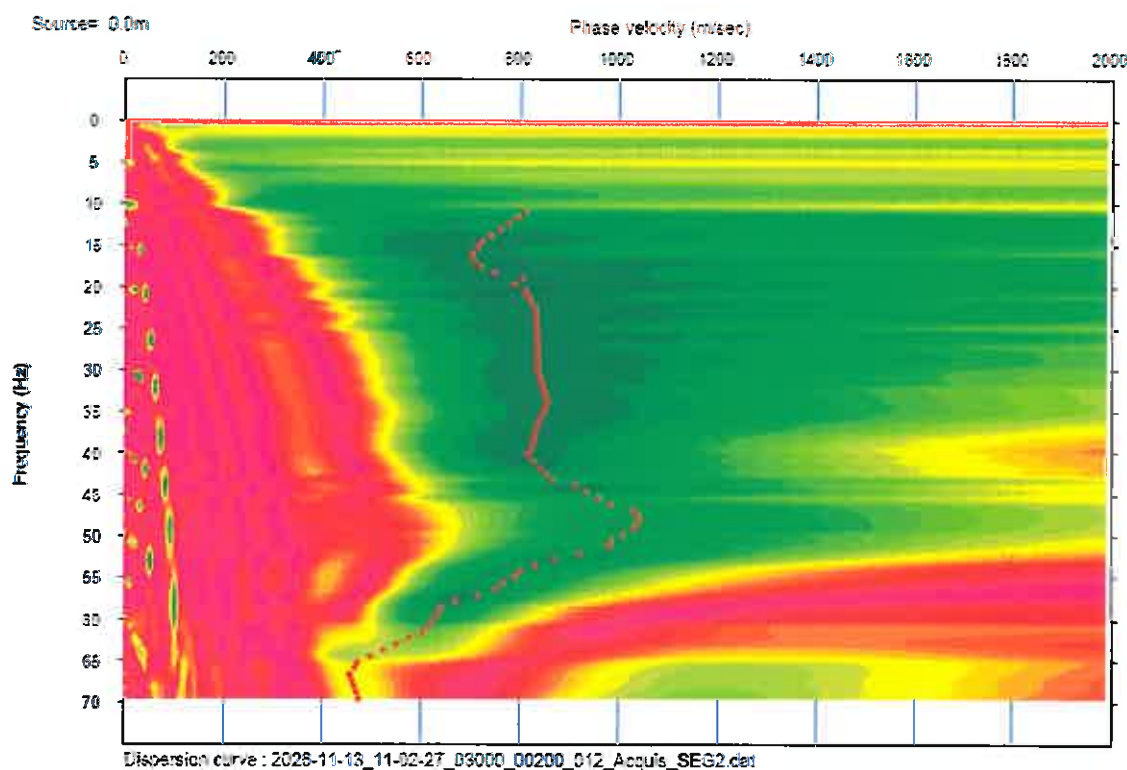
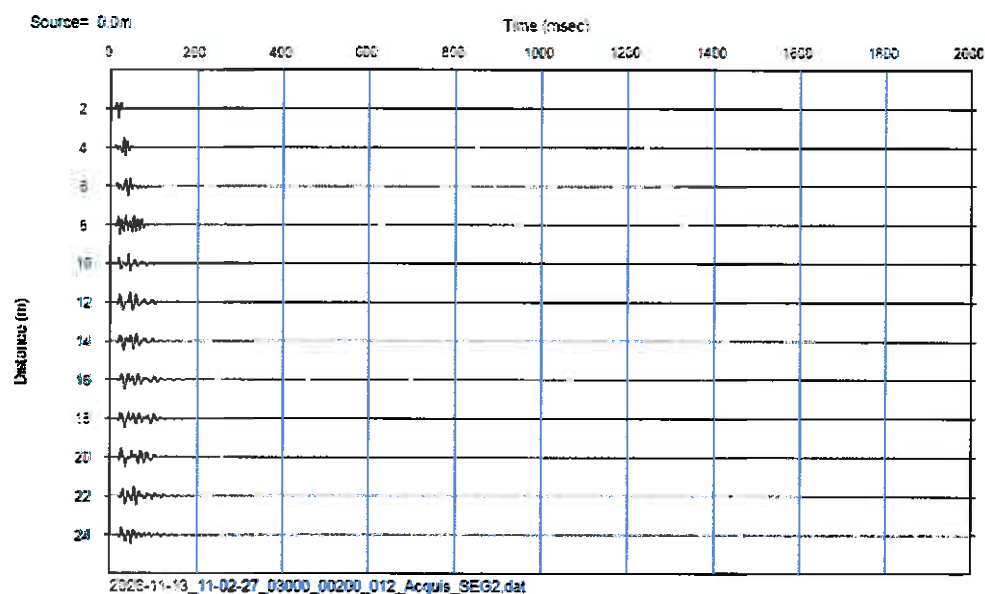
MULTICHANNEL ANALISYS SURFACE WAVES

Strumento DoReMi – SARA.pg - 16 bit - geofoni 4.5Hz SARA.pg – data: 13.11.2013
energizzazione Massa Battente 10Kg - commit. Az. Ag. IL MULINO DI GRACE

Direz. Cant. : Dott. Geol. Dott. Geol. GARUGLIERI ANDREA

Cantiere San Leolino – Greve in Chianti

M.A.S.W. 1 zona stabilimento



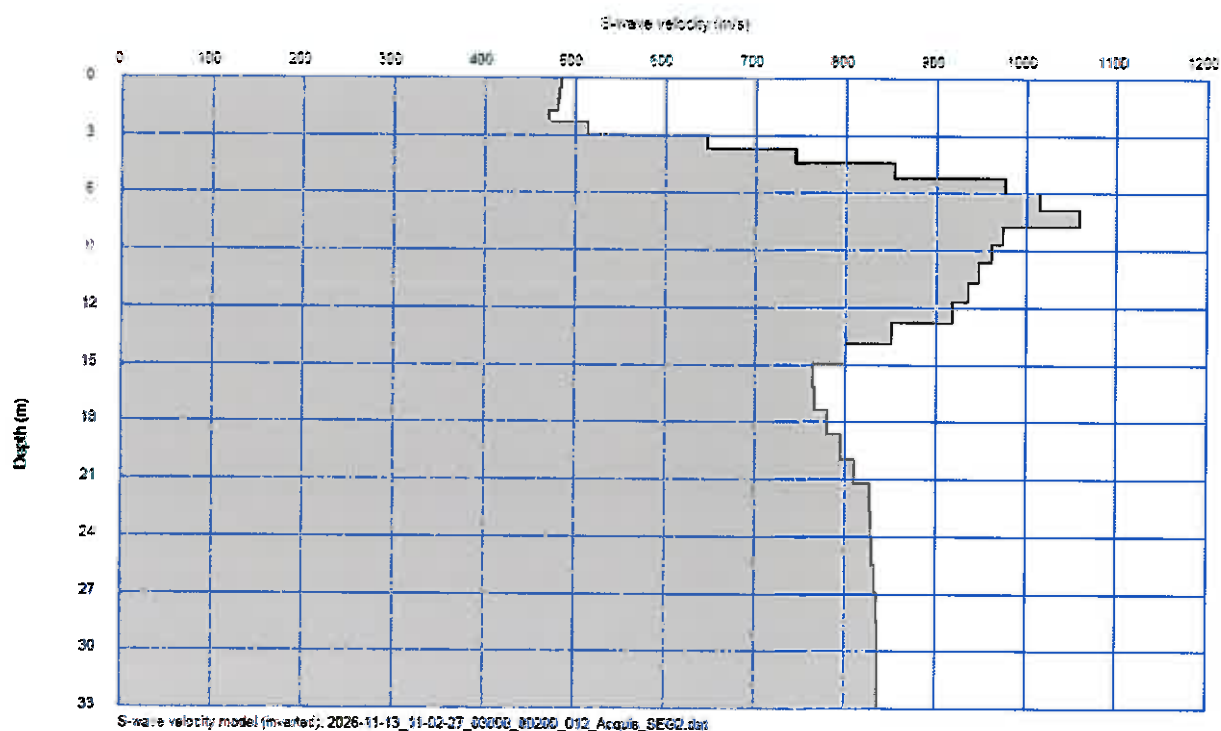
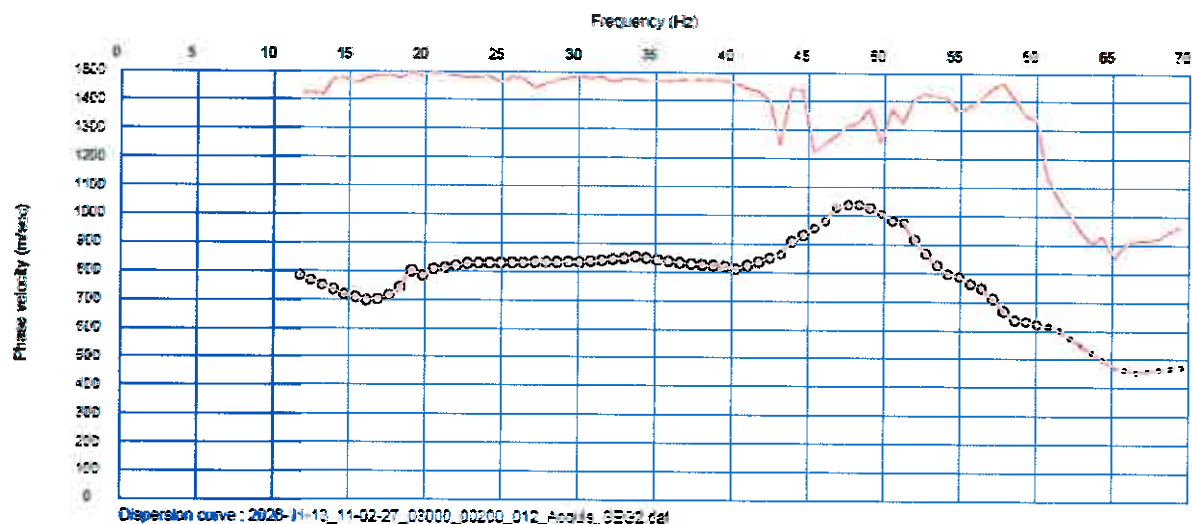
MULTICHANNEL ANALYSIS SURFACE WAVES

Strumento DoReMi – SARA.pg - 16 bit - geofoni 4.5Hz SARA.pg – data: 13.11.2013
energizzazione Massa Battente 10Kg - commit. Az. Ag. IL MULINO DI GRACE

Direz. Cant. : Dott. Geol. Dott. Geol. GARUGLIERI ANDREA

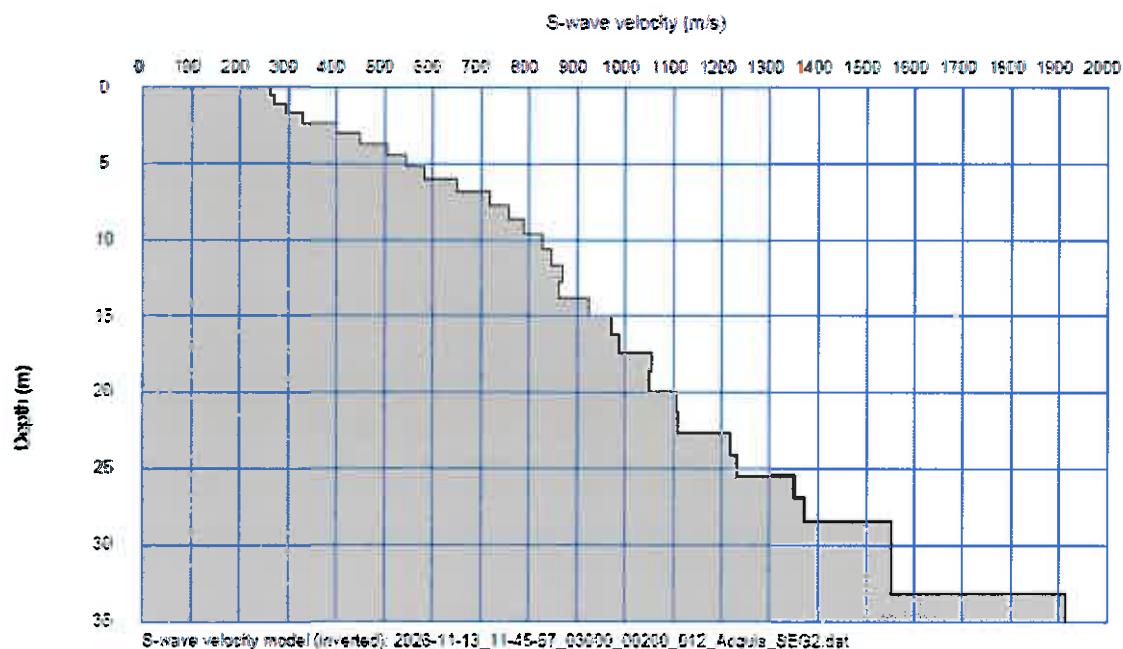
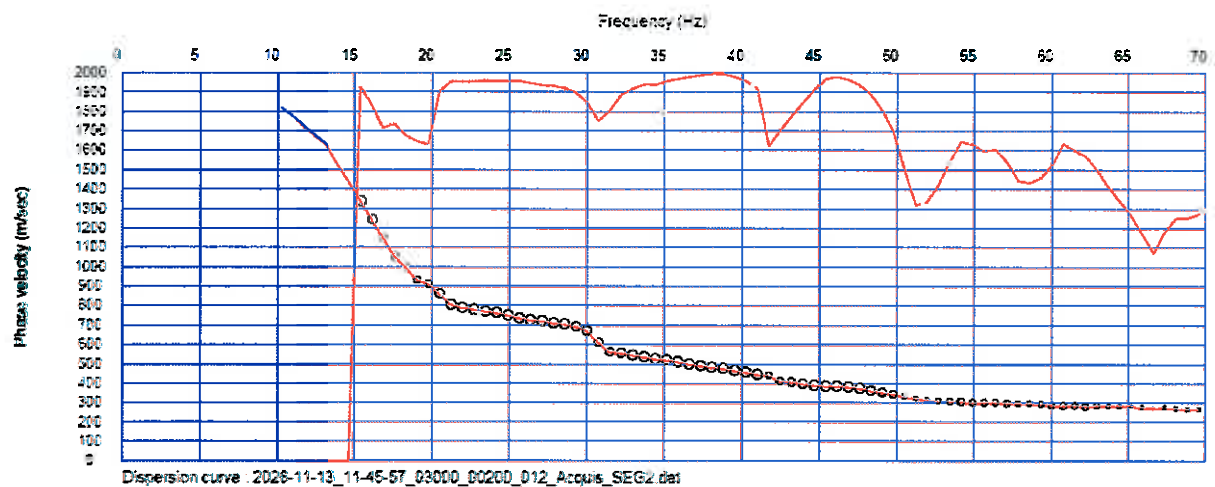
Cantiere San Leolino – Greve in Chianti

M.A.S.W. 1 zona stabilimento



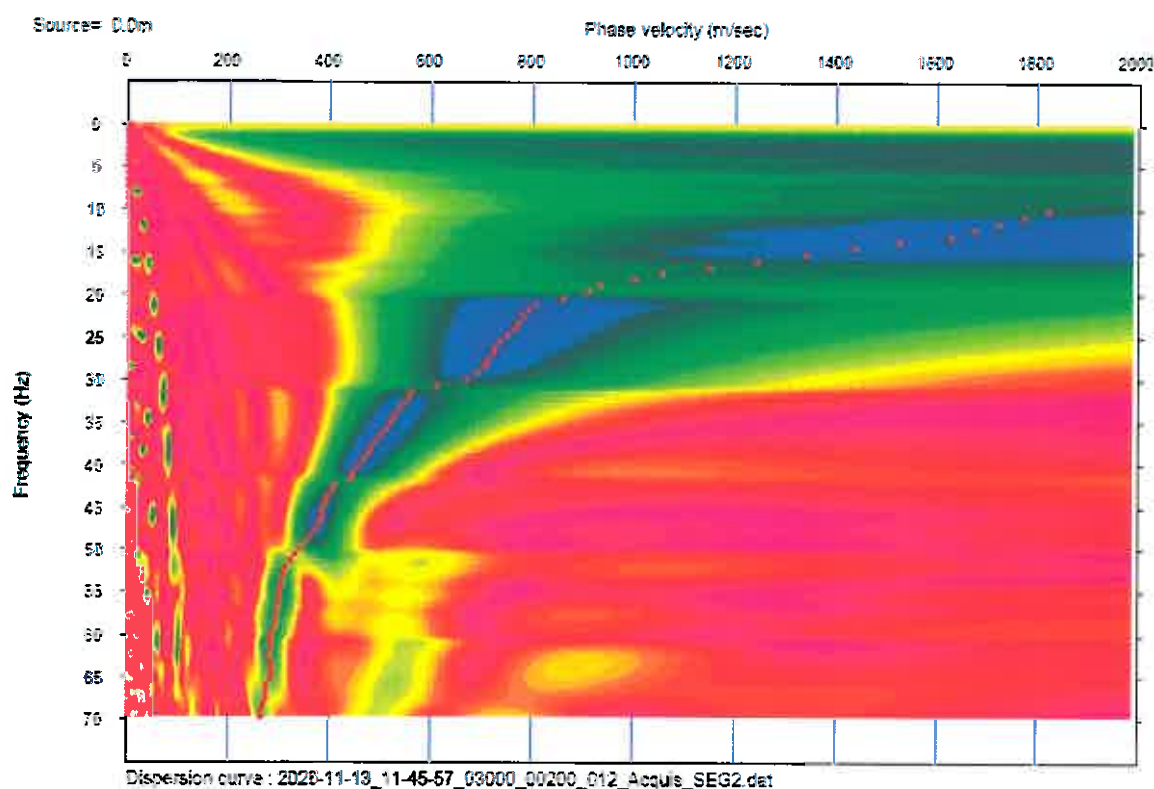
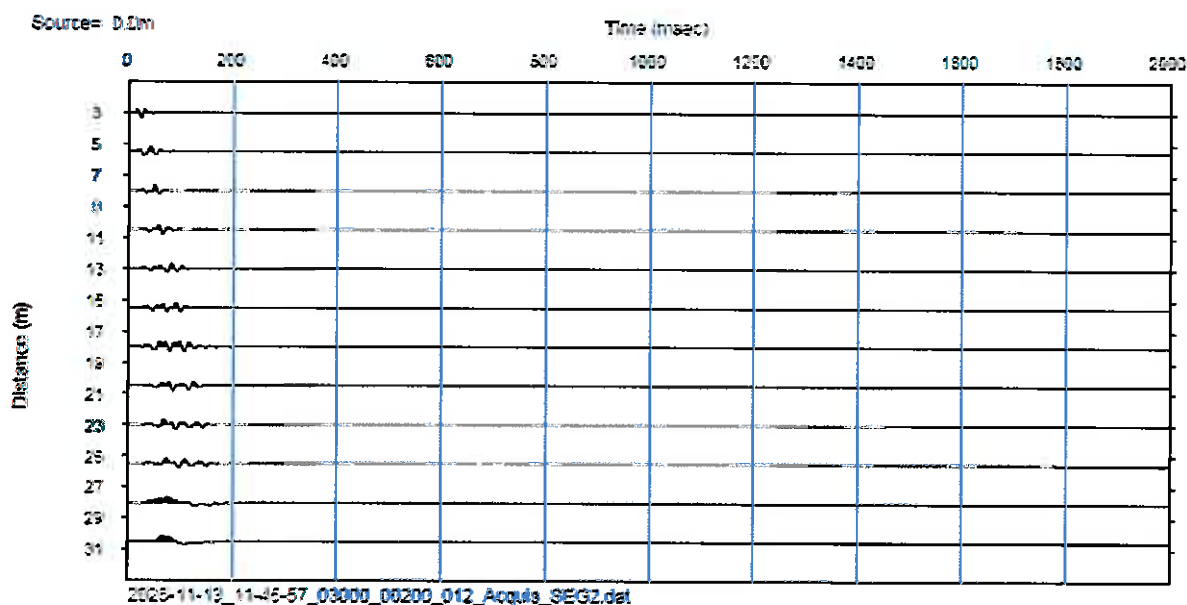
MULTICHANNEL ANALYSIS SURFACE WAVES

Strumento DoReMi – SARA.pg - 16 bit - geofoni 4.5Hz SARA.pg – data: 13.11.2013
energizzazione Massa Battente 10Kg - commit. Az. Ag. IL MULINO DI GRACE
Direz. Cant. : Dott. Geol. Dott. Geol. GARUGLIERI ANDREA
Cantiere San Leolino – Greve in Chianti M.A.S.W. 2 zona rimessa attrezzi



MULTICHANNEL ANALYSIS SURFACE WAVES

Strumento DoReMi – SARA.pg - 16 bit - geofoni 4.5Hz SARA.pg – data: 13.11.2013
energizzazione Massa Battente 10Kg - commit. Az. Ag. IL MULINO DI GRACE
Direz. Cant. : Dott. Geol. Dott. Geol. GARUGLIERI ANDREA
Cantiere San Leolino – Greve in Chianti M.A.S.W. 2 zona rimessa attrezzi



STATION INFORMATION

Station code: st1

Model: SARA SR04

Sensor: SARA SS45PACK (integrated 4.5 Hz sensors)

Notes: rilievo svolto in sommità ad affioramento roccioso e prossimo a base sismica MASW

PLACE INFORMATION

Place ID: San Leolino - GREVE in CHIANTI

Address: Az. Agr. Mulino di Grace

Latitude: -

Longitude: -

Elevation: 0

Weather: vento

Notes: presenza di alberi ad alto fusto nell'intorno della stazione di misura

RILIEVO DI MICROTREMORI MEDIANTE STAZIONE SINGOLA ED ELABORAZIONE CON METODO SESAME

Oltre ai metodi sopra detti, è stato svolto anche un rilievo dei microtremori secondo codifica SESAME, mirato ai soli fini ingegneristici.

Il metodo è di tipo passivo ed è detto **HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio – Metodo di Nakamura)** è finalizzata all'individuazione delle frequenze caratteristiche di **risonanza di sito**.

In questo termine vengono, di fatto, incluse tutte le frequenze caratteristiche (picchi) che sono associabili a variazioni di impedenza sismica che, tra il pacchetto superiore e quello inferiore, permettono un incremento minimo del 25%. Il picco a maggior rapporto H/V viene, generalmente, definito come "frequenza di sito f_0 " e tende a rappresentare la frequenza di risonanza che può svilupparsi per quella postazione a seguito dell'immissione di energia mediante una sorgente (terremoto, maremoto, maree, vibrazioni indotte nel sottosuolo a distanza ragguardevole). La frequenza f_0 è rappresentativa della capacità di scuotimento di uno spessore di terreno 1 con densità ρ_1 e V_{s1} soprastante un substrato rigido 2 caratterizzato da ρ_2 e V_{s2} . La risonanza viene ad interessare lo spessore 1 a seguito del trasferimento dell'energia dal substrato rigido 2; tale trasferimento si attua in corrispondenza dell'interfaccia $\frac{1}{2}$.

In corrispondenza della suddetta interfaccia si realizza la trasformazione dell'input energetico, meglio descritto attraverso un accelerogramma derivante da uno dei metodi di energizzazione suddetti, a seconda delle caratteristiche proprie del materiale. La dizione del "rapporto dello spettro Orizzontale normalizzato allo spettro verticale" trova ragione nella consistente variazione delle velocità e "forma" delle onde di taglio direttamente proporzionale alla variazione dei parametri reologici; le onde compressionali non trovano medesima capacità risolutiva e quindi risultano utili a rappresentare il termine di normalizzazione per quel sito.

Per rappresentare un f_0 significativo si deve avere un rapporto $HV > 2$, avere una persistenza nel tempo e non essere legati a sorgente predominante o condizionato da aspetti antropici.

software di elaborazione **GeoExplorer** della SARA electronic components.

In allegato i certificati relativi all'acquisizione HVSR e elaborazione della stessa.

Di importanza osservare che:

il picco di risonanza associabile ad un passaggio stratigrafico risulta individuato a circa 75 Hz. Tale frequenza risulta persistente nel tempo e non vede direzionalità. Altri picchi, a minor frequenza, risultano non persistenti e con elevata direzionalità. Quest'ultima evidenza, congiuntamente all'andamento degli spettri di frequenza delle singole componenti, permette di riferirli a perturbazioni antropiche e quindi non di interesse ai fini preposti.

Sono rispettati i parametri SESAME e il rilievo svolto è pienamente validato.

SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 400 Hz

Recording start time: 2013/11/26 12:07:10

Recording length: 20 min

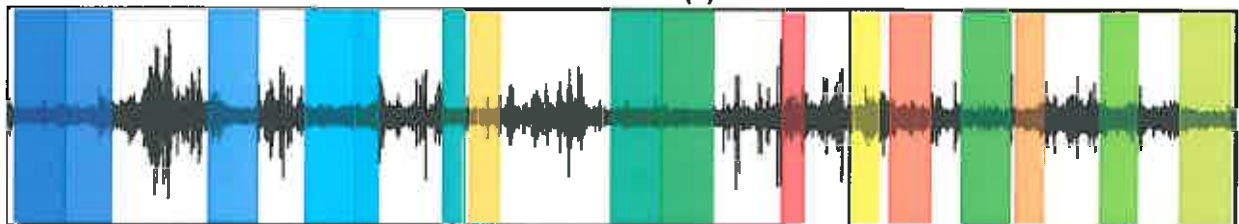
Windows count: 16

Average windows length: 38.29

Signal coverage: 51.06 %

1786 Counts

CHANNEL 1 (Z)



-1790 Counts

4123 Counts

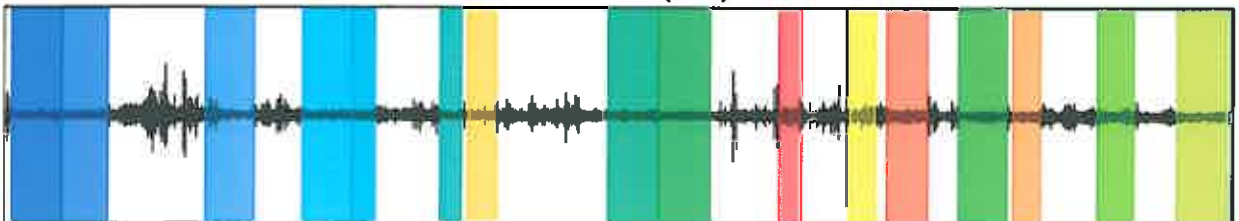
CHANNEL 2 (N-S)



-4308 Counts

8792 Counts

CHANNEL 3 (E-W)



-7327 Counts

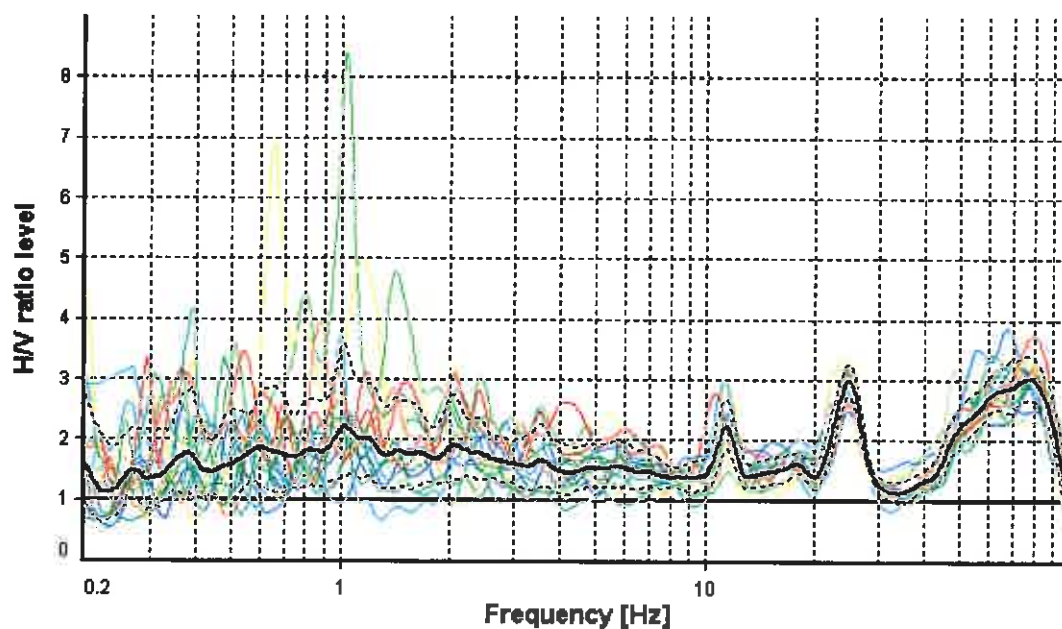
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

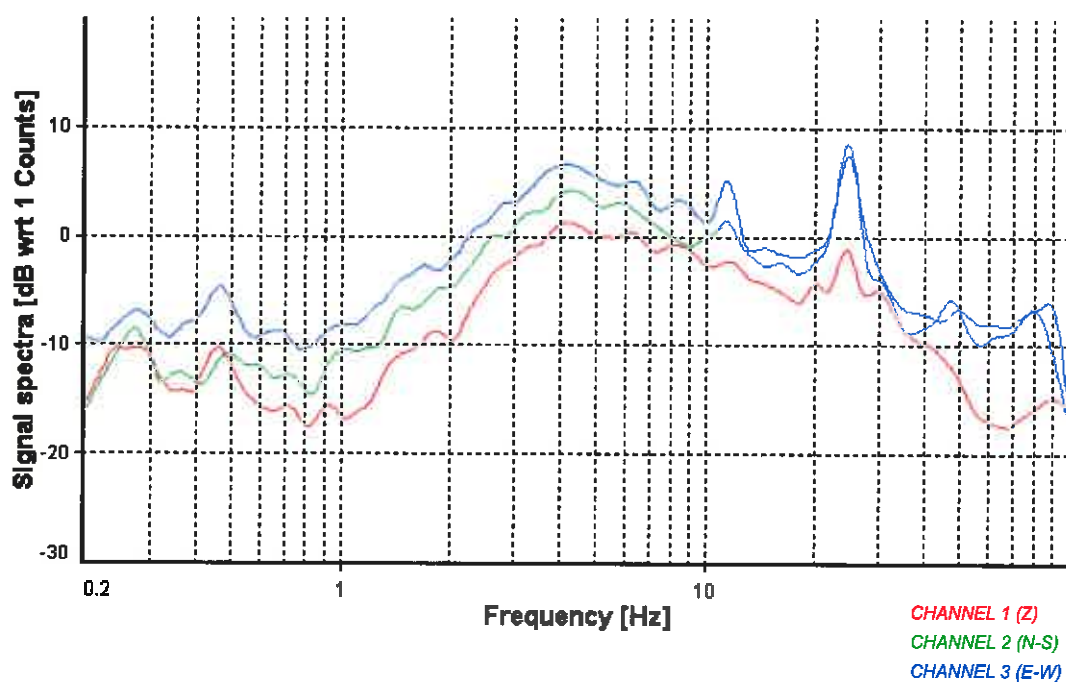
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

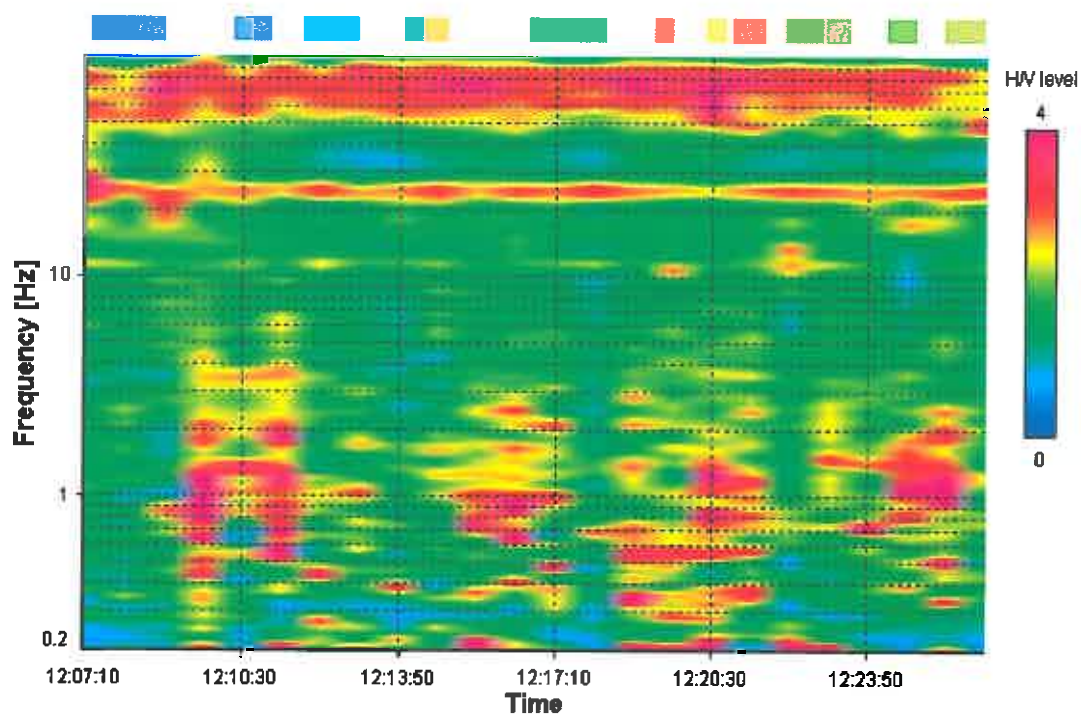
HVSR average



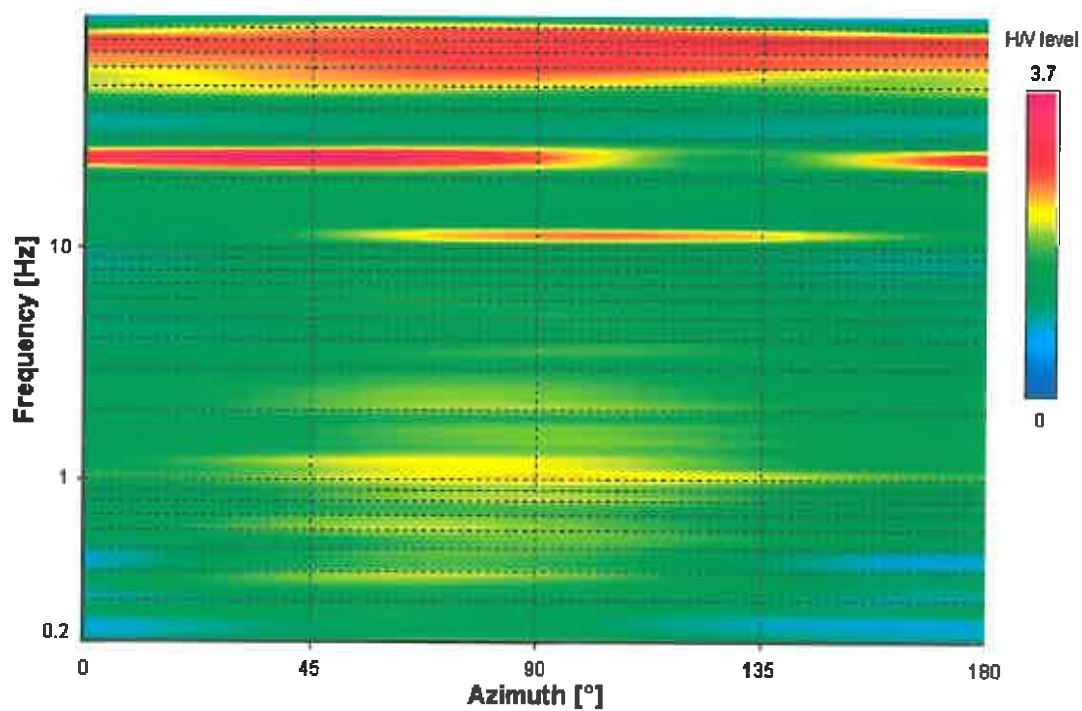
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (50 seconds windows)



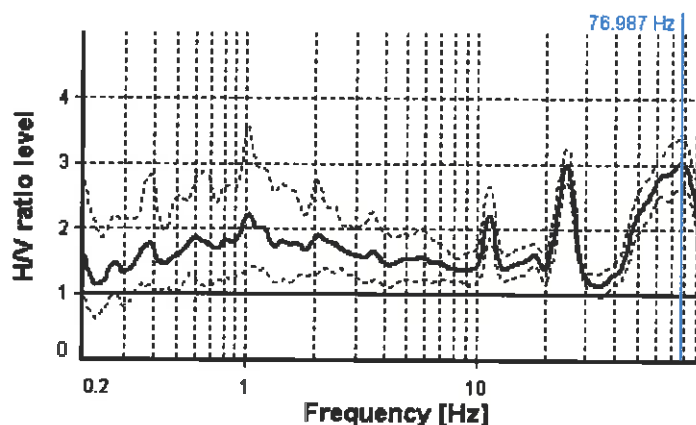
HVSR directional analysis



SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

76.987 Hz



| HVSr curve reliability criteria | | |
|--|---|----|
| $f_0 > 10 / L_w$ | 16 valid windows (length > 0.13 s) out of 16 | OK |
| $n_c(f_0) > 200$ | 47038.92 > 200 | OK |
| $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ | Exceeded 0 times in 77 | OK |
| HVSr peak clarity criteria | | |
| $\exists f \text{ in } [f_0/4, f_0] \mid A_{HW}(f) < A_0$ | 43.41235 Hz | OK |
| $\exists f^* \text{ in } [f_0, 4f_0] \mid A_{HW}(f^*) < A_0$ | 96.3327 Hz | OK |
| $A_0 > 2$ | 3.02 > 2 | OK |
| $f_{\text{peak}}[A_{HW}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ | 1.25% <= 5% | OK |
| $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ | 6.74665 >= 3.84934 | NO |
| $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$ | 1.12703 < 1.58 | OK |
| Overall criteria fulfillment | | OK |