

Attuazione dell'articolo 11 della legge 24 giugno 2009, n.77

# MICROZONAZIONE SISMICA

## Indagini integrative

### Livello 3

Regione Emilia-Romagna

Comune di Tizzano Val Parma



|                                  |   |                             |
|----------------------------------|---|-----------------------------|
| <b>Regione</b><br>Emilia-Romagna | <b>Soggetto realizzatore</b><br>Dott. Geol. Marco Baldi | <b>Data</b><br>Gennaio 2020 |
|----------------------------------|---|-----------------------------|

**Località:** Reno di Tizzano, Tizzano Val Parma (PR)

**Cantiere:** Microzonazione sismica di 3° livello


### INDAGINE MASW

|   |   |                     |  |
|---|---|---------------------|--|
| <b>Località</b><br>Reno di Tizzano                  | <b>Comune</b><br>Tizzano Val Parma (PR)       |                     |  |
| <b>Cantiere</b><br>MS 3° livello                    | <b>Data</b><br>23/01/2020                     | <b>Ora</b><br>11.10 |  |
| <b>Codice lavoro</b><br>19_002_BALD                 | <b>Committente</b><br>Dott. Geol. Marco Baldi |                     |  |
| <b>Codice Prova</b><br>MASW1                        | <b>File</b><br>reno b_STK_SEG2.dat            |                     |  |
| <b>Operatore:</b><br>Dott. Geol. Alessandro Ferrari |   |                     |  |

### STRUMENTAZIONE

|   |  |
|---|--|
| <b>Marca:</b> Sara Electronic Instruments | <b>Modello:</b> Sismografo digitale DoReMi   |
| <b>Marca Geofoni:</b> Geo Space           | <b>Orientamento:</b> <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/> V <b>Frequenza (Hz):</b> 4.5 |

### SPECIFICHE INDAGINE

|   |  |  |
|---|--|--|
|   | <b>Tipo:</b> MASW                            | <b>Onde:</b> <input checked="" type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> SH |
|   | <b>N° canali:</b> 24                         | <b>Lunghezza stendimento (m):</b> 46   |
|   | <b>Offset minimo (m):</b> 5                  | <b>N° shot:</b> 5  |
|   | <b>Durata registrazioni (sec):</b> 1.0       |  |
|   | <b>Frequenza di campionamento (Hz):</b> 5000 |  |
|   | <b>Tipologia energizzazione:</b>             |  |
|   | <input type="checkbox"/> Fucile sismico      | Modello:   |
|   | <input checked="" type="checkbox"/> Mazza    | Kg: 5  |
|   | <input type="checkbox"/> Grave               | Kg:  |
|   | <input type="checkbox"/> Mazza su trave      | Kg:  |
| <b>Stacking:</b><br>usate 5 acquisizioni su 5:<br><input checked="" type="checkbox"/> reno b_0105.drm<br><input checked="" type="checkbox"/> reno b_0205.drm<br><input checked="" type="checkbox"/> reno b_0305.drm<br><input checked="" type="checkbox"/> reno b_0405.drm<br><input checked="" type="checkbox"/> reno b_0505.drm |  |  |

#### Geometrie stendimento:



### TERRENO INDAGATO

|                            |  |   |                                 |  |
|----------------------------|--|---|---------------------------------|--|
| <b>Superficie:</b>         | <input checked="" type="checkbox"/> vegetale | <input type="checkbox"/> riporto            | <input type="checkbox"/> roccia | <input type="checkbox"/> pavimentazione: |
| <b>Condizioni terreno:</b> | <input type="checkbox"/> asciutto            | <input checked="" type="checkbox"/> bagnato | <input type="checkbox"/> saturo |  |

### OSSERVAZIONI:

### Tracce

Numero tracce: 24

Durata acquisizione: 1.0 s

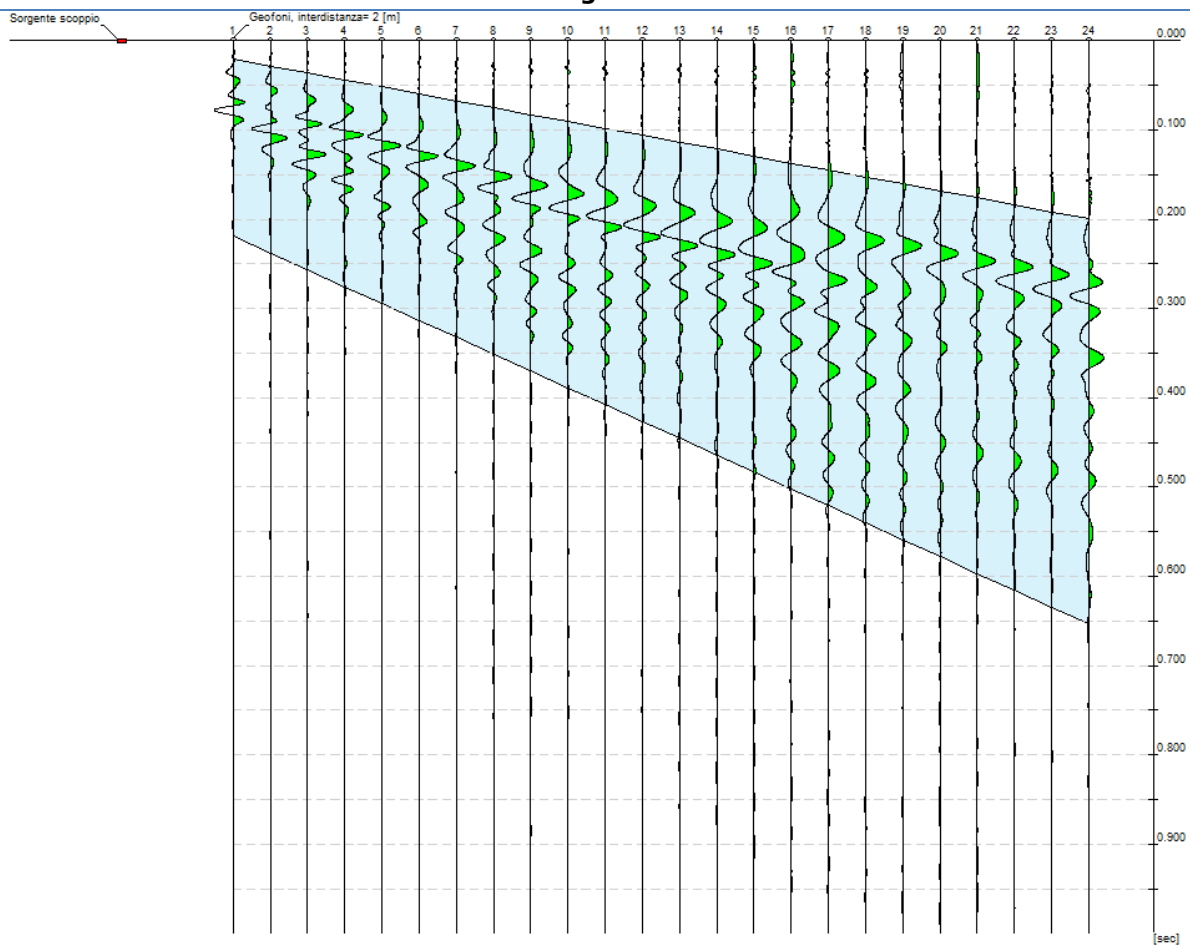
Periodo di campionamento: 0.2 ms

Interdistanza geofoni: 2.0 m

Distanza sorgente - primo geofono: 5 m

Selezione temporale: selezione manuale

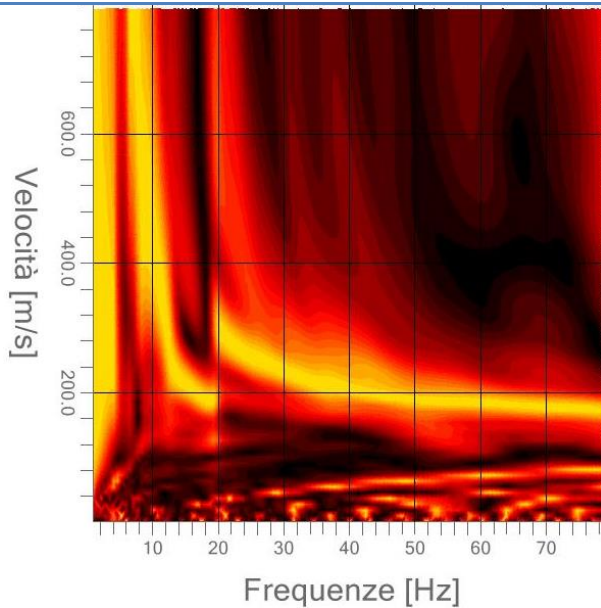
### Sismogramma



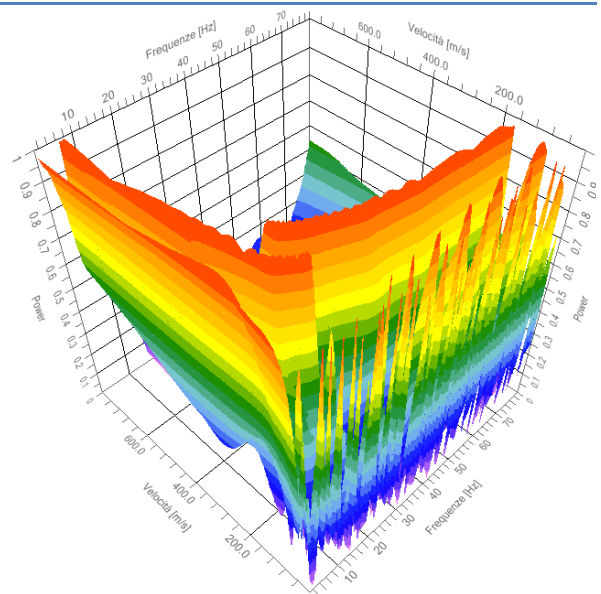
**Analisi spettrale**

Numero tracce utilizzate: 24  
Frequenza minima di elaborazione: 1 Hz  
Frequenza massima di elaborazione: 80 Hz  
Velocità minima di elaborazione: 1 m/s  
Velocità massima di elaborazione: 800 m/s

Spettro Velocità di fase - Frequenze



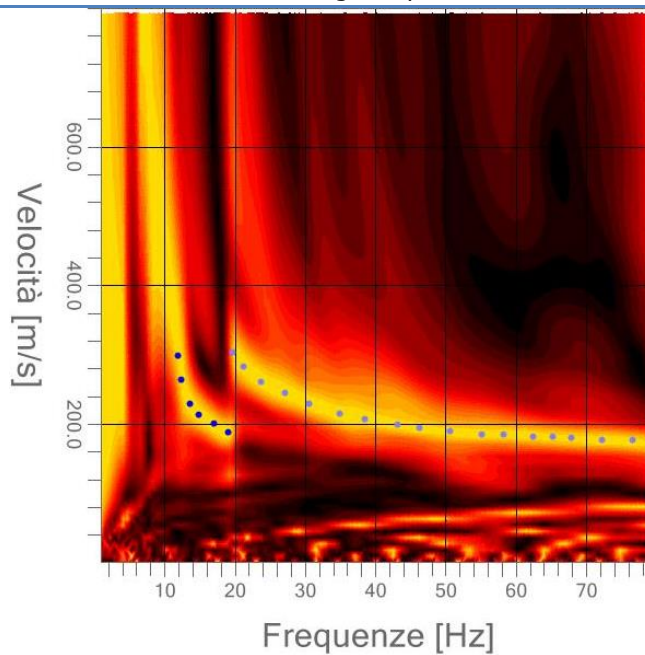
Spettro 3D Velocità di fase - Frequenze



**Curva di dispersione**

N° punti di picking: 23

Picking su spettro F-V



Modi vibrazionali identificati

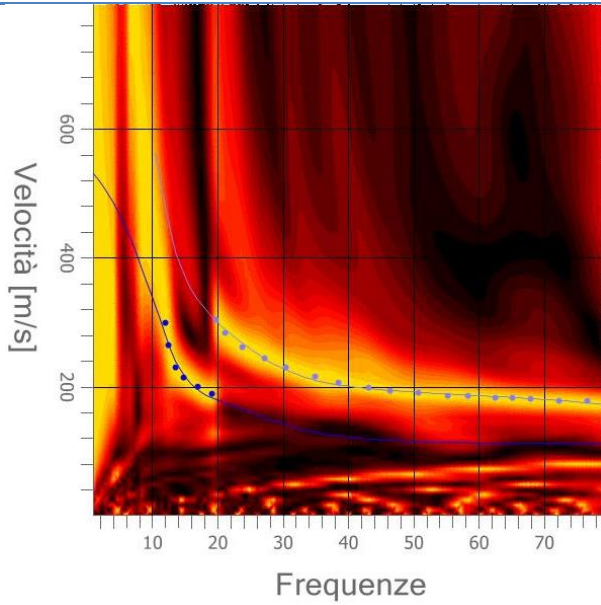
- |   |   |  |  |  |
|---|---|--|--|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> Modo fondamentale | <input checked="" type="checkbox"/> 1° modo superiore | <input type="checkbox"/> 2° modo superiore | <input type="checkbox"/> 3° modo superiore | <input type="checkbox"/> 4° modo superiore |
|---|---|--|--|--|

**Inversione:**

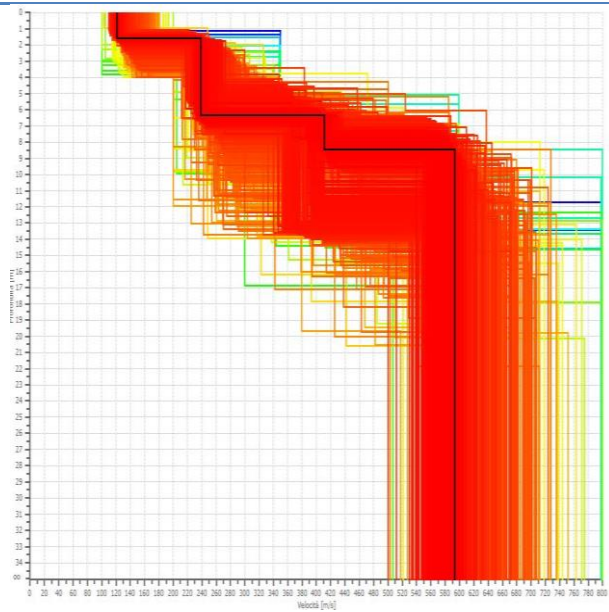
Fattore di disadattamento della soluzione (misfit): 0.021

Percentuale di errore: 0.053%

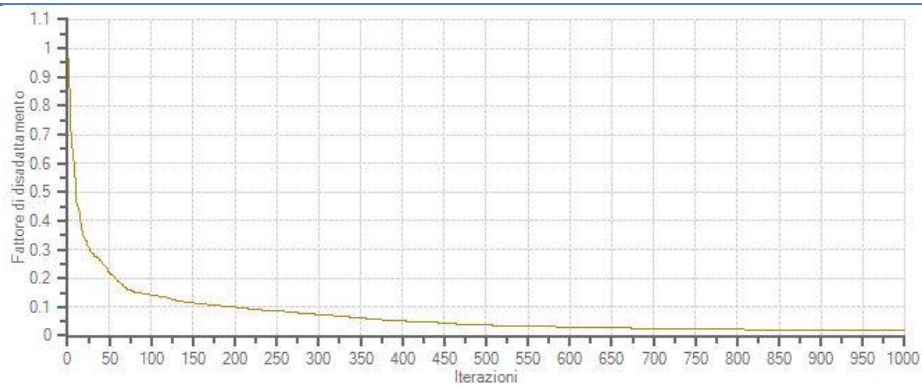
Modello sintetico su picking



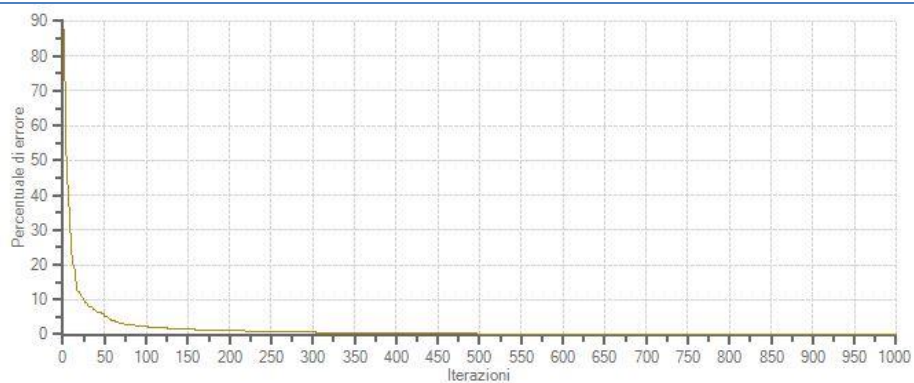
Profili di Vs considerati



Profilo di disadattamento



Profilo di errore percentuale



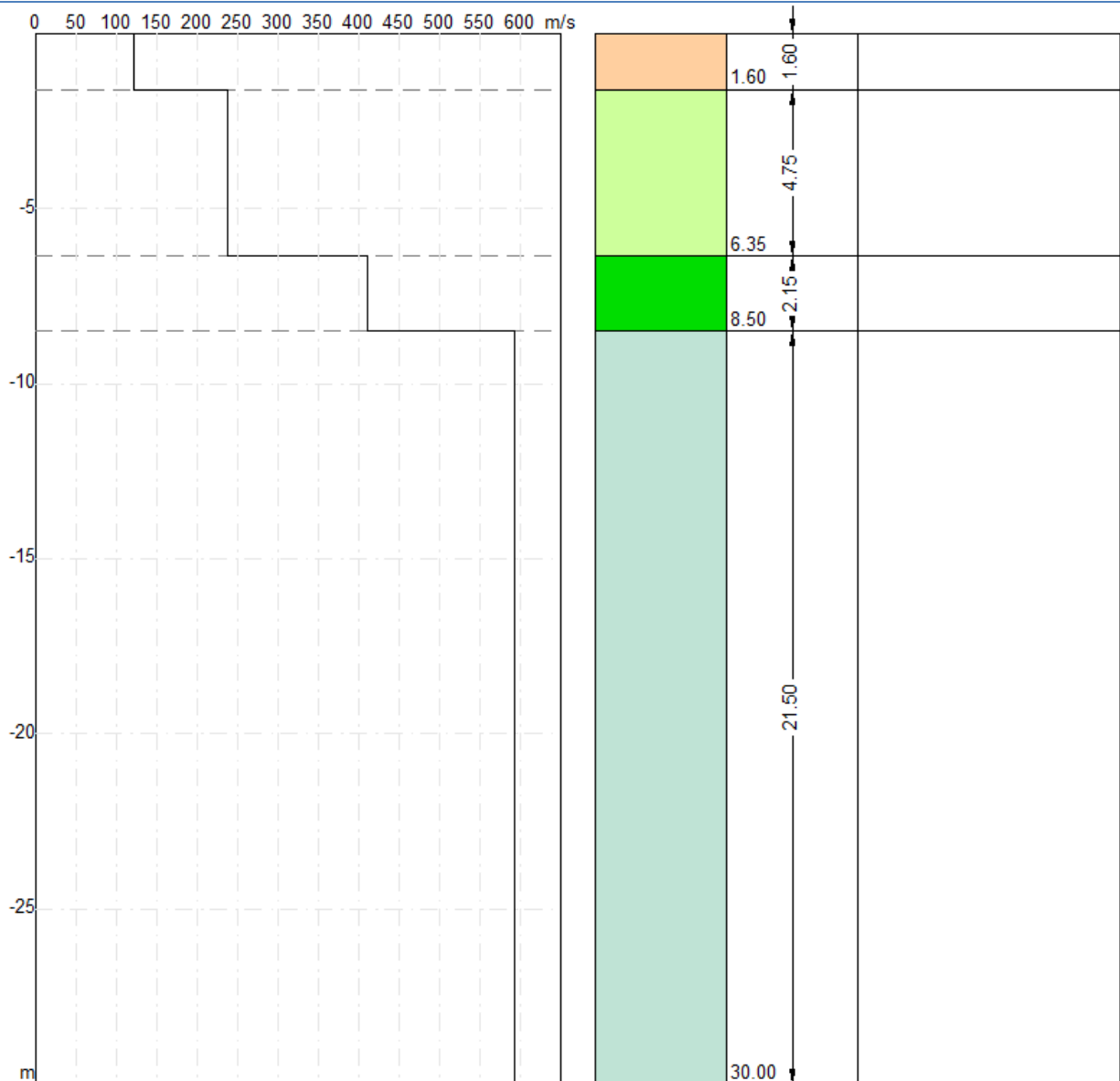
**Modello sismostratigrafico:**

N° di strati: 4

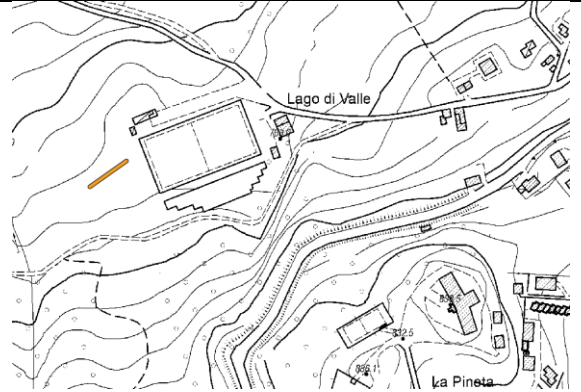
| Strato | Profondità [m] | Spessore [m] | Velocità onde di taglio [m/s] |
|--------|----------------|--------------|-------------------------------|
| 1      | 1.6            | 1.6          | 121.7                         |
| 2      | 6.4            | 4.8          | 238.3                         |
| 3      | 8.5            | 2.2          | 411.3                         |
| 4      | ∞              | ∞            | 593.6                         |

**Valore  $V_{s30}$ : 402.5 m/s**

Sismostratigrafia (Vs)




**INDAGINE MASW**

|   |   |   |                     |  |
|---|---|---|---------------------|--|
| <b>Località</b><br>Campo sportivo di Tizzano        |   | <b>Comune</b><br>Tizzano Val Parma (PR) |                     |  |
| <b>Cantiere</b><br>MS 3° livello                    |   | <b>Data</b><br>23/01/2020               | <b>Ora</b><br>15.15 |  |
| <b>Codice lavoro</b><br>19_002_BALD                 | <b>Committente</b><br>Dott. Geol. Marco Baldi |   |                     |  |
| <b>Codice Prova</b><br>MASW2                        | <b>File</b><br>Tizzano a_STK_SEG2.dat         |   |                     |  |
| <b>Operatore:</b><br>Dott. Geol. Alessandro Ferrari |   |   |                     |  |

**STRUMENTAZIONE**

|   |  |
|---|--|
| <b>Marca:</b> Sara Electronic Instruments | <b>Modello:</b> Sismografo digitale DoReMi   |
| <b>Marca Geofoni:</b> Geo Space           | <b>Orientamento:</b> <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/> V <b>Frequenza (Hz):</b> 4.5 |

**SPECIFICHE INDAGINE**

|   |  |  |
|---|--|--|
|   | <b>Tipo:</b> MASW                            | <b>Onde:</b> <input checked="" type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> SH |
|   | <b>N° canali:</b> 24                         | <b>Lunghezza stendimento (m):</b> 46   |
|   | <b>Offset minimo (m):</b> 5                  | <b>N° shot:</b> 5  |
|   | <b>Durata registrazioni (sec):</b> 1.0       |  |
|   | <b>Frequenza di campionamento (Hz):</b> 5000 |  |
|   | <b>Tipologia energizzazione:</b>             |  |
|   | <input type="checkbox"/> Fucile sismico      | Modello:   |
|   | <input checked="" type="checkbox"/> Mazza    | Kg: 5  |
|   | <input type="checkbox"/> Grave               | Kg:  |
|   | <input type="checkbox"/> Mazza su trave      | Kg:  |
| <b>Stacking:</b><br>usate 5 acquisizioni su 5:<br><input checked="" type="checkbox"/> Tizzano a _0105.drm<br><input checked="" type="checkbox"/> Tizzano a _0205.drm<br><input checked="" type="checkbox"/> Tizzano a _0305.drm<br><input checked="" type="checkbox"/> Tizzano a _0405.drm<br><input checked="" type="checkbox"/> Tizzano a _0505.drm |  |  |

**Geometrie stendimento:**



**TERRENO INDAGATO**

|                            |  |   |                                 |  |
|----------------------------|--|---|---------------------------------|--|
| <b>Superficie:</b>         | <input checked="" type="checkbox"/> vegetale | <input type="checkbox"/> riporto            | <input type="checkbox"/> roccia | <input type="checkbox"/> pavimentazione: |
| <b>Condizioni terreno:</b> | <input type="checkbox"/> asciutto            | <input checked="" type="checkbox"/> bagnato | <input type="checkbox"/> saturo |  |

**OSSERVAZIONI:**

### Tracce

Numero tracce: 24

Durata acquisizione: 1.0 s

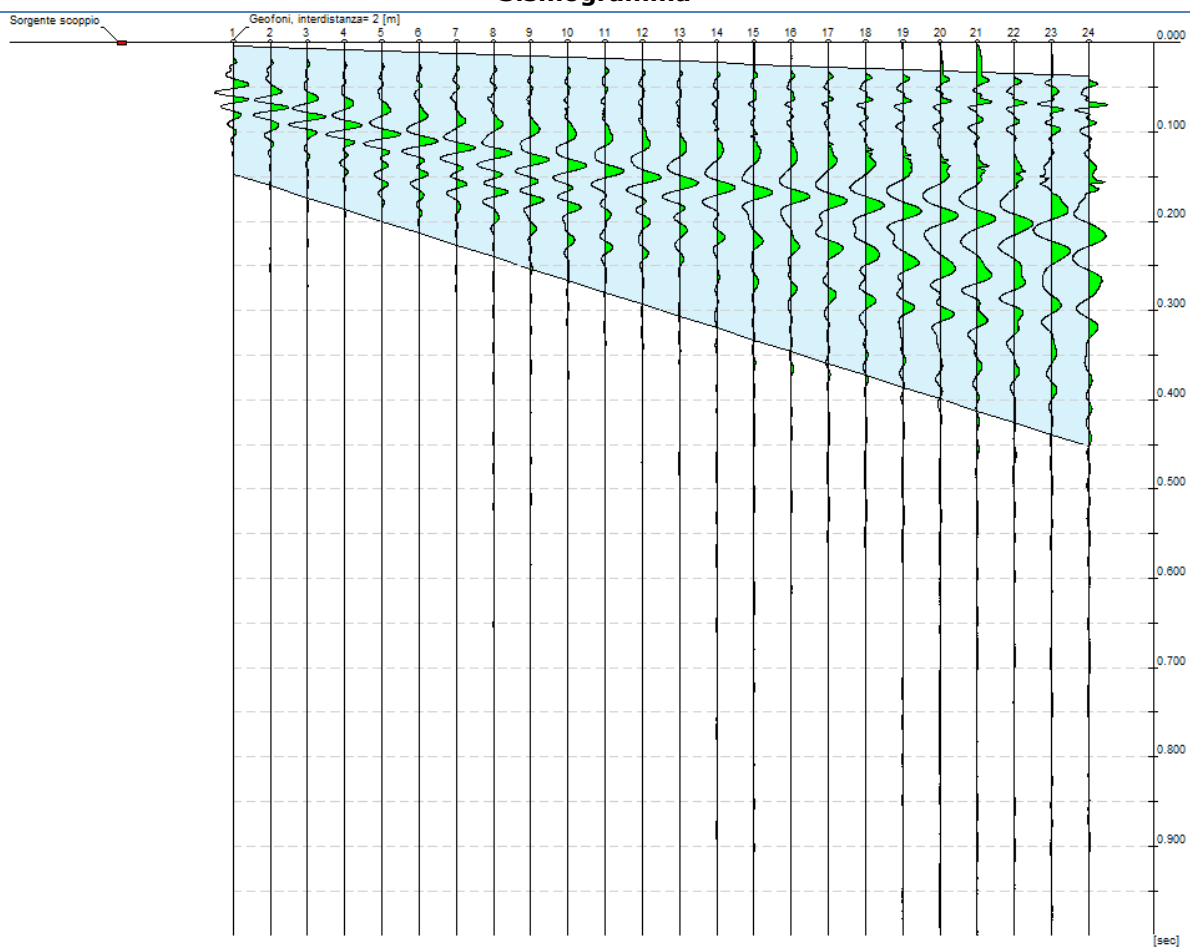
Periodo di campionamento: 0.2 ms

Interdistanza geofoni: 2.0 m

Distanza sorgente - primo geofono: 5 m

Selezione temporale: selezione manuale

### Sismogramma

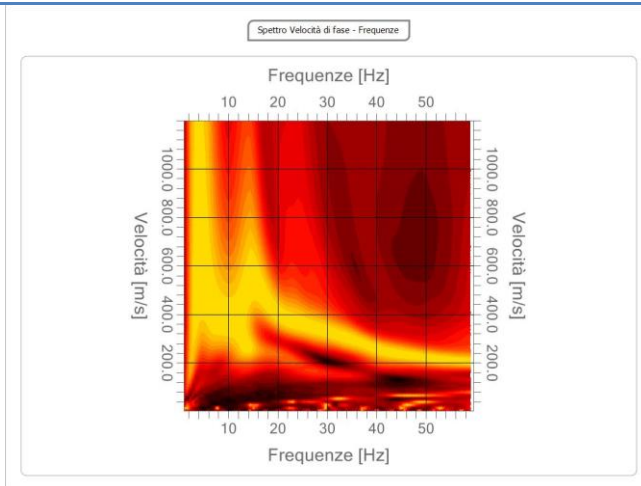




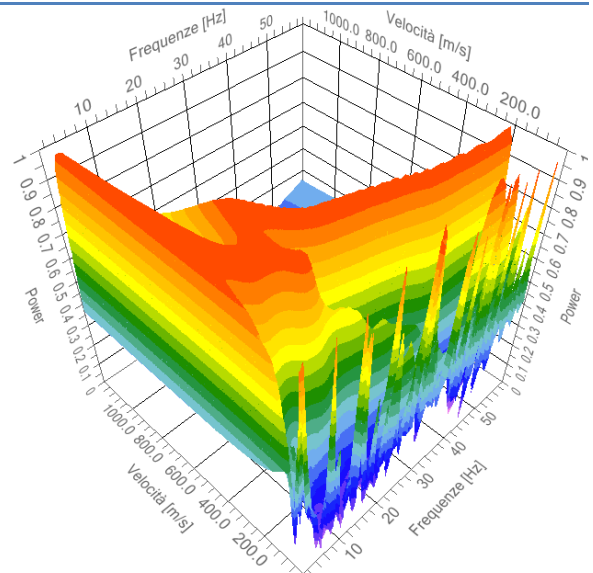
**Analisi spettrale**

Numero tracce utilizzate: 24  
 Frequenza minima di elaborazione: 1 Hz  
 Frequenza massima di elaborazione: 60 Hz  
 Velocità minima di elaborazione: 1 m/s  
 Velocità massima di elaborazione: 1200 m/s

Spettro Velocità di fase - Frequenze



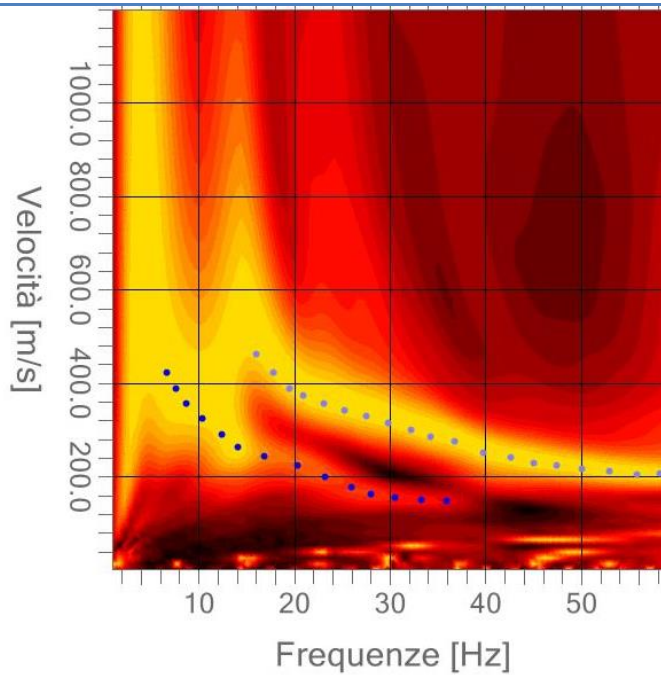
Spettro 3D Velocità di fase - Frequenze



**Curva di dispersione**

N° punti di picking: 33

Picking su spettro F-V



Modi vibrazionali identificati

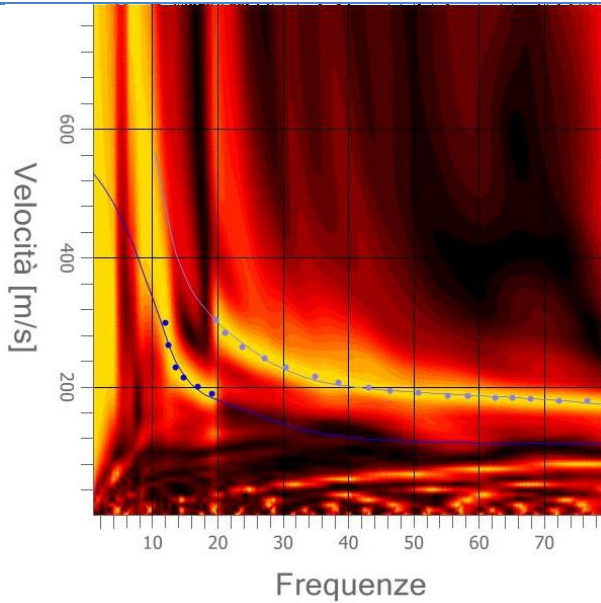
|   |   |  |  |  |
|---|---|--|--|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> Modo fondamentale | <input checked="" type="checkbox"/> 1° modo superiore | <input type="checkbox"/> 2° modo superiore | <input type="checkbox"/> 3° modo superiore | <input type="checkbox"/> 4° modo superiore |
|---|---|--|--|--|

**Inversione:**

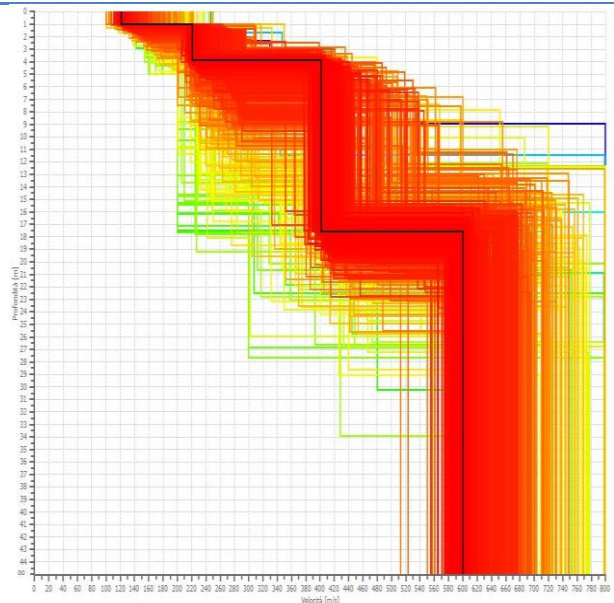
Fattore di disadattamento della soluzione (misfit): 0.046

Percentuale di errore: 0.152%

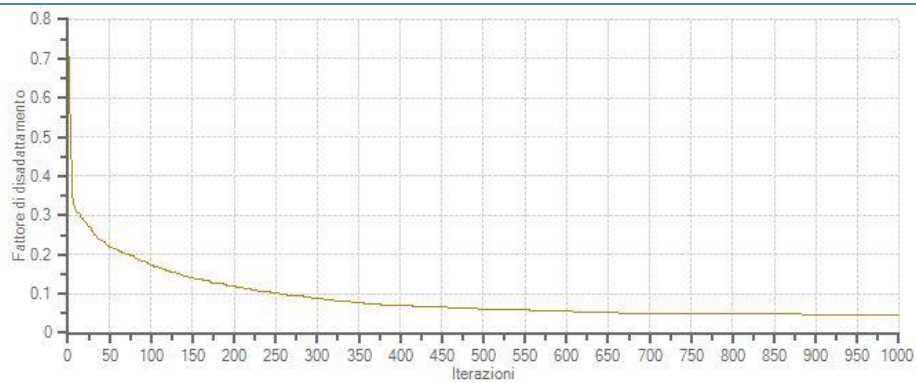
Modello sintetico su picking



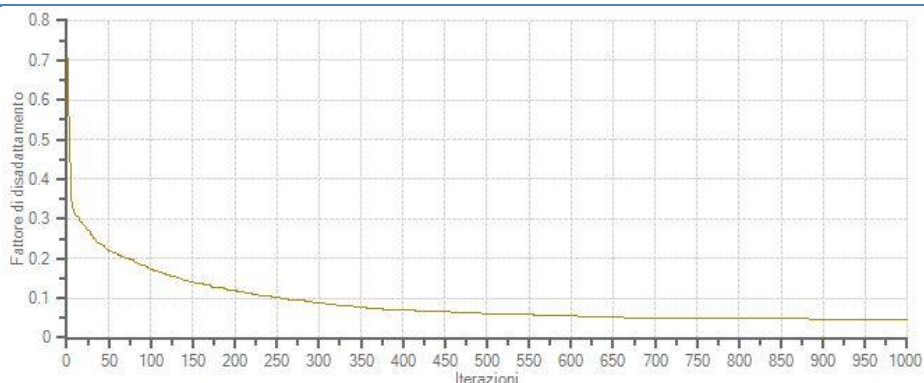
Profili di Vs considerati



Profilo di disadattamento



Profilo di errore percentuale



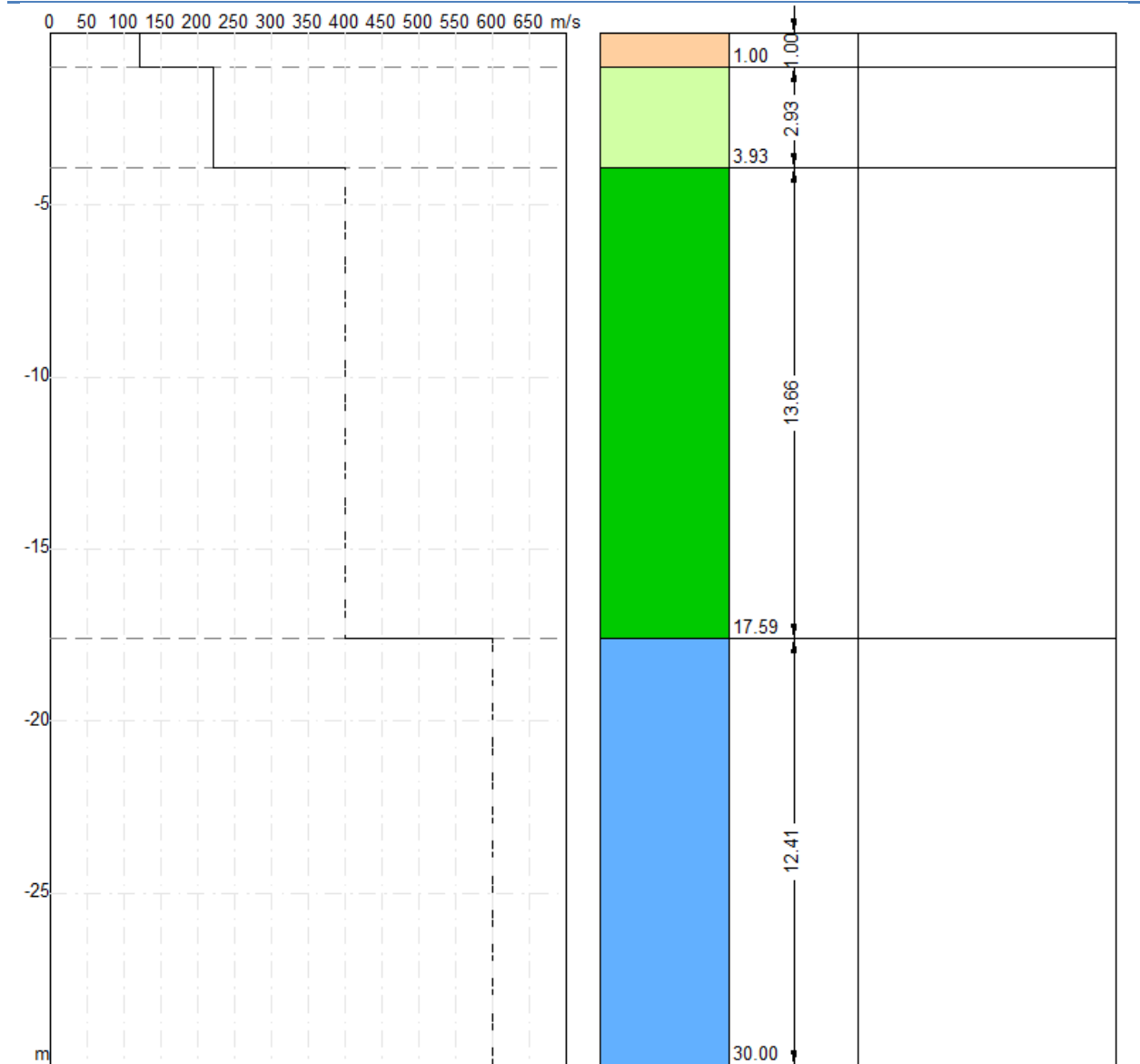
**Modello sismostratigrafico:**

N° di strati: 4

| Strato | Profondità [m] | Spessore [m] | Velocità onde di taglio [m/s] |
|--------|----------------|--------------|-------------------------------|
| 1      | 1.0            | 1.0          | 121.3                         |
| 2      | 3.9            | 2.9          | 221.0                         |
| 3      | 17.6           | 13.7         | 401.4                         |
| 4      | ∞              | ∞            | 600.1                         |

**Valore  $V_{s30}$ : 393.5 m/s**

Sismostratigrafia (Vs)

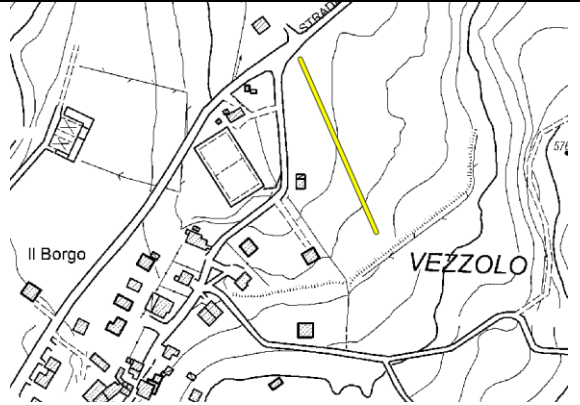


**Località:** Reno di Tizzano, Tizzano Val Parma (PR)

**Cantiere:** Microzonazione sismica di 3° livello

Report Tomografia Elettrica (ERT)

ALESSANDRO  
FERRARI  
Geologia e Geofisica

|   |   |  |                      |
|---|---|--|----------------------|
| <b>Località:</b><br>Reno di Tizzano                 | <b>Comune:</b><br>Tizzano Val Parma<br>(PR)     |  |                      |
| <b>Cantiere:</b><br>MS 3° livello                   | <b>Data:</b><br>23/01/2020                      |  | <b>Ora:</b><br>10.10 |
| <b>Codice lavoro:</b><br>19_02_BALD                 |   |  |                      |
| <b>Codice Prova:</b><br>ERT1                        | <b>File:</b><br>1 - Reno.tsv, 2 - Reno 2 dd.tsv |  |                      |
| <b>Operatore:</b><br>Dott. Geol. Alessandro Ferrari |   |  |                      |

#### STRUMENTAZIONE

**Marca:** MAE

**Modello:** X612EM+ (48)

**Potenza max:** 250 W

**Risoluzione:** 24 bit

#### SPECIFICHE INDAGINE



**Tipo:** Tomografia elettrica 2D

**N° picchetti:** 48

**Lunghezza stendimento:** 117.5 m

**Tensione massima:** 200 V

**Corrente minima:** 150 mA

**Misura di:**

Resistività

Caricabilità

Potenziali spontanei

**Geometria di acquisizione:**

**N° misure:**

Wenner alfa

-

Wenner - Schlumberger

776

Dipolo-Dipolo

840

Polo-Dipolo

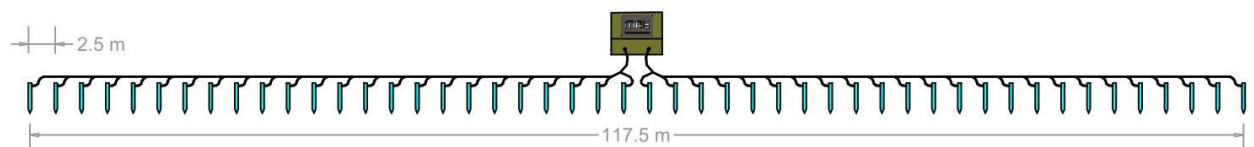
-

Gradient

-

Altro:

**Geometria stendimento:**



#### TERRENO INDAGATO

**Superficie:**

argillosa

ghiaiosa

roccia

pavimentazione:

**Condizioni terreno:**

asciutto

bagnato

saturo

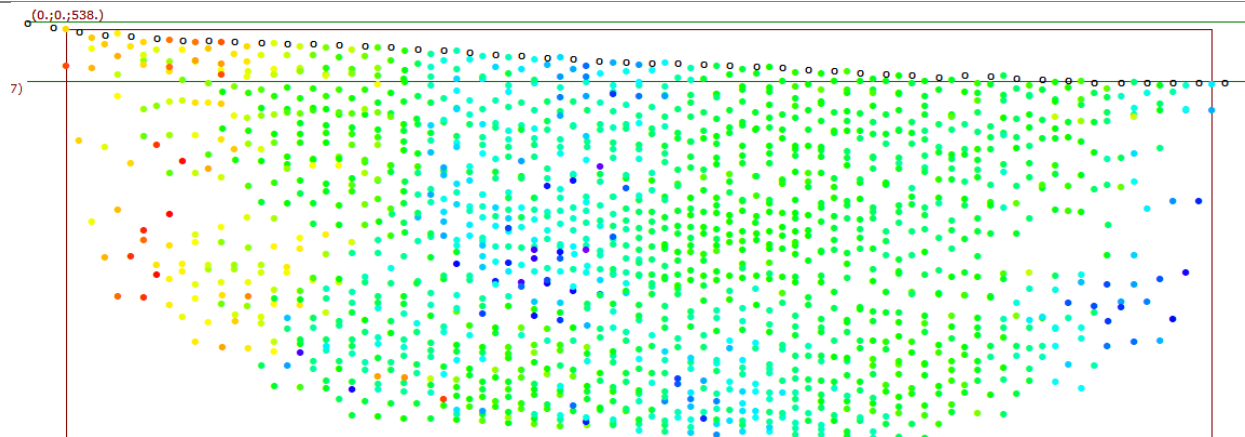
**OSSERVAZIONI:**

### Elaborazione Tomografica

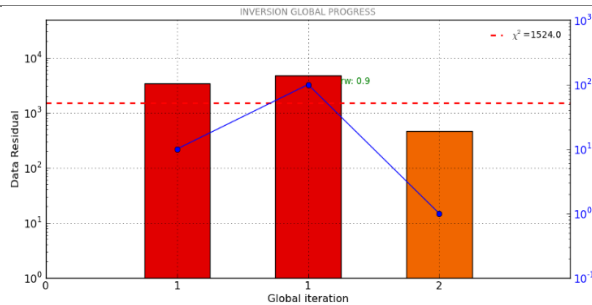
Tipo di elaborazione: tomografica congiunta (Wenner- Schlumberger + Dipolo-Dipolo) eseguita mediante software ERTLab64

N° totale di dati acquisiti: 1616  
N° totale di dati utilizzati: 1524  
N° max Iterazioni: 5  
Errore minimo: < 2%

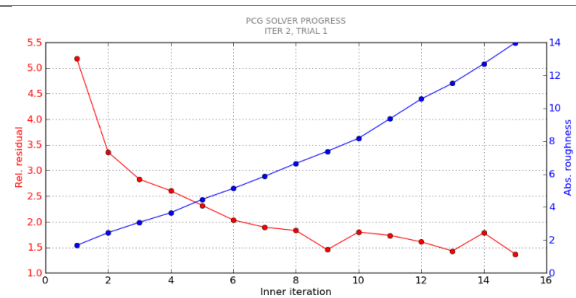
Insieme dei punti acquisiti



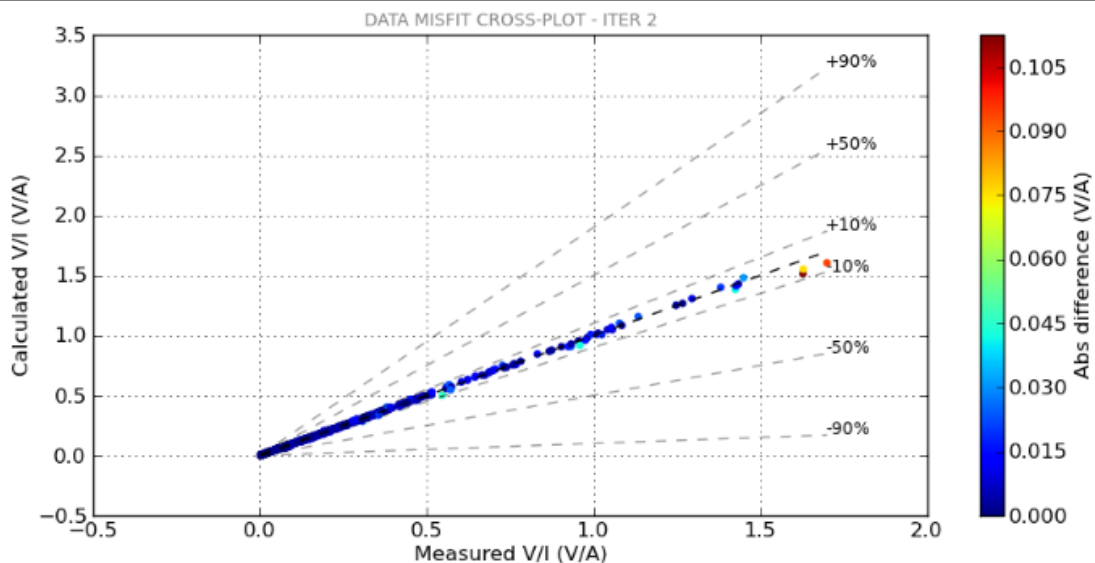
Iterazioni e relativo scarto residuale



Processo iterativo finale

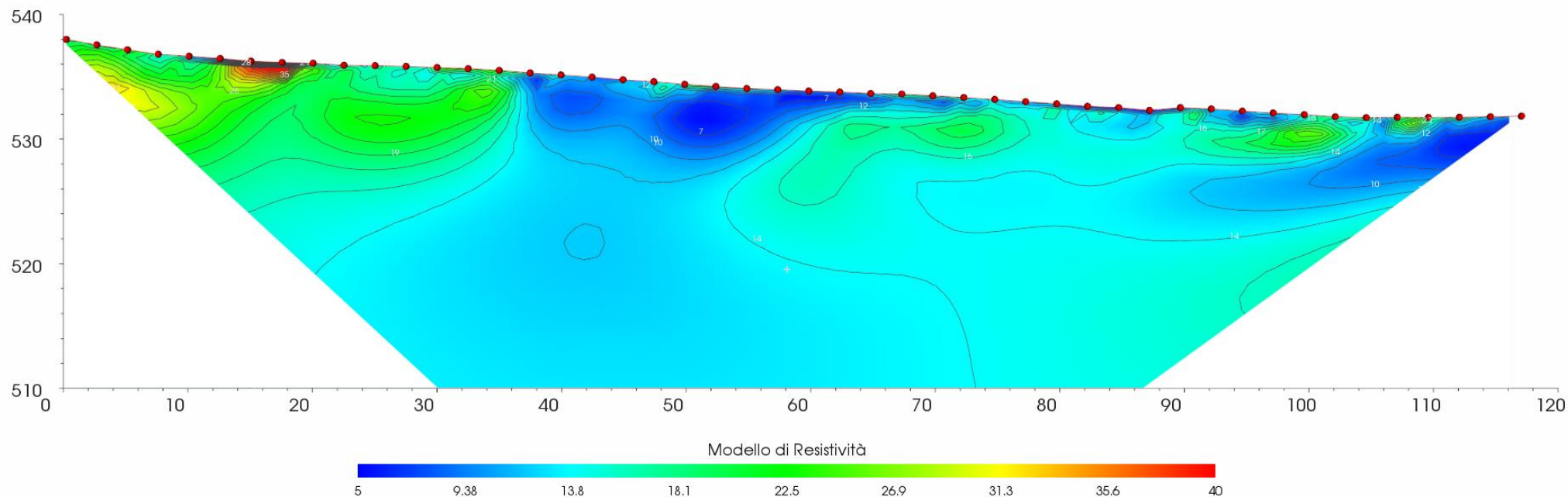


Distribuzione della deviazione standard all'ultima iterazione



**Risultato inversione tomografica**

Tomografia elettrica



**Località:** Reno di Tizzano, Tizzano Val Parma (PR)

**Cantiere:** Microzonazione sismica di 3° livello

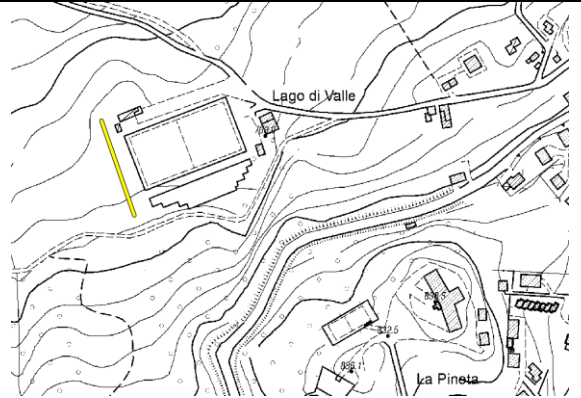


Report Tomografia Elettrica (ERT)

**Località:** Tizzano Val Parma (PR)  
**Cantiere:** Microzonazione sismica di 3° livello

Report Tomografia Elettrica (ERT)

ALESSANDRO  
FERRARI  
Geologia e Geofisica

|   |   |                      |  |
|---|---|----------------------|--|
| <b>Località:</b><br>Campo sportivo                  | <b>Comune:</b><br>Tizzano Val Parma (PR)              |                      |  |
| <b>Cantiere:</b><br>MS 3° livello                   | <b>Data:</b><br>23/01/2020                            | <b>Ora:</b><br>13.20 |  |
| <b>Codice lavoro:</b><br>19_02_BALD                 |   |                      |  |
| <b>Codice Prova:</b><br>ERT2                        | <b>File:</b><br>1 - Tizzano.tsv, 2 - Tizzano 2 dd.tsv |                      |  |
| <b>Operatore:</b><br>Dott. Geol. Alessandro Ferrari |   |                      |  |

#### STRUMENTAZIONE

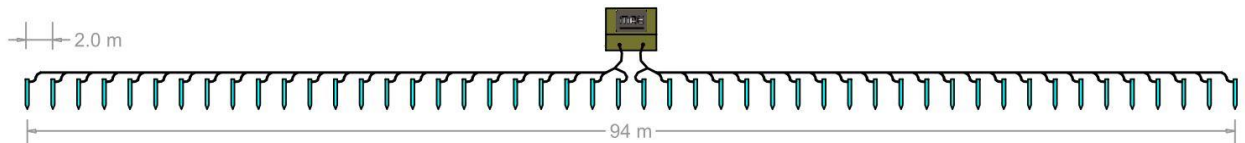
|                           |                              |
|---------------------------|------------------------------|
| <b>Marca:</b> MAE         | <b>Modello:</b> X612EM+ (48) |
| <b>Potenza max:</b> 250 W | <b>Risoluzione:</b> 24 bit   |

#### SPECIFICHE INDAGINE



|   |                                       |   |
|---|---------------------------------------|---|
| <b>Tipo:</b> Tomografia elettrica 2D                      |                                       |   |
| <b>N° picchetti:</b> 48                                   | <b>Lunghezza stendimento:</b> 94 m    |   |
| <b>Tensione massima:</b> 200 V                            | <b>Corrente minima:</b> 150 mA        |   |
| <b>Misura di:</b>   |                                       |   |
| <input checked="" type="checkbox"/> Resistività           | <input type="checkbox"/> Caricabilità | <input type="checkbox"/> Potenziali spontanei |
| <b>Geometria di acquisizione:</b>                         |                                       | <b>N° misure:</b>                             |
| <input type="checkbox"/> Wenner alfa                      |                                       | -   |
| <input checked="" type="checkbox"/> Wenner - Schlumberger |                                       | 776   |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dipolo-Dipolo         |                                       | 840   |
| <input type="checkbox"/> Polo-Dipolo                      |                                       | -   |
| <input type="checkbox"/> Gradient                         |                                       | -   |
| <input type="checkbox"/> Altro:                           |                                       |   |

#### Geometria stendimento:



#### TERRENO INDAGATO

|                            |   |   |                                 |  |
|----------------------------|---|---|---------------------------------|--|
| <b>Superficie:</b>         | <input checked="" type="checkbox"/> argillosa | <input type="checkbox"/> ghiaiosa           | <input type="checkbox"/> roccia | <input type="checkbox"/> pavimentazione: |
| <b>Condizioni terreno:</b> | <input type="checkbox"/> asciutto             | <input checked="" type="checkbox"/> bagnato | <input type="checkbox"/> saturo |  |

#### OSSERVAZIONI:



### Elaborazione Tomografica

Tipo di elaborazione: tomografica congiunta (Wenner- Schlumberger + Dipolo-Dipolo) eseguita mediante software ERTLab64

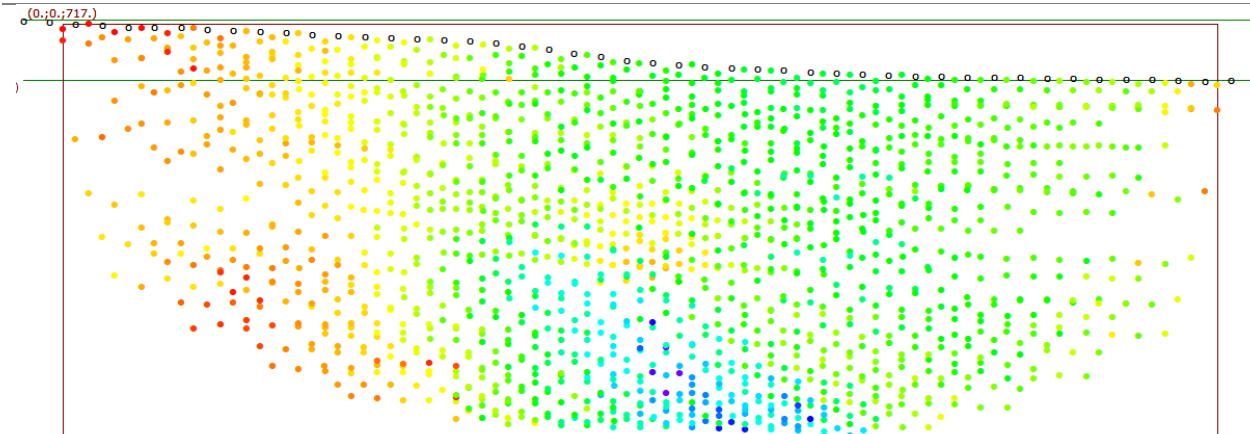
N° totale di dati acquisiti: 1616

N° totale di dati utilizzati: 1571

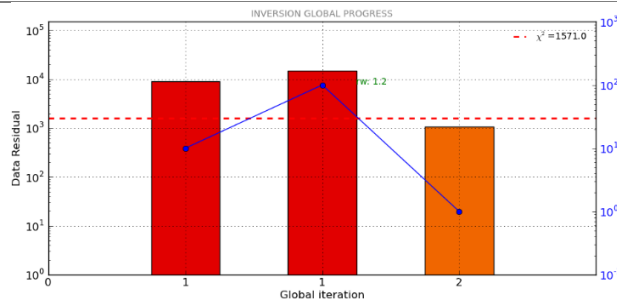
N° max Iterazioni: 5

Errore minimo: < 2%

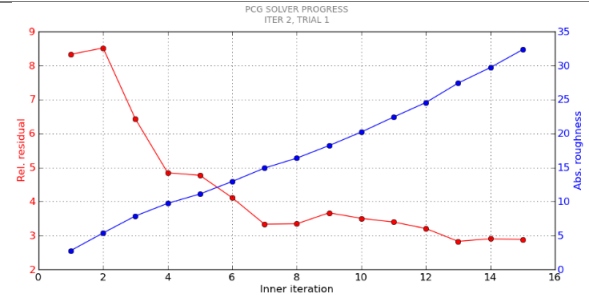
Insieme dei punti acquisiti



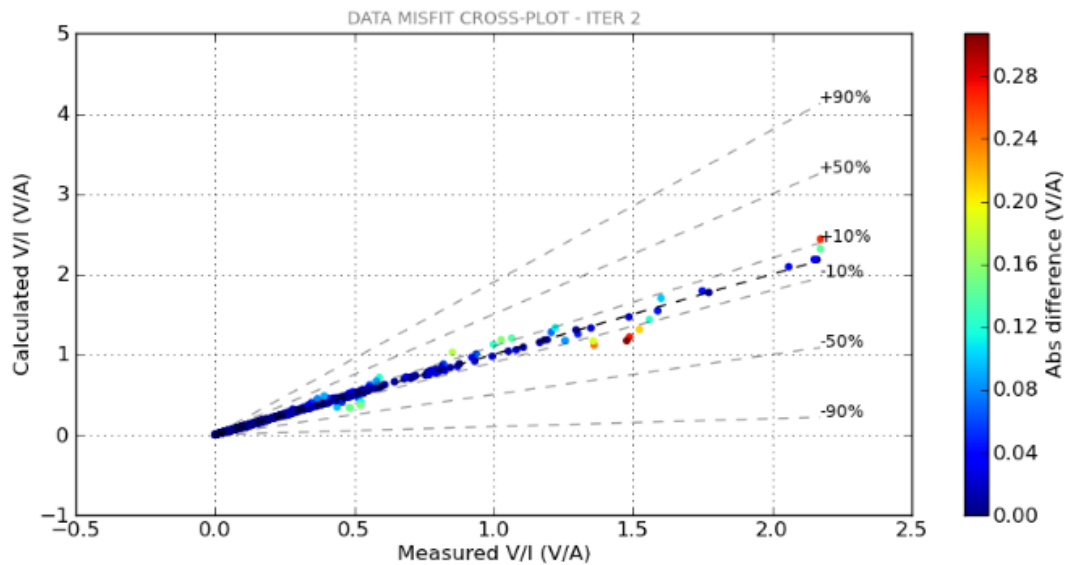
Iterazioni e relativo scarto residuale



Processo iterativo finale

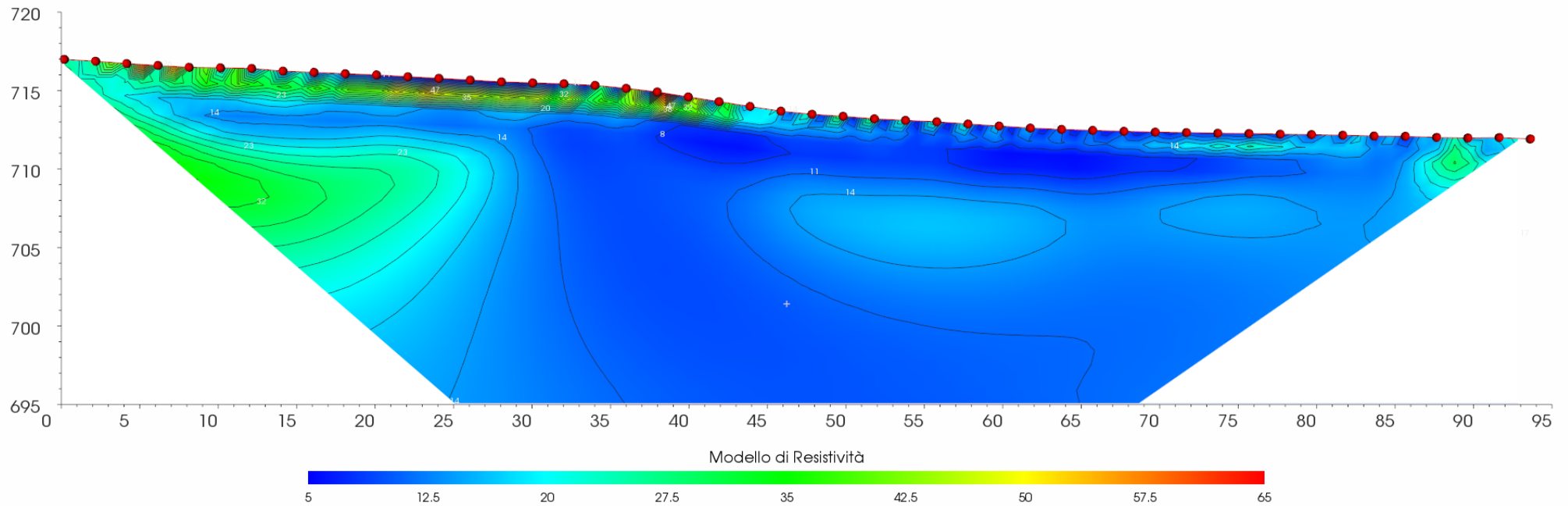


Distribuzione della deviazione standard all'ultima iterazione



**Risultato inversione tomografica**

Tomografia elettrica



|            |   |
|------------|---|
| PROGETTO:  | Microzonazione sismica di terzo livello del Comune di Tizzano |
| LOCALITA': | Tizzano Val Parma   |

### PROVA HVSR

|   |                      |                      |
|---|----------------------|----------------------|
| Comune<br>Tizzano                           | Località<br>Tizzano  |                      |
| Cantiere                                    | Data<br>23/01/2020   | Ora<br>15.44         |
| Codice lavoro<br>CMPE.04.1942               |                      |                      |
| Codice Prova<br>TIZZANO                     | File                 | Durata (min)<br>20   |
| Strumento<br>Echo Tromo HVSR3               | Freq.camp.<br>155 Hz | F. sensore<br>2.0 Hz |
| Operatore<br>Dott. Geol. Alessandro Ferrari |                      |                      |

### CONDIZIONI ATMOSFERICHE

|         |   |   |   |  |
|---------|---|---|---|--|
| Vento   | <input checked="" type="checkbox"/> assente | <input type="checkbox"/> debole (<5m/s) | <input type="checkbox"/> medio (5>v>30 m/s) | <input type="checkbox"/> forte (>30 m/s) |
| Pioggia | <input checked="" type="checkbox"/> assente | <input type="checkbox"/> debole         | <input type="checkbox"/> media              | <input type="checkbox"/> forte           |

### TERRENO DI PROVA

|                            |  |   |  |   |
|----------------------------|--|---|--|---|
| Suolo                      | <input checked="" type="checkbox"/> argilloso-limoso soffice | <input type="checkbox"/> argilloso-limoso duro  | <input checked="" type="checkbox"/> con erba       | <input type="checkbox"/> senza erba                               |
|                            | <input type="checkbox"/> ghiaia                              | <input type="checkbox"/> sabbia                 | <input type="checkbox"/> roccia                    |   |
|                            | <input type="checkbox"/> suolo asciutto                      | <input checked="" type="checkbox"/> suolo umido | <input type="checkbox"/> suolo saturo              |   |
| Pavimentazione artificiale | <input type="checkbox"/> rilevato in ghiaia                  | <input type="checkbox"/> cemento/cls            | <input type="checkbox"/> asfalto                   | <input type="checkbox"/> ceramica                                 |
|                            | <input type="checkbox"/> altro:                              |   |  |   |
| Accoppiamento sensore      | <input checked="" type="checkbox"/> piedini infissi          | <input type="checkbox"/> piedini da pavimento   | <input type="checkbox"/> accoppiamento artificiale | <input type="checkbox"/> sabbia<br><input type="checkbox"/> altro |

### STRUTTURE CIRCOSTANTI

|                     |   |                                 |                                    |                                      |
|---------------------|---|---------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| Abitazioni          | <input checked="" type="checkbox"/> assenti | <input type="checkbox"/> sparse | <input type="checkbox"/> fitte     | <input type="checkbox"/> molto fitte |
| Fabbriche           | <input checked="" type="checkbox"/> assenti | <input type="checkbox"/> sparse | <input type="checkbox"/> fitte     | <input type="checkbox"/> molto fitte |
| Ponti               | <input checked="" type="checkbox"/> assenti |                                 | <input type="checkbox"/> presenti  |                                      |
| Strutt. sotterranee | <input checked="" type="checkbox"/> assenti |                                 | <input type="checkbox"/> presenti: |                                      |
| Piante              | <input checked="" type="checkbox"/> assenti | <input type="checkbox"/> sparse | <input type="checkbox"/> fitte     | <input type="checkbox"/> molto fitte |

### SORGENTI RUMORE

| Disturbo discontinuo |   | assente | raro                               | moderato | forte | molto forte | Distanza (m) |
|----------------------|---|---------|------------------------------------|----------|-------|-------------|--------------|
|                      | auto  |         | ✓                                  |          |       |             |              |
| camion               |   | ✓       |                                    |          |       |             |              |
| passanti             |   | ✓       |                                    |          |       |             |              |
| altro<br>.....       |   | ✓       |                                    |          |       |             |              |
| Disturbo cont.       | <input checked="" type="checkbox"/> assente |         | <input type="checkbox"/> presente: |          |       |             |              |

### OSSERVAZIONI:

|                      |              |      |        |
|----------------------|--------------|------|--------|
| Elaborato            | Data         | Agg. | Pag.   |
| Report indagine HVSR | Gennaio 2020 | 0    | 1 di 5 |

|            |   |
|------------|---|
| PROGETTO:  | Microzonazione sismica di terzo livello del Comune di Tizzano |
| LOCALITA': | Tizzano Val Parma   |

## Tracce in input

### Dati riepilogativi:

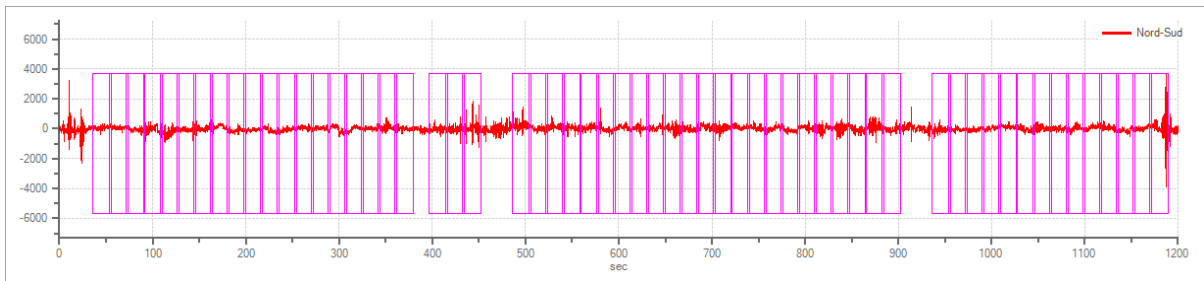
Numero tracce: 3  
 Durata registrazione: 1200 s  
 Frequenza di campionamento: 155.00Hz  
 Numero campioni: 186000  
 Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

## Finestre selezionate

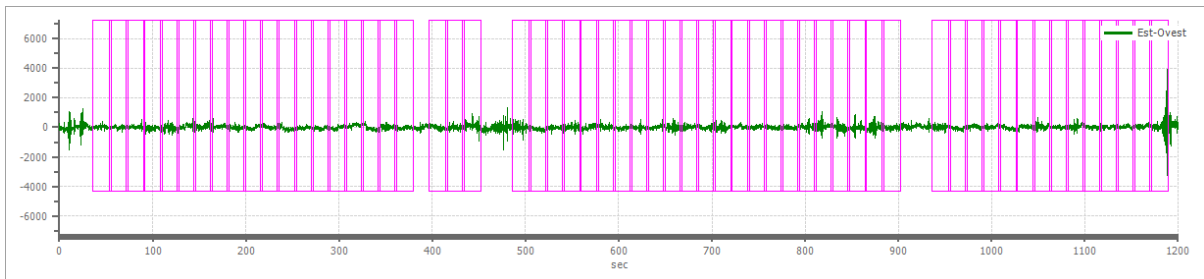
### Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 59  
 Numero finestre incluse nel calcolo: 49  
 Dimensione temporale finestre: 20.00 s  
 Tipo di lisciamento: Triangolare proporzionale  
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %  
 Percentuale di lisciamento: 40.00

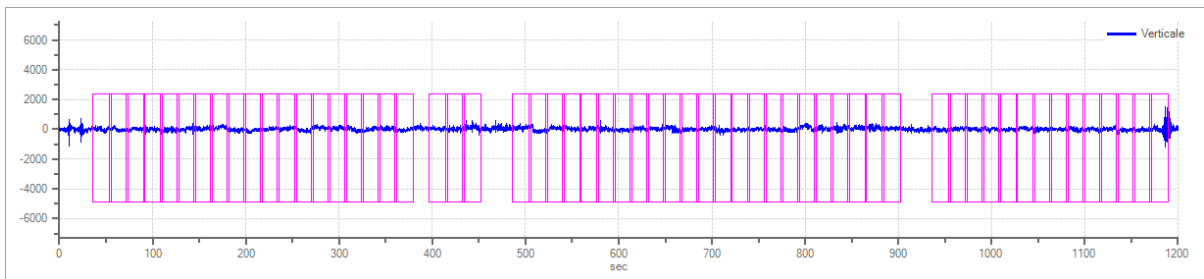
### Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

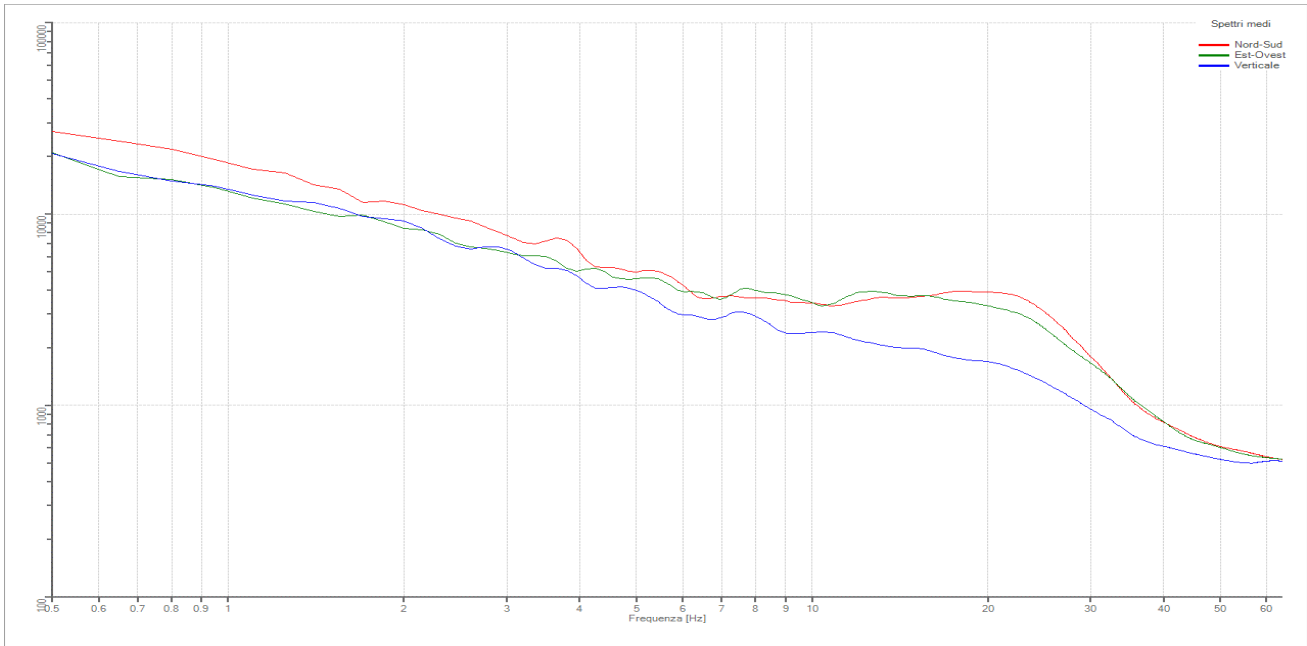


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

|  |                      |              |      |        |
|--|----------------------|--------------|------|--------|
|  | Elaborato            | Data         | Agg. | Pag.   |
|  | Report indagine HVSR | Gennaio 2020 | 0    | 2 di 5 |

|            |   |
|------------|---|
| PROGETTO:  | Microzonazione sismica di terzo livello del Comune di Tizzano |
| LOCALITA': | Tizzano Val Parma   |

### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



### Rapporto spettrale H/V

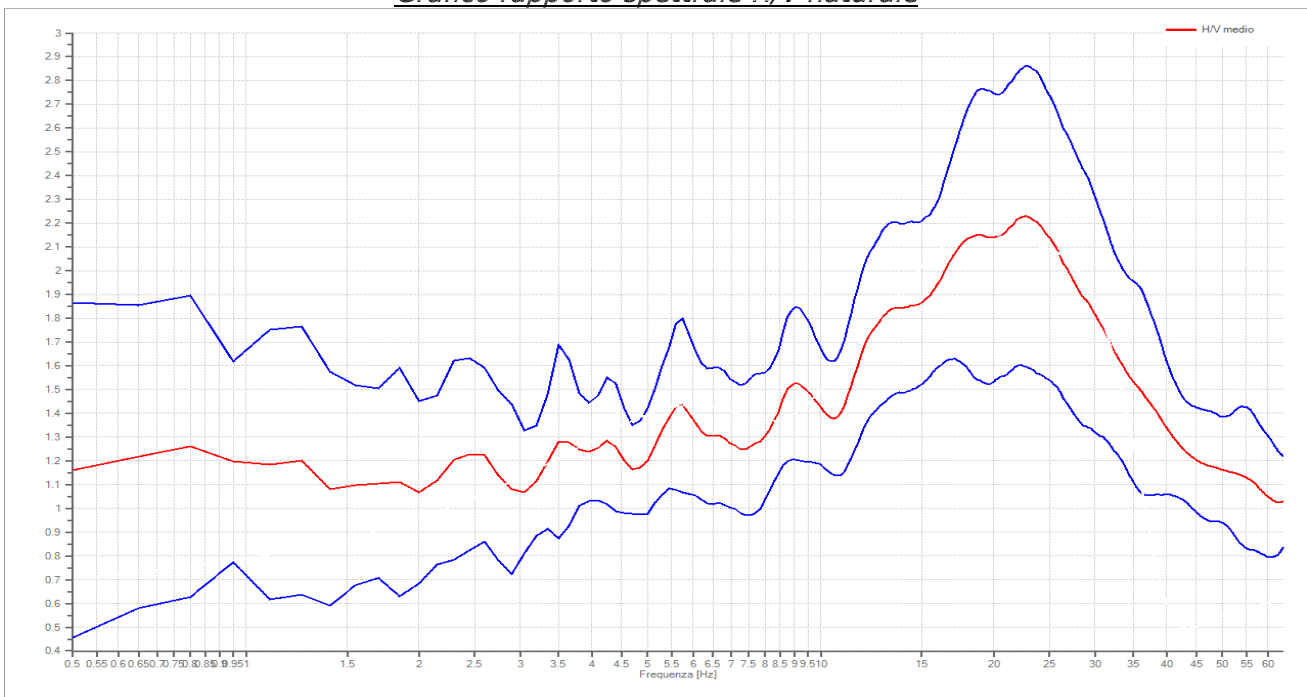
Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 64.00 Hz  
 Frequenza minima: 0.50 Hz  
 Passo frequenze: 0.15 Hz  
 Tipo lisciamento: Traingolare proporzionale  
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %  
 Tipo di somma direzionale: Media quadratica

Risultati:

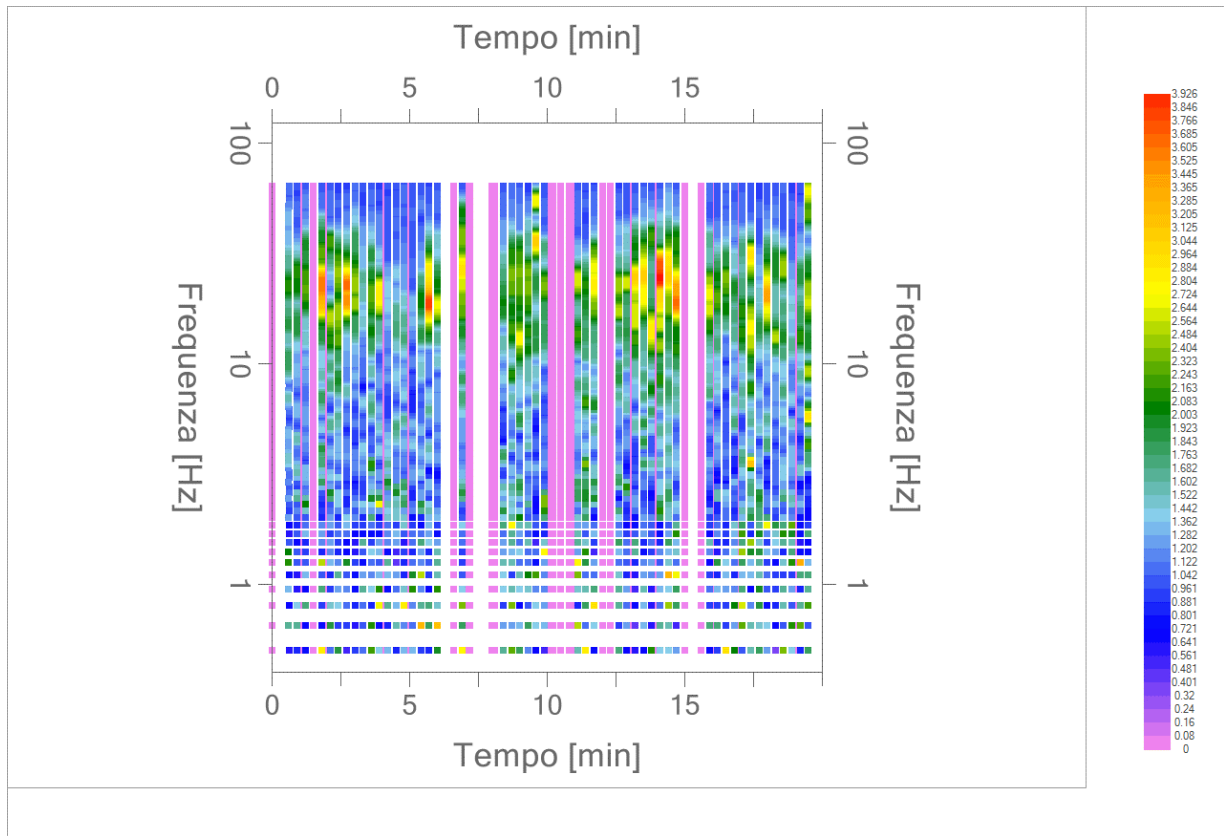
Frequenza del picco del rapporto H/V: 22.85 Hz ± 0.28 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V naturale

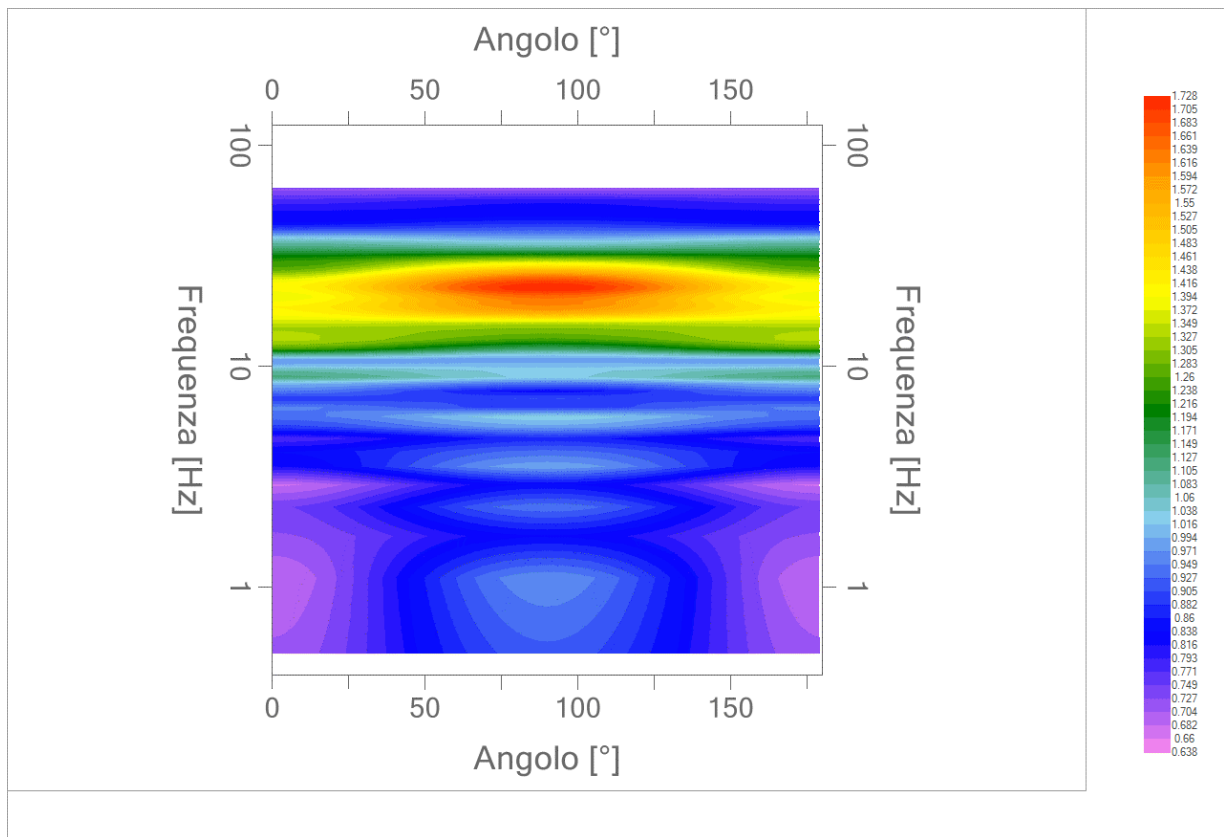


|  |                      |              |      |        |
|--|----------------------|--------------|------|--------|
|  | Elaborato            | Data         | Agg. | Pag.   |
|  | Report indagine HVSR | Gennaio 2020 | 0    | 3 di 5 |

|            |   |
|------------|---|
| PROGETTO:  | Microzonazione sismica di terzo livello del Comune di Tizzano |
| LOCALITA': | Tizzano Val Parma   |



*Mappa della stazionarietà degli spettri*



*DIREZIONALITA' H/V*

|                      |              |      |        |
|----------------------|--------------|------|--------|
| Elaborato            | Data         | Agg. | Pag.   |
| Report indagine HVSR | Gennaio 2020 | 0    | 4 di 5 |

|            |   |
|------------|---|
| PROGETTO:  | Microzonazione sismica di terzo livello del Comune di Tizzano |
| LOCALITA': | Tizzano Val Parma   |

### Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005

Picco H/V a  $22.85 \pm 0.28$  Hz (nell'intervallo 0.50– 64.0 Hz).

#### Criteri per una curva H/V affidabile

[ Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti ]

|  |    |
|--|----|
| $f_0 > 10 / L_w$   | OK |
| $n_c(f_0) > 200$   | OK |
| $\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$<br>$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$ | OK |

#### Criteri per un picco H/V chiaro

[ Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti ]

|   |    |
|---|----|
| Esiste $f^-$ in $[ f_0/4, f_0 ]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$     | OK |
| Esiste $f^+$ in $[ f_0, 4f_0 ]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$      | OK |
| $A_0 > 2$   | NO |
| $f_{\text{picco}} [ A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f) ] = f_0 \pm 5\%$ | OK |
| $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$                                   | OK |
| $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$                                   | OK |

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

#### Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$

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

|                      |              |      |        |
|----------------------|--------------|------|--------|
| Elaborato            | Data         | Agg. | Pag.   |
| Report indagine HVSR | Gennaio 2020 | 0    | 5 di 5 |

|            |   |
|------------|---|
| PROGETTO:  | Microzonazione sismica di terzo livello del Comune di Tizzano |
| LOCALITA': | Tizzano Val Parma   |

### PROVA HVSR

|   |                      |                      |
|---|----------------------|----------------------|
| Comune<br>Tizzano                           | Località<br>Reno     |                      |
| Cantiere                                    | Data<br>23/01/2020   | Ora<br>9.16          |
| Codice lavoro                               |                      |                      |
| Codice Prova<br>RENO                        | File                 | Durata (min)<br>20   |
| Strumento<br>Echo Tromo HVSR3               | Freq.camp.<br>155 Hz | F. sensore<br>2.0 Hz |
| Operatore<br>Dott. Geol. Alessandro Ferrari |                      |                      |

### CONDIZIONI ATMOSFERICHE

|         |   |   |   |  |
|---------|---|---|---|--|
| Vento   | <input checked="" type="checkbox"/> assente | <input type="checkbox"/> debole (<5m/s) | <input type="checkbox"/> medio (5>v>30 m/s) | <input type="checkbox"/> forte (>30 m/s) |
| Pioggia | <input checked="" type="checkbox"/> assente | <input type="checkbox"/> debole         | <input type="checkbox"/> media              | <input type="checkbox"/> forte           |

### TERRENO DI PROVA

|                            |  |   |  |   |
|----------------------------|--|---|--|---|
| Suolo                      | <input checked="" type="checkbox"/> argilloso-limoso soffice | <input type="checkbox"/> argilloso-limoso duro  | <input checked="" type="checkbox"/> con erba       | <input type="checkbox"/> senza erba                               |
|                            | <input type="checkbox"/> ghiaia                              | <input type="checkbox"/> sabbia                 | <input type="checkbox"/> roccia                    |   |
|                            | <input type="checkbox"/> suolo asciutto                      | <input checked="" type="checkbox"/> suolo umido | <input type="checkbox"/> suolo saturo              |   |
| Pavimentazione artificiale | <input type="checkbox"/> rilevato in ghiaia                  | <input type="checkbox"/> cemento/cls            | <input type="checkbox"/> asfalto                   | <input type="checkbox"/> ceramica                                 |
|                            | <input type="checkbox"/> altro:                              |   |  |   |
| Accoppiamento sensore      | <input checked="" type="checkbox"/> piedini infissi          | <input type="checkbox"/> piedini da pavimento   | <input type="checkbox"/> accoppiamento artificiale | <input type="checkbox"/> sabbia<br><input type="checkbox"/> altro |

### STRUTTURE CIRCOSTANTI

|                     |   |                                 |                                    |                                      |
|---------------------|---|---------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| Abitazioni          | <input checked="" type="checkbox"/> assenti | <input type="checkbox"/> sparse | <input type="checkbox"/> fitte     | <input type="checkbox"/> molto fitte |
| Fabbriche           | <input checked="" type="checkbox"/> assenti | <input type="checkbox"/> sparse | <input type="checkbox"/> fitte     | <input type="checkbox"/> molto fitte |
| Ponti               | <input checked="" type="checkbox"/> assenti |                                 | <input type="checkbox"/> presenti  |                                      |
| Strutt. sotterranee | <input checked="" type="checkbox"/> assenti |                                 | <input type="checkbox"/> presenti: |                                      |
| Piante              | <input checked="" type="checkbox"/> assenti | <input type="checkbox"/> sparse | <input type="checkbox"/> fitte     | <input type="checkbox"/> molto fitte |

### SORGENTI RUMORE

| Disturbo discontinuo |   | assente | raro                               | moderato | forte | molto forte | Distanza (m) |
|----------------------|---|---------|------------------------------------|----------|-------|-------------|--------------|
|                      | auto  |         | ✓                                  |          |       |             |              |
| camion               |   | ✓       |                                    |          |       |             |              |
| passanti             |   | ✓       |                                    |          |       |             |              |
| altro<br>.....       |   | ✓       |                                    |          |       |             |              |
| Disturbo cont.       | <input checked="" type="checkbox"/> assente |         | <input type="checkbox"/> presente: |          |       |             |              |

### OSSERVAZIONI:

|                      |              |      |        |
|----------------------|--------------|------|--------|
| Elaborato            | Data         | Agg. | Pag.   |
| Report indagine HVSR | Gennaio 2020 | 0    | 1 di 5 |



|            |   |
|------------|---|
| PROGETTO:  | Microzonazione sismica di terzo livello del Comune di Tizzano |
| LOCALITA': | Tizzano Val Parma   |

## Tracce in input

### Dati riepilogativi:

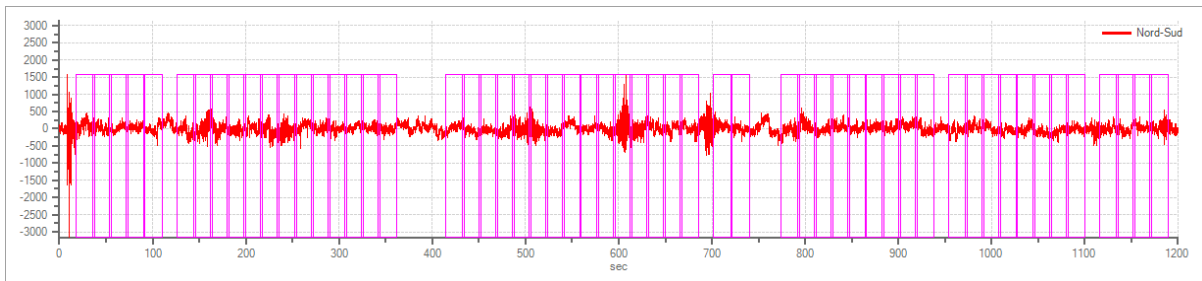
Numero tracce: 3  
 Durata registrazione: 1200 s  
 Frequenza di campionamento: 155.00Hz  
 Numero campioni: 186000  
 Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

## Finestre selezionate

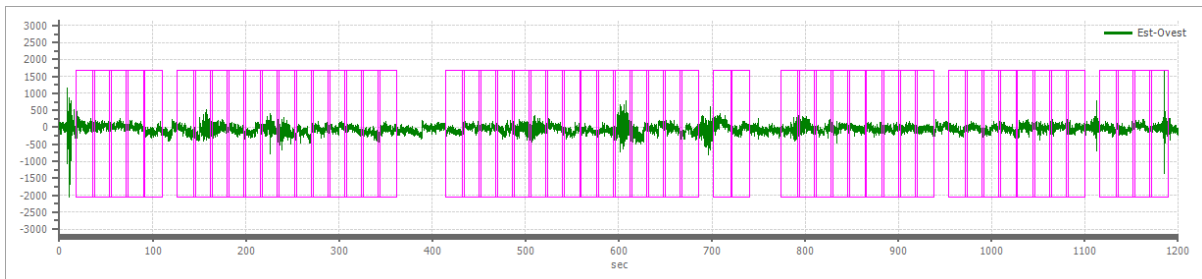
### Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 56  
 Numero finestre incluse nel calcolo: 43  
 Dimensione temporale finestre: 20.00 s  
 Tipo di lisciamento: Triangolare proporzionale  
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %  
 Percentuale di lisciamento: 40.00

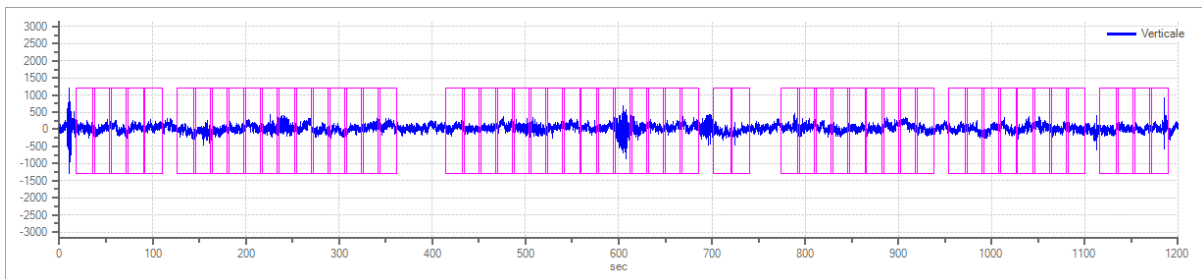
### Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

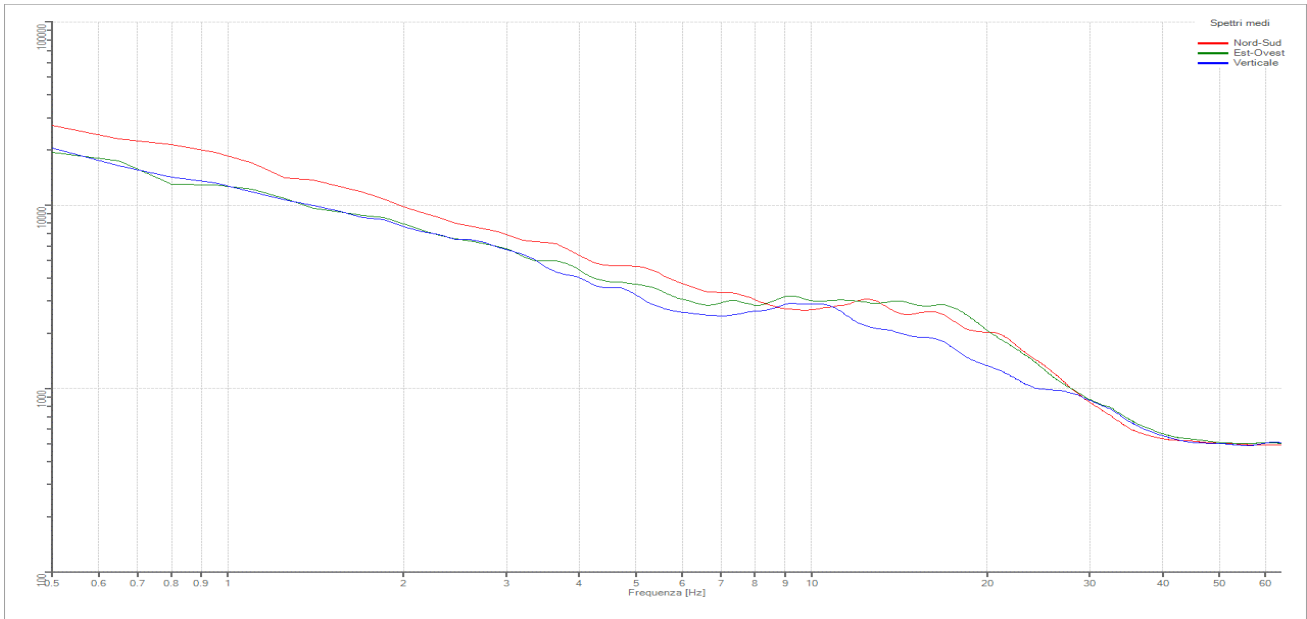


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

|  |                      |              |      |        |
|--|----------------------|--------------|------|--------|
|  | Elaborato            | Data         | Agg. | Pag.   |
|  | Report indagine HVSR | Gennaio 2020 | 0    | 2 di 5 |

|            |   |
|------------|---|
| PROGETTO:  | Microzonazione sismica di terzo livello del Comune di Tizzano |
| LOCALITA': | Tizzano Val Parma   |

### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



### Rapporto spettrale H/V

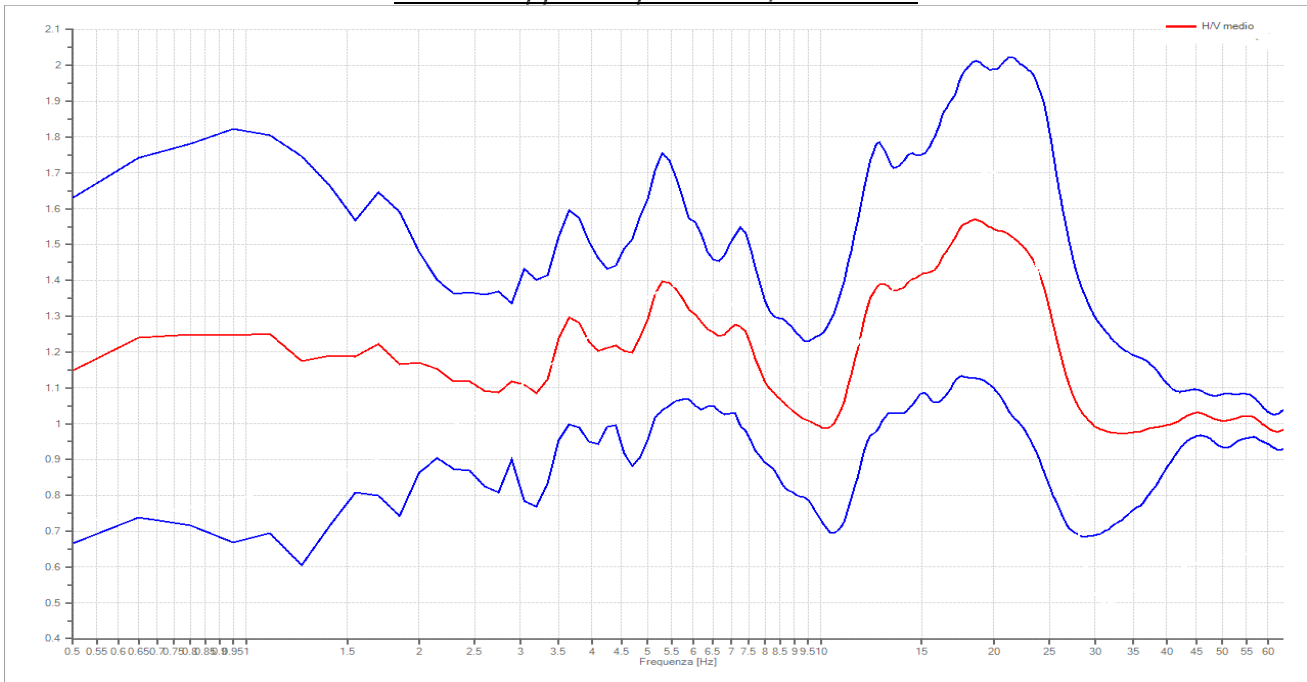
Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 64.00 Hz  
 Frequenza minima: 0.50 Hz  
 Passo frequenze: 0.15 Hz  
 Tipo lisciamento: Traingolare proporzionale  
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %  
 Tipo di somma direzionale: Media quadratica

Risultati:

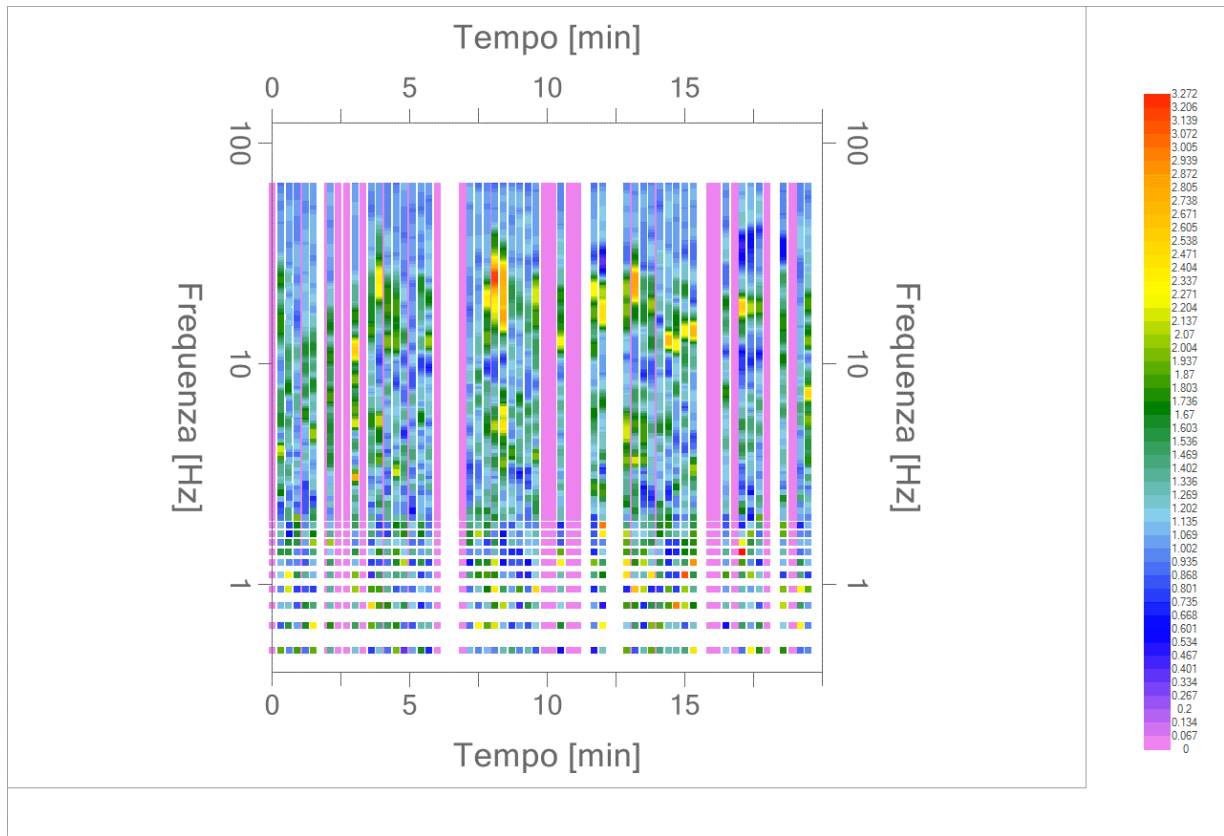
Frequenza del picco del rapporto H/V: 18.65 Hz ± 0.28 Hz

*Grafico rapporto spettrale H/V naturale*

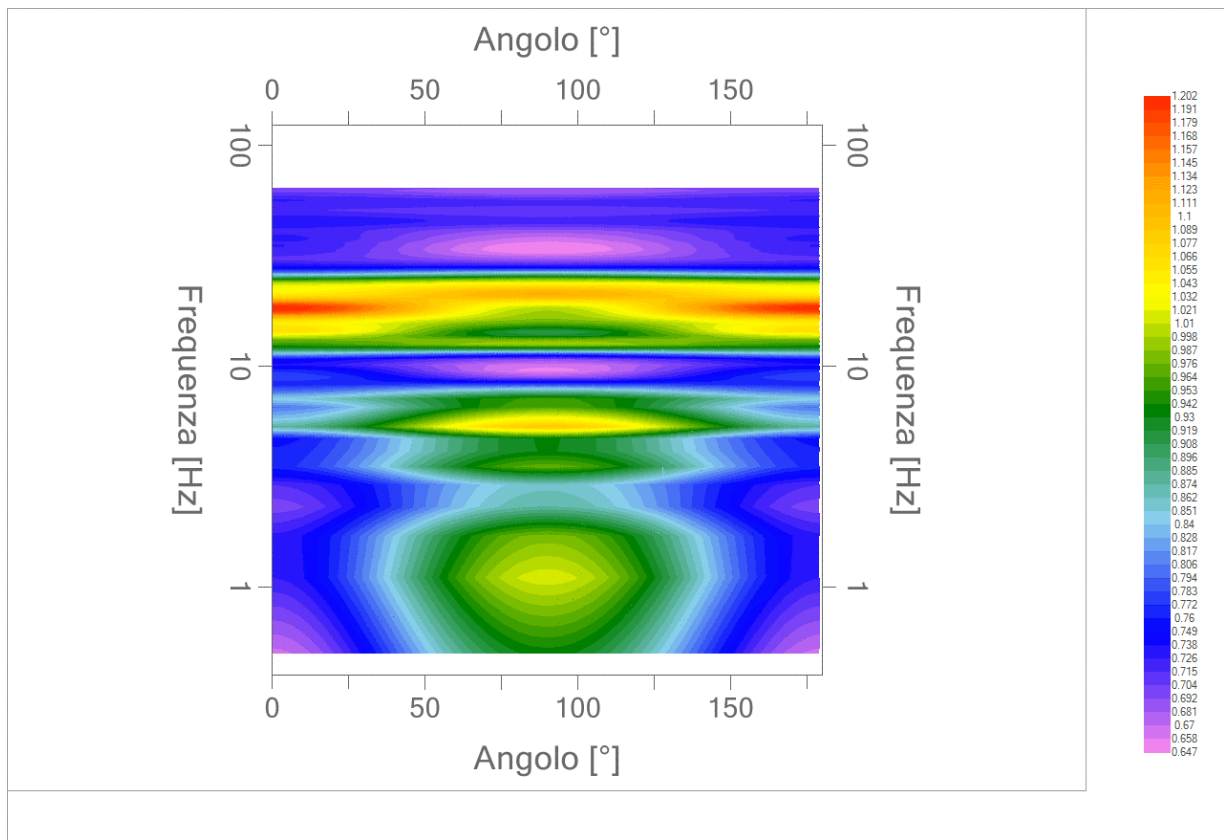


|                      |              |      |        |
|----------------------|--------------|------|--------|
| Elaborato            | Data         | Agg. | Pag.   |
| Report indagine HVSR | Gennaio 2020 | 0    | 3 di 5 |

|            |   |
|------------|---|
| PROGETTO:  | Microzonazione sismica di terzo livello del Comune di Tizzano |
| LOCALITA': | Tizzano Val Parma   |



*Mappa della stazionarietà degli spettri*



*DIREZIONALITA' H/V*

|                      |              |      |        |
|----------------------|--------------|------|--------|
| Elaborato            | Data         | Agg. | Pag.   |
| Report indagine HVSR | Gennaio 2020 | 0    | 4 di 5 |

|            |   |
|------------|---|
| PROGETTO:  | Microzonazione sismica di terzo livello del Comune di Tizzano |
| LOCALITA': | Tizzano Val Parma   |

### Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005

Picco H/V a  $18.65 \pm 0.28$  Hz (nell'intervallo 0.50– 64.0 Hz).

#### Criteri per una curva H/V affidabile

[ Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti ]

|  |    |
|--|----|
| $f_0 > 10 / L_w$   | OK |
| $n_c(f_0) > 200$   | OK |
| $\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$<br>$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$ | OK |

#### Criteri per un picco H/V chiaro

[ Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti ]

|   |    |
|---|----|
| Esiste $f^-$ in $[ f_0/4, f_0 ]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$     | NO |
| Esiste $f^+$ in $[ f_0, 4f_0 ]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$      | NO |
| $A_0 > 2$   | NO |
| $f_{\text{picco}} [ A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f) ] = f_0 \pm 5\%$ | OK |
| $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$                                   | OK |
| $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$                                   | OK |

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

#### Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$

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

\* I risultati relativi alle verifiche eseguite ai sensi linee guida SESAME, evidenziano che il segnale presenta un picco H/V "non chiaro". Tale segnale tuttavia è comunque interpretabile, poiché, sempre ai sensi delle linee guida SESAME, corrisponde a variazioni stratigrafiche evidenziate dalle prove penetrometriche.

|                      |              |      |        |
|----------------------|--------------|------|--------|
| Elaborato            | Data         | Agg. | Pag.   |
| Report indagine HVSR | Gennaio 2020 | 0    | 5 di 5 |