Firmato digitalmente da
PAOLO PEIRONE
CN = PEIRONE PAOLO
O = Ordine Regionale Geologi Liguria
C = IT

REGIONE LIGURIA

Provincia di Savona

COMUNE DI QUILIANO - COMUNE DI SAVONA



VALORIZZAZIONE DELLE FONTI ALTERNATIVE PER SCOPI ENERGETICI

IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA

Fattoria Eolica CIMA MONTA'

PROGETTISTI		PROPONENTE
STRUTTURE	**Ing. BONINO Ingrid** Via A.Diaz 1 - 17047 Vado ligure (SV) c.f. BNNNRD74C63I480S - p. IVA 01319220099 tel. 339.3373268 - email ingridbonino@libero.it	**LA FATTORIA DEL VENTO S.r.l.** Via Gramsci 38 r - 17100 Savona - c.f. 01456080090 - REA 147779 - tel. 019 821335 - PEC lafattoriadelvento@pec.it SIRITO Fabrizio amministratore delegato
TOPOG./ARCH.	**Geom. LUCON Stefano** Via Madonna della neve 6 - 17047 Quiliano (SV) c.f. LCNSFN70P29I480J - p. IVA 01099260091 tel. 393.9678644 - email lucon.stefano@gmail.com	
ELETTRICO	**Ing. MASSA Enrico** Via Nazario Sauro 4/5A - 17100 Savona (SV) - c.f. MSSNRC73E09D969Q - p. IVA 002832290049 tel. 328.4503069 - email enrico.massa@tecgeo.net	**01_105_PS**
ARCHITETTURA	**Arch. MORAS Alberto** Via Quarda Sup. 4/5 - 17100 Savona (SV) c.f. MRS LRT 72L07 I480V - p. IVA 01257250090 tel. 347.2324222 - email alb.moras@awn.it	
GEOLOGIA	**Dott . Geol. PEIRONE Paolo** Via Barrili 4/1 - 1700 Savona (SV) c.f. PRNPLA63M28I480M - p. IVA 1052320098 tel. 347.2764854 - email paolopeirone.studio@gmail.com	
AMBIENTE	**Dott. For. Andrea Sambado** Via Scatti 7/7 - 17100 Savona (SV) c.f. SMBNDR84A17I480Z - p. IVA 01666630098 tel. 349.0721869 - email a.sambado@gmail.com	

ELABORATO						**Elaborati delle prospezioni sismiche e misura delle Vs30**	
revisione					data	emissione	scala
0	1	2	3	4	15 novembre 2021	PRIMA EMISSIONE	———

COMUNE DI SAVONA

Committente: Le Fattorie del Vento S.p.A. - Milano

Prospezioni geofisiche per caratterizzazione geotecnica - geomeccanica preliminare di un sito interessato dal progetto di installazione di un aerogeneratore in località "Cima Montà"



RELAZIONE DI COMMENTO

Geologo dott. Giorgio Lombardi
Indagini geofisiche - Consulenze geologiche
Via Mongrifone 4/3B – 17100 SAVONA
tel: 338 5086317 e-mail: giorgiolombardi@ymail.com
partita IVA: 01584990095

INDICE

1. PREMESSA.....3

2. PROSPEZIONI SISMICHE MEDIANTE STENDIMENTI TOMOGRAFICI: CENNI TEORICI.....3

2.1. METODOLOGIA D'INDAGINE SISMICA DA SUPERFICIE 3
2.2. CENNI SULLA TECNICA DI MODELLIZZAZIONE TOMOGRAFICA DEI DATI SISMICI 4
2.3. MODALITÀ OPERATIVE PER LA REGISTRAZIONE DEL DOPPIO STENDIMENTO SISMICO TOMOGRAFICO 6
2.4. RISULTATI OTTENUTI: STENDIMENTO SS1 ONDE "P" E ONDE "S" 10
2.6. STIMA DEL PARAMETRO "Vs,eq": MODALITÀ OPERATIVE E RISULTATI 12

ALLEGATI:

- **Tav. 1:** Immagine satellitare con ubicazione doppio stendimento sismico onde "p" e ode "s", scala 1:1000
- **Tav. 2**: Stendimento sismico a rifrazione SS1 "onde p": dromocrone e *ray coverage*, scala 1:500
- **Tav. 3:** Stendimento sismico a rifrazione SS1 "onde p": elaborazione tomografica, scala 1:500
- **Tav. 4**: Stendimento sismico a rifrazione SS1 "onde s": dromocrone e *ray coverage*, scala 1:500
- **Tav. 5:** Stendimento sismico a rifrazione SS1 "onde s": elaborazione tomografica, scala 1:500
- **Tav. 6;** Stendimento sismico tomografico SS1 "onde s": calcolo parametro Vs,eq, variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità, variazione del parametro Vs,eq in funzione della profondità di riferimento

1. PREMESSA

Su incarico di "Le Fattorie del Vento S.p.A." lo scrivente ha eseguito una campagna di indagini geofisiche nell'ambito dello studio preliminare per la caratterizzazione geotecnica - geomeccanica dei terreni in un sito interessato dal progetto di installazione di un aerogeneratore in località "Cima Montà", Comune di Savona.

Il geologo incaricato della consulenza associata al progetto è il Collega dott. Paolo Peirone, titolare di Studio professionale in Savona.

La campagna geofisica preliminare commissionata è costituita da un doppio stendimento sismico tomografico a 24 canali in onde "p" ed in onde "s", sviluppato all'interno della zona boscata in maniera da coprire, nel settore centrale del proprio sviluppo, l'area che sarà verosimilmente interessata dall'installazione dell'aerogeneratore.

L'elaborazione degli stendimenti sismici ha consentito di individuare la successione stratigrafica locale: è infatti possibile correlare le velocità di propagazione delle onde sismiche con le caratteristiche fisico-meccaniche della porzione di sottosuolo da esse attraversate. La possibilità di confrontare e sovrapporre le sezioni tomografiche nel dominio delle onde "p" ed in quello delle onde "s" acquisite lungo il medesimo *array* sismico, in particolare, consente di raggiungere una conoscenza già decisamente raffinata ed estesa delle caratteristiche fisico - meccaniche del sottosuolo pur non ricorrendo, in questa fase preliminare, ad indagini dirette (perforazioni geognostiche a carotaggio continuo).

Inoltre la conoscenza della velocità di propagazione delle onde di taglio al di sotto dello stendimento SS1 consentite l'individuazione del parametro "Vs,eq" con riferimento a differenti profondità dall'attuale piano campagna e la conseguente definizione di "Categoria di sottosuolo" in termini di classificazione sismica "sito-dipendente" ai sensi del D.M. 17.01.18.

Nel corso dell'esecuzione delle prospezioni geofisiche è stato realizzato un rilievo topografico di dettaglio che ha compreso il doppio *array* sismico: è stato quindi possibile ricostruire le variazioni planoaltimetriche lungo lo stendimento con grande precisione, a vantaggio dell'affidabilità dei risultati finali.

L'ubicazione dello stendimento sismico è visibile in Tav. 1 allegata. Lo sviluppo dello stesso è stato fortemente vincolato dalla fitta vegetazione e dalle condizioni planoaltimetriche e quindi non risulta perfettamente rettilineo.

La metodologia di prospezione sismica a rifrazione in modalità tomografica applicata e le risultanze ottenute saranno brevemente descritte nel seguito.

2. PROSPEZIONI SISMICHE MEDIANTE STENDIMENTI TOMOGRAFICI: CENNI TEORICI

2.1. METODOLOGIA D'INDAGINE SISMICA DA SUPERFICIE

Nel metodo in questione viene considerata la rifrazione, in corrispondenza di interfacce sepolte che separano mezzi in differenti condizioni di densità, di onde elastiche generate artificialmente in superficie.

Sempre presso la superficie vengono disposti - a distanza reciproca nota e normalmente costante - particolari sensori (geofoni) in grado di avvertire la perturbazione propagatasi nel volume solido sottostante a seguito della generazione di un'onda elastica ad un istante noto; i geofoni traducono la sollecitazione in un segnale elettrico ed attraverso un cavo multipolare trasferiscono quest'ultimo ad uno strumento di registrazione (sismografo multicanale). Il sismografo digitalizza i segnali ricevuti dai geofoni e registra i "sismogrammi" sotto forma di files.
I sismogrammi sono visualizzabili in un grafico binario nel quale vengono rappresentati per ogni canale (ognuno corrispondente ad un geofono) il dominio dei tempi sull'asse orizzontale (nell'ambito della "finestra di campionamento" scelta) e l'ampiezza del segnale elettrico (± mV) sull'asse verticale.
La prima perturbazione elastica ricevuta da ogni geofono a seguito della generazione dell'impulso può avere seguito un percorso "diretto" (ossia il tragitto più breve tra sorgente e ricevitore) oppure avere subito una o più "total-rifrazioni" presso superfici di discontinuità tra materiali caratterizzati da differenti stati di addensamento (nel presente metodo le riflessioni, sebbene spesso ben riconoscibili, non vengono considerate).
Oltre una certa distanza definita "critica" i raggi rifratti raggiungeranno i geofoni in superficie prima dei raggi diretti, nonostante il tragitto percorso sia più lungo, in virtù del tratto percorso a velocità più elevata presso l'interfaccia.
La trattazione teorica che sta alla base del metodo si basa sui principi e sulle leggi dell'ottica.
La configurazione ottimale dei parametri di acquisizione (distanza intergeofonica, numero di energizzazioni, geometria dello stendimento, lunghezza temporale della registrazione, ecc.) è necessariamente definita in sito in funzione delle condizioni logistiche, della presenza o meno di fonti di disturbo nei pressi e delle finalità dell'indagine.
Le velocità sismiche sono proporzionali al grado di addensamento dei materiali entro i quali la perturbazione elastica si propaga e, nel caso di ammassi rocciosi, possono essere indicative delle condizioni geomeccaniche degli stessi.

2.2. CENNI SULLA TECNICA DI MODELLIZZAZIONE TOMOGRAFICA DEI DATI SISMICI

Il metodo sismico tomografico costituisce una tecnica geofisica particolarmente utile per la ricostruzione della distribuzione dei valori di velocità di propagazione delle onde elastiche nei terreni e negli ammassi rocciosi. L'elevato potere risolutivo del metodo ne consente l'applicazione in svariati campi, quali:

- ricostruzione di strutture geologiche complesse in cui sia necessario individuare geometrie ed assetti con elevata precisione
- individuazione di anomalie di velocità (cavità, fratture, porzioni ammalorate all'interno di ammassi rocciosi)
- indagini archeologiche
- valutazione delle condizioni strutturali di manufatti

L'apporto significativo di informazioni ottenibili attraverso la metodologia di prospezione sismica tomografica non trova riscontro nelle tecniche di elaborazione tradizionali dell'indagine sismica, il cui utilizzo resta comunque di importanza cruciale per una corretta definizione dei parametri di input, e costituisce un elemento integrativo di grande importanza per la ricostruzione di dettaglio di strutture complesse.
Il metodo consiste in una particolare e complessa modalità di acquisizione, trattamento e rappresentazione grafica di dati di carattere sismico, il cui risultato finale fornisce una mappatura dettagliata della variazione dei valori di velocità sismica in una sezione piana contenente sia le sorgenti energizzanti che i sensori (geofoni).
Poiché le caratteristiche meccaniche di un materiale influenzano in modo determinante la velocità con cui un'onda elastica si propaga al suo interno, ne consegue che tanto più è dettagliata e precisa la conoscenza della distribuzione dei valori di velocità, tanto più definita è la caratterizzazione fisico -meccanica del materiale indagato.
Le velocità di propagazione delle onde elastiche vengono valutate attraverso la misura dei tempi di percorrenza necessari alle onde stesse per propagarsi dalle sorgenti (posizionate in superficie e/o in foro) ai sensori (geofoni da foro e/o da superficie).
Il piano verticale che interseca la superficie topografica lungo lo stendimento sismico viene suddiviso dal software di elaborazione, fino alla massima profondità di investigazione e limitatamente al campo coperto dai "*ray – paths*" (si rimanda, nello specifico, alle tavole allegate relative alla distribuzione di raggi sismici), in celle elementari le cui dimensioni sono condizionate dalla spaziatura tra i sensori e dalla quantità di sorgenti di energizzazione disponibili.
Il processo prevede normalmente l'assunzione di un "modello sintetico" di partenza (*pseudosezione*) che viene confrontato in termini di velocità delle singole celle con i dati acquisiti.
Rayfract, ovvero il software di tomografia sismica utilizzato nello specifico, impiega le soluzioni "Eikonali" per il calcolo dei tempi di percorso e per la modellazione della diffrazione, la rifrazione e la trasmissione delle onde sismiche.
Il modello sintetico iniziale o "modello di primo tentativo" ("*1D gradient initial model*": gradiente monodimensionale di velocità) è generato su richiesta dal software partendo dalle dromocrone: queste, nota la geometria di acquisizione, vengono ricostruite punto per punto manualmente (evitando le funzioni di "*picking* automatico") individuando il primo arrivo del fronte d'onda di pressione ad ogni geofono generato attraverso ogni energizzazione.
Il modello di primo tentativo viene utilizzato come modello sintetico di partenza sul quale si procede con le inversioni tomografiche attraverso l'algoritmo di calcolo "*Wavepath Eikonal Traveltime tomography*", (Schuster 1993; Watanabe 1999).
Le inversioni numeriche, attraverso vincoli impostati dall'utente, procedono fino a raggiungere la miglior convergenza possibile tra i primi arrivi di campagna e quelli sintetici.
Il grado di convergenza (sovrapponibilità tra il modello sintetico raffinato ed il dato misurato) è quantitativamente apprezzabile attraverso il valore "*RMS Error %*" associato ad ogni modello tomografico, consultabile negli allegati sotto forma di stringa di testo individuabile a fondo pagina insieme al numero di iterazioni di calcolo eseguite ("*# WET iterations*") ed alla tipologia di modello di partenza utilizzato

("*1D-Gradient smooth initial model*"): sul piano teorico, minore è il valore "*RMS Error %*" maggiore è la "bontà" del modello finale fornito e di conseguenza il grado di affidabilità dello stesso.
La tecnica tomografica "*Wavepath Eikonal Traveltime tomography"* modella i percorsi multipli della propagazione del segnale che contribuiscono ad un primo arrivo. Il procedimento "*Eikonal*", utilizzato per il calcolo dei tempi di percorso, è in grado di modellare sia la diffrazione che la rifrazione e la trasmissione diretta delle onde sismiche. Di conseguenza la capacità di *Rayfract* di fornire l'immagine di un'anomalia di velocità è normalmente superiore rispetto a quella degli altri codici di calcolo tomografici presenti sul mercato, che trattano il percorso di un raggio sismico in modalità convenzionale.

2.3. MODALITÀ OPERATIVE PER LA REGISTRAZIONE DEL DOPPIO STENDIMENTO SISMICO TOMOGRAFICO

Lo stendimento sismico SS1 è' stato registrato a 24 canali sia nel dominio delle onde di pressione che di taglio.
Per acquisire le onde "p" sono stati utilizzati geofoni VERTICALI SunFul con frequenza centrale di 40 Hz. Per acquisire le onde "s" sono stati invece utilizzati geofoni ORIZZONTALI SunFul con frequenza centrale di 10 Hz, espressamente progettati per ricevere le onde di taglio, dotati di bolla torica ed orientati con l'asse di oscillazione parallelo allo sviluppo dello stendimento e con verso reciprocamente concorde.



Geofono verticale SunFul 40 Hz e geofono orizzontale SunFul 10 Hz associati

Per enfatizzare la generazione di onde elastiche con componente di taglio principale sono state trasmesse al terreno sollecitazioni impulsive generate in superficie attraverso uno strumento di contrasto appositamente realizzato per trasmettere le onde "s" attraverso l'attrito radente tra la piastra di base ed il terreno su cui essa posa (si vedano le foto esemplificative seguenti).



Generazione onda "s_x" (si legga nel seguito): l'operatore carica
il proprio peso sulla base dello strumento di contrasto
e colpisce la putrella verticale ad esso saldata



Generazione onda "s_y" (si legga nel seguito)

Presso ogni punto di energizzazione lo strumento di contrasto è stato disposto con il piano verticale di battuta ortogonale all'asse dello stendimento sismico ovvero all'asse di oscillazione di ogni geofono orizzontale. Sono state registrate energizzazioni con versi di battuta reciprocamente opposti (massa battente che colpisce lo strumento di contrasto da inizio stesa verso fine stesa e viceversa) poiché con tale procedura si generano due sollecitazioni di taglio polarizzate sullo stesso piano verticale e caratterizzate da fasi contrapposte ("s_x" e "s_y").

In fase di *processing*, quindi, le registrazioni digitalizzate delle onde "s_x" e "s_y" generate nello stesso punto di *shot* vengono sommate (operazione di *stacking*) previa inversione di fase via software di una delle due per ottenere "artificialmente" la concordanza di fase. La procedura è finalizzata ad enfatizzare efficacemente la visualizzazione dell'onda di taglio e ad attenuare drasticamente le componenti in onde di pressione "p" ed il *background noise:* le prime, infatti, sono generate sempre in fase concorde e quindi tendono ad essere annullate dai processi di sommatoria incrementale a seguito di inversione di una delle due componenti, le seconde sono *random* e tendono ad essere attenuate, statisticamente, dai processi di *stacking*.

Per la generazione di onde "p", notoriamente non polarizzate, è stata utilizzata una piastra circolare aderente al suolo.

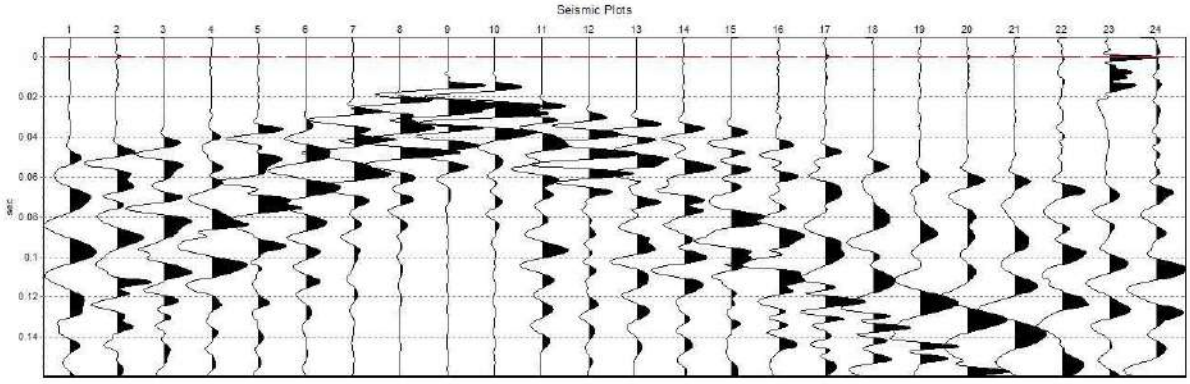


Esempio di generazione di onde "p"

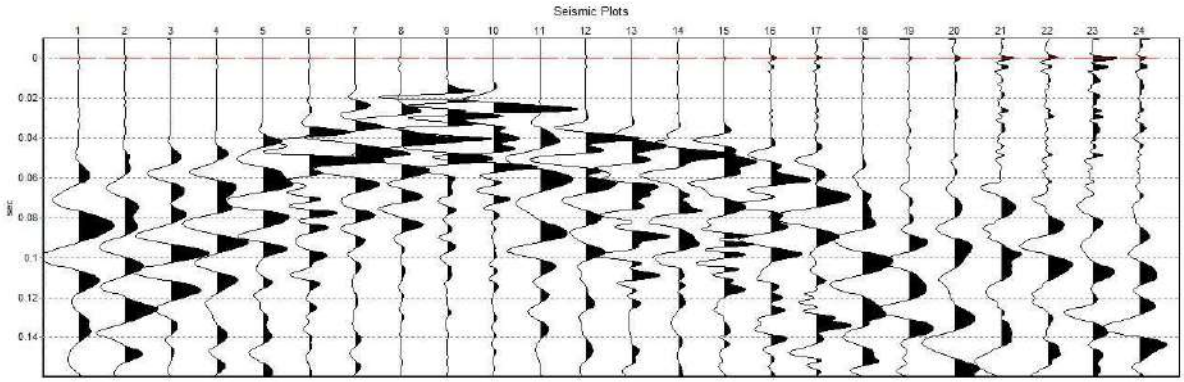
Come sorgente impulsiva è stata utilizzata in ogni caso una massa accelerata a mano, ovvero una mazza con testa pesante 8.0 kg.

Il segnale di trigger è generato mediante appositi collegamenti elettrici dal cortocircuito che si verifica nell'istante del contatto della testa della mazza con la superficie di contrasto (entrambe in ferro), e viene trasmesso al sismografo mediante un cavo di prolunga.

A titolo di esempio nei sismogrammi seguenti si possono osservare le ricezioni, da parte dei 24 geofoni, delle onde "p" e delle onde "s" generate nel medesimo punto di shot (shot n° 4). Dati ottenuti a seguito delle operazioni di *stacking* (inversione delle battute reciproche e *stacking* nel caso delle onde "s") e di filtraggio.



SS1, SHOT 4, ONDE "P"



SSI, SHOT 5, ONDE "S"

La scala dei tempi (asse verticale) è identica in entrambi i diagrammi: si può osservare chiaramente come i tempi di arrivo delle onde "s" (notoriamente più lente delle onde "p") siano sensibilmente più lunghi.

Le caratteristiche specifiche degli stendimenti, registrati in data 06.06.2012, sono riportate nella tabella seguente.

Stendimento sismico	Copertura geofoni (m)	Offset (m)	Lunghezza totale (m)	n° shot points	g spacing (m)	n° geofoni
SS1 "p"	115.0	10.0	135.0	9	5.0	24
SS1 "s"	115.0	10.0	135.0	9	5.0	24

La registrazione dei dati è stata effettuata mediante un'unità Seismic Source “DaqLink III” di ultima generazione, dotata di convertitore A/D a 24 bit e corredata di pc portatile, cavo multipolare a 24 prese e, come già specificato, geofoni orizzontali SunFul 10 Hz.



Sistema di acquisizione Seismic Source Daq Link III

La copertura del semipiano investigato attraverso i raggi sismici è visibile in allegato ("*Ray coverage*", Tav. 2 per SS1 onde "p", Tav. 4 per SS1 onde "s".

Il rapporto segnale-disturbo ambientale è risultato ottimo ed ha consentito di visualizzare con chiarezza le onde di pressione e di taglio in fase di *picking*.

Il valore "RMS ERROR" è risultato pari allo 1.1% nel caso dello stendimento SS1 nel dominio delle onde "p" e pari allo 1.9% in quello delle onde "s": il picking delle onde di taglio è sempre più complesso e difficoltoso, ma in ogni caso lo scarto quadratico medio risulta molto basso ed indica un'ottima convergenza tra i modelli sintetici ideali ed i dati reali acquisiti in loco. I modelli finali restituiti, pertanto, sono caratterizzati dal punto di vista numerico da un grado di affidabilità potenziale molto elevato.

Inoltre il modello finale in onde "p" e quello in onde "s" mostrano il medesimo assetto sismostratigrafico, ad ulteriore conferma dell'elevato grado di affidabilità dei risultati ottenuti.

2.4. RISULTATI OTTENUTI: STENDIMENTO SS1 ONDE "P" E ONDE "S"



Stendimento sismico tomografico SS1 "p" e "s", ripreso dall'estremo iniziale *(offset geofono 1)*



Stendimento sismico tomografico SS1 "p" e "s", ripreso dall'estremo finale (offset geofono 24)

I risultati dell'elaborazione tomografica sono visibili nel dettaglio nelle sezioni allegate in Tav. 3 (tomografia onde "p") e Tav. 5 (tomografia onde "s"). L'elaborazione tomografica restituisce i risultati con visualizzazione delle isolinee di velocità sismica delle onde di pressione e di quelle di taglio con passo di 100 m/s. Di queste ne sono state evidenziate solo alcune ritenute significative.

L'interpretazione finale può essere così sintetizzata: l'insieme costituito dal terreno vegetale aerato, dalle coltri eluviali e da eventuali coperture detritiche presenta una potenza variabile da 2.0 m a 4.0 m circa. L'interfaccia superiore del substrato roccioso in posto in condizioni geomeccaniche medie almeno "discrete" è rappresentata dall'isolinea Vp = 1200 m/s e Vs = 800 m/s, che sostanzialmente coincidono.

Non si ritengono affidabili le porzioni di modello tomografico cerchiate negli allegati alle Tavole 3 e 5 in quanto percorsi da una quantità non elevata di raggi sismici e quindi potenzialmente affetti dai tipici fenomeni di distorsione noti come "difetti di bordo".

I gradienti verticali di velocità risultano essere maggiori nella prima metà del doppio stendimento sismico, e decisamente minori nella seconda procedendo verso fine stesa ovvero verso le quote topografiche inferiori: a centro stesa (area di probabile ubicazione dell'aerogeneratore) condizioni geomeccaniche mediamente "buone" sono riscontrabili a profondità dal piano campagna pari a 8.0 m - 10.0 m, mentre nell'ultimo terzo dello stendimento le medesime condizioni geomeccaniche possono essere ritrovate a 15.0 - 16.0 m di profondità.

La massima profondità investigata nel settore centrale dello stendimento è risultata pari a 40 m circa.

2.6. STIMA DEL PARAMETRO "Vs,eq": MODALITÀ OPERATIVE E RISULTATI

La lunghezza dello stendimento sismico SS1 nel dominio delle onde di taglio, come già specificato, ha consentito di raggiungere una profondità massima di investigazione di circa 40 m dal piano campagna, e quindi di stimare agevolmente il parametro "Vs,eq" riferito al piano campagna stesso e, per completezza, di fornire il trend del parametro Vs,eq riferito a varie profondità dal piano campagna.

Per giungere alla stima di valori affidabili del parametro "Vs,eq" ex D.M. 17.01.18 si è proceduto come segue: è stata considerata una verticale di riferimento nel settore centrale della sezione tomografica in onde di taglio (in corrispondenza dello *shot 5*) ed è stato estrapolato, in corrispondenza di tale sezione, il grafico della variazione del parametro "V_s" con la profondità (visibile in Tavola 6).

I valori di velocità delle onde di taglio che rientrano nel calcolo del parametro "Vs,eq" sono stati discretizzati con passo di 1.0 m a partire dal piano campagna in corrispondenza della verticale di riferimento.

Il risultato ottenuto è visibile in Tavola 6 allegata: il valore Vs,eq riferito al piano campagna è pari a 505 m/s e la conseguente classe di sottosuolo di riferimento ex D.M. 17.01.18 risulta essere la "**B**".

All'aumentare della profondità di riferimento, discretizzata con passo metrico, aumenta progressivamente il valore del parametro Vs,eq che si mantiene comunque compreso tra 360 m/s e 800 m/s fino alla profondità di 4 m dal piano campagna, oltre la quale H<3 m (H 0 potenza coperture sul bedrock rigido).e quindi la categoria di sottosuolo si trasforma in **A**.

In estrema sintesi, quindi:

- profondità di riferimento da p.c.: 0 m - 4 m: 3<H<30, 360<$V_{s,eq}$<800 → categoria sottosuolo: **B**
- profondità di riferimento da p.c.: > 4 m: H<3 → categoria sottosuolo: **A**

Savona, 14.12.2021

Geologo dott. Giorgio Lombardi

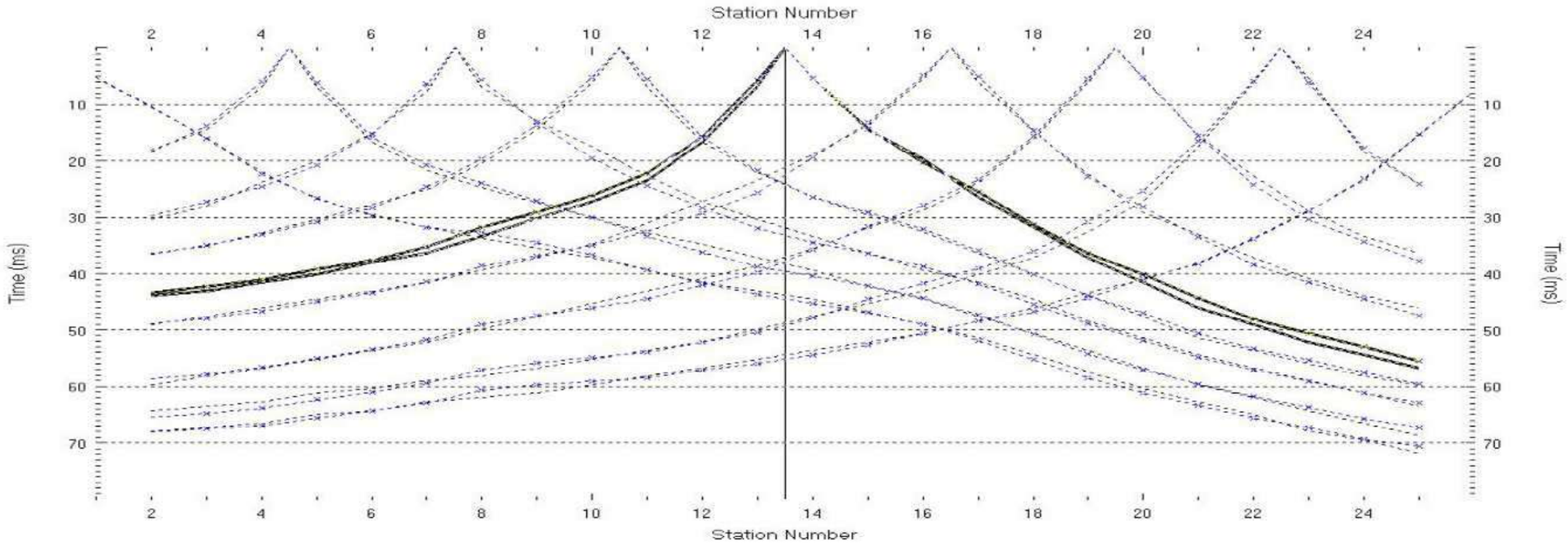


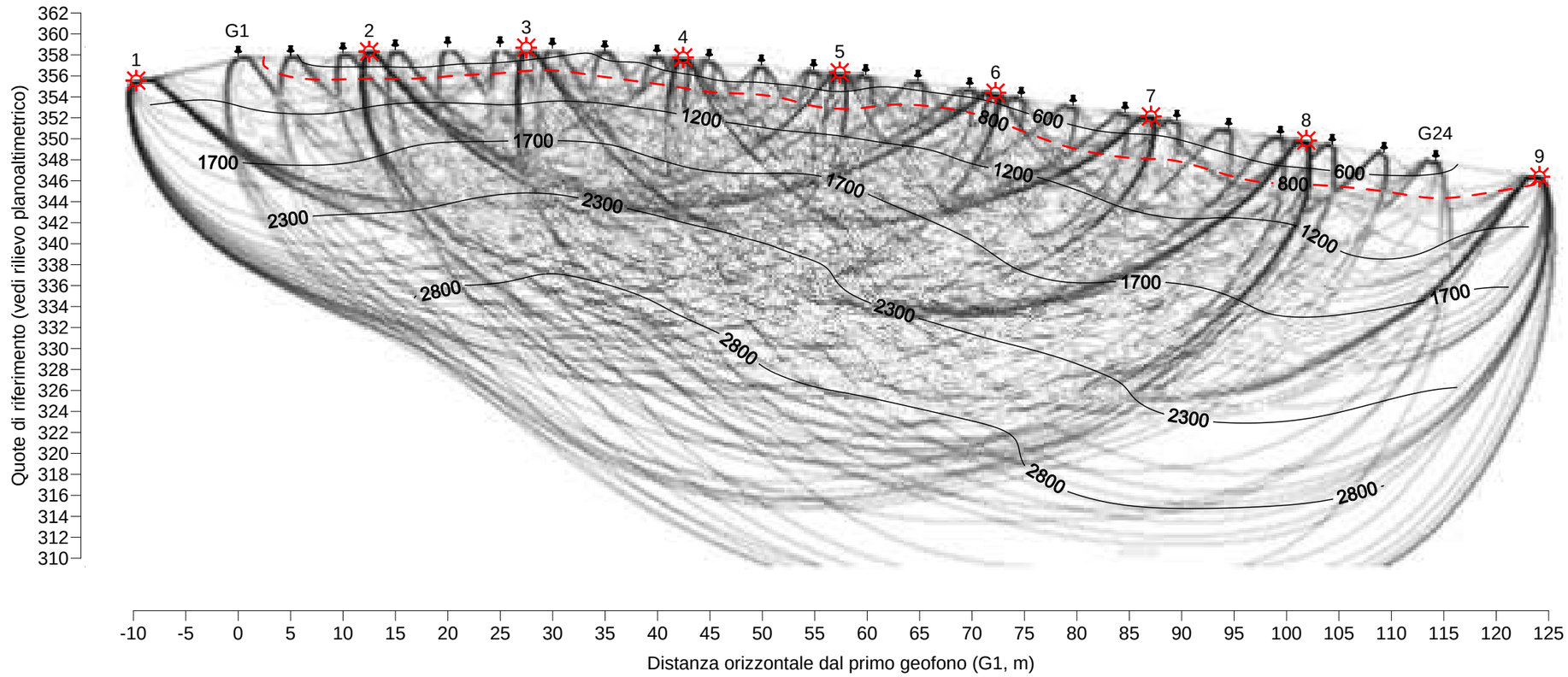
IMMAGINE SATELLITARE CON UBICAZIONE DOPPIO STENDIMENTO SISMICO ONDE "P" ED ONDE "S", SCALA 1:1000



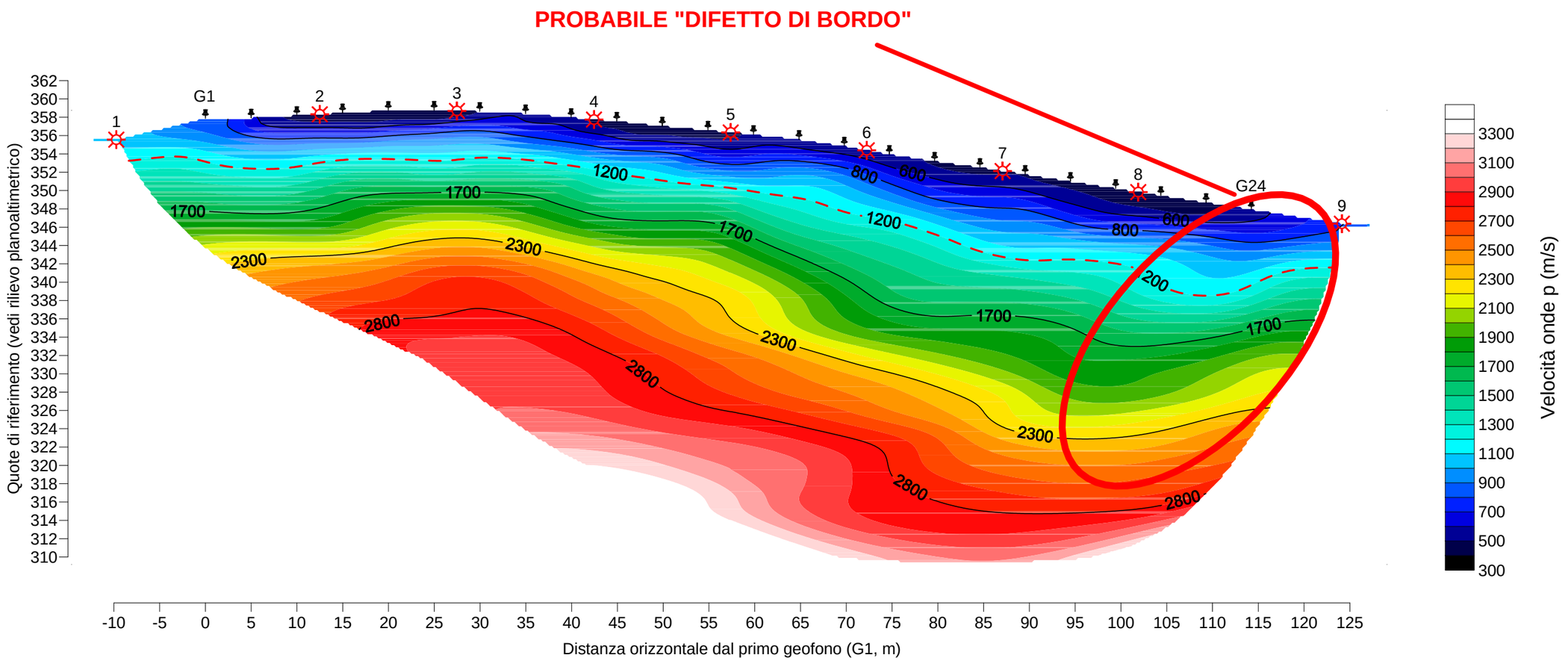
Tav. 1

STENDIMENTO SISMICO SS1 ONDE "P": DROMOCRONE E RAY COVERAGE SCALA 1:500





STENDIMENTO SISMICO SS1 ONDE "P": ELABORAZIONE TOMOGRAFICA, SCALA 1:500



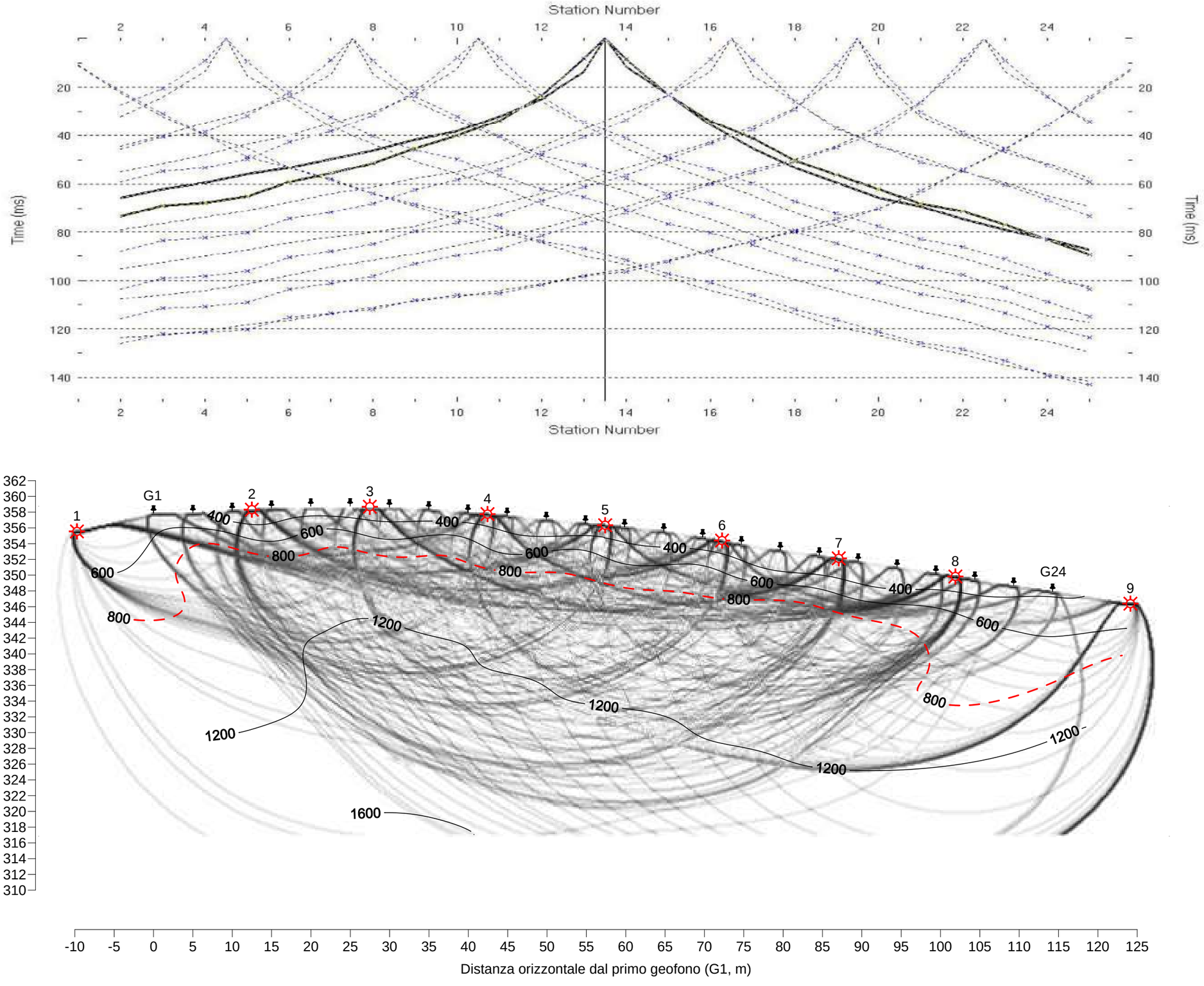
SS1_P, 30 WET iterations, RMS error 1.1 %, 1D-Gradient smooth initial model, Version 3.20

IPOTESI INTERPRETATIVA *

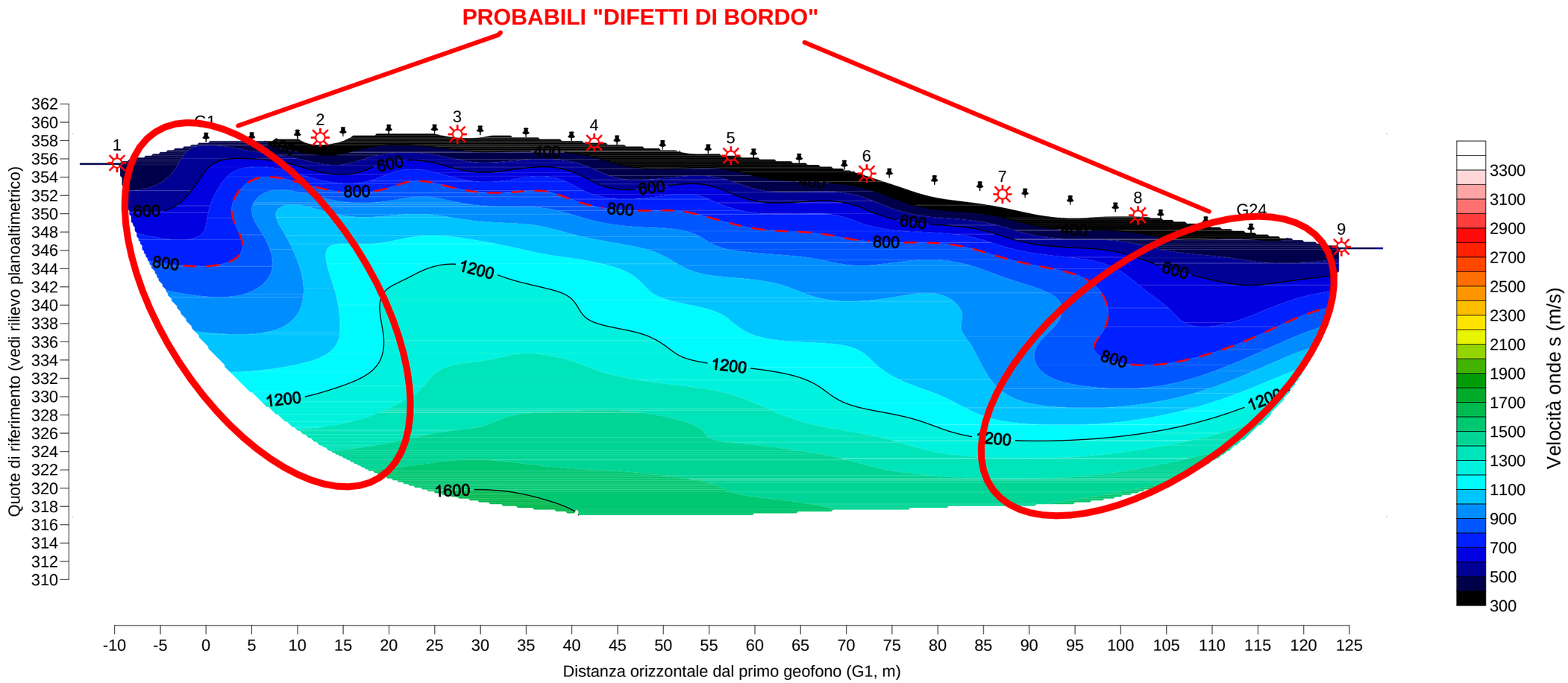
Vp = 400 - 600 m/s: terreno vegetale aerato, materiale di detrizione ed eluvio in condizioni di densità bassa - media.
Vp = 600 - 800 m/s: coperture non litoidi in condizioni di densità media - elevata.
Vp = 800 - 1200 m/s: substrato roccioso intensamente alterato e destrutturato.
L'isolinea Vp = 1200 m/s corrisponde indicativamente all'interfaccia superiore del substrato roccioso in condizioni francamente litoidi.
Vp = 1200 - 1700 m/s: substrato roccioso in condizioni geomeccaniche medie variabili da "DISCRETE" a "BUONE".
Vp = 1700 - 2300 m/s: substrato roccioso in condizioni geomeccaniche medie "BUONE".
Vp = 2300 - 2800 m/s: substrato roccioso in condizioni geomeccaniche medie variabili da "BUONE" ad "OTTIME".
Vp > 2800 m/s: substrato roccioso in condizioni geomeccaniche medie "OTTIME".

** L'ipotesi interpretativa fornita, basata sui range di velocità sismiche e su correlazioni diffusamente presenti in Letteratura, dev'essere considerata solo a livello indicativo a causa dell'assenza di dati di taratura.*

STENDIMENTO SISMICO SS1 ONDE "S: DROMOCRONE E RAY COVERAGE SCALA 1:500



STENDIMENTO SISMICO SS1 ONDE "S: ELABORAZIONE TOMOGRAFICA, SCALA 1:500



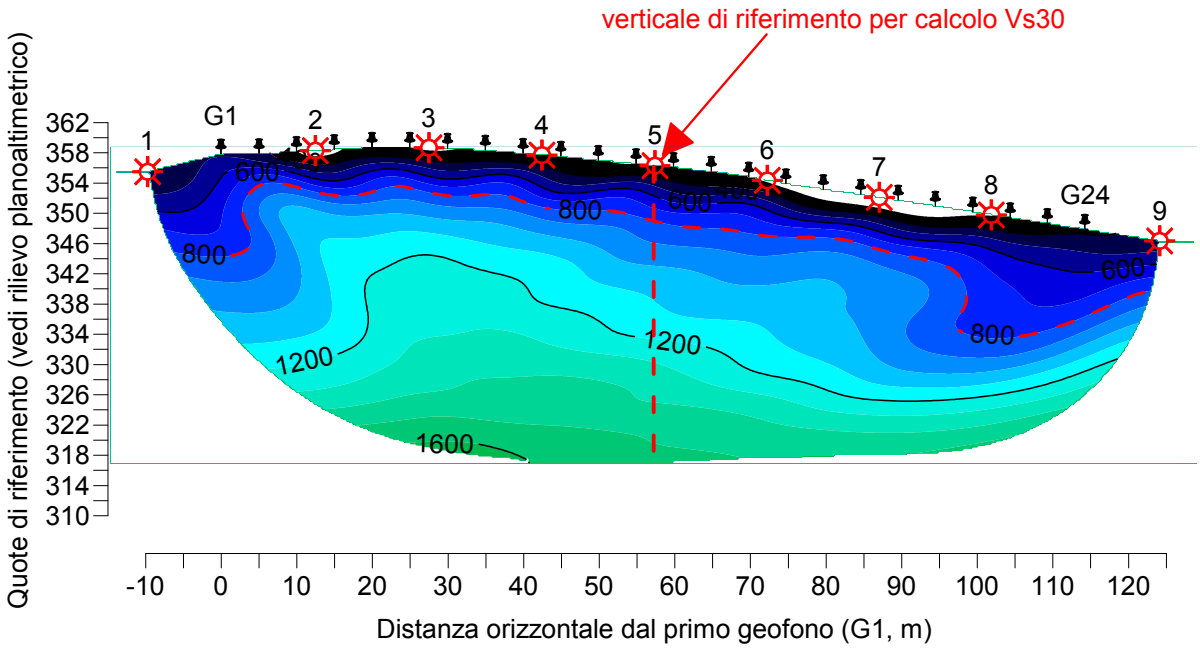
SS1_S, 30 WET iterations, RMS error 1.9 %, 1D-Gradient smooth initial model, Version 3.20

IPOTESI INTERPRETATIVA *

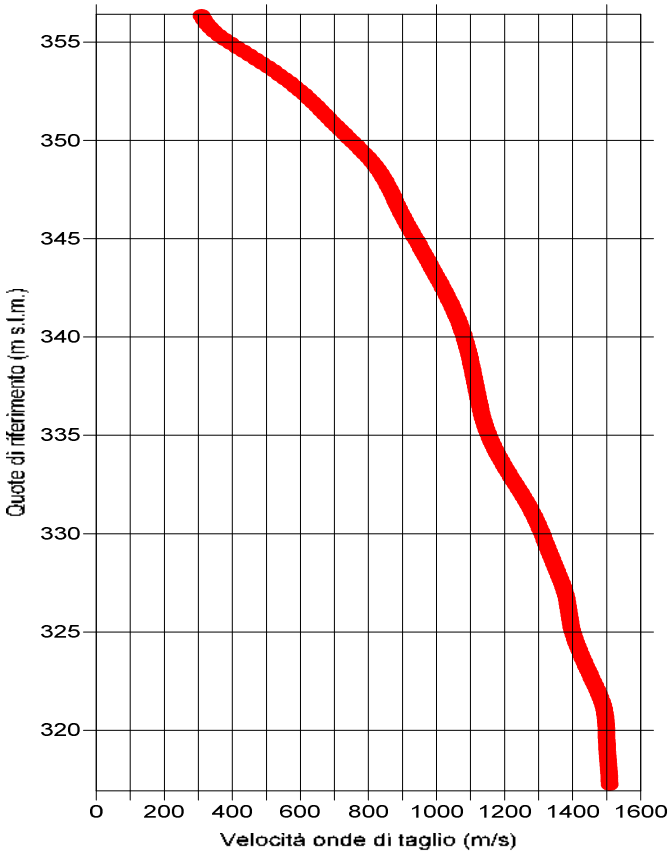
Vs = 220 - 400 m/s: terreno vegetale aerato, materiale di detrizione ed eluvio in condizioni di densità bassa - media.
Vs = 400 - 600 m/s: coperture non litoidi in condizioni di densità media - elevata.
Vs = 600 - 800 m/s: substrato roccioso intensamente alterato e destrutturato.
L'isolinea Vs = 800 m/s corrisponde indicativamente all'interfaccia superiore del substrato roccioso in condizioni francamente litoidi.
Vs = 800 - 1200 m/s: substrato roccioso in condizioni geomeccaniche medie variabili da "DISCRETE" a "BUONE".
Vs = 1200 - 1600 m/s: substrato roccioso in condizioni geomeccaniche medie "BUONE".
Vs > 1600: substrato roccioso in condizioni geomeccaniche medie variabili da "BUONE" ad "OTTIME".

** L'ipotesi interpretativa fornita, basata sui range di velocità sismiche e su correlazioni diffusamente presenti in Letteratura, dev'essere considerata solo a livello indicativo a causa dell'assenza di dati di taratura.*

STENDIMENTO SISMICO TOMOGRAFICO SS1 ONDE "S": CALCOLO PARAMETRO "Vs,eq"



VARIAZIONE VELOCITA' DELLE ONDE DI TAGLIO CON LA PROFONDITA'



VARIAZIONE DEL PARAMETRO Vs,eq IN FUNZIONE DELLA PROFONDITA' DI RIFERIMENTO

