



PROVINCIA DI FERMO
SETTORE VIABILITA' - INFRASTRUTTURE - URBANISTICA

COMUNE DI MONTEFALCONE APPENNINO

**LAVORI DI AMMODERNAMENTO ED AMPLIAMENTO
DELLA S.P. 238 VALDASO (EX S.S. 433) - SECONDO
STRALCIO DAL BIVIO CON LA S.P. 183 FAVETO AL
BIVIO CON LA STRADA VICINALE CANUTICA**

PROGETTO ESECUTIVO

Ufficio Tecnico Servizio Viabilità
PROGETTISTI:

ing. Giuseppe Laureti

ing. Stefano Massetani

Consulenze Esterne

Assistenza alla progettazione

ing. Donato Pescatore

Assistenza alla progettazione strutturale

ing. Omero Bassotti

Coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione

ing. Maurizio Ciarrocchi

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO: ing. Ivano Pignoloni

RELAZIONE DI INDAGINE GEOFISICA

D2

maggio 2011

Normative di riferimento

- Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 (D.M. 14 Gennaio 2008)

- Circolare 617 del 02/02/2009

Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

Premessa

La presente relazione integra le relazioni geologica e geotecnica a corredo del progetto definitivo redatte ai sensi del DM 16/01/96 (NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI IN ZONE SISMICHE) e 11/3/88 (NORME TECNICHE RIGUARDANTI LE INDAGINI SUI TERRENI E SULLE ROCCE, LA STABILITÀ DEI PENDII NATURALI E DELLE SCARPATE, I CRITERI GENERALI E LE PRESCRIZIONI PER LA PROGETTAZIONE, L'ESECUZIONE ED IL COLLAUDO DELLE OPERE DI SOSTEGNO DELLE TERRE E DELLE OPERE DI FONDAZIONE).

L'indagine geofisica si è resa necessaria ai fini della determinazione dell'azione sismica ai sensi del cap. 3 delle NTC08. In particolare, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si è reso necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi, come indicato nel § 7.11.3. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II e 3.2.III).

Ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente $V_{s,30}$ di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità. Per le fondazioni superficiali, tale profondità è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Si è resa necessaria, pertanto, l'acquisizione sismica, attraverso n. 3 basi a rifrazione e Masw, eseguita nelle aree caratteristiche del tracciato stradale e precisamente:

- linea 1 effettuata nella zona sommitale dello scatolare ubicato alla progressiva 0,5 km del lotto in oggetto, ubicata in tav. 1;
- linea 2 effettuata alla progressiva 0,75 km circa dove dovrà essere realizzata una paratia di contenimento ubicata in tav. 1C;
- linea 3 effettuata alla progressiva 1,2 km circa dove verrà realizzato uno scatolare ed un ponte di attraversamento del fosso.

Nelle indagini allegate si riportano i principi generali, le modalità di elaborazione dei risultati, le modalità operative seguite, le caratteristiche della strumentazione utilizzata.

In tutti i casi i terreni interessati dalle opere d'arte sono ascrivibili alla categoria di sottosuolo di tipo B in base alla Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo del D.M. 14.01.2008.

Le calcolazioni delle opere d'arte sono state eseguite in accordo a tale categoria.

Comune di Montefalcone Appennino (Provincia di Fermo)

Oggetto:

Indagine geofisica tramite sismica a rifrazione e MASW per "Lavori di ammodernamento ed ampliamento della S.P. 238 (ex SS 433) Secondo stralcio dal bivio con la S.P. 183 Faveto al bivio con la strada vicinale Canutica."

Richiedente:

PROVINCIA DI FERMO Settore Viabilità – Infrastrutture - Urbanistica

Monterubbiano 9 maggio 2011

**Geologo
Gianni Papaveri**

PREMESSA

La presente prospezione geofisica è stata realizzata per la ricostruzione dei sismostrati e per la caratterizzazione dei suoli attraverso la velocità di propagazione delle onde di compressione e di taglio nell'ambito di una indagine geologica relativa ai "Lavori di ammodernamento ed ampliamento della S.P. 238 (ex SS 433) Secondo stralcio dal bivio con la S.P. 183 Faveto al bivio con la strada vicinale Canutica." nel comune di Montefalcone Appennino (FM).

L'acquisizione sismica, attraverso n. 3 basi a rifrazione e Masw, è stata eseguita nelle aree caratteristiche del tracciato stradale e precisamente:

- linea 1 effettuata nella zona sommitale dello scatolare ubicato alla progressiva 0,5 km del lotto in oggetto, ubicata in tav. 1A.
- linea 2 effettuata alla progressiva 0,75 km circa dove dovrà essere realizzata una paratia di contenimento ubicata in tav. 1C.
- linea 3 effettuata alla progressiva 1,2 km circa dove verrà realizzato uno scatolare ed un ponte di attraversamento del fosso.

PRINCIPI GENERALI

Le indagini geosismiche vengono realizzate utilizzando il metodo sismico a rifrazione, che utilizza la determinazione della velocità di propagazione delle onde longitudinali (onde P) Tali onde sono generate, e si propagano nel terreno, ogni qualvolta quest' ultimo è sottoposto a sollecitazioni meccaniche sia di tipo naturale, sia di tipo artificiale (esplosioni, mazze battenti, vibratorii ecc.).

La tecnica di prospezione sismica a rifrazione consiste nella misura dei tempi di primo arrivo delle onde sismiche generate in un punto in superficie (punto di sparo o scoppio), in corrispondenza di una molteplicità di sensori disposti allineati sulla superficie topografica (geofoni).

Lo studio della propagazione delle onde sismiche consente di valutare le proprietà meccaniche e fisiche dei terreni, la compattezza dei materiali e la loro stratificazione da queste attraversati.

Mediante questo tipo di indagine si può risalire alla probabile composizione litologica dei terreni al loro grado di fratturazione, alla geometria delle prime unità sottostanti la coltre superficiale, alla profondità in cui si trova la roccia di fondo ("bedrock"), alla sua forma e talora, in terreni alluvionali, alla profondità della falda freatica.

L'elaborazione dei dati sismici con un modello matematico bidimensionale attraverso procedure iterative, consente di massimizzare la risoluzione e il dettaglio di ricostruzione del modello di velocità attribuito al terreno in esame.

Utilizzando quindi le distanze tra il punto di scoppio e quello di ricezione e i tempi di primo arrivo dei segnali sismici, sono ricavate le dromocrone (curve tempi-distanze – vedi allegato), dalle quali si risale, tramite opportuno programma di calcolo, alle velocità reali nei singoli strati, al loro spessore, profondità, forma ed inclinazione.

Per questa parte di procedura interpretativa l'algoritmo utilizzato dal programma di calcolo è stato pubblicato nel 1986 da Dereck Palmer in un articolo dal titolo "The Generalized Reciprocal Method of Seismic Refraction Interpretation (Society of Exploration Geophysicists).

ELABORAZIONE - METODO GRM

Il metodo G.R.M. (Palmer, 1980), consente di ricostruire morfologie del substrato piano o irregolari, anche nel caso di variazioni laterali di velocità.

Per ricostruire l'andamento dell'interfaccia di strato lungo tutto lo stendimento, è necessario che i segnali provenienti dal singolo rifratore siano ricevuti da tutti i geofoni messi in opera.

Il grafico distanza-tempi che si ottiene è considerevolmente più complesso rispetto al caso del metodo convenzionale.

L'interpretazione del grafico distanza-tempi prevede due passaggi:

- la ricostruzione delle dromocrone relative ai singoli strati;
- la stima delle velocità e delle profondità di ogni singolo rifratore.

La fase essenziale quella di ricostruire la dromocrona relativa ad ogni strato, seguendola, se possibile, da un estremo all'altro dello stendimento, assemblando quindi insieme tratti di dromocrone relative a sorgenti differenti, ma i cui segnali provengono dallo stesso rifratore.

Ciò è stato eseguito sia per il tiro diretto che per quello coniugato.

Con il metodo reciproco generalizzato si parte dall'ipotesi che esista una distanza intergeofonica XY ottimale, distanza che fornisce il maggior dettaglio possibile nella ricostruzione della morfologia del rifratore.

Per determinare la distanza XY ottimale in pratica si è proceduto come indicato di seguito:

- Si fa variare XY da un valore minimo corrispondente alla spaziatura reale fra i geofoni fino a un valore massimo di 9-10 volte tale distanza;

quindi se, come nel nostro caso, i geofoni sono spazati di 8 m, si dovranno prendere in considerazione intervalli di XY uguali a 8 e sui multipli.

- Per ogni valore di XY scelto si stima, con un passo di calcolo uguale a XY, la funzione velocità.

MODALITA' OPERATIVE

Sono stati eseguiti due stendimenti (linea 1 e linea 2) con distanza intergeofonica 8 m. per una lunghezza dello stendimento di 120 metri con scoppi esterni posti a 8 metri rispetto ai geofoni estremi della linea.

Il terzo stendimento con distanza intergeofonica di 6 metri (linea 3) con scoppi esterni a 6 metri rispetto ai geofoni esterno.

Sono quindi stati attuati n. 5 scoppi di cui n. 2 esterni e 3 interni allo stendimento su tutte e tre le linee (v.d.r. report allegato).

CLASSIFICAZIONE SECONDO LA NORMATIVA SISMICA VIGENTE (LINEA 1)

Nella sezione elaborata, sono stati riscontrati quattro strati o sismostrati a differente velocità, il primo con velocità da 471,20 m/s con spessore fino a circa 3.5 m.

Il secondo sismostrato, con velocità di 1309,30 m/s, con spessore medio di circa 10 metri.

Il terzo sismostrato, con velocità di 1952,60 m/s, con spessore medio di circa 12 metri.

Lo strato di base presenta velocità 2944,40 m/s fino alla profondità di 30metri dal P.C.

Di seguito vengono ricapitolate le medie delle velocità e degli spessori:

N. Strato	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Spessore fino a 30 m. [m]
1	224.70	471.20	3.50
2	590.00	1309.30	10.00
3	799.00	1952.60	12.00
4	1210.00	2944.40	4.50

Ai fini della definizione delle azioni sismiche di progetto in base al D.M. 14.01.2008, si determina la categoria di riferimento del sito in funzione della velocità media di propagazione delle onde di taglio entro 30 m. di profondità, secondo la seguente equazione:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}} = 585,21 \cdot m / s$$

Possiamo a questo punto valutare la categoria e l'effetto della risposta sismica locale in base alla Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo del D.M. 14.01.2008.

B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori ai 30 metri miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità . Vs ₃₀ comprese tra 360 e 800 m/s
----------	---

Di seguito si riporta per completezza la Tabella 3.2.II:

Tabella 3.2.II – *Categorie di sottosuolo*

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> 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	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> 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	<i>Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> 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	<i>Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , 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	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

VALUTAZIONE MODULI ELASTICI DEI MEZZI ATTRAVERSATI

L'attenuazione delle onde sismiche dipende direttamente dalle caratteristiche elasto-meccaniche delle diverse parti che costituiscono il mezzo materiale che esse attraversano, i parametri che intervengono nella modificazione del segnale sismico sono:

- γ_{din} – densità geofisica;
- ρ – coefficiente di Poisson;
- E – Modulo di Young;
- G_0 – Modulo di taglio.

DENSITÀ GEOFISICA (γ_{din}) (espressa in t/mc)

Esprime la concentrazione volumetrica di un corpo. Può essere calcolata indirettamente in condizioni dinamiche in relazione alla velocità V_p . La densità geofisica è espressa dalla seguente relazione:

$$\gamma_{din} = 0,51 \times V_p^{0,19} \Rightarrow \text{Possiamo determinarci il suo valore per ogni sismostrato}$$

Relazione Geofisica

N. Strato	γ_{din}	Vp [m/s]
1	1.6424	471.20
2	1.9944	1309.30
3	2.1517	1952.60
4	2.3264	2944.40

COEFFICIENTE DI POISSON (ν)

Indica la misura di cambiamento geometrico di un corpo. Può presentare un intervallo di variazione tra 0.1 e 0.5. Viene definito dalla seguente relazione:

$$\nu = \frac{V_p^2 - 2 \cdot V_s^2}{2 \times (V_p^2 - V_s^2)}$$

N. Strato	Vs [m/s]	Vp [m/s]	ν Poisson
1	224.70	471.20	0.352832
2	590.00	1309.30	0.372600
3	799.00	1952.60	0.399441
4	1210.00	2944.40	0.398402

MODULO DI YOUNG (E)

Esprime la resistenza alla deformazione lineare di un corpo ad uno sforzo di trazione o di compressione.

$$E = V_p^2 \times \gamma \frac{(1 + \nu) \times (1 - 2\nu)}{1 - \nu} \quad (\text{espresso in MPa})$$

N. Strato	E_Young	Vp [m/s]	ν Poisson	γ_{din}
1	2.331424	471.20	0.352832	1.6424
2	19.803754	1309.30	0.372600	1.9944
3	39.950911	1952.60	0.399441	2.1517
4	98.986159	2944.40	0.398402	2.3264

MODULO DI TAGLIO (G₀)

Misura il rapporto sforzo-deformazione nel caso di una spinta tangenziale; è funzione della velocità Vs ed esprime quindi la capacità del materiale a resistere cambiando di forma e non di volume.

$$G_0 = \frac{\gamma \times (V_s)^2}{g} \quad (\text{espresso in MPa})$$

N. Strato	Vs [m/s]	G ₀ _Taglio	γ _{din}
1	224.70	0.86168	1.6424
2	590.00	7.21396	1.9944
3	799.00	14.27389	2.1517
4	1210.00	35.39259	2.3264

CLASSIFICAZIONE SECONDO LA NORMATIVA SISMICA VIGENTE (LINEA 2)

Nella sezione elaborata, sono stati riscontrati tre strati o sismostrati a differente velocità, il primo con velocità da 586,90 m/s con spessore fino a circa 4.5 m.

Il secondo sismostrato, con velocità di 1212,90 m/s, con spessore medio di circa 20 metri.

Lo strato di base presenta velocità 2714,10 m/s fino alla profondità di 30metri dal P.C.

Di seguito vengono ricapitolate le medie delle velocità e degli spessori:

N. Strato	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Spessore fino a 30 m. [m]
1	281.30	586.90	4.50
2	540.00	1212.90	20.00
3	1140.00	2714.10	5.50

Ai fini della definizione delle azioni sismiche di progetto in base al D.M. 14.01.2008, si determina la categoria di riferimento del sito in funzione della velocità media di propagazione delle onde di taglio entro 30 m. di profondità, secondo la seguente equazione:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}} = 518,50 \cdot m / s$$

Possiamo a questo punto valutare la categoria e l'effetto della risposta sismica locale in base alla Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo del D.M. 14.01.2008.

B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori ai 30 metri miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità . Vs ₃₀ comprese tra 360 e 800 m/s
----------	---

Di seguito si riporta per completezza la Tabella 3.2.II:

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> 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	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> 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	<i>Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> 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	<i>Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , 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	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con V _s > 800 m/s).

DENSITÀ GEOFISICA (γ_{din}) (espressa in t/mc)

$\gamma_{din} = 0,51 \times V_p^{0,19} \Rightarrow$ Possiamo determinarci il suo valore per ogni sismostrato

N. Strato	γ_{din}	V _p [m/s]
1	1.7124	586.90
2	1.9656	1212.90
3	2.2907	2714.10

COEFFICIENTE DI POISSON (ν)

$$\nu = \frac{V_p^2 - 2 \cdot V_s^2}{2 \times (V_p^2 - V_s^2)}$$

N. Strato	Vs [m/s]	Vp [m/s]	ν Poisson
1	281.30	586.90	0.350880
2	540.00	1212.90	0.376391
3	1140.00	2714.10	0.392891

MODULO DI YOUNG (E)

$$E = V_p^2 \times \gamma \frac{(1 + \nu) \times (1 - 2\nu)}{1 - \nu} \quad (\text{espresso in MPa})$$

N. Strato	E_Young	Vp [m/s]	ν Poisson	γ_{din}
1	3.804044	586.90	0.350880	1.7124
2	16.395259	1212.90	0.376391	1.9656
3	86.174351	2714.10	0.392891	2.2907

MODULO DI TAGLIO (G_0)

$$G_0 = \frac{\gamma \times (V_s)^2}{g} \quad (\text{espresso in MPa})$$

N. Strato	Vs [m/s]	G_0 _Taglio	γ_{din}
1	281.30	1.40799	1.7124
2	540.00	5.95589	1.9656
3	1140.00	30.93362	2.2907

CLASSIFICAZIONE SECONDO LA NORMATIVA SISMICA VIGENTE (LINEA 3)

Nella sezione elaborata, sono stati riscontrati quattro strati o sismostrati a differente velocità, il primo con velocità da 604,20 m/s con spessore fino a circa 3 m.

Il secondo sismostrato, con velocità di 1466,50 m/s, con spessore medio di circa 6 metri.

Il terzo sismostrato, con velocità di 2020,00 m/s, con spessore medio di circa 15 metri.

Lo strato di base presenta velocità 2969,10 m/s fino alla profondità di 30metri dal P.C.

Di seguito vengono ricapitolate le medie delle velocità e degli spessori:

N. Strato	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Spessore fino a 30 m. [m]
1	285.00	604.20	3.00
2	650.00	1466.50	6.00
3	831.00	2020.00	15.00
4	1260.00	2969.10	6.00

Ai fini della definizione delle azioni sismiche di progetto in base al D.M. 14.01.2008, si determina la categoria di riferimento del sito in funzione della velocità media di propagazione delle onde di taglio entro 30 m. di profondità, secondo la seguente equazione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}} = 704,73 \cdot m / s$$

Possiamo a questo punto valutare la categoria e l'effetto della risposta sismica locale in base alla Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo del D.M. 14.01.2008.

B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori ai 30 metri miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità . Vs ₃₀ comprese tra 360 e 800 m/s
----------	---

Di seguito si riporta per completezza la Tabella 3.2.II:

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> 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	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> 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	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> 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	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , 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	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

VALUTAZIONE MODULI ELASTICI DEI MEZZI ATTRAVERSATI

L'attenuazione delle onde sismiche dipende direttamente dalle caratteristiche elasto-meccaniche delle diverse parti che costituiscono il mezzo materiale che esse attraversano, i parametri che intervengono nella modificazione del segnale sismico sono:

- γ_{din} – densità geofisica;
- ρ – coefficiente di Poisson;
- E – Modulo di Young;
- G_0 – Modulo di taglio.

DENSITÀ GEOFISICA (γ_{din}) (espressa in t/mc)

Esprime la concentrazione volumetrica di un corpo. Può essere calcolata indirettamente in condizioni dinamiche in relazione alla velocità V_p . La densità geofisica è espressa dalla seguente relazione:

$$\gamma_{din} = 0,51 \times V_p^{0,19} \Rightarrow \text{Possiamo determinarci il suo valore per ogni sismostrato}$$

N. Strato	γ_{din}	V_p [m/s]
1	1.7218	604.20
2	2.0378	1466.50
3	2.1656	2020.00
4	2.3301	2969.10

COEFFICIENTE DI POISSON (ν)

Indica la misura di cambiamento geometrico di un corpo. Può presentare un intervallo di variazione tra 0.1 e 0.5. Viene definito dalla seguente relazione:

$$\nu = \frac{V_p^2 - 2 \cdot V_s^2}{2 \times (V_p^2 - V_s^2)}$$

N. Strato	Vs [m/s]	Vp [m/s]	ν Poisson
1	285.00	604.20	0.356914
2	650.00	1466.50	0.377757
3	831.00	2020.00	0.398143
4	1260.00	2969.10	0.390176

MODULO DI YOUNG (E)

Esprime la resistenza alla deformazione lineare di un corpo ad uno sforzo di trazione o di compressione.

$$E = V_p^2 \times \gamma \frac{(1 + \nu) \times (1 - 2\nu)}{1 - \nu} \quad (\text{espresso in MPa})$$

N. Strato	E_Young	Vp [m/s]	ν Poisson	γ_{din}
1	3.943924	604.20	0.356914	1.7218
2	24.652175	1466.50	0.377757	2.0378
3	43.454265	2020.00	0.398143	2.1656
4	106.873954	2969.10	0.390176	2.3301

MODULO DI TAGLIO (G_0)

Misura il rapporto sforzo-deformazione nel caso di una spinta tangenziale; è funzione della velocità V_s ed esprime quindi la capacità del materiale a resistere cambiando di forma e non di volume.

$$G_0 = \frac{\gamma \times (V_s)^2}{g} \quad (\text{espresso in MPa})$$

N. Strato	V_s [m/s]	G_0 _Taglio	γ_{din}
1	285.00	1.45327	1.7218
2	650.00	8.94649	2.0378
3	831.00	15.54000	2.1656
4	1260.00	38.43899	2.3301

Dott. Geologo

Gianni Papaveri

PROVINCIA DI FERMO

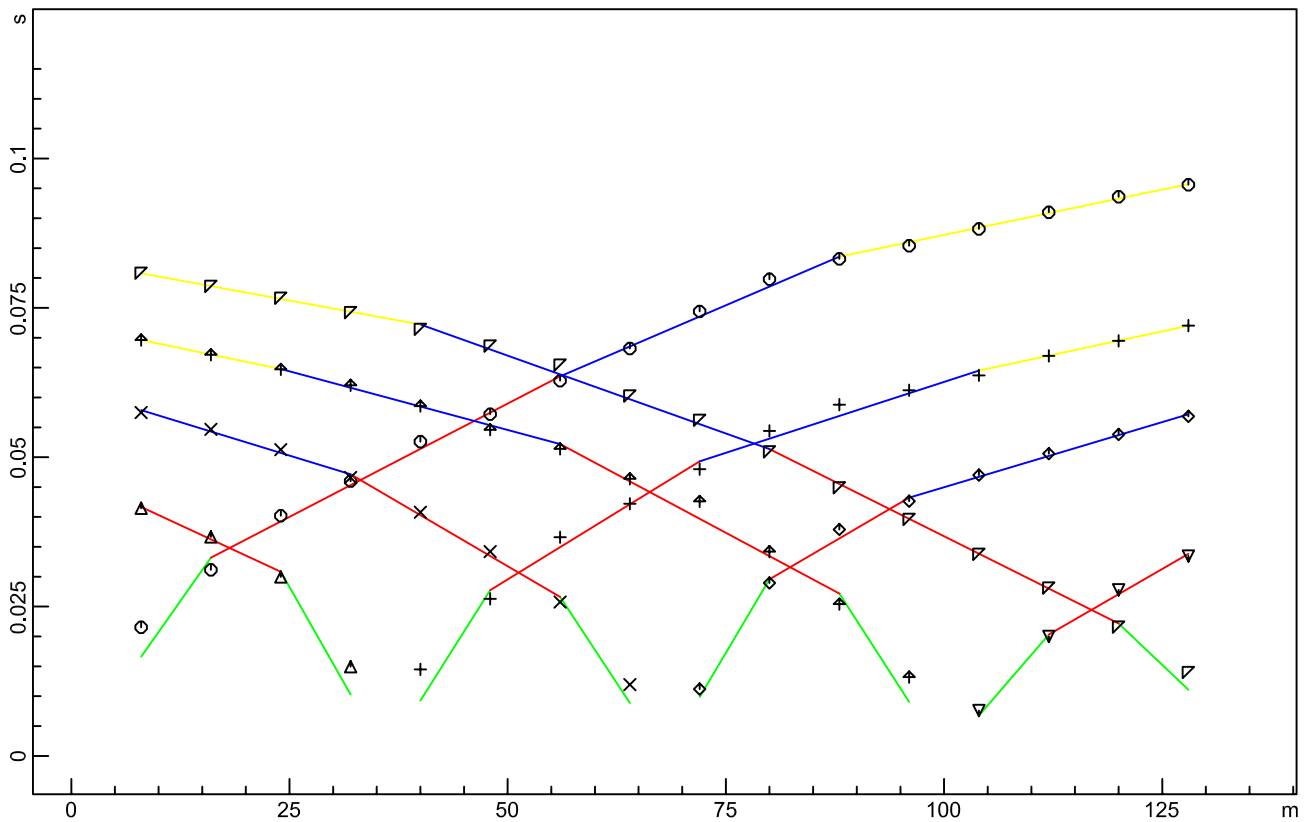
Plano OO, PP, 2010

Lavori di ammodernamento ed ampliamento della S.P. 238 (ex SS 433) Secondo stralco dal bivio con la S.P. 183 Faveto al bivio con la strada vicinale Canutica,

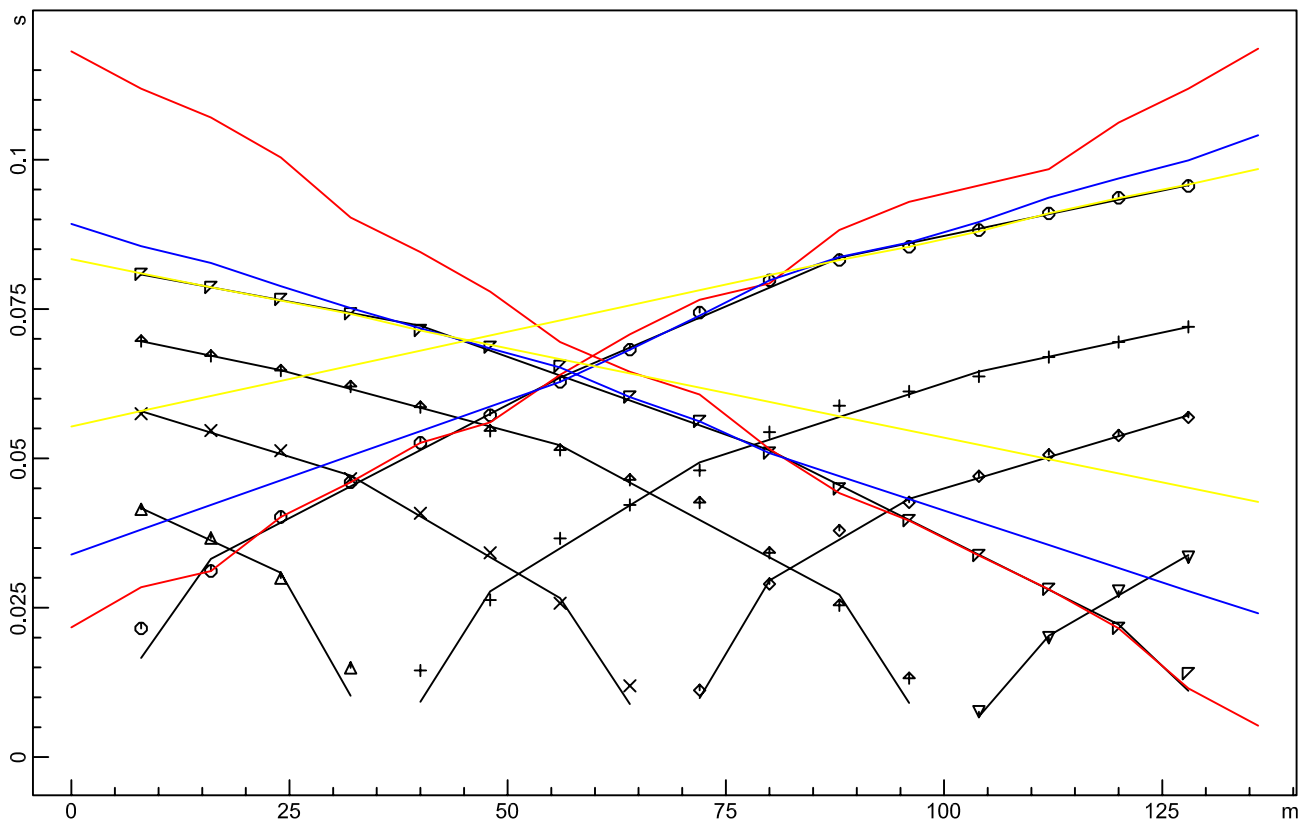
Indagini geofisiche per la determinazione delle velocità di propagazione delle onde di compressione Vp e di taglio Vs

Dromocrone linea 1

DROMOCRONE ORIGINALI



DROMOCRONE TRASLATE



PROVINCIA DI FERMO

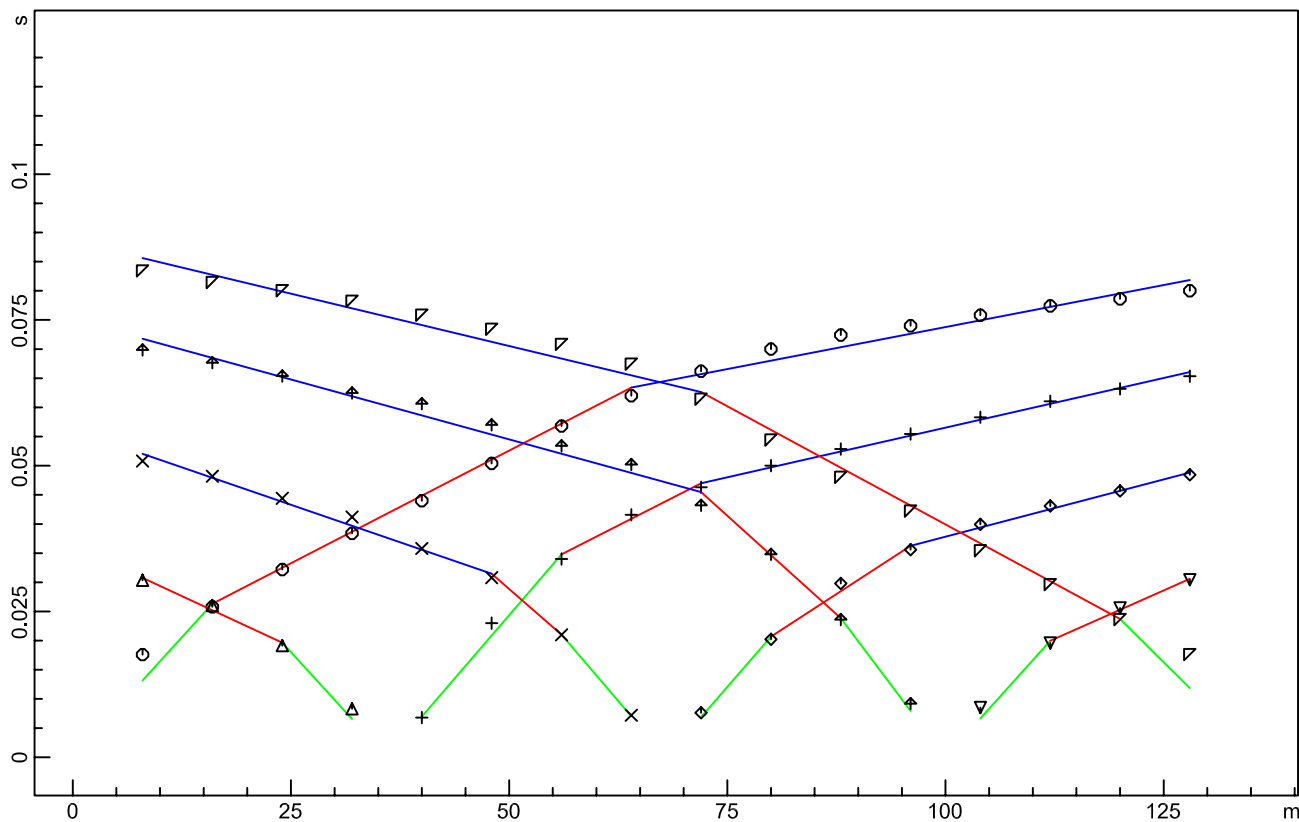
Plano OO, PP, 2010

Lavori di ammodernamento ed ampliamento della S.P. 238 (ex SS 433) Secondo stralco dal bivio con la S.P. 183 Faveto al bivio con la strada vicinale Canutica,

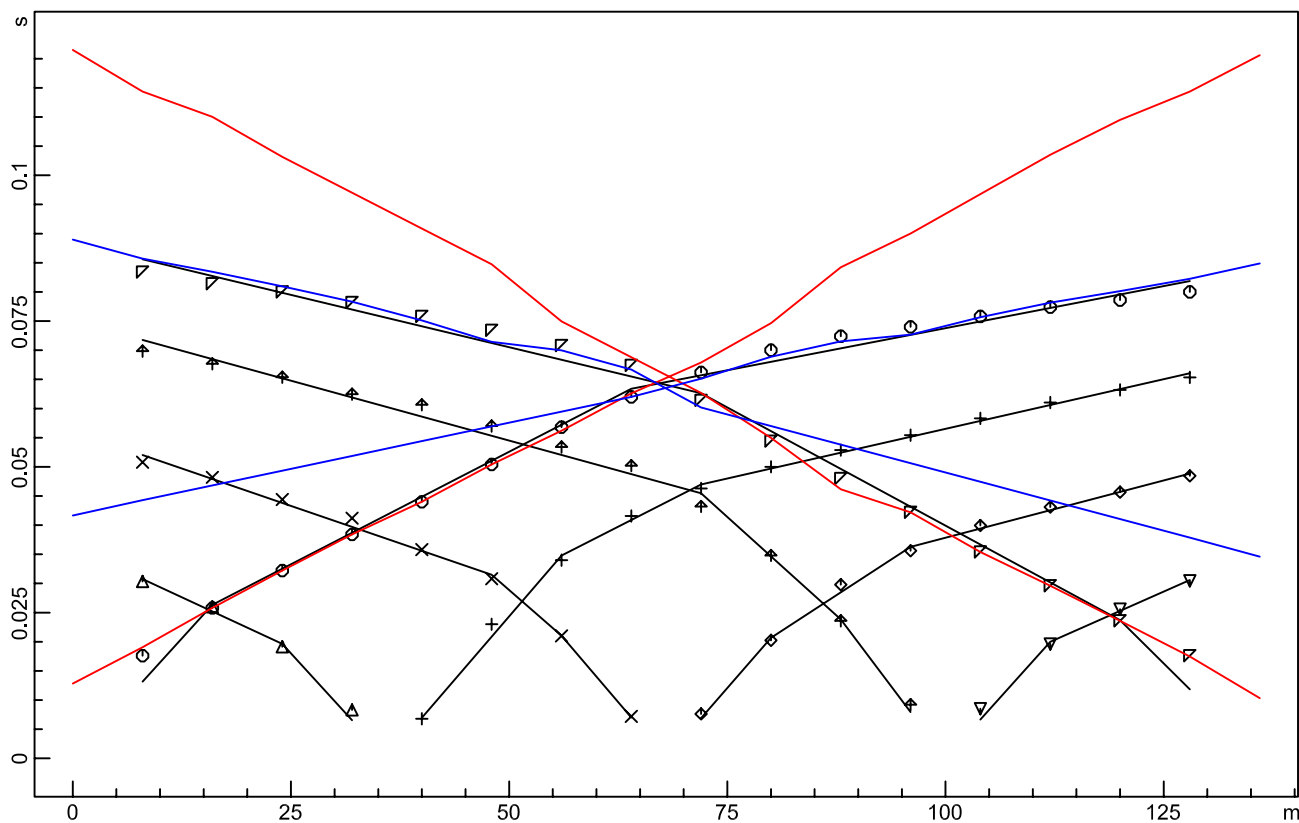
Indagini geofisiche per la determinazione delle velocità di propagazione delle onde di compressione Vp e di taglio Vs

Dromocrone linea 2

DROMOCRONE ORIGINALI



DROMOCRONE TRASLATE



PROVINCIA DI FERMO

Plano OO, PP, 2010

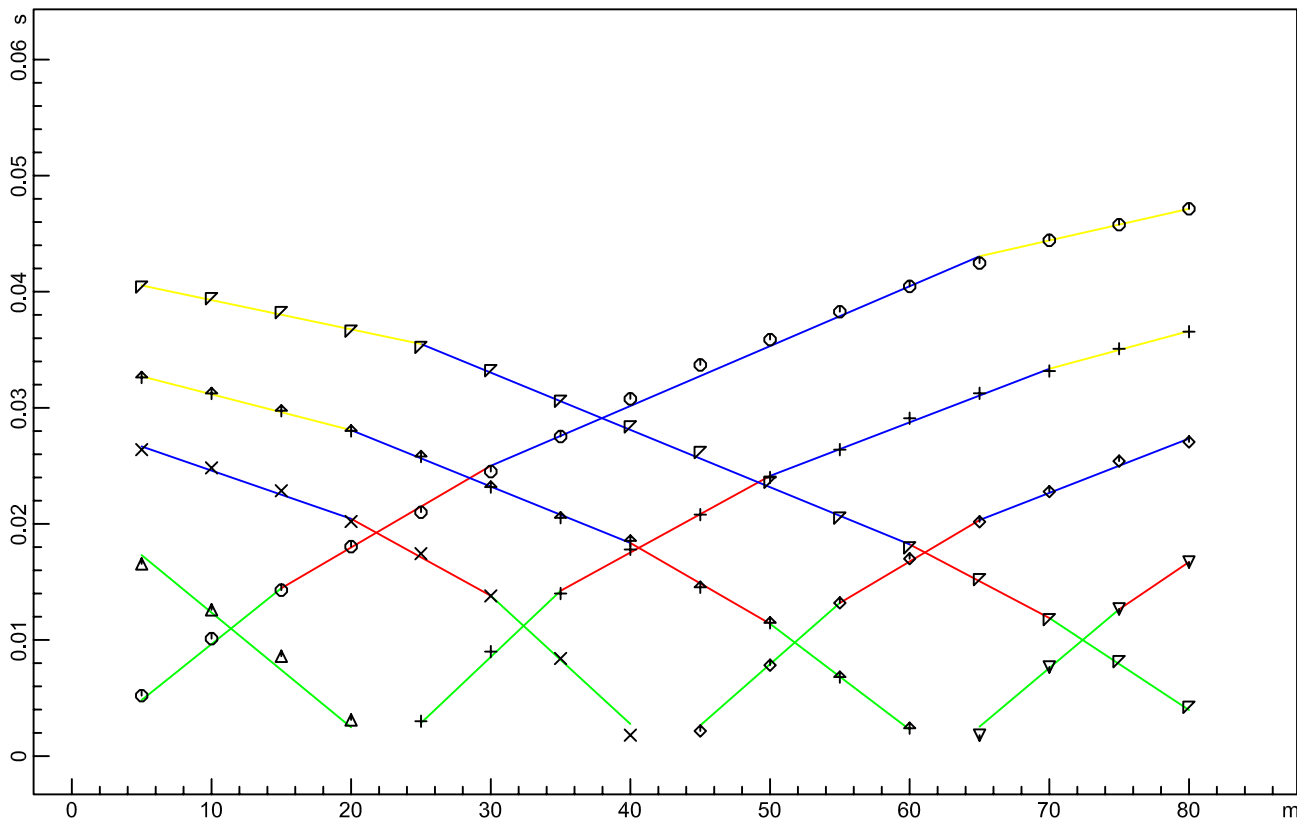
Lavori di ammodernamento ed ampliamento della S.P. 238 (ex SS 433) Secondo stralzo dal bivio con la S.P. 183 Faveto al bivio con la strada vicinale Canutica,

Indagini geofisiche per la determinazione delle velocità di propagazione delle onde di compressione

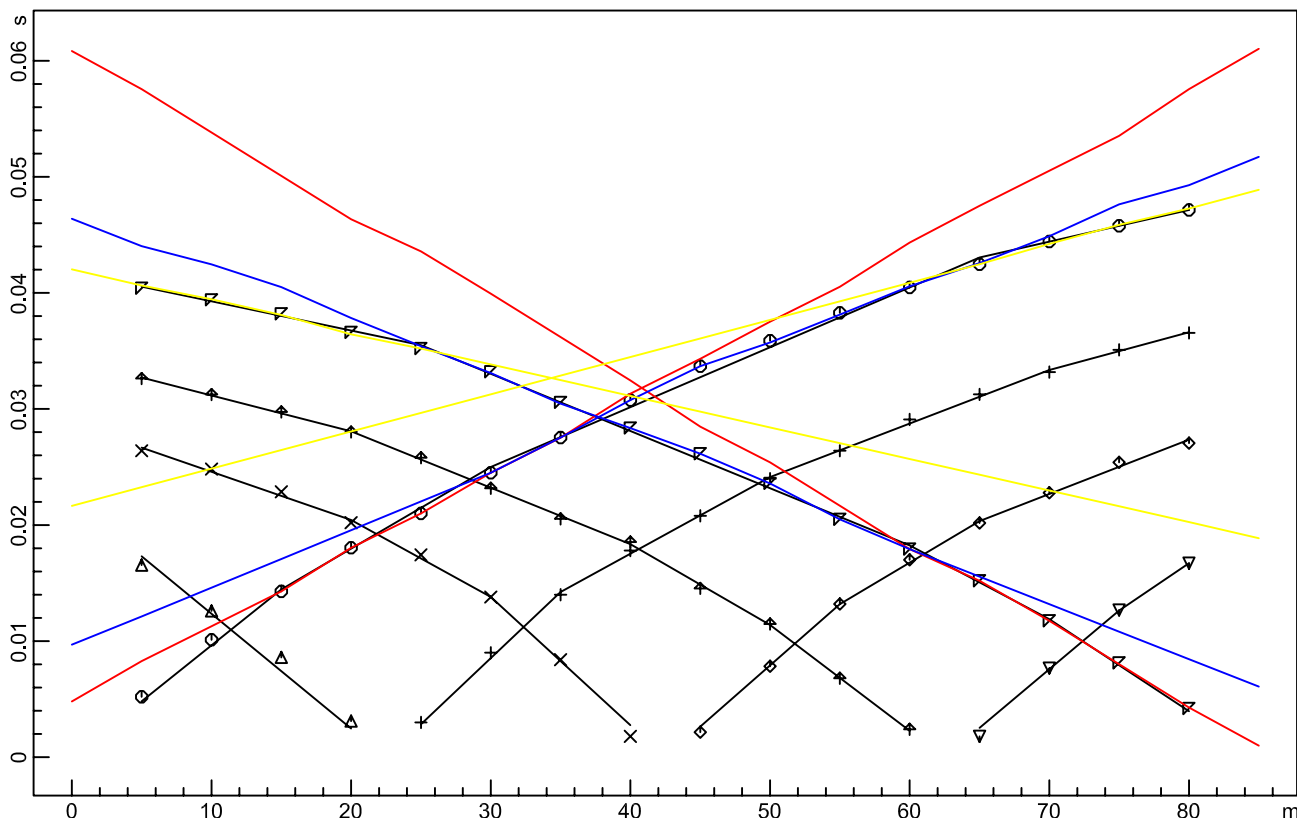
Vp e di taglio Vs

Dromocrone linea 3

DROMOCRONE ORIGINALI



DROMOCRONE TRASLATE



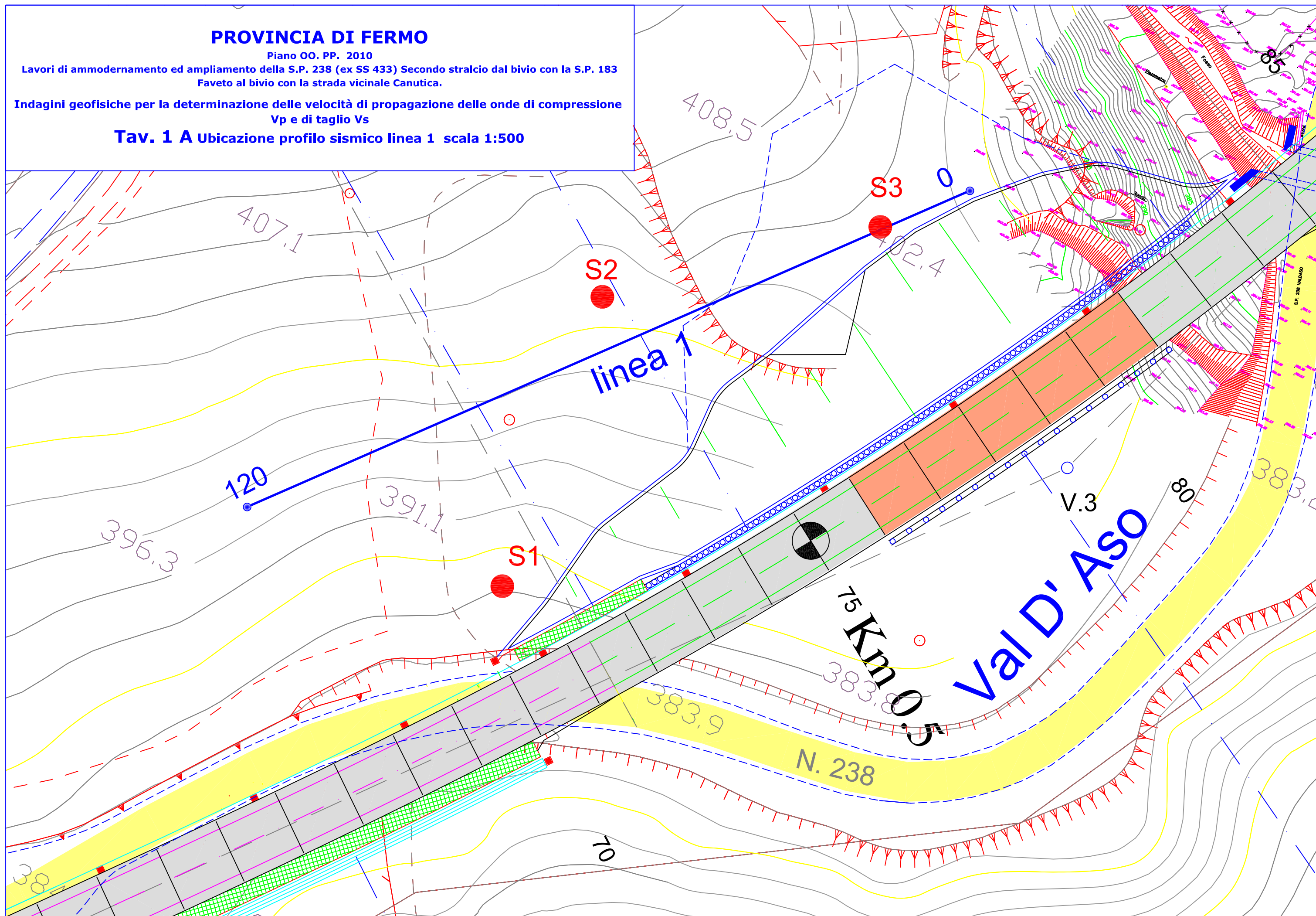
PROVINCIA DI FERMO

Piano OO. PP. 2010

Lavori di ammodernamento ed ampliamento della S.P. 238 (ex SS 433) Secondo stralcio dal bivio con la S.P. 183 Faveto al bivio con la strada vicinale Canutica.

Indagini geofisiche per la determinazione delle velocità di propagazione delle onde di compressione V_p e di taglio V_s

Tav. 1 A Ubicazione profilo sismico linea 1 scala 1:500



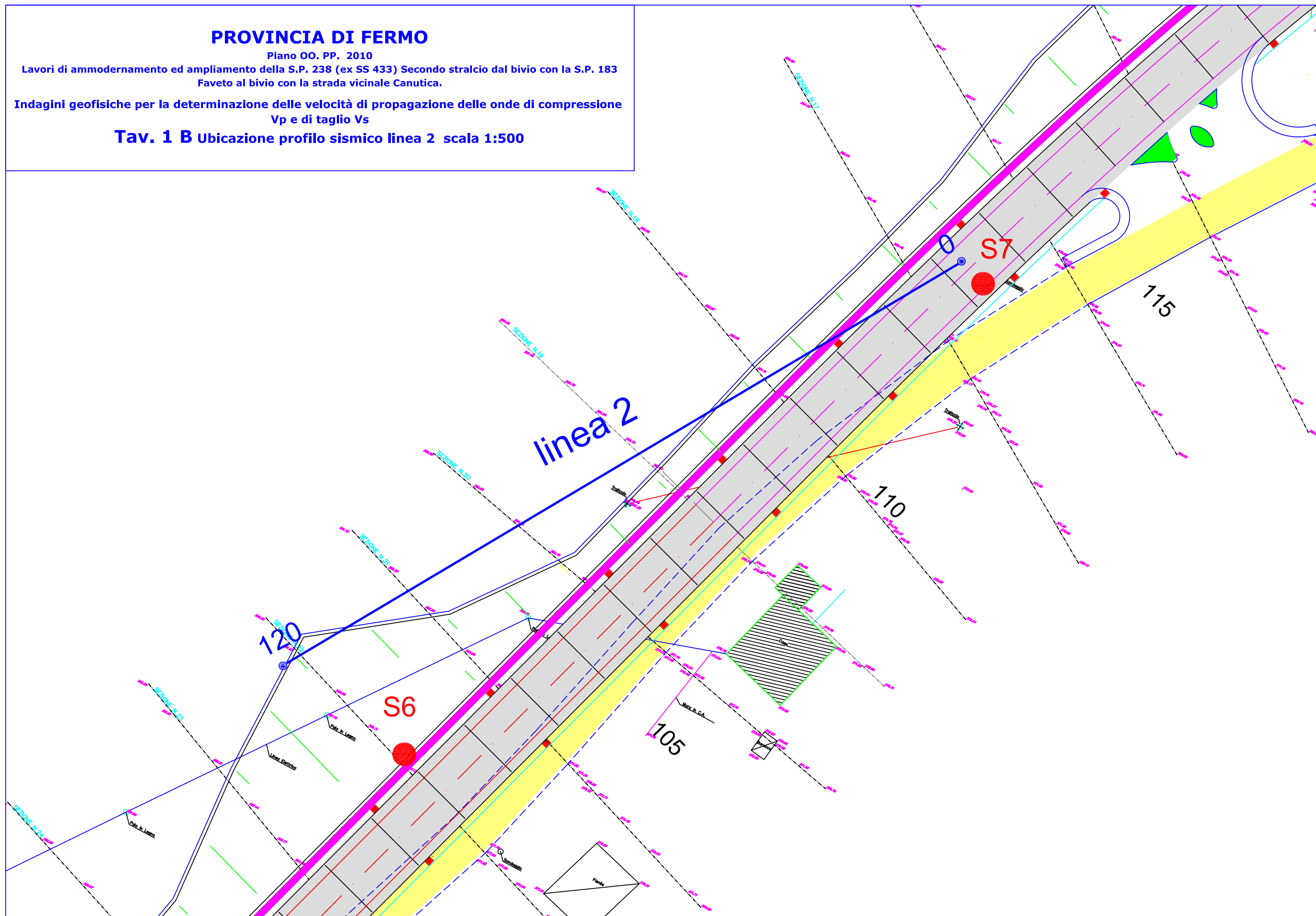
PROVINCIA DI FERMO

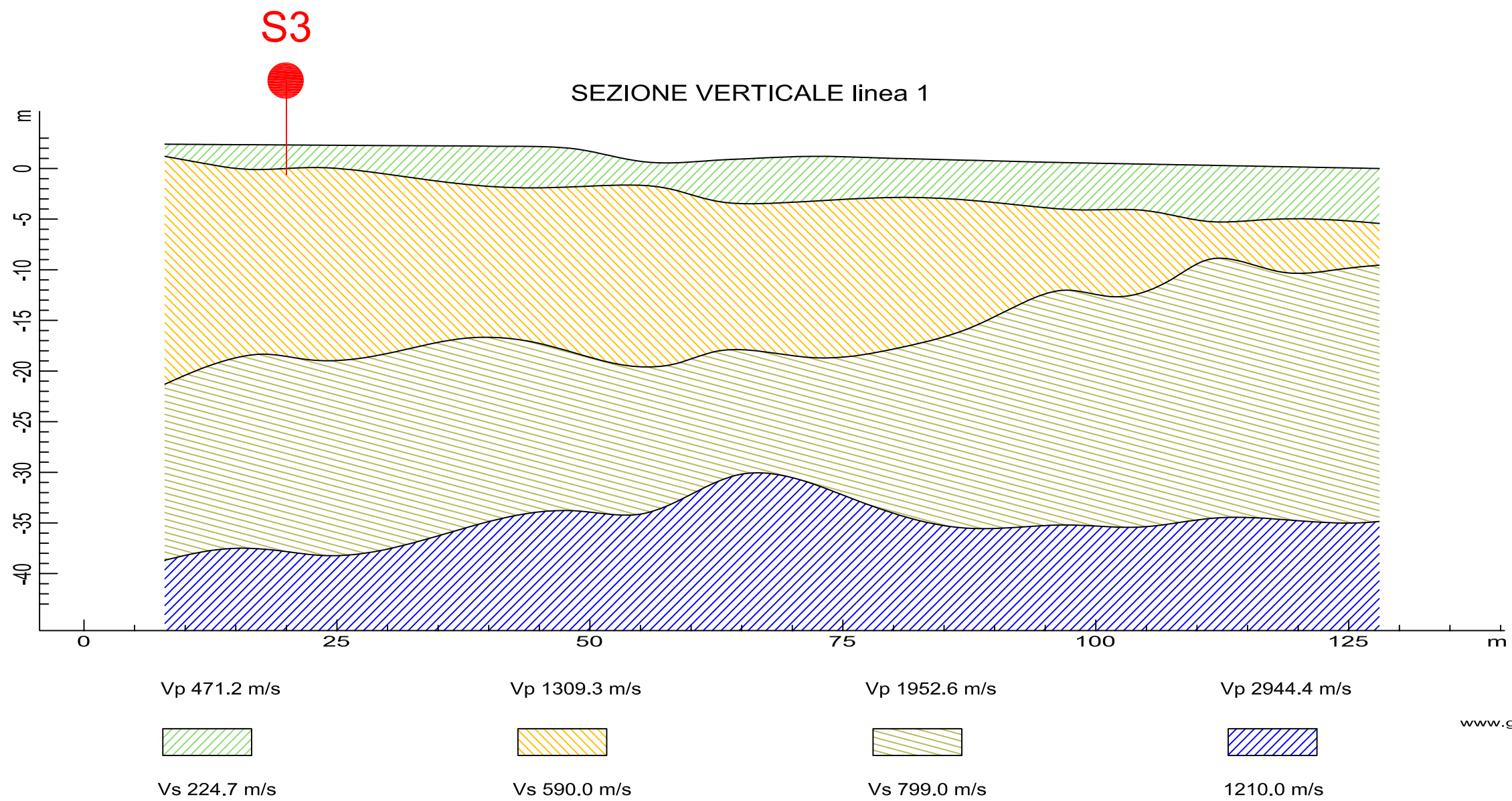
Piano OO. PP. 2010

Lavori di ammodernamento ed ampliamento della S.P. 238 (ex SS 433) Secondo stralcio dal bivio con la S.P. 183 Faveto al bivio con la strada vicinale Canutica.

Indagini geofisiche per la determinazione delle velocità di propagazione delle onde di compressione V_p e di taglio V_s

Tav. 1 B Ubicazione profilo sismico linea 2 scala 1:500





PROVINCIA DI FERMO

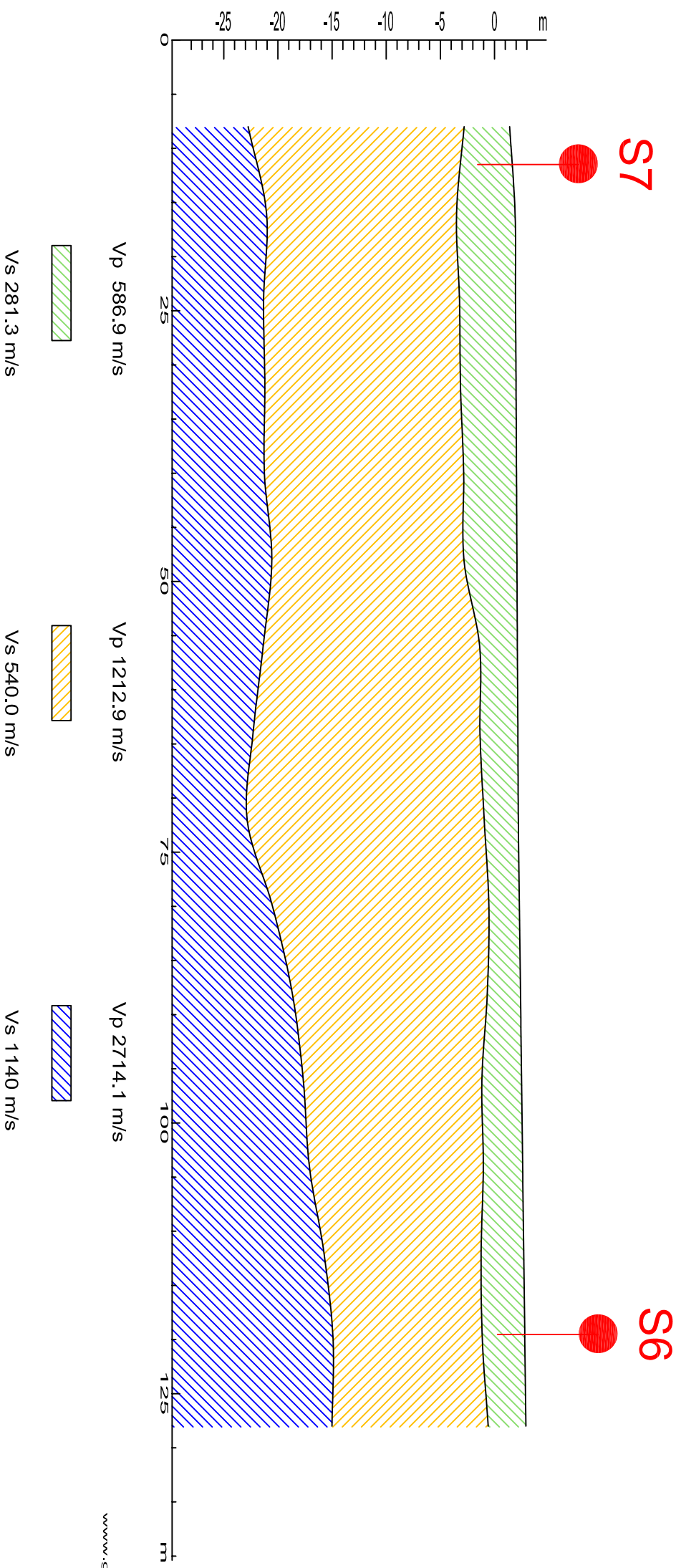
Piano OO. PP. 2010

Lavori di ammodernamento ed ampliamento della S.P. 238 (ex SS 433) Secondo stralcio dal bivio con la S.P. 183 Faveto al bivio con la strada vicinale Canutica.

Indagini geofisiche per la determinazione delle velocità di propagazione delle onde di compressione Vp e di taglio Vs

Tav. 2 A Sezione geosismica linea 1 scala 1:500

SEZIONE VERTICALE linea 2



PROVINCIA DI FERMO

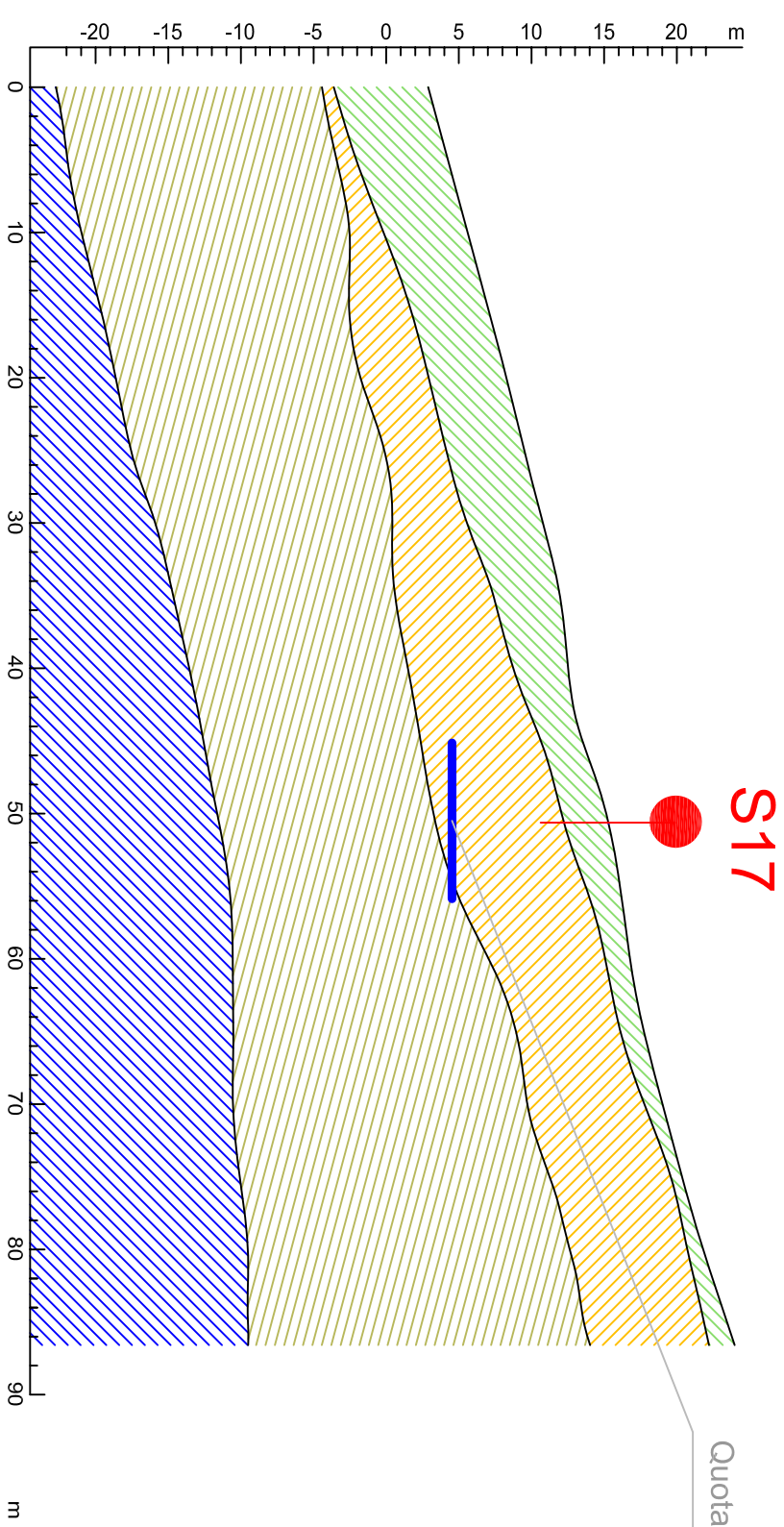
Piano OO. PP. 2010

Lavori di ammodernamento ed ampliamento della S.P. 238 (ex SS 433) Secondo stralcio dal bivio con la S.P. 183 Faveto al bivio con la strada vicinale Canonica.

Indagini geofisiche per la determinazione delle velocità di propagazione delle onde di compressione Vp e di taglio Vs

Tav. 2 B Sezione geosismica linea 2 scala 1:500

SEZIONE VERTICALE linea 3



Vp 604.2 m/s	Vp 1466.5 m/s	Vp 2020.0 m/s	Vp 2969.1 m/s
Vs 285.0 m/s	Vs 650.0 m/s	Vs 831.0 m/s	Vs 1260.0 m/s

www.geoandsoft.com

PROVINCIA DI FERMO

Piano OO. PP. 2010

Lavori di ammodernamento ed ampliamento della S.P. 238 (ex SS 433) Secondo stralcio dal bivio con la S.P. 183

Faveto al bivio con la strada vicinale Canonica.

Indagini geofisiche per la determinazione delle velocità di propagazione delle onde di compressione

Vp e di taglio Vs

Tav. 2 C Sezione geosismica linea 3 scala 1:500